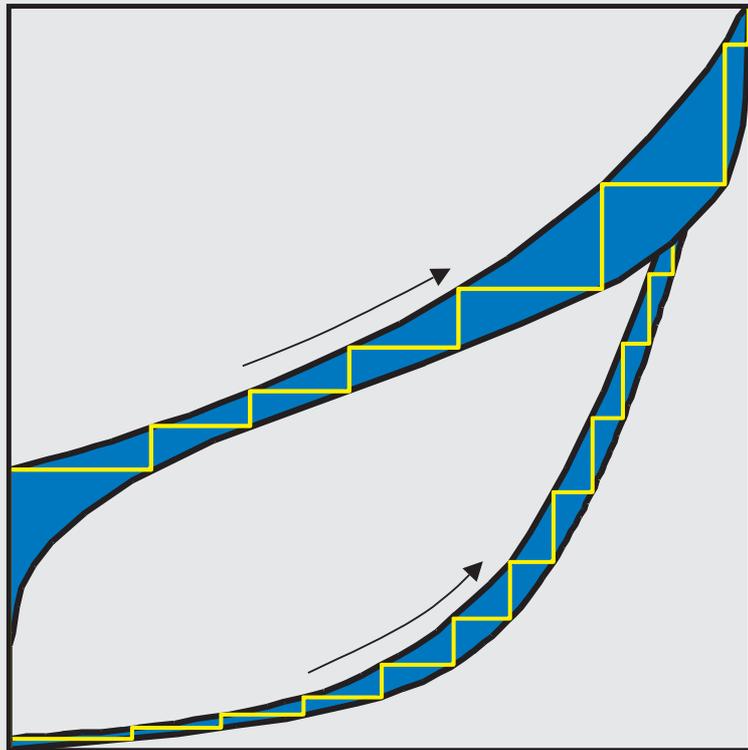


Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

Tätigkeitsbericht

1.4.2003–31.3.2005



Technische Universität München

Die Grafik auf der Frontseite wurde von *Nicolas Dütsch*, *Christian Kuhn* und *Frank Schreckenbach* gestaltet und zeigt zwei Beispiele eines EXIT (EXtrinsic Information Transfer)-Charts. Da nachrichtentechnische Systeme heutzutage aus einer Verkettung von verschiedenen Komponenten bestehen, können nach dem so genannten Turbo-Prinzip die Empfängerelemente untereinander iterativ Information austauschen, um die Übertragungsqualität zu verbessern.

Das von Stephan ten Brink entwickelte EXIT-Chart bietet die Möglichkeit, diesen Informationsaustausch zwischen den Komponentendecodern zu veranschaulichen, zu analysieren und zu optimieren. Zudem können weitere Systemeigenschaften – z. B. die Kapazität – direkt abgelesen werden. Die schwarzen Begrenzungslinien in der Grafik sind jeweils die Charakteristiken von zwei beteiligten Komponenten, die gelbe treppenförmige Linie – auch als Trajektorie bezeichnet – visualisiert den tatsächlichen, iterativen Informationsaustausch. Als robustes Informationsmaß wird die Transinformation verwendet.

Am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik werden schon seit längerer Zeit verschiedene Verkettungen mit diesem Hilfsmittel analysiert. Die einzelnen Elemente können z. B. ein Kanalcode, Fountain-Code, Quellencode, Entzerrer, Relais, Demodulator oder auch ein Mehrantennen- (MIMO-) bzw. Mehrbenutzerdetektor sein.

Das in dieser Broschüre gewählte Layout geht auf Frau *Sakire Efe* vom Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik GmbH in Kamp-Lintfort zurück. Wir danken für die Erlaubnis, dieses Design verwenden zu dürfen.

Wir danken ferner Herrn *Leo Hausleiter* für die engagierte und angenehme Zusammenarbeit während der Herstellung dieses Heftes.

Herausgeber:

Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
Institut für Informations- und Kommunikationstechnik
Technische Universität München
Arcisstr. 21, D-80290 München
Tel.: (+49) 89 28 92 34 66
Fax: (+49) 89 28 92 34 90
E-mail: hagenauer@tum.de
URL: <http://www.LNT.ei.tum.de>

Redaktion:

Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Söder
Tel.: (+49) 89 28 92 34 86
Fax: (+49) 89 28 92 34 90
E-mail: guenter.soeder@tum.de

Satz:

Leo Hausleiter, M.A.
Zittelstr. 1, D-80796 München
Tel.: (+49) 89 30 65 75 89
E-mail: hausleiter@freenet.de

Belichtung und Druck:

Typo Plitt
Friedenstraße 4
D-81671 München

Auflage: 600 Stück



Inhalt

1	Vorwort	1
2	Personelles	3
2.1	Wissenschaftliches Personal	3
2.2	Lehrbeauftragte und Honorarprofessoren	5
2.3	Gastwissenschaftler	5
2.4	Mitarbeiter in den Werkstätten	5
2.5	Mitarbeiterinnen im Büro und in der Verwaltung	5
2.6	Externe Doktoranden	5
2.7	Wissenschaftliche und Studentische Hilfskräfte	6
2.8	Ehrungen und Jubiläen	6
2.9	Alumni-Nachrichten	7
3	Lehrveranstaltungen	9
3.1	Die Studiengänge in der Fakultät EI	9
3.2	Fachgebiet Informationstechnik	10
3.3	Studiengang MSCE	13
3.4	Studiengang Lehramt an beruflichen Schulen (LB)	15
3.5	Hauptseminar Mobilkommunikation und Codierung	16
3.6	Seminar on Topics in Communications Engineering	19
3.7	Weitere Lehrveranstaltungen und Weiterbildung	21
4	Diplomarbeiten, Master Theses, Studienarbeiten	23
4.1	Diplomarbeiten	23
4.2	Master Theses	26
4.3	Master Theses (MSCE)	27
4.4	Diplomarbeiten/Master Theses anderer Hochschulen	28
4.5	Zulassungsarbeiten für den Studiengang LB	29
4.6	Bachelor- und Studienarbeiten	29
5	Dissertationen, Habilitation	33



Inhalt

6	Arbeitsgebiete	45
7	Extern geförderte Projekte	67
8	Veröffentlichungen, Patente, Vorträge	75
8.1	Zeitschriften- und Buchbeiträge	75
8.2	Beiträge in Tagungsbänden	76
8.3	Standardisierungsbeiträge	81
8.4	Patente	81
8.5	Vorträge	81
9	Veranstaltungen	85
9.1	Technikgeschichtliche Lehrstuhlexkursion nach Wien	85
9.2	Hausmesse des Instituts für Informations- und Kommunikationstechnik	87
9.3	Joint Workshop on Communications and Coding, Triest	88
9.4	Schülerinnen forschen – von der SMS zum Videoclip	89
9.5	13 th Joint Conference on Communications and Coding, Galtür	90
9.6	Seminar mit dem Institut für Informationstechnik der Universität der Bundeswehr München	92
9.7	Der LNT auf den Münchner Wissenschaftstagen	93
9.8	Der LNT auf dem Siemens Day in Princeton	94
9.9	Festkolloquium anlässlich des 80. Geburtstags von Prof. Hans Marko	95
9.10	14 th Joint Conference on Communications and Coding, Seefeld	100
10	Internationale Beziehungen	103
10.1	Austauschprogramme	103
10.2	Forschungsaufenthalte von Angehörigen des LNT	104
10.3	Vorträge von Gästen	108
11	Sonstiges	111
11.1	Tätigkeit in der (Akademischen) Selbstverwaltung	111
11.2	Tätigkeit in Gremien und wissenschaftlichen Vereinigungen	112
11.3	Eduard-Rhein-Preisträger an der Fakultät EI	113
11.4	Symposium Mobilfunk – Fakten, Nutzen, Ängste	114
11.5	Nomor – Die Verwirklichung von Ideen geht weiter	115
11.6	Der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation	116
11.7	Neuerungen in der Infrastruktur	117
11.8	Feste –Feiern	118

1 Vorwort

Liebe Freunde, Partner und Mitarbeiter des LNT,

der Rückblick auf die Tätigkeit des Lehrstuhls soll diesmal nicht nur auf die letzten zwei Jahre beschränkt werden, vielmehr die letzten zwölf Jahre umfassen – seit ich 1993 den Lehrstuhl von Prof. Marko übernommen habe. Ich habe nur noch drei Semester vor mir und die Suche nach meinem Nachfolger ist bereits in vollem Gange. So langsam wird die Zahl der Mitarbeiter abgebaut, um einem Nachfolger Spielraum für Neubesetzungen zu geben. Trotzdem hat sich auch während der beiden letzten Jahre im personellen und persönlichen Bereich wieder einiges Neues am Lehrstuhl getan.

Prof. Hans Marko konnte bei bester Gesundheit und in großer Frische seinen 80. Geburtstag im Kreise vieler Gratulanten feiern, worüber im Kapitel 9.9 berichtet wird. Es wird ihn sicher auch gefreut haben, dass mit Dr. Norbert Hanik einer seiner letzten Doktoranden als C3-Professur für das Fachgebiet „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“ berufen wurde und so nach neun Berufsjahren bei der Telekom an den LNT zurückgekehrt ist. Er stellt sich und die von ihm geplanten Aktivitäten auf S. 53 vor.

Prof. Hanik übernimmt die Lehrveranstaltungen von Dr. Heidner sowohl im Diplomstudiengang als auch bei der Berufsschullehrerausbildung. Herr Heidner fungierte neben seiner umfangreichen und erfolgreichen Hochschullehrertätigkeit auch als

Personal- und Verwaltungschef des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik. Ihm gilt mein besonderer Dank für seinen großen Einsatz. Sein Nachfolger als Verwaltungsleiter ist Herr Dr. Eichin, der uns allen eine große Stütze ist.

Weiterhin ist zu berichten, dass in den letzten Semestern zwei unserer langjährigen Lehrbeauftragten ihre letzte Vorlesung gehalten haben, Herr Honorarprofessor Dr. Horst Mittelstaedt von der Max-Planck-Gesellschaft in Seewiesen sowie Herr Dr.-Ing. Friedrich Kühne, bis zu seiner Pensionierung 2003 Leiter des Instituts für Kommunikation und Navigation des DLR in Oberpfaffenhofen. Ihnen beide danke ich für ihr jahrelanges großes Engagement in der Lehre.

Im Dezember 2004 wurde an unserer Fakultät der neue Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation gegründet, der mit dem LNT durch gemeinsame Räume und Verwaltung eng verbunden sein wird. Als dessen Leiter wurde Dr. Christoph Günther berufen, den ich seit vielen Jahren kenne und mit dem wir sowohl beim UMTS-Vorläufer-Projekt CODIT als auch beim MIMO-Projekt mit der Fa. Ericsson eng zusammengearbeitet haben. Prof. Günther wird neben dieser C4-Professur weiterhin als Direktor des Instituts für Kommunikation und Navigation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen tätig

sein. Da München der Standort des Galileo-Konsortiums ist, kommt diesem Lehrstuhl eine große Bedeutung zu.

Herr Kollege Hauske wird wegen der Erreichung der Altersgrenze in zwei Semestern – also noch vor mir – ausscheiden. Auch für seine Nachfolge hat die Fakultät bereits eine Berufungskommission eingesetzt.

Schließlich wurde Herr Dr. Söder im Jahr 2004 nach vielen Jahren erfolgreicher Tätigkeit zum Außerplanmäßigen Professor für „Digitale Übertragungssysteme“ ernannt; ebenso Herr Dr. Lenz für das Gebiet „Digitale Fotografie und Videometrie“, so dass am und um den LNT jetzt sechs Professoren wirken.

Ebenfalls erwähnt werden soll, dass zwei meiner Assistenten und Doktoranden im letzten Jahr Professuren an ihren Heimatuniversitäten übernommen haben, Herr Dr.-Ing. Zaher Dawy an der American University of Beirut im Libanon und Herr Dr.-Ing. João Oliveira Barros als „Professor Auxiliar, Universidade do Porto, Departamento de Ciência de Computadores“.

Man könnte durch obige Auflistung von Professoren auf den Gedanken kommen, dass diese allein für die geleistete Arbeit wichtig sind. Dem ist aber nicht so, denn traditionsgemäß erbringen an den großen ingenieurwissenschaftlichen Lehrstühlen in Deutschland die Assistenten – bisher nach C1 eingestuft –

1 Vorwort

und die ihnen gleichgestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter einen Großteil der Leistungen in Lehre und Forschung.

Ich möchte deshalb aus meiner Sicht einmal einen Vergleich zwischen einem Ph.D.-Studenten an amerikanischen Universitäten und einem deutschen Assistenten anstellen.

Ein *Ph.D.-Student* eines amerikanischen Kollegen wird als Doktorand bzw. als Teaching/Research-Assistent bezahlt. Er hat nach seiner Masterprüfung weitere Vorlesungen und Kurse zu besuchen und muss weitere Prüfungen ablegen, letzteres besonders im ersten Jahr, in dem er sein „Qualifying Exam“ zu bestehen hat. Er wird von seinem Professor, der typischerweise zwei bis vier solcher „Students“ zu betreuen hat, meist auf einem relativ engen Fachgebiet geführt. Typischerweise produziert er „Papers“ für Konferenzen und IEEE Transactions zusammen mit seinem Betreuer. Meist hat er auch keine Vorlesungen zu betreuen und Übungen selbständig abzuhalten. Nach etwa vier Jahren schreibt er seine „Thesis“ und legt sein Ph.D.-Examen ab.

Ein *Assistent* in Deutschland – gleiches gilt natürlich für eine Assistentin – hat dagegen vielfältige Aufgaben am Lehrstuhl wahrzunehmen, wofür er auch voll bezahlt wird. Er betreut eine Vorlesung und hält die Übungen, die Prüfungen und die Sprechstunden ab – manchmal für mehr als 200 Studenten. Selbständig begleitet er Praktika und Seminar-

vorträge im Diplomanden- oder Master-Seminar. Im Rahmen seiner zur Dissertation führenden Forschungsarbeiten betreut er meistens auch noch Bachelor- und Diplomarbeiten und leitet Hilfsassistenten an.

Am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik hat fast jeder Assistent noch an einem externen Forschungsprojekt mitzuarbeiten, sei es von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung oder – häufiger – von der Industrie gefördert. Dabei lernt er Projektmanagement „on the job“. Manchmal leitet er dazu eine Arbeitsgruppe von bis zu fünf Studenten. Dazu kommen weitere Aufgaben wie die Organisation von Tagungen oder Workshops, die Betreuung von Besuchern und kleinere Verwaltungsaufgaben.

Die Mehrzahl meiner Assistenten schicke ich auf einen zwei- bis viermonatigen Auslandsaufenthalt zu befreundeten Institutionen in den USA (AT&T Labs, Bell Labs, Stanford, Delaware, Cornell, Notre Dame, etc.) oder anderswo. Berichte hierüber erscheinen in diesem Tätigkeitsbericht im Kapitel 10.2. Die dortigen Kollegen sind dann meist erstaunt, wie selbständig und eigenverantwortlich unsere Assistenten agieren, im Gegensatz zu manchen amerikanischen Ph.D.-Studenten.

Natürlich publizieren die Assistenten schon frühzeitig, manchmal als alleinige Autoren, manchmal zusammen mit mir oder anderen Lehrstuhlmitarbeitern. Es ist zwar eine Herausforderung, sich der internationalen Konkurrenz der Fachleute zu stellen, stärkt aber gleichzeitig auch das Selbstbewusstsein.

Dass dann auf Grund der oben genannten Aufgaben bis zur Dissertation vier bis fünf Jahre vergehen, ist nicht verwunderlich. Auch ist es wohl verständlich, dass ich nicht jeden der durchschnittlich zwölf wis-

senschaftlichen Mitarbeiter durchgehend betreuen kann. Es hat sich aber bewährt, dass wir immer wieder mal ganztägige Besprechungen bei mir zu Hause abhalten, um dort ungestört von Terminen und Telefonaten die Dissertation voranzubringen. Außerdem wird der Fortschritt der wissenschaftlichen Arbeiten etwa beim Doktoranden-Seminar und bei der jährlichen einwöchigen LNT-Klausurtagung „Joint Conference on Communications and Coding“ präsentiert.

Meine Hoffnung ist es, dass wir durch dieses an deutschen Lehrstühlen für Ingenieurwissenschaften weit verbreitete Vorgehen nicht nur die zwei Buchstaben „Dr.“ vor dem Namen produzieren, sondern dass so gereifte, projekt- und führungserfahrene, wissenschaftlich international ausgewiesene und in der Lehre erprobte Ingenieure heranwachsen. Nach meiner Meinung ist ein Assistent während der Promotion eher einem „Assistant Professor“ als einem „Ph.D. Student“ einer amerikanischen Hochschule gleichzusetzen.

Ich bedanke mich bei allen Lehrstuhlangehörigen – auch im Sekretariat und den Werkstätten – ganz herzlich für die erbrachten und in diesem Bericht sichtbar werdenden umfangreichen Leistungen.

Weiter danke ich all denjenigen, die zu diesem Tätigkeitsbericht beigetragen haben, besonders aber Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Söder, der die Redaktion in seiner gewohnt engagierten und gründlichen Weise übernommen hat und dabei wesentlich von Frau Doris Dorn unterstützt wurde.

München, im März 2005



Joachim Hagenauer

2

Personelles

2.1 Wissenschaftliches Personal

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer, Leitung des Lehrstuhls
Prof. Dr.-Ing. Norbert Hanik, Extraordinarius (seit 01.04.2004),
Fachgebiet „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“
Prof. Dr.-Ing. Gert Hauske, Extraordinarius,
Fachgebiet „Visuelle Kommunikation“
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans Marko, Emeritus

Dr.-Ing. Klaus Eichin, Akademischer Direktor, Verwaltungsleiter
Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Söder, Akademischer Direktor

Dipl.-Ing. Nicolas Dütsch, wiss. Angestellter (seit 15.10.2003)
Dipl.-Ing. Bernhard Göbel, wiss. Assistent (seit 01.09.2004)
M.Sc. Pavol Hanus, wiss. Assistent (seit 15.10.2004)
Dipl.-Ing. Christoph Hausl, wiss. Angestellter (seit 01.08.2004)
Dipl.-Ing. Hrovje Jenkač, wiss. Angestellter
Dipl.-Ing. Markus Kaindl, wiss. Assistent
Dipl.-Ing. Christian Kuhn, wiss. Angestellter
Dipl.-Ing. Günther Liebl, wiss. Assistent
Dipl.-Ing. Timo Mayer, wiss. Angestellter (seit 01.01.2005)
Dipl.-Ing. Matthias Mörz, wiss. Angestellter
M.Sc. Ioannis Oikonomidis, wiss. Angestellter
Dipl.-Ing. Frank Schreckenbach, wiss. Angestellter
Dipl.-Ing. Melanie Witzke, wiss. Assistentin
Dipl.-Ing. Johannes Zangl, wiss. Assistent

Im Berichtszeitraum ausgeschieden:

Dr.-Ing. Stephan Bäro, wiss. Assistent (zum 31.07.2004)
Dr.-Ing. João Barros, wiss. Assistent (zum 30.11.2004)
Dipl.-Ing. Erik Bresch, wiss. Angestellter (zum 31.08.2003)
Dipl.-Ing. Christian Buchner, wiss. Angestellter (01.12.2003–30.11.2004)
Dr.-Ing. Zaher Dawy, wiss. Angestellter (zum 30.09.2004)
Dr.-Ing. Norbert Görtz, wiss. Assistent (zum 31.03.2004)
Dr.-Ing. Dieter Heidner, Oberingenieur (zum 31.03.2004)
Dr.-Ing. Michael Mecking, wiss. Assistent (zum 31.08.2003)
Dr.-Ing. Andrew Schaefer, wiss. Angestellter (zum 15.10.2004)
Dipl.-Ing. Thomas Stockhammer, wiss. Assistent (zum 31.07.2004)
Dr.-Ing. Michael Tüchler, MBA, wiss. Angestellter (zum 31.12.2003)

- 2.1 Wissenschaftliches Personal
- 2.2 Lehrbeauftragte und Honorarprofessoren
- 2.3 Gastwissenschaftler
- 2.4 Mitarbeiter in den Werkstätten
- 2.5 Mitarbeiterinnen im Büro und in der Verwaltung
- 2.6 Externe Doktoranden
- 2.7 Wissenschaftliche und Studentische Hilfskräfte
- 2.8 Ehrungen und Jubiläen
- 2.9 Alumni-Nachrichten

2

Personelles

Im Berichtszeitraum sind zu unserem Bedauern elf unserer Kollegen ausgeschieden – einige von ihnen nach langer Zugehörigkeit zum Lehrstuhl für Nachrichtentechnik (LNT). Um so mehr freuen wir uns, Ihnen auch eine neue Kollegin und sechs neue Kollegen vorstellen zu können.

Dipl.-Ing. Nicolas Dütsch, 1978 in Bayreuth geboren, studierte Elektro-



und Informationstechnik an der Universität Erlangen und an der TU München. Er wirkte schon als studentische Hilfskraft bei Forschungsarbeiten des LNT mit. Die Ergebnisse seiner Praktikantentätigkeit bei Siemens Mobile Phones führten zu mehreren Patenten. Seit dem Abschluss seiner Diplomarbeit, die vom LNT und Siemens Mobile Phones gemeinsam betreut wurde, arbeitet er am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik auf dem Gebiet „Gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung mittels Turbo-Codes“.

Dipl.-Ing. Bernhard Göbel, 1978 in München geboren, beendete sein Studium an der TUM



nach Auslandssemestern in Southampton und Princeton mit einer Diplomarbeit zur „Untersuchung genetischer Krankheiten mittels der Informationstheorie“. Seit Herbst 2004 ist er Assistent von Prof. Hanik im Fachgebiet „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“ und bearbeitet neuartige Verfahren zur Maximierung der Kanalkapazität von Lichtwellenleitern. Zu seinen Aufgaben gehört neben der Betreuung von Lehrveranstaltungen die Verwaltung des CITPER-Projekts.

Die neue Kollegin und die neuen Kollegen am LNT

Prof. Dr.-Ing. Norbert Hanik wurde 1962 im bayerischen Wemding im



Donau-Ries geboren und studierte an der TUM ab 1983 Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Nachrichtentechnik. 1995 promovierte er bei Prof. Marko am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der TUM über nicht-lineare Effekte in der optischen Signalübertragung. Danach arbeitete er am Technologiezentrum der Deutschen Telekom AG auf dem Fachgebiet der optischen Übertragungstechnik, seit 1999 als Leiter der Forschungsgruppe „Systemkonzepte photonischer Netze“. Gleichzeitig war er 2002 Gastprofessor am Forschungszentrum COM der Technical University of Denmark in Kopenhagen. Mit Wirkung zum 1. April 2004 wurde Herr Dr. Hanik als Ordinarius für das Fachgebiet „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“ an die Fakultät für Elektro- und Informationstechnik der TUM berufen. Schwerpunkte seiner Forschungstätigkeit werden im Bereich der physikalischen Optimierung von optischen Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystemen und der optischen Netze liegen. Nähere Informationen über zukünftige Arbeiten der Optikgruppe finden Sie auf Seite 53.

Pavol Hanus, M.Sc., wurde 1980 in Nitra/Slowakei geboren und studierte



Elektro- und Informationstechnik an der TUM. Seit Oktober 2004 ist er wissenschaftlicher Assistent am LNT. Er untersucht Möglichkeiten, bekannte Konzepte aus der Kommunikationstheorie bei der Beschreibung der genetischen Information anzuwenden. Zudem untersucht er das Genom selbst im Hinblick auf informations- und codierungstheoretische Mechanismen. Daneben ist er der Programmkoordinator für das internationale Graduiertenprogramm „Master of Science in Communications Engineering“.

Dipl.-Ing. Christoph Hausl, 1979 in München geboren, studierte ab 1999



Elektrotechnik und Informationstechnik an der TU München und der University of Sussex, England. Thema seiner Diplomarbeit am LNT war eine neuartige Decodiermethode für große Sensornetze. Die Arbeit wurde durch den VDE-Bezirksverein Südbayern mit einer Auszeichnung bedacht. Seit August 2004 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik und beschäftigt sich insbesondere mit neuen Kanalcodierungskonzepten für die vierte Generation von Mobilfunksystemen.

Dipl.-Ing. Timo Mayer wurde 1980 in Mutlangen geboren. Nach dem Zivildienst und einem



Studium der Elektrotechnik/Communications an der TUM und an der University of Michigan in Ann Arbor befasste er sich in der Diplomarbeit mit Turbo-Fountaincodes bei Broadcast-Anwendungen. Seit Anfang 2005 arbeitet er in der Multimediagruppe des LNT für das Projekt *Coordinated E-DCH and HSDPA Scheduling*. Forschungsziel sind geeignete Scheduling-Konzepte für eine Verbesserung im Uplink (E-DCH) in UMTS, der mit dem verbesserten Downlink (HSDPA) geeignet abgestimmt werden soll.

Nicole Roßmann wurde 1956 in São Paulo/Brasilien geboren. Nach dem



Abitur in München und Studium an der Münchner LMU war sie bei verschiedenen Firmen und Institutionen als Assistentin des Managements tätig, bevor sie 2003 zum LNT kam. Sie ist „Administrative Assistant“ für den MSCE-Studiengang und zusammen mit P. Hanus (vorher: J. Barros) für alle MSCE-relevanten organisatorischen Fragen zuständig.

2.2 Lehrbeauftragte und Honorarprofessoren

Dr.-Ing. Norbert Görtz (University of Edinburgh, seit 01.10.2004)
Dr.-Ing. Friedrich Kühne (DLR Oberpfaffenhofen, bis 31.03.2004)
Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Reimar Lenz
Dr.-Ing. Michael Mecking (BMW AG München)
Hon.-Prof. Dr. rer. nat. Horst Mittelstaedt (Max-Planck-Institut für
Verhaltensphysiologie, Seewiesen, bis 30.09.2004)
Dr.-Ing. Alexander Seeger (Siemens AG München)

2.3 Gastwissenschaftler

Prof. Ezio Biglieri, Dept. di Elettronica, Politecnico di Torino, Italien
19.04.2004–25.07.2004

Prof. Daniel J. Costello Jr., University of Notre Dame, Indiana, USA
Humboldt Fellow, 05.07.2003–25.09.2003

Dipl.-Ing. Tomas Eriksson, Lund University, Schweden
28.04.2003–12.06.2003

Marcin Sikora, M.Sc., University of Notre Dame, Indiana, USA
05.07.2003–08.08.2003

Yan-Xiu Zheng, M.Sc., National Chiao-Tung University, Taiwan
28.10.2002–18.07.2003

2.4 Mitarbeiter in den Werkstätten

Manfred Jürgens, Betriebsinspektor, Mechanische Werkstatt
Martin Kontny, Elektromaschinenbauer, Elektroniklabor
Winfried Kretzinger, Leiter des Elektroniklabors
(Altersteilzeit ab 01.08.2004)
Ansgar Ströbele, Hauptwerkmeister

Im Berichtszeitraum ausgeschieden:

Karl-Heinz Behrendt, Techniker, Elektroniklabor
(Ruhestand zum 30.09.2003)

2.5 Mitarbeiterinnen im Büro und in der Verwaltung

Doris Dorn, Verwaltungsangestellte
Rita Henn-Schlune, Sekretärin
Nicole Roßmann, Verwaltungsangestellte (seit 01.05.2003)
Erika Singethan, Offiziantin

Im Berichtszeitraum ausgeschieden:

Dipl. sc. pol. Silke Jauck, Verwaltungsangestellte (zum 31.05.2003)

2.6 Externe Doktoranden

Dipl.-Ing. Harald Ernst, DLR Oberpfaffenhofen
Tiago Gasiba, M.Sc., Siemens AG München
Dipl.-Ing. Ulrich Nuding, Graduiertenkolleg/Zentrum für Sensomotorik
Dipl.-Ing. Florian Röhrbein, Zentrum f. Sensomotorik/Klinikum Großhadern

2

Personelles

Die nebenstehend aufgeführten Studierenden waren nach Abschluss ihres Studiums noch für einige Zeit als Wissenschaftliche Hilfskräfte am LNT beschäftigt, bzw. bereits während ihres Studiums mit administrativen Arbeiten betraut oder arbeiteten als Studentische Hilfskräfte bei Forschungsprojekten oder bei der Praktikumsbetreuung mit.

Nachfolgend sind Mitarbeiter, Lehrbeauftragte und (ehemalige) Diplomanden und Doktoranden aufgeführt, die im Berichtszeitraum für hervorragende Leistungen in Lehre, Forschung bzw. Studium ausgezeichnet wurden. Aufgeführt sind hier nur solche Auszeichnungen, wenn die Ehrung unmittelbar in Zusammenhang mit dem LNT steht. Ebenfalls aufgeführt sind Jubiläen und Ernennungen. Ehrungen ehemaliger LNT-Mitarbeiter finden Sie unter den Alumni-Nachrichten im Kapitel 2.9.



Joachim Hagenauer nach der Überreichung der Alexander Graham Bell Medal

2.7 Wissenschaftliche und Studentische Hilfskräfte

Wissenschaftliche Hilfskräfte:

Claudius Blank, Bernhard Göbel, Md. Kamaruzzaman, Prasanna Sethuraman, Markus Weinhold, Martin Winkler.

Studentische Hilfskräfte für administrative Arbeiten:

Michael Eichhorn: Administration der WWW-Seiten für MSCE-Studiengang, Pavol Hanus: Gestaltung der WWW-Seiten des Lehrstuhls, Alina Resch: Bibliotheksverwaltung.

Studentische Hilfskräfte für die Mitarbeit bei Forschungsprojekten:

Dana Chalak, Stephan Hellerbrand, Fakheredine Keyrouz, Shoaib Khan, Franz Kohl, Jiaming J. Loy, Salim El Rouayheb, Yven Winter.

Studentische Hilfskräfte zur Betreuung von Lehrveranstaltungen/Praktika:

Hubert Bauernfeind, Simon Blank, Florian Blömer, Patrick Brun, Fuat Demir, Tobias Denk, Philippe Dupraz, Reinhard Gentner, Bernhard Göbel, Sebastian Graf, Ingrid Groß, Markus Gühl, Hichem Kamoun, Matthias Karl, Ji Li, Samira M'Bata, Silke Meister, Florian Reif, Joachim Schenk, Antonios Tsetsos.

2.8 Ehrungen und Jubiläen

Dr.-Ing. João Barros, wissenschaftlicher Assistent am LNT von 1999 bis 2004, wurde mit dem *Preis für gute Lehre 2003* ausgezeichnet. Die Preisverleihung wurde am 08.06.2004 von Staatsminister Dr. Goppel anlässlich einer Feierstunde in der Würzburger Residenz vorgenommen.

Dr.-Ing. Jens Berkmann und **Dr.-Ing. Christian Weiß**, wissenschaftliche Mitarbeiter am LNT von 1993 bis 1999 bzw. von 1996 bis 2002, wurden für ihren gemeinsamen Aufsatz „On Dualizing Trellis-Based APP Decoding Algorithms“ (IEEE Transactions on Communications, Vol. 50, No. 11, 2002, S. 1743–1757) im Rahmen des Internationalen Dortmunder Fernsehseminars 2003 mit dem Literaturpreis der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG) ausgezeichnet.

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer erhielt am 21.06.2003 in Boston die *IEEE Alexander Graham Bell Medal 2003* in Würdigung seiner Forschungsarbeiten auf dem Gebiet *Contributions to Soft Decoding and its Application to Iterative Decoding Algorithms* verliehen. Die Bell Medal ist die höchste Auszeichnung des IEEE auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik.

Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer wurde anlässlich des Dies Academicus 2003 vom Präsidenten der Technischen Universität München, Herrn Prof. Dr. Dr. Wolfgang A. Herrmann, die *Heinz-Maier-Leibnitz-Medaille* überreicht.

Dipl.-Ing. Christoph Hausl, Diplomand und seit August 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter am LNT, erhielt am 25. November 2004 im Bayerischen Wirtschaftsministerium einen Preis des *VDE-Bezirksvereins Südbayern* für seine ausgezeichnete Diplomarbeit.

Dr.-Ing Dieter Heidner, seit 1965 wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent sowie von 1994 bis zu seinem Ausscheiden im März 2004 Verwaltungsleiter des Lehrstuhls, feierte im Januar 2004 sein *40-jähriges Dienstjubiläum*. Ihm wurde aus diesem Anlass vom Präsidenten, Herrn Prof. Dr. Dr. Wolfgang A. Herrmann, die Goldene Ehrennadel der TU München überreicht.

PD Dr.-Ing. habil. Reimar Lenz, ab 1980 wissenschaftlicher Assistent, danach Oberingenieur und seit seinem Ausscheiden 1996 Lehrbeauftragter der Fakultät für das Fach „Digitale Fotografie und Videometrie“, wurde am 03.07.2003 zum *Außerplanmäßigen Professor* ernannt.

Dr.-Ing. Michael Mecking, wissenschaftlicher Assistent am LNT von 1997 bis 2003 und seit 2004 Lehrbeauftragter, wurde beim Tag der Fakultät 2004 für seine Dissertation „Fading Multiple-Access with Channel State Information“ mit dem *Rohde & Schwarz-Preis* geehrt.

Dipl.-Ing. Matthias Mörz, wissenschaftlicher Mitarbeiter am LNT seit 1999, wurde am 20.07.2004 im Alten Rathaus in München mit dem *2. Preis des Münchener Business-Plan-Wettbewerbs* ausgezeichnet. Gewürdigt wurde sein Geschäftsplan „ComDec“, mit dem er zukünftig seine Arbeiten auf dem Gebiet der analogen Decodierung in selbständiger Form fortsetzen möchte.

PD Dr.-Ing. habil. Günter Söder, seit 1974 am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik tätig und derzeit in der Funktion eines Akademischen Direktors, wurde am 03.02.2004 zum *Außerplanmäßigen Professor* ernannt. Sein Fachgebiet lautet „Digitale Übertragungssysteme“.

2.9 Alumni-Nachrichten

Prof. Dr.-Ing. Richard Bamler, von 1979 bis 1989 wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik und danach bis 1994 Lehrbeauftragter für das Fachgebiet „Mehrdimensionale Systemtheorie“, wurde zum 19.09.2003 auf den Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung der TU München berufen. Hauptamtlich ist er weiterhin als Leiter des Instituts für Methodik der Fernerkundung am DLR tätig.

Dr.-Ing. Dipl. Volkswirt Gerhard Bauch, von 1996 bis 2001 wissenschaftlicher Assistent am LNT, wurde zum 01.03.2004 Leiter der Gruppe „Signal Processing and Channel Coding“ im Wireless Solutions Lab von DoCoMo Euro-Labs. Gleichzeitig hält er die Vorlesung „Fundamentals of Communications Engineering“ im Studiengang „Master of Science in Microwave Engineering“ unserer Fakultät.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Franz, von 1984 bis 1988 wissenschaftlicher Assistent am LNT und seit 1992 Professor für Optische Übertragungstechnik an der FH Düsseldorf, hat zusammen mit seinem indischen Kollegen, Prof. V. K. Jain, das Buch „Digital Communications – Components and Systems“ veröffentlicht, das seit zwei Jahren auch in chinesischer Sprache auf dem Markt ist. Dieses Buch wurde 2003 mit dem Silver Award ausgezeichnet.

Dr.-Ing. Norbert Görtz, der nach seiner Promotion an der Universität Kiel von 2000 bis 2004 als Assistent und Post-Doc am LNT tätig war und sich in dieser Zeit an unserer Fakultät habilitierte (siehe Kapitel 5), übernahm im Sommer 2004 die C4-Vertretungsprofessur für Hochfrequenztechnik und Kommunikationssysteme an der Universität Kassel. Seit Oktober 2004 lehrt und forscht Dr. Görtz an der schottischen University of Edinburgh. Im Herbst 2004 hielt er als Lehrbeauftragter wieder seine Vorlesung an der TUM.

Dr.-Ing. Friedrich Kühne, wissenschaftlicher Assistent des LNT von 1963 bis 1967 und über viele Jahre Direktor des Instituts für Kommunikation und Navigation am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), ist 2003 in den Ruhestand getreten. Gleichzeitig beendete er den seit 1989 laufenden Lehrauftrag für „Nachrichtensatellitentechnik“. Er ist weiterhin Vorsitzender von EIKON e.V., dem Alumni-Verein der Fakultät.

Dr.-Ing. Erich Lutz, bereits von 1977 bis zu seiner Promotion 1982 mit dem LNT eng verbunden und seit 1996 Lehrbeauftragter für das Fachgebiet „Satellitenkommunikation“, wurde am 09.05.2003 zum Honorarprofessor ernannt. Hauptamtlich ist Dr. Lutz Leiter der Abteilung „Digitale Netze“ am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen.

Prof. Dr. rer. nat. Alfred Nischwitz, von 1989 bis 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik, hat zusammen mit seinem Kollegen Peter Haberäcker das Buch „Masterkurs Computergrafik und Bildverarbeitung“ verfasst, das 2004 im Vieweg-Verlag erschienen ist.

Dr.-Ing. Elke Offer, die als Mitarbeiterin des DLR 1996 bei Prof. Hagenauer promovierte, von 1997 bis 2003 als Post-Doktorandin am LNT beschäftigt war und seit dieser Zeit Mitarbeiterin des Europäischen Patentamtes ist, hat am 01.07.2003 einen Ruf der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität Graz auf den Lehrstuhl für Breitbandkommunikation erhalten. Aus persönlichen Gründen hat sie diesen Ruf nicht wahrgenommen.

Dipl.-Ing. Thomas Stockhammer, von 1996 bis 2004 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am LNT und seit Dezember letzten Jahres Mitarbeiter der Abteilung ICM der Siemens AG München, hat im September 2004 zusammen mit Prof. Joachim Hagenauer und Dr. Ingo Viering die Firma Nomor gegründet. Ziel der Firmengründung ist die Weiterentwicklung und Vermarktung des Netzwerksimulators WiNe2 (siehe auch Kapitel 11.5).

Dr.-Ing. Michael Tüchler, von 2000 bis 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter am LNT, hat 2004, parallel zur Fertigstellung seiner Promotion, ein MBA-Programm am Collège des Ingénieurs in Paris inklusive eines Projektaufenthaltes bei der Siemens AG, Medical Solutions, im Bereich „Medical Electronics“ absolviert. Er ist nun berechtigt, seinem Namen den weiteren Titel MBA – Master of Business Administration – nachzustellen.

3

Lehr- veranstaltungen

3.1 Die Studiengänge in der Fakultät EI

Joachim Hagenauer und Günter Söder

Bis zum Ende der 90er Jahre war das Studium an der *Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik* überschaubar. Es gab nur einen einzigen Studiengang. Erst in höheren Semestern konnte man zwischen verschiedenen Studienrichtungen wie Energie-, Informations- und Automatisierungstechnik wählen.

Bedingt durch einige fakultätsinterne Reformen, aber auch aufgrund politischer Vorgaben wie z. B. der Bologna-Vereinbarung der Europäischen Union, haben sich bezüglich der Studentenausbildung starke Veränderungen ergeben, die nachfolgend skizziert werden sollen.

Der traditionelle Studiengang der Fakultät – nämlich *Elektrotechnik und Informationstechnik* (EI) – hat auch heute noch die meisten Studenten. Von den 488 Anfängern im Herbst 2004 waren 333, also knapp 70% für EI immatrikuliert. Es findet kein Auswahlverfahren vor dem ersten Semester statt, jedoch wirken die Grundlagen- und Orientierungsprüfungen (GOP) in den beiden ersten Semestern wie eine verspätete Aufnahmeprüfung. Nach der Statistik der ersten drei Jahre dieser Regelung bestehen 68% die GOP, von denen dann 95% das Studium erfolgreich beenden – ein faires Ausleseverfahren, das mit zehn Semestern zur kürzesten Studiendauer aller deutschen EI-Fakultäten führt.

Aus formaljuristischen Gründen wurde der Studiengang in drei unter-

schiedliche Rubriken eingeteilt. Von den Studienanfängern 2004 waren 278 für das *Diplom*, 28 unter der Kategorie *Bachelor* und die restlichen 27 als *Master* eingeschrieben.

Das Studium für das Diplom und zum Bachelor sind 2 eigenständige Studiengänge mit Regelstudienzeiten von 10 bzw. 6 Semestern. Die ersten 6 Fachsemester sind jedoch formal und inhaltlich identisch und beinhalten die GOP in den zwei ersten, die Diplomvorprüfung nach dem vierten sowie die Bachelorprüfung am Ende des sechsten Semesters. Nach einer obligatorischen Abschlussarbeit im Umfang von etwa 3 Monaten erhält der Student den berufsbefähigenden Titel *Bachelor of Science* (B.Sc.) zuerkannt, kann damit in die Industrie gehen oder aber – das sollte der Regelfall sein – weiterstudieren.

Nach dem 4. Semester kann man zwischen fünf sog. Grundmodulen (Energietechnik, Informations- und Kommunikationstechnik, Elektronik, Automatisierungstechnik sowie der Mechatronik) wählen. Im 7. Semester spaltet sich jedes Grundmodul nochmals in 2 bis 5 Schwerpunktmodule auf. Ein zukünftiger Diplom-Ingenieur stellt seine Lehrveranstaltungen im 7. und 8. Semester aus 2 Modulen zusammen, um sein Fach in ganzer Breite kennenzulernen. Dagegen sind im Master-Studiengang nur Vorlesungen eines Schwerpunkts möglich. Studierende, die das Studium an der TUM mit Bachelorabschluss

- 3.1 Die Studiengänge in der Fakultät EI
- 3.2 Fachgebiet Informationstechnik
- 3.3 Studiengang MSCE
- 3.4 Studiengang Lehramt an beruflichen Schulen (LB)
- 3.5 Hauptseminar Mobilkommunikation und Codierung
- 3.6 Seminar on Topics in Communications Engineering
- 3.7 Weitere Lehrveranstaltungen und Weiterbildung

einer anderen, anerkannten Hochschule beginnen, können hier ausschließlich zum *Master of Science* (M.Sc.) graduiert werden.

Als weiteres Lehrangebot der Fakultät gibt es den Studiengang *Informationstechnik* (IT), ebenfalls in den Varianten Diplom, Bachelor und Master. Im Herbst 2004 haben sich 122 Studienanfänger – immerhin 25% – dafür entschieden, anstelle

von physikalischen und elektro- bzw. schaltungstechnischen Grundlagen in den ersten Semestern mehr Informatikvorlesungen in höheren Semestern zu hören. Die im Kapitel 3.2 aufgeführten Lehrveranstaltungen gelten gleichermaßen für EI und IT.

Daneben gibt es zwei englischsprachige Studiengänge mit Studiengebühren: *Master of Science in Mi-*

crowave Engineering (MSMWE) und *Master of Science in Communications Engineering* (MSCE). Der LNT ist beim MSCE-Programm – 26 Anfänger bei 600 Bewerbungen – stark beteiligt (siehe Kapitel 3.3).

Das Kapitel 3.4 beinhaltet die Vorlesungen für das *Lehramt an Beruflichen Schulen* (LB), die seit einigen Jahren auch von sehr vielen TUM/BWL-Studenten besucht werden.

3.2 Fachgebiet Informationstechnik

Nr. 72101: PF (2V + 1Ü) im 4. Sem.
Nachrichtentechnik 1
Hagenauer mit Görtz bzw. Bäro
Sommersemester 2003 und 2004

Quellensignale und ihre Spektren. Abtasttheorem, Quantisierung. Basisbandübertragung: Impulsformung und zugehörige Spektren, Nyquist-Bedingung, Augendiagramm. Übertragungskanal, Detektion im Rauschen, Matched-Filter, Fehlerwahrscheinlichkeiten bei antipodischer und orthogonaler Übertragung, lineare digitale Modulationsverfahren (PSK, QAM), Gauß-Kanal (AWGN), diskreter Kanal (BSC), PCM mit Fehlern, korrelative Codierung.

Nr. 72111: WP (2V + 1Ü) im 5. Sem.
Nachrichtentechnik 2
Hagenauer mit Jenkač
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Elemente der Informationstheorie. Shannon-Grenze für AWGN und BSC. Bandpass-Signale und -Systeme, Analytisches Signal, Hilbert-Transformation. Digitale Modulationsverfahren: FSK, MSK, CPM, PSK, DPSK, QPSK, OQPSK, QAM. Demodulationsverfahren: Kohärente und nicht-kohärente Demodulationsprinzipien. Anwendungen: Satellitenfunk, Richtfunk, Daten-Modem, PN-Modulation. Analoge Modulation: AM, FM. Multiplexverfahren: FDM, OFDM, TDM, CDMA. Entzerrung.

Nr. 72112: WP (2V + 1Ü) im 6. Sem.
Einführung in die Kanalcodierung
Hagenauer mit Witzke
Sommersemester 2003 und 2004

Grundbegriffe der Informationstheorie. Beispiele einfacher Blockcodes. Lineare und zyklische Blockcodes. Syndromdecodierung linearer Blockcodes. Grundbegriffe der Algebra und der Galoisfelder. Reed-Solomon- und Bose-Chaudhuri-Hocquenghem(BCH)-Codes. Decodierung von Reed-Solomon-Codes. Faltungscodes: Definition und Eigenschaften, Codierung und Maximum-Likelihood-Decodierung mit dem Viterbi-Algorithmus. Codierung für Fading- und Burst-Kanäle. Codierte Modulation: Trellis- und blockcodierte Modulation. Turbo-Codes. Praktische Anwendungen der Codierung im Mobilfunk, Satellitenfunk und Hörfunk. Verkettung von Codes: Prinzip des Interleavers, Codierung und iterative Decodierung seriell und parallel verketteter Codes.

Nr. 72113: WP (2V + 1Ü) im 7. Sem.
Mobile Communications
Hagenauer mit Liebl/Mörz
WS 2003/2004 und WS 2004/2005
(in English, gemeinsam mit MSCE)

Introduction to mobile communication systems. Digital modulation schemes used for mobile communications. Models for mobile radio channels: slow/fast fading channel, frequency-selective/non-frequency-selective channels. Diversity techniques for fading channels. Channel coding and equalization for mobile communication systems. Existing mobile communication systems (GSM, DECT, IS-95, JDC, IS-54, UMTS).

Für das Seminar werden verschiedene Themen aus den Gebieten der Mobilkommunikation und der Codierung (z. B. Sprach- und Videocodierung, Multimediaübertragung, Mehrantennensysteme, Ad-Hoc-Netzwerke und Kanalcodierung) ausgewählt, die von den Studenten selbständig bearbeitet werden. Jeder Student fasst die Ergebnisse seiner Arbeit schriftlich zusammen und hält anschließend einen wissenschaftlichen Vortrag. Themenliste siehe Kapitel 3.5.

Grundbegriffe der Informationstheorie: Entscheidungsgehalt, Informationsgehalt, Entropie, Redundanz, Transinformationsgehalt. Kanalkapazität diskreter und kontinuierlicher Übertragungskanäle mit typischen Beispielen. Codierungstheoreme für die Quellen- und Kanalcodierung. Energetische Grenzen der Informationsübertragung. Quantisierung und Vektorquantisierung, Kompressionsalgorithmen: universelle Codierung, Huffman- und Lempel-Ziv-Algorithmen. Maximum-Likelihood-Decodierung.

Charakteristische Versuche und Messungen an nachrichtentechnischen Systemen: Analoge Modulationsverfahren (AM, FM), Bildcodierverfahren (PCM, DPCM, DCT), Codemultiplexsysteme (CDMA), Digitale Modulationsverfahren (BPSK, QPSK, QAM), Digitale Signaldarstellung (Abtastung, Quantisierung, Binärcodierung), Digitale Basisbandübertragung (Kanäle, Eigenschaften digitaler Signale und Signaldetektion), Systemtheorie (periodische Signale, lineare zeitinvariante Systeme, kausale Übertragungssysteme).

Einführung in die Mikroprozessor-Grundlagen und die Technik des Programmierens: Interrupts, I/O-Ports, Gerätetreiber. Anwendungsbeispiele: diskrete Faltung, PN-Generator, serielle Datenübertragung, rekursiver Sinusgenerator, Approximation analoger Filter durch digitale Systeme, Datenkompression (Huffman-Code), Kanal(de)codierung (Paritätsprüfung, Hammingcode), AWGN-Kanal.

Grundlagen und Anwendungen der Systemsimulation in der Nachrichtentechnik mit Programmierbeispielen in C, insbesondere: Erzeugung diskreter und kontinuierlicher Zufallsgrößen, PN-Generatoren, Markovketten, zweidimensionale Zufallsgrößen, lineare zeitinvariante Systeme, diskrete Fouriertransformation, Spektralanalyse, stochastische Prozesse, Digitalfilterung, optimale Filter (Matched- und Wiener-Filter), digitale Basisbandübertragung, Übertragungs-codes, Nyquistsysteme.

Erarbeiten der charakteristischen Eigenschaften von Nachrichtenübertragungsverfahren mit Hilfe interaktiver Grafikprogramme, insbesondere: Analoge Modulationsverfahren (AM, PM, FM), digitale Modulationsverfahren (ASK, FSK, PSK), Impulsinterferenzen und Entzerrung (Nyquistsysteme, Entscheidungsrückkopplung, Korrelations- und Viterbi-Empfänger), digitale Kanalmodelle und deren Anwendung auf Multimediadateien, Mobilfunkkanal, Bandspreizverfahren und CDMA-Systeme, wertdiskrete Informationstheorie (Quellencodierung, Kanalkapazität, Lempel-Ziv- und Huffman-Algorithmus).

Nr. 72120: WP (3V) im 7./8. Sem.
**Hauptseminar
Mobilkommunikation und
Codierung**
Hagenauer, Mörz
Jedes Winter- und Sommersemester

Nr. 72121: WP (2V + 1Ü) im 7. Sem.
**Informationstheorie und
Quellencodierung**
Hagenauer mit Barros
Nur im WS 2003/2004

Nr. 72140: WP (4P) im 5.–8. Sem.
**Grundpraktikum
Nachrichtentechnik**
Hagenauer, Stockhammer bzw.
Dütsch u. A.
Jedes Winter- und Sommersemester

Nr. 72141: WP (4P) im 6./8. Sem.
**Praktikum Anwendung
des Mikroprozessors in der
Nachrichtentechnik**
Söder
Sommersemester 2003 und 2004

Nr. 72142: WP (4P) im 6./8. Sem.
**Praktikum Simulationsmethoden
in der Nachrichtentechnik**
Söder
Sommersemester 2003 und 2004

Nr. 72143: WP (4P) im 7. Sem.
**Praktikum Simulation digitaler
Übertragungssysteme**
Söder
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Nr. 72153: WF (2V) im 7. Sem.
Digitale Fotografie und Videometrie
Lenz
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Grundlagen und Anwendungen der Messtechnik mit bildgebenden Halbleitersensoren. Bildsignalerzeugung: Funktionsprinzip von CCD-Zeilen- und Flächensensoren, Gewinnung von Farbinformation, erreichbare Auflösung in Ort und Zeit. Modellierung der systemtheoretischen, geometrischen und radiometrischen Eigenschaften des bildgebenden Systems einschließlich Analog-/Digitalwandlung für die weitere Bildsignalverarbeitung. Farbnormen und Farbmatrik, radiometrische und geometrische Kamerakalibrierung, 3D-Objektvermessung.

Nr. 72154: WF (2V) im 7. Sem.
Nachrichtensatellitentechnik
Kühne
Nur im WS 2003/2004

Geschichtlicher Abriss und Begründung. Satellitenbahnen. Satellitenübertragungsstrecke. Nachrichtensatelliten. Bodenstationen. Satellitenübertragungssysteme. Zukünftige integrierte digitale Netze.

Nr. 72155: WF (2V) im 8. Sem.
Einführung in die kybernetische Verhaltensanalyse
Mittelstaedt mit Glasauer, Eggert
Sommersemester 2003 und 2004

Grundbegriffe kybernetischer Verhaltensanalyse: Information, Verhaltensleistung, Wirkungsgefüge, Modell, Hypothese, Gesetz, Prinzip. Forschungsmethoden und -strategien. Synthese aus Sinnes- und Muskel-Elementen. Analyse der Verhaltensleistung. Durchführung der Analyse an Beispielen. Orientierungsgleichungen: Regelung und Steuerung von Körperstellung und Bewegung. Orientierung zum Lot und zum Licht. Kurshalte- und Heimfindervermögen. Navigation. Entscheidungsleistungen: Klassifikation und Mustererkennung, Motivationsanalyse, Verhaltens-Sequenzen und ihre Adaption an die Umwelt.

Nr. 72156: WF (2V) im 7. Sem.
Quellen- und Kanalcodierung im Mobilfunk
Görtz
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Anforderungen an Codiersysteme für den Mobilfunk. Signalform-Codierung. Grundlagen der „Rate-Distortion“-Theorie, nichtlineare und adaptive Quantisierung, Optimalquantisierung, Vektorquantisierung, „Gain-Shape“-Vektorquantisierung. Linear prädiktive Codierung im Zeitbereich. Restsignalquantisierung: Analyse-durch-Synthese, CELP-Verfahren, VSELP, ACELP. Anwendung der Quellencodierung im Mobilfunk: Übersicht über aktuelle standardisierte Sprachcodierverfahren: FR, HR, EFR und AMR-Codec-Familie für GSM/UMTS, Breitband-AMR-Codec, ITU-Standards. Eigenschaften von Mobilfunk-Übertragungskanälen, einfache Kanalmodelle. Kanalcodierverfahren für den Mobilfunk: Faltungscodes, Codes zur Fehlererkennung. Kombination von Sprach- und Kanalcodierung: „Bad-Frame-Handling“: Erkennung von Übertragungsfehlern und „Error-Concealment“.

Nr. 72702: WP (2V + 1Ü) im 4. Sem.
Statistische Signaltheorie
Hauske mit Oikonomidis
Sommersemester 2003 und 2004

Grundlegende Definitionen und elementare Gesetze der Wahrscheinlichkeitsrechnung. Markov-Ketten. Ein- und mehrdimensionale Zufallsgrößen: Verteilungsfunktion, Momente, Transformation von Wahrscheinlichkeitsdichten. Stochastische Prozesse: stationäre und ergodische Prozesse, Autokorrelationsfunktion, Kreuzkorrelationsfunktion und Leistungsdichtespektrum. Lineare Filterung stochastischer Signale.

Systemtheoretische Beschreibung der visuellen Wahrnehmung und Anwendungen in Bildverarbeitung und Bildcodierung. Optische Grundlagen: Geometrisch-optische und beugungsoptische Bildentstehung. Systemtheorie der optischen Abbildung, lichttechnische Größen. Das Auge: Anatomie, Abbildungseigenschaften, Akkommodation, Pupille, Adaption. Der Gesichtssinn als Übertragungskanal: Historie, systemtheoretische Betrachtungsweise, Zeitfrequenz-/Ortsfrequenz-/Zeit-/Ortsverhalten, Augenbewegungen, Mehrkanal-konzepte, Farbwahrnehmung, optische Täuschungen.

Nr. 72714: WP (2V + 1Ü) im 6. Sem.
Psychooptik und Bildübertragung
Hauske
Sommersemester 2003 und 2004

Entscheidungstheorie: Statistische Grundlagen, kostenoptimale Entscheidungs- verfahren. Spieltheorie: Strategiebegriff, Theorie der Zwei-Personen- Nullsummenspiele einschließlich Lösungsverfahren. Lernende Systeme: Lemmatrix, Perzeptron, neuronales Netz. Systemtheorie: Grundlagen der Signalübertragung in nervenanalogen Netzen.

Nr. 72723: WP (2V + 1Ü) im 7. Sem.
Kybernetische Systeme
Hauske
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Stochastische Prozesse: Korrelationsfunktionen, Leistungsdichtespektren und ihre Messung. Stochastische Systemtheorie. Vektorkanalmodell: Orthonormal- darstellung von Signalen und Rauschen. Optimale Filter: Matched-Filter, MAP-Empfänger. Schätzfilter: Wiener-Filter, Kalman-Bucy-Filter.

Nr. 72752: WF (2V) im 7. Sem.
Optimale Empfänger und Schätzer
Hauske
WS 2003/2004 und WS 2004/2005

Struktur des Kommunikationsnetzes: Zugangsnetz, Regional-/Fernnetz, Globales Netz. Sendesignalformen und Leistungsdichtespektren digitaler Übertragungssysteme: NRZ, RZ, AMI, Duobinär, HDB3, 4B3T, QAM, CAP. Übertragungsmedium Kupfer-Doppelader: Leitungsgleichungen, Dämpfungs- und Phasenfunktion, Reflexionen, Nebensprechen. Eigenschaften von Ko- axialkabeln. Digitale Übertragung: Augenmuster, Intersymbol-Interferenz, Augenöffnung, Rauschen, Bitfehlerwahrscheinlichkeit. Lineare und nicht- lineare Entzerrung, optimale Empfänger. Übertragungssysteme über Kupfer- kabel: analoge und digitale Sprachübertragung, ISDN, xDSL, Kabel-TV. Übertragungsmedium „Glasfaser“: Laser, Standardfaser, Photodiode, op- tische Verstärker, Dispersionskompensation. Optische Signalübertragung: Dispersion, Polarisations-Modendispersion, Rauschakkumulation, Bitfehler- rate. WDM-Technik, optisches Netz.

Nr. 72915: WP (2V + 1Ü) im 7. Sem.
Digitale leitungsgebundene Übertragungstechnik
Hanik mit Göbel
Nur WS 2004/2005

3.3 Studiengang MSCE

Introduction to mobile communication systems. Digital modulation schemes used for mobile communications. Models for mobile radio channels: slow/fast fading channel, frequency-selective/non-frequency-selective channels. Diversity techniques for fading channels. Channel coding and equalization for mobile communication systems. Existing mobile communication systems (GSM, DECT, IS-95, JDC, IS-54, UMTS).

Nr. 72113: WP (2V + 1Ü) im 3. Sem.
Mobile Communications
Hagenauer mit Liebl/Mörz
WS 2003/2004 und WS 2004/2005
(gemeinsam mit Studiengang EI)

Nr. 72122: PF (2V + 1Ü) im 1. Sem.
**Information Theory and
 Source Coding**
 WS 2003/2004 Dawy / Hagenauer
 WS 2004/2005 Mecking
 (WP für EI-SM-B1, -B3, -C3)

Review of probability theory: uncertainty and mutual information. Source models. Source coding principles. Asymptotic equipartition property. Lossless source coding: prefix-free codes, Shannon Fano codes, Huffman codes. Principles of arithmetic coding, run length coding. Universal source coding (Lempel-Ziv algorithm). Discrete channels and their capacity. Channel coding theorem. Application to practical modulation schemes. Continuous channels: discrete-time, continuous-time, band-limited, AWGN. Limits of communication. Parallel Gaussian channels, fading channels. Multiple access channels: achievable rate region, orthogonal accessing techniques.

Nr. 72124: PF (2V + 1Ü) im 3. Sem.
**System Aspects in
 Communications**
 Seeger
 WS 2003/2004 und WS 2004/2005
 (WP für EI-SM-B1, EI-SM-C3)

Code division multiple access (CDMA) in mobile communication: spreading and scrambling, rake receiver, power control, soft and softer handover. Universal mobile telecommunication system (UMTS) radio access network architecture: mobile station, base station (NodeB), and radio network controller (RNC), transport channels and physical channels, service types, channel allocation procedures. CDMA receiver tasks: path acquisition, channel estimation, maximum ratio combining, signal-to-interferer-ratio estimation and power control, decoding. Link budget and coverage evaluation, capacity calculations for uplink and downlink. Transmit diversity: open loop and closed loop. Time division duplex (TDD) modes. Joint detection and joint transmission. Multi-user detection in wideband CDMA: parallel and serial interference cancellation. Adaptive antennas for coverage and capacity enhancement: receiver diversity, space-time rake receiver, transmit diversity for multiple antennas, advanced downlink beamforming. High speed downlink packet access: link quality indication, adaptive modulation and coding, hybrid automatic repeat request.

Nr. 72171: PF (2V + 1Ü) im 2. Sem.
Channel Coding
 SS 2003: Tüchler/Hagenauer
 SS 2004: Schreckenbach/Hagenauer

Introduction to error-control coding. Review of information theory: limits on data transmission, discrete-time channel models, the channel coding theorem(s). Binary block codes: properties, ML and MAP decoding, construction and performance of the single parity check code and the repetition code. Linear binary block codes: Hamming space (definition and properties), syndrome decoding, cyclic codes, introduction to common code families (Hamming, Reed-Muller, CRC codes), performance and minimum distance bounds. Binary convolutional codes: descriptions, distance properties, puncturing, Viterbi decoding. Galois fields: properties, construction methods. Linear block codes (Reed-Solomon codes) over Galois fields (construction, properties, encoding algorithms). Bounded minimum distance decoding (Berlekamp-Massey algorithm). Optional: BCH codes (construction, properties), concatenated codes (construction methods), iterative decoding.

Nr. 72173: PF (2V + 1Ü) im 2. Sem.
**Advanced Topics in
 Communications Engineering**
 Biglieri mit Bairo
 Nur Sommersemester 2004

Codes in the signal space and their performance: Trellis representation of block codes, Viterbi and BCJR algorithm. Codes defined on trellises: convolutional codes, codes defined on trellises: Trellis-coded modulation. Codes defined on factor graphs: Sum-product and max-sum algorithm: Low-density parity check codes and Turbo codes. Transmission and reception with multiple antennas: capacities, space-time codes, signal processing.

This lecture is a joint seminar of the Institute of Communications (LNT) and the Institute of Communication Networks (LKN) and a mandatory course of the Master of Science in Communications Engineering program in the 3rd semester. The presentations are given by MSCE students (see Chapter 3.6).

Nr. 72174: WP (2V) im 3. Sem.
Seminar on Actual Topics in
 Communications Engineering
 Hagenauer, Oikonomidis
 WS 2003/2004 und
 WS 2004/2005
 (gemeinsam mit LKN)

Introduction to digital communication systems based on computer simulations: signal properties, signal processing (filtering, sampling, quantization). Principles in source and channel coding, Channel properties, Optimal receiver filters, Baseband transmission, intersymbol interference, Nyquist criteria. Digital modulation schemes via carrier frequency.

Nr. 72175: WP (4P) im 1. Sem.
Communications Laboratory
 Hagenauer mit Schaefer bzw. Hausl
 WS 2003/2004 und WS 2004/2005

3.4 Studiengang Lehramt an beruflichen Schulen (LB)

Boolesche Algebra. Schaltfunktion. Wahrheitstabelle. Karnaugh-Diagramm. Zahlensysteme, AD/DA-Wandler, Bit, Byte. Mikroprozessor: Aufbau, Architektur. Maschinen- und Assemblersprache. PASCAL-Programmierung.

Nr. 72181: PF (2V + 2Ü) im 1. Sem.
Grundlagen der Informations-
technik (LB)
 Heidner mit Zangl
 Nur WS 2003/2004
 (PF für BWL im 1. Semester)

Eigenschaften von Nachrichtensystemen und deren Komponenten, vorwiegend aus dem Bereich der Mobilfunksysteme: Zeitvariante Kanäle, Vielfachzugriffsverfahren, GSM-System, CDMA, UMTS.

Nr. 72183: WP (2V + 1Ü) im 8. Sem.
Nachrichtensysteme (LB)
 Eichin
 Sommersemester 2003 und 2004
 (WP für BWL im 6. Semester)

Signale und Spektren: stochastische, periodische, aperiodische Signale. Fourierreihe, Fourierintegral und Fouriertransformation. Systemtheorie linearer zeitinvarianter Systeme: Übertragungsfunktion, Impulsantwort, lineare Verzerrungen, Faltung.

Nr. 72185: PF (2V + 1Ü) im 6. Sem.
Nachrichtentechnik I (LB)
 Eichin
 Nur Sommersemester 2003
 (WP für BWL im 4. Semester)

Grundlagen der Modulation: ZSB- und ESB-Amplitudenmodulation und zugehörige Modulatoren/Demodulatoren. Winkelmodulation. Verzerrungen durch Modulation. Einfluss von Rauschstörungen. Prinzip der digitalen Modulationsverfahren: Zeitdiskrete Signaldarstellung, Pulsmodulation. Grundlagen der Digitalsignalübertragung.

Nr. 72187: PF (2V + 1Ü) im 7. Sem.
Nachrichtentechnik II (LB)
 Söder
 WS 2003/2004 und WS 2004/2005
 (WP für BWL im 5. Semester)

Charakteristische Versuche und Messungen an nachrichtentechnischen Systemen: Signale und Spektren, Amplitudenmodulation, Frequenzmodulation, Abtasttheorem, Pulsmodulation, Digitalsignalübertragung.

Nr. 72191: WP (3P) im 8. Sem.
Nachrichtentechnik-Praktikum
(LB)
 Eichin, Söder
 Sommersemester 2003 und 2004

- Nr. 72193: WP (2V + 1Ü) im 8. Sem.
Digitaltechnik (LB)
Heidner
Sommersemester 2003 und 2004
(WP für BWL im 6. Semester)
- Grundkenntnisse in Digitaltechnik: Codes, Schaltwerke (Flipflops, Speicher, Zähler, Schieberegister, PN-Generatoren), Schaltwerksynthese, Logikfamilien, AD/DA-Wandler. Grundkenntnisse in digitaler Übertragungstechnik: Übertragungsverfahren, Übertragungs_codes, Signalstörabstand.
- Nr. 72981: PF (2V + 1Ü) im 1. Sem.
Grundlagen der Informationstechnik (LB)
Hanik mit Witzke
Nur WS 2004/2005
(PF für BWL im 1. Semester)
- Klassifizierung von Signalen, Abgrenzung Datenverarbeitung – Datenübertragung. Grundlegende Elemente der Datenverarbeitung: Beschreibung von Schaltnetzen, Boolesche Algebra, Schaltfunktionen, disjunktive und konjunktive Normalform, Minimierung von Schaltfunktionen. Zahlensysteme, Rechnen im Dualsystem. A/D und D/A-Umsetzung. Schaltwerke. Grundlegende Elemente der Datenübertragung: deterministische und stochastische Signale, periodische Signale (reelle und komplexe Darstellung), Fourier-Reihenentwicklung. Grundlagen der Statistik: Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungsfunktionen und Momente, stationäre und ergodische Prozesse.
- Nr. 72985: PF (2V + 1Ü) im 6. Sem.
Nachrichtentechnik I (LB)
Hanik
Sommersemester 2004
(WP für BWL im 4. Semester)
- Signale und Spektren: stochastische, periodische, aperiodische Signale. Fourierreihe, Fourierintegral und Fouriertransformation. Systemtheorie linearer zeitinvarianter Systeme: Übertragungsfunktion, Impulsantwort, lineare Verzerrungen, Faltung.

3.5 Hauptseminar Mobilkommunikation und Codierung

Sommersemester 2003

- 15.05.2003 **Stefan Heiserer** – Betreuer: A. Schaefer
LDPC Convolutional Codes
- 15.05. 2003 **Tomas Lafuente** – Betreuer: M. Mörz
Sliding-Window Decodierung
- 15.05. 2003 **Sinja Brandes** – Betreuerin: M. Witzke
Senderstrukturen von Mehrantennensystemen
- 05.06. 2003 **Stefan Skudlarek** – Betreuer: J. Barros
Cooperative Diversity in Mobilfunknetzen
- 05.06. 2003 **Thierry Caramigeas** – Betreuer: J. Oikonomidis
Kooperative Codierung in Multi-Hop-Netzen
- 05.06. 2003 **Philipp Scharl** – Betreuer: S. Bäro
Algorithmen zur sequenziellen Decodierung

- 03.07. 2003 **Silke Meister** – Betreuer: Dr. Görtz
Kanaloptimierte Vektorquantisierung
- 03.07. 2003 **Junyong Wu** – Betreuer: M. Kaindl
Robuste Header-Kompression für RTP/UDP/IP Header
- 03.07. 2003 **Christian Gonzalez Schiller** – Betreuer: T. Stockhammer
Wyner-Ziv-Codierung von Video

Wintersemester 2003/2004

- 27.11.2003 **Cécile Lemoine** – Betreuer: S. Bära
Space-Time Block-Codes in Mobilfunksystemen
- 27.11.2003 **Matthias Ihmig** – Betreuer: M. Kaindl
Grundlagen von High-Speed Wireless LAN am Beispiel von IEEE 802.11
- 11.12.2003 **Houda Kamoun** – Betreuer: M. Tüchler
Kanalcodierung für Systeme der Unterwasser-
kommunikation
- 11.12.2003 **Xose Lois Diaz Queijeiro** – Betreuer: M. Mörz
Decodierung anhand graphischer Modelle – Der Forney
Graph
- 22.01.2004 **Joachim Schenk** – Betreuer: F. Schreckenbach
Optimierung von höherstufigen Signalraumkonstellationen
- 22.01.2004 **Tobias Denk** – Betreuer: C. Kuhn
Funktionsweise der trelliscodierten Modulation
- 05.02.2004 **Laurent Untereiner** – Betreuer: H. Jenkač
Streaming von Multimediadaten zu drahtlosen Endgeräten
- 05.02.2004 **Peng Zhang** – Betreuer: T. Stockhammer
Videocodierung für mobile Multimedia-Streaming-
Anwendungen
- 05.02.2004 **Dmytro Chakhoyan** – Betreuer: G. Liebl
Reed-Solomon Codes und die CD

Sommersemester 2004

- 03.06. 2004 **Fuat Demir** – Betreuer: Dr. Dawy
Enhanced Uplink Data Channel in UMTS

- 03.06. 2004 **Stephan Hellerbrand** – Betreuerin: M. Witzke
Erweitert-lineare MMSE-Schätzung
- 03.06. 2004 **Rossen Naydenov** – Betreuer: I. Oikonomidis
Space-Time-Codes für Multi-Hop-Netze
- 17.06.2004 **Angel Arnaudov** – Betreuer: M. Mörz
Decodierung von Faltungscodes auf dem dualen Code-
Trellis
- 17.06.2004 **Tzvetomir Tzvetkov** – Betreuer: F. Schreckenbach
LDPC-Codes für kurze Blocklängen
- 17.06.2004 **Sebastian Graf** – Betreuer: N. Dütsch
Quellencodierung mittels iterativer Techniken
- 01.07.2004 **Ivan Ndembiyembe** – Betreuer: J. Barros
Iterative Algorithmen für die Berechnung der Kanalkapazität
und der Rate-Distortion-Funktion
- 01.07.2004 **Vladimir Veljanovski** – Betreuer: J. Barros
Systemarchitekturen von drahtlosen Sensornetzwerken mit
praktischen Beispielen
- 01.07.2004 **Karin Hoke** – Betreuer: M. Kaindl
Ultrawideband (UWB) – Eine Alternative für bisherige
Funktechnik?

Wintersemester 2004/2005

- 16.12. 2004 **Naijiang Lu** – Betreuer: H. Jenkač
Zuverlässige Multicast-Übertragung mit Hilfe von Fountain-
Codierung
- 16.12. 2004 **Gerod Kwenda Pamen** – Betreuer: C. Kuhn
Sequenzielle Decodierung von Faltungscodes
- 20.01. 2005 **Yuxin Du** – Betreuer: C. Hausl
Network Coding – Prinzip, Anwendungsmöglichkeiten und
Codekonstruktion
- 03.02. 2005 **Li Li** – Betreuer: M. Mörz
Die Entwicklung der analogen Decodierung
- 03.02.2005 **Giatwan Kosumo** – Betreuer: J. Zangl
VPN, IPsec und Zertifikate: Sichere Kommunikation über
unsichere Kanäle

3.6 Seminar on Topics in Communications Engineering

Wintersemester 2003/2004

- 05.12.2003 **Chong Cai** – Betreuer: C. Gruber (LKN)
Multi Protocol Label Switching (MPLS) – Forwarding, Label-Distribution and Path Setup
- 05.12.2003 **Girija Deo** – Betreuer: R. Prinz (LKN)
Generalized Multi Protocol Label Switching (Multi Layer)
- 05.12.2003 **Rayane Chahine** – Betreuer: M. Scheffel (LKN)
The Concept of Optical Burst Switching
- 12.12.2003 **Guillermo von Breymann** – Betreuer: C. Schwingenschlögl (LKN)
Security Threats in the Internet
- 12.12.2003 **Elie Sfeir** – Betreuer: T. Schwabe (LKN)
Route Flap Dampening in BGP
- 12.12.2003 **Mark Ghibril** – Betreuer: R. Schollmeier (LKN)
IP Security
- 09.01.2004 **Dilyan Berkovski** – Betreuer: H. Jenkač (LNT)
Scheduling Methods for Wireless Shared Channels
- 09.01.2004 **Srinath Thiruvengadam** – Betreuer: S. Sharaffedine (LKN)
Quality Analysis of Real-Time Services with Variable Bit Rate – Traffic over IP Networks
- 16.01.2004 **Hua Li** – Betreuer: T. Stockhammer (LNT)
Rate Distortion Optimized Streaming of Packetized Media
- 16.01.2004 **Fahkredine Keyrouz** – Betreuer: I. Oikonomidis (LNT)
Distributed Turbo Coding
- 16.01.2004 **Jyoti Vashishtha** – Betreuer: H. M. Zimmermann (LKN)
Ad Hoc Cellular Networks

Wintersemester 2004/2005

- 03.12.2004 **Van Thanh Vu** – Betreuer: Dr. Hartmann (LKN)
Flash-OFDM: An Approach for All-IP Wireless Networking
- 03.12.2004 **Naveen Shankpal** – Betreuer: Dr. Hartmann (LKN)
High Speed Downlink Packet Access (HSDPA): Higher Data Rates for UMTS

This lecture is a joint seminar of the Institute for Communications Engineering (LNT) and the Institute of Communication Networks (LKN) and a mandatory course of the Master of Science in Communications Engineering program in the 3rd semester. The presentations are given by MSCE students. Organization: Claus Gruber resp. Dr. Christian Hartmann (LKN) and Ioannis Oikonomidis (LNT). The MSCE students are obliged to prepare a report and give a presentation on latest topics of the Communications Engineering field.

- 03.12.2004 **Suen Chun Hui** – Betreuer: H. Jenkač (LNT)
Reliable Multicast Transport (RMT) via Forward Error Correction
- 10.12.2004 **Yiming Sun** – Betreuer: R. Abdallah Abou-Jaoude/
Dr. Hartmann (LKN)
Wireless Network Planning Models: A Comparative Study for
2G, 3G, and Beyond
- 10.12.2004 **Pramadityo Tjondronegoro** – Betreuer: R. Abdallah Abou-
Jaoude/Dr. Hartmann (LKN)
Free Space Optics for Fixed Wireless Broadband
- 10.12.2004 **Marianne Najm** – Betreuer: R. Abdallah Abou-Jaoude/
Dr. Hartmann (LKN)
Artificial Intelligence Methods for Dynamic Network
Management
- 14.01.2005 **Prasanna Sethuraman** – Betreuer: F. Schreckenbach (LNT)
Algebraic-Geometry Codes
- 14.01.2005 **Bruno El Asmar** – Betreuer: R. Vilzmann (LKN)
High Link Capacities for 4G: Aspects of MIMO Signal
Processing
- 21.01.2005 **Prem Kumar Anne** – Betreuer: B. Göbel (LNT)
Optical Networking: Standards and Design Issues
- 21.01.2005 **Leonardo Coelho** – Betreuer: B. Göbel (LNT)
Nonlinear Limits to the Information Capacity of Optical Fibre
Communications
- 21.01.2005 **Axel Davidian** – Betreuer: I. Oikonomidis (LNT)
Network Coding
- 21.01.2005 **Sylvia Jozefczyk** – Betreuer: M. K. Pereirasamy/
Dr. Hartmann (LKN)
Frequency Sharing Rules of DECT: Part A: DECT and PHS –
Part B: HiperLAN2 and IEEE 802.11a
- 21.01.2005 **Jakub Wolnicki** – Betreuer: M. K. Pereirasamy/
Dr. Hartmann (LKN)
IEEE 802.16: WiMAX Broadband Wireless Access: Physical
Layer, MAC and RRM

3.7 Weitere Lehrveranstaltungen und Weiterbildung

Görtz, N.: Sprachübertragung im Mobilfunk. CCG-Kurs, Oberpfaffenhofen, 28.–30.10.2003

Hagenauer, J.; Faltungscodes und Turbo-Decodierung, CCG-Kurs, Oberpfaffenhofen, 04.–06.10.2004

Hagenauer, J.; Jenkač, H. et al.: Digitale Modulationsverfahren. CCG-Kurs, Oberpfaffenhofen, 22.–26.03.2004

Hagenauer, J.; Jenkač, H.; Hanus, P.: Das Turbo-Prinzip. Joint Advanced Students' School 2005, St. Petersburg, Russland, 30.03.–07.04.2005

Kaindl, M.: Elektrosmog. 5. Weiterbildungsseminar für Lehrer an Beruflichen Schulen (LB), Technische Universität München, 06.11.2003

Kaindl, M.: Elektrosmog. 6. Weiterbildungsseminar für Lehrer an Beruflichen Schulen (LB), Technische Universität München, 11.11.2004

Liebl, G.: Einführung in die Mobilkommunikation. 5. Weiterbildungsseminar für Lehrer an beruflichen Schulen (LB), TU München, 06.11.2003

Liebl, G.: Digitaler Mobilfunk. Vorlesung am Chinesisch-Deutschen Hochschulkolleg an der Tongji-Universität Shanghai, China, 10.05.–14.05.2004

Liebl, G.: Einführung in die Mobilkommunikation. 6. Weiterbildungsseminar für Lehrer an Beruflichen Schulen (LB), TU München, 11.11.2004

Seeger, A.; Dawy, Z.: Steigerung von Reichweite und Kapazität in UMTS. CCG-Kurs, Oberpfaffenhofen, 16.–19.04.2004

Söder, G.: Digitale Übertragungssysteme. Praktikum an der Johannes Kepler Universität Linz, Österreich, 7 Termine im Wintersemester 2003/2004

Söder, G.; Eichin, K.: Das Lerntutorial „LNTwww“ und weitere Lernprogramme für die Nachrichtentechnik. 6. Weiterbildungsseminar für Lehrer an Beruflichen Schulen (LB), Technische Universität München, 11.11.2004

In diesem Kapitel sind alle Lehrveranstaltungen und Weiterbildungsseminare zusammengefasst, die von Lehrstuhlangehörigen an anderen Universitäten bzw. an Fortbildungseinrichtungen in der Industrie abgehalten wurden.

4

Diplomarbeiten

Master Theses Bachelorarbeiten

4.1 Diplomarbeiten

- 24.04.2003 **Claudius Blank** – Betreuer: M. Kaindl
Paketorientierte Sprachübertragung bei EDGE
- 24.04.2003 **Daniel Pfeifer** – Betreuer: H. Jenkač, T. Stockhammer
Resource-Optimized Video Streaming over Mobile Systems
- 30.04.2003 **Sylvia Reitz** – Betreuer: S. Bäro
Iterative Detektion in Mehrantennensystemen mit Sendermodifikationen
- 30.04.2003 **Sascha Schreiber** – Betreuer: C. Kuhn, M. Tüchler
Iterative Empfängerstrukturen für die Kurzwellenübertragung
- 22.05.2003 **Aridane Ascanio Redweik** – Betreuer: T. Stockhammer,
H. Jenkač
Subjective Assessment of Wireless Video over the World Wide Web
- 22.05.2003 **Martin Schreier** – Betreuerin: M. Witzke
Untersuchung von Sendeverfahren in MIMO-Systemen mit linearer iterativer
Detektion
- 31.07.2003 **Hans-Martin Zimmermann** – Betreuer: Dr. Görtz,
Prof. Boutros (ENST Paris)
Iterative Source-Channel Decoding with Turbo Codes
- 01.08.2003 **Kerstin Prögler** – Betreuer: J. Zangl
Kanalmodellierung und Interferenzschätzung für Ad-Hoc-Netze
- 01.08.2003 **Antonios Tsetsos** – Betreuer: H. Jenkač, T. Stockhammer,
M. Kaindl
Generischer Vorwärtsfehlerschutz für IP-basierte Multimedia-
übertragung
- 21.08.2003 **Sebastian Hennings** – Betreuer: Dr. Söder,
T. Valtin (Fa. Rohde & Schwarz)
Untersuchung der Wavelet-Modulation für den Einsatz in Funkkommuni-
kationssystemen
- 21.08.2003 **Sebastian Koch** – Betreuer: F. Schreckenbach
Bit-Interleaved Coded Modulation mit iterativer Detektion

- 4.1 Diplomarbeiten
- 4.2 Master Theses
- 4.3 Master Theses (MSCE)
- 4.4 Diplomarbeiten anderer
Hochschulen
- 4.5 Diplomarbeiten für den
Studiengang LB
- 4.6 Bachelor- und
Studienarbeiten

Im abgelaufenen Berichtszeitraum wurden am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik 53 Diplomarbeiten für den Studienabschluss Dipl.-Ing. und zehn Master Theses für den neuen Studienabschluss M.Sc. der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik durchgeführt. Neun der Absolventen mit dem Abschluss Master of Science kamen von der Tongji University und haben das Doppel-diplom im Rahmen des Chinesisch-Deutschen Hochschulkollegs erlangt. Nur einer von ihnen (P. Hanus) hat das gesamte Studium an der TU München absolviert. Dies zeigt, dass derzeit die Mehrzahl der Studenten den herkömmlichen TU-Abschluss Diplom-Ingenieur präferieren, während die internationalen Abschlüsse B.Sc. und M.Sc. eher gemieden werden.

In den Kapiteln 4.1 und 4.2 sind die Diplomarbeiten und Master Theses des LNT zusammengestellt.

Im Kapitel 4.3 sind diejenigen 15 Absolventen im englischsprachigen MSCE-Studiengang aufgeführt, deren Abschlussarbeiten von LNT-Mitarbeitern betreut wurden. Von den insgesamt 59 Absolventen der Abschlussjahrgänge 2003 und 2004 haben somit mehr als 25% ihre Master Thesis am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik absolviert.

Daneben gab es vier Studierende, deren wissenschaftliche Abschlussarbeit zwar offiziell von einer anderen Fakultät bzw. Hochschule bewertet wurde, die fachliche Betreuung der Gaststudenten jedoch beim LNT lag. Diese sind in Kapitel 4.4 aufgelistet. Im Gegenzug dazu haben zehn unserer Diplomanden ihre Arbeit an einer Gastuniversität in den USA, in Japan, Kanada, Frankreich sowie Schweden durchgeführt (siehe auch Kapitel 10.1).

Studierende für das Lehramt an beruflichen Schulen (LB) müssen als Voraussetzung für die Zulassung zum Staatsexamen ein eigenständiges Thema bearbeiten. Im Berichtszeitraum wurden am LNT drei solcher Abschlussarbeiten angefertigt (siehe Kapitel 4.5), die auch als Diplomarbeit für die Zusatzgraduierung „Diplom-Berufspädagoge“ anerkannt werden. Die Bearbeitungszeit beträgt am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik ebenfalls 6 Monate.

Seit 2002 ist für alle Studierenden unserer Fakultät, die nach dem 6. Semester den Bachelorgrad erlangen wollen, die Anfertigung einer Bachelorarbeit über etwa 3 Monate Pflicht. Alle Anderen müssen nach neuer FPO eine vom Umfang her vergleichbare Studienarbeit anfertigen. In Kapitel 4.6 sind die 35 im Berichtszeitraum von Mitarbeitern des LNT betreuten Studien- und Bachelorarbeiten aufgeführt.

- 28.08.2003 **Hichem Kamoun** – Betreuer: Z. Dawy
Power Consumption in Wireless Ad Hoc Networks with Cooperative Accessing Schemes
- 02.10.2003 **Jean-Baptiste Descamps** – Betreuer: M. Kaindl, J. Schachinger, Dr. Xu (beide Siemens AG)
Investigation and Optimization of Flexible Layer One for the GSM/EDGE Radio Access Network
- 02.10.2003 **Nicolas Dütsch** – Betreuer: Dr. Görtz, Dr. Taddei (Siemens AG)
Integrated Echo Cancellation in Speech Coding
- 02.10.2003 **Matthias Zeh** – Betreuer: A. Schaefer, M. Tüchler
Iterative Decoding Analysis for Codes with Short Block Lengths
- 29.10.2003 **Ingrid Gross** – Betreuer: G. Liebl, H. Jenkač
Packet Loss Models for Channels with Variable Memory
- 29.10.2003 **Seong Per Lee** – Betreuer: J. Barros, M. Tüchler
Iterative Decoding of Correlated Sensor Data
- 29.10.2003 **Johann Neubauer** – Betreuer: S. Bäro, M. Witzke
Iterative Detektion in Mehrantennen-Systemen mit erweitert-linearen und APP-Detektoren
- 27.11.2003 **Raoul Nkopchieu** – Betreuer: I. Oikonomidis, R. Sigle (Alcatel SEL AG)
Evaluation of the Capacity Improvement in a 3G Cellular Network by Means of Ad-Hoc Extension
- 27.11.2003 **Markus Pfeiffer** – Betreuer: J. Barros, A. Schaefer
Source Coding with Side Information Using LDPC Codes
- 16.12.2003 **Florian Blömer** – Betreuer: T. Stockhammer, H. Jenkač, V. Krishnamurthy (University of British Columbia)
Scheduling for Streaming Users in High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)
- 16.12.2003 **Matthias Karl** – Betreuer: T. Stockhammer, Prof. Bystroem (Drexel University)
Scalability and Data Partitioning in H.264-based Conversational Wireless Video Applications
- 16.12.2003 **Malte Schellmann** – Betreuer: S. Bäro, M. Mennenga (AMD Dresden)
Entzerrer für Mehrantennen-Übertragungssysteme
- 22.01.2004 **Harald Haas** – Betreuer: T. Stockhammer, J. Barros
Causal Transmission of Correlated Sources over Packet Lossy Channels
- 22.12.2003 **Florian Reif** – Betreuer: M. Kaindl, T. Stockhammer, G. Liebl
IP-basierte AMR-Sprachübertragung für GSM-Paketkanäle
- 04.03.2004 **Hubert Bauernfeind** – Betreuer: Dr. Görtz, S. Bäro
Comparison of Iterative Source-Channel Decoding Schemes
- 04.03.2004 **Bernhard König** – Betreuer: A. Schaefer, Prof. Costello (University of Notre Dame)
Concatenating LDPC Convolutional Codes for Analog Decoding

- 04.03.2004 **Beng Kong Pee** – Betreuer: Dr. Görtz, Prof. Anderson, T. Eriksson (beide Lund University)
Trellis-Based Quantization for Noisy Channels
- 04.03.2004 **Mehrnoush Rahmani** – Betreuer: Dr. Görtz, Prof. Anderson, T. Eriksson (beide Lund University)
Trellis-Based Quantization of Correlated Source Signals
- 31.03.2004 **Patrick Brun** – Betreuer: Prof. Hauske, T. Stockhammer
Subjektive Bildqualität des H.264/AVC-Coders für niederrangige Bildsequenzen
- 31.03.2004 **Nicolas Nguyen Thuy** – Betreuer: Dr. Eichin, Dr. Wrage (Siemens AG)
Detection of Optical Distortion Using Electrical Equalizers
- 08.04.2004 **Bernhard Göbel** – Betreuer: Z. Dawy, Dr. Müller (GSF Neuherberg)
Population-Based Gene Mapping of Complex Diseases Using Methods from Information Theory
- 08.04.2004 **Christoph Hausl** – Betreuer: J. Barros, M. Tüchler
Scalable Decoding for Large-Scale Sensor Networks
- 27.05.2004 **Sinja Brandes** – Betreuerin: M. Witzke
Integration von MIMO-Systemen mit iterativer Detektion in WLAN
- 15.06.2004 **Sebastian Fischer** – Betreuer: Prof. Hauske, Prof. Schneider (Universität der Bundeswehr München)
Audiovisuelle Aufbereitung von bewegungsanalytisch erfassten Sportbewegungen zum Soll-Ist-Vergleich im Training
- 05.08.2004 **Dmytro Chakhoyan** – Betreuer: J. Barros, N. Dütsch
Design of Turbo Source Codes
- 11.08.2004 **Michael Pointner** – Betreuer: Dr. Eichin, Prof. Söder, H. Buchholz (Fa. Rohde & Schwarz)
Erstellung einer Simulationsumgebung für ein Funkzenario
- 14.09.2004 **Chunbo Mao** – Betreuer: F. Schreckenbach
ARQ-Verfahren für Übertragungssysteme mit iterativer Detektion
- 15.09.2004 **Demijan Klinc** – Betreuer: F. Schreckenbach, Dr. Ha, Prof. McLaughlin (beide Georgia Tech)
Rate-Compatible Punctured LDPC Codes: Design and Applicability for the Ultra Wide-Band Standard
- 15.09.2004 **Cécile Lemoine** – Betreuer: C. Kuhn, Dr. Rademacher (Siemens AG)
Iterative Interference Cancellation
- 15.09.2004 **Gerhard Maierbacher** – Betreuer: J. Barros
Low-Complexity CEO Coding for Large-Scale Sensor Networks
- 21.10.2004 **Philipp Scharl** – Betreuer: H. Jenkač, T. Stockhammer
Fountain-Codes für Multimedia-Broadcast im Mobilfunk
- 21.10.2004 **Joachim Schenk** – Betreuer: F. Schreckenbach
Signal-Shaping mit Quellencodes variabler Länge

Seit Prof. Hagenauer am 01.04.1993 die Leitung des Lehrstuhls übernommen hat, haben somit insgesamt 438 Studierende ihre wissenschaftliche Abschlussarbeit (Diplom- und Zulassungsarbeit bzw. Master Thesis) bei uns abgelegt. Daneben wurden von den LNT-Mitarbeitern noch 73 Studien- und Bachelorarbeiten betreut.

(Günter Söder)

- 23.11.2004 **Houda Kamoun** – Betreuer: T. Stockhammer, G. Liebl,
Prof. Girod (Stanford University)
Link State Communication for Video Streaming in Ad-Hoc Networks
- 23.11.2004 **Timo Mayer** – Betreuer: Prof. Hagenauer, H. Jenkač,
N. Dütsch
Fountain Coding for Multimedia Broadcast
- 23.11.2004 **Stefan Jan Skudlarek** – Betreuer: J. Barros, A. Nascimento,
H. Imai (beide University of Tokyo)
Commitment Schemes over Gaussian Channels
- 01.12.2004 **Christian Koller** – Betreuer: A. Schaefer, A. Eckford
(University of Notre Dame)
Channel Estimation for Turbo Codes in an Arbitrarily Changing Channel
- 01.12.2004 **Dan Li** – Betreuer: Prof. Hauske, Dr. Wismüller (LMU –
Institut für klinische Radiologie)
Datenanalyse durch Explorative Morphogenese (XOM)
- 01.12.2004 **Michael Walter** – Betreuer: T. Stockhammer, G. Liebl
Advanced Bitstream Switching for Wireless Video Streaming
- 21.12.2004 **Stefan Heiserer** – Betreuer: I. Oikonomidis
Einsatz des Turbo-Prinzips in Relais-Systemen
- 22.03.2005 **Sebastian Graf** – Betreuer: N. Dütsch
Lossless Turbo Compression Based on a Hidden Markov Source Model
- 22.03.2005 **Stephan Hellerbrand** – Betreuer: C. Kuhn, Prof. Anderson
(Lund University)
Trellis Based Quantization Using the MAP-Criterion and its Application to
Multiple Correlated Sources
- 22.03.2005 **Patrick Henkel** – Betreuer: F. Schreckenbach
Iterative Decodierung von Quellencodes variabler Länge für Signal-
Shaping

4.2 Master Theses

- 21.08.2003 **Jian Shen** – Betreuer: J. Barros, A. Schaefer
Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
Datenkompression mit parallel verketteten Turbocodes
- 28.08.2003 **Aihua Hong** – Betreuer: F. Schreckenbach, S. Bärö
Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
Entwicklung von Signalraumkonstellationen für Bit-Interleaved Coded
Modulation mit iterativer Detektion
- 28.08.2003 **Zhenhua Tu** – Betreuer: A. Schaefer, M. Mörz
Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
Analog Decoding Using the Dual Trellis
- 28.08.2003 **Weiqun Xu** – Betreuer: J. Barros, A. Schaefer
Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
Serially Concatenated Turbo Codes for Data Compression of Gaussian
Sources

05.08.2004 **Jing Yang** – Betreuer: Prof. Hauske
 Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
 Subjektive Bildqualität der Coder H.264/AVC und MPEG4 für niedere Bild-
 und Bitraten

06.08.2004 **Peng Zhang** – Betreuer: H. Jenkač, T. Stockhammer,
 G. Liebl
 Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
 Error Concealment for Mobile Video Communication

06.08.2004 **Qiongfang Zhang** – Betreuer: H. Jenkač, G. Liebl,
 T. Stockhammer
 Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
 Application Layer Coding for Mobile Multimedia Broadcast

11.08.2004 **Yongzhen Ding** – Betreuer: M. Mörz
 Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
 Circuit Simulation of Analog Decoder in CADENCE

11.08.2004 **Jun Zhu** – Betreuer: M. Mörz
 Doppeldiplom Chinesisch-Deutsches Hochschulkolleg
 Modelling of Analog Decoder in Matlab and Simulink

14.09.2004 **Pavol Hanus** – Betreuer: Prof. Hagenauer, Dr. Dawy,
 Dr. Müller (GSF Neuherberg)
 Classification of Genomic Data Using Lossless Compression Algo-
 rithms

4.3 Master Theses (MSCE)

01.10.2003 **Roger Abdallah Abou-Jaoude** – Betreuer: Z. Dawy,
 E. Mohyeldin, M. Dillinger (beide Siemens AG)
 Interworking between Link Adaptation and Software Download in
 WCDMA Systems

01.10.2003 **Ibrahim Budiarjo** – Betreuer: F. Schreckenbach,
 Dr. Auer (DoCoMo Europe), S. Sand (DLR)
 OFDM Channel Estimation by Adaptive Filtering

01.10.2003 **Javed Shamim Malik** – Betreuer: F. Schreckenbach,
 Dr. Bauch (DoCoMo Europe)
 Cyclic Delay Diversity in OFDM

02.10.2003 **Hadi Mazzawi** – Betreuer: M. Tüchler, Dr. Schöbinger,
 N. Neurohr (beide Infineon Technology)
 Characterization and Implementation of Maximum Likelihood Sequence
 Detection on High-Speed Backplane Channels

06.10.2003 **Saronchan Jaranakaran** – Betreuer: Z. Dawy
 Design and Analysis of Multi-Hop-Based CDMA Cellular Systems

06.10.2003 **Qingzhu Zhao** – Betreuer: H. Jenkač, T. Stockhammer
 Media-Streaming Strategies over Wireless Channels

07.10.2003 **Lei Shi** – Betreuer: Prof. Hauske, Prof. Borst (Max-Planck-
 Institut für Neurobiologie)
 Motion Detection in the Presence of Noise

- 09.10.2003 **Md. Kamaruzzaman** – Betreuer: M. Kaindl, Dr. Taddei (Siemens AG)
Modification of Constant Bitrate Speech Codec to Embedded Speech Codec
- 09.10.2003 **Vusthla Sunil Reddy** – Betreuer: M. Mecking, M. Döttling (Siemens AG)
Performance Analysis of Enhanced Uplink Channels in 3rd Generation Mobile Communication Systems
- 14.09.2004 **Faruck Morcos Gonzalez** – Betreuer: Dr. Dawy, Dr. Müller (GSF Neuherberg)
On the Existence and Relevance of Coding Theory Models for Genetic Regulatory Systems
- 14.09.2004 **Michel Sarkis** – Betreuer: Dr. Dawy, Dr. Müller (GSF Neuherberg)
Blind Gene Mapping
- 15.09.2004 **Chong Cai** – Betreuer: Dr. Dawy, X. Shi (Infineon Technology)
IEEE 802.15.4 Low-Rate Wireless Personal Area Network MAC Protocol Simulation
- 07.10.2004 **Jinjing Gong** – Betreuer: Dr. Dawy, I. Oikonomidis
Multi-Hop Transmission for the Downlink of CDMA-based Wireless Cellular Systems
- 07.10.2004 **Tiago Gasiba** – Betreuer: H. Jenkač, G. Liebl, Dr. Xu (Siemens AG)
Advanced Receiver Concepts for MBMS
- 07.10.2004 **Fakheredine Keyrouz** – Betreuer: H. Jenkač, G. Liebl, Dr. Xu (Siemens AG)
Advanced Channel Coding for MBMS

4.4 Diplomarbeiten/Master Theses anderer Hochschulen

- 31.07.2003 **Andreas Hoffmann** – Betreuer: Z. Dawy
Fakultät für Mathematik der TUM
Implementation of the Context Tree Weighting Algorithm for Content Recognition
- 09.10.2003 **Francisco Morandeira Rivas** – Betreuer: M. Mecking
Universidad de Zaragoza, Spanien
Resource Allocation for Uplink Channels in UMTS
- 27.05.2004 **Eugenio Marengo** – Betreuer: H. Jenkač, G. Liebl, Prof. Viterbo (Turin)
Politecnico di Torino, Italien
Channel Modelling for High Speed Downlink Packet Access (HSDPA)
- 15.09.2004 **Claudia Ajo Garcia** – Betreuer: Dr. Dawy, F. Schreckenbach
Universidad Politecnica de Madrid, Spanien
Link Level Performance Improvement for the Enhanced Uplink Data Channel in UMTS

4.5 Zulassungs- und Diplomarbeiten für den Studiengang „Lehramt an beruflichen Schulen (LB)“

01.07.2003 **Roland Kiefl** – Betreuer: Dr. Söder, Dr. Eichin
Flash-Animationen für das Lerntutorial „LNTwww“

01.04.2004 **Yven Winter** – Betreuer: Prof. Söder, Dr. Eichin
Weiterentwicklung des Autorensystems für das Lerntutorial „LNTwww“

01.06.2004 **Franz Kohl** – Betreuer: Dr. Eichin, Prof. Söder
Module zur Signaldarstellung für das Lerntutorial „LNTwww“

4.6 Bachelor- und Studienarbeiten

28.05.2003 **Rainer Ohlendorf** – Betreuer: J. Zangl
Implementierung einer 8-PSK Übertragungsstrecke nach GSM-EDGE im Mobilfunklabor des LNT

17.07.2003 **Jan Felix Eschermann** – Betreuer: A. Schaefer, W. Schmieder (Fa. Rohde & Schwarz)
Kohärenz in Übertragungsempfängern für den Einsatz in Interferometerpeilern

25.08.2003 **Anna Weinzierl** – Betreuer: M. Mörz
EXIT-Chart-Analyse von Turbo-Codes

28.08.2003 **Bin Li** – Betreuer: F. Schreckenbach
Implementierung eines Übertragungssystems mit trelliscodierter Modulation und iterativer Detektion

30.09.2003 **Holger Hagenguth** – Betreuer: M. Mörz
Modellierung analoger Decoderschaltungen in Matlab

30.09.2003 **Sebastian Graf** – Betreuer: M. Tüchler
Analysis of Estimation Algorithms Using Non-ideal Training Information

15.10.2003 **Marko Durkovic** – Betreuer: G. Liebl, M. Kaindl
Implementierung eines Protokolls zur robusten Kompression von IP-Headern auf fehlerbehafteten Links

17.10.2003 **Holger Klöss** – Betreuer: M. Mörz
Decodierung anhand graphischer Darstellungen von Codes

22.10.2003 **Silke Meister** – Betreuer: Dr. Görtz
Optimierung der Quantisiererindizes für die iterative Quellen- und Kanaldecodierung

22.10.2003 **Dmytro Chakhoyan** – Betreuer: J. Barros
Entropy Constrained Multi-Terminal Source Coding

24.10.2003 **Lukas Brostek** – Betreuerin: M. Witzke
Untersuchung von Sendeverfahren in Mehrantennensystemen mit iterativer Detektion

01.11.2003 **Korbinian Geiger** – Betreuer: H. Jenkač
Implementation of a Demonstration Platform for OFDM Multi-User Communication Systems

- 07.11.2003 **Tomas Lafuente Hernandez** – Betreuer: S. Bäro, Dr. Söder
Simulation of an ADSL Communication System: Source and Channel Coding, Modulation
- 07.11.2003 **Xose Lois Diaz Queijeiro** – Betreuer: S. Bäro, Dr. Söder
Simulation of an ADSL Communication System: Modulation and Channel Interference
- 26.11.2003 **Demijan Kline** – Betreuer: J. Barros
Transmission of High-Quality Audio over Packet Networks Using Multiple Descriptions
- 01.12.2003 **Stefan Graf** – Betreuer: Prof. Hauske, Prof. Wolf (Universität der Bundeswehr München)
Untersuchung der motorischen Koordination bei komplexer muskulärer Ermüdung durch Biosignalanalyse (I)
- 01.12.2003 **Tony Poitschke** – Betreuer: Prof. Hauske, Prof. Wolf (Universität der Bundeswehr München)
Untersuchung der motorischen Koordination bei komplexer muskulärer Ermüdung durch Biosignalanalyse (II)
- 19.12.2003 **Ji Li** – Betreuer: Dr. Söder
Flash-Animationen mit ActionScript für das Lerntutorial „LNTwww“
- 20.01.2004 **Angel Valentinov Arnaudov** – Betreuer: Dr. Görtz
Trellis-Based Source-Coding for Short Data Sequences
- 05.04.2004 **Nikolaus von Tietzen und Hennig** – Betreuer: M. Mörz
Analoge und iterative Decodierung von linearen Blockcodes
- 05.05.2004 **Christian Guthy** – Betreuer: M. Kaindl, Dr. Stein (Softing AG)
Integration von Funk-Komponenten in einen Linux-Kompaktrechner
- 26.05.2004 **Thomas Hahn** – Betreuer: M. Kaindl, Dr. Ali-Hackl (Siemens AG)
Speed Estimation in W-CDMA Systems
- 20.08.2004 **Patrick Remi** – Betreuer: G. Liebl, H. Jenkač, T. Stockhammer
Aufbau und Analyse einer Echtzeit-Umgebung für Multimedia-Streaming in zukünftigen Mobilfunksystemen
- 24.08.2004 **Michael Höchstetter** – Betreuer: G. Liebl, T. Stockhammer
Entwicklung und Implementierung einer Testumgebung für den WiNe2-Emulator
- 25.08.2004 **Johanna Weindl** – Betreuer: Dr. Dawy
Text Categorization Using Universal Compression Algorithms
- 31.08.2004 **Ingo Stork genannt Wersborg** – Betreuer: Dr. Eichin, Dr. Wrage (Siemens AG)
Untersuchung von Zero-Forcing Entzerrung zur Qualitätsanalyse optischer Datensignale
- 30.09.2004 **Florian Franz** – Betreuer: G. Liebl, H. Jenkač, T. Stockhammer
Implementation of HSDPA Scheduling Strategies into the WiNe2-Emulator
- 29.11.2004 **Jermaine Loy** – Betreuer: F. Schreckenbach, C. Hausl
Development of a Software Demonstration Platform for Advanced Channel Coding

30.11.2004 **Zhou Qiang** – Betreuer: Dr. Barros, C. Hausl
Network Coding unter der Annahme von fehlerhafter Übertragung

22.12.2004 **Marc Muntzinger** – Betreuer: Dr. Barros, C. Hausl
Network Code Construction

28.01.2005 **Lian Shen** – Betreuer: H. Jenkač, C. Buchner
Client-Konfiguration und Optimierung für Video-Streaming über HSDPA

15.02.2005 **Andreas Müller** – Betreuer: M. Mörz
Quantization of Soft-Information in Turbo Decoding

16.02.2005 **Janis Dingel** – Betreuer: M. Mörz, F. Schreckenbach
Aspekte der iterativen Decodierung von LDPC- und Repeat-Accumulate-
Codes

16.03.2005 **Philippe Dupraz** – Betreuer: Dr. Barros, C. Hausl
Implementation of a Network Coding Toolbox

16.03.2005 **Thomas Tiefenthaler** – Betreuer: M. Mörz
Vergleichende Untersuchung von verschiedenen Kanaldecoder-
Implementierungen



Einige allgemeine Informationen zu den Dissertationen

Günter Söder

During the term of this report, one of the members of this Institute, Dr. Görtz, finished his “Habilitation” – the qualification as an university lecturer. Moreover, six other research assistants of the Institute of Communications Engineering finished their Ph.D. thesis. Worth mentioning is the fact that two of the Ph.D. students have been in the first class of the international master’s program (MSCE) from 1998 to 2000.

Up to now, the listing of all finished Ph.D. theses at this and the predecessor Institutes, which started

back in 1906, contains 185 entries. Within the twelve years Professor Hagenauer is Chair of the Institute for Communications Engineering, he advised altogether 26 Ph.D. theses. His predecessor, Professor Marko, supervised ten Ph.D. theses in the years since 1993. Furthermore, Professor Hauske, was first reviewer in seven doctoral examinations.

The listing below extracts that our professors were further reviewers in seven other doctoral examinations. The list on the next page shows the topics of the current Ph.D. theses.



Weitere Promotionsverfahren mit Beteiligung von LNT-Professoren

- 07.05.2003 Dr.-Ing **Michael Finkel**
Statistisches Isolationsverhalten gasisolierter Anlagen
1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Joachim Hagenauer*
- 05.05.2004 Dr.-Ing **Georg Schmalfuß**
Anwendung psychoakustischer Methoden und Modelle zur Fein Anpassung von Hörgeräten mit natürlichen Schallen
1. Bericht: Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Hugo Fastl
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Gert Hauske*
- 13.05.2004 Dr.-Ing. **Christian Bettstetter**
Mobility Modeling, Connectivity and Adaptive Clustering in Ad Hoc Networks
1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Joachim Hagenauer*
- 12.08.2004 **Changyan Di, Ph. D.**
Asymptotic and Finite-Length Analysis of Low-Density Parity-Check Codes
1. Bericht: Prof. Rüdiger Urbanke, EPFL, Lausanne
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Joachim Hagenauer* (u. A.)
- 23.09.2004 Dr.-Ing. **Jung Han Choi**
A Si Schottky Diode Demultiplexer Circuit for High Bit Rate Fiber Optical Receivers
1. Bericht: Prof. Dr. techn. Peter Russer
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Norbert Hanik*
- 03.12.2004 Dr.-Ing. **Markus Zeller**
Echtzeitfähige Datenratenkontrolle für die Videokommunikation
1. Bericht: em. Prof. Dr.-Ing. Ingolf Ruge
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Gert Hauske*
- 13.12.2004 Dr.-Ing. **Ingmar Land**
Reliability Information in Channel Decoding
1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Peter Höher, Universität Kiel
2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. *Joachim Hagenauer* (u. A.)

Im Berichtszeitraum haben sechs wissenschaftliche Mitarbeiter des Lehrstuhls ihre Promotion zum Abschluss gebracht, alle betreut von Prof. Hagenauer. Erwähnenswert ist, dass unter den Doktoranden mit Zaher Dawy und Andrew Schaefer auch zwei MSCE-Studenten des ersten Kurses 1998–2000 zu finden sind.

Eine Premiere gab es bei der Doktorprüfung von Andrew Schaefer insofern, als bei dieser der Koreferent, Prof. Costello von der University of Notre Dame in Indiana, per Videokonferenz zugeschaltet wurde.

In der 1906 beginnenden Liste der Promotionen am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik und seiner Vorgängerinstitutionen werden Dr. Mecking, Dr. Dawy, Dr. Bairo, Dr. Tüchler, Dr. Barros und Dr. Schaefer als Nummer 180 bis 185 geführt. Seit vor nunmehr zwölf Jahren Prof. Hagenauer die Institutsleitung übernommen hat, war er Doktorvater von 26 Doktorandinnen und Doktoranden. Sein Vorgänger, Prof. Marko, hat seit seiner Emeritierung zehn Promotionen betreut. Prof. Hauske, der innerhalb der Fakultät das Gebiet *Grundlagen der visuellen Kommunikation* vertritt und unserem Lehrstuhl zugeordnet ist, war als Erstgutachter in sieben Promotionsverfahren tätig, so dass in den letzten zwölf Jahren 43 Promotionen erfolgreich zum Abschluss gebracht wurden, was einem Mittelwert von knapp vier Dissertationen pro Jahr entspricht.

Der Liste auf der letzten Seite ist zu entnehmen, dass Prof. Hagenauer, Prof. Hauske und Prof. Hanik – seit dem 1. April 2004 Extraordinarius für das Gebiet *Leitungsgebundene Übertragungstechnik* – bei weiteren fünf Promotionen unserer Fakultät und je einem Promotionsverfahren an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und der EPFL in Lausanne als Koreferenten mitgewirkt haben.

Daneben gibt es zum ersten Mal seit 1993 wieder eine Habilitation zu vermelden. Dr. Norbert Görtz, der im Jahr 2000 von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel an die TUM gewechselt ist und sich seitdem der gemeinsamen Quellen- und Kanalcodierung für wertkontinuierliche Signalquellen zugewandt hat, ist der zwölfte Habilitant des Lehrstuhls, seit 1950 als Erster Robert Piloty – Sohn des damaligen Institutsleiters Hans Piloty – die Lehrbefähigung erworben hat.

Anzumerken ist, dass seit einiger Zeit für die Habilitation nicht mehr gleichzeitig der akademische Titel „Dr.-Ing. habil.“ verliehen wird und damit zu der Regelung vor 1985 zurückgekehrt wurde. Dies ist sicher auch das Ergebnis des politischen Streits zum Thema Habilitation oder Juniorprofessur, den Sie in jüngster Vergangenheit auch in der Tagespresse verfolgen konnten.

Auf den nächsten Seiten finden Sie jeweils kurze, einseitige Zusammenfassungen der sechs Dissertationen und der Habilitationsschrift. Auf den letzten beiden Seiten dieses Kapitels folgen die Personalien der Kandidaten.

In allernächster Zukunft werden wieder etliche Promotionsverfahren abgeschlossen. Vom Fachbereichsrat wurden bereits folgende Doktorarbeiten angenommen:

- *Markus Kaindl*: Kanalcodierung für Sprache und Daten im GSM-System.
 - *Florian Röhrbein*: Visuelle und intersensorische Informationsverarbeitung: Statistische Analyse und psychophysische Experimente.
 - *Melanie Witzke*: Iterative Detektion von MIMO-Signalen mit linearen und erweitert-linearen Filtern.
 - *Johannes Zangl*: Verteilte Multi-Hop-Netze mit Kanalcodierung und Medium-Access-Control.
- Im Kastenbeitrag sehen Sie die Themen des internen, in unregelmäßigen Abständen abgehaltenen Doktorandenseminars und die potenziellen Doktoranden des nächsten Berichts. Über die laufenden Forschungsarbeiten können Sie sich auch unter www.Int.ei.tum.de informieren.

Vorträge im Doktoranden-Seminar

16.04.2003	Harald Ernst	Landmobiler Satellitenrundfunk
30.04.2003	Markus Zeller	Adaptive Datenratenkontrolle
14.05.2003	Zaher Dawy	CDMA Cellular Systems: Serial Interference Cancellation and Multi-Hop-Based Transmission
28.05.2003	Michael Tüchler	Introduction to Factor Graphs
04.06.2003	Yan Xiu Zheng	Joint IBPTC and Termination Scheme Design
07.07.2003	Stephan Bärö	Iterative Detection for Coded MIMO Signals
28.11.2003	Christian Bettstätter	Mobility Modeling, Connectivity, and Adaptive Clustering in Ad-Hoc Networks
23.01.2004	Ioannis Oikonomidis	Channel Coding for Multi-Hop Networks
30.01.2004	Frank Schreckenbach	Iterative Detection for Systems with Multilevel Modulation
06.02.2004	Hrvoje Jenkač	Broadcast Strategies for Cellular Systems
07.07.2004	Hrvoje Jenkač	Fountain Codes for Reliable File Broadcast
07.07.2004	Timo Mayer	Comparison between Decision Feedback Detectors
03.11.2004	Ioannis Oikonomidis	Channel Coding for Multi-Hop Networks
17.11.2004	Günther Liebl	Deadline and Distortion Aware Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channel
01.12.2004	Nicolas Dütsch	Universal Lossless Turbo Compression

Fading Multiple-Access with Channel State Information

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Klaus Diepold

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. Dr. Bixio Rimoldi (EPF Lausanne)

Tag der mündlichen Prüfung: 18.11.2003



Multiple-access fading channels with channel state information are studied from an information theoretical point of view. Emphasis is placed on the analysis of achievable rates in a variety of different settings and on optimum accessing schemes of the users in the system. Especially, accessing schemes which support stripping receivers where the users' signals are decoded successively are shown to be optimal.

The realization of stripping receivers based on single-user error correcting codes as, e.g., convolutional or turbo codes is discussed. The impact of error propagation between the decoding stages is analysed and shown to be negligible for practically appealing error rates. The results furthermore demonstrate that a performance close to the information theoretic limits is achievable in the multi-user setting using strong error-correcting codes designed for the single-user case.

Dynamic allocation of resources based on the current channel state is a promising strategy to combat and mitigate fast fading. The achievable rates and optimum accessing schemes are characterized for partial transmitter channel state information which models the interesting case where the transmitters can be controlled via low-rate feedback channels. Accessing can always be organized in a way such that a stripping receiver is optimum. Two feedback schemes are analysed in detail. The first feedback comprises binary quantized versions of the fading coefficients while the second merely identifies the user with currently strongest channel. Both schemes significantly reduce the required rates on the feedback channel at a tolerable loss in performance compared to ideal side information.

Furthermore, the power allocation strategies based on the reduced feedback schemes also ease implementation in practical systems. The usefulness of the derived strategies in systems applying QPSK modulation and turbo-codes has been shown via simulations which have provided similar gains as promised by theoretical analysis.

If the condition of perfect channel state information at the receiver is replaced by the more practical assumption of noisy channel measurements, taking the quality of the channel measurements into account when decoding the users' messages proves beneficial. The capacity or bounds to capacity are obtained for various input constraints and used to derive suitable power allocation strategies based on noisy channel state information.

The dissertation is published by the VDI-Verlag (Fortschritt-Berichte, Ser. 10, Vol. 735).

In dieser Arbeit werden Vielfachzugriffskanäle aus informationstheoretischer Sicht betrachtet. Der Fokus liegt auf der Analyse des Gebiets der erreichbaren Raten für unterschiedliche Szenarien sowie der optimalen Zugriffsstrategien der Benutzer. Zugriffsverfahren und Empfängertechniken, die es erlauben, die Nutzsignale nacheinander zu decodieren, erweisen sich dabei in vielerlei Hinsicht als optimal.

Das Mehrbenutzersystem mit sukzessiver Decodierung der Nutzer wird mit aus dem Einbenutzerfall bekannten fehlerkorrigierenden Codes realisiert, und der Einfluss der Fehlerfortpflanzung zwischen den einzelnen Decodierstufen wird analysiert. Insbesondere werden Faltungscodes und Turbo-Codes betrachtet.

Die dynamische Zuweisung von Ressourcen basierend auf den momentanen Kanalzuständen ist ein vielversprechender Ansatz, um die Auswirkungen des schnellen Signalschwunds zu vermindern oder gar von ihm zu profitieren. Die erreichbaren Raten sowie die optimalen Zugriffsstrategien werden für den Fall ermittelt, dass die Sender lediglich partielle Kenntnis der Kanäle besitzen. Zwei Verfahren, bei denen die Sender lediglich binär über die momentane Kanalgröße oder gar nur über den Nutzer mit den momentan besten Kanalbedingungen informiert werden, werden genauer erörtert. Beide Verfahren reduzieren die erforderliche Übertragungsrate auf dem Rückkanal erheblich, ohne dabei – verglichen mit dem Fall idealer Kanalkennntnis an den Sendern – signifikant an Leistungsfähigkeit einzubüßen. Dieses Ergebnis wird anhand von Simulation für QPSK-Modulation belegt.

Wenn die Bedingung von perfekter Kanalkennntnis am Empfänger durch die Annahme eines verrauschten Kanalzustands ersetzt wird, erweist sich eine Berücksichtigung der Güte der Kanalmessung bei der Decodierung als vorteilhaft. Die Kapazität sowie Kapazitätsgrenzen für verschiedene Eingangsbegrenzungen werden angegeben, und es werden geeignete Leistungsallokationsstrategien basierend auf der verrauschten Kanalzustandsinformation hergeleitet. Im Mehrbenutzerfall bleibt das sukzessive Decodieren der Nutzsignale auch bei verrauschter Kanalkennntnis ein wichtiges Hilfsmittel, um das Gebiet der erreichbaren Raten weiter zu vergrößern.

Die Dissertation ist beim VDI-Verlag als Band 735 in der Reihe 10 der Fortschritt-Berichte erschienen.

Dr.-Ing. Zaher Dawy:

Capacity and Coverage Enhancement for Wireless Cellular Networks

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Klaus Diepold

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. Dr. John G. Proakis (Northeastern University, Boston)

Tag der mündlichen Prüfung: 11.05.2004

Diese Arbeit behandelt Verfahren zur Steigerung der Benutzerkapazität und der Flächenabdeckung in CDMA-basierten zellularen Netzen. Motiviert durch eine informationstheoretische Analyse des Vielfachzugriffkanals und des Relais-Kanals werden zwei grundlegende Systemverbesserungen entwickelt und beurteilt. Um die Interferenz aus der eigenen Funkzelle zu reduzieren, wird die Implementierung von Empfängerkonzepten mit serieller Adaption der Interferenzunterdrückung für Szenarien mit mehreren Serviceklassen und verschiedenen Dienstgüteanforderungen genauer untersucht. Schließlich wird ein neuer Systementwurf vorgeschlagen, bei dem Multi-Hop-Übertragung in ein konventionelles zelluläres System integriert wird, um die Interferenz aus benachbarten Funkzellen effektiv zu verringern.

Die Dissertation ist in der Reihe 10 der Fortschritt-Berichte (VDI-Verlag Nr. 742) erschienen.

A major design issue for wireless cellular networks is the number of cells required to cover a given area of interest with a given user load requirements. Reducing the number of cells leads to a reduction in the required number of base stations and antennas which in turn leads to a significant reduction in the infrastructure cost of the network. The coverage of CDMA-based cellular networks is uplink limited by intracell and intercell interference. The intracell interference stems from the non-orthogonality of the spreading sequences in the uplink and the use of the conventional single user detection (SUD) receiver structure. The intercell interference stems from neighbouring cells due to a reuse factor equal to one. Therefore, there is a

need to enhance the uplink user capacity and coverage of CDMA-based cellular networks to meet the multi-service user demands with minimal infrastructure costs.

Within a network information theory framework, the uplink of cellular networks can be modelled as a Gaussian multiple-access channel (GMAC) where intercell interference is treated as Gaussian noise. Receivers like stripping or serial interference cancellation (SIC) achieve maximum sum rate for a GMAC and appear as a solution to minimize sum transmit power in a cell for a GMAC with attenuations. Motivated by the information theoretical performance and the low complexity implementation of SIC, we investigate the user capacity and coverage enhancement that can be achieved by deploying SIC at the base station instead of the conventional SUD receiver. The gains achieved by SIC are due to the decrease of the intracell interference and depend on the SIC receiver design. Different design choices include feedback decision functions with detection or decoding, number of cancellation stages, power setting strategies, and channel estimation algorithms. For some typical scenarios, the gains achievable by SIC compared to SUD are more than 100% in coverage and more than 100% in user capacity per cell for a given coverage. Even with SIC, the uplink performance is still interference limited by the intercell interference from neighbouring cells. Note that intercell interference in typical cellular networks ranges from 50% to more than 100% of the value of the intracell interference at the base station. Therefore, there is a need to find new techniques that can combat intercell interference.

One of the major elements introduced by multiple user networks is the ability of the users to cooperate with each other to enhance the system performance. One way of cooperation is let some users act as intermediate relays to other users in the network. This can be practically applied to enable wireless communications in ad-hoc networks where the system is highly dynamic without a fixed backbone. Within a network information theory framework, the multi-hop transmission in wireless ad-hoc networks can be modelled by the general Gaussian relay channel. Results show that a reduction up to 20 dB in sum transmit power can be achieved with only four relay nodes between a source and a destination using different practical sub-optimal accessing schemes. Motivated by these information theoretical gains, we investigate the user capacity and coverage enhancement that can be achieved by allowing multi-hop transmission in cellular networks. The achieved gains depend on the allowed complexity of the relay nodes, the routing protocol, and the accessing scheme. By proper network design, large gains are obtained by simple two hop routing mainly due to a reduction in the intercell interference.

To this end, we consider many design issues such as the allowed number of hops, complexity of relay stations, relay selection strategies, and accessing schemes. These issues can also be very useful in devising concepts for the design of fourth generation wireless communication systems where multi-hop transmission is believed to play a central role.

The dissertation is published by the VDI-Verlag (Fortschritt-Berichte, Ser. 10, Vol. 742).

Dr.-Ing. Norbert Görtz (Habilitation)

Joint Source-Channel Coding for Continuous-Amplitude Sources

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Eckehard Steinbach

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Heute (Universität Kiel)

Tag der mündlichen Prüfung: 03.06.2004



For large block-length, information theory suggests the separation principle as a way, of how to design a communication system. It states that source and channel coding may be performed independently of each other – with a binary interface between the components, without any loss in performance.

Almost all practical systems are based on this appealing idea, although the prerequisites of information theory are usually not fulfilled in real-world systems. Hence, strong gains can be achieved in practice if source coding, channel coding and modulation are at least partially joined by elaborate signal processing schemes such as the turbo principle.

The main goals of this work are to provide a theoretical framework for joint source-channel coding and to improve practical communication systems for the transmission of continuous-amplitude signals such as speech, music, or videos. Several examples are given which include channel-adaptive quantization, iterative source-channel decoding, and source-adaptive modulation.

Das Separationsprinzip der Informationstheorie sagt aus, dass man bei sehr großer Zahl gemeinsam codierter Abtastwerte eines Signals ein Kommunikationssystem in Quellen- und Kanalcodierung zerlegen kann, ohne dass ein Verlust an Übertragungsqualität eintritt. Die Teilkomponenten dürfen in diesem Fall unabhängig voneinander entworfen werden, und es reicht eine binäre Schnittstelle zwischen ihnen.

Fast alle praktischen Systeme folgen diesem attraktiven Vorschlag, allerdings sind die notwendigen Voraussetzungen der Informationstheorie

in realen Systemen nie vollständig erfüllbar, z. B. wegen immer vorhandener Beschränkungen von Verzögerungszeiten und Komplexität. Deshalb sind in der Praxis durch eine – zumindest teilweise – gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung hohe Gewinne an Übertragungsqualität erzielbar.

Die beiden wichtigsten Ziele dieser Arbeit sind die Bereitstellung einer Theorie zur gemeinsamen Quellen- und Kanalcodierung sowie die Verbesserung praktischer Verfahren zur Übertragung wertkontinuierlicher Signale wie Sprache, Musik oder Videos. Hierfür werden in der Arbeit unter Anderem die kanaladaptive Vektorquantisierung, die iterative Quellen- und Kanaldecodierung sowie die quellenadaptive Modulation vorgeschlagen.

Bei der kanaladaptiven Vektorquantisierung wird die Idee der Optimierung eines Quantisierers an den Übertragungskanal aufgegriffen. Es wird gezeigt, dass in vielen Fällen fast die gleiche Leistungsfähigkeit wie bei den aus der Literatur bekannten Verfahren erreicht werden kann, allerdings bei drastisch verringertem Speicher- und Rechenaufwand. Die Grundidee besteht in der geschickten Adaption eines Referenzcodebuches an den aktuellen Übertragungskanal anstelle eines kompletten Neudesigns des Quantisierercodebuches für jeden möglichen Kanalzustand.

Die iterative Quellen- und Kanaldecodierung geht von einem optimalen, aber nicht realisierbaren gemeinsamen Decodierverfahren aus. Durch eine geeignete analytische Zerlegung des Algorithmus und eine geschickte Näherung kann der optimale Algorithmus durch zwei getrennt arbeitende Komponenten approximiert werden. Es zeigt sich, dass diese

beiden Komponenten als Soft-In/Soft-Out-Decodierungen für Quelle und Kanal interpretiert werden können. Damit ist der Weg frei für die Anwendung des sog. Turbo-Prinzips, das auf der iterativen Wiederholung der Teil-Decodierungen mit wohldefiniertem Informationsaustausch zwischen den Teil-Decodern beruht.

Die quellenadaptive Modulation geht noch einen Schritt weiter und bezieht auch die Modulation in das gemeinsame Systemdesign mit ein. Zugrunde liegt die Beobachtung, dass bei der Übertragung quantisierter Quellensignale die relative Lage des unquantisierten Signals zum quantisierten Wert einen Einfluss darauf hat, wie sich Symbolfehler bei der Übertragung auf die Qualität auswirken.

Deshalb kann es sinnvoll sein, nicht einen der Modulations-Signalarumpunkte zu senden, die empfangenseitig erwartet werden. Vielmehr wird die Qualität erhöht, wenn man den gesendeten Signalraumpunkt so verschiebt, dass die empfangenseitig unvermeidbaren Detektionsfehler nur relativ geringe Auswirkungen haben. Es ist möglich, diese Idee für QAM- und PSK-Modulation effizient und mit sehr großen Qualitätsgewinnen zu realisieren.

Eine Variante der quellenadaptiven Modulation ist die quellenadaptive Leistungsallokation. Hierbei geht man von einer BPSK- oder QPSK-Modulation aus. Die einzelnen Bits werden jetzt aber nicht mehr alle mit gleicher Leistung gesendet. Vielmehr wird deren Leistung abhängig von der aktuellen Signifikanz des Bits für die Übertragungsqualität variiert. Auch hier ergeben sich bei der Übertragung wertkontinuierlicher Quellensignale hohe Qualitätsgewinne.

Dr.-Ing. Stephan Bairo:

Iterative Detection for Coded MIMO Systems

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Andreas Herkersdorf

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Lindner (Universität Ulm)

Tag der mündlichen Prüfung: 02.11.2004

This thesis treats the transmission of information through channels with multiple transmit and/or receive antennas (so-called „multiple-input-multiple-output“ – MIMO channels). Only the receiver is supposed to have ideal channel state information.

At first, the MIMO channel model is presented along with the theoretical limits to MIMO transmission. These limits are given in terms of the channel capacity. Expressions of the channel capacity are given both for fast-fading and quasi-static channels. In addition to the channel capacity for Gaussian input symbols, the mutual information for specific input alphabets is given.

Furthermore, this work considers non-iterative systems for MIMO channels. Space-Time Block Codes (STBC) and Space-Time Trellis Codes (STTC) are presented as a means of achieving transmit diversity and thereby increasing the reliability of the transmitted signal. For STTC, a generator matrix representation is presented, which is used in a structured code search to optimize the performance. BLAST (Bell-Labs Layered Space-Time) architectures are used along with suitable extensions (minimum mean-squared error) interference cancellation, ordering at the receiver, placement of channel encoder, combination with STBC to increase the data rate instead of the reliability. It is shown how STBC and Layered Space-Time architectures have entered the standardization of present and future mobile communications such as UMTS and HSDPA. The BLAST architectures suffer from error propagation due to the serial interference cancellation approach. Therefore, this thesis presents bit-interleaved coded MIMO transmission with iterative detection

as a suitable scheme that allows approaching the MIMO channel capacity. Within the iterative receiver, the list-sequential (LISS) MIMO detector is presented as an efficient algorithm that delivers the required soft-output information with reduced complexity compared to the optimal APP detector. The principle of the LISS detector is based on sequential decoding of convolutional codes with the stack algorithm, which is extended using path augmentation and generalized log-likelihood ratios. The performance of such a system is analyzed in terms of both BER and complexity. It is shown how the performance of the iterative system can be optimized using multi-dimensional bit labeling or differential pre-coding in the signal mapper. The results are verified using Extrinsic Information Transfer Charts and error rate simulations.

Die Arbeit behandelt die Datenübertragung über Kanäle mit mehreren Sende- und/oder Empfangsantennen (sog. „multiple-input-multiple-output“ oder MIMO-Kanäle). Ein Rückkanal wird nicht betrachtet, d. h. nur der Empfänger besitzt (perfekte) Information über den Kanalzustand.

Zunächst wird das MIMO-Kanalmodell präsentiert, danach werden theoretische Grenzen der Datenübertragung in Form der Kanalkapazität abgeleitet. Für schnell veränderliche Kanäle wird die ergodische Kapazität benutzt, für langsam veränderliche oder quasi-statische Kanäle die Outage-Kapazität betrachtet. Neben der Kapazität für Gaußsche Symbole wird auch die Transinformation für diskrete Alphabete angegeben.

Weiterhin werden nicht-iterative Methoden für MIMO-Kanäle behandelt, die maximale Sendediversität

erreichen: *Space-Time Block Codes* (STBC) und *Space-Time Trellis Codes* (STTC). Mittels Matrixdarstellung und strukturierter Suche werden bessere STTC gefunden. Anstelle der Zuverlässigkeit der Daten kann auch die Datenrate erhöht werden.

Ein Standardverfahren hierfür ist BLAST (Bell-Labs Layered Space-Time). Als Erweiterungen werden in der Arbeit MMSE-Interferenzunterdrückung, Sortierung der Signale am Empfänger und unterschiedliche Platzierungen der Kanalcoder in Kombination mit Space-Time Block Codes untersucht. Es wird gezeigt, wie STBC und BLAST Eingang in die Standardisierung aktueller Mobilfunksysteme wie UMTS und HSDPA gefunden haben.

Die serielle Interferenzunterdrückung des BLAST-Empfängers führt zu Fehlerfortpflanzung. Das Problem kann durch den Einsatz iterativer Empfänger behoben werden, wofür in dieser Arbeit das Verfahren „Bit-interleaved Coded Modulation“ mit iterativer Detektion angewendet wird. Zur Schätzung der Zuverlässigkeit wird der „List-sequential Detector“ benutzt. Das Verfahren beruht auf Prinzipien der sequenziellen Decodierung von Faltungscodes mit Hilfe des „Stack“-Algorithmus und wird durch die Erweiterung unvollständiger Pfade und eine allgemeinere Berechnung der Zuverlässigkeitsinformation ergänzt. Eine BER-Analyse wird durchgeführt und der Aufwand abgeschätzt. Schließlich wird gezeigt, wie die Leistung des BICM-Systems durch mehrdimensionale Bitzuordnungen und differenzielle Vorencodierung im MIMO-Modulator verbessert werden kann. Die Ergebnisse werden durch „Extrinsic Information Transfer Charts“ und Fehlerraten-Simulationen überprüft.

Dr.-Ing. Michael Tüchler:

Turbo Equalization

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Klaus Diepold

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. A. Singer Ph.D. (Univ. of Illinois at Urbana-Champaign).

Tag der mündlichen Prüfung: 17.11.2004



The dissertation [1] considers the problem of point-to-point communication over a channel introducing intersymbol interference (ISI), where the data to be transmitted is protected by an error-correction code. The receiver in such a communication system faces two problems: that of mitigating the effects of ISI (equalization or detection) and that of decoding. The major contribution of this thesis is the study of an iterative receiver method called turbo equalization, which efficiently solves these two problems jointly.

First, a theoretical foundation of the above mentioned communication system is presented and asymptotic performance limits are pointed out. In the second chapter, the turbo equalization algorithm is derived. Numerous equalization strategies suitable for turbo equalization are developed and analyzed regarding their performance and computational complexity. The focus is placed on minimum mean square error estimators, which can be implemented efficiently with linear filters.

Next, a convergence analysis of the turbo equalization algorithm using EXIT charts is carried out, which yields significant insights into how the algorithm works and how its performance can be optimized. As a result, system configurations are defined, whose receiver achieves a low bit error rate close to theoretical limits.

The final chapter introduces the factor graph concept, which explains the intuitive design rules behind the turbo equalization algorithm and unifies the different equalization algorithms. In addition, two novel iterative equalization algorithms are derived from a factor graph model containing cycles.

Die Dissertation [1] behandelt Punkt-zu-Punkt-Übertragungssysteme, bei denen der Übertragungskanal Intersymbolinterferenzen verursacht und die zu sendenden Daten durch einen fehlerkorrigierenden Code geschützt sind. Im Empfänger eines solchen Systems müssen zwei grundsätzliche Probleme gleichzeitig gelöst werden, nämlich die bestmögliche Reduzierung der Intersymbolinterferenzen (Entzerrung und Detektion) sowie die Decodierung. Das Hauptthema der Arbeit ist die Turbo-Entzerrung, ein Empfangsverfahren, das die beiden oben genannten Probleme effizient löst.

Das erste Kapitel behandelt die theoretischen Grundlagen, um alle Teile des gewählten Kommunikationssystems verstehen zu können. Zudem wird die theoretisch erreichbare Leistungsfähigkeit des Übertragungssystems als Funktion der Systemparameter – wie beispielsweise des ausgewählten Typs des fehlerkorrigierenden Codes – ermittelt.

Das zweite Kapitel erklärt das Verfahren der Turbo-Entzerrung. Mehrere Entzerrungsalgorithmen werden hergeleitet und bezüglich der erreichbaren Leistungsfähigkeit und der Rechenkomplexität analysiert. Der Fokus liegt auf dem Minimum-Mean-Square-Error-Verfahren, da sie mit Hilfe linearer Filter im Zeit- oder Frequenzbereich effizient realisiert werden können. Das Ergebnis dieses Kapitels ist eine Liste möglicher Implementierungen, die als unterschiedliche Arbeitspunkte in einem Performance-Komplexitäts-Diagramm dargestellt werden können.

Das dritte Kapitel analysiert die Konvergenzeigenschaften des Verfahrens der Turbo-Entzerrung mit Hilfe von EXIT-Charts. Dabei werden die Wahrscheinlichkeitswerte,

welche Entzerrer und Decoder während der Iterationen austauschen, als Realisierungen einer eindimensionalen Zufallsvariablen modelliert. Mehrere neue Eigenschaften von EXIT-Charts werden hergeleitet und die Genauigkeit dieses approximativen Analyseverfahrens erklärt. Ferner wird gezeigt, dass die Leistungsfähigkeit der im Kapitel 2 hergeleiteten filterbasierten Entzerrungsverfahren sehr nahe an die von trellisbasierten Verfahren bei einer vergleichsweise stark reduzierten Rechenkomplexität heranreicht. Darüber hinaus werden Optimierungsverfahren hergeleitet, um Nachrichtenübertragungssysteme im Hinblick auf verschiedene Kostenfunktionen hin zu optimieren – beispielsweise eine sehr niedrige Bitfehlerrate bei einem Signal-zu-Rausch-Abstand sehr nahe an der theoretischen Grenze oder bei kurzen Blocklängen im Übertragungssystem.

Das vierte und letzte Kapitel behandelt das Konzept der Faktorgraphen, welches viele der intuitiv eingeführten Regeln des Verfahrens der Turbo-Entzerrung erklärt. Das heißt, dass mit geeigneten Faktorgraphen die im zweiten Kapitel hergeleiteten Algorithmen auf eine gemeinsame theoretische Grundlage gestellt werden können.

Damit wird auch gezeigt, warum die filterbasierten Entzerrungsverfahren im Vergleich zu den trellisbasierten optimalen Verfahren so gut abschneiden. Abschließend werden zwei neue iterative Entzerrungsalgorithmen hergeleitet, welche auf einem zyklenbehafteten Faktorgraphenmodell beruhen.

[1] Tüchler, M.: *Turbo Equalization*. VDI-Fortschritt-Berichte, Reihe 10, Nr. 751, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2005

Dr.-Ing. João Barros:

Reachback Communication in Wireless Sensor Networks

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Georg Färber

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Dr. rer. nat. Holger Boche (TU Berlin)

Tag der mündlichen Prüfung: 19.11.2004

This thesis is concerned with a sensor network scenario, in which hundreds of tiny, low-cost sensor nodes are deployed on a field to take measurements from a physical process. A fundamental goal is then to send the correlated data picked up by all the nodes back to a remote processing station.

The first part of the thesis studies the ultimate performance limits for this class of communications systems using the mathematical tools of network information theory. By modelling the sensor network as a set of multiple correlated sources that are observed by partially cooperating encoders and transmitted over an array of orthogonal channels, we are able to characterize the reachback capacity, i.e., the exact conditions on the sources and the channels under which reliable communication with the far receiver is possible. An important conclusion to be drawn from our proofs, is that for a large (and arguably most relevant) class of networks, separate source and channel coding provides an optimal system architecture.

The main focus of the second part of the dissertation is on the rate-distortion version of the sensor reachback problem. After reporting on some progress was made towards the solution of the long-standing multi-terminal source coding problem, we extend its formulation to the case of partial cooperation between encoders and providing a partial characterization of the corresponding rate-distortion region.

The third part is dedicated to the more practical problem of jointly decoding the correlated data transmitted by hundreds of sensor nodes. First, it is shown that the optimal decoder based on minimum mean

square estimation (MMSE) is unfeasible – its complexity grows exponentially with the number of nodes. Then, we present a two-step “scalable” alternative:

- (1) approximate the correlation structure of the data with a suitable factor graph,
- (2) perform joint source-channel decoding on this graph using the sum-product algorithm.

Based on this general approach, which can be applied to sensor networks with arbitrary topologies, we give an exact characterization of the decoding complexity, as well as optimization algorithms for finding optimal factor trees under the Kullback-Leibler criterion.

The dissertation concludes with an overview of current research challenges in the theory and practice of wireless sensor networks.

Als drahtlose Sensornetze bezeichnet man selbstorganisierende Kommunikationsnetze von kleinen und aufwandsarmen Geräten, die die Fähigkeit besitzen, Messungen durchzuführen, Daten zu verarbeiten und Nachrichten zu senden und zu empfangen. In vielfältigen Anwendungen ist vorgesehen, dass diese Sensoren über eine Region verteilt werden, um Daten über einen Prozess (z. B. Umweltverschmutzung, Temperaturschwankungen, Radioaktivität) zu sammeln. Diese korrelierte Information muss zu einem bestimmten Zeitpunkt über den sog. *Reachback-Kanal* an eine zentrale Stelle zur weiteren Verarbeitung und Auswertung weitergeleitet werden.

Im ersten Teil der Arbeit wird der Reachback-Kanal informationstheoretisch betrachtet. Als Basismodell dient ein Kommunikationssystem mit mehreren korrelierten Informa-

tionsquellen, deren Information getrennt codiert und über statistisch unabhängige Kanäle zu einem gemeinsamen Empfänger geschickt wird. Der Decoder kennt die Verbundwahrscheinlichkeit der Daten und kann Korrelationen zwischen diesen ausnutzen, um die bestmögliche Rekonstruktion zu erzeugen. Durch eine Reihe von Codierungstheoremen werden die theoretischen Grenzen für die robuste Datenübertragung in diesem Szenario bestimmt. Ein wichtiges Ergebnis ist, dass die getrennte Quellen- und Kanalcodierung eine optimale Systemarchitektur für diese relevante Klasse von Kommunikationsnetzen bietet.

Im zweiten Teil der Dissertation wird dieses Problem aus Sicht der *Rate-Distortion Theory* betrachtet. Hier werden Beiträge zur Lösung des verteilten Quellencodierungsproblems und neue Ergebnisse für den Fall mit Kooperation zwischen den Encodern vorgestellt.

Der dritte und letzte Teil beschäftigt sich mit der gemeinsamen Decodierung von Daten, die von Hunderten von Sensoren stammen, unter Berücksichtigung der algorithmischen Komplexität. Da diese beim optimalen Decoder exponentiell mit der Anzahl der Sensoren wächst, wird eine skalierbare Lösung vorgeschlagen, welche die Korrelationsstruktur der Daten mit einem optimierten Faktorgraphen approximiert und die Schätzung mit dem so genannten *Belief-Propagation*-Algorithmus durchführt.

Zum Schluss gibt die Dissertation einen Überblick über weitere Forschungsthemen, die für Sensornetze relevant sind.

Die Online-Version der Dissertation finden Sie unter <http://tumblr.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss>.

Dr.-Ing. Andrew Schaefer:

Insights and Analysis of Analog and Iterative Decoding

Vorsitzende: Prof. Dr. rer. nat. Doris Schmitt-Landsiedel

1. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer

2. Bericht: Bettex Prof. Daniel J. Costello Ph.D.
(University of Notre Dame, Indiana, USA)

Tag der mündlichen Prüfung: 01.02.2005



The first words in the thesis title are "Insights and Analysis of ...". This refers to the emphasis on gaining insight and the broad range of perspectives taken on analog and iterative decoding examined in the thesis. Analog decoding refers to the implementation of decoding algorithms for channel codes in analog VLSI. The perspectives considered range from investigating analog decoding from a numerical analysis point of view, to gaining insight into the performance of short block-length iterative codes, to considering analog decoding on the system level and finding appropriate applications in, right down to investigating circuit design for novel dual algorithms.

Firstly, a comparison of analog and digital decoders was made by examining small codes. By examining the behaviour of eigenvalues of decoding algorithms and by using results on fixed points of decoding graphs, it was possible to conclude that analog and digital decoders are equivalent for codes with graphs having one or no cycles. Examples of such codes are terminated and tailbiting convolutional codes. Results on fixed points for turbo codes as well as empirical evidence lead to the conjecture (without proof) that analog and digital decoders do very similar things and when they do not the analog decoder is on average slightly better.

Next, the effects of underestimation and overestimation in graphs with cycles were demonstrated and it was found that using second order extrinsic information in iterative decoders does not provide significant gains. This indicates that poor performance of mid-size turbo codes could be more a code property than a decoder property.

In addition, estimates for minimum ring sizes of a rotating ring decoder for LDPC convolutional codes were made and near identical behaviour of digital and analog decoders was demonstrated also. A link between circuit layout and decoder speed was also established such that we can make analog decoders even faster. To do this, predictions of analog decoding trajectories on EXIT charts can also be used. Characteristic curves for the source decoder in a PCM voice system were determined where the final goal is to construct an all-analog chip. Lastly results for an analog decoder for a DPSK turbo receiver were shown. Some core components of circuits for the implementation of the dual BCJR algorithm were investigated. A full but distorted voltage swing was achieved where the main distorting factor was the early effect and the main challenge being the accuracy required in the circuit currents.

The dissertation will be published by the VDI-Verlag (Fortschritt-Berichte, Ser. 10).

Die ersten Worte im Titel der Arbeit sind „Einblicke und Analyse ...“. Diese beziehen sich auf das Ziel der Arbeit, Einblicke zu gewinnen und auf das breite Spektrum an Perspektiven, aus dem heraus diese Einblicke gewonnen werden.

Analoge Decodierung bezieht sich auf die Implementierung von Algorithmen zur Decodierung von Kanalcodes in analoger VLSI-Technik. Die verschiedenen Perspektiven sind die Untersuchung der analogen Decodierung bezüglich den numerischen Aspekten, die Untersuchung von Codes mit kurzer Blocklängen, analoge Decodierung auf Systemebene und letztendlich die Schal-

tungsentwicklung für neuartige duale Decodieralgorithmen.

Zuerst wurden analoge und digitale Decoder für Codes mit kurzen Blocklängen verglichen. Durch Eigenwertanalyse konnte man zeigen, dass für Codes mit einem oder keinem Zyklus im Codegraph analoge und digitale Decoder äquivalent sind. Beispiele solcher Codes sind terminierte und Tail-Biting-Faltungscodes. Sowohl theoretische Ergebnisse für Turbo-Codes als auch empirische Daten lassen vermuten, dass sich analoge und digitale Decoder für diese Codes sehr ähnlich verhalten. Unterscheiden sie sich, so sind meist die analogen Decoder geringfügig besser.

Als nächster Punkt wurden die Effekte von Über- und Unterschätzung von Zuverlässigkeiten analysiert. Es wurde gezeigt, dass die Benutzung von extrinsischer Information zweiter Ordnung nicht stark zur Decodierleistung beiträgt.

Auch „Rotating Ring“-Decoder für LDPC-Codes wurden betrachtet, wobei nochmals gezeigt werden konnte, dass analoge und digitale Decoder nahezu identisches Verhalten aufweisen. Der Einfluss des Schaltungslayouts auf die Decodiergeschwindigkeit wurde unter Verwendung von EXIT-Charts eingehend untersucht und dadurch erreicht, dass noch schnellere analoge Decoder gebaut werden können.

Als Implementierungsbeispiele wurden ein PCM-Sprachsystem und eine DPSK-Übertragung verwendet. Auf Schaltungsebene wurden Fortschritte bei der Implementierung eines dualen BCJR-Algorithmus in analoger VLSI-Technik erreicht.

Die Dissertation wird in der Reihe 10 der Fortschritt-Berichte beim VDI-Verlag erscheinen.

Dr.-Ing. Stephan Bairo, 1971 in Haan im Rheinland geboren, studierte an der RWTH Aachen und der ENST Paris Elektrotechnik. 1997 kam er als Assistent an den LNT und bearbeitete zunächst ein DFG-Projekt und anschließend ein BMBF-Projekt zum Thema „Empfängeralgorithmien für Mehrantennensysteme“ in Kooperation mit Ericsson Eurolab Deutschland GmbH und der TU Dresden. In der Lehre betreute er von 1998 bis 2000 und nochmals 2004 die Vorlesung „Nachrichtentechnik 1“ und mehrere Praktika. Darüber hinaus beteiligte er sich intensiv an Entwurf, Installation und Betrieb des lehrstuhleigenen Rechnernetzes. Seit August 2004 ist Dr. Bairo bei der Robert Bosch GmbH in Stuttgart im Bereich *Kraftfahrzeugtechnik* tätig.



Dr.-Ing. João Barros, 1976 in Coimbra/Portugal geboren, studierte Elektrotechnik und Informationstechnik an den Universitäten von Porto und Karlsruhe. Am LNT beschäftigte er sich von 1999 bis 2004 mit informationstheoretischen Betrachtungen von Sensornetzen und der gemeinsamen Quellen- und Kanalcodierung. In den Jahren 2002 und 2003 forschte er als Fulbright-Stipendiat für insgesamt 6 Monaten an der Cornell University in den USA. In der Lehre betreute er die Vorlesung „Informationstheorie und Quellencodierung“, für die er 2003 vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst den Preis für gute Lehre erhielt. Darüber hinaus war er als Programm-



Persönliches über den Habilitanten und die Doktoranden

koordinator für die Organisation und Weiterentwicklung des neuen internationalen Graduiertenstudiengangs der Fakultät – *Master of Science in Communications Engineering* – zuständig. Anfang 2005 wurde Dr. Barros als Professor an die Fakultät für Naturwissenschaften der Universität von Porto berufen.

Dr.-Ing. Zaher Dawy, born in 1977 in Lebanon, received his B.E. degree in Communications Engineering from the American University of Beirut (AUB) in 1998, and his M.Sc. and Dr.-Ing. degrees from Munich University of Technology (TUM) in 2000 and 2004, respectively. Between 2000 and 2003 he managed a research project with Siemens AG where he designed advanced receiver structures for UMTS base stations. From 2003 to 2004, he led a research group on a new project with GSF National Research Center for Environment and Health that deals with the application of concepts from Communications to problems in the field of Human Genetics. Moreover, he taught graduate courses on Communications Engineering and Information Theory. Since October 2004, he is an Assistant Professor at the Electrical and Computer Engineering department at AUB in Beirut, Lebanon. Dr. Dawy is the recipient of best MSCE graduate award from TUM in 2000, youth and knowledge Siemens scholarship for distinguished students in 1999, and distinguished graduate medal of excellence from Harriri foundation in 1998.



Dr.-Ing. Norbert Görtz, geboren 1964 in Mönchengladbach, kam nach seiner Promotion an der Universität Kiel 1999 und anschließender Post-Doc-Zeit 2000 als wissenschaftlicher Assistent an den LNT. Sein Hauptarbeitsgebiet und Thema der 2004 abgeschlossenen Habilitation



war die gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung. Er führte iterative Decodierverfahren bei der Übertragung korrelierter Quellensignale ein und verwendete erstmals bei der gemeinsamen Codierung eine quellensensitive adaptive Modulation. Weiterhin befasste er sich mit der Anpassung von Vektorquantisierern an die paketbasierte Übertragung wertkontinuierlicher Signale (Projekt mit der Fa. Siemens). Von 2001 bis 2003 betreute er die Vorlesung „Nachrichtentechnik 1“ und hielt seine eigene Wahlvorlesung „Quellen- und Kanalcodierung im Mobilfunk“. Er war der Organisator des wissenschaftlichen Symposiums, das im Oktober 2001 anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Hagenauer stattfand. Nach einem dreimonatigen Aufenthalt bei Prof. J. B. Anderson an der Universität Lund in Schweden übernahm er im Sommer 2004 die C4-Vertretungsprofessur für Hochfrequenztechnik und Kommunikationssysteme an der Universität in Kassel. Seit Oktober 2004 forscht und lehrt Dr. Görtz an der University of Edinburgh.

Dr.-Ing. Michael Mecking, 1972 in Karlsruhe geboren, war von 1997 bis 2003 wissenschaftlicher Assistent am LNT. In dieser Zeit bearbeitete er u. A. die Projekte „Empfängertechniken für UMTS“ sowie „Zugriffsstrategien für den Uplink von CDMA-Systemen mit kanalgesteuertem Scheduling“ mit der Fa. Siemens. Der Schwerpunkt seiner Forschungsarbeiten war die Mehrnutzer-Informationstheorie für Mobilfunkkanäle. Dr. Mecking war 2001 zu einem viermonatigen Forschungsaufenthalt an der EPFL in Lausanne bei Prof. Rimoldi. Seit September 2003 ist er bei der BMW AG im Bereich *Mensch-Maschine-Interface* tätig. Als Lehrbeauftragter hält er seit 2004 für das MSCE-Programm die Vorlesung „Information Theory and Source Coding“, für die er schon 1998–2002 eigenverantwortlich war.



Dr.-Ing. Andrew Schaefer, geboren 1978 im australischen Adelaide, studierte Elektrotechnik an der University of Adelaide. Nach seinem B.Sc.-Abschluss 1998 war er bis 2000 Student im ersten Kurs des an der Fakultät EI der TU München neu initiierten Programms *Master of Science in Communications Engineering*. Er wurde gemeinsam mit Z. Dawy als einer der beiden Jahrgangsbesten ausgezeichnet. Am LNT, dem er von 2000 bis 2004 angehörte, bearbeitete er ein Projekt mit Lucent Technologies und Bell Labs über Decodieralgorithmen in analoger VLSI. 2002 und 2004 war er vier Monate an der University of Notre Dame in Indiana/USA und forschte mit Prof. Dan Costello. In der Lehre betreute er die Praktika „Communications Lab“ und „Mobile Communications Lab“. Seit November 2004 ist Dr. Schaefer bei Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG in München im Bereich der digitalen Signalverarbeitung tätig.



Dr.-Ing. Michael Tüchler, geboren 1975 in Hildburghausen, Thüringen, studierte in Ilmenau, München und an der University of Illinois Elektrotechnik. 2000 schloss er sein Studium als M.S. (UIUC) ab. Danach war er bis 2003 wissenschaftlicher Mitarbeiter am LNT. Er bearbeitete zwei Industrieprojekte im Bereich *Magnetic Recording* mit dem IBM Research Lab in Zürich und zum Thema *HF Communication over the Ionosphere* mit dem Norwegian Defense Research Establishment. Daneben betreute und entwickelte er die Vorlesung „Channel Coding“. Sein Forschungsschwerpunkt lag auf dem Gebiet der Turbo-Entzerrung. 2004 absolvierte er ein MBA-Programm am Collège des Ingénieurs in Paris und einen Projektaufenthalt bei der Siemens AG im Bereich *Medical Electronics*. Seit Dezember 2004 ist Dr. Tüchler an der FH Aargau in Windisch in der Schweiz im Bereich *Signalverarbeitung in der Mikroelektronik* tätig.



Es folgen die Personalien der Doktoranden, deren Arbeit bereits vom Fachbereich angenommen wurde, deren Promotionsverfahren aber noch nicht abgeschlossen ist.

Dipl.-Ing. Markus Kaindl wurde 1972 in Augsburg geboren und studierte Elektro- und Informationstechnik an der TU München. Von 1998 bis 2005 war er Assistent am LNT und bearbeitete u. A. Forschungsaufträge der Siemens AG. Er beteiligte sich an der Standardisierung des Adaptive Multi-Rate (AMR) Codecs und des Wideband-AMR-Codecs für GSM und beschäftigte sich mit Verfahren zur effizienten Unterstützung von IP-basierten Diensten für das GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN). In der Lehre betreute er die Vorlesung „Informationstheorie und Quellencodierung“ sowie mehrere Praktika. Sein Forschungsschwerpunkt lag auf dem Gebiet der Kanalcodierung für leitungsgebundene und paketvermittelte Übertragung von Sprache und Daten im GSM-System. Ferner beteiligte er sich an Konzeption, Aufbau und Betrieb des LNT-Rechnernetzes. Ab April 2005 ist M. Kaindl bei der BMW Group im Bereich der Entwicklung von Bluetooth-Telefonsystemen tätig.



Dipl.-Ing. Florian Röhrbein, 1970 in München geboren, studierte an der TUM Informatik und war denn Stipendiat im Rahmen des Graduiertenkollegs 267 namens „Sensorische Interaktionen in biologischen und technischen Systemen“. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Sensomotorik beschäftigte er sich in der Folgezeit mit interdisziplinären Fragestellungen im Bereich der *Computational Neuroscience*, u. A. an der medizinischen Fakultät der LMU München, am MacKay Institute, an der Keele University und im Generation Research Program in Bad Tölz. Zur Zeit arbeitet er an der Universität Bremen bei Prof. Schill und



Dr. Zetsche in der Arbeitsgruppe „Kognitive Neuroinformatik“.

Dipl.-Ing. Melanie Witzke, geboren 1974 in Köln, studierte an der RWTH Aachen Elektro- und Informationstechnik. Von 1999 bis 2005 war sie dann wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik.



Ihr Forschungsschwerpunkt lag auf dem Gebiet der Sender- und Empfängerstrukturen für Mehrantennensysteme im Mobilfunk. Zu diesem Thema bearbeitete sie ein dreijähriges Forschungsprojekt mit der Fa. Ericsson. Sie betreute über viele Jahre die Vorlesung „Kanalcodierung“ und im letzten Wintersemester die Veranstaltung „Grundlagen der Informationstechnik“. Melanie Witzke wird unseren Lehrstuhl Ende März verlassen und ist ab April 2005 Mitarbeiterin der EADS Astrium GmbH in Ottobrunn.

Dipl.-Ing. Johannes Zangl, geboren 1974 in Augsburg, studierte Elektro- und Informationstechnik an der TUM und ist seit 2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter des LNT. In dieser Zeit bearbeitete er u. A. ein mehrjähriges DFG-Projekt in dem Schwerpunktprogramm „Adaptivität in heterogenen Kommunikationsnetzen mit drahtlosem Zugang (AKOM)“. Im Bereich der Lehre betreute er die Vorlesungen „Grundlagen der Informationstechnik“ und „Mobile Communications Lab“. Zudem war er als Systemverwalter für die Betreuung des LNT-Rechnernetzes sowie des Mobilfunklabors verantwortlich.



Neue Anwendungen der Informations- und Codierungstheorie

Joachim Hagenauer

6

Arbeitsgebiete

Research in the field of engineering should always pick up new promising subjects and discard areas which have already entered the development and product phase. The crucial question, of course, is how to find new promising fields. Therefore, it is important to be active in the international research in industry co-operations to be able to monitor new upcoming trends and needs.

At LNT we have been rather successful in this respect. For example, we have started with MIMO systems already in 1996 working in close contacts with some of its original inventors at AT&T Shannon Labs. This area is now with the dissertations of Stephan Báro and Melanie Witzke beyond its peak. What is termed today as cross-layer design has been pursued at our institute in a specific way by designing joint source-channel coding for ten years, culminating in the joint design for the AMR codec now standardized in GSM and other mobile systems and in the theoretical work of Norbert Görtz documented in his habilitation. Although Turbo Codes were not invented at LNT we recognized very early that the underlying principle is far more reaching. Gerhard Bauch, Michael Tüchler, and Christian Kuhn applied the turbo-principle to equalization, Frank Schreckenbach to modulation, João Barros to multiple-description, Rainer Bauer to compression, and Markus Kaindl and

Norbert Görtz to source-channel decoding.

During the time covered by this report we entered the new areas of sensors, relays, and networks, where a group around Zaher Dawy, Johannes Zangl, and Ioannis Oikonomidis is still very active. Again, the turbo-principle is very useful. We are designing a turbo-relay, a turbo-fountain, and turbo-network-coding by applying concatenated and LDPC codes. One other focus in this area was on the reduction of electromagnetic radiation through the use of relays in cellular networks within the project "MiniWatt".

A very active subset of LNT is the mobile video group pioneered by Alexander Seeger and Thomas Stockhammer and continued by Günther Liebl, Christian Buchner, Hrvoje Jenkač, and recently Timo Mayer. They developed – sponsored by industry – the most successful video-online-simulation tool WiNe2 used in UMTS, EGPRS, HSDPA and MBMS. In 2004/2005 it was demonstrated at trade fairs in Hong Kong and Cannes as well as at a "Road Show" in California. The subjective quality of videos was assessed in cooperation with Professor Hauske.

We are very pleased with the world-wide acceptance of analog decoders, an idea which sprung up at LNT in 1997. It was sponsored by Lucent Bell Labs for 4 years and resulted in a 10 Gbit/s decoder realized

in analog VLSI in SiGe technology. Today, more than eight research groups world-wide have boarded this band wagon and the 4th International Workshop on Analog Decoding is under way. Andrew Schaefer and Matthias Mörz have treated theoretical and practical aspects of this revolutionary technology in their dissertations.

In most of the areas mentioned above Shannon's information theory lays the ground work. We further believe that information theory and error correction methods should be connected with genetics and the DNA. Therefore, with the help of a gene-biologist, we started a genetics group at LNT around Z. Dawy, B. Göbel, and P. Hanus. With an invited talk and six accepted papers at international biology and communications conferences the group had a good start. The idea is to study the information transfer between genetic defects and diseases and to look for error correcting mechanisms within the DNA reproduction process – an exciting new field which hopefully will be sponsored by DFG.

On page 53 Professor Hanik describes the research activities in the wide field of wired and optical communication systems. The focus of this group, which started in 2004 with Norbert Hanik and Bernhard Göbel, will be on optical Wavelength-Division-Multiplex systems and on transparent optical networks.

In der ingenieurwissenschaftlichen Forschung gilt es, auf der Grundlage einer soliden Theorie immer wieder neue Wissenschaftsgebiete zu erschließen und gleichzeitig solche Themenbereiche wieder zurückzuführen, die schon in die Entwicklungsphase übergegangen sind. Die Schwierigkeit hinsichtlich des ersten Punktes ist, immer etwas zugkräftiges Neues zu finden. Die Gefahr beim zweiten Punkt liegt darin, an Bewährtem zu lange festzuhalten, weil man es beherrscht und noch immer um ein Epsilon verbessern kann.

Ich möchte an einigen ausgewählten Beispielen – die später in den Berichten der einzelnen Mitarbeiter wieder auftauchen – zeigen, wie wir beide Aspekte am LNT handhaben.

MIMO-Mobilfunksysteme

Soweit ich weiß, waren wir 1996 am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik die ersten in Deutschland, die sich der Untersuchung von *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO)-Systemen zugewandt haben. Darunter verstehen wir nicht die Array-Steuerung und das Beamforming der Antennen, sondern die Detektion und die Decodierung von codierten Mehrantennensystemen. Begünstigt wurde dieser frühe Einstieg in eine neue Technologie dadurch, dass der LNT-Mitarbeiter Gerhard Bauch mehrere Forschungsaufenthalte bei den AT&T Shannon-Labs in New Jersey absolviert und dabei mit den Pionieren dieser Technik – Alamouti, Calderbank, Dhiggavi, Seshadri, Tarokh und Anderen – eng zusammengearbeitet hat. Seine eigenen Ergebnisse zur Thematik „MIMO“ hat er laufend veröffentlicht und 2000 in seiner Dissertation zusammengefasst.

Stephan Bairo und Melanie Witzke haben in der Folgezeit das Gebiet

weiter behandelt, unter Anderem in einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit der Firma Ericsson ab 1999. Mit den Dissertationen von S. Bairo (S. 38), der die Verwendung des List Sequential-Algorithmus bei MIMO untersuchte, und M. Witzke (S. 64), die den Detektor mit erweitert-linearem Filter eingesetzt hat, ist dieses Thema am LNT abgeschlossen.

Quellen- und Kanalcodierung

Die gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung, heute auch als *Cross-Layer-Optimization* bezeichnet, wird am LNT schon seit Mitte der 90er Jahre untersucht. Die mit dieser Theorie durch Thomas Hindelang und Markus Kaindl entworfene Kanalcodierung für das AMR-Sprachcodec wurde inzwischen in den GSM-Standard integriert und wird wohl in einer Milliarde GSM-Handys benutzt werden.

Die Habilitation von Norbert Götz (S. 37) beinhaltet eine Theorie zur gemeinsamen Quellen- und Kanalcodierung. Die gerade eingereichte Dissertation von M. Kaindl fasst die wissenschaftlichen Untersuchungen in diesem Umfeld abschließend zusammen. Auf S. 57 finden Sie eine Kurzbeschreibung.

Analoger Decoder

Die Idee zum analogen Decoder entstand 1997, was durch die damalige Patenteinreichung dokumentiert ist. Über sieben Jahre haben wir an der Theorie und der VLSI-Realisierung dieser Idee gearbeitet bis hin zu einem Chip in Si-Ge-Technologie, der bei 10 Gbit/s arbeitet.

Unsere langjährigen Förderer und Projektpartner bei Lucent Bell Labs in USA haben zu diesem Erfolg beigetragen. Inzwischen gibt es etwa 10 Gruppen weltweit, welche dieses Thema bearbeiten; der vierte Workshop zu diesem Thema findet demnächst statt.

Andrew Schaefer und Matthias Mörz, der den Münchener Business Plan-Wettbewerb mit einem Vorschlag zur Kommerzialisierung des analogen Decoders gewonnen hat, berichten über ihre abschließenden Arbeiten zu diesem Thema auf den Seiten 41 und 60.

Videokommunikation

Dieses Gebiet spielt am LNT seit den ersten Arbeiten von Alexander Seeger 1994 eine große Rolle, die von Thomas Stockhammer und dessen Diplomanden Günther Liebl und Hrvoje Jenkač fortgeführt wurden. Auch deren ehemalige Diplomanden Christian Buchner und Timo Mayer arbeiten in der Video-Gruppe des LNT mit.

Bereits 1999 wurde von G. Liebl und T. Stockhammer – unabhängig von Fördergeldern oder Drittmittelprojekten – das Konzept eines Realtime-Wireless-Network-Simulators erstellt. Basierend auf diesen Arbeiten wurde innerhalb des vom BMBF geförderten Projektes INVINET ein Demonstrator für Videokommunikation über GSM-GPRS realisiert, der im Jahre 2002 unter dem Begriff „WiNe2“ mit großem Erfolg vorgeführt wurde. Inzwischen sind die wesentlichen Forschungsarbeiten hierzu beendet; der Demonstrator ist nunmehr für UMTS, EGPRS, HSDPA und MBMS einsetzbar. Näheres hierzu findet man in den Beiträgen auf den Seiten 48, 56 und 63. Die Weiterentwicklung und Vermarktung wurde an die dafür eigens gegründete Firma NOMOR ausgegliedert (siehe auch Kapitel 11.5).

Die Video-Gruppe war und ist an sehr vielen Industrieprojekten und DFG-Verbundvorhaben beteiligt, arbeitet aber auch mit der Stanford University zusammen (siehe S. 59). Gert Hauske, Professor für Visuelle Kommunikation, untersucht gemeinsam mit T. Stockhammer die subjektive Bildqualität von Videosequenzen bei niedrigen Bitraten (siehe S. 54). H. Jenkač ist zusammen mit dem neuen Mitarbeiter Timo Mayer (seit Januar 2005) auch am sogenannten Turbo-Fountain-Projekt beteiligt, das bei Multimedia-Broadcast eine große Rolle spielt.

Informationstheorie

Dieses ist seit Jahren eines der Kernwissenschaftsgebiete des Lehrstuhls. Beispielsweise werden in der Dissertation von Michael Mecking Vielfachzugriffsverfahren aus informationstheoretischer Sicht betrachtet (siehe S. 35).

Neuland betreten wir mit den informationstheoretischen Untersuchungen zum Multi-Hop-, Relais-, und Sensor-Netzwerk-Kanal, wie es in den theoretischen Arbeiten von Zaher Dawy (S. 36) und João Barros (S. 40) sichtbar wird. Auf der mehr anwendungsorientierten Seite dieses Problems arbeitet Johannes Zangl, der bei Sensor-Netzwerken das von ihm neu definierte Qualitätsmaß der Informationsgeschwindigkeit optimiert (S. 65). Ioannis Oikonomidis untersucht und optimiert ein System, bei dem Turbo-Relais die Informationen in verteilten Ad-hoc-Netzen weiterleiten (S. 61). Er hat auch im Rahmen des BMBF-Projekts „Mini-Watt“ gezeigt, welche Einsparungen an abgestrahlter Energie im zellularen Mobilfunk durch Relaisknoten erzielbar sind.

Sowohl J. Zangl als auch I. Oikonomidis verwenden natürlich wie viele ihrer Kollegen das Turbo-Prinzip.

Turbo-Codierung

Diesem interessanten Gebiet hat sich der LNT schon sehr bald nach der Erfindung durch Claude Berrou und seinen Kollegen von der ENST de Bretagne (1993) zugewandt. Michael Tüchler behandelt diese Thematik für Mehrwegekanäle in seiner Dissertation (siehe S. 39) sehr umfassend.

Auf einer Arbeit von A. Schaefer, J. Barros und J. Hagenauer gehen neue Ideen zur Datenkompression nach dem Turbo-Prinzip zurück. Ein Turbo-Kompressor nähert sich bei verlustfreier Kompression der Quellenentropie an und kann gleichzeitig die Fehlersicherung für die Datenübertragung mit übernehmen. Nicolas Dütsch hat sich bei einem Forschungsaufenthalt an der University of Delaware neue Anregungen zu diesem Problem geholt, die auf S. 50 dargelegt sind.

Auch Frank Schreckenbach wendet das Turbo-Prinzip an, und zwar auf die gemeinsame Modulation und Codierung (S. 62). Man bezeichnet dieses Verfahren als Bit-Interleaved Coded Modulation (BICM). Er nutzt dabei in Zusammenarbeit mit Norbert Görtz auch vorteilhaft Methoden der Quellencodierung.

Unter den neuen Ideen, an denen derzeit noch gearbeitet wird, ist der so genannte *List Sequential-Decoder* (LISS) zu nennen. Dieser ist eine Alternative zum bekannten BCJR-Algorithmus für Turbo-Verfahren. Christian Kuhn berichtet auf S. 58, wie er diesen für die Entzerrung und Decodierung in Kurzwellenkanälen, bei Mehrbenutzerinterferenz sowie bei der Single-Antenna-Interference-Cancellation am mobilen Teilnehmergerät einsetzt.

Im vergangenen Jahr erst kamen weltweit erste Ideen zu „Netzwerkcodierung“ auf. Dabei wird in den Knoten eines Netzes nicht nur vermittelt, sondern topologieabhängig auch codiert. Derzeit arbeiten nur wenige Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology (MIT), in Illinois und in Hongkong an dieser Novität. Christoph Hausl, LNT-Mitarbeiter seit August 2004, nimmt sich bei uns dieser Fragestellung an und kann erste Erfolge vorweisen (S. 55). Durch den Aufenthalt von Professor Yeung aus Hongkong im Sommersemester 2005 erhoffen wir uns weitere Impulse.

Informationstheorie in der Genetik

Seit dem Beginn meiner Zeit am Lehrstuhl beschäftigt mich – damals angeregt durch Prof. Börner – der Gedanke an die Informationsübertragung und -sicherung im genetischen Code. Ein erster Kontaktversuch am Max-Planck-Institut in Berlin brachte damals kein Ergebnis. Erst die Unterstützung eines Biologen, PD Dr. Müller vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) und das erhebliche Engagement von Zaher Dawy erweckte die „Genetics Group LNT“ zum Leben.

Mit mehreren Diplomanden – darunter die jetzigen Mitarbeiter Bernhard Göbel und Pavol Hanus – und Masterstudenten sowie regelmäßigen Treffen mit Biologen ist es uns gelungen, Ergebnisse vorzulegen, die in sechs Beiträgen in Zeitschriften und auf namhaften Konferenzen publiziert wurden bzw. werden. Allein für die International Conference on Communications 2005 wurden drei Beiträge angenommen. Sie finden eine Kurzbeschreibung auf S. 49.

Wir beschäftigen uns hierbei vorwiegend mit der Informationsübertragung von Defekten in der DNS (Desoxyribonukleinsäure) zu Krankheiten wie Schizophrenie und Parkinson. Das Suchen von Synch-Sequenzen in der DNS und die Anwendung der „Independent-Component-Analyse“ sind weitere Beispiele dafür, wie wir technische Konzepte auf die Genbiologie anwenden.

Ein beantragtes DFG-Projekt zur Untersuchung der weitgehend unbekannteren Funktion in den nichtcodierenden DNS-Regionen soll klären, ob dort Fehlerschutzmechanismen verborgen sind.

Ich vermute, dass die Forschung auf dem Gebiet des Mobilfunks ihren Zenit bereits überschritten hat und die Bio-Informationstechnik im Kommen ist. Hier schließt sich der Kreis zu meinem Vorgänger am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik, Prof. Hans Marko, der biologische Systeme im Rahmen der Kybernetik über lange Jahre untersucht hat.

Optische Übertragungssysteme

Zum 1. April 2004 wurde Norbert Hanik als Professor für das Fachgebiet „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“ an unsere Fakultät berufen. In der Forschung wird er sich mit optischen Systemen beschäftigen. Auf S. 53 beschreibt N. Hanik die von ihm geplanten Forschungsaktivitäten. Bernhard Göbel, sein wissenschaftlicher Assistent, berichtet über den Stand der Arbeiten auf S. 52.

Lerntutorial LNTwww

Klaus Eichin und Günter Söder sind seit 2001 dabei, das gesamte Fachgebiet der Nachrichtentechnik für ein internetbasiertes Lerntutorial aufzubereiten. Über den Fortgang der Arbeiten wird auf S. 51 berichtet.

Wireless access to high speed data services and multimedia broadcasting are subject to increasing popular demand. Two emerging mobile systems, namely HSDPA and MBMS, are intended to provide these services in the near future. In cooperation with Siemens AG, we have developed a platform named WiNe2 which enables to simulate these emerging systems in real-time. This allows demonstrating various applications such as video streaming and conferencing. WiNe2 has become a powerful tool to evaluate and optimize different system designs and parameter settings. In addition, it is regularly used for inhouse as well as public demonstration purposes.

Datenübertragung mit hohen Bitraten zu mobilen Endgeräten wird sich zukünftig immer größerer Beliebtheit erfreuen. In einer Zeit, in der DSL-Anschlüsse langsame ISDN- und Modemzugänge immer mehr ablösen, steigt auch die Nachfrage nach mo-

Echtzeit-Simulation und Demonstration der zukünftigen Mobilfunksysteme HSDPA und MBMS

Christian Buchner, Günther Liebl, Hrvoje Jenkač, Thomas Stockhammer

bilen Datendiensten mit vergleichbaren Geschwindigkeiten.

High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) ist eine technische Lösung für den mobilen Datenfunk, die theoretisch einen Spitzendurchsatz bis zu ca. 12 Mbit/s verspricht. Qualitativ ansprechende Videoübertragung und schneller mobiler Internetzugang sind zwei Anwendungen, die durch diese neue Technik ermöglicht werden.

Die Hersteller von Endgeräten und Netzinfrastruktur arbeiten bereits intensiv an einer technischen Umsetzung dieses noch relativ neuen Standards. In enger Zusammenarbeit mit der Siemens AG München wurde am LNT ein Demonstrator und Emulator für drahtlose Netze namens „WiNe2“ entwickelt, eine Plattform, die eine HSDPA-Mobilfunkzelle sowie den Datenverkehr für mehrere mobile Teilnehmer in Echtzeit nachbildet. Die grafische Benutzeroberfläche ist in der Grafik gezeigt. Alle relevanten Protokollschichten sind echtzeitfähig implementiert, wobei für die physikalische Schicht auf anspruchsvolle Modelle zurückgegriffen wird.

WiNe2 ermöglicht es, Anwendungen wie z. B. Video-Streaming oder Video-Konferenzschaltungen über

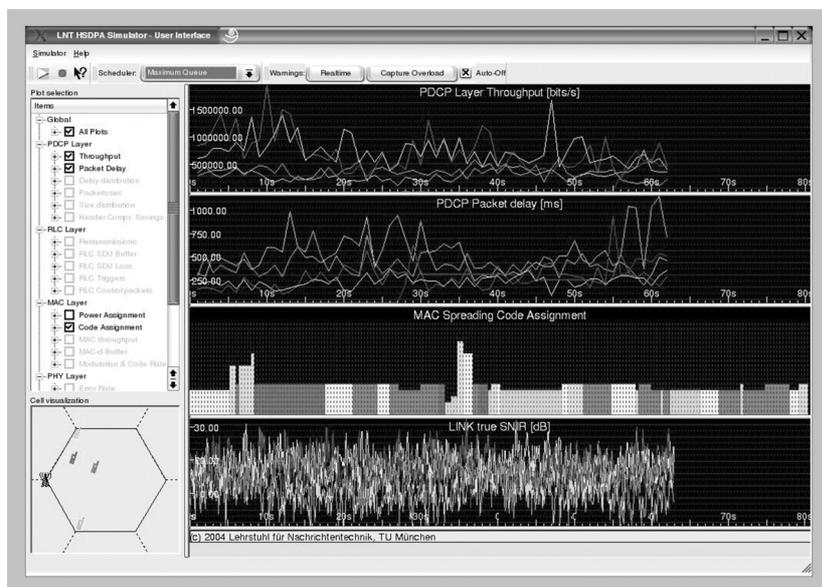
HSDPA zu demonstrieren und die Auswirkungen verschiedener Lastsituationen und Zuteilungsverfahren auf die Applikationen sowie auf das Mobilfunksystem zu studieren. Insbesondere der Ressourcenallokation kommt hier große Bedeutung zu, um den Datendurchsatz und die Dienstqualität für möglichst alle Teilnehmer zu maximieren. Mit Hilfe von WiNe2 wurden z. B. unterschiedliche Zuteilungs-Strategien sowie die Verwaltung von Datenpuffern hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Videoübertragung betrachtet [1] [2].

Der Simulator erfreut sich großer Beliebtheit bei Vorführungen vor Fachpublikum am LNT sowie auf den bayerischen Wissenschaftstagen im Herbst 2004. Bei der Siemens AG wird diese Software intern bei Schulungen, Seminaren sowie für Kundenpräsentationen und auf internationalen Messen eingesetzt.

Dieses für HSDPA entwickelte Konzept wurde inzwischen auch für andere Systeme angepasst, z. B. für Multimedia Broadcast/Multicast Service (MBMS). Dieser ist ein Dienst, bei dem – zum Beispiel in einem Fußballstadion – viele Teilnehmer mit den gleichen Inhalten versorgt werden, indem man gemeinsame Ressourcen auf der Luftschnittstelle nutzt. Auch für MBMS wurde ein Simulator implementiert, mit dem sich verschiedene Effekte anschaulich demonstrieren lassen – abhängig von frei wählbaren Systemparametern und Lastsituationen.

Literatur:

- [1] Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Buchner, C.: Joint Buffer Management and Scheduling for Wireless Video Streaming. In: *Proc. 4th International Conference on Networking*, Reunion Island, France, April 2005
- [2] Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Buchner, C.: Radio Link Buffer Management and Scheduling for Video over Wireless Shared Channels. In: *Proc. Packet Video Workshop 2004*, Irvine, CA, USA, Dec. 2004



Grafische Benutzeroberfläche des HSDPA-Demonstrators

Anwendung der Informationstheorie bei der Untersuchung des Genoms

Zaher Dawy, Joachim Hagenauer und Pavol Hanus

The DNA (desoxyribonucleic acid) is the sole carrier of genetic information. Increasing the availability of powerful sequencing equipment leads to an exponential growth of the DNA sequence database. New efficient methods are necessary to process and analyze the genetic data.

Shannon's universal definition of information allows for the use of concepts known from Information and Communication Theory in the analysis of genetic information.

By introducing proper mutual information based compression distance measures for classification and content recognition we were able to reconstruct phylogenetic trees of various species and identify different types of DNA sequences [1]. The figure shows such a phylo-genetic tree for the human species.

We have also successfully applied mutual information and methods from signal processing to population based gene mapping [2], whose aim is to find DNA regions (genotypes) responsible for particular traits (phenotypes). We have tested our method with simulated and clinical datasets of complex diseases such as Alzheimer's, Parkinson or Graves' disease.

The processes involved in translation, one of the steps in protein synthesis, can be modeled as a communication system [3]. We have shown that the position where translation is initiated, as well as where it is terminated, can be found using a one-dimensional codebook model for the adhering sequence of the initiating ribosome molecule.

The achieved results indicate that the introduced interdisciplinary concept of applying Information Theory to genetics promises to become fruitful.

Die DNS (Desoxyribonukleinsäure) ist der alleinige Träger der genetischen Information. Zunehmende Verfügbarkeit von leistungsfähigen Sequenzierungsanlagen führt zu einem

exponentiellen Wachstum der Anzahl verfügbarer DNS-Sequenzen. Deshalb werden neue und effizientere Methoden für ihre Auswertung und Analyse benötigt.

Shannons universelle Definition der Information ermöglicht es, die aus der Kommunikations- und der Codierungstheorie bekannten Methoden bei der Untersuchung der genetischen Information anzuwenden. Mittels geeignet definierter Distanzmaße ist es möglich, die Abstände zwischen DNS-Sequenzen von verschiedenen Individuen zu berechnen. Wir haben ein für die Klassifizierung geeignetes Kompressionsdistanzmaß basierend auf der Transinformation eingeführt, um die phylogenetischen Bäume verschiedener Tierarten und Menschenpopulationen aufzustellen und deren Migrationsmuster zu studieren (siehe Abbildung). Zusätzlich wurde ein neues Distanzmaß zum Zwecke der Inhaltserkennung definiert, um verschiedene Typen der DNS zu identifizieren [1].

Die Transinformation kann ebenfalls erfolgreich zum Zwecke der Genkartierung eingesetzt werden [2]. Diese hat zum Ziel, verursachende DNS-Regionen (Genotypen) für bestimmte Merkmale (Phänotypen) zu finden. Wir haben unsere Methode mit Hilfe von simulierten und klinischen Datensätzen komplexer Krankheiten wie Alzheimer, Parkinson sowie der Graves-Krankheit getestet. Zusätzlich wurde ein alternatives Verfahren aus dem Bereich der Signalverarbeitung eingeführt und untersucht

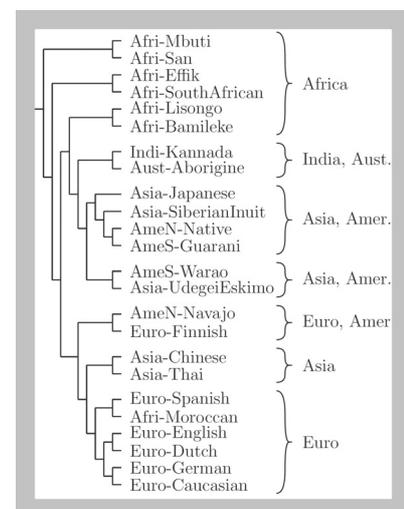
Die in der Translation – einem der Schritte der Proteinsynthese – involvierten Prozesse können als ein Kommunikationssystem modelliert werden [3]. Wir haben gezeigt, dass die Position im Genom, an der Translation initiiert und terminiert wird, durch Verwendung eines ein-dimensionalen Codebuchmodells für die andockende Sequenz des initiierenden Ribosom-Moleküls ermittelt werden kann.



Die bisher erreichten Ergebnisse auf diesem interdisziplinären Gebiet, das wir gemeinsam mit Dr. Müller vom Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit (GSF) bearbeiten, sind sehr ermutigend und haben auf internationalen Tagungen großes Interesse hervorgerufen.

Literatur:

- [1] Dawy, Z.; Hagenauer, J.; Hanus, P.; Müller, J.: Mutual Information Based Distance Measures for Classification and Content Recognition with Applications to Genetics. – In: *IEEE International Conference on Communications 2005*, Seoul, Korea, May 2005
- [2] Hagenauer, J.; Dawy, Z.; Göbel, B.; Hanus, P.; Müller, J.: Genomic Analysis using Methods from Information Theory. – Invited Paper in: *IEEE Information Theory Workshop 2004*, San Antonio, TX, USA, Oct. 2004
- [3] Dawy, Z.; Hagenauer, J.; González, F.; Müller, J.: Modeling and Analysis of Gene Expression Mechanisms: A Communication Theory Approach. – In: *IEEE International Conference on Communications 2005*, Seoul, Korea, May 2005



Phylogenetischer Baum der Menschheit, abgeleitet aus Shannons Entropiemaßen

Verlustlose Quellencodierung mittels Turbo-Codes

Nicolas Dütsch und Joachim Hagenauer

It is widely known that Turbo codes are well suited to protect data against channel noise and one can nearly reach the capacity of the communication channel. As source coding and channel coding are essentially dual problems, consequently a good channel code is likely to be a good source code, too.

In 2002 it was shown that data compression can be achieved by randomly puncturing the parity bits of a message encoded with a Turbo code [1]. In order to reconstruct the data an iterative turbo decoder was used to fill all gaps of the unknown source bits.

The drawback of this method is the existence of residual errors after reconstruction. These defects occur if too many bits are discarded. Thus, lossless compression using Turbo codes was not possible.

After integrating a test decoder into the source compressor and performing an integrity check after reconstruction of the source signal, the compression rate can be adjusted in such a way that lossless source coding is achievable [2].

In der Datenübertragung wird mittels Quellencodierung Redundanz aus einem digitalen Signal entfernt, um

die Übertragungsrate zu reduzieren und damit Bandbreite zu sparen. Weiterhin wird dieser komprimierte Datenstrom durch Kanalcodierung gegen Übertragungsfehler geschützt. Für diesen Verarbeitungsschritt eignen sich besonders Turbo-Codes, welche die theoretische Grenze der Datenübertragung – die Kanalkapazität nach Shannon – nahezu erreichen. Da Kanalcodierung und Quellencodierung duale Probleme darstellen, liegt es nahe, Turbo-Codes auch zur Datenkompression einzusetzen, um die theoretische Grenze der Kompression – die Entropie – zu erreichen.

Erste Versuche wurden vor etwa zwei Jahren von J. García-Frías unternommen [1]. Er punktierte die zuvor mit einem Turbo-Code codierte Datensequenz, um Redundanz zu entfernen. Mittels eines parallel verketteten Turbo-Decoders konnte die Quellennachricht rekonstruiert werden, allerdings nur mit Restfehlern bei zu starker Kompression.

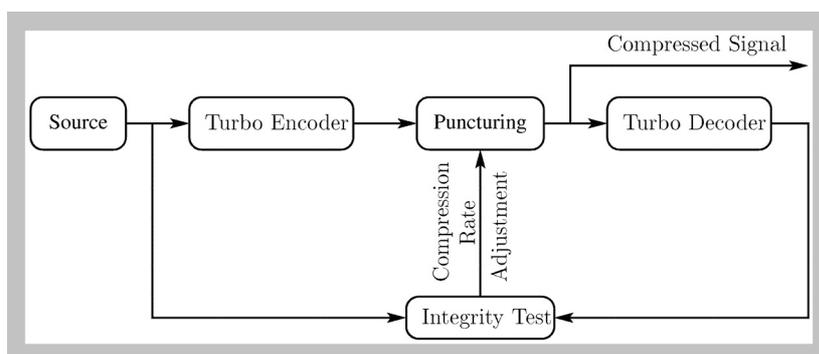
Am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik wurde dieses Prinzip erweitert, damit die codierten Daten verlustfrei komprimiert, d.h. ideal wieder hergestellt werden können. Bereits bei der Kompression werden die Quelldaten wieder rekonstruiert und mit der Originalsequenz verglichen (siehe Abbildung). Es wird die Redundanz so lange verringert (also stärker punktiert), bis der Integritätstest das erste Mal negativ ist (sog. Dekrementelle Redundanz). Anschließend wird die Punktierungs-

rate um einen Schritt erhöht und der so entstandene Paritätsprüfblock als komprimierte Nachricht abgespeichert [2].

Das Kompressionsverfahren wurde weiterhin auch mit seriell verketteten Turbo-Codes erfolgreich durchgeführt. Anhand von modifizierten EXIT-Charts lassen sich die Komponentencodes der seriellen Verkettung optimieren; dadurch wird die Kompressionseffizienz weiter gesteigert. Durch die Verknüpfung eines irregulären Wiederholungscodes und eines Akkumulators lässt sich die restliche Redundanz auf ungefähr fünf Prozent der Quellenentropie reduzieren.

Im Rahmen eines Forschungsaufenthalts an der University of Delaware bei Prof. García-Frías wurde die Idee geboren, die Quellenparameter mit Hilfe eines „Hidden Markov Models“ (HMM) zu schätzen. Wir erhoffen uns, damit realistische Quelldaten – wie z. B. Text, Audio und Bilder – ebenfalls mit Turbo-Codes komprimieren zu können.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die gemeinsame Quellen- und Kanalcodierung mittels Turbo-Codes. Werden die komprimierten Daten übertragen, lässt sich Redundanz über einen Rückkanal anfordern, um die Daten gegen Übertragungsfehler zu schützen (Inkrementelle Redundanz) [3]. Dieses Verfahren wird beispielsweise im Multimedia-Broadcast mit großem Erfolg eingesetzt.



Verlustlose Datenkompression durch Turbo-Codierung

Literatur:

- [1] García-Frías, J.; Zhao, Y.; Compression of Binary Memoryless Sources Using Punctured Turbo Codes. In: *IEEE Communications Letters*, Sept. 2002
- [2] Hagenauer, J.; Barros, J.; Schaefer, A.: Lossless Turbo Source Coding with Decremental Redundancy. In: *Proc. SCC2004*, Jan. 2004
- [3] Dütsch, N.; Hagenauer, J.: Combined Incremental and Decremental Redundancy in Joint Source-Channel Coding. In: *Proc. ISITA2004*, Oct. 2004

LNTwww – ein Lerntutorial für die Nachrichtentechnik im World Wide Web

Klaus Eichin und Günter Söder

We are briefly reporting about the progress in the development of an E-learning tutorial system, which uses the Internet and various possibilities of multimedia as an interactive platform. We integrated some new program concepts which lead to some more effective system handling and nearly finished two books.

Wir berichten über den Fortgang der Arbeiten zum interaktiven webbasierten Lerntutorial *LNTwww*. Wie bereits im letzten Tätigkeitsbericht nachgelesen werden kann, soll dieses im Endausbau neun jeweils in sich abgeschlossene Lehrbücher der Informations- und Kommunikationstechnik in didaktisch und multimedial aufbereiteter Form umfassen. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Gebieten wird durch eine in allen Büchern weitgehend konsistente Nomenklatur gefördert und es werden die für das World Wide Web charakteristischen Hyperlinks ausgiebig genutzt.

Im Mittelpunkt der Arbeiten während der beiden letzten Jahre stand die Neukonzipierung und Verbesserung des Lernsystems *LNTwww*, das als Autorensystem realisiert ist und auf dem Webserverkonzept *Apache*, dem relationalen Datenbanksystem *MySQL* und der Skriptsprache *Perl* basiert.

Die aktuelle Version *LNTwww2.3* bietet gegenüber der Alpha-Version von 2003 zum einen deutlich mehr Komfort im internen, allein den Autoren vorbehaltenen Bereich, u. A. Eingabehilfen, Werkzeuge zur Multimedia-Bearbeitung, Routinen für automatisches Backup und die halbautomatische Freischaltung neuer Inhalte. Aber auch der externe, für jeden Web-Nutzer sichtbare Bereich wurde von Grund auf überarbeitet. Durch die Vorgenerierung der Datenbankeinträge zu HTML-Formularen, denen beim Aufruf nur noch die nutzerspezifischen Daten angehängt werden müssen, konnte die Ausgabegeschwindigkeit um mehr als

den Faktor 10 gesteigert werden. Die Anmeldung und die Suchfunktion wurden neu gestaltet und unter dem Menüpunkt „Download“ werden alle Inhalte in PDF-Form bereitgestellt.

Alle für Benutzer hilfreichen Informationen sind auf der Startseite zu finden (siehe Abbildung). Zur Auswahl stehen hier u. A. eine auditive Begrüßung, ein Video als Quasi-Bedienungsanleitung sowie zwei PDF-Dateien mit Inhaltsübersicht und Beschreibung.

Ein Blick auf das *Didaktische Konzept* macht deutlich, dass dieses seit der Erstplanung 2001 nicht verändert werden musste. Die Theorie wird wie in einem herkömmlichen Lehrbuch für Ingenieure durch Texte, Bilder und Gleichungen erläutert. Daneben beinhaltet jedes Kapitel mindestens ein Multimedia-Modul mit Videos und Audios (z. B. zur Demonstration von Verzerrungen und Störungen), Animationen zur Verdeutlichung komplexer Sachverhalte, interaktive Berechnungstools und Simulationen sowie eine Vielzahl lernadaptiver Aufgaben.

Wir bieten für *LNTwww* zwei unterschiedliche Modi an, nämlich die sequenzielle Vorgehensweise für Studienanfänger sowie – z. B. für

fortgeschrittene Lerner in der industriellen Weiterbildung – die Nutzung als Tutorial. Bei diesem zweiten Modus, den wir als die Hauptanwendung von *LNTwww* sehen, wird das Wissen anhand von Aufgaben überprüft. Festgestellte Defizite können dann individuell und gezielt behoben werden.

Anfang des Jahres 2005 ist das Buch *Signal-darstellung* zu etwa 70% und *Stochastische Signaltheorie* zu 95% fertiggestellt.

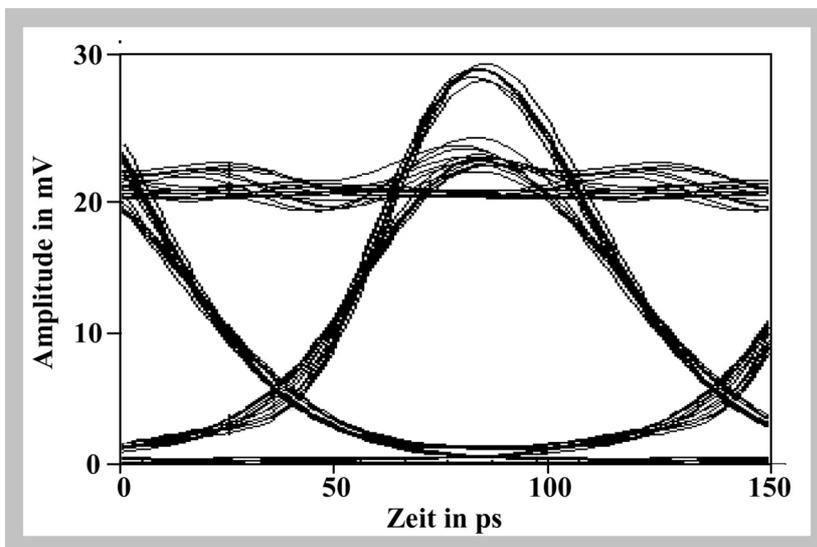
Man kann die Bücher unter www.lntwww.de einsehen und evaluieren. Hinweisen möchten wir insbesondere auf die integrierten Kurzvideos und Interaktionsmodule, die bei jedem Buch auf den Seiten 2 und 3 der Vorbemerkungen zusammengestellt sind.

Zum jetzigen Stand haben wir von den insgesamt geplanten 37 Semesterwochenstunden 8 realisiert. Nachdem das Lerntutorial nach einigen Werbemaßnahmen inzwischen bekannter wurde, zählen wir nun bis zu 200 Besucher monatlich.



Startseite von LNTwww. In der Mitte sehen Sie den Link zur Bücherregalseite.

The exponentially increasing traffic in telecommunication networks constitutes a need for advanced transmission techniques that maximize the data rate of optical Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) systems. To investigate advanced modulation, coding, and equalization schemes, a new simulation tool for optical fibre links is currently designed at LNT. The main aim is to create a modular and realistic simulation environment for long-haul point-to-point transmission links, as well as all-optical transparent networks, while simultaneously minimizing the calculation complexity of the simulation. As for the latter, particular emphasis is put on alternative ways to solve the nonlinear Schrödinger equation (NLSE), which is commonly solved using the split-step Fourier method. This algorithm computes the linear operator in the frequency domain and the nonlinear operator in the time domain, requiring two time-intensive Fourier transforms per step.



Simuliertes Augendiagramm eines durch Dispersion und nichtlineare Effekte gestörten optischen Signals.

Simulation optischer Nachrichtenübertragungssysteme

Bernhard Göbel

Die Lichtwellenleiter (LWL) stellen heute mit Abstand den wichtigsten Teil der Telekommunikationsinfrastruktur dar. Der weitaus größte Teil des nationalen, kontinentalen und interkontinentalen Daten- und Telefonaufkommens wird optisch übertragen. So genannte Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)-Systeme mit Bitraten bis 1,6 Tbit/s (160 Kanäle mit je 10 Gbit/s) oder Reichweiten bis zu 9000 km sind bereits kommerziell verfügbar.

Dennoch macht das exponentiell wachsende weltweite Datenaufkommen die Untersuchung von neuartigen Übertragungsverfahren nötig, welche die (weitgehend unbekannt) Kanalkapazität einer optischen Verbindung bestmöglich ausnutzen. Den Schwerpunkt derzeitiger Arbeiten bildet hierbei neben den Langstrecken-Punkt-zu-Punkt-Verbindungen vor allem die Untersuchung transparenter optischer Netze.

Um die Wirksamkeit dieser Verfahren unter verschiedenen Randbedingungen beurteilen zu können, entsteht derzeit am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik ein Simulationssystem, mit dem sich die Ausbreitung eines optischen Signals numerisch bestimmen lässt. Neben linearen Effekten wie Dämpfung, Faserdispersion

und Polarisationsmodendispersion kommen insbesondere in DWDM-Systemen mit sehr großer Reichweite nichtlineare Fasereffekte wie Vierwellenmischung sowie Kreuz- und Selbstphasenmodulation zum Tragen.

Neben der Modellierung weiterer Komponenten – wie z. B. optischer Verstärker – sind es insbesondere die genannten Eigenschaften der Faser, welche die Rechenintensität und die physikalische Genauigkeit zu konkurrierenden Zielen werden lassen. Die numerische und näherungsweise Lösung der nichtlinearen Schrödinger-Gleichung (NLSE), mit der sich die Signalausbreitung mathematisch beschreiben lässt, verursacht hierbei den größten Rechenaufwand. Die NLSE wird mit dem Split-Step-Fourier-Algorithmus gelöst, der den linearen Operator im Frequenz- und den nichtlinearen im Zeitbereich berechnet, was pro Diskretisierungsschritt zwei zeitintensive Fouriertransformationen erfordert. Die Untersuchung alternativer Lösungsmethoden, z. B. der Methode der finiten Differenzen, und die Entwicklung effizienter numerischer Modelle für die untersuchten Effekte ist daher ein wichtiger Ansatzpunkt.

Das Ziel dieses objektorientiert angelegten Simulationssystems ist es, Komponenten optischer Übertragungssysteme und aus diesen zusammengesetzte Übertragungsstrecken möglichst realitätsnah abbilden zu können, um wichtige Kenngrößen wie Augenöffnung und Bitfehlerrate zu bestimmen und so die Untersuchung der Leistungsfähigkeit von neuartigen Streckenkonfigurationen, Modulations-, Entzerrungs- oder Codierungsverfahren zu ermöglichen. Die empirische Bestätigung analytischer Ansätze zur Bestimmung der genannten Systemparameter soll als weiteres Ziel genannt werden.

Literatur:

[1] Agrawal, G.: Nonlinear fiber optics. Academic Press, San Diego, 2001

Überblick über die Forschungsarbeiten des Fachgebiets „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“

Norbert Hanik



Since April 2004, *Wired and Optical Signal Transmission* has been established as a self-contained field of activity at Munich University of Technology. The research activities are concentrated on the field of Optical Transmission. For example, optical Wavelength-Division-Multiplex Systems, are the backbone of modern high-capacity communication networks. Concrete approaches for future research are mainly found in the fields of optimization of optical transmission systems at various channel data rates and of transparent optical networks.

Seit April 2004 ist die Leitungsgebundene Übertragungstechnik als ein eigenständiges Fachgebiet an der TU München vertreten. Damit verbunden sind die Aufgaben, den rasanten technologischen Fortschritt auf diesem Gebiet, der in den letzten 30 Jahren einen stetigen Ausbau der Übertragungskapazität ermöglicht hat, auch in der Lehre angemessen darzustellen, sowie die Forschung auf diesen Gebieten weiter voranzutreiben.

Einen besonderen Stellenwert hat hier die optische Übertragungstechnik. Die optischen Wellenlängenmultiplex-Übertragungssysteme (im Englischen WDM = Wave-length-Division-Multiplex) bilden heute das Rückgrat der modernen Telekommunikations-Infrastruktur. Die Standard-Einmoden-Glasfaser hat sich als breitbandiges und sehr flexibles Übertragungsmedium bewährt. Die Datenraten, die über dieses Medium transportiert werden, haben seit der Einführung der Glasfasertechnologie Anfang der 80er Jahre eine dramatische Steigerung erfahren. Im Jahr 1984 wurden die ersten optischen Einkanal-Übertragungssysteme mit 140 Mbit/s über eine Regeneratordistanz von 18 Kilometern im deutschen Telekommunikationsnetz als große technische Innovation gefeiert – was sie damals zweifellos auch waren.

Heute sind optische WDM-Systeme mit einer Kapazität bis zu 1,6 Tbit/s (das sind $1,6 \cdot 10^{12}$ bit/s) kommerziell verfügbar. Kanaldatenraten von 10 und 40 Gbit/s sind machbar und elektrische Regeneratordistanzen von mehreren tausend Kilometern möglich. Selbst mit derartigen Systemen ist die Übertragungskapazität der Glasfaser noch bei Weitem nicht ausgereizt.

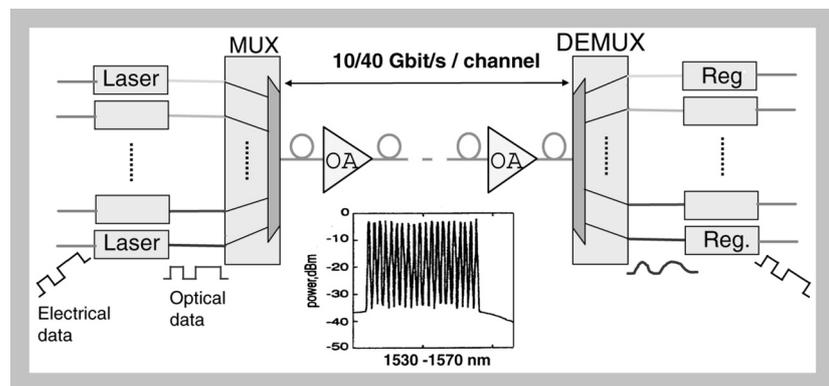
Die zukünftigen Anforderungen an die Telekommunikations-Infrastruktur werden weiterhin von einem deutlichen Anstieg des Bandbreitebedarfs geprägt sein, der vor allem von IP-basierten Diensten dominiert wird. Innovative Netzdienstleistungen müssen flexibel an die Bedürfnisse der Kunden angepasst werden. Zukünftige Telekommunikationsnetze müssen daher ebenfalls flexibel und dynamisch auf variable Verkehrslasten reagieren und die anfallenden Daten effizient und sicher transportieren.

Eine zusätzliche Funktion, die die optische Transportschicht zur Erhöhung der Netzdynamik neben der reinen Punkt-zu-Punkt-Übertragung zwischen elektrischen Vermittlungsknoten leisten kann, ist die rein optische Vermittlung von Wellenlängen. Mit dieser neuen Option gewinnt das Kommunikationsnetz einen zusätzlichen Freiheitsgrad zum dynamischen Schalten höchster Übertragungskapazitäten, sowohl als Reaktion auf Laständerungen als auch zur effizienten Ersatzschaltung im Fehlerfall.

Derartige transparente dynamische optische Netze stellen jedoch – ebenso wie die Forderung nach weiterer Erhöhung der Übertragungskapazität – neue anspruchsvolle Anforderungen an die optische Übertragungstechnik.

Aus der Entwicklung vom aktuellen statischen Netz zum dynamischen Transportnetz der nächsten Generation leiten sich eine Vielzahl von Forschungsaufgaben ab, an deren Lösung wir uns intensiv beteiligen werden. Konkrete Ansätze sind beispielsweise:

- die Untersuchung und Optimierung von optischen Modulationsverfahren sowie WDM-Übertragungssystemen bei flexiblen Kanaldatenraten von 10 Gbit/s bis 100 Gbit/s,
- Untersuchungen zur maximalen Kanalkapazität optischer Systeme unter realistischen Randbedingungen,
- optimiertes Design transparenter optischer Netze,
- adaptive Optimierung des Übertragungsverhaltens von dynamischen optischen Systemen,
- innovative Konzepte zur Signalverzerrung, und
- Untersuchung des Potenzials neuartiger optischer Komponenten.



Optisches Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystem (C-Band)

6

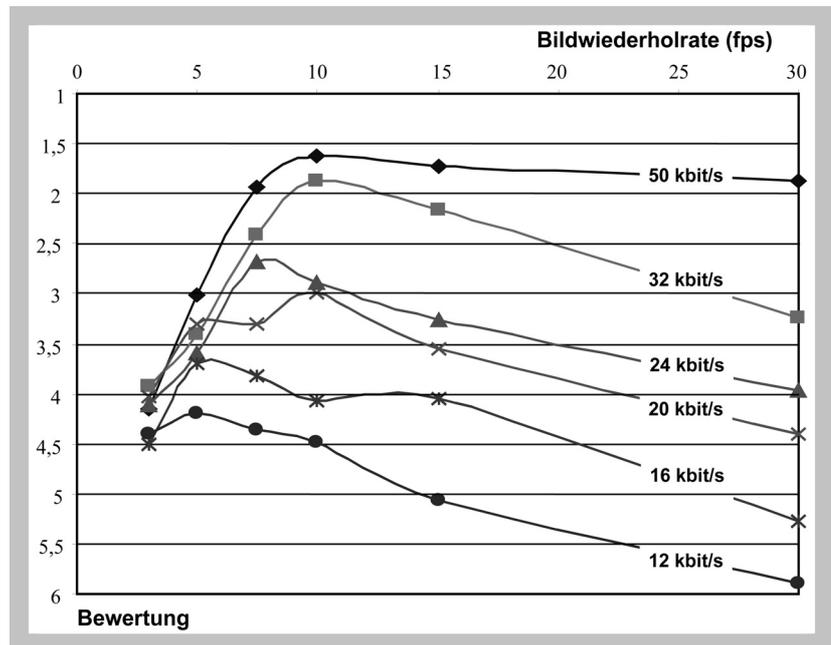
Arbeitsgebiete

In a psycho-visual experiment the perceptual quality of H.264/AVC video coding (QCIF) was investigated at low bit rates between 8 and 64 kbit/s. A typical result was that a bit rate of 64 kbit/s leads to at least good and a bit rate of 24 kbit/s to at least sufficient quality marks. To provide at least sufficient quality for "Architecture" with slow camera movements 8 kbit/s at $f = 5$ fps and $q = 40$ and for "Soccer" with dynamical objects 20 kbit/s at $f = 10$ fps and $q = 38$ must be used. Results of this kind enable an automatic parameter configuration of the encoder by mapping user perceptual quality onto quantization parameter and frame rate in an optimal way.

In zukünftigen Mobilfunksystemen werden in steigendem Maße Videosequenzen übertragen, was die Frage nach der dabei erreichbaren Qualität aufwirft. Ein konkretes Problem ist, wie die Flexibilität moderner Coderstandards zum Erreichen einer möglichst guten Qualität eingesetzt werden kann. Dazu wurde unter Benutzung des H.264/AVC-Coders untersucht, wie die vom Beobachter eingeschätzte Qualität durch den Quantisierungsparameter q und die Bildfrequenz f (und die damit festgelegte Bitrate) beeinflusst wird. Zu diesem Zweck wurden vier verschiedene QCIF-Testsequenzen (siehe untere Grafik) von jeweils zehn

Subjektive Bildqualität von H.264/AVC-codierten Videosequenzen bei niedrigen Bitraten

Gert Hauske und Thomas Stockhammer

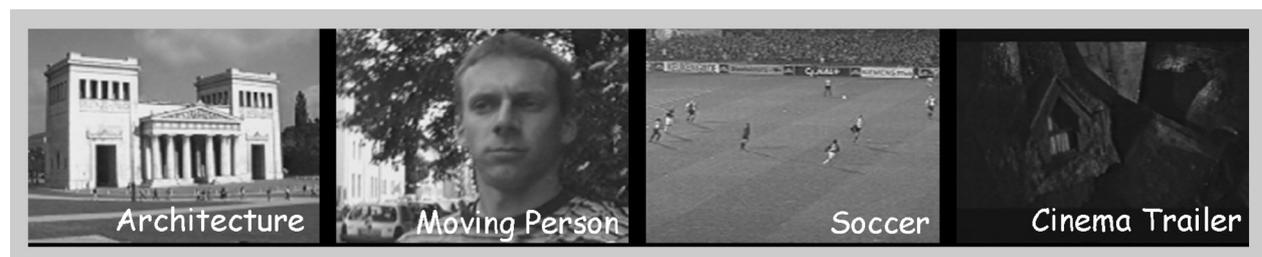


Qualitätsbenotungen als Funktion der Bildfrequenz mit der Bitrate als Parameter für „Cinema Trailer“

Sekunden Dauer unterschiedlich codiert, wobei 6 Bitraten von 8 bis 64 kbit/s und 6 Bildfrequenzen von 3 bis 30 fps (Rahmen pro Sekunde) verwendet wurden. Zehn Versuchspersonen führten an verschiedenen Tagen jeweils drei Sitzungen durch. Die Darbietung einer Referenzsequenz (128 kbit/s) und der Testsequenz erfolgte nacheinander und die Versuchspersonen hatten die Noten „1 = sehr gut“ bis „6 = ungenügend“ abzugeben. Die über alle Versuchspersonen und Sitzungen gemittelten Noten sind für die Sequenz „Cinema Trailer“ als Funktion der Bildfrequenz f mit der Bitrate als Parameter dargestellt. Man erkennt, dass eine Erhöhung der Bitrate bei jeder Bildfrequenz eine Qualitätsverbesserung erbringt. Interessant

ist, dass die Qualität bei gleicher Bitrate im Bereich zwischen 5 und 10 fps optimal ist. Dieser Effekt ist bei der Sequenz „Cinema Trailer“ besonders ausgeprägt.

Man findet insgesamt, dass 64 kbit/s ausreichen, um wenigstens die Note „2 = gut“ zu erzielen. Um zumindest „4 = ausreichend“ zu erreichen, muss „Architecture“ mit 8 kbit/s bei $f = 5$ fps und $q = 40$, „Cinema Trailer“ mit 16 kbit/s bei $f = 5$ fps und $q = 36$, „Soccer“ mit 20 kbit/s bei $f = 10$ fps und $q = 38$ und „Moving Person“ mit 24 kbit/s bei $f = 5$ fps und $q = 39$ codiert werden. Damit hat der Benutzer eine Möglichkeit, an Hand des verwendeten Bildtyps die Konfiguration des Coders bezüglich Quantisierung und Bildfrequenz zu optimieren.



Das jeweils erste Bild aus den untersuchten Sequenzen im QCIF-Format (nur 176 × 144 Pixel)

Kanalcodierung für die vierte Mobilfunkgeneration

Christoph Hausl



As the main focus of 2G mobile communications systems was the transmission of voice, upcoming 4G systems have to provide other communications services such as Internet and multimedia entertainment as well. This requires very high data rates up to 100 Mbit/s, which have to be transmitted with high reliability using a limited bandwidth.

In a joint project with DoCoMo Euro-Labs channel coding techniques are developed which perform close to capacity, but can be implemented with feasible complexity. Moreover, the channel code has to be adaptive to different transmission qualities.

Während bei der Übermittlung von Sprache die Funkübertragung ihre Vorteile (Mobilität, geringere Infrastrukturkosten) gegenüber der leitungsgebundenen Übertragung bereits ausspielen konnte und es somit derzeit in Deutschland schon mehr Handy-Besitzer als Inhaber von Festnetzanschlüssen gibt, wird für den Datenverkehr im Internet fast ausschließlich noch leitungsgebundene Übertragung benutzt. Dies soll sich durch die Einführung der dritten und vierten Mobilfunkgeneration ändern.

So war bei der Einführung von GSM das Ziel, ein mobiles Telefonsystem zu schaffen, das europaweit nutzbar und zu ISDN und analogen Telefonnetzen kompatibel ist. Dagegen erlauben Systeme der dritten Generation (z. B. UMTS) auch Multimedia- und Internetanwendungen, die bisher nur über leitungsgebundene Verbindungen möglich waren. Die Übertragungsrate von GSM reicht für Sprachübertragung aus. UMTS bietet Raten bis 2 Mbit/s an und kann zudem mit paketorientierten Diensten besser umgehen als GSM.

Die vierte Mobilfunkgeneration soll diese Entwicklung weiterführen und einen global gültigen Standard schaffen, der das Internet weltweit mobil erreichbar macht. So wird eine Datenrate bis zu 100 Mbit/s angestrebt. Im Gegensatz zu den Vorgän-

gersystemen steht hierbei die Sprachübertragung gar nicht mehr im Vordergrund.

Die gewünschten Systemeigenschaften erfordern nun, dass alle Systemkomponenten solche Methoden verwenden, welche die begrenzte Bandbreite tatsächlich bis an ihre physikalischen Grenzen ausnutzen.

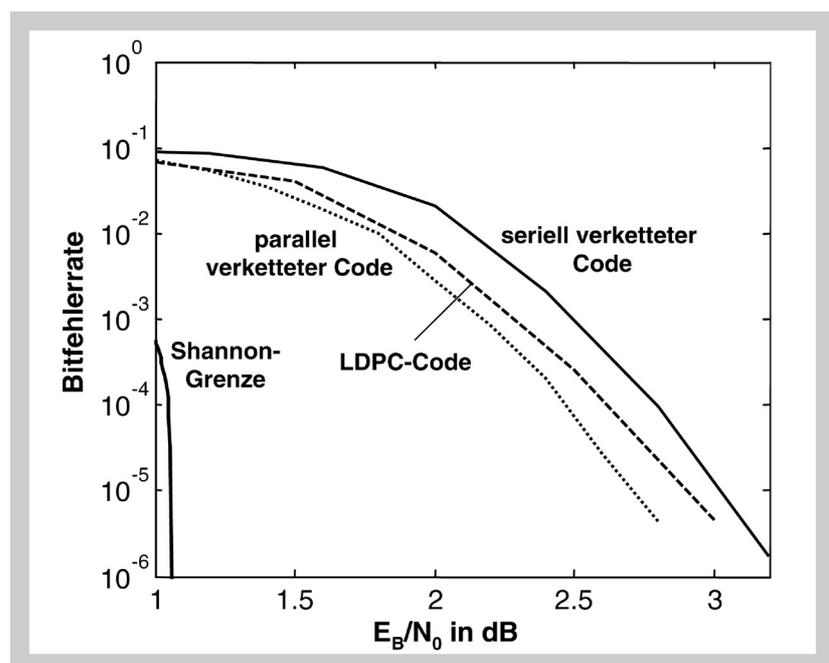
Mit Hilfe von Kanalcodes müssen die zu übertragenden Daten vor Übertragungsfehlern geschützt werden. Für den Einsatz in der vierten Mobilfunkgeneration kommen – zumindest für große Blocklängen – nur Codes in Frage, die iterativ decodiert werden können, da nur so die Shannonsche Kanalkapazität annähernd erreicht werden kann.

Eine iterative Decodierung ist für zwei verschiedene Codearten möglich. Zum einen können parallel oder seriell verkettete Faltungscodes mit Hilfe des Turbo-Prinzips iterativ decodiert werden. Zum anderen lassen sich Low-Density Parity-Check Codes (LDPC) mittels Tanner-Graphen iterativ decodieren.

Die Grafik zeigt die Bitfehlerrate eines LPDC-Codes sowie eines pa-

rallel bzw. seriell verketteten Faltungscodes. Da Blöcke von nur 800 Informationsbits verarbeitet werden, ist der Abstand zur Shannon-Grenze mehr als 1 dB (bei 10^{-5}).

Beim Codesign ist insbesondere wichtig, auch bei kurzen Blocklängen ein gutes Fehlerkorrekturvermögen zu gewährleisten, damit die Decodierung mit geringem Rechenaufwand implementiert werden kann und eine Anpassung des Fehlerschutzes an die wechselnde Qualität des Übertragungskanals möglich ist. Hierfür ist es günstig, wenn der Kanalcode ratenkompatibel ist. Dies bedeutet, dass die Information erstmal nur mit wenig Redundanz geschützt verschickt wird. Ist die Übertragungsqualität nicht ausreichend, so kann schrittweise mehr Redundanz nachgeschickt werden, bis am Empfänger eine fehlerfreie Rekonstruktion der gesendeten Information möglich ist.



Bitfehlerrate verschiedener iterativer Codiervorgänge mit Coderate $R=2/3$ und Informationsblocklänge $K = 800$ über dem Sendesignal- zu Rauschleistungsverhältnis in dB.

Multimedia broadcast in cellular environments has gained significant interest since the standardization and introduction of Multimedia Broadcast and Multicast Services (MBMS). We consider transmission and coding schemes for reliable download and streaming within such environments. Methods based on forward error correction, introduced on various layers, retransmission strategies, as well as fountain-coding concepts, are investigated and evaluated. Furthermore, receiver enhancements such as the permeable-layer receiver [3] are studied.

Zuverlässige Rundfunkübertragung in zellularen Mobilfunksystemen hat durch die Standardisierung und Einführung von MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Services) in den Systemen GERAN (GSM) und UTRAN (UMTS) an Aufmerksamkeit gewonnen. MBMS zielt auf die gleichzeitige Verteilung multimedialer Inhalte wie Video und Audio, sowie Daten und Software-Updates

Multimedia-Broadcast in zellularen Mobilfunksystemen

Hrvoje Jenkač

etc. zu mehreren Benutzern einer Mobilfunkzelle ab. Dabei wird ein ressourceneffizienter Übertragungsmodus basierend auf einer Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung aufgesetzt, d. h. viele Empfänger erhalten Daten simultan auf einer gemeinsamen Frequenz.

Ein generelles Problem bei Mobilfunksystemen ist die schwankende Übertragungsqualität, resultierend aus Mehrwegeausbreitung und Bewegung. Bei traditioneller Punkt-zu-Punkt-Verbindung wird der Fehler-schutz ständig an die momentanen Übertragungsbedingungen angepasst. Im Broadcast ist dies auf Grund der heterogenen Nutzertopologie nicht möglich. Zwar kann man den Fehler-schutz grundsätzlich für den schlechtesten Nutzer im System auslegen; dies stellt allerdings eine suboptimale Lösung dar.

Es gibt zwei grundsätzliche Transportverfahren, nämlich Download und Streaming. Während Streaming – z. B. von Video oder Audio – eine geringe Restfehlerrate toleriert, muss ein Download – z. B. von einem Software-Update – stets fehlerfrei erfolgen. Die alleinige Einführung von traditionellem Vorwärtsfehlerschutz eignet sich deshalb grundsätzlich nur für Streaming-Dienste [1]. Dieser

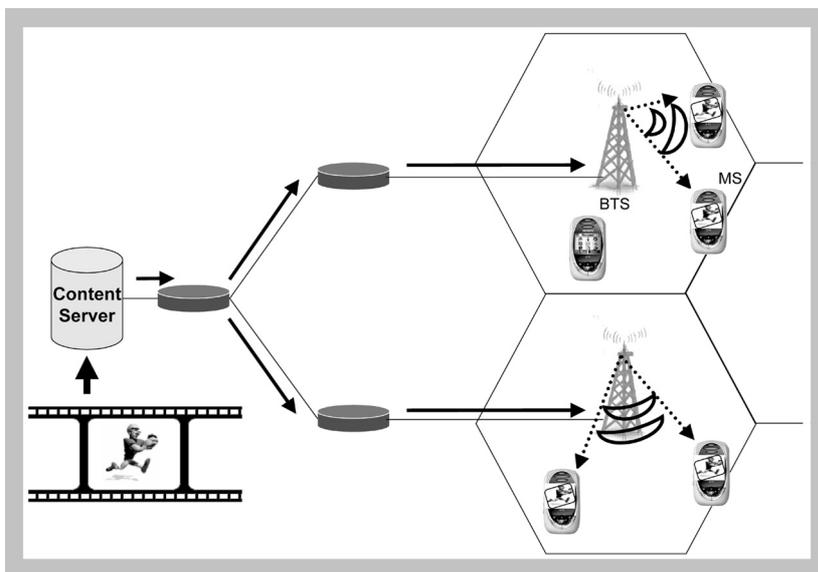
kann auf der Applikationsschicht (Schutz von IP-Paketen) oder auf der Übertragungsschicht (Schutz von Radioblöcken) realisiert werden. Es wurde gezeigt, dass mit der zweiten Alternative im Allgemeinen ein höherer Systemdurchsatz bei gleicher Restfehlerrate zu erzielen ist. Kommt allerdings ein Empfänger zur Anwendung, bei dem unvollständige IP-Pakete an den Kanaldecoder auf der Applikationsschicht weitergereicht werden, lässt sich der Durchsatz bei der ersten Methode erheblich steigern [2].

Bei zellulärer Umgebung ist ein gemeinsamer Rückkanal basierend auf Leistungsdetektion eine Alternative: Ein fehlerhaft empfangenes Paket wird vom Empfänger durch einen Signalpuls auf einer gemeinsamen Frequenz signalisiert und die Basisstation detektiert die ankommende Leistung in diesem Frequenzband. Die Überschreitung eines Schwellenwertes wird als Paketverlust bei mindestens einem der Empfänger gedeutet. In [3] wurde gezeigt, dass sich Rückübertragungsstrategien – basierend auf inkrementeller Redundanz – für eine große Anzahl von Nutzern eignen.

Fountain-Codes erlauben die fehlerfreie Datenübertragung gänzlich ohne Rückkanal, allerdings eignet sich dieser Ansatz nur für die Umsetzung von Download-Diensten.

Literatur:

- [1] Jenkač, H.; Liebl, G.; Stockhammer, T.; Xu, W.: Flexible Outer Reed-Solomon Coding on RLC Layer for MBMS over GERAN. In: *IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference*, May 2004.
- [2] Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Xu, W.: Permeable-Layer Receiver for Reliable Multicast Transmission in Wireless Systems. In: *IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, March 2005.
- [3] Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Liebl, G.; Xu, W.: Retransmission Strategies for MBMS over GERAN. In: *IEEE Wireless Communications and Networking Conference*, March 2005.



Prinzipbild für Multimedia-Broadcast in einem zellularen Mobilfunksystem

Optimierte paketbasierte Übertragung von Multi-Raten-Sprachsignalen bei GSM-GERAN

Markus Kaindl



We consider an algorithm for enhanced AMR mode switching for VoIP (Voice over IP) over GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) that takes into account abstract criteria like frame delay and packet loss rate at the application layer, as well as segmentation overhead at the data link layer.

Hence, by use of the algorithm in a wireless terminal, dynamic cross-layer optimization between the VoIP application and the radio network control can be achieved even if the peer codec is situated far away from the air interface. The performance improvements of the algorithm are demonstrated for a typical GERAN scenario in terms of achieved speech quality, as well as resource consumption and utilization efficiency at the air interface.

Eines der bedeutendsten Merkmale von derzeitigen und zukünftigen Ausbaustufen von GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) ist die Verfügbarkeit flexibler, paketbasierter Übertragungsmodi an der Luftschnittstelle. Der derzeit anhaltende Trend zu „Everything-over-IP-Networks“ verlangt, dass auch Multimedia-Dienste mit niedrigen Bitraten – wie z. B. VoIP (Voice over IP) – nicht mehr leitungsvermittelt werden, sondern paketvermittelt über die Paketdatenverkehrskanäle von GERAN übertragen werden können.

Die Abbildung zeigt die typische Verarbeitung eines RTP/UDP/IP-Paketes auf den einzelnen Schichten des GPRS-Protokoll-Stacks: Nach einer optionalen Kompression des Paket-Headers im SNDCP-Layer und der Rahmenbildung (SDU) im LLC-Layer erfolgt die Aufteilung einer SDU in gleich große Segmente. Die Segmentgröße hängt von dem durch die Netzwerksteuerung dynamisch zugeteilten Codierschema auf der physikalischen Schicht ab. Gegebenenfalls wird das letzte Segment mit Nullen aufgefüllt. Jedes Segment wird dann in das Nutzdatenfeld eines

RLC/MAC-Blocks geschrieben. Abschließend wird ein CRC-Code angehängt und nach der Kanalcodierung ein Interleaving über vier Bursts durchgeführt, die in vier aufeinander folgenden Zeitschlitz übertragen werden. Im Empfänger führt jeder nach der Kanaldecodierung verbliebene Bitfehler, der nicht durch den CRC erkannt wurde, nicht nur zum Verlust des zugehörigen RLC/MAC-Blocks, sondern auch zum Verlust des gesamten IP-Paketes.

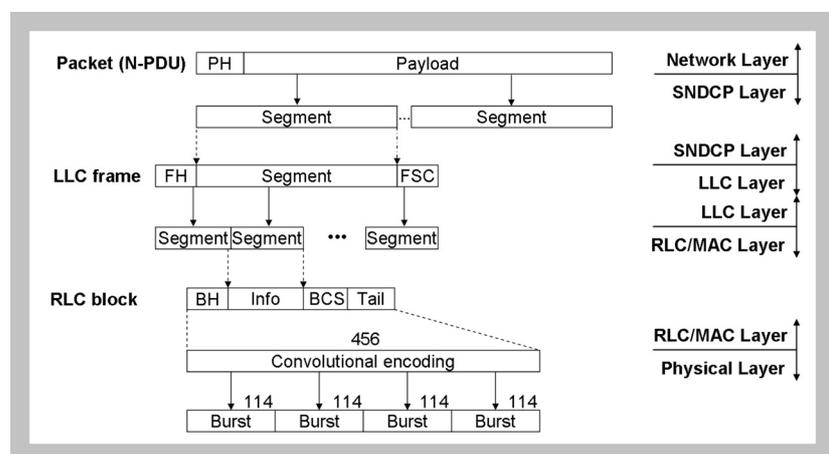
Bei einer IP-basierten „Adaptive Multi-Rate“ (AMR)-Sprachübertragung beträgt die Payload je nach verwendetem AMR-Modus 13 bis 31 Byte. Der minimale Header bei RTP/UDP/IP-basierter Übertragung beträgt zusätzlich 40 Byte, wobei dieser Überhang durch eine robuste Kompression im Mittel auf ca. 5 bis 10 Byte reduziert werden kann. Um eine effiziente Kompression zu erreichen, muss die Verlustrate der RLC-SDUs so klein wie möglich gehalten werden. Dabei sind jedoch erneute Übertragungen von fehlerhaften RLC-SDUs im Allgemeinen nicht möglich, da die zusätzliche Verzögerung eine Übertragung in Echtzeit unmöglich machen würde. Da das Interleaving eines jeden RLC/MAC-Blocks immer über vier TDMA-Rahmen erfolgt, sollte darüber hinaus die Größe eines RLC-SDUs nicht die aktuelle Größe eines Segments im RLC-Layer übertref-

fen, da sonst ein weiterer Zeitschlitz parallel verwendet werden müsste, um die geforderte Rate von einem Sprachrahmen pro 20 Millisekunden zu gewährleisten.

Am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik wird ein erweiterter Algorithmus zur Modussteuerung des AMR-Codecs untersucht, der die aktuelle Paketverzögerung und die Paketverlustrate in der Anwendungsschicht sowie den Segmentierungsüberhang berücksichtigt. Die Grundidee dieser Segmentoptimierung ist, den AMR-Modus derart zu wählen, dass in Abhängigkeit von der aktuellen Segmentgröße im RLC-Layer und der aktuellen Größe des komprimierten IP-Headers die Anzahl der verwendeten Segmente minimiert wird, alle Segmente aber gleichzeitig möglichst optimal ausgenutzt werden. Weitere Details und Ergebnisse findet man in [1].

Literatur:

- [1] Liebl, G.; Kaindl, M.; Xu, W.: Enhanced Packet-based Transmission of Multi-Rate Signals over GERAN. In: *Proc. of the 15th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, Barcelona, Spain, Sept. 2004.



Der GPRS-Protokoll-Stack

For coded transmission over fading multiple-access channels, receivers employing iterative multi-user detection and decoding are known to achieve a very good performance. An optimal multi-user detector for such a turbo scheme calculates the a posteriori probabilities for the permuted code bits. Unfortunately, these detectors suffer from a high computational complexity for a large number of users. In this context we investigate the performance of sequential soft-in/soft-out algorithms operating on a tree with a reduced and scalable work amount.

Bereits um 1960 wurden Algorithmen zur sequenziellen Decodierung von Faltungscodes eingesetzt [1]. Hierbei wird – unter Verwendung einer geeigneten Metrik – am Codebaum die wahrscheinlichste Informationsbitfolge mittels Baumsuche ermittelt und ausgegeben. Der benötigte Decodieraufwand bezüglich Verarbeitungszeit und Speicherbedarf ist variabel und hängt stark von der Qualität des Übertragungskanals ab. In

Sequenzielle Detektion für Mehrbenutzersysteme

Christian Kuhn und Joachim Hagenauer

praktischen Realisierungen eines sequenziellen Decoders kann für den Fall beschränkter Ressourcen eine erfolgreiche Decodierung nicht garantiert und keine Aussage über die Informationsbits getroffen werden.

Dieser Nachteil tritt bei der einige Jahre später eingeführten Viterbi-Decodierung zwar nicht auf, aber sequenzielle Decodieralgorithmen bieten durchaus auch Vorteile gegenüber diesen trellisbasierten Algorithmen. Speziell für die Decodierung von Faltungscodes mit hohem Gedächtnis weisen die sequenziellen Algorithmen eine wesentlich geringere Komplexität auf und generell reduzieren sie den Rechenaufwand bei guten Kanälen, da hier ein vollständiges Absuchen aller möglichen Informationsbitfolgen – wie sie beim Viterbi-Algorithmus implizit stattfindet – nicht notwendig ist.

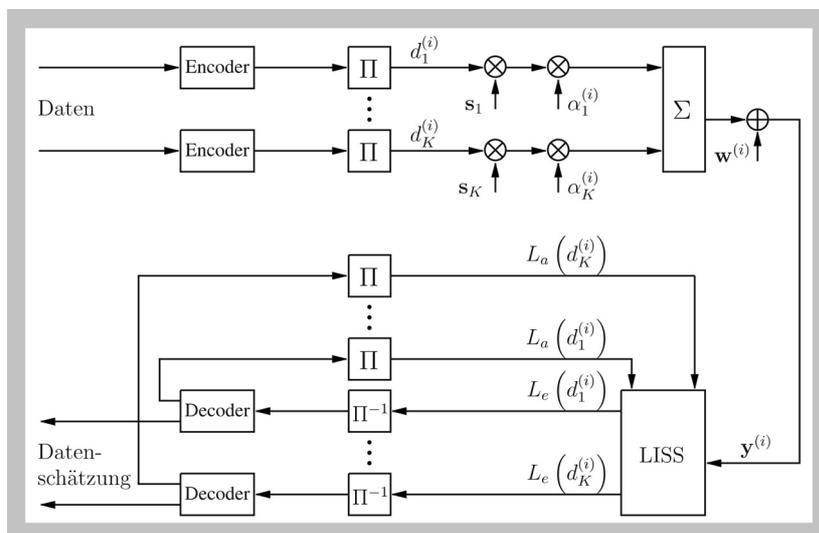
Diese Vorteile der sequenziellen Algorithmen können bei verschiedenen Detektionsproblemen in codierten Übertragungssystemen genutzt werden, indem man sie an die Problemstellung der iterativen Detektion und Decodierung adaptiert. Gegenstand der Untersuchungen ist hierbei das unten abgebildete DS/CDMA-Mehrbenutzersystem. Der Empfänger basiert auf dem Turbo-Prinzip und setzt den adaptierten sequenziellen

LISS-Algorithmus („List Sequential“) zur Mehrbenutzerdetektion ein [2].

Dazu wurde eine geeignete kumulative Metrik abgeleitet, die eine durch den äußeren Decoder verfügbare A-priori-Statistik sowie einen Längengewichtungsterm berücksichtigt. Dieser wird benötigt, um eine Vergleichbarkeit der unterschiedlich langen Pfade zu gewährleisten, die während der Baumsuche auftreten und gespeichert werden. Basierend auf dieser Untermenge der Pfade werden die bei iterativer Empfängerstruktur notwendigen Softwerte für den Detektorausgang erzeugt. Um sämtliche verfügbare Information zur Verbesserung der Ausgangssoftwerte zu nutzen, erfolgt der konsequente Einsatz der A-priori-Statistik. Hierbei werden die Pfade im Multiuser-Baum mittels Softbits ohne Erhöhung des Speicherbedarfs zur vollen Länge erweitert.

Das Problem der nicht erfolgreichen Detektion wird hier durch den äußeren Code gelöst. Dieser hilft dem Detektor über die Verbesserung der A-priori-Statistik während den Iterationen und bewirkt somit eine effektivere Baumsuche.

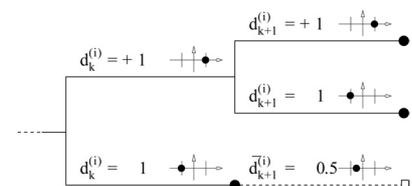
Der Rechenaufwand des LISS-Detektors weist eine lineare Abhängigkeit von der Nutzeranzahl auf und ist bezüglich der Kanaleigenschaften skalierbar.



Multiuser-System mit iterativer Detektion

Literatur:

- [1] Wozencraft, J. M.; Reiffen, B.: Sequential Decoding. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1961.
- [2] Kuhn, C.; Hagenauer, J.: Iterative List-Sequential (LISS) Detector for Fading Multiple-Access Channels. In: *Proc. IEEE Globecom 2004*, Dec. 2004.



Multiuser-Baum mit Pufferweiterung

Puffermanagement und Scheduling für Videostreaming in drahtlosen Mehrbenutzersystemen

Günther Liebl



We consider the problem of finding optimal joint radio link buffer management and scheduling strategies for wireless multi-user systems, which allow to significantly improve the quality of real-time video streaming to mobile clients. Our focus is on an IP-based end-to-end scenario, which consists of one or more multimedia servers on the wired backbone network and several multimedia clients in the serving area of a base station in a future cellular network. All clients try to retrieve high bit rate video streams from the servers in parallel and thus have to share the common physical resources bandwidth and transmission power on the wireless link.

The overall goal is to maximize the statistical multiplexing gain by exploiting the temporal variations in both the channel quality and the characteristics of the individual video sequences. Compared to existing state-of-the-art solutions for managing the radio link buffers and allocating the transmission resources our joint strategy [1], [2] also includes dependencies among different elements in a video stream. In case of short-term system overload, the buffer management has to reduce the pile of stored packets per active user such that continuous media playout at the client at least with some-what lower quality is still possible. The task of the scheduler is to select the optimal transmission format and time instants for the (possibly shortened) video streams such that future overload and readjustment of the buffers is kept at a minimum. While maximizing the average quality over all users, this joint system design also achieves reasonable fairness among a large number of users compared to purely throughput oriented solutions.

Es werden optimierte Verfahren zur Kombination von Puffermanagement und Scheduling in drahtlosen Mehrbenutzersystemen untersucht, mit

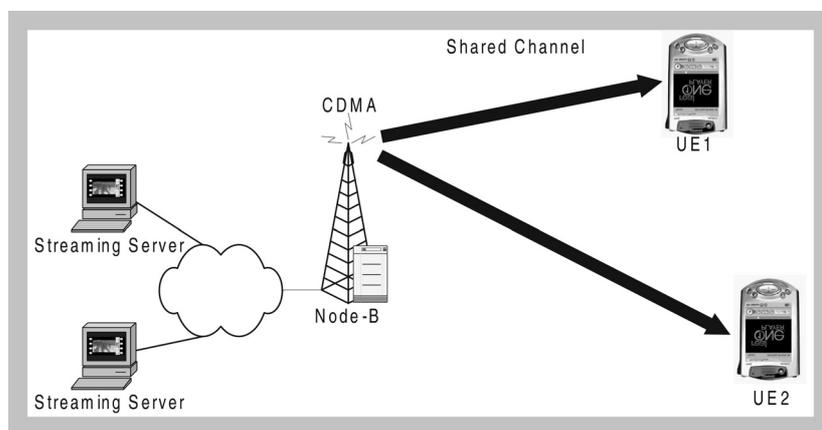
deren Hilfe die Qualität von Echtzeit-Videostreaming deutlich verbessert werden kann. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist ein IP-basiertes Ende-zu-Ende-Szenario, das aus ein oder mehreren Multimedia-Servern im drahtgebundenen Backbone-Netzwerk sowie mehreren Multimedia-Clients (User Equipments – UE) in einer Mobilfunkzelle besteht. Alle Clients versuchen, gleichzeitig einen hochbitratigen Strom aus Videopaketen im Downlink zu empfangen. Ziel ist es nun, die zeitlich stark schwankende Empfangsqualität der Mobilgeräte sowie die Variabilität in den Videosequenzen optimal bei der Zuteilung der Ressourcen an der Luftschnittstelle (z. B. Leistung und Bandbreite) zu berücksichtigen, um den Gewinn durch statistisches Multiplexen der Ströme zu maximieren. Aufgrund von zeitlichen Abhängigkeiten zwischen einzelnen Elementen eines Videostroms sind die gängigen Ansätze für das Verwalten der Eingangspuffer und das Scheduling an der Basisstation allerdings eher ungeeignet.

Ziel der von uns neu entworfenen kombinierten Verfahren [1] [2] ist es zum einen, im Falle von kurzfristiger Überlast an der Luftschnittstelle die angestaute Datenmenge pro aktivem Benutzer so zu verringern, dass am Client zumindest eine qualitätsreduzierte Darstellung des Videos aufrecht erhalten werden kann. Zum

Anderen steht der Umfang dieser Qualitätsreduktion in direktem Bezug zur aktuellen Kanalgröße, d. h. durch ein kanalzustandsoptimiertes Scheduling werden die insgesamt zur Verfügung stehenden Ressourcen fortlaufend optimal auf alle Nutzer verteilt. Ein Hauptaugenmerk dieser „intelligenten“ Scheduling-Verfahren liegt schließlich auch auf der Wahrung der Fairness zwischen den Nutzern, d. h. im Gegensatz zu rein durchsatzorientierten Verfahren soll ein applikationsspezifisches Qualitätskriterium durch geschickte Planung von bestmöglichen Übertragungszeitpunkten für eine möglichst große Zahl an Nutzern erfüllt werden.

Literatur:

- [1] Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Buchner, C.: Radio Link Buffer Management and Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channels. In: *Proc. Packet Video Workshop 2004*, Irvine, CA, USA, Dec. 2004.
- [2] Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Buchner, C.: Joint Buffer Management and Scheduling for Wireless Video Streaming. In: *Proc. 4th International Conference on Networking*. La Reunion, April 2005.



Streaming-Szenario (Ende-zu-Ende) in einem drahtlosen Mehrbenutzersystem

The application of turbo codes in modern communications systems makes decoding a time and power consuming task. It is well known that analog decoding is superior to digital decoding in terms of speed, chip area and power consumption. The fact that a modification of a single code parameter like the block length requires a new analog decoder implementation, in combination with a complexity, which grows linearly with the block length, so far prohibits a real world application in e.g. UMTS.

We developed a novel analog decoder architecture, which breaks the linear relationship between the block length of the code and the complexity of the decoder. This architecture also allows using a single decoder core for various different block lengths of a code. This is a major step towards an application of analog decoding in future systems.

Analoge Decodierung des UMTS-Turbo-Codes

Matthias Mörz

Die am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik seit 1997 eingehend untersuchte analoge Decodierung bietet im Vergleich zu herkömmlichen digitalen Decoderimplementierungen entscheidende Vorteile. Neben einer bis zu einem Faktor 100 höheren Decodiergeschwindigkeit ergeben sich auch signifikante Vorteile im Bezug auf die Leistungsaufnahme und die benötigte Zahl an Transistoren, was zu einer Reduzierung der Fläche und damit der Kosten führt. Diese Vorteile konnten wir bereits in der Vergangenheit durch mehrere analoge Decoderimplementierungen für Codes mit kurzer Blocklänge demonstrieren.

Ein gravierender Nachteil der bisher verwendeten Verfahren war eine linear mit der Blocklänge wachsende Komplexität des analogen Decoders. Aus diesem Grund war bisher eine Anwendung in der Praxis nicht möglich, da dort im Allgemeinen wesentlich längere Codes zum Einsatz kommen.

Unsere Arbeiten konzentrierten sich nun auf neue und effiziente Verfahren, die insbesondere die Komplexität dramatisch reduzieren, um

somit eine Anwendung in der Praxis zu ermöglichen. Wir haben unter Anderem einen so genannten analogen Sliding-Window-Decoder entwickelt, der die einzelnen Unterblöcke (Windows) des Codes sequenziell decodiert und damit eine wesentlich verringerte Komplexität aufweist.

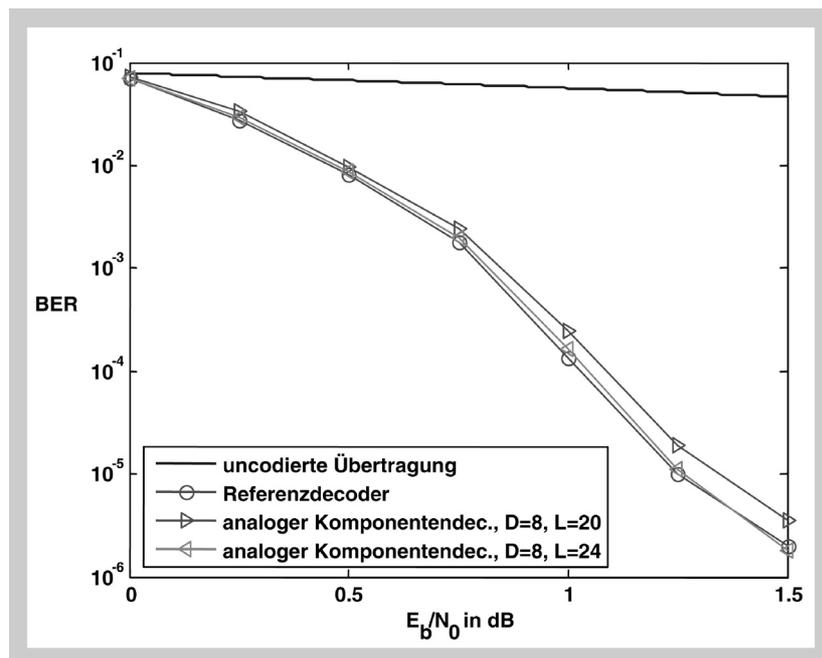
Für das Beispiel des Turbo-Codes bei UMTS konnten wir zeigen, dass die Komplexität eines analogen Decoders um den Faktor 90 reduziert werden kann, wobei nur ein sehr geringer Decodierverlust zu beobachten ist [1] [2].

Die Abbildung zeigt Simulationsergebnisse für die Bitfehlerrate (BER) als Funktion des Signal-zu-Rauschverhältnisses für den UMTS-Turbo-Code mit einer Blocklänge von 640 Bit, gültig für den AWGN-Kanal und 10 Iterationen. Das Bild zeigt Ergebnisse für einen digitalen Turbo-Decoder mit optimalem Komponentencode (mit Kreuzen markiert) als Referenz im Vergleich zu einem Decoder, bei dem der Komponentendecoder als analoger Sliding-Window-Decoder implementiert ist und bei dem ebenfalls zwischen den Komponentendecodern iteriert wird.

Mit den Parametern $D = 8$ (decodierte Bits pro Window) und $L = 24$ (Stabilisierungslänge) erreichen wir die Leistungsfähigkeit des Referenzdecoders bis auf 0.05 dB. Neben der damit erzielten Reduzierung der Komplexität können mit unserem neuen Verfahren nun auch beliebige Blocklängen decodiert werden, was einen wesentlichen Schritt hin zu einer praxisrelevanten Anwendung darstellt.

Literatur:

- [1] Mörz, M.: Analog Sliding Window Decoder Core for Mixed Signal Turbo Decoder. In: *Proc. Int. ITG Conf. on Source and Channel Coding*, Jan. 2004, Erlangen, Germany.
- [2] Mörz, M.: Turbo Decoding – Analog or Mixed Signal? In: *Proc. 3rd Analog Decoding Workshop*, June 2004, Banff, Canada.



Simulationsergebnisse für den UMTS-Turbo-Code

Turbo-Relais für Multi-Hop-Netze

Ioannis Oikonomidis



Ad-hoc networks where the nodes communicate with each other through multi-hops, are gaining importance in the field of wireless communication networks. Introducing relay stations between any transmitter-receiver pair has shown a possible decrease in the total emitted power and therefore gains in increasing the battery life and reducing the environment radiation. Our aim is to examine various channel coding schemes and introduce new protocols that best exploit the potential of this kind of networks.

Bei der Suche nach effizienten Methoden für die Informationsübertragung sind Ad-hoc-Netze Kandidaten für die vierte Generation von Mobilfunksystemen. Solche Netze sind infrastrukturlos und beinhalten keine zentralen Basisstationen. Vielmehr organisieren sich die Knoten in einem derartigen System selbst. Die Übertragung von Daten erfolgt im Multi-Hop-Verfahren von einem Knoten zum nächsten.

1. Multi-Hop-Übertragung

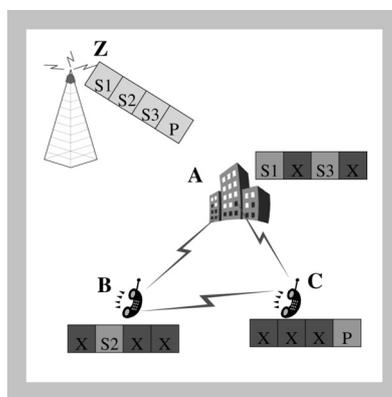
Eine informationstheoretische Untersuchung hat gezeigt, dass eine Fragmentierung der Übertragung über mehrere Hops zu einer Reduzierung der gesamten emittierten Leistung führen kann. Besonders in Broadcast-Szenarien, bei denen an alle Knoten die gleiche Information übertragen werden muss, sind Kooperationen zwischen den einzelnen Kommunikationspartnern von enormer Bedeutung.

Das im Rahmen des Forschungsgebietes untersuchte Multi-Hop-System besteht aus insgesamt N Knoten (in verschiedenen Konstellationen), die alle von einer Sendestation eine bestimmte Information fehlerfrei erhalten sollen. Auf Grund der unterschiedlichen Pfadverluste sowie von Schwundeffekten, die auf jeden Kommunikationsvorgang wirken, ist die Qualität der rekonstruierten Information für jeden Knoten unterschied-

lich. Durch eine geeignete Kooperation zwischen den Knoten soll deshalb eine effiziente Decodierung für alle Knoten des Netzes erreicht werden.

2. Turbo-Relais

Konkret wird die Kooperation in unserem System durch den iterativen Austausch von Daten erreicht, was die Bezeichnung „Turbo-Relais“ begründet.



Das Turbo-Relais-Prinzip

Wir betrachten das Szenario gemäß der Abbildung, in dem die Sendestation ein Codewort (S1-S2-S3-P) gleichzeitig an drei verschiedene Nutzer überträgt (Broadcast). Nach dieser ersten Übertragung kann jeder Knoten nur Teile der Information richtig decodieren. Bei den an den Nutzern mit „X“ markierten Unterblöcken konnte eine korrekte Decodierung nicht durchgeführt werden.

Wenn nur ein Teil der Informationssequenz falsch decodiert wird, so erfordert dies nicht eine Wiederholung der gesamten Codesequenz, so wie dies in herkömmlichen Systemen praktiziert wird. Vielmehr ist es ausreichend, wenn benachbarte Knoten gegenseitig korrekt empfangene Datensegmente austauschen und sich damit gegenseitig bei einem erneuten Decodierversuch „helfen“.

Da jeder Knoten auf Grund des für ihn spezifischen Übertragungs-

kanals eine unterschiedlich gestörte Version des Datenwortes empfangen hat, liegt eine bestimmte Diversität der Information verschiedener Knoten vor. Wenn die Diversität ausreichend groß ist, brauchen die Knoten nur untereinander zu kommunizieren, um letztlich das gesamte korrekte Datenwort zu erhalten. Hinsichtlich nebenstehender Abbildung bedeutet dies, dass die Station A die Teilsequenz (S1-S3) an seine Nachbarn schickt und die Stationen B und C lediglich (S2) bzw. (P) übertragen. Eine erneute Übertragung von (S1-S2-S3-P) seitens des Station Z ist nicht notwendig. Die Stationen A, B, C verknüpfen die ursprünglichen Versionen ihres Empfangswortes mit den neu erhaltenen Teilsequenzen ihrer Nachbarn („Maximum Ratio Combining“) und führen einen erneuten Decodierversuch durch.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch diese Art der Kooperation der Knoten eine deutliche Erhöhung der Netzabdeckung sowie eine signifikante Verringerung der elektromagnetischen Emissionen erreicht werden kann. Außerdem ergeben sich so mögliche Gewinne hinsichtlich der Leistungsaufnahme.

Literatur:

- [1] Gupta, P.; Kumar, P. R.: The Capacity of Wireless Networks. In: *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. IT-46, no. 2, pp. 388–404, March 2000
- [2] Laneman, J. N.; Wornell, G. W.: Exploiting Distributed Spatial Diversity in Wireless Networks. In *Proc. Allerton Conference „Communication, Controlling, and Computing“*. Urbana-Champaign, IL/USA, Oct. 2000
- [3] Oikonomidis, I.: Cooperative Coding using Turbo Codes. In: *13th Joint Conference on Coding and Communication*, Galtür, Austria, March 2004

Codierte Modulation mit Iterativer Decodierung

Frank Schreckenbach

The aim of our work is the development and evaluation of bandwidth efficient modulation schemes. High data rates should be transmitted with high reliability over a limited bandwidth. This requires higher order modulation schemes and powerful channel coding techniques which perform close to the channel capacity, but can be implemented with manageable complexity. We investigate and optimize promising low complexity approaches based on iterative decoding. The focus is on LDPC codes, Bit-Interleaved Coded Modulation with iterative decoding (BICM-ID), and irregular modulation for highly adaptive systems.

Ziel unserer Arbeit ist es, bandbreiteneffiziente Modulationsverfahren zu untersuchen und zu optimieren. Dazu betrachten wir in der Übertragungsstrecke insbesondere die Kanalcodierung und Modulation.

Bereits 1974 hat Massey erkannt, dass die gemeinsame Betrachtung von Kanalcodierung und Modulation die Leistungsfähigkeit digitaler Übertragungssysteme stark verbessern kann. In den Jahren danach wurden für die Umsetzung dieser grundlegenden Idee mehrere Verfahren vorgeschlagen. Wichtige Meilensteine waren 1976 Ungerboecks Trelliscodierte Modulation und 1977 die Multi-Level Codes von Imai. Schließlich hat sich herausgestellt, dass für die meisten Anwendungen das sehr einfache Bit-Interleaved Coded Modulation (BICM) System sehr gut geeignet ist (Zehavi, 1992).

In der Kanalkodierung war 1993 ein wichtiger Meilenstein die erste Anwendung der iterativen Decodierung parallel verketteter Faltungscodes (Turbo-Codes von Berrou et al.). Dieses sog. Turboprinzip wurde am LNT intensiv auf viele Probleme der Nachrichtenübertragung angewandt.

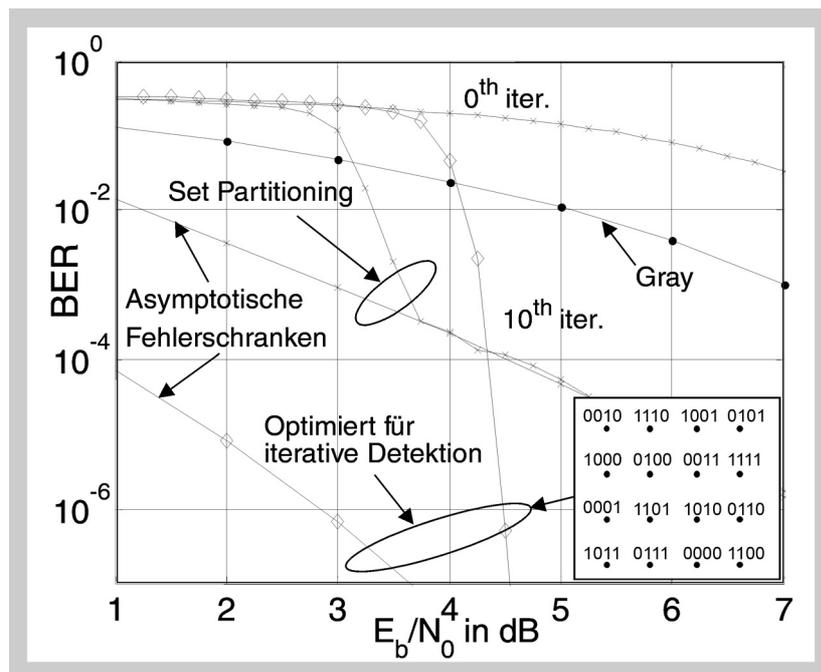
Für das BICM-System betrachten wir zum Einem die Verwendung leistungsfähiger Kanalcodes, die sich iterativ und damit mit akzeptabler Komplexität decodieren lassen. Beispiele hierfür sind parallel oder se-

riell verkettete Faltungscodes oder Low-Density-Parity-Check-Codes.

Zum Anderen betrachten wir das sog. BICM-ID-System, bei dem die iterative Detektion zwischen einem einfachen Faltungscodierung und dem Modulator erfolgt. Dieses System ist sehr flexibel und z. B. auch gut geeignet in Kombination mit iterativer Entzerrung oder iterativer MIMO-Detektion. Für dieses System haben wir insbesondere das Mapping – d. h. die Abbildung von Bitsequenzen auf die einzelnen Signalraumpunkte – näher betrachtet und hierfür optimale Mappings vorgeschlagen [1]. Bekannte Mappings sind z. B. Gray-Mapping für BICM oder Set-Partitioning Mapping für Trelliscodierte Modulation.

Des Weiteren können so genannte irreguläre Modulationsverfahren verwendet werden, die das Übertragungssystem an die Kanalqualität und weitere Systemanforderungen bestens anpassen [2]. Zur Analyse und Optimierung von iterativen Systemen ist das EXIT-Chart ein beliebtes Hilfswerkzeug. Eigenschaften und Berechnung von EXIT-Charts wurden in [3] näher untersucht.

Die Abbildung zeigt die Bitfehler-raten von einem BICM-System mit verschiedenen 16-QAM-Mappings und iterativer Detektion. Ein signifikanter Gewinn wird asymptotisch im Vergleich zur Verwendung von z. B. Gray-Mapping erzielt.



Bitfehlerrate bei Bit-Interleaved Coded Modulation (BICM), 16 QAM

Literatur:

- [1] Schreckenbach, F.; Görtz, N.; Hagenauer, J.; Bauch, G.: Optimization of Symbol Mappings for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. In: *IEEE Communications Letters*, vol. 7, no. 12, pp. 593–595, Dec. 2003
- [2] Schreckenbach, F.; Bauch, G.: Irregular Signal Constellations, Mappings and Precoder. In: *International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA)*, Parma, Italy, Oct. 2004
- [3] Schreckenbach, F.; Bauch, G.: EXIT Charts for Iteratively Decoded Multilevel Modulation. In: *12th European Signal Processing Conference*, Wien, Österreich, Sept. 2004

Schichtenübergreifender Systementwurf für mobile Videokommunikation

Thomas Stockhammer



Digital video is considered to have a significant impact on the success of emerging and future wireless systems. Despite recent advances in compression as well as transmission techniques, the high data rates of video as well as the physically limited resources in wireless communication systems pose major challenges in the optimized system design. In our work we have focused on optimizing real-time video communication systems such as video telephony, video conferencing as well as streaming and broadcast applications using the most advanced components available in terms of compression efficiency, namely H.264/AVC, as well as advanced transport and error correction features. By appropriate exchange of messages, nowadays referred to as cross-layer design, we attempt to adapt individual components to obtain optimized end-to-end video quality taking into account the constraints in terms of delay and channel characteristics.

Video wird in zukünftigen Mobilfunksystemen eine wichtige Rolle spielen. Aufgrund der begrenzten Übertragungsleistung und Bandbreite sowie der trotz modernster Codierverfahren immer noch hohen Datenraten für Video ist ein Entwurf geeigneter und optimierter Übertragungssysteme von essentieller Bedeutung. Dabei ist es wichtig zu unterscheiden, dass Video im Mobilfunk in verschiedenen Anwendungen eingesetzt wird, die gemäß ihrer unterschiedlichen Charakteristiken unterschiedliche Codier- und Übertragungsverfahren benötigen.

Die verwendeten Methoden in der Codier-, der Transport- sowie in der physikalischen Übertragungsschicht des Mobilfunksystems sollten sowohl am Sender als auch am Empfänger schichtenübergreifend aufeinander abgestimmt sein. Dazu ist es notwendig, dass die Schichten untereinander sowie auch Sender

und Empfänger auf verschiedenen Schichten adäquate Nachrichten austauschen, die in geeigneter Weise standardisiert sein sollten. Die Grafik zeigt ein abstrahiertes Modell eines mobilen Videoübertragungssystems mit potenziell ausnutzbaren schichtenübergreifenden Informationsflüssen und Rückkanalnachrichten.

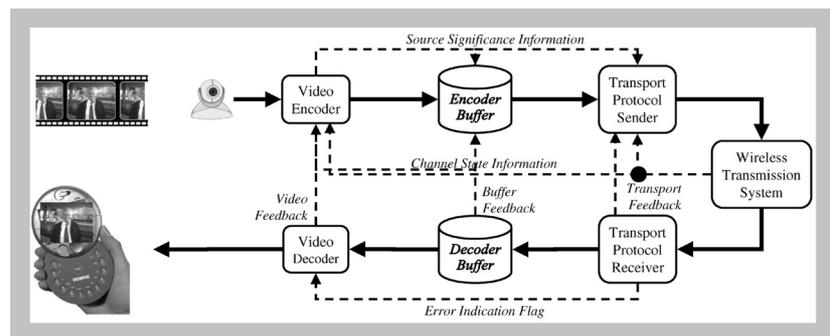
In unseren Arbeiten wurden vor allem für kritische Anwendungen wie Videotelefonie, Videokonferenz sowie Streaming- und Broadcast-Anwendungen verschiedene Aspekte untersucht und Verfahren optimiert. Zunächst wurde die Semantik der Nachrichten spezifiziert und deren Verfügbarkeit in verschiedenen Anwendungen untersucht. Danach wurde das Gesamtsystem entsprechend der Verfügbarkeit dieser Nachrichten optimiert, in dem die Einzelkomponenten angepasst und entsprechende Optionen ausgewählt wurden. Videocodierer und -decodierer wurden für H.264/AVC – ein u. A. durch unsere Beiträge von der ITU-VCEG und ISO-MPEG gemeinsam neu entwickelter Standard – sowie proprietäre Varianten des Codecs so modifiziert, dass auch für mobile und fehlerhafte Übertragung immer noch zufrieden stellende Videoqualität ausgeliefert werden kann [1]. Dabei wurden sowohl Kanalzustandsinformationen als auch Rückkanalnachrichten vom Videodecodierer in die Encodierung mit einbezogen. Eine Abstraktion der Wichtigkeit verschiedenen codierter Einheiten für die Endqualität wurde entwickelt.

Übertragungs- und Fehlerschutzverfahren wurden so ausgewählt und optimiert, dass unter bestimmten Ende-zu-Ende-Verzögerungen sowie zu akzeptierenden Kanalbedingungen die Gesamtqualität maximiert wird. Schließlich wurden entsprechende Empfänger- und Decodierverfahren entwickelt, die ebenfalls schichtenübergreifend arbeiten. Diese Verfahren wurden auf verschiedenen Abstraktionsniveaus evaluiert.

Die spezielle Eignung in existierenden Systemen wie GSM und UMTS sowie deren Weiterentwicklungen wurde untersucht [2]. Erste konzeptionelle Ergebnisse fanden Eingang in den Internet-Transport-Standard für H.264 [3].

Literatur:

- [1] Stockhammer, T.; Hannuksela, M.M.; Wiegand, T.: H.264/AVC in Wireless Environments. In: *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, vol. 13, no. 7, pp. 657–673, July 2003
- [2] Stockhammer, T.; Hannuksela, M.M.: H.264 Video for Wireless Transmission. *Invited paper: IEEE Wireless Communication Magazine*, Nov. 2004
- [3] Wenger, S.; Stockhammer, T.; Hannuksela, M.M.; Westerlund, M.; Singer, R.: RTP payload Format for H.264 Video, draft-ietf-avt-rtp-h264-11.txt, Internet Draft, Work in Progress, Aug. 2004



Schichtenübergreifende Systemaspekte für mobile Videoübertragung

We consider transmission over *multiple-input multiple-output* (MIMO) channels. Space-time mappings are investigated that aim at increasing both the data rate and the reliability of the transmission. In order to achieve these two gains, independent data streams, as well as each symbol or its complex conjugate, are transmitted from every antenna.

Transmission over MIMO channels suffers from strong co-antenna interference. We develop an iterative receiver with a widely linear detector to cope with this problem. This detector estimates the data with a widely linear filter consisting of two complex-valued filters for the observation and its complex conjugate. The widely linear filter is required to account for the transmitted complex conjugate data. During the iterations, it also exploits the rotational variance of the interference noise.

Wir betrachten die Datenübertragung über Mobilfunkkanäle mit mehreren Sende- und Empfangsantennen, so genannte *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO) Kanäle. Ein solcher Kanal besitzt eine Kanalkapazität, die um ein Vielfaches höher ist als die

Iterative Detektion von MIMO-Signalen mit erweitert-linearen Filtern

Melanie Witzke

des regulären Einantennen-Kanals. Durch die Wahl geeigneter Sendeverfahren und Empfängerstrukturen wird nun versucht, den theoretischen Grenzen möglichst nahe zu kommen.

MIMO-Sendeverfahren nutzen oft die räumliche Dimension, entweder zur Steigerung der Datenrate oder zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Übertragung. Der Fokus unserer Untersuchungen liegt nun auf Space-Time-Mappings, die beide Vorteile vereinen. Durch Übertragung unabhängiger Datenströme wird die Datenrate erhöht. Zusätzlich wird Sendeantennen-Diversity zur Verfügung gestellt, indem alle Daten bzw. deren konjugiert komplexe Wiederholungen von jeder Antenne gesendet werden. Space-Time-Mappings werden derart optimiert, dass die Transinformation zwischen den gesendeten und den empfangenen Daten maximiert wird.

Die MIMO-Übertragung leidet unter der starken räumlichen Interferenz. Um die vorhergesagten Gewinne in der Praxis auch tatsächlich zu erreichen, wurde ein iterativer linearer Detektor entwickelt. Ein solcher verwendet zur Schätzung der Daten ein *Minimum Mean Squared Error* (MMSE)-Filter, das sich während der Iterationen adaptiv an die Restinterferenz seines interferenzreduzierten Eingangssignals anpasst. Der Aufbau des Detektors ist in der Abbildung dargestellt.

Anstelle des regulären linearen Filters wird ein erweitert-lineares (*widely linear*) MMSE-Filter verwendet [1]. Dieses setzt sich aus zwei unterschiedlichen komplexen Filtern für das Empfangssignal und das konjugiert komplexe Empfangssignal zusammen.

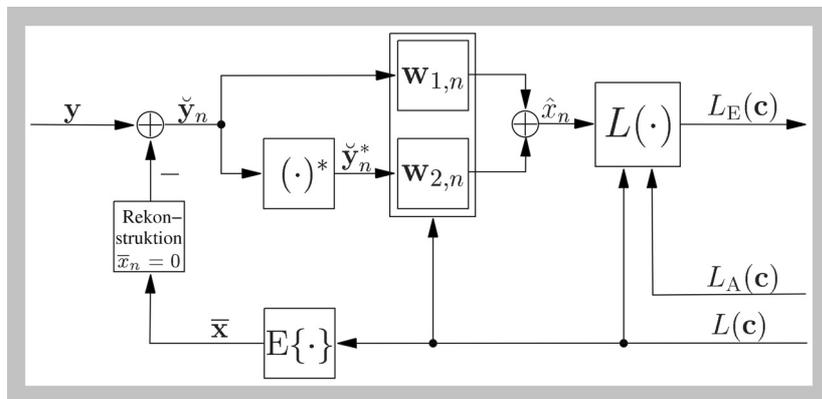
Die Verwendung eines erweitert-linearen Filters ist immer dann notwendig, wenn konjugiert komplexe Daten übertragen werden, um die darin enthaltene Information zu schätzen. Zusätzlich ist das Filter in der Lage, ein rotationsvariantes Eingangssignal auszuwerten. Diese Charakteristik nimmt das MIMO-Signal während der Iterationen an, wenn das Interferenzrauschen durch den Einfluss von A-priori-Information rotationsvariant wird.

Anhand von Simulationen für die Fehlerrate konnte eine sehr gute Leistungsfähigkeit der iterativen und erweitert-linearen Detektion nachgewiesen werden [2] [3]. Die Grenze der interferenzfreien Übertragung wurde bereits nach wenigen Iterationen annähernd oder sogar perfekt erreicht.

Die Untersuchungen haben ferner gezeigt, dass diejenigen Space-Time-Mappings, die nicht nur die Übertragungsrate erhöhen, sondern zusätzlich Sendeantennen-Diversity zur Verfügung stellen, bereits nach einigen Iterationen zu einem merklichen Gewinn führen.

Literatur:

- [1] Picinbono, B.; Chevalier, P.: Widely Linear Estimation with Complex Data. In: *IEEE Trans. Signal Processing* Vol. 43, Nr. 8, Aug. 1995, S. 2030–2033.
- [2] Witzke, M.; Bärö, S.; Hagenauer, J.: Iterative Detection of Generalized Coded MIMO Signals Using a Widely Linear Detector In: *Proc. Globecom, San Francisco, USA*. Vol. 4, Dec. 2003, S. 1821–1825.
- [3] Witzke, M.: Linear and Widely Linear Filtering Applied to Iterative Detection of Generalized MIMO Signals. In: *Annals of Telecommunications*, Februar 2005.



Struktur des erweitert-linearen Detektors

Kanalcodierung für unkoordinierte drahtlose Multi-Hop-Netzwerke

Johannes Zangl



The analysis of distributed wireless multi-hop networks (e.g. sensor networks) requires a suitable modelling of the transmission system. Within the scope of this work an analytic interference approximation scheme was developed in order to reduce the simulation complexity caused by the investigation of a 2-dimensional scenario.

The application of rate compatible punctured convolutional codes, as well as turbo codes with incremental redundancy, yields a gain in throughput by a factor of two. Furthermore, we were able to show that the simulation results based on the approximated interference scheme are consistent with pure simulation results.

Die Untersuchung von geeigneten Verfahren zum Vorwärtsfehlerschutz in unkoordinierten drahtlosen Multi-Hop-Netzen (beispielsweise Sensor-Netzen) erfordert – anders als bei den auf herkömmlicher Infrastruktur gestützten Netzen – eine deutlich genauere Modellierung des Übertragungskanals. Dieser wird überwiegend durch Störungen (Interferenz) beeinflusst, die durch gleichzeitig sendende Netzwerkelemente hervorgerufen werden.

Da ferner die Kommunikation im Netz auf Grund

- der großen Anzahl von Knoten,
- deren relativ einfachen Aufbaus
- sowie des Fehlens geeigneter Infrastruktur

nicht rahmensynchron ablaufen kann, ist die Intensität der Störungen für die Übertragungsdauer eines Datenwortes variabel. Systemsimulationen können deshalb nicht blockweise durchgeführt werden und insbesondere die große Anzahl von Netzwerkelementen (im Bereich von einigen hundert bis tausend) macht simulative Systemuntersuchungen extrem aufwändig.

Im Rahmen dieses Arbeitsgebietes wurde ein analytisches Approximationsverfahren für Interferenzstörun-

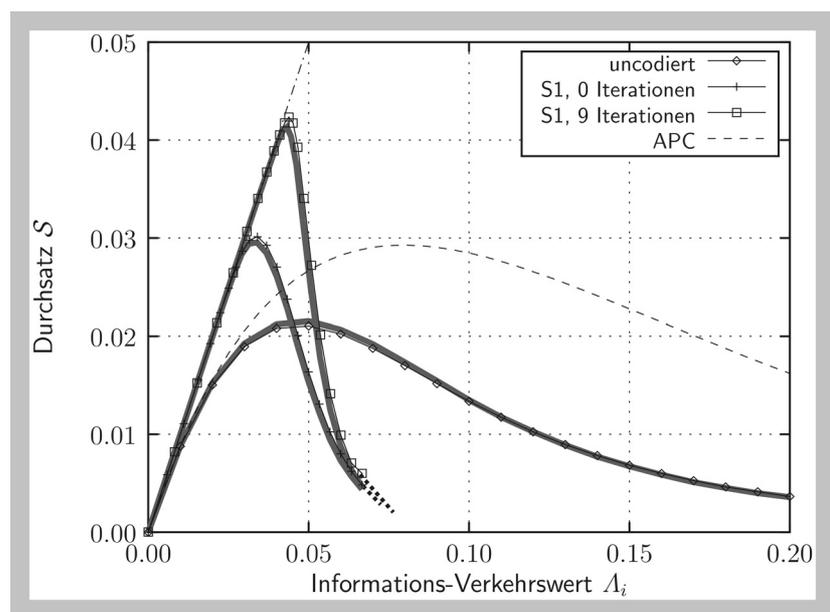
gen entwickelt, durch welches die Störeinflüsse des zweidimensionalen Knotenszenarios auf eine Kommunikationsverbindung sowohl statistisch als auch zeitlich modelliert werden können.

In Systemsimulationen kann dies vorteilhaft und aufwandsgünstig eingesetzt werden. Neben den Kanalmodellen des Pfadverlust-, Rayleigh- und Rice-Fadingkanals und der Knotenflächendichte spielt dabei der Sende-Verkehrswert A_i pro Knoten eine zentrale Rolle. Für einen Nutzer oberhalb der OSI-Schicht 2 ist dagegen der Informations-Verkehrswert A_i von Interesse, der mit dem interferenzbestimmenden Sendeverkehr über die Coderate verknüpft ist.

Daraus ergibt sich unmittelbar die Fragestellung, ob Kanalcodierung, die durch zusätzliche Redundanz den Sendeverkehr und damit auch die Störungen erhöht, in unkoordinierten Netzen überhaupt sinnvoll einsetzbar ist. Inwiefern ist die Fehlerkorrektur in der Lage, implizit durch sie selbst verursachte Übertragungsfehler zu korrigieren bzw. einen zusätzlichen Codiergewinn zu erzielen?

Die unten stehende Abbildung zeigt anhand des Beispiels eines parallel verketteten Turbo-Codes mit iterativer Decodierung, dass der maximale Durchsatz an Information durch dieses Verfahren im Vergleich zu uncodierter Übertragung hier etwa um den Faktor 2 gesteigert werden kann (neunte Iteration). Ab dem Erreichen des Maximums bricht der Durchsatz jedoch deutlich ein und fällt unter die Kurve für uncodierte Übertragung. Die Abbildung zeigt eindrucksvoll, mit welcher Genauigkeit die lediglich mit approximierter Interferenz simulierten Ergebnisse (dünne schwarze Kurven) vollständig die durch Simulation gewonnenen Durchsatzkurven (breite graue Linien) erreichen.

Die mit „APC“ markierte Vergleichskurve zeigt den analytisch ermittelten Verlauf für den Durchsatz bei Annahme von „Unslotted ALOHA mit perfektem Capture“.



Durchsatz eines Kommunikationslinks bei Anwendung iterativer Verfahren zum Vorwärtsfehlerschutz. Simulationsergebnisse sind an den breiten Kurven zu erkennen.

Einige Vorbemerkungen und statistische Angaben zu den Forschungsprojekten

Günter Söder

The following texts compactly describe the 14 projects conducted during the reported period. As only half a page is assigned to each project, the reader is kindly referred to Chapter 5 and 6 for further information.

Seitdem Prof. Hagenauer im April 1993 die Lehrstuhlleitung übernommen hat, wurden 52 extern geförderte Projekte mit einer Dauer zwischen 6 Monaten und 4 Jahren und mit einem Gesamtumfang von etwa 88 Personenjahren durchgeführt. Damit errechnen sich eine mittlere Projektdauer von 1,7 Personenjahren und – bezogen auf den Gesamtzeitraum von 12 Jahren – im Mittel mehr als sieben Projekte pro Jahr.

Mehr als die Hälfte der Projekte, nämlich 30, waren Auftragsarbeiten für die Industrie: Siemens AG München (22), Deutsche Telekom (3), IBM (2), SEL, Lucent Technology, und DoCoMo Communications Lab

Europe (jeweils 1). Daneben gab es im Rahmen nationaler Forschungsprogramme zwei Förderungen durch das Hochschulsonderprogramm III des Bundes und der Länder sowie noch acht DFG- und vier BMBF-Projekte, wobei die Letztgenannten in enger Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen sowie dem HHI Berlin, der Siemens AG München bzw. Ericsson Eurolab Deutschland GmbH erfolgten.

Die restlichen acht Projektarbeiten wurden im Rahmen internationaler, vor allem europäischer Förderung getätigt. Neben Auftragsforschung für ESA/ESTAC sind besonders die Erasmus-, Vigoni-, Newcom- und Tempus-Programme erwähnenswert.

Die Drittmittelforschung ist neben den Publikationen und der Lehraktivität ein wichtiges Kriterium zur fakultätsinternen Leistungsbewertung und damit auch zur finanziellen Ausstattung der Lehrstühle. Außer-

7

Extern geförderte Projekte

dem werden etwa die Hälfte unserer wissenschaftlichen Mitarbeiter direkt mit diesen Geldern bezahlt.

Nachfolgend werden die 14 im Berichtszeitraum bearbeiteten Projekte in äußerst kompakter Form beschrieben. Da jeweils nur eine halbe Seite vorgesehen ist, sei hier auch auf die Kapitel 5 (Dissertationen) und 6 (Arbeitsgebiete) verwiesen.

Analog Decoding for High Speed Communication Systems

Andrew Schaefer und Matthias Mörz

Zeitraum: 01.01.2000 – 30.09.2003
(Bericht: 01.04.2003 – 30.09.2003)

Gefördert durch Bell Labs, Lucent Technologies, NJ, USA

Projektpartner: Dr. Ran-Hong Yan

The analog decoding project was continued with the generous support of Bell Labs until September 2003. The main focus of research in this time period was on the so called rotating ring decoder for low density parity check convolutional codes (LDPC-CC) and on the development of an iterative decoder for a pulse coded modulation (PCM) system which could be implemented as an analog decoder.

An LDPC-CC is a convolutional code with a sparse factor graph which means that we can decode using be-

lieff propagation. As the code is based on a convolutional code, only neighbouring bits are important for making a decoding decision. Since the aim is to implement the decoder in VLSI, we adopt a ring structure where the write-in and read-out positions for bit reliabilities are rotated with the transmission rate. In a PCM system we can not only implement the source decoder in analog (for PCM and DPCM) but by choosing an intelligent bit mapping for the symbols, we can exploit the turbo principle also.

Das Projekt *Analoge Decodierung* wurde von den Bell Labs bis September 2003 gefördert. Die Forschungsschwerpunkte lagen in diesem Berichtszeitraum beim so genannten Rotating Ring Decoder für Low Density Parity Check Codes (LDPC-

CCs) sowie bei der Entwicklung eines iterativen Decoders für ein PCM-System.

Ein LDPC-CC ist ein Faltungscodierverfahren, das sich wegen seiner dünn besiedelten Prüf-Matrix durch Belief Propagation decodieren lässt. Da für eine Decodier-Entscheidung hauptsächlich benachbarte Bits wichtig sind und da eine Implementierung in analogem VLSI vorgesehen ist, wurde eine Ringstruktur angewandt. In dieser Struktur werden die Ein- und Auslesepositionen im Decoder mit der Übertragungsrate rotiert.

Bei einem PCM-System können wir nicht nur den Quellen-Decoder in analoger Form implementieren, sondern durch geschickte Bit-Zuordnung der Symbole kann gleichzeitig auch das Turbo-Prinzip angewandt werden. Dies wurde im zweiten Teil dieses Forschungsprojekts realisiert.

Zeitraum: 01.07.2000 – 30.06.2004
(Bericht: 01.04.2003 – 30.06.2004)

Gefördert durch die DFG im Schwerpunktprogramm *Adaptivität in heterogenen Kommunikationsnetzen mit drahtlosem Zugang* (AKOM)

This project aims at the analysis and design of distributed networks. We were able to show that the application of iterative decoding schemes with incremental redundancy increases the throughput and decreases the emitted power significantly. Further, we developed a performance measure "Information Speed" that describes a data packet's propagation speed towards a final destination.

Multiplex-, Modulations- und Codierungsverfahren sowie Media Access Control für Ad-hoc-Netze

Johannes Zangl und Joachim Hagenauer

Im Rahmen dieses Projektes wurden drahtlose, verteilte Netze mit Multi-Hop-Übertragung untersucht. Ein Beispiel hierfür ist die Klasse der Sensor-Netze, deren batteriebetriebene Netzwerkelemente zufällig in der Ebene verteilt sind. Das Fehlen einer koordinierenden Infrastruktur erfordert neue Verfahren zum Systemdesign und zur Systemanalyse, die in diesem Projekt zu entwickeln waren. So konnte durch die Einführung der *leistungsbezogenen Systemeffizienz* gezeigt werden, dass Turbo-(De-)codierverfahren mit inkrementeller Redundanz nicht nur den Durchsatz in einem verteilten Netz um bis zu 100% zu steigern vermögen, sondern dass gleichzeitig der benötigte Energiebedarf deutlich geringer wird. Neben Turbo-Codes wurden Tail-Biting-Blockcodes mit und ohne inkrementeller Redundanz in Szenarien mit ALOHA- und CSMA-Kanalzugriff untersucht.

Ein weiterer Arbeitspunkt des Projektes behandelte die Untersuchung informationstheoretischer Grenzen bei der Multi-Hop-Übertragung in unkoordinierten Systemen. Hierzu wurde die „spektrale Informationsgeschwindigkeit“ (SIS) eingeführt. Sie beschreibt anschaulich, mit welcher mittleren Geschwindigkeit sich eine bestimmte Informationsmenge beim Multi-Hop-Verfahren bestenfalls in Richtung des Ziels bewegt. Die SIS berücksichtigt dabei sowohl den Verkehrswert der Netzwerkelemente als auch das Modulationsverfahren sowie die Interferenz im System und geht von einer – im Sinne von Shannon – idealen Kanalcodierung an der Kapazitätsgrenze aus. Schließlich konnte unter Verwendung eines Approximationsverfahrens für die Interferenz eine analytische untere Schranke für die SIS hergeleitet werden, welche ohne Systemsimulationen auskommt.

Channel Coding and Modulation for 4G Mobile Radio Systems

Christoph Hausl, Frank Schreckenbach und Joachim Hagenauer

Zeitraum: 01.04.2002 – 31.03.2006
(Bericht 01.04.2003 – 31.03.2005)

Gefördert durch DoCoMo Communications Lab Europe GmbH

Projektpartner: Dr. Bauch

In upcoming mobile communication systems, very high data rates need to be transmitted with high reliability using a limited bandwidth. The objective of this project is the development and evaluation of powerful channel coding techniques which perform close to channel capacity but can be implemented with feasible complexity. Since the mobile channel undergoes high fluctuations, the modulation and channel coding schemes need to be highly adaptive in the sense that it is easy to switch between different code rates and

modulation schemes. A promising approach for channel codes which achieve performance very close to the Shannon limit are Low-Density Parity-Check (LDPC) Codes.

Im Rahmen dieses Projektes werden verschiedene iterative Kanalcodierverfahren untersucht. Dabei soll ein leistungsfähiges System vorgeschlagen werden, das bei möglichst geringer Komplexität nahe an der Shannonschen Kapazitätsgrenze arbeiten kann.

Um diese Eigenschaft auch unter den stark zeitvarianten Übertragungsbedingungen realer Mobilfunkkanäle zu ermöglichen, müssen sowohl die eingesetzten Modulationsschemata als auch die Coderate der Kanalcodierverfahren gemäß dem momentanen Kanalzustand adaptiv anpassbar sein.

Eine mögliche, vielversprechende Methode, um dies zu erreichen, sind die so genannten Low-Density Parity Check (LDPC)-Codes. Sie bieten eine gute Performance bei langen Blocklängen und erlauben eine effiziente Implementierung des Decoders.

Um die LDPC-Codes in der vierten Mobilfunkgeneration anwenden zu können, soll in diesem Projekt ein LDPC-Code entwickelt werden, der auch für kurze Blocklängen nahe an der Shannon-Grenze arbeitet, dessen Decodierung zudem mit wenig Rechenaufwand implementiert werden kann und der schließlich eine ratenkompatible Punktierung erlaubt. Falls die erste Übertragung fehlerhaft ist, wird schrittweise Redundanz nachgeschickt, bis die fehlerfreie Rekonstruktion der gesendeten Daten am Empfänger möglich ist.

Verfahren zur effizienten Unterstützung von IP-basierten Diensten in GERAN

Markus Kaindl, Günther Liebl, Thomas Stockhammer, Peter Strasser

Zeitraum: 01.10.2002 – 30.09.2003
(Bericht: 01.04.2003 – 30.09.2003)

Gefördert durch die Siemens AG München, ICM MP P HW3 MCH 1

Projektpartner: Dr. Wen Xu

The motivation and primary goal of this research project is the design of methods for efficient support of packet switched services in the GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) with main focus on IP based transmission of speech and multimedia data.

Eines der wesentlichen Merkmale von zukünftigen Ausbaustufen des GSM/EDGE Radio Access Networks (GERAN) ist die Verfügbarkeit von flexiblen, paketbasierten Übertragungsmodi an der Luftschnittstelle. Der derzeitige Trend zu „All-over-IP-Networks“ erfordert auch, dass die

Multimedia-Dienste niedriger Bitraten, die bisher traditionell leitungsvermittelt übertragen wurden, auch für die Paketdatenverkehrskanäle von GERAN verfügbar sind.

Ziel des Forschungsauftrages war die Konzipierung und Entwicklung von Verfahren zur effizienten Unterstützung paketbasierter Dienste für GERAN mit Fokus auf IP-basierte Sprach- und Multimedia-Datenübertragung.

Als Plattform diente der am Lehrstuhl entwickelte Echtzeit-Netzwerk-simulator Wine2, der zuvor auf die EGPRS-Technik angepasst werden musste. Darauf aufbauend wurde – basierend auf RFC 3267 – ein Tool zur IP-basierten Sprachübertragung mit dem *Adaptive Multi-Rate Codec* (AMR) entwickelt. Zur effizienten Übertragung musste zudem eine robuste Header-Compression (RoHC) in den Netzwerksimulator integriert werden.

Zeitraum: 01.04.2003 – 30.09.2003

Gefördert durch die Siemens AG München, ICM N PG NT RC BS

Projektpartner: Dr. Merz

WCDMA has been selected as the accessing scheme on the uplink of third generation mobile communication systems. The uplink is subject to multiple-access interference (MAI) and multipath fading. In this project, improvements on the uplink were investigated if the users could be provided with little information about the prevailing channel conditions. E.g., a user will only transmit if his channel is sufficiently good which will lead to a reduction of MAI as well as increased transmission rates. The benefits are solely due to the additional information about the channel con-

ditions on the downlink allowing for a modified accessing scheme and can be achieved with no increase in receiver complexity.

In Systemen der dritten Mobilfunkgeneration wie beispielsweise UMTS wird WCDMA als Zugriffsverfahren auf der Uplink-Strecke verwendet. Dieses ist in einem mobilen Kommunikationssystem durch starke Schwankungen der Interferenzen gekennzeichnet. Ferner stören sich bei CDMA-Zugriffsverfahren durch die Überlagerung der Nutzsignale und den Einsatz konventioneller Empfänger die Nutzer untereinander sehr stark. Auf dem Downlink können große Verbesserungen der Übertragungsraten und der Qualität erreicht werden, wenn die Übertragungen zu den Nutzern abhängig von der momentanen Kanalqualität geplant

Für IP-basierte Sprachübertragung mit dem AMR-Codec wurde durch Cross-Layer-Optimierung ein Algorithmus zur effizienten Modussteuerung entwickelt, der aufgrund der durch das aktuelle Codierschema gegebenen Segmentierung und dem Zustand der dynamischen Header-Kompression den AMR-Modus in der Anwendungsschicht so auswählt, dass die Anzahl der im „Physical-Layer“ verwendeten Segmente minimiert wird, gleichzeitig aber auch die verwendeten Segmente möglichst optimal ausgenutzt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass bei einem minimalen Verbrauch an Ressourcen die maximal mögliche Sprachqualität erreicht wird.

Enhanced Uplink Packet Access

Michael Mecking

werden. Dieses Verfahren bezeichnet man als HSDPA – High Speed Downlink Packet Access.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts mit der Siemens AG wurden Ansätze zur Verbesserung des Uplinkzugriffsverfahrens untersucht, wenn den Nutzern mit momentan günstigen Übertragungsbedingungen die Ressource gezielt zugewiesen wird.

Es wurde gezeigt, dass sich bereits durch Übertragung geringer Informationsmengen über die Kanal-güte der Nutzer auf dem Downlink der Zugriff der Nutzer gezielt steuern lässt, so dass ein Nutzer nur bei ausreichend gutem Kanal überträgt. Dadurch lässt sich die Interferenz entscheidend reduzieren und die Übertragungsraten der Nutzer signifikant erhöhen, ohne die Komplexität der Empfänger zu steigern.



Codierungs- und Übertragungsaspekte für mobile Multimedia-Anwendungen

Günther Liebl und Thomas Stockhammer

Zeitraum: 01.07.2003 – 31.12.2004

Gefördert durch Bavaria California Technology Center (BaCaTeC)

Projektpartner: Prof. Dr. Antonio Ortega, University of Southern California, Los Angeles, CA, USA

The mobile radio channel introduces additional constraints on the system design of multimedia applications, and thus typical resource allocation problems have to be reformulated and adapted to mobile transmission. Compression techniques are required that are robust to channel variations. Appropriate transmission techniques are necessary which support prioritization, exploit cross-layer and end-to-end information, and allocate system resources efficiently.

In this joint research project, advanced media packet scheduling algorithms using dependency graphs and their extension to H.264-based transmission over wireless links have been investigated. Furthermore, cooperation with the group of Prof. Girod at Stanford University allowed to extend part of the single-user approaches to a multiuser scenario.

In Zukunft wird eine Vielzahl von Multimedia-Anwendungen über das Internet verfügbar sein, zum einen durch den Zugriff über Festnetze, aber vermehrt auch über drahtlose Kanäle. Im Vergleich zu Festnetz-Internetübertragung beinhaltet der Mobilfunkkanal jedoch spezifische Einschränkungen, die dazu führen, dass typische Ressourcenzuteilungsprobleme neu formuliert und auf mobile Übertragung angepasst werden müssen. Zudem sind Kompressionsverfahren nötig, die robust gegen Kanalveränderungen (Bandbreitenschwankung, Verzögerung sowie Paketverluste) sind. Diese Verfahren sollen hauptsächlich die Flexibilität des Standards H.264 nutzen, aber auch proprietäre Techniken mit einbeziehen. Zusätzlich sind geeignete Übertragungstechniken zur Unterstützung von Priorisierung, zur Ausnutzung von schichtenübergreifender Kontrollinformation und zur Allokation von Systemressourcen notwendig. Im Projekt wurde gezielt die Ressourcenzuteilung basierend auf Abhängigkeits-Graphen und die Erweiterung auf eine H.264-basierte Übertragung für drahtlose Verbindungen untersucht. In Kooperation mit der Gruppe von Prof. Girod an der Stanford University wurden zusätzlich einige der Ansätze auf Mehrbenutzer-Szenarien erweitert.

In Zukunft wird eine Vielzahl von Multimedia-Anwendungen über das Internet verfügbar sein, zum einen durch den Zugriff über Festnetze, aber vermehrt auch über drahtlose Kanäle. Im Vergleich zu Festnetz-Internetübertragung beinhaltet der Mobilfunkkanal jedoch spezifische Einschränkungen, die dazu führen, dass typische Ressourcenzuteilungsprobleme neu formuliert und auf mobile Übertragung angepasst werden müssen. Zudem sind Kompressionsverfahren nötig, die robust gegen Kanalveränderungen (Bandbreitenschwankung, Verzögerung sowie Paketverluste) sind. Diese Verfahren sollen hauptsächlich die Flexibilität des Standards H.264 nutzen, aber auch proprietäre Techniken mit einbeziehen. Zusätzlich sind geeignete Übertragungstechniken zur Unterstützung von Priorisierung, zur Ausnutzung von schichtenübergreifender Kontrollinformation und zur Allokation von Systemressourcen notwendig. Im Projekt wurde gezielt die Ressourcenzuteilung basierend auf Abhängigkeits-Graphen und die Erweiterung auf eine H.264-basierte Übertragung für drahtlose Verbindungen untersucht. In Kooperation mit der Gruppe von Prof. Girod an der Stanford University wurden zusätzlich einige der Ansätze auf Mehrbenutzer-Szenarien erweitert.

Sequenzielle Soft-In/Soft-Out Algorithmen zur iterativen Entzerrung insbesondere von Kurzwellenkanälen und Breitband-Mobilfunkkanälen

Christian Kuhn und Joachim Hagenauer

Zeitraum: 01.08.2003 – 31.07.2005
(Bericht bis 31.03.2005)

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Aktenzeichen HA 1358/ 7-1

For coded transmission over intersymbol interference channels with high memory the application of an optimal APP based equalizer within a turbo receiver is far too complex. Especially for short wave communication and future mobile communication systems we investigate low complexity equalizers based on classical sequential algorithms. These hard decision decoding algorithms are adapted to the problem of soft-in/soft-out equalization. The computational complexity of these scalable equalizers depends only linearly on the channel memory.

Die Kurzwellenübertragung eignet sich gut für die Langstreckenkommunikation, da für Frequenzen von 3 bis 30 MHz eine Signalausbreitung zwischen den Ionosphärenschichten und der Erdoberfläche stattfindet. Bedingt durch Brechung, Reflexion, Streuung und Beugung der elektromagnetischen Wellen des Signals an der Ionosphäre tritt dann am Empfänger allerdings Intersymbolinterferenz mit teilweise hohen Laufzeitverzögerungen auf.

Im Rahmen dieses Projektes sollen hierfür Empfängerstrukturen, die auf iterativer Kanalentzerrung und Decodierung – der so genannten Turbo-Entzerrung – basieren, untersucht werden. Für diese leistungsfähigen Empfänger stellen sich aber bekannte Soft-In/Soft-Out-Algorithmen zur Entzerrung, die beispielsweise auf einer Anwendung des

APP- oder des MMSE-Kriteriums beruhen, als zu komplex für derartig hohe Laufzeitverzögerungen heraus, da sich die Anzahl der Kanalzustände exponentiell mit dem Kanalgedächtnis erhöht. Ähnliche Randbedingungen werden sich auch bei zukünftigen Mobilfunksystemen ergeben.

Einen neuartigen, in puncto Komplexität vom kritischen Parameter des Kanalgedächtnisses nur linear abhängigen Ansatz stellt die sequenzielle Entzerrung dar. Dabei werden aus den ursprünglich zur Decodierung von Faltungscodes eingesetzten sequenziellen Algorithmen bezüglich des Rechenaufwands skalierbare Verfahren zur Kanalentzerrung abgeleitet. Die Entwicklung erfolgt in Soft-In/Soft-Out-fähiger Form, damit die problemspezifische Anwendung des Turbo-Prinzips gewährleistet werden kann.

MoMuCast – Mobile Multimediaübertragung für MBMS über GERAN

Hrvoje Jenkač, Thomas Stockhammer, und Günther Liebl

Zeitraum: 01.10.2003 – 30.09.2004

Gefördert durch die Siemens AG München, ICM MP P HW3 MCH 1

Projektpartner: Dr. Wen Xu

For GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) release 6 the Multimedia Broadcast and Multicast Services (MBMS) are introduced, which utilize radio-efficient broadcast delivery.

Therefore, new transmission and coding schemes are required in order to achieve sufficient quality-of-service. The goal of this project was the investigation and proposal of new coding and transmission concepts for the broadcast mode of MBMS.

In addition, a real-time MBMS demonstrator, based on WiNe2, was developed, which allows the online demonstration and comparison of MBMS concepts.

Das bestehende GERAN (GSM/EDGE Radio Access Network) Mobilfunksystem wurde für Release 6 um den Broadcast-Dienst MBMS erweitert, der auf die gleichzeitige Verteilung multimedialer Inhalte wie Video, Audio und Daten zu mehreren Nutzern in einer Mobilfunkzelle abzielt.

Es wurde ein ressourceneffizienter Übertragungsmodus im Broadcast eingeführt, der Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen erlaubt. Es wurden Lösungen mit einem hohen Wiederverwendungsgrad von existierenden Systemkomponenten und Hardware angestrebt, um die Einführung zügig voranzutreiben.

Im ersten Teil des Forschungsauftrags sollten Fehlerschutzverfahren für den Broadcast-Betrieb so konzipiert werden, dass eine möglichst hohe Dienstgüte bei möglichst vielen Empfängern in einer Mobilfunkzelle erreicht werden konnte.

Zur Steigerung der Dienstgüte wurde auch das Empfängerkonzept verbessert. Die entworfenen Verfahren und Konzepte wurden von der Fa. Siemens AG unmittelbar der laufenden Standardisierung als Diskussionsgrundlage zugeführt.

Der zweite Teil des Projektes beinhaltete die Implementierung eines MBMS-Echtzeitdemonstrators. Basierend auf dem eigenentwickelten Mobilfunkdemonstrator WiNe2 wurde eine Plattform geschaffen, die es möglich macht, Multimediaverkehr in Echtzeit über MBMS-GERAN zu testen. Diese erlaubt den Vergleich verschiedener Fehlerschutzmechanismen, deren Auswirkungen auf die Dienstgüte visualisiert wird.

Streaming Services on HSDPA (StresOnH)

Günther Liebl, Christian Buchner, Thomas Stockhammer und Hrvoje Jenkač

Zeitraum: 01.10.2003 – 30.09.2004

Gefördert durch die Siemens AG München, ICM N PG NT RC BS

Projektpartner: Dr. Merz

Link-adaptively scheduled transmission as, for example, proposed for HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), was originally intended to enhance non-real-time services. However, some real-time applications, like video streaming, may also benefit from the statistical multiplexing gain achievable by such discontinuous transmission schemes. In order to explore this potential, the existing real-time demonstrator platform WiNe2 at our institute has been extended in cooperation with Siemens to support HSDPA functionalities. Such a demonstrator is needed, since the quality of video streaming ser-

vices is more determined by subjective perception rather than by objective QoS parameters.

During the project the enhanced platform allowed investigations of the performance of smart scheduling algorithms with respect to delay, throughput, and buffer requirements. In addition, the platform is currently reused for demonstration purposes by the Siemens sales and marketing division.

An die Kanalgröße angepasstes Scheduling für drahtlose Mehrbenutzersysteme wie HSDPA war zunächst nur zur Verbesserung von Diensten ohne Echtzeitanforderungen gedacht. Um das Potenzial an statistischem Multiplex-Gewinn auch bei Quasi-Echtzeitapplikationen wie Videostreaming zu erforschen, wurde der am LNT bereits vorhandene Echtzeitdemonstrator WiNe2 in Zusam-

menarbeit mit der Siemens AG um HSDPA-Funktionalitäten erweitert.

Die dabei neu geschaffene Plattform erlaubt es, die Qualität von Videostreaming-Diensten über Ende-zu-Ende-Verbindungen nicht nur anhand objektiver Maße, sondern vor allem auch nach der subjektiven Einschätzung durch den Betrachter zu beurteilen.

Im Laufe des Projekts wurden mit dieser erweiterten WiNe2-Plattform zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich Verzögerung, Durchsatz und Pufferanforderungen bei Verwendung komplexer Scheduling-Algorithmen durchgeführt. Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten zur Demonstration der Auswirkungen verschiedener Übertragungsparameter und -konstellationen wird die Plattform mittlerweile durch den technischen Vertrieb der Fa. Siemens für Kundenpräsentationen eingesetzt.



Zeitraum: 01.03.2004 – 28.02.2006
(Bericht bis 31.03.2005)

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Schwerpunktprogramm 1102

Projektpartner: Prof. Steinbach und W. Tu, beide TUM-LKN

Optimization of packet-based multimedia transmission in a wireless multiuser environment does not only require efficient media compression algorithms, but also dynamic adaptation of the transmission strategies to the available resource budget and channel characteristics. The goal is to achieve both a fair distribution of

Echtzeitübertragung und Streaming von Video in paketorientierten drahtlosen Mehrbenutzer-Netzwerken

Günther Liebl und Hrvoje Jenkač

resources among users with different service requirements and an optimal allocation of these resources to the traffic flow on each separate link by always transmitting those packets which yield maximum expected quality at the receiver. During the first project period an abstract model of video transmission in a multiuser environment has been developed and applied to investigations on the influence of the radio link buffer size on end-to-end streaming quality given a number of state-of-the-art schedulers. The results will be used in the remainder of the project both for improving scheduling algorithms and for developing a cross-layer system design proposal jointly with LKN.

Gegenstand dieses in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Kommunikationsnetze durchgeführten Projekts ist die Optimierung der paketorientierten Multimedia-Übertragung in mobilen

Mehrnutzersystemen. Diese erfordert neben effizienten Kompressionsverfahren eine adaptive Anpassung der Übertragung an die aktuell verfügbaren Ressourcen und die momentane Kanalqualität. Eine faire Aufteilung der Ressourcen zwischen Nutzern mit unterschiedlichen Dienstgüteeanforderungen ist dabei ebenso wichtig wie die Optimierung der Übertragungsstrategie innerhalb einer Einzelverbindung

Im ersten Jahr wurde ein Modell zur Echtzeit-Videoübertragung in mobilen Mehrbenutzersystemen entwickelt. Darauf aufbauend wurden Untersuchungen zum Einfluss der Puffergrößen in der Basisstation auf die erzielbare Qualität durchgeführt. Die Ergebnisse werden sowohl für den Entwurf verbesserter Scheduler als auch – gemeinsamen mit dem LKN – für die Integration in einen schichtenübergreifenden Systementwurf verwendet.

NEWCOM – Network of Excellence in Wireless Communications

Frank Schreckenbach und Joachim Hagenauer

Zeitraum: 01.03.2004 – 31.08.2006
(Bericht bis 31.03.2005)

Gefördert durch die Kommission der Europäischen Union

Projektpartner: Universitäten und Industrie in Europa und Israel.

NEWCOM (Network of Excellence in Wireless COMmunications) aims at creating an European network that links in a cooperative way a large number of leading research groups from universities and industry addressing the strategic objective *mobile and wireless systems beyond 3G*.

The main dimensions of the NEWCOM vision are:

- 1) Strengthening, development, and integration of research in the field
- 2) Empowerment of groups and individuals via dissemination activities

- 3) Effective use of produced knowledge via exploitation – commercialization – standardization strategies.

To achieve these three dimensions, NEWCOM acts as a Virtual Knowledge Centre: NEWCOM operates effectively as a distributed and decentralized university, organized in a matrix fashion.

NEWCOM is organized in Departments and Projects, grouping leading European researchers active in specific topics.

The joint programme of activities involves researcher exchanges, organization of workshops and conferences, the preparation of graduate and Ph.D. courses, the broad dissemination of scientific results and the promotion of entrepreneurship among its researchers.

More informations are available at www.ismb.it/newcom.

NEWCOM (Network of Excellence in Wireless COMmunications) hat sich zum Ziel gesetzt, die europäische Forschung zu stärken und besser zu koordinieren und auch die Ergebnisse besser zu vermarkten. Das übergeordnete Thema lautet dabei *Drahtlose Kommunikationssysteme nach 3G*.

NEWCOM soll wie eine virtuelle, verteilte Universität arbeiten, in der Forscher thematisch in Departments und Projekten zusammengebracht werden. In NEWCOM arbeiten derzeit 61 europäische Partner aus der Industrie und Universitäten zusammen, aufgeteilt in sieben Departments und fünf Projekte. Ein wichtiger Bestandteil des Projektes ist die Förderung der Zusammenarbeit durch Workshops, Konferenzen und Seminare. Aktuelle Informationen können unter www.ismb.it/newcom abgerufen werden.

Collaborative IT Program for Education and Research (CITPER)

Joachim Hagenauer, Zaher Dawy und Bernhard Göbel

Zeitraum: 01.09.2004 – 31.08.2007
(Bericht bis 31.03.2005)

Gefördert durch das Tempus-Programm der Europäischen Union. Der sog. Grantholder ist der LNT/TUM.

Projektpartner: American University of Beirut, University of Southampton, und die Siemens AG München

CITPER is a three-year project funded by the European Commission within the Tempus framework. The project's main objective is the development of a model curriculum for a graduate programme in Information Technology (IT) studies in the Middle East, with particular respect to the needs of European companies in the region.

A new master programme in IT is to be started at the American University of Beirut, following the example of TUM's successful Master

of Science in Communications Engineering (MSCE) program. Fostering student and faculty mobility between universities and companies in Lebanon, Germany, and the UK will be an integral part of CITPER.

CITPER ist ein von der Europäischen Kommission im Rahmen des so genannten Tempus-Programms gefördertes Projekt, das den Aufbau eines Graduiertenstudiengangs in Informationstechnologie (IT) an der American University of Beirut (AUB) zum Ziel hat. Diesem Studiengang soll unter Anderem das an der TUM seit einigen Jahren sehr erfolgreich laufende internationale Studium *Master of Science in Communications Engineering* (MSCE) als Beispiel dienen. Das im Rahmen dieses Projektes neu zu entwickelnde Curriculum soll Modellcharakter für die Graduiertenausbildung im IT-Bereich im gesamten Mittleren Osten haben und

die spezifischen Anforderungen europäischer Unternehmen, die im Nahen Osten tätig sind, berücksichtigen.

Ein wichtiges langfristiges Ziel des Vorhabens ist die Förderung eines regelmäßigen Austausches von Studierenden und Dozenten zwischen den drei Partneruniversitäten in Beirut, Southampton und München. Ein erster entscheidender Schritt in diese Richtung war die Unterzeichnung eines entsprechenden Kooperationsabkommens zwischen der TUM und der AUB. Weiterhin soll Studierenden aus Beirut im Rahmen von CITPER die Möglichkeit gegeben werden, studienbegleitende Praktika in europäischen Firmen zu absolvieren.

Coordinated E-DCH and HSDPA Scheduling

Günther Liebl und Timo Mayer

Zeitraum: 01.10.2004 – 30.09.2005
(Bericht bis 31.03.2005)

Gefördert durch die Siemens AG München, Com MN PG NT RI 1

Projektpartner: Dr. Färber

Enhanced uplink transmission is a key topic in the ongoing evolution of 3G radio systems. Like HSDPA in the downlink, E-DCH (Enhanced Dedicated Channel) aims at increasing throughput and reducing delays for packet data services in the uplink by employing similar techniques (i.e. fast link-adaptive scheduling, hybrid ARQ, and shorter transmission time intervals). However, due to the different characteristics of uplink and downlink in a mobile radio system, several of these issues need deeper investigation. In cooperation with Siemens AG, our institute will ana-

lyze selected features of the still-evolving E-DCH standard with respect to their capability to efficiently support bidirectional real-time services like Voice-over-IP (VoIP) or online gaming. Moreover, new coordinated uplink/downlink scheduling strategies for the combination of E-DCH and HSDPA will be developed and compared to existing low-complexity solutions by applying suitable simulation models and performance metrics.

Verbesserte Übertragungsverfahren zwischen Mobilgerät und Basisstation für die Nachfolger der dritten Generation von Mobilfunksystemen werden in Standardisierungsgremien gerade diskutiert. Mit diesen unter der Bezeichnung E-DCH fungierenden Erweiterungen soll – ähnlich wie durch die Verwendung von HSDPA im Downlink – eine deutliche Durch-

satzsteigerung bei minimalem Delay erzielt werden. Durch die unterschiedlichen Charakteristika von Uplink und Downlink ist die direkte Wiederverwendung von Strategien wie kanalangepasstes Scheduling, hybride Rückübertragungsverfahren und kürzere Übertragungsintervalle nicht ohne Weiteres möglich. In Zusammenarbeit mit der Siemens AG untersucht der LNT im Rahmen dieses Projekts die bereits im ersten Standardentwurf enthaltenen Verfahren auf ihre Eignung zur Unterstützung neuer bidirektionaler Echtzeitsdienste wie VoIP bzw. Online-Spiele. Im beginnenden zweiten Projektabschnitt sollen neue Strategien zum koordinierten Scheduling von Uplink- und Downlink-Verkehr entworfen und mit existierenden einfachen Lösungen auf der Basis geeigneter Simulationsmodelle und Qualitätsmaße verglichen werden.



8

Veröffentlichungen

Patente, Vorträge

8.1 Zeitschriften- und Buchbeiträge

Bäro, S.: Turbo Detection for MIMO Systems: Bit Labeling and Pre-Coding. – In: *European Transactions on Telecommunications*, Vol. 15, July 2004, pp. 1–8

Bystrom, M.; Stockhammer, T.: Dependent Source and Channel Rate Allocation for Video Transmission. – In: *IEEE Trans. on Wireless Communications*, Jan. 2004, pp. 258–268

Dawy, Z.; Davidovic, S.; Seeger, A.: A Performance Measure for WCDMA Serial Interference Cancellation Receivers. – In: *Arabian Journal for Science and Engineering (AJSE)*, Dec. 2003, pp. 81–97

Görtz, N.; Bresch, E.: Source-Adaptive Power Allocation for Digital Modulation. – In: *IEEE Communications Letters*, Dec. 2003, pp. 569–571

Görtz, N.; Kliewer J.: Memory Efficient Adaptation of Vector Quantizers to Time-Varying Channels. – In: *EURASIP Signal Processing*, July 2003, pp. 1519–1528

Graber, U., Dietz, R., Mecking, M., Theis, I., Karari, S.: Auf die Plätze – Wohlfühlen wie im Maßanzug. – In: *ATZ MTZ extra – Der neue BMWler*, Oct. 2004, pp. 72–85

Hanik, N.: Extension of All-Optical Network-Transparent Domains Based on Normalized Transmission Sec-

tions. – In: *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 22, No. 6, June 2004, pp. 1439–1452

Hofbauer, M., Würger, S., Meyer, G., Röhrbein, F., Schill, K., Zetzsche, C.: Catching Audiovisual Mice: Predicting the Arrival Time of Auditory–Visual Motion Signals. – In: *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, Vol. 4, No. 2, Jan. 2004, pp. 241–250

Koetter, R.; Singer, A.; Tüchler, M.: Turbo Equalization. – In: *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 21, No. 1, Jan. 2004, pp. 67–80

Mecking, M.: PSK Modulation over Fading Channels with Noisy Measurements. – In: *IEEE Electronics Letters*, Vol. 39, No. 19, Sept. 2003, pp. 1408–1409

Ostermann, J.; Bormans, J.; List, P.; Marpe, D.; Narroschke, M.; Pereira, F.; Stockhammer, T.; Wedi, T.: Video Coding with H.264/AVC: Tools, Performance and Complexity. – In: *IEEE Circuits and Systems Magazine*, April 2004, pp. 7–28

Röhrbein, F., Artmann, S., Hirsch, M.: IKAR/OS: Intelligent Knowledge and Research Operating System. – In: *Rumpe, B., Hesse, W. (Eds): Modellierung 2004. Lecture Notes in Informatics*, Vol. P-45, Köllen Verlag, Bonn, March 2004, pp. 327–328

8.1 Zeitschriften- und Buchbeiträge

8.2 Beiträge in Tagungsbänden

8.3 Standardisierungsbeiträge

8.4 Patente

8.5 Vorträge

Dieses Kapitel beinhaltet die Publikationen aller Lehrstuhlangehörigen und Lehrbeauftragten. Die Arbeiten ehemaliger Doktoranden sind ebenfalls berücksichtigt, so weit die Veröffentlichung das Promotionsthema betrifft.

In dem Berichtszeitraum wurden 21 Zeitschriften- und Buchbeiträge publiziert (Kap. 8.1), daneben noch 102 Aufsätze in Tagungsbänden (Kap. 8.2), vier Standardisierungsbeiträge, die im Internet zu finden sind (Kap. 8.3) sowie neun Patente (Kap. 8.4). Danach folgen 102 öffentliche Vorträge von Lehrstuhlangehörigen (Kap. 8.5).

Schreckenbach, F.; Görtz, N.; Hagenauer, J.; Bauch, G.: Optimization of Symbol Mappings for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. – In: *IEEE Comm. Letters*, Dec. 2003, pp. 593–595

Söder, G.; Eichin, K.; Winkler, M.: LNTwww – ein Lerntutorial für die Nachrichtentechnik im World Wide Web. – In: *Facta Universitatis Series Electronics and Energetics*, Vol. 17, No. 2, Aug. 2004, pp. 149–163

8.2 Beiträge in Tagungsbänden

Abou-Jaoude, R.; Dawy, Z.; Mohyeldin, E.; Luo, J.; Dillinger, M.: On Resource Allocation for Multiple Bearer Services in UMTS Supporting Reconfiguration. – In: *World Wireless Congress (WWC'04)*, San Francisco, CA, USA, May 2004

Abou-Jaoude, R.; Dawy, Z.; Mohyeldin, E.; Luo, J.; Dillinger, M.: Prioritized Software Downloads in UMTS FDD Systems. – In: *13th IST Mobile & Wireless Comm. Summit 2004*, Lyon, France, June 2004

Bäro, S.: Turbo Detection for MIMO Systems Using a List-Sequential Detector: Improved Soft Output by Path Augmentation. – In: *ITG-Fachtagung Angewandte Informationstheorie*, Dresden, Germany, June 2003

Bäro, S.: Turbo-Detection in MIMO Systems: Bit Labeling and Pre-Coding. – In: *5th International ITG Conference on Source and Channel Coding (SCC'04)*, Erlangen, Germany, Jan. 2004

Bäro, S.; Hagenauer, J.; Witzke, M.: Iterative Detection of MIMO Trans-

Söder, G.; Huber, J.: Prof. Dr.-Ing. habil. Karlheinz Tröndle on the Occasion of his Retirement and 65th Birthday. – In: *Facta Universitatis Series Electronics and Energetics*, Vol. 17, No. 2, Aug. 2004, pp. i–iv

Stockhammer, T.; Hannuksela, M.; Wiegand, T.: H.264/AVC in Wireless Environments. – In: *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Special Issue on the H.264/AVC Standard*, Vol. 13, No. 7, July 2003, pp. 657–673

Stockhammer, T.; Jenkač, H.; Kuhn, G.: Streaming Video over Variable Bit-Rate Wireless Channels. – In: *IEEE Transactions for Multimedia (Special Issue on Streaming Media)*, April 2004, pp. 268–277

Stockhammer, T.; Mecking, M.: Codierungs- und Übertragungsaspekte

für mobile Videoanwendungen. – In: *Information Technology*, Vol. 5, Oct. 2003, pp. 285–292

Tüchler, M.: Design of Serially Concatenated Systems for Short or Long Block Lengths. – In: *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 52, No. 2, Feb. 2004, pp. 209–218

Tüchler, M.; Koetter, R.; Singer, A.: Graphical Models for Coded Data Transmission over Inter-Symbol Interference Channels. – In: *European Transactions on Telecommunications*, Vol. 15, No. 4, Aug. 2004, pp. 307–321

Witzke, M.: Linear and Widely Linear Filtering Applied to Iterative Detection of Generalized MIMO Signals. – In: *Annals of Telecommunications, Special Issue on "Turbo Codes"*, Feb. 2005

mission Using a List-Sequential (LISS) Detector. – In: *International Conference on Communications (ICC)*, Anchorage, AK, USA, May 2003

Barros, J.; Peraki, C.; Servetto, S. D.: Efficient Network Architectures for Sensor Reachback. – In: *Proc. International Zurich Seminar on Communications (IZS 2004)*, ETH Zurich, Switzerland, Feb. 2004

Barros, J.; Servetto, S. D.: On the Rate/Distortion Region for Separate Coding of Correlated Sources. – In: *Proc. IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT)*, Yokohama, Japan, June 2003

Barros, J.; Servetto, S. D.: Reachback Capacity with Non-Interfering Nodes. – In: *Proc. IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT)*, Yokohama, Japan, June 2003

Barros, J., Servetto, S. D.: A Note on Cooperative Multi-Terminal Source Coding. – In: *Proc. of the 38th Annual Conference on Information Sciences*

and Systems (CISS), Princeton, NJ, USA, March 2004

Barros, J.; Servetto, S. D.: Cooperative Slepian-Wolf Codes and Source-Channel Separation in Networks of Independent Channels. – In: *4th Asia-Europe Workshop on Information Theory Concepts*, Viareggio, Italy, Oct. 2004

Barros, J.; Tüchler, M.; Lee, S. P.: Scalable Source/Channel Decoding for Large-Scale Sensor Networks. – In: *Proceedings of the IEEE International Conference in Communications (ICC2004)*, Paris, France, June 2004

Bauch, G., Schreckenbach, F.: How to Obtain Turbo Gains in Coherent and Non-Coherent Orthogonal Transmit Diversity. – In: *IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, Beijing, China, Sept. 2003

Beaugeant, C.; Dütsch, N.; Taddei, H.: Gain Loss Control based on Speech Codec Parameters. – In: *Proc. 12th Eu-*

ropean Signal Processing Conference, Vienna, Austria, Sept. 2004

Brun, P.; Hauske, G.; Stockhammer, T.: Subjective Assessment of H.264/AVC Video for Low-Bitrate Multimedia Messaging Services. – In: *IEEE International Conf. on Image Processing 2004*, Oct. 2004

Dawy, Z.: Power Allocation in Wireless Multi-Hop Networks with Application to Virtual Antenna Arrays. – In: *15th IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC 2004)*, Barcelona, Spain, Sept. 2004

Dawy, Z.; Davidovic, S.; Oikonomidis, I.: Coverage and Capacity Enhancement of CDMA Cellular Systems via Multi-Hop Transmission. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003)*, San Francisco, CA, USA, Dec. 2003

Dawy, Z.; Hagenauer, J.; Hoffmann, A.: Implementing the Context Tree Weighting Method for Content Recognition. – In: *Data Compression Conference (DCC 2004)*, Snowbird, UT, USA, March 2004

Dawy, Z.; Jaranakaran, S.; Sharafeddine, S.: Intercell Interference Margin for CDMA Uplink Radio Network Planning. – In: *15th IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC 2004)*, Barcelona, Spain, Sept. 2004

Dawy, Z.; Kamoun, H.: The General Gaussian Relay Channel: Analysis and Insights. – In: *5th International ITG Conference on Source and Channel Coding (SCC 2004)*, Erlangen, Germany, Jan. 2004

Dawy, Z.; Seeger, A.: Coverage and Capacity Enhancement of Multi-Service WCDMA Cellular Systems via Serial Interference Cancellation. – In: *IEEE International Conference on Communications (ICC 2004)*, Paris, France, June 2004

Dawy, Z.; Seeger, A.: Coverage-Capacity Tradeoff in Multiservice

WCDMA Cellular Systems with Serial Interface Cancellation. – In: *IEEE International Conference on Communications (ICC 2004)*, Paris, France, June 2004

Dawy, Z.; Seeger, A.; Mecking, M.: Design Methodologies and Power Setting Strategies for WCDMA Serial Interference Cancellation Receivers. – In: *International Zurich Seminar (IZS)*, Switzerland, Feb. 2004

Dütsch, N.: Decremental Redundancy in Turbo Source Coding. – In: *13th Joint Conference on Communications and Coding (JCCC 2004)*, Galtür, Austria, March 2004

Dütsch, N.; Hagenauer, J.: Combined Incremental and Decremental Redundancy in Joint Source-Channel Coding. – In: *Proc. International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA 2004)*, Parma, Italy, Oct. 2004

Dütsch, N.; Taddei, H.; Beaugeant, C.; Fingscheidt, T.: Noise Reduction on Speech Codec Parameters. – In: *5th International ITG Conference on Source and Channel Coding*, Erlangen, Germany, Jan. 2004

Döttling, M.; Sikora, M.; Seeger, A.: Performance of Link Adaptation Techniques with Partial Channel Information and Restricted User Capabilities. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003)*, San Francisco, CA, USA, Nov. 2003

Eriksson, T.; Anderson, J. B.; Novak, M.; Görtz, N.: New Methods for Trellis Source Coding at Rates above and below One. – In: *Data Compression Conference (DCC 2004)*, Snowbird, UT, USA, March 2004

Freund, R.; Molle, L.; Hanik, N.; Richter, A.: Design Issues of 40 Gbit/s WDM-Systems for Metro and Core Network Application. – In: *Proc. 30th European Conference on Optical Communications (ECOC)*, Sept. 2004

Görtz, N.: Optimization of Bit-Mappings for Iterative Source-Channel Decoding. – In: *Proceedings International Symposium on Turbo Codes and Related Topics*, Brest, France, Sept. 2003

Görtz, N.: Joint Source-Channel Coding for Coded Speech Transmission. – In: *14th Conference „Elektronische Sprachsignalverarbeitung“*, Sept. 2003, pp. 106–113

Görtz, N.; Schaefer, A.: The Use of EXIT Charts in Iterative Source-Channel Decoding. – In: *12th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Vienna, Austria, Sept. 2004

Hagenauer, J.: A Soft-In/Soft-Out List Sequential (LISS) Decoder for Turbo Schemes. – In: *International Symposium on Information Theory (ISIT 2003)*, Yokohama, Japan, June 2003

Hagenauer, J.: Back to Analog? Analog Signal Processing in High Speed Turbo Receivers. – In: *8th Intern. Workshop on Signal Processing for Space Communications (SPSC 2003)*, Catania, Italy, Sept. 2003

Hagenauer, J.: Turbo-Empfänger für MIMO-Systeme. – In: Tagungsband zur ITG-Diskussionssitzung, Backnang, Nov. 2003

Hagenauer, J.: Back to Analog? The Benefits of High Speed Detectors and Decoders in Analog VLSI. – In: *Workshop Advanced Broadband Satellite Modem Design Techniques*, ESA Technical Research Centre, Noordwijk, Holland, Feb. 2004

Hagenauer, J.: Technik des Mobilfunks – gestern, heute, morgen. – In:

Ohne Schnur: Kunst und drahtlose Kommunikation, April 2004 (siehe <http://netzspannung.org/positions/lectures>)

Hagenauer, J.: The Turbo Principle in Wireless Communications (Invited Paper). – In: *Proc. of the 2004 Nordic Radio Symposium, Oulu, Finland*, Aug. 2004, pp. 459–468

Hagenauer, J.: The Exit Chart (Invited Paper). – In: *Proceedings of 12th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2004), Vienna, Austria*, Sept. 2004, pp. 1541–1548

Hagenauer, J.: Was werden unsere Handys können? Die Zukunft des Mobilfunks. – In: *DFG Wissenschaftssommer 2004, Mobilträume – Mobilität und Kommunikation, Stuttgart, Germany*, Sept. 2004

Hagenauer, J.; Barros, J.; Schaefer, A.: Lossless Turbo Source Coding with Decremental Redundancy. – In: *Proc of the 5th International ITG Conference on Source and Channel Coding (SCC'04), Erlangen, Germany*, Jan. 2004, pp. 333–340

Hagenauer, J.; Dawy, Z.; Göbel, B.; Hanus, P.; Müller, J.: Genomic Analysis Using Methods from Information Theory. – In: *IEEE Information Theory Workshop 2004, San Antonio, TX, USA*, Oct. 2004, pp. 55–59

Hagenauer, J.; Dütsch, N.; Barros, J.; Schaefer, A.: Incremental and Decremental Redundancy in Turbo Source-Channel Coding. – In: *1st International Symposium on Control, Communications and Signal Processing, Hammamet, Tunisia*, March 2004, pp. 595–598

Hagenauer, J.; Kuhn, C.: Turbo Equalization for Channels with High Memory Using a List-Sequential (LISS) Equalizer. – In: *International Symposium on Turbo Codes, Brest, France*, Sept. 2003, pp. 9–13

Hagenauer, J.; Witzke, M.: Space-Time-Coding and Multiple-Antenna (MIMO)-Systems – Key Elements of Future Mobile Systems (Invited Paper). – In: *Jubiläumstagung 50 Jahre ITG, Frankfurt, Germany*, April 2004, pp. 73–82

Hanik, N.: Influence of Polarisation Mode Dispersion on the Effect of Cross Phase Modulation in Optical WDM Transmission. – In: *International Conference on Transparent Optical Networks 2004 (ICTON 2004), Wroclaw, Poland*, July 2004

Hanus, P.: Genomic Analysis Using Methods from Information Theory. – In: *13th Joint Conference on Coding and Communications (JCCC 2004), Galtür, Austria*, March 2004

Hanus, P.: Mutual Information Based Distance Measures for Classification and Content Recognition Estimated Using Compression with Applications to Genetics. – In: *Proc. Winter School on Coding and Information Theory, Bratislava, Slovakia*, Feb. 2005

Jenkač, H.: ARQ Strategies for Cellular Broadcast Systems. – In: *13th Joint Conference on Coding and Communications (JCCC 2004), Galtür, Austria*, March 2004

Jenkač, H.; Liebl, G.: Kombiniertes Puffermanagement und Scheduling für Videostreaming in drahtlosen Mehrbenutzersystemen. – In: *DFG-Kolloquium „Adaptivität in heterogenen Kommunikationsnetzen mit drahtlosem Zugang“ (AKOM), Karlsruhe, Germany*, Feb. 2005

Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Findel, M.: MPEG-4 Video Streaming over UMTS Networks. – In: *2nd Joint Workshop on Communications and Coding (JWCC 2003), Trieste, Italy*, Oct. 2003

Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Liebl, G.; Xu, W.: Retransmission Strategies for MBMS over GERAN. – In: *Proc. IEEE Wireless and Communications and Networking Conference (WCNC 2005), March 2005*

Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Xu, W.: Permeable-Layer Receiver for Reliable Multicast Transmission in Wireless Systems. – In: *IEEE Wireless and Communications and Networking Conference (WCNC 2005), March 2005*

Kaindl, M.: Packet-Loss Punctured (PaLoP) Codes for Mobile Internet Speech and Data Transmission. – In: *Joint Workshop on Communications and Coding 2003 (JWCC 2003), Trieste, Italy*, Oct. 2003

Kaindl, M.; Hagenauer, J.: Packet-Loss Punctured (PaLoP) Turbo Codes for Multimedia Data Transmission. – In: *IEEE Signal Processing Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC 2003), Rome, Italy*, June 2003

Kaindl, M.; Hagenauer, J.: Multimedia Data Transmission over Mobile Internet Using Packet-Loss Punctured (PaLoP) Codes. – In: *2003 IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003), Vol. 4, San Francisco, CA, USA*, Dec. 2003, pp. 2015–2019

Kliewer, J.; Görtz, N.; Mertins, A.: Iterative Source-Channel Decoding for Error-Resilient Image Transmission Using a Markov Random Field Source Model. – In: *5th International Conference on Source and Channel Coding, Erlangen, Germany*, Jan. 2004, pp. 305–310

Kuhn, C.: Turbo Equalization with the List-Sequential (LISS) Algorithm. – In: *13th Joint Conference on Communications and Coding (JCCC 2004), Galtür, Austria*, March 2004

Kuhn, C.; Hagenauer, J.: 8-PSK Turbo Equalization with the List-Sequential (LISS) Algorithm. – In: *International Symposium on In-*

- formation Theory (ISIT 2004), June 2004, pp. 555
- Kuhn, C.; Hagenauer, J.: Iterative List-Sequential (LISS) Detector for Fading Multiple-Access Channels. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2004)*, Dallas, TX, USA, November 2004, pp. 1–6
- Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Buchner, C.; Klein, A.: Radio Link Buffer Management and Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channels. – In: *Proceedings 14th International Packet Video Workshop (PVW 2004)*, Dec. 2004
- Liebl, G.; Kaindl, M.; Xu, W.: Enhanced Packet-Based Transmission of Multi-Rate Signals over GERAN. – In: *Proc. 15th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Barcelona, Spain*, Sept. 2004
- Müller, J. C.; Bresch, E.; Dawy, Z.; Schellmann, M.; Hagenauer, J.: Shannon's Mutual Information Applied to Population-Based Gene Mapping. – In: *German Conference on Bioinformatics 2003, Munich, Germany*, Oct. 2003, pp. 47–49
- Mörz, M.: Decoding of Convolutional Codes Using an Analog Ring Decoder. – In: *2nd Analog Decoding Workshop, Zurich, Switzerland*, Sept. 2003
- Mörz, M.: Analog Sliding Window Decoder Core for Mixed Signal Turbo Decoder. – In: *Proc. Int. ITG Conference on Source and Channel Coding, Erlangen, Germany*, Jan. 2004, pp. 63–70
- Mörz, M.: Turbo Decoding – Analog or Mixed Signal? – In: *3rd Analog Decoding Workshop, Banff, Canada*, June 2004
- Oikonomidis, I.: Channel Coding for Multihop Networks. – In: *Joint Workshop on Communications and Coding 2003 (JWCC 2003)*, Trieste, Italy, Oct. 2003
- Oikonomidis, I.: Cooperative Coding using Turbo Codes. – In: *13th Joint Conference on Coding and Communications (JCCC 2004)*, Galtür, Austria, March 2004
- Otnes, R.; Tüchler, M.: On Iterative Estimation, Equalization and Decoding. – In: *Proc. IEEE Intern. Conf. on Communications (ICC 2003)*, Anchorage, AK, USA, May 2003
- Rademacher, L.; Glossner, J.; Notensteiner, H.; Murcia Martinez, J.; Seeger, A.: SICAA: Selective Interface Cancellation with Adaptive Antennas. – In: *Proc. IEEE Intern. Conf. on Communications (ICC 2004)*, Paris, France, June 2004
- Schaefer, A.: Improved Short Block Length Iterative Decoding using Second Order Extrinsic Information. – In: *International Symposium on Turbo Codes, Brest, France*, Sept. 2003, pp. 239–242
- Schaefer, A.: Solving the Non-Linear Equations of Simple Cycles in Belief Propagation. – In: *International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA)*, Parma, Italy, Oct. 2004, pp. 1007–1012
- Schaefer, A.; Görtz, N.; Hagenauer, J.: Analysis Tools for Iterative Source-Channel Decoding. – In: *International Symposium on Turbo Codes and Related Topics, Brest, France*, Sept. 2003, pp. 579–582
- Schaefer, A.; Sridharan, A.; König, B.; Costello, D.J.: Decoder Implementation Issues for Low Density Parity Check Convolutional Codes. – In: *International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA)*, Parma, Italy, Oct. 2004, pp. 194–199
- Schaefer, A.; Sridharan, A.; Mörz, M.; Hagenauer, J.; Costello, D.J.: Analog Rotating Ring Decoder for an LDPC Convolutional Code. – In: *2nd Analog Decoding Workshop, Zurich, Switzerland*, Sept. 2003
- Schreckenbach, F.: Bit-Labeling for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. – In: *13th Joint Conference on Coding and Communications (JCCC 2004)*, Galtür, Austria, March 2004, pp. 26
- Schreckenbach, F.: Analysis and Design of Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. – In: *Proc. Winter School on Coding and Information Theory, Bratislava, Slovakia*, Feb. 2005
- Schreckenbach, F.; Bauch, G.: EXIT Charts for Iteratively Decoded Multilevel Modulation. – In: *12th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Vienna, Austria, Sept. 2004, pp. 1557–1560
- Schreckenbach, F.; Bauch G.: Irregular Signal Constellations, Mappings and Precoder. – In: *Intern. Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA)*, Parma, Italy, Oct. 2004, pp. 1332–1336
- Schreckenbach, F., Bauch, G.: Signal Design for Adaptive Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Detection. – In: *Wireless World Research Forum (WWRF) Meeting 12, Toronto, Canada*, Nov. 2004
- Schreckenbach, F.; Görtz, N.; Hagenauer, J.; Bauch, G.: Optimized Symbol Mappings for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. – In: *2003 IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003)*, San Francisco, CA, USA, Dec. 2003
- Seeger, A.; Sikora, M.: Antenna Weight Verification for Closed Loop Transmit Diversity. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003)*, San Francisco, CA, USA, Nov. 2003

- Seeger, A.; Sikora, M.; Klein, A.: Variable Orthogonality Factor: A Simple Interface between Link and System Level Simulation for High Speed Downlink Packet Access. – In: *Proceedings IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC Fall), Orlando, FL, USA, Oct. 2003*
- Seeger, A.; Sikora, M.; Utschick, W.: Combined Beamforming and Scheduling for High Speed Downlink Packet Access. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003), San Francisco, CA, USA, Nov. 2003*
- Sharafeddine, S.; Dawy, Z.: A Capacity Margin for IP Networks with QoS Constraints and Uncertain Demands. – In: *9th IEEE International Symposium on Computer and Communications (ISCC 2004), Alexandria, Egypt, June 2004*
- Sharafeddine, S.; Kongtong, N.; Dawy, Z.: Capacity Allocation for Voice over IP Networks using Maximum Waiting Time Models. – In: *11th International Conference on Telecommunications (ICT 2004), Fortaleza, Brazil, Aug. 2004*
- Stockhammer, T.: Is Fine-Granular Scalable Video Coding Beneficial for Wireless Video Applications? – In: *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME) 2003, Baltimore, MA, USA, July 2003*
- Stockhammer, T.; Bystrom, M.: H.264/AVC Data Partitioning for Mobile Video Communication. – In: *IEEE International Conference on Image Processing, Singapore, Oct. 2004*
- Stockhammer, T.; Liebl, G.; Jenkač, H.: H.264/AVC Video Transmission over MBMS. – In: *Proc. IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing, Siena, Italy, Sept. 2004*
- Stockhammer, T.; Liebl, G.; Jenkač, H.; Strasser, P.; Pfeifer, D.; Hagenauer, J.; Wiegand, T.; Hinz, T.: Real-Time Demonstration of MPEG-4 based Video Telephony over Wireless Systems using WiNe2. – In: *Proc. 8th International Workshop on Mobile Multimedia Communications, IRT, München, Oct. 2003*
- Stockhammer, T.; Liebl, G.; Jenkač, H.; Xu, W.: Flexible Outer Reed-Solomon Coding on RLC Layer for MBMS over GERAN. – In: *Proc. IEEE Semiannual Vehicular Technology Conference (VTC Spring), Milano, Italy, May 2004*
- Stockhammer, T.; Wiegand, T.; Oelbaum, T.; Obermeier, F.: Video Coding and Transport Layer Techniques for H.264-Based Transmission over Packet-Lossy Networks. – In: *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Barcelona, Spain, Sept. 2003*
- Tüchler, M.: Design of Serially Concatenated Systems for Short or Long Block Lengths. – In: *Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC), Anchorage, AK, USA, May 2003*
- Tüchler, M.: Estimation with Non-Ideal Training Information. – In: *Proc. International Symposium on Turbo Codes, Brest, France, Sept. 2003*
- Tüchler, M.; Barros, J.; Hausl, C.: Joint Source-Channel Decoding on Factor Trees: A Scalable Solution for Large-Scale Sensor Networks. – In: *International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA 2004), Parma, Italy, Oct. 2004*
- Tüchler, M.; Koetter, R.; Singer, A.: Graphical Models for Coded Data Transmission over Coded Inter-Symbol Interference Channels. – In: *5th International ITG Conference on Source and Channel Coding 2004 (SCC'04), Erlangen, Germany, Jan. 2004*
- Witzke M.: Full and Simplified Widely Linear Filter Applied to Iterative Detection of Generalized MIMO Signals. – In: *International Symposium on Turbo Codes, Brest, France, Sept. 2003, pp. 427–430*
- Witzke, M.: Widely Linear Filter Applied to Iterative Detection of MIMO Signals. – In: *2nd Joint Workshop on Communications and Coding (JWCC 2003), France, Oct. 2003*
- Witzke, M.: Iterative Detection of Linear-Dispersion Codes. – In: *ITG Workshop on Smart Antennas, München, March 2004*
- Witzke, M.; Bairo, S.; Hagenauer, J.: Iterative Detection of Generalized Coded MIMO Signals using a Widely Linear Detector. – In: *IEEE Global Telecommunications Conference (Globecom 2003), Vol. 4, San Francisco, CA, USA, Dec. 2003, pp. 1821–182*
- Zangl, J.: A Performance Measure for Distributed Wireless Ad Hoc Networks. – In: *Proc. Joint Workshop on Communications and Coding (JWCC 2003) Trieste, Italy, Oct. 2003*
- Zangl, J.: Die Informationsgeschwindigkeit in verteilten Adhoc-/Sensor-Netzen. – In: *Tagungsband des DFG-Kolloquiums „Adaptivität in heterogenen Kommunikationsnetzen mit drahtlosem Zugang (AKOM)“, Schloss Reissensburg, Ulm, Germany, Feb. 2004*
- Zerlin, B.; Joham, M.; Utschick, W.; Seeger, A.; Viering, I.: Linear Precoding in WCDMA Systems Based on S-CPICH Channel Estimation. – In: *International Symposium for Signal Processing and Information Theory 2003, Darmstadt, Germany, Dec. 2003*

8.3 Standardisierungsbeiträge

Jenkač, H.; Liebl, G.; Stockhammer, T.; Kreuzer, W.: Retransmission Strategies for MBMS. – In: *3GPP TSG-GERAN Meeting No. 17, Budapest, Hungary*, Nov. 2003

Jenkač, H.; Liebl, G.; Stockhammer, T.; Kreuzer, W.: Performance of p-t-M Retransmission Strategies for MBMS. – In: *TSG-GERAN Meeting No. 18, Reykjavik, Iceland*, Feb. 2004

Liebl, G.; Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Kreuzer, W.; Xu, W.: Outer Coding on RLC Layer for MBMS over GERAN – Extension to Multislot. – In: *3GPP TSG-GERAN Meeting No. 16, New York (USA)*, Aug. 2003

Ratray, C.; Jenkač, H.; Liebl, G.; Stockhammer, T.: Complexity Estimate for Outer Coding in the RLC layer: Encoding and Decoding with

Reed-Solomon Codes. – In: *3GPP TSG-GERAN Meeting No. 17, Budapest, Hungary*, Nov. 2003

8.4 Patente

Hagenauer, J.; Jenkač, H.; Xu, W.: Turbo-Fountain Code and its Application for Reliable Wireless Broadcast. Europ. Patentamt, Anmeldung EP 04027770.9, Nov. 2004

Jenkač, H.; Liebl, G.; Stockhammer, T.; Xu, W.: Retransmissions and Feedback for MBMS Point-to-Multipoint Transmissions. Europ. Patentamt, Anmeldung PCT/EP2004/05/23/13, Sept. 2003

Jenkač, H.; Stockhammer, T.; Xu, W.: Permeable-Layer Receiver for Reliable Multicast Transmission in Wireless Systems. Europ. Patentamt, Anmeldung EP 04018726.2, Juli 2004

Kaindl, M.; Liebl, G.; Reif, F.; Xu, W.: Verfahren zur Übertragung von Multiraten-Signalen über Packet Data Channels. Deutsches Patentamt, Anmeldung DE 10 2004 024, Dez. 2003

Schreckenbach, F.; Hagenauer, J.; Bauch, G.: Apparatus and Method for Providing a Set of Channel Input Symbols and Apparatus and Method for Providing a Plurality of Information Bits. Deutsches Patentamt, Anmeldung Januar 2004

Seeger, A. et al.: Strahlformung in einem Funk-Kommunikationssystem. Europ. Patentamt, EP 1224749, erteilt im Sept. 2003

Seeger, A.: Empfangseinrichtung für ein CDMA-Nachrichtenübertragungssystem, sowie Adaptives CDMA-Interferenzunterdrückungsverfahren. Deutsches Patentamt, Nr. 10124416, erteilt im Aug. 2003

Stockhammer, T.; Jenkač, H.; Liebl, G.; Kaindl, M.; Xu, W.: Method and Apparatus for MBMS Multi Slot Transmission over GERAN. Europäisches Patentamt, Anmeldung EP 03018927.8, Aug. 2003

Stockhammer, T.; Jenkač, H.; Liebl, G.; Kaindl, M.; Xu, W.: Method and Apparatus for MBMS over GERAN by Using Outer Coding on RLC Layer. Europäisches Patentamt, Anmeldung EP 03018926.0, Aug. 2003

8.5 Vorträge

Bäro, S.: Iterative Detection for Coded MIMO Systems. Seminar der Abteilung für Informationstechnik, Universität Ulm, 10.05.2004

Barros, J.: An Information-Theoretic Approach to Wireless Sensor Networks. MIT Media Lab, Boston, MA, USA, 01.04.2003

Barros, J.: Sensor Networks – Theoretical Aspects and Future Challenges. University of Minho, Guimarães, Portugal, 02.03.2004

Barros, J.: Sensor Networks: Theoretical Aspects and Future Chal-

lenges. Department of Computer Science, University of Porto, Portugal, 03.03.2004

Barros, J.: Sensor Networks: Theoretical Aspects and Future Challenges. Department of Electronics and Telecommunications, University of Aveiro, Portugal, 05.03.2004

Barros, J.: Sensor Networks: Theoretical Aspects and Future Challenges. Inesc ID, Lisbon, Portugal, 09.03.2004

Barros, J.: Sensor Networks: Theoretical Aspects and Future Chal-

lenges. Georgia Tech Lorraine, Metz, Frankreich, 11.03.2004

Barros, J.: Reachback Communication in Wireless Sensor Networks. ECE Department, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, USA, 27.04.2004

Barros, J.: Reachback Communication in Wireless Sensor Networks. Forum Telekommunikation, Forschungszentrum Telekommunikation Wien, Österreich, 18.06.2004

Barros, J.; Tüchler, M.: Iterative Decoding in Large-Scale Sensor Net-



works. 3. Treffen der ITG Fachgruppe „Angewandte Informationstheorie“, Ulm, 16.04.2004

Dawy, Z.: Capacity and Coverage Enhancement for Wireless Cellular Networks. American University of Beirut, Libanon, 20.04.2004

Dawy, Z.: Information Theory Aspects of Multi-Hop Transmission. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004

Dawy, Z.: Multihop Based Cellular Networks: Lessons from Information Theory and Implementation Issues. NTT DoCoMo Euro Labs München, 16.07.2004

Dütsch, N.: Lossless Source-Channel Coding Using Turbo Codes. NTT DoCoMo Euro Labs München, 08.06.2004

Dütsch, N.: Lossless Source-Channel Coding Using Turbo Codes. Siemens AG, Mobile Networks, München, 23.06.2004

Dütsch, N.: Lossless Source-Channel Coding Using Turbo Codes. NEWCOM Department 5, Kick-Off Meeting, Paris, France, 25.06.2004

Dütsch, N.: Lossless Turbo Source-Channel Coding of Sources with Memory. ECE Department, University of Delaware, DE, USA, 27.09.2004

Dütsch, N.: The Burrows-Wheeler Transform. NEWCOM Department 5 Meeting, Guildford, U.K., 13.12.2004

Dütsch, N.: Lossless Data Compression based on Turbo Codes. Sie-

mens Day, Princeton, NJ, USA, 28.02.2005

Eichin, K.: Bachelor and Master: The New Degree Courses at the Technische Universität München. ENST Bretagne, Brest, Frankreich, 27.05.2003

Göbel, B.: Information Transfer of Gene Variations to Complex Diseases. Siemens AG, Abteilung CT, München, 20.10.2004

Görtz, N.: Joint Source-Channel Coding: An Overview. Telekomunikationsforum, Forschungszentrum für Telekommunikation, Wien, Österreich, 07.05.2003

Görtz, N.: Joint Source-Channel Coding – An Overview. Lehrstuhl für Kommunikationstechnik, Universität Kassel, Germany, 10.11.2003

Görtz, N.: Iterative Source-Channel Decoding. Signals, Sensors and Systems Department, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Schweden, 17.01.2004

Görtz, N.: Source and Channel Coding for Continuous-Amplitude Sources – An Overview. Signals, Sensors and Systems Department, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Schweden, 19.01.2004

Hagenauer, J.: The Turbo Principle in Mobile Communications. Workshop der Technischen Universität Dresden, 16.05.2003

Hagenauer, J.: Einführung in EXIT Charts. Workshop „Kommunikation im Kleinwalsertal“ (KiK '03), 16.07.2003

Hagenauer, J.: Geheime Geschichte des Handys. Jahrestreffen des ITG-Fachausschusses 5.1. Informations- und Systemtheorie, Kloster Maulbronn, Ulm, 28.09.2003

Hagenauer, J.: Studienqualität und Studienerfolg durch Auswahl – Studienorganisation und Betreuung sichern. Eingeladener Vortrag bei der DAAD-Konferenz „Internationalisie-

rung des Studiums“, Berlin, 03.12.2003

Hagenauer, J.: The Turbo Principle in Mobile Communications and in Source-Channel Coding. DoCoMo Workshop, Yokosuka, Japan, 09.12.2003

Hagenauer, J.: Lossless Turbo Source Coding with Incremental Redundancy. University of Delaware, DE, USA, 11.02.2004

Hagenauer, J.: Turbo Principles in Communications. AGERE Labs, Allentown, PA, USA, 13.02.2004

Hagenauer, J.: Wie viele Handys braucht der Mensch? Evangelisches Bildungswerk Poing, 31.03.2004

Hagenauer, J.: The revival of sequential decoding with applications in mobile systems. Motorola Labs, Schaumburg, Illinois, USA, 27.06.2004

Hagenauer, J.: The Turbo Principle in Communication Receivers. Georgia Tech, Lorraine, Metz, Frankreich, 25.05.2004

Hagenauer, J.: Current Activities of the Institute for Communications Engineering. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004

Hagenauer, J.: Current Activities of the Institute for Communications Engineering. Siemens AG, Mobile Networks, München, 23.06.2004

Hagenauer, J.: Informationstheorie – eine praktische Wissenschaft. Öffentliche Vortragsreihe der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München, 08.11.2004

Hagenauer, J.: Was kann die Informationstechnik zur Erforschung des genetischen Codes beitragen? Vortrag anlässlich der 38. Sitzung des ITG-Vorstandes, TU München, 10.11.2004

Hagenauer, J.: The Revival of Sequential Decoding. Siemens Day, Princeton, NJ, USA, 28.02.2005

- Hagenauer, J.: Die Renaissance der sequenziellen Decodierung. Auswahl-sitzung der Eduard Rhein Stiftung, Bonn, 12.03.2005
- Hagenauer, J.: Turbo-Prinzip. Joint Advanced Students' School 2005, St. Petersburg, Russland, 30.03.2005
- Hanik, N. Übertragungstechnik im Wandel der Zeiten. Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. Marko, TU München, 04.03.2005
- Hanus, P.: Classification of Genetic Data Using Compression. Institut for Human Genetics, GSF Neuherberg, 11.08.2004
- Hanus, P.: Classification of Genetic Data Using Compression. Siemens AG, Abteilung CT, München, 20.10.2004
- Hanus, P.: Master of Science in Communications Engineering (Communications Systems, Communications Electronics). MSCE China Promotion Tour – Tsinghua University (Beijing), China, 04.03.2005; gleicher Vortrag am 07.03. an der Fudan University (Shanghai), am 08.03 an der Jiao Tong University (Shanghai), am 10.03 an der Zhejiang University (Hangzhou), am 15.03 an der Hong Kong University of Science and Technology und am 17.03 an der Chinese University of Hong Kong
- Jenkač, H.: Rateless Codes for File Broadcast in MBMS. Siemens AG, Mobile Networks, München, 23.06.2004
- Jenkač, H.: Scheduling for Streaming Applications – Problems and Results. Siemens AG, Abt. ICM N, München, 22.09.2004
- Jenkač, H.: Videoübertragung über Mobilfunk oder „Wie kommt das Video auf mein Handy“. Informationstag für Schülerinnen und Schüler der Gymnasien, TU München, 03.02.2005
- Jenkač, H.: The Turbo-Fountain. Siemens Day, Princeton, NJ, USA, 28.02.2005
- Jenkač, H.; Buchner, C.: Videoübertragung über Mobilfunk oder „Wie kommt das Video auf mein Handy“. Erstsemesterveranstaltung des LNT, TU München, 19.10.2004
- Jenkač, H.; Buchner, C.: Videoübertragung über Mobilfunk oder „Wie kommt das Video auf mein Handy“. 4. Münchner Wissenschaftstage 2004, München, 22.–26.10.2004
- Jenkač; H.; Buchner, C.: UMTS-Multimedia-Übertragung im Realzeit-Simulator. 38. Sitzung des ITG-Vorstandes, TU München, 10.11.2004
- Kaindl, M.: Packet-Loss Punctured (PaLoP) Coding Systems for Multimedia Data Transmission. Siemens AG, Abt. ICM N, München, 06.05.2003
- Kaindl, M.: Elektrosmog. 5. Weiterbildungseminar für Lehrer an beruflichen Schulen, TU München, 06.11.2003
- Kaindl, M.: IP basierte AMR-Sprachübertragung für GSM Paketkanäle. Siemens AG, Abt. ICM MP, München, 05.03.2004
- Kaindl, M.: Wie kommt eigentlich die Sprache übers Handy? Erstsemesterveranstaltung des LNT, TU München, 19.10.2004
- Kaindl, M.: Elektrosmog. Weiterbildungseminar für Lehrer an beruflichen Schulen: „Fortschritte in der Elektrotechnik und Informationstechnik“, Fakultät EI der TU München, 11.10.2004
- Kaindl, M.: Wie kommt eigentlich die Sprache übers Handy? Informationstag für Schülerinnen und Schüler der Gymnasien, TU München, 03.02.2005
- Kuhn, C.: A List-Sequential (LISS) Detector for Multiple-Access Channels. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004
- Kuhn, C.: Multiuser Detection with the List-Sequential (LISS) Algorithm. Siemens AG, Abt. Mobile Networks, München, 23.06.2004
- Kuhn, C.: Iterative Equalization and Interference Cancellation. Siemens Day, Princeton, NJ, USA, 28.02.2005
- Lenz, R.: Entwurf eines Bildsensors für die digitale Kinofilm-aufnahme. Kolloquium Informationstechnik, TU München, 21.01.2004
- Liebl G.: Radio Link Buffer Management and Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channels. Information Systems Laboratory, Stanford University, CA, USA, 23.08.2004
- Liebl, G.: Discussion on “Minimising Distortion via Multi-User Resource Allocation”. Journal Club “Image, Video, and Multimedia Systems”, Information Systems Laboratory, Stanford University, CA, USA, 23.09.2004
- Liebl, G.: Deadline and Distortion Aware Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channels – A First Approach. Information Systems Laboratory, Stanford University, CA, USA, 29.10.2004
- Liebl, G.: Advanced Scheduling for Video Streaming over Wireless Shared Channels. NEWCOM Workshop, Wireless Week in Bologna, Italien, 18.01.2005
- Liebl, G.; Stockhammer, T.: WiNe2 – Wireless Network Demonstration Platform. Packet Video Inc., San Diego, CA, USA, 09.01.2004; gleicher Vortrag am 13.01. an der University of Southern California, am 14.01. an der University of Cali-

fornia in Los Angeles, am 15.01. an der University of California Davis und am 16.01. an der Stanford University

Liebl, G.; Stockhammer, T.; Jenkač, H.; Buchner, C.: Multimedia Transmission to Mobile Terminals. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004

Liebl, G.; Stockhammer, T.; Jenkač, H.; Hagenauer, J.: WiNe2 – A Wireless Network Simulation and Demonstration Platform for Real-Time Multimedia Transmission. Demonstration auf der IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2004), 08.01.2004

Mörz, M.: Analog Decoding and More. Infineon Technologies, München, 25.06.2004

Schaefer, A.: Overview of Analog Decoding. Delft University of Technology, Niederlande, 02.12.2003

Schaefer, A.: Solving the Non-Linear Equations of Small Cycles in Belief Propagation. University of Illinois, Urbana-Champaign, IL, USA, 27.02.2004

Schaefer, A.: Analog Decoding. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004

Schreckenbach, F.: Optimized Symbol Mappings for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative

Decoding. Institut für Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik, TU Wien, Österreich, 10.07.2003

Schreckenbach, F.: Design Aspects of Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding. Workshop „Kommunikation im Kleinwalsertal“ (KiK '03), 18.07.2003

Schreckenbach, F.: Channel Coding and Modulation for 4G Wireless Communications Systems. NTT DoCoMo Workshop, Yokosuka, Japan, 09.12.2003

Seeger, A.: Interference Cancellation in GERAN. Lehrstuhl für Nachrichtentechnik, TU München, 05.03.2004

Söder, G.; Eichin, K.: Das Lerntutorial *LNT_{www}* und weitere Lernprogramme für die Nachrichtentechnik. Weiterbildungsseminar für Lehrer an beruflichen Schulen: „Fortschritte in der Elektrotechnik und Informationstechnik“, Schwerpunkt Internet und neue Medien, TU München, 11.10.2004

Stockhammer, T.: H.264/AVC Overview and Error Resilience. University of Southern California (USC), San Diego, CA, USA, 12.01.2004

Stockhammer, T.: Transmitting Real-time Video over Wireless Bottleneck Links. University of California (UCLA), Los Angeles, CA, USA, 13.01.2004

Stockhammer, T.: Streaming Video over Wireless Channels Applying Scheduling and Version Switching. University of California (UCD), Davis, CA, USA, 15.01.2004

Stockhammer, T.: Streaming Video over Wireless Channels applying Scheduling and Version Switching. Stanford University, CA, USA, 16.01.2004

Tüchler, M.: Iterative Entzerrung und Decodierung für den Mobilfunk. Symposium zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen der TUM und der Staatlichen Universität für Technik, St. Petersburg, Russland, 19.06.2003

Tüchler, M.: Iterative Equalization, Estimation, and Decoding. Workshop „Kommunikation im Kleinwalsertal“ (KiK '03), 18.07.2003

Tüchler, M.: Graphical Models and Analysis of Iterative Equalization and Decoding. Heinrich Hertz Institut, Berlin, 26.09.2003

Tüchler, M.: Graphical Models and Analysis of Iterative Equalization and Decoding. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, München, 14.10.2003

Tüchler, M.: Design of Serially Concatenated Systems Depending on the Block Length. Forschungszentrum Telekommunikation Wien, Österreich, 07.11.2003

Tüchler, M.: Low Density Parity Check Codes. Siemens AG, Abt. ICM N, München, 10.12.2003

Witzke, M.: Iterative Detection of Generalized MIMO Signals Using a Widely Linear Detector. Institut für Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik, TU Wien, Österreich, 10.07.2003

Witzke, M.: MIMO Applied to Wireless LAN. NTT DoCoMo Euro Labs, München, 08.06.2004

Witzke, M.: MIMO Applied to Wireless LAN. Siemens AG, Mobile Networks, München, 23.06.2004

Zangl, J.: Information Theory Aspects of Multi-Hop Transmission. Siemens AG, Mobile Networks, München, 23.06.2004

9

Veranstaltungen

9.1 Technikgeschichtliche Lehrstuhlexkursion nach Wien 9. und 10. Juli 2003

Günther Liebl und Johannes Zangl

In July 2003 a group of LNT staff members and students visited the Institute of Communications and Radio-Frequency Engineering at TU Wien. During their 2-days stay in Vienna, both Austrian and German researchers exchanged their latest advances in the field of space-time coding and iterative receiver structures for wireless communications and dived into the history of telecommunications at the Technical Museum. The non-technical part of the visit featured a guided tour of old town Vienna with its Habsburgian glamour and an informal dinner at one of the infamous "Heurigenlokale" in the outskirts of the city.

Motiviert durch einen Forschungsaufenthalt von Prof. Hagenauer an der TU Wien im Jahre 2002 wurde im Juli 2003 vom Lehrstuhl für Nachrichtentechnik eine zweitägige Exkursion zu dieser wunderschönen Donaustadt organisiert, an der zwölf Studierende, die meisten Mitarbeiter des LNT sowie Prof. Costello und Gattin als Gäste teilnahmen.

Neben dem wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch mit dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik und Hochfrequenztechnik der TU Wien war eine weitere wichtige Zielsetzung dieser Veranstaltung, allen Teilnehmern die österreichische Kultur und die Wiener Lebensart – den so genannten „Wiener Schmah“ – etwas näher zu bringen.

Getreu der alten Volksweisheit „Erst die Arbeit, dann das Vergnügen“ war nach über siebenstündiger Busfahrt die Technische Universität Wien unsere erste Station. Das interuniversitäre Kolloquium beschäftigte sich mit den Themengebieten MIMO-Kanäle, Space-Time Codes sowie Iterative Decodierung und beinhaltete jeweils drei Vorträge der Gastgeber (Wien) und der Gäste (München) mit folgenden Themen:

Biljana Badic (Wien)

An Adaptive Channel Matched Extended Alamouti Space-Time Code Exploiting Partial Feedback

Daniel J. Costello (München)

Low-Density Parity-Check Convolutional Codes

Gerhard Gritsch (Wien)

Understanding the BER Performance of Space Time Block Codes

Frank Schreckenbach (München)

Optimized Symbol Mappings for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding

Werner Weichselberger (Wien)

A Novel Stochastic MIMO Channel Model and its Physical Interpretation

Melanie Witzke (München)

Iterative Detektion von MIMO-Signalen mit linearen Detektoren

- 9.1 Technikgeschichtliche Lehrstuhlexkursion nach Wien
- 9.2 Hausmesse des Instituts für I & K der Fakultät EI
- 9.3 Joint Workshop on Communications and Coding, Triest
- 9.4 Schülerinnen forschen an der TUM
- 9.5 13th Joint Conference on Communications and Coding, Galtür
- 9.6 Seminar mit dem Institut für Informationstechnik der Universität der Bundeswehr München
- 9.7 Der LNT auf den Münchner Wissenschaftstagen
- 9.8 Der LNT auf dem Siemens Day in Princeton, NJ
- 9.9 Festkolloquium zum 80. Geburtstag von Prof. Hans Marko
- 9.10 14th Joint Conference on Communications and Coding, Seefeld

Nach dem Kolloquium erlebten wir eine hochinteressante Stadtführung mit Herrn Dr. Salvaberger, einem Historiker, der jede Ecke von Wien und die dazugehörigen Anekdoten kannte. Danach führte unser Weg in den Wiener Vorort Neustift am Wald. In dem dort befindlichen Heurigenlokal konnten sich alle Exkursionsteilnehmer von den Reise Strapazen und der Wissenschaft erholen sowie Hunger und Durst stillen. Zusammen mit den Professoren der TU Wien – Johann Weinrichter, Ernst Bonek und Franz Hlawatsch – sowie deren Assistenten verbrachten wir dort einige gesellige, äußerst informative und sehr schöne Stunden, an die wir uns gerne zurück erinnern.

Für die Nachtschwärmer des LNT folgte nach dem Heurigenbesuch schließlich noch eine nächtliche Wien-Expedition unter der Leitung von G. Bösl – mit der Erkenntnis, dass es nicht nur im westlichen Teil des Atlantiks ein Bermuda-Dreieck gibt, sondern auch in der österreichischen Bundeshauptstadt.

Am Morgen des zweiten Tages wurde dem technikgeschichtlichen Anspruch unserer Exkursion Rechnung getragen, indem wir – bestens ausgeruht – das Technische Museum Wien besuchten. Dort sind nicht nur sämtliche Entwicklungsschritte der Telekommunikation und der Elektronik in interessanter Weise aufbereitet, sondern es gibt dort auch Exponate aus vielen Bereichen der Naturwissenschaften zu bewundern. Insbesondere die Möglichkeit der selbstständigen Durchführung verschiedener Experimente wurde von den meisten Exkursionsteilnehmern gerne wahrgenommen, wie das untere der beiden nebenstehenden Bilder verdeutlicht.

Die letzte Station unseres Wien-Besuches führte uns zurück in die Zeit von Kaiser Franz Joseph und Kaiserin Elisabeth: Wir besichtigten die kaiserlich-königliche Hofburg zu Wien und konnten uns ein Bild davon machen, wie die Habsburger im 19. Jahrhundert lebten und ihren gesellschaftlichen Verpflichtungen nachgingen. Insbesondere die für die damalige Zeit überraschend moderne technische Ausstattung aller Räumlichkeiten mit Aufzug und Fließendwasser sowie die Silberkammer

mit Essgeschirren der namhaftesten Manufakturen Europas war für uns sehr beeindruckend.

Wir danken allen, die zum Gelingen dieser Veranstaltung beigetragen haben. Insbesondere möchten wir uns an dieser Stelle nochmals herzlich bei Herrn Prof. Weinrichter von der TU Wien bedanken, der uns schon im Vorfeld mit vielen und interessanten Informationen versorgt und das Organisationsteam auch sonst in vielfältiger Weise unterstützt hat.



Gruppenbild der Exkursionsteilnehmer vor dem Schloss Belvedere im Rahmen der Stadtführung. Rechts außen unser kompetenter Fremdenführer Dr. Salvaberger



Zahlreiche Experimente im Technischen Museum Wien erlauben es, praktische Versuche selbst durchzuführen. Hier untersucht H. Jenkač die Muskelkontraktion des Oberarmes.

9.2 Hausmesse des Instituts für Informations- und Kommunikationstechnik 10. Oktober 2003

Hrvoje Jenkač, Thomas Stockhammer und Günther Liebl

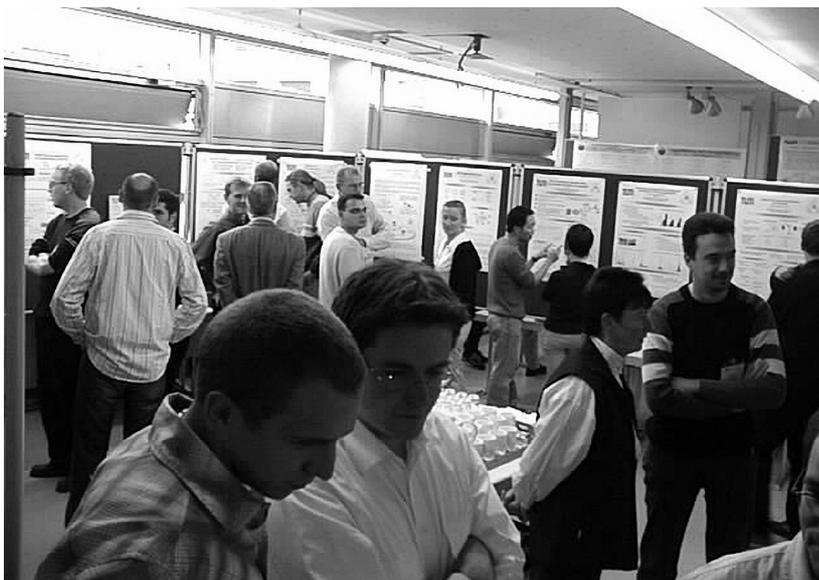
On October 10th, 2003, the first internal workshop of the Department for Information and Communication Technology at the Institute for Data Processing (LDV) took place.

The idea behind the workshop was to initiate and support the exchange of information, experience, and expert knowledge among the researchers and Ph.D. students from the various institutes within the department and to encourage them towards a future cooperation. Similar events are very popular in the industry – e.g. “Siemens meets Siemens”, where different departments of the same company introduce each other by presenting their current work. Therefore, Prof. Klaus Diepold (LDV) invited to attend the workshop with tutorials like poster presentations and demonstrations.

Serious and intense discussions were loosened up when pizza, soft drinks, and original Munich beer was served. The workshop turned out to be a full success, technically as well as socially.

Am 10. Oktober 2003 fand die erste interne Hausmesse des Instituts für

Informations- und Kommunikationstechnik unter der Leitung von Prof. Diepold in den Räumlichkeiten des Lehrstuhls für Datenverarbeitung statt. Ziel und Zweck dieser ersten Hausmesse war es, vor allem den Informations-, Erfahrungs- und Gedankenaustausch zwischen den wissenschaftlichen Mitarbeitern der fünf Lehrstühle anzuregen und zu fördern. Was – laut Prof. Diepolds einleitender Worte – in den großen Unternehmen wie z. B. Siemens bereits gang und gäbe sei und was dort unter dem Motto „Siemens meets Siemens“ wiederkehrend veranstaltet wird und dazu dient, dass sich verschiedene Abteilungen des selben Unternehmens einander präsentieren und vorstellen, sollte nun erstmals im Institut für Informations- und Kommunikationstechnik stattfinden. Zwar hat die universitätsübergreifende Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Doktoranden sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene schon eine lange Tradition, die nicht allein durch die kürzeren Kommunikationswege und -zeiten durch das Internet an stetiger Beliebtheit gewonnen hat. Jedoch



Hausmesse 2003 im Seminarsaal des Lehrstuhls für Datenverarbeitung. Teilnehmer: Doktoranden und Professoren der Fakultät für Informationstechnik



konnten in der Vergangenheit nur wenige gemeinsame Forschungsprojekte zwischen Lehrstühlen unseres Instituts verzeichnet werden. Ein Grund hierfür sind die oftmals unterschiedlichen Themenschwerpunkte der fünf Lehrstühle. In jüngster Vergangenheit sind aber immer häufiger Überlappungen feststellbar, was die Veranstaltung einer Hausmesse motiviert hat und auf zukünftige Synergieeffekte hoffen lässt.

Im Rahmen der Hausmesse wurde zu Posterpräsentationen und Demonstrationen zu den Forschungs- und Arbeitsgebieten der einzelnen Mitarbeiter und Arbeitsgruppen des Instituts aufgerufen. Wissenschaftliche Mitarbeiter, Doktoranden und Professoren hatten so die Gelegenheit, mit Präsentationen, die in der Regel den Charakter eines selbsterklärenden Tutorials aufwiesen, den Mitgliedern anderer Lehrstühle ihre Arbeitsgebiete und Forschungsergebnisse vorzustellen.

Der Lehrstuhl für Nachrichtentechnik war durch mehrere Posterbeiträge (João Barros, Zaher Dawy, Gert Hauske, Andrew Schaefer, Frank Schreckenbach, Michael Tüchler und Melanie Witzke) und eine Vorführung (Günther Liebl, Hrvoje Jenkač und Thomas Stockhammer) vertreten. In kleinen Gruppen wurde bis spät in den Nachmittag hinein diskutiert und mögliche Zusammenarbeiten abgesteckt. Für das leibliche Wohl und eine gute Stimmung sorgte Prof. Diepold, der typische Ingenieurskost in Form von ausreichend Pizza, Softdrinks und Augustiner Hell servierte. Alles in Allem war die erste institutsinterne Hausmesse sowohl fachlich als auch gesellschaftlich ein voller Erfolg und es wurde von allen Seiten ein positives Feedback vernommen.

9.3 Joint Workshop on Communications and Coding, Trieste, Italien, 15. bis 18. Oktober 2003

Markus Kaindl und Ioannis Oikonomidis

The visit had also a cultural part which included a walk through the city of Trieste along with a culinary visit to one of its many restaurants.

VIGONI is a grant promoted by DAAD, Germany, and CRUI, Italy. Aim of this project, which started in 2002 and concluded in the end of 2003, was the advancement of scientific cooperation with Italy. Within this program, the Institute for Communications Engineering (LNT) worked along with the Dipartimento di Elettrotecnica, Elettronica, Informatica (DEEI) of the Università degli Studi di Trieste on the topic *Turbo Decoding with Compatible Punctured Codes*.

The project's concluding results were presented in October 2003 in a Joint Workshop on Communications and Coding in Trieste, organized by Dr. Francesca Vatta from DEEI and Günther Liebl (LNT). In the three days of the Workshop five assistant researchers from LNT had the opportunity to present their work along with their colleagues from DEEI. The presentations were organized in five different Sessions and covered several aspects of Communications Engineering such as Ad-hoc networks, Multimedia transmission and Channel Coding.

Das 2002 initiierte und 2003 beendete VIGONI-Programm hatte das Ziel des projektbezogenen Wissenschafmleraustauschs mit Italien, der auf italienischer Seite von der CRUI und auf deutscher Seite vom DAAD getragen und gefördert wurde. Der Partner im Projekt „Turbo-Decodierung mit kompatiblen punktierten Codes für die mobile Multimedia-Übertragung“ war das Dipartimento di Elettrotecnica, Elettronica, Informatica (DEEI), Università degli Studi di Trieste, unter der Leitung von Prof. Fulvio Babich.

Zum Projektabschluss gab es im Oktober 2003 in Triest einen weiteren Joint Workshop on Coding and Communications – den zweiten nach Barolo 2002. Dieser wurde gemeinsam von Frau Dr. Francesca Vatta und Günther Liebl organisiert. Vom LNT nahmen die fünf im Foto abgebildeten Mitarbeiter teil.

Nach mehr als siebenstündiger Anreise per Mietwagen begann der Workshop am Mittwochmittag. Nach der Eröffnung, bei der alle Wissenschaftler sich selbst und ihre Forschungsschwerpunkte kurz vorstellten, gab es eine interessante Führung

durch die „Università di Trieste“ und den „Area Science Park“, dessen Ziele nicht nur die Intensivierung der Zusammenarbeit von Forschung und Industrie, sondern auch die Förderung von „Start-ups“ aus der Hochschule heraus sind.

Am Donnerstag und Freitag wurden verschiedene Arbeitsgebiete in 5 Sitzungen mit je zwei Vorträgen behandelt. In der Session „Multimedia“ gab es die Beiträge „Voice over IP: State of the Art and Present Situation“ von A. Pizzoni (DEEI) und „MPEG-4 Video Streaming over UMTS Networks“ von H. Jenkač.

Die nächsten beiden Sitzungen zu den Themen „Ad-Hoc Networks“ und „Network Simulator“ wurden alleine vom LNT gestaltet mit den Vorträgen „A Performance Measure for Distributed Wireless Ad-Hoc Networks“ (J. Zangl) und „Channel Coding for Multi-Hop Networks“ (I. Oikonomidis) sowie der Online-Vorführung „WiNe2 – Wireless Network Simulator for Real-Time Multimedia Transmission“ von G. Liebl und H. Jenkač.

Der Freitag war dem Thema „Channel Coding“ gewidmet. Es gab die Beiträge „Partially Systematic Rate-Compatible Punctured Serial Concatenated Convolutional Codes“ (F. Vatta), „Packet-Loss Punctured Codes for Mobile Internet Speech and Data Transmission“ (M. Kaindl), „Forward Erasure Correction for Multimedia Broadcast over GERAN“ (G. Liebl) und „Design of Joint Source-Channel Matching Techniques“ (M. D’Orlando).

Am Nachmittag fand eine Führung durch das Triest von heute statt, mit interessanten Einblicken in die Geschichte der Hafenstadt. Der Tag endete mit einem gemeinsamen Abendessen aller Teilnehmer in typisch italienischem Ambiente.

In der Schlussitzung am Samstag wurden die Themen des Workshops zusammengefasst und diskutiert sowie Ideen für weitere gemeinsame Forschungsarbeiten gesammelt.



Frau Dr. Francesca Vatta (DEEI) und die LNT-Teilnehmer (von links) Johannes Zangl, Günther Liebl, Ioannis Oikonomidis, Markus Kaindl und Hrvoje Jenkač

9.4 Schülerinnen forschen – von der SMS zum Videoclip 28. bis 30. Oktober 2003

Melanie Witzke, Günther Liebl, Thomas Stockhammer, Gert Hauske

In October 2003, a group of seven students from comprehensive secondary schools visited our institute for three days. By participating in a practical lab course they got a first insight into the field of Communications Engineering. They evaluated video sequences subjectively and analysed the data with the use of statistical methods. Furthermore, the principles of digital signal processing, as well as speech and video coding, were explained to them.

Our course was part of the TUM project “Fall University” that aims at arising an interest for technical studies.

In den Herbstferien 2003 fand an der TUM erstmals die Veranstaltung „Schülerinnen forschen – die Herbstuniversität“ statt. Dabei wurden von verschiedenen Lehrstühlen jeweils dreitägige Projekte angeboten mit dem Ziel, bei Schülerinnen der gymnasialen Oberstufe ein Interesse für technische Studiengänge zu wecken und so vielleicht den Studentinnenanteil in kommenden Semestern zu erhöhen.

Mit unserem Projekt „Von der SMS zum Videoclip“ haben wir uns bemüht, den sieben Schülerinnen einige Themengebiete der Nachrichtentechnik vorzustellen. In kurzen Vorträgen, die nebenstehend aufgeführt sind, konnten sie einen ersten Einblick in die digitale Signalverarbeitung sowie die Sprach-, Bild- und Videocodierung gewinnen. Die einzelnen Themengebiete wurden dann in praktischen Versuchen vertieft. Beispielsweise mussten dargebotene Videosequenzen von den Schülerinnen subjektiv evaluiert und die Evaluierungsergebnisse anschließend mit statistischen Methoden ausgewertet werden.

Die Schülerinnen waren mit großem Engagement bei der Sache, so dass sich die zeitintensive Vorbereitung, insbesondere durch A. Tsetsos, durchaus gelohnt hat.

Nachfolgend sehen Sie die im Rahmen dieser Veranstaltung von LNT-Angehörigen angebotenen Einführungsvorträge in alphabetischer Reihenfolge:

Patrick Brun (Studentischer Betreuer)

Statistische Auswertung der Evaluierungsergebnisse

Gert Hauske

Einführung in die statistische Auswertung von Messdaten

Markus Kaindl

Grundprinzipien der Sprachcodierung

Günther Liebl

Einführung in die Bildcodierung

Wie kommt das Video auf mein Handy?

Günther Liebl und Thomas Stockhammer

Voice-over-IP am praktischen Beispiel

Multimedia über Mobilfunk am praktischen Beispiel

Thomas Stockhammer

Einführung in die digitale Signalverarbeitung

Grundprinzipien der Videocodierung

Antonios Tsetsos (Studentischer Betreuer)

Subjektive Evaluierung von Videosequenzen

Melanie Witzke

Information zum Studium der Elektro- und Informationstechnik



Einige der Schülerinnen zusammen mit den Organisatoren Melanie Witzke (links) und Günther Liebl vor dem Audimax der TUM

9.5 13th Joint Conference on Communications and Coding, 6. bis 13. März 2004, Galtür, Österreich

Frank Schreckenbach

This workshop has a long tradition and was held this time in Galtür, Austria, March 6–13, 2004. Members of the LNT research staff met with colleagues from Dresden and Berlin to discuss current research results. During the workshop, each participant had the chance to present his work in a talk with a lot of interesting discussions afterwards. Beside the technical discussions, this workshop was also a great opportunity to meet colleagues from other universities in an informal ambience.

Ioannis Oikonomidis (München)
Cooperative Coding Using Turbo Codes

Patrick Herhold (Dresden)
Cooperative Relaying – Benefits and Challenges

Tobias Oechting (Berlin)
Optimal Power Distribution in a System with Two Cooperative Transmitters

Ernesto Zimmermann (Dresden)
Distributed Incremental Redundancy

Joachim Hagenauer (München)
Sequential Decoding: Life, Death and Resurrection of a Decoding Method

Christian Kuhn (München)
Turbo Equalization with the List-Sequential (LISS) Algorithm



Die Teilnehmer der 13th Joint Conference on Communications and Coding vor dem Hotel in Galtür. Von links unten nach rechts oben: T. Haustein (Berlin), R. Irmer (Dresden), N. Dütsch, W. Rave (Dresden), R. Habendorf (Dresden), M. Windisch (Dresden), T. Deckert (Dresden), E. Zimmermann (Dresden), D. Petrovic (Dresden), L. Ting-Jung (Dresden), C. Michalke (Dresden), Prof. Hagenauer, P. Herhold (Dresden), Prof. Fettweis (Dresden), P. Hanus, I. Oikonomidis, F. Schreckenbach, T. Oechting (Berlin), C. Kuhn, H. Jenkač, E. Jorswiek (Berlin), A. Sezgin (Berlin). Nicht im Bild: O. Prätör (Dresden), P. Zillmann (Dresden)

Aydin Sezgin (Berlin)

Iterative Decoding of Low-Complexity Space-Time Codes

Frank Schreckenbach (München)

Optimized Bit-Labeling for Bit-Interleaved Coded Modulation with Iterative Decoding

Gerhard Fettweis (Dresden)

Dirty Radio Frequency

Denis Petrovic (Dresden)

Phase Noise in OFDM – Estimation and Suppression

Wolfgang Rave (Dresden)

Estimation and Suppression of Phase Noise in OFDM over Fading Channels

Pavol Hanus (München)

Genomic Analysis Using Methods from Information Theory

Ralf Irmer (Dresden)

Linear and Nonlinear Multiuser Transmission

Rene Habendorf (Dresden)

Tomlinson-Harashima Precoding for Frequency-Selective Multiuser Channels

Thomas Haustein (Berlin)

Optimum Power Allocation and Bitloading Strategies for Spatial Multiplexing in Multi-Antenna Systems

Eduard Jorswiek (Berlin)

Outage Probability of Multiple Antenna Systems: Optimal Transmission and Impact of Correlation

Clemens Michalke (Dresden)

MIMO-OFDM concepts – Performance and Capacity

Peter Zillmann (Dresden)

Capacity Considerations for Memoryless Nonlinear Channels

Thomas Deckert (Dresden)

Low Rate Signaling for Bandwidth Efficient Wireless LANs

Ting-Jung Liang (Dresden)

Is it Possible to Throw Away the Preamble? – A New Look to the IEEE802.11a Standard

Nicolas Dütsch (München)

Decremental Redundancy in Turbo Source Coding

Oliver Präter (Dresden)

On the Spectral Efficiency of CDMA Systems Using Higher Order Modulation Schemes

Hrvoje Jenkač (München)

ARQ for Broadcast in Cellular Systems

Marcus Windisch (Dresden)

Blind IQ-Imbalance Compensation

Bereits zum 13. Mal fand diese traditionelle Tagung statt, dieses Mal vom 6. bis zum 13. März 2004 in Galtür, Österreich. Sieben Mitarbeiter des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik trafen sich mit Kollegen von der Technischen Universität Dresden und vom Heinrich-Hertz-Institut bzw. der TU Berlin, um über aktuelle Forschungsergebnisse zu diskutieren. Jeder Teilnehmer hatte die Gelegenheit, im Rahmen eines Vortrages seine Arbeiten zu präsentieren. Es wurde großer Wert auf intensive Diskussionen gelegt, so dass sich viele Ideen für neue und auch gemeinsame Forschungsansätze ergaben. Durch gemeinsame Aktivitäten am Abend wurden die persönlichen Kontakte weiter vertieft.

In spring 2004, there was a meeting between the two Institutes of Communications Engineering of the University of the Bundeswehr Munich (Head: Prof. Lankl) and the Munich University of Technology (TUM).

Bereits seit dem Ende der 70-Jahre besteht ein enger Kontakt zwischen dem Institut für Informationstechnik der Universität der Bundeswehr im Münchner Vorort Neubiberg und dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München. Damals wurde der langjährige LNT-Mitarbeiter Karlheinz Tröndle nach Promotion und Habilitation an das neu gegründete Institut berufen. In der Folgezeit gab es gegenseitig und gemeinsam betreute Diplomarbeiten und Promotionen (z. B. G. Söder, E. Lutz, K. Eichin).

Nachdem es zum 1. Oktober 2003 einen Wechsel an der Spitze des Instituts für Informationstechnik gab und Prof. Berthold Lankl die Nachfolge von Prof. Tröndle angetreten hat, wurde ein gemeinsames Treffen der beiden Forschungsgruppen zu Beginn des Sommersemesters 2004 vereinbart, das von Stephan Bäro organisiert wurde.

Prof. Lankl, der vom ICN-Bereich „Optische Netze“ der Siemens AG an die Universität der Bundeswehr gewechselt ist, hatte schon in der Vergangenheit Kontakte zum LNT. Zum einen war er 1983 Diplomand an unserem Lehrstuhl, zum zweiten arbeitet er schon seit Jahren mit Prof. Hagenauer in verschiedenen Gremien zusammen und schließlich gab es zu seiner Siemens-Zeit auch gemeinsame Forschungsprojekte.

Der Vormittag wurde allein vom LNT gestaltet. Prof. Hagenauer gab zunächst einen Überblick über die an der TUM angebotenen Lehrveranstaltungen

9.6 Seminar mit dem Institut für Informationstechnik der Universität der Bundeswehr München, 20. April 2004

Stephan Bäro und Günter Söder

staltungen sowie die bearbeiteten Forschungsgebiete (siehe Kapitel 3 und 6 dieser Broschüre). Anschließend berichtete Prof. Hanik – damals erst seit drei Wochen Extraordinarius für das Fach „Leitungsgebundene Übertragungstechnik“ – über die von ihm geplanten Aktivitäten in Lehre und Forschung, die sich vorwiegend auf die optische Übertragung konzentrieren wird. Sein Einführungsreferat behandelte die „Modellierung, Simulation und Optimierung optischer WDM-Übertragungssysteme“.

Danach wurden Themen mit starken Berührungspunkten zwischen den Instituten von LNT-Doktoranden im Detail vorgestellt, nämlich

Nicolas Dütsch

Lossless Source and Channel Coding Using Turbo Codes

Melanie Witzke

Iterative Detection of Linear Dispersion Codes Using a Widely Linear Filter.

Christian Kuhn

Turbo Equalization Using a List-Sequential Equalizer

Matthias Mörz

Analoger Decoder

Günther Liebl und Hrvoje Jenkač

Video-Übertragung über Mobilfunk (Online-Demonstration des Netzwerksimulators WiNe2).

Nach dem gemeinsamen Mittagessen übernahmen unsere Gäste aus Neubiberg den aktiven Part. Einleitend erläuterte Prof. Lankl, der mit allen seinen wissenschaftlichen Mitarbeitern zu diesem Treffen erschienen war, seine Zielsetzungen bezüglich Forschung und Lehre. In der Lehre muss das Institut für Informationstechnik in Neubiberg einen etwas größeren Bereich als unser Lehrstuhl abdecken, u. A. dadurch bedingt, dass deren Fakultät in neun Einrichtungen gegliedert ist,

während unsere Fakultät 20 Lehrstühle umfasst. Prof. Lankl hält die folgenden Pflichtvorlesungen:

- Einführung in die Informationstechnik (4. Trimester, 2 TWS),
- Signale und Spektren (5. und 6. Trimester, 6 TWS) – inhaltlich ähnlich den Vorlesungen von Prof. Rigoll und Prof. Hauske,
- Kommunikationssysteme und Netze (8 TWS, 6.-8. Trimester); diese beinhaltet Themen von NT1/NT2 sowie Rechnerarchitekturen und -netze.

Als Wahlpflichtvorlesungen gibt es „Methoden der Sprach- und Bildverarbeitung“ und „Mobile digitale Funksysteme“. Ein Vergleich mit den LNT-Veranstaltungen (vgl. Kapitel 3) zeigt viele Übereinstimmungen. Es ist dabei zu bedenken, dass 3 TWS genau 2 SWS entsprechen.

Als relevante Forschungsthemen seines Instituts nannte Prof. Lankl:

- MIMO-Anwendungen in drahtlosen Kommunikationssystemen,
- Elektrische Entzerrung für optische Übertragungssysteme,
- Technische Systeme zur Analyse und Therapie von Sprach- und Sprechstörungen.

Anschließend gab es zu den beiden ersten Themenkomplexen, die auch am LNT intensiv bearbeitet werden, noch weitere Informationen durch zwei Fachvorträge von Mitarbeitern:

Moh. Chouayakh/Andreas Knopp

Einsatz von MIMO-Systemen in Funkkanälen

Changsong Xie/Fabian Hauske

Optical Communication Systems

Zusammenfassend ist zu sagen, dass beide Lehrstühle bei einigen Themen wie MIMO-Anwendungen und optische Übertragung ähnliche Zielsetzungen verfolgen. Es war ein sehr familiäres Treffen, nicht nur wegen der gemeinsamen Teilnahme von Prof. Hauske (LNT) und dem Wissenschaftler der nächsten Generation, Fabian Hauske.

9.7 Der LNT auf den Münchner Wissenschaftstagen im Jahr der Technik, 22. bis 26. Oktober 2004

Joachim Hagenauer und Hrvoje Jenkač

From October 22–26, 2004, the forth “Münchner Wissenschaftstage” were held at the Ludwigs-Maximilians University in Munich. Universities, research institutions, as well as partners from the industry, had the opportunity to present their ongoing research activities and their research results to a broader audience and not just to other researchers as usual. The scope was to discuss with experts as well as non-researchers on a common level and to give people from all disciplines the possibility to get insight into ongoing research.

The LNT contributed to two program items. Joachim Hagenauer gave an invited talk, and Hrvoje Jenkač, as well as Christian Buchner, presented real-time video streaming over HSDPA, showing the institute’s mobile-network simulator WiNe2.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) startete 1999 zusammen mit dem Stifterverband für Deutsche Wissenschaft und den großen Forschungsorganisationen die Initiative „Wissenschaft im Dialog“, um „Forschung und Anwendungsperspektiven für die Bevölkerung transparent zu machen und eine Diskussion auf gleicher Augenhöhe zu ermöglichen“. Nach den Jahren der Physik, der Lebenswissenschaften (Life Sciences), der Geowissenschaften und der Chemie wurde 2004 zum Jahr der Technik.

Im Rahmen dieser Initiative wurden auch die 4. Münchner Wissenschaftstage vom BMBF gefördert. Wie bereits zu den ersten bis dritten Wissenschaftstagen förderte auch die Bayerische Staatsregierung diese Veranstaltung, wobei das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst auch die Beiträge des Ministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, des Ministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten sowie des Ministeriums für Unterricht und Kultus bündelte.

Als langjähriger und bewährter Gastgeber der Münchner Wissenschaftstage unterstützte auch die Landeshauptstadt München die diesjährige Veranstaltung mit Beiträgen der Referate für Arbeit und Wirtschaft, für Kultur sowie Soziales.

Weiter wurde die Veranstaltung durch eine Reihe von Sponsoren finanziell unterstützt, nämlich von der Siemens AG als exklusiver Hauptsponsor sowie einige Großsponsoren – darunter das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft, der Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie, das Europäisches Patentamt sowie der IVG Businesspark. Weitere Mitwirkende, Förderer und Sponsoren waren Vertreter von Universitäten, Forschungsverbänden und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Die Organisation lag beim Verband Deutscher Biologen und biowissenschaftlicher Fachgesellschaften e. V. (vdbiol).

Während der fünftägigen Veranstaltung vom 22. bis 26. Oktober 2004 an der Ludwigs-Maximilians-Universität (LMU) wurden eine Vielzahl von Vortragsreihen, Marktständen der Wissenschaft und Technik, Sonderpräsentationen sowie Infostände, Exkursionen und Führungen angeboten und abgehalten.

Der LNT beteiligte sich mit zwei Beiträgen am Programm. Prof. Hagenauer trug innerhalb der Vortragsreihe „Leben und Technik – Glanzlichter für Jedermann“, die vom Dekan unserer Fakultät, Prof. Eberspächer, moderiert wurde, zum Thema „Mobilfunktechnik – Nutzen und Risiko“, vor.

Es wurden zunächst die faszinierenden Möglichkeiten des Mobilfunks an einigen allgemeinen Beispielen verdeutlicht. Ausgehend vom europäischen GSM-System als ein globales Erfolgsmodell wurde dessen Weiterentwicklung und die darüber hinausgehenden Möglichkeiten von UMTS – dem Mobilfunkstandard der

dritten Generation – behandelt. Weiter wurde versucht, die Ängste vor dem Mobilfunk zu rationalisieren.

Des Weiteren stellten die beiden LNT-Mitarbeiter Hrvoje Jenkač und Christian Buchner mehrtägig auf einem Marktstand zum Thema „Video über Mobilfunk, oder Wie kommt das Video auf mein Handy“ den Mobilfunk-Demonstrator WiNe2 vor, der in diesem Heft unter Anderem im Beitrag von C. Buchner in Kapitel 6 ausführlich beschrieben ist. Unterstützt durch einige populärwissenschaftlich aufbereitete Poster und Präsentationen wurde so auch für Laien ein Einblick in Echtzeit-Video-streaming über den neuen Mobilfunkstandard High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) gegeben.

Die zahlreichen Besucher der Wissenschaftstage haben unsere Präsentation mit regem Interesse verfolgt und es ergaben sich zahlreiche Diskussionen. Die Münchner Wissenschaftstage waren für den Lehrstuhl für Nachrichtentechnik eine gute Gelegenheit, seine Forschungsarbeiten einem breiteren Publikum näher zu bringen, und nicht nur Experten, wie es auf Fachtagungen der Fall ist.



Offizieller Prospekt für die 4. Münchner Wissenschaftstage im Oktober 2004



Following the invitation of Radu Balan (Siemens Corporate Research, Princeton) and Prof. Robert Calderbank (Princeton University), Prof. Hagenauer and three research assistants of the Institute participated in a workshop. The seminar was held at the Research Center of Siemens in Princeton on the 28th of February 2005. During the workshop, the participants of Princeton University, Siemens Princeton and the Institute of Communications Engineering (LNT) had the chance of presenting their work. Among the audience were also recognized leading experts in the field of Communications Engineering from Princeton University, e.g., Robert Calderbank, Vincent Poor, and Sergio Verdú. Furthermore, this workshop offered the opportunity for discussions with them while having typical American breakfast and lunch.

Der Einladung von Radu Balan von der Siemens Corporate Research, Princeton, und Prof. Robert Calderbank (Princeton University) folgend, die beide die Zusammenarbeit mit dem LNT intensivieren wollen, nahmen Prof. Hagenauer und drei junge Wissenschaftler des Lehrstuhls an einem eintägigen Workshop teil. Dieser fand am 28.02.2005 im Forschungszentrum von Siemens in Princeton statt. Im Rahmen dieses Meetings präsentierten Professoren, Doktoranden und Post-Doktoranden der Princeton University, Siemens Princeton und des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik (LNT) eine breit gefächerte Variation von aktuellen Forschungsthemen einem kleinen Kreis von Experten, unter ihnen auch so renommierte Wissenschaftler der Princeton University wie z. B. Robert Calderbank, Vincent Poor und Sergio Verdú. Darüber hinaus wurde

9.8 Der LNT auf dem Siemens Day in Princeton, NJ, USA, 28. Februar 2005

Nicolas Dütsch, Christian Kuhn, Hrvoje Jenkač und Joachim Hagenauer

bei einem amerikanischen Frühstück und dem Mittagsbuffet der Raum für weitere Diskussionen geschaffen sowie eine mögliche Zusammenarbeit der drei Institutionen abgesteckt.

Diese Dienstreise nach Princeton, deren gedrängtes Programm unten angegeben ist, wurde durch einen Ausflug zu den Bell Laboratorien in Murray Hill am nächsten Tag abgerundet. In einer Ausstellung konnte man sich dabei über bedeutende Erfindungen der Elektro- und Telekommunikationstechnik informieren und der Shannon-Statue Respekt erweisen.

Welcome: **Radu Balan** (Siemens)

Session 1: Application Domain

Joel Predd (Princeton Univ.)

Distributed Learning in Wireless Sensor Networks

Sung-Hyun Son (Princeton Univ.)

Communication – Estimation Tradeoffs in Wireless Sensor Networks

Session 2: Application Layer

Tim Holliday (Princeton Univ.)

Cross-Layer Design of Wireless Systems

Nicolas Dütsch (LNT)

Lossless Data Compression Based on Turbo Codes

Hrvoje Jenkač (LNT)

The Turbo Fountain

Session 3: Network and Link Layers

Justinian Rosca (Siemens)

The Gap - Industrial Research and Innovation

Jang Won Lee (Princeton Univ.)

Distributed Algorithms for Optimal Rate-Reliability Tradeoff in Network Utility Maximization

Aik Chindapol (Siemens)

IEEE 802 Standardization and Wireless Research

Farhad Meshkati (Princeton Univ.)
Power Control Games in Multiple Access Networks

Chee Wei Tan (Princeton Univ.)

Power Control in Low SIR Regime Using Geometric Programming

Session 4: Physical Layer

Joachim Hagenauer (LNT)

The Revival of Sequential Decoding: LISS (List Sequential Decoder) – FEED (Far End Error Decoder)

Christian Kuhn (LNT)

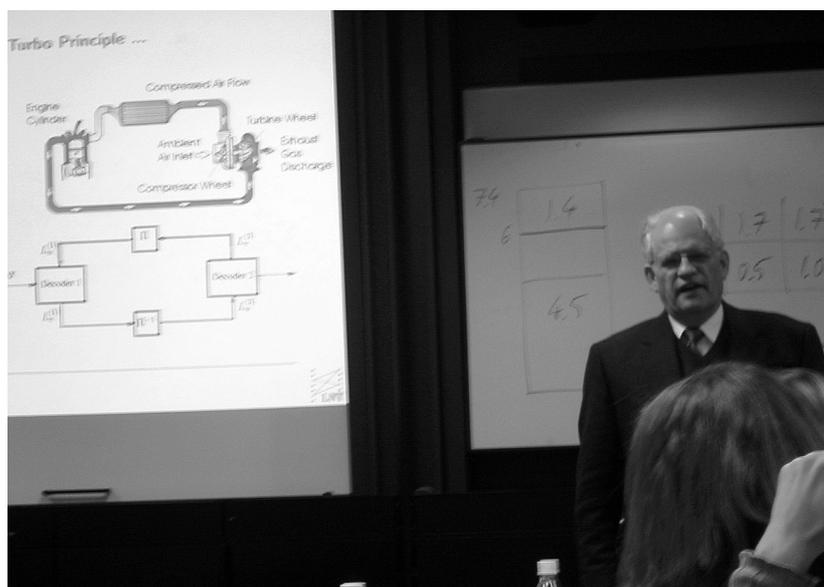
Iterative Equalization and Interference Cancellation

Sinan Gezici (Princeton Univ.)

Impulse Radio UWB Receivers

Chih-Chun Wang (Princeton Univ.)

Bandwidth-Efficient High-Order LDPC Coded Modulation



Prof. Hagenauer während seines Vortrags beim „Siemens Day“

9.9 Festkolloquium anlässlich des 80. Geburtstags von Prof. Hans Marko, 4. März 2005

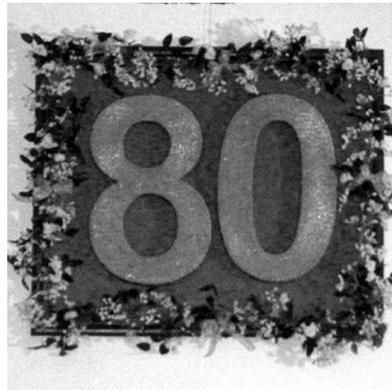


Gert Hauske und Günter Söder

On the occasion of the 80th birthday of Professor Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans Marko, predecessor of Professor Hagenauer and more than 30 years Head of the Institute of Communication Engineering, a celebration lecture was held. Official compliments were given by the president of the TUM, Professor Dr. Dr. h.c. mult. W. A. Herrmann, the dean of the faculty of communication engineering, Professor J. Eberspächer, and Professor J. Hagenauer. Lectures given by Professors J. Massey, N. Hanik, R. Bamler, and H. Mittelstaedt touched topics connected to Professor Marko's recent activities like bidirectional communication theory, transmission technology, global surveillance, and some more philosophical problems.

Am 04.03.2005 fand im Theresianum ein Festkolloquium statt, zu dem die Professoren des LNT eingeladen hatten. Anlass war der 80. Geburtstag unseres Emeritus, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Hans Marko, den dieser eine Woche zuvor gefeiert hatte.

Der Einladung sind mehr als 150 Gäste gefolgt. Im Auditorium saßen neben Verwandten und persönlichen Bekannten des Jubilars und den jetzigen Angehörigen des LNT auch



viele seiner Kollegen aus der Fakultät und von anderen Hochschulen sowie viele seiner 75 Doktoranden, von denen manche von weither angereist kamen.

Das Festkolloquium wurde von Prof. Dr.-Ing. Gert Hauske moderiert, der auch für die Organisation der Veranstaltung verantwortlich war.

Das erste Grußwort sprach der Präsident der TUM, Herr Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Wolfgang A. Herrmann. Er zitierte zunächst Passagen aus dem handschriftlichen Lebenslauf, den Hans Marko 1961 seiner Bewerbung um die Piloty-Nachfolge als Ordinarius des Instituts für Nachrichtentechnik beigelegt hatte und die einiges über seine Charaktereigenschaften aussagen. Danach schilderte der Präsident – bestens präpariert durch die zweibändige Personalakte des Jubilars – wichtige Stationen der 31 Jahre dauernden Aera Marko am LNT und die außergewöhnlich vielen und hochrangigen Ehrungen des Jubilars. Diese können dem Artikel auf der nächsten Seite entnommen werden, der in den TUM-Mitteilungen erschienen ist. Präsident Herrmann beendete sein Grußwort mit der Feststellung, dass

BEGRÜßUNG

Prof. Dr. Dr. h.c. mult.
W. A. HERRMANN
Präsident der TUM

Prof. Dr.-Ing. J. EBERSPÄCHER
DEKAN DER FAKULTÄT FÜR
ELEKTROTECHNIK
UND INFORMATIONSTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. J. HAGENAUER
LEHRSTUHL FÜR NACHRICHTENTECHNIK

Musikprogramm

Darius Milhaud: SUITE POUR
TRIO D'ANCHES

Maqdalena Meikawa, OBOE
Satoshi Hidaka, KLARINETTE
Leonhard Hauske, FAGOTT
Musikhochschule Nürnberg-Augsburg

Kolloquium

MODERATION: Prof. Dr.-Ing. G. Hauske

Prof.-em. Dr. Dr. h.c. J. L. MASSEY
ETH-ZÜRICH, ADJUNCT. PROF. LUND UNIV.,
Affil. Prof. Tech. Univ. DENMARK

"FROM MARKO'S MONKEYS
TO UNDERSTANDING NETWORKS"

Prof. Dr.-Ing. N. HANIK
FACHGEBIET
LEITUNGSGEBUNDENE ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

"ÜBERTRAGUNGSTECHNIK
IM WANDEL DER ZEITEN"

Prof. Dr.-Ing. R. BAMLER
INSTITUT FÜR METHODIK DER FERNERKUNDUNG
DER DLR, OBERPFAFFENHOFEN,
LEHRSTUHL FÜR METHODIK DER FERNERKUNDUNG
FAK. F. BAUINGENIEUR- UND VERMESSUNGSWESEN
DER TUM

"SYSTEMTHEORIE UND
SIGNALVERARBEITUNG FÜR
BILD GEBENDE RADARSYSTEME
ZUR ERDBeOBSCHTUNG"

Prof. Dr. H. MITTELSTAEDT
EM. WISS. MITGLIED DER MPG,
HONORARPROFESSOR DER TUM

"ERINNERUNG AN GEMEINSAME
KYBERNETISCHE ZEITEN"

Musikprogramm

JAQUES IBERT: CINQ PIÈCES EN
TRIO

Schlusswort

Prof. Dr.-Ing.
Dr.-Ing. E.h. H. MARKO

GEMÜTLICHES BEISAMMENSEIN

9

Veranstaltungen



Der Jubilar und seine Gratulanten, der TU-Präsident Prof. W. A. Herrmann, der Dekan Prof. J. Eberspächer, Prof. J. Hagenauer (v. li.)

Hans Marko die gesamte Nachrichtentechnik in Deutschland im Sinne des von ihm hochgeschätzten Karl Küpfmüller positiv beeinflusst hat. Markos Einsatz für seine Fakultät – manch impulsiver Auftritt im Senat ist hierfür ein Beleg – haben sicher dazu beigetragen, dass die Fakultät EI der TUM bei fast allen Hochschulrankings den ersten Platz belegt.

Die Glückwünsche der Fakultät wurden von Prof. Dr.-Ing. Jörg Eberspächer überbracht. Der Dekan sprach über die Verdienste Markos aus Sicht der Fakultät. Zum Beispiel ist der heutige Name „Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik“ seinem Verhandlungsgeschick, aber auch seinem Durchsetzungsvermögen gegenüber anderen Fakultäten, der Hochschulleitung und der Ministerialbürokratie Ende der 70er Jahre zu verdanken.

Der Dekan nennt weiter Markos große Verdienste bei der Gründung der neuen Lehrstühle für Datenverarbeitung (1966), Realzeitcomputersysteme (1974) sowie Kommunikationsnetze (1990) und bedankt sich als Lehrstuhlinhaber des LKN persönlich dafür, dass sich Prof. Marko

nicht nur für die Abspaltung des LKN vom LNT eingesetzt hat, sondern seinem Lehrstuhl auch eigene Personalstellen überlassen hat.

Zum Ende spricht Prof. Eberspächer in seiner Eigenschaft als ehemaliger ITG-Vorsitzender und Mitglied des Müncher Kreises, dessen Mitgründer Hans Marko war. Viele Jahre war er auch in der Nachrichtentechnischen Gesellschaft (NTG, heute ITG) sehr aktiv, u. A. als

Fachausschuss-Vorsitzender für „Informations- und Systemtheorie“.

Das letzte Grußwort war seinem Nachfolger, Herrn Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer, vorbehalten. Er erinnerte nochmals an Markos wichtige Beiträge zur Veränderung seines Wissenschaftsgebiets, nämlich die Einbringung der Systemtheorie in die Nachrichtentechnik sowie die Forcierung und Gestaltung des Übergangs von „analog“ zu „digital“.

Prof. Hagenauer erwähnte auch, dass ungewöhnlich viele von Markos Doktoranden eine universitäre Laufbahn eingeschlagen haben. Auch alle Professoren am LNT mit Ausnahme des Ordinarius sind Marko-Schüler, die Extraordinarien Hanik und Hauske sowie die Außerplanmäßigen Professoren Lenz und Söder.

Hagenauer Rede endete mit dem Bekenntnis, dass es für ihn eine große Ehre war, 1993 in der Nachfolge von Piloty und Marko berufen worden zu sein, es aber gleichzeitig eine gewisse Belastung bedeutet hat, in die Fußstapfen solch berühmter Vorgänger treten zu müssen. Zu Beginn hat er auch noch nicht die

Bedeutung von Markos interdisziplinären Arbeiten in der Kybernetik erkannt. Heute arbeitet auch Hagenauer mit Biologen zusammen, um den genetischen Code mit informationstheoretischen Ansätzen zu erforschen.

Der Moderator G. Hauske beendete den ersten Veranstaltungsteil mit einigen persönlichen Worten an den

Jubilar und überbrachte sein persönliches Geburtstagsgeschenk in Form einer Musikdarbietung dreier Nachwuchstalente der Musikhochschule Augsburg-Nürnberg.

Der erste Festvortrag wurde von Prof. Dr. Dr. h. c. James L. Massey gehalten, vor seiner Emeritierung Professor an der ETH Zürich, der Lund University sowie der Technical University of Denmark.

In seinem Vortrag „From Marko's Monkeys to Understanding Networks“ zeigte Massey die Bedeutung von Markos Arbeiten zur bidirektionalen Kommunikationstheorie auf. Der weltweit anerkannte Informationstheoretiker kam zu dem Ergebnis, dass Marko der Erste war, der die in einem Kommunikationssystem auftretenden gerichteten Informationsflüsse beschrieben hat. Massey hat Markos Theorie der 60er und 70er Jahre, die auf intuitiven und philosophischen Argumenten basiert und am Beispiel des Verhaltens von Affen empirisch belegt wird, mit eigenen Arbeiten zur Informationstheorie von Netzwerken verglichen. Das von Massey und seinem Doktoranden G. Cramer in den 90er Jahren



Die Festredner Prof. J. Massey, Prof. N. Hanik, Prof. R. Bamler und Prof. H. Mittelstaedt (von links)

Hans Marko 80 Jahre

Am 24.02.2005 vollendete Hans Marko, emeritierter Ordinarius für Nachrichtentechnik der TU München, sein 80. Lebensjahr.

Hans Marko, in Kronstadt/Siebenbürgen geboren, studierte von 1946 bis 1951 Nachrichtentechnik an der TH Stuttgart und promovierte 1953 bei Ernst Feldtkeller. Danach entwickelte er bei der Standard Elektrik Lorenz AG in Stuttgart eines der ersten Pulscodemodulation-Systeme in Deutschland. Bereits damals hielt er Vorlesungen an den Hochschulen Stuttgart und Karlsruhe. 1961 verfasste er seine Habilitationsschrift über die Ausnutzung von Telegraphiekanälen zur Informationsübertragung. Ein Jahr später wurde der damals 37-Jährige in der Nachfolge von Hans Piloty als Leiter des Instituts für Nachrichtentechnik an die TH München berufen und wirkte 31 Jahre erfolgreich in Lehre und Forschung. Er betreute neun Habilitationen und 75 Promotionen.

Die von ihm und seinem Institut bearbeiteten Wissenschaftsgebiete seien hier nur stichpunktartig genannt: Anwendung der Systemtheorie in technischen, biologischen und kybernetischen Systemen und deren mehrdimensionale Erweiterung für Bildverarbeitung und Mustererkennung; Weiterentwicklung der Shannonschen Informationstheorie zur bidirektional-orientierten Kommunikationstheorie; theoretische Untersuchungen und praktische Realisierungen von hochratigen di-

gitalen Übertragungssystemen über Kabel und Glasfaser.

Hans Marko ist Autor mehrerer Bücher und von weit mehr als hundert Patenten und Veröffentlichungen. Ihm ist eine Vielzahl hochrangiger Ehrungen zuteil geworden, so ist er Preisträger der Nachrichtentechnischen Gesellschaft und »Fellow des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)«. 1983 wurde ihm als Erstem der Karl-Küpfmüller-Preis der Informations-technischen Gesellschaft im VDE zuerkannt. 1985 erhielt er die Ehrendoktorwürde der TH Darmstadt und 1994 das Verdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland. Er ist Gründungsmitglied der »Academia Scientiarum et Artium Europaea«, Salzburg.

Nach seiner Emeritierung ist Hans Marko seinem ehemaligen Institut verbunden geblieben. Sein Nachfolger und der gesamte Lehrstuhl für Nachrichtentechnik gratulieren ihm und wünschen ihm noch viele gute Jahre in der ihm eigenen Energie und Dynamik sowie Spaß bei seinem Hobby, dem Motor- und Segelfliegen. Seine zahlreichen Schüler schließen sich sicher diesen Wünschen an.

K. Eichin, J. Hagenauer, G. Söder
(Aus TUM-Mitteilungen 1-2005)

gefundenen mathematischen Netzwerkmodell bestätigt Markos Theorie. Geringfügige Unterschiede ergeben sich allein aus der von Marko vorausgesetzten Simultanindependenz.

In seinem Schlusswort wird Prof. Marko – zu Recht stolz über die Würdigung des direkten Shannon-Schülers – anmerken, dass „James Massey der einzige im anglo-amerikanischen Raum ist, der die bidirektionale Kommunikationstheorie tatsächlich verstanden hat“.

Der zweite Festvortrag wurde von Prof. Dr.-Ing. Norbert Hanik gehalten, 1995 einer der letzten Doktoran-

den von H. Marko und 2004 nach Industrietätigkeit bei der Deutschen Telekom an den LNT zurückgekehrt. Sein Vortrag „Übertragungstechnik im Wandel der Zeiten“ spannte einen weiten Bogen von Markos Arbeiten bei der Standard Elektrik Lorenz Anfang der 50er Jahre – u. A. die Entwicklung eines der ersten Pulscodemodulationssysteme – bis hin zu den heutigen optischen Systemen mit Bitraten bis zu 1,6 Tbit/s auf einer einzigen Faser.

Anhand ausgewählter Doktorarbeiten belegte Hanik, dass dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik –

und damit auch H. Marko – bei vielen Entwicklungen der vergangenen 40 Jahre eine entscheidende Rolle zukam. Der Redner erwähnte die grundlegenden Arbeiten zur Digital-signalübertragung über Kabel von Appel und Weiß, die Rechnerkoppelung München–Garching (Heidner) und die Optimierung und Realisierung von Weitverkehrssystemen mit Quantisierter Rückkopplung (Söder, Dirndorfer, Warkotsch).

Neben der evolutionären Weiterentwicklung einer etablierten Technik – hier der Koaxialkabelsysteme – hat sich Prof. Marko aber auch immer für neue, revolutionäre Ideen aufgeschlossen gezeigt. Hanik nennt hier die optische Übertragung, die bereits 1968 zu einer Promotion (Geckeler) geführt hat. Auch die Systeme basierend auf Intensitätsmodulation (Dippold, Maier) und Heterodyn-/Homodynempfang (Franz, Noé, Fischer, Neidlinger, Derr) waren zu ihrer Zeit – teilweise weltweit – führend. Die von ihm, N. Hanik, untersuchten nichtlinearen Effekte der Glasfaser spielen auch heute noch eine wesentliche Rolle bei der Optimierung des Streckendesigns hochkanaliger optischer Wellenlängenmultiplex-Systeme.

Prof. Dr.-Ing. Richard Bamler, Leiter des Instituts für Methodik der Fernerkundung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen und Professor für Methodik der Fernerkundung an der TU München zeigte mit seinem Vortrag „Signalverarbeitung für Bildgebende Radarsysteme zur Erdbeobachtung“ die Möglichkeiten der Fernerkundung aus dem Weltraum auf. So können für ozeanografische Fragestellungen Wind- und Wellenfelder, aber auch einzelne Extremwellen erfasst werden.



Besonders attraktiv sind interferometrische Verfahren, bei denen die kohärente Natur des Synthetik-Aperur-Radars genutzt wird. Durch Phasenvergleich von zwei oder mehreren Radar-Aufnahmen werden digitale Geländemodelle der Erde berechnet. Darüber hinaus können Bewegungen der Erdoberfläche selbst im Zentimeter- und Millimeter-Bereich vermessen und bewegte Fahrzeuge erfasst werden.

Die im Vortrag gezeigten Bilder haben eindrucksvoll die Möglichkeiten der Systemtheorie veranschaulicht, die Hans Marko schon ganz zu Beginn seiner Lehrtätigkeit an die TU München gebracht hat. R. Bamler hat zusammen mit seinen Kollegen von der Gruppe „Bildverarbeitung und Mustererkennung“ unter der Leitung des leider viel zu früh verstorbenen Helmut Platzer vielfältige und interessante Aufgabenstellungen mit Hilfe der mehrdimensionalen Systemtheorie gelöst. Er hat 1986 bei Prof. Marko promoviert; bis 1994 war er Lehrbeauftragter des LNT.

Prof. Dr. Horst Mittelstaedt, ehemals Direktor am Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie in Seewiesen und Honorarprofessor der TU München, konkretisierte sein ursprüngliches Thema und lieferte einen geistvollen Beitrag „Über die Beziehung der Subjektivität zu ihren objektiven Korrelaten, ein altes Problem aus neuer phänomenologischer und kybernetischer Sicht“. Zur Frage, in welcher Beziehung das subjektive Erleben zu den damit verbundenen Prozessen im Nervensystem steht, stellte er sechs traditionelle Antworten vor, die vom Einfluss von Quantenphänomenen (P. Jordan, 1932), einer zweiten, nichtphysikalischen Welt (Popper und Eccles, 1977) bis zu parallelistischen Ansätzen reichen. In



Prof. Marko nimmt Glückwünsche entgegen. Man erkennt von rechts Prof. Russer, Markos Gattin, Frau Dr. Löhning, und seinen ehemaligen Doktoranden, Prof. Nischwitz

Übertragungstechnik im Wandel der Zeiten

Zeitgeschichtliches zum 80. Geburtstag von
Prof. Dr. Ing. Dr. Ing. E. h. Hans Marko



Die Startfolie von Prof. Hanik zeigt den Jubilar in den 50er Jahren und in jüngerer Zeit



Prof. Hans Marko und seine Gattin, Dr. Renate Löhning, bei der Geburtstagsfeier

dem von ihm favorisierten „Perspektivismus“ von Hocke (1987) und Velmans (1990), gemäß dem subjektive Phänomene nervösen Korrelaten zwar zugeordnet werden können, diese aber nicht aufeinander reduzierbar sind, ist schließlich die neuronale Informationsverarbeitung eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für subjektives Erleben.

Die letzten Worte dieser mehr als dreistündigen Veranstaltung sprach natürlich Prof. Hans Marko. Einem Rat seiner Gattin folgend, war seine Rede kurz und prägnant. Er bedankte

sich bei allen Rednern und lieferte noch die eine oder andere Ergänzung nach. Weiter bedankte er sich beim Organisator, Prof. Gert Hauske, der hierbei tatkräftig von Frau Doris Dorn und den Herren Manfred Jürgens, Martin Kontny und Ansgar Ströbele unterstützt wurde.

Abends gab es in den Räumlichkeiten des LNT noch eine dem Anlass angemessene Geburtstagsfeier mit mehr als 120 Gästen. Die Autoren bedanken sich im Namen des ganzen Lehrstuhls für Nachrichtentechnik für die Einladung und wün-

schen ihrem Lehrer, aber auch seiner Gattin – Frau Dr. Renate Löhning – für die Zukunft alles Gute bei bester Gesundheit.



Gratulation für Prof. Marko, rechts der TU-Präsident



Frau Dr. Löhning mit Dr. Molocher und Prof. Hagenauer



Die Professoren Huber, Hagenauer und Hartmann



Prof. Marko, Prof. Eberspächer, Prof. Hanik



Die festliche Umrahmung mit Oboe, Fagott und Klarinette



Der Organisator, Prof. Hauske, mit Kollegen der 60er Jahre



Der Jubilar und sein Nachfolger

9.10 14th Joint Conference on Communications and Coding, 9. bis 11. März 2005, Seefeld, Österreich

Günther Liebl und Günter Söder

The 14th Joint Conference on Communications and Coding, which was held in Seefeld/Austria from March 9–11, 2005, brought together members of the LNT research staff and colleagues from the German Aerospace Center (DLR). During the 3-day workshop, each participant presented his work in a 40 min talk, followed by a high-level discussion with the audience. Besides the technical aspect, this workshop offered a great opportunity to meet colleagues from a nearby research institute in an informal atmosphere.

Nicolas Dütsch

Lossless Data Compression Based on Turbo Codes

Hrvoje Jenkač

The Turbo-Fountain

Frank Schreckenbach

Signal Shaping: Basic Concepts and New Approach for Bit-Interleaved Coded Modulation

Harald Ernst (DLR)

Landmobiler Satellitenrundfunk

Changyan Di (DLR)

Trade-off Behavior of Low-Density Parity-Check Codes



Die Teilnehmer der 14th Joint Conference on Communications and Coding an der sonst unbenutzten Schneebar beim Hotel in Seefeld. Von links vorne: Dr. Di (DLR), Dr. Robertson (DLR), N. Dütsch, H. Ernst (DLR), C. Hausl, B. Göbel, Prof. Söder, I. Oikonomidis, F. Schreckenbach, A. Lehner (DLR), Dr. Lentmaier (DLR), C. Kuhn, T. Mayer, H. Jenkač, G. Liebl, J. Zangl und Prof. Hagenauer. Die Logos von DLR und LNT sind eine Fotomontage; soviel Zeit war nicht.

Patrick Robertson (DLR)

A Tutorial on Bayesian Estimation Techniques

Joachim Hagenauer

The Revival of Sequential Decoding

Christian Kuhn

Iterative Equalization and Interference Cancellation Using a List-Sequential Algorithm

Michael Lentmaier (DLR)

Delay Estimation of Navigation Signals in the Presence of Multipath

Andreas Lehner (DLR)

Measuring the Navigation Multipath Channel – A Statistical Analysis

Ioannis Oikonomidis

Turbo-Relais in Broadcast-Systemen

Christoph Hausl

Iterative „Network“- und Kanaldecodierung

Johannes Zangl

Die Effizienz von Kanalcodierung in verteilten Sensornetzen

Bernhard Göbel

Simulation niedriger Bitfehlerraten in optischen Übertragungssystemen

Timo Mayer

Enhanced Dedicated Uplink Channel (E-DCH)

Günther Liebl

VoIP over Enhanced Third Generation Wireless Access Links

Günter Söder

LNTwww - ein Lerntutorial für die Nachrichtentechnik im World Wide Web



Vom 9. bis 11. März 2005 trafen sich zwölf Wissenschaftler vom LNT mit einer Kollegin und vier Kollegen vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zu einer dreitägigen Klausurtagung in Seefeld in Tirol. Jeder Teilnehmer hatte die Gelegenheit, seine Forschungsergebnisse in einem ca. 40-minütigen Referat vorzustellen. Nach jedem Vortrag gab es eine rege Diskussion, so dass diese 14th Joint Conference on Communications and Coding für alle Teilnehmer eine große Bereicherung dargestellt haben dürfte.

Anders als bei früheren Tagungen gleichen Namens war dieses Mal das Programm auf drei Tage konzentriert, so dass die Skifahrer und Snowboarder erst am Wochenende den Jahrhundertsschnee nutzen konnten.



Der Tagungsraum mit Blick ins tiefverschneite Seefeld. Von links: Dr. Michael Lentmaier, Christoph Hausl, Harald Ernst und Prof. Joachim Hagenauer

10

Internationale Beziehungen

10.1 Austauschprogramme

Klaus Eichin

We present projects concerning cooperations with foreign universities, e.g. VIGONI, CDHK, and SOKRATES. The EU supported program NEWCOM is a Network of Excellence in Wireless Communications with 61 European participants. Another EU promoted cooperation is CITPER with the aim of constituting a Collaborative IT Program for Education and Research.

In diesem Kapitel werden Kooperationen zwischen dem LNT und ausländischen Partneruniversitäten beschrieben. So trat 2004 der LNT unter Anderem den von der Europäischen Union geförderten Projekten NEWCOM und CITPER bei.

Auch in diesem Berichtszeitraum wurden das VIGONI-Programm, das CDHK-Projekt mit der Tongji-Universität Shanghai und der durch SOKRATES geförderte Studentenaustausch in Europa gepflegt. Am Kapitelende sind weitere Auslandskontakte aufgeführt.

NEWCOM

Die Abkürzung steht für Network of Excellence in Wireless Communications und ist der Titel eines durch die Kommission der Europäischen Union geförderten Projekts, an dem 61 europäische Partner aus Industrie und Universitäten teilnehmen. Das übergeordnete Thema lautet „Drahtlose Kommunikationssysteme nach 3G“ (siehe auch Kapitel 7.11)

CITPER (TEMPUS)

Das „Collaborative IT Program for Education and Research“ wurde im September 2004 im Rahmen des EU-Förderprogramms TEMPUS initiiert. Es beinhaltet den Wissenschaftler- und Studentenaustausch. Projektteilnehmer sind neben dem LNT als so genannter Granthalter die American University of Beirut im Libanon, die englische University of Southampton, und die Siemens AG in München. Weitere Informationen hierzu finden Sie auf Seite 72.

VIGONI-Programm

Dieses 2002 initiierte und 2003 beendete Programm hatte den projektbezogenen Wissenschaftlernaustausch mit Italien zum Ziel. 2003 gab es am LNT zwei Arbeitstreffen mit dem Dip. Elettrotecnica, Elettronica, Informatica (DEEI), Università di Trieste, unter Leitung von Prof. Fulvio Babich. Die Ergebnisse dieser Kooperation wurden im Oktober 2003 auf dem abschließenden VIGONI-Workshop in Triest präsentiert (siehe auch Seite 73).

Chinesisch-deutscher Doppelmaster

Bereits im letzten Tätigkeitsbericht gab es einen ausführlichen Bericht über das Chinesisch-Deutsche Hochschulkolleg (CDHK), das 1998 als Kooperationsprojekt der Tongji-Universität Schanghai und des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) gegründet wurde.

10.1 Austauschprogramme

10.2 Forschungsaufenthalte von Angehörigen des LNT

10.3 Vorträge von Gästen

Im Berichtszeitraum haben neun Studierende aus China – Y. Ding, A. Hong, J. Shen, Z. Tu, W. Xu, J. Yang, P. Zhang, Q. Zhang und J. Zhu – ihre Master Thesis am LNT ausgeführt und damit neben dem Masterabschluss der Tongji-Universität zugleich den Mastergrad der TU München für das Fach *Electrical Engineering* erworben.

SOKRATES-Studentenaustausch
SOKRATES/ERASMUS ist ein Förderprogramm für den Studentenaustausch in der Europäischen Union.

Der LNT koordiniert den Kontakt mit der *École Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST) de Bretagne* in Brest und dem Politecnico di Torino. Mit der ENST Brest gibt es seit 1998 ein Doppeldiplomabkommen und seit der Neuauflage 2002 angepasste Studienpläne zwischen beiden Hochschulen.

Im Berichtszeitraum wurde der Austausch intensiv genutzt. So fanden allein 15 Studierende der ENST de Bretagne den Weg zu uns. Patrick Brun (ENST) führte seine Diplomarbeit am LNT aus. Im Gegenzug konnten wir als erste Doppeldiplomkandidaten die TUM-Studenten Philipp Blaumer und Florian Schweiger an die ENST nach Brest entsenden.

Im Rahmen von SOKRATES haben zwei spanische Studierende ihre Diplomarbeiten am LNT ausgeführt, deren Heimathochschulen seit Jahren enge Kontakte mit der TUM pflegen: Francisco M. Rivas

(Universidad de Zaragoza) und Claudio A. Garcia (Universidad Politécnica de Madrid). Vom Politecnico di Torino war Eugenio Marengo für seine Abschlussarbeit an unserem Lehrstuhl.

Weitere Auslandskontakte

Weitere Kontakte für den Wissenstransfer gibt es mit vielen Universitäten und Firmen weltweit. TUM-Studenten waren zu ihrer Abschlussarbeit in Japan (S. Skudlarek), den USA – u. A. Stanford, Georgia Tech (F. Blömer, H. Kamoun, M. Karl, D. Klinc, B. König, C. Koller), an der Lund University (B. K. Lee, M. Rahmani, S. Hellerbrand) sowie der ENST Paris (H. M. Zimmermann).

Die Resonanzen der Studenten auf die Auslandsstudienaufenthalte waren sehr positiv und auch die Möglichkeit, Erfahrungen und Wissen im kulturellen und sprachlichen Bereich zu erweitern, wurden als wertvolle Bereicherung angesehen.

10.2 Forschungsaufenthalte von Angehörigen des LNT

Nicolas Dütsch, Norbert Görtz, Günther Liebl und Günter Söder

Again in the last two years, several of our research assistants took part in academic visits to various international universities or research institutes. The places visited were the Lund University in Sweden (N. Görtz), the University of Notre Dame in Indiana (A. Schaefer), the University of Delaware in Newark (N. Dütsch) and the famous Stanford University in California (G. Liebl).

Prof. Hagenauer visited institutes, workshops, and meetings in the United States, Japan, Lebanon, Turkey, France, Italy, Switzerland, and the Netherlands partly concerning NEWCOM and CITPER.

Prof. Hagenauer absolvierte auch in den beiden letzten Jahren wieder eine Vielzahl von Auslandsreisen, unter Anderem bedingt durch die Mitgliedschaft im NEWCOM Executive Board. Neben vier Meetings in Turin und einem in Istanbul gab es im Januar 2005 auch den *Annual Newcom Workshop* in Bologna.

Im März 2005 fanden im Libanon im Rahmen des Tempus-Projektes Gespräche zur Kooperation mit der American University of Beirut (AUB) statt. Daneben besuchte Prof. Hagenauer Workshops in den USA (San Antonio), Japan (Yokosuka), Italien (Catania), den Niederlanden (Eindhoven und Nordwijk) sowie der Schweiz (Zürich). Er besuchte zudem Forschungseinrichtungen und Universitäten in den USA (University of Princeton, University of Delaware, University of Maryland) und in Frankreich (GT Lorraine in Metz). Nicht aufgeführt sind in der Auflistung Reisen, die mit einer Fachtagung zusammenhingen; diese sind Kapitel 8.2. aufgelistet.

Im zurückliegenden Berichtszeitraum waren wieder einige Mitarbeiter des LNT zu einem längeren Forschungsaufenthalt im Ausland:

– Dr. Norbert Görtz war ab Dezember 2003 für 3 Monate als Dozent und Gastwissenschaftler an der Universität Lund in Schweden

und arbeitete während dieser Zeit eng mit Prof. John B. Anderson und Tomas Eriksson zusammen.

– Andrew Schaefer war – wie schon 2002 – in der Zeit vom 05.01. bis 31.03.2004 Gast an der University of Notre Dame in Indiana bei Prof. Dan Costello, dem Koreferenten seines Promotionsverfahrens.

– Nicolas Dütsch war im Zeitraum vom 09.08.2004 bis 15.10.2004 zu einem Forschungsaufenthalt in den USA an der University of Delaware in Newark im Bundesstaat Delaware bei Prof. Javier García-Frías.

– Günther Liebl besuchte in der Zeit vom 09.08. bis 31.10.2004 das Information Systems Laboratory an der Stanford University in Kalifornien, das von Prof. Bernd Girod geleitet wird.

Im Folgenden finden Sie drei eher persönliche denn fachliche Reiseberichte über Auslandsaufenthalte von LNT-Mitarbeitern.

Nicolas Dütsch berichtet über seine Erfahrungen in Delaware



During the Summer break 2004 I spent ten weeks at the University of Delaware as a visiting researcher. Together with Prof. García-Frías I developed a powerful source representation based on a Hidden Markov Model (HMM) which supports the turbo compression scheme (see Section 6). Implementation and tests are parts of my ongoing work. The achievable results seem to be promising.

Die Sommermonate 2004 verbrachte ich in Newark im US-Bundesstaat Delaware bei Prof. García-Frías, der auf einem ähnlichen Forschungsgebiet wie ich arbeitet. Newark ist eine kleine Studentenstadt mit etwa 40000 Einwohnern, unter ihnen ca. 30000 eingeschriebene Studenten von der University of Delaware. Im Zentrum des Ortes ist eine lebhaft Hauptstraße mit vielen Restaurants, Bars und Geschäften. Die Wohngebiete sind weitläufig über das gesamte Stadtgebiet verteilt. Da es kaum öffentlichen Nahverkehr gibt, ist man in allen Lebensbereichen auf ein Auto angewiesen, weshalb ich mir eines für die gesamte Aufenthaltsdauer angemietet habe.

Die Universität in roter Ziegelsteinarchitektur liegt auf einem sehr schönen Campus. Auf Grund der Tatsache, dass Studenten in den USA ungewöhnlich hohe Studiengebühren – deutlich mehr, als es in Deutschland jemals durchsetzbar sein wird – zu zahlen haben, gewinnt man auf dem ganzen Campus den Eindruck, dass das Studieren hier auch als Dienstleistung verstanden wird. Die Anlagen sind wunderbar gepflegt, die Bibliothek ist sehr großzügig ausgestattet. Arbeitsplatzrechner und Internetzugänge sind ausreichend vorhanden. Im Vergleich zu meinem Büro am LNT sind die Arbeitsräume etwas kleiner gestaltet und man teilt sie sich mit mehreren Kollegen.

Meine anfängliche Hoffnung, dass Newark auf Grund seiner Größe ein „billiges Pflaster“ sei, hat sich leider nicht bewahrheitet. Im Gegenteil, da die Studenten den größten Anteil der

Stadtbevölkerung ausmachen und die Nachfrage nach Uni-nahen Wohnungen das Angebot beileibe übersteigt, sind die Mieten in der ganzen Stadt auf Münchner Niveau. Im Studentenwohnheim konnte ich nicht unterkommen – diese Zimmer sind ausschließlich den voll immatrikulierten Studenten vorbehalten.

Newark liegt im Dreiländereck direkt an der Grenze zu den Bundesstaaten Maryland, Pennsylvania und New Jersey. Auch Virginia und New York sind für amerikanische Entfernungen nur einen Katzensprung mit dem Wagen entfernt. Diese unglaublich günstige Lage Newarks habe ich in meiner Freizeit genossen und zu Ausflügen in bekannte Städte wie Philadelphia, Baltimore, Washington D.C., New York City und Boston genutzt.

Auch die Natur kam bei meinem Newark-Besuch nicht zu kurz. Delaware hat wunderschöne Badestrände und -buchten an der Atlantikküste. Durch die nicht allzu weit entfernt liegenden Shenandoah Mountains in Virginia kann man auch Ausflüge in die Bergwelt unternehmen.

Nun zum Fachlichen: Meine geplante Doktorarbeit mit dem Titel „Turbo Source Coding“ behandelt ein spezielles Verfahren zur Datenkompression; Genaueres finden Sie in meinem Beitrag zu Kapitel 6. Bisher habe ich das so genannte Turbo-Prinzip nur auf künstlich erzeugte Daten (aus einer gedächtnislosen Binärquelle) angewandt, um die Redundanz aus einem Datenstrom zu entfernen und damit die Stärken und Schwächen der Turbo-Kompression zu analysieren. Ziel meines Forschungsaufenthaltes war es, ein Quellenmodell zu entwickeln und in das Kompressionsverfahren zu integrieren, damit realistischere Daten wie Text, Bilder, Audio, etc. effizient verarbeitet werden können.

Ein möglicher Lösungsansatz, den ich während meiner Zeit an der University of Delaware verfolgte, war die Quellenmodellierung mittels des „Hidden Markov Models“. Klassischerweise verwendet man dieses Modell zur Lösung von Klassifizie-

rungsproblemen (Beispiel: Fingerabdruckererkennung), aber auch in der Datenübertragungstechnik findet es bei speziellen Kommunikationskanälen seinen Einsatz. Da Prof. García-Frías auf diesem Gebiet ein Experte ist, konnte er mir sehr viele wertvolle Tips geben. Dadurch ist es mir gelungen, das Modell für Datenkompressionszwecke abzuwandeln. Seit meiner Rückkehr an die TUM bin ich nun dabei, das entwickelte Verfahren zu implementieren und zu testen. Die bisherigen Ergebnisse sind vielversprechend.

Zusammenfassend ist zu sagen: Ich habe beruflich wie auch privat sehr interessante Menschen kennen gelernt. Besonders im Arbeitsbereich war es mir möglich, Kontakte zu anderen Wissenschaftlern, die auf vergleichbaren Gebieten arbeiten, zu knüpfen und diesen durch regen Informationsaustausch vor allem per Email aufrecht zu erhalten. Dadurch habe ich gute und interessante Ansätze für den Fortgang meiner Doktorarbeit gewonnen.

Meine Englischkenntnisse haben sich – u. A. durch wissenschaftliche Vorträge an der Universität sowie durch das tägliche Berufs- und Alltagsleben – ebenfalls verbessert. Ich möchte die großartige Zeit in Newark nicht missen und bin sehr froh, die Chance für einen solchen wissenschaftlichen Aufenthalt bekommen zu haben.

Mein betreuender Professor, Herr Javier García-Frías, war mir gegenüber äußerst hilfsbereit, unterstützte mich in meinen beruflichen Aufgaben und Tätigkeiten durch viele konstruktive Gespräche, und auch privat haben wir uns sehr gut verstanden. Ich bedanke mich bei ihm und seinen Mitarbeitern auf das Herzlichste.

In Winter 2003/2004 I spent three months at Lund University in Sweden as a visiting researcher and lecturer. I worked with Prof. John B. Anderson and T. Eriksson who spent several weeks in Munich in Spring 2003. The areas of research were new trellis-based quantization schemes and the transmission of continuous-valued sources over noisy channels. The results for some important special cases are very encouraging and for the future we plan to extend the concepts to practically important correlated source signals. Besides the research work I held a short course on "Quantization and Rate-Distortion Theory" for the doctoral students of the Department of Information Technology.

My wife and I were very impressed by Sweden, especially by its social and political system and the people who largely feel responsible for it. Sweden is a huge beautiful country with lots of space for the individual to experience nature. We can strongly recommend Sweden as a place to work and to live.

Kurz nach Einreichung meiner Habilitationsschrift ging ich im Dezember 2003 – gefördert durch das SOKRATES-Programm „Dozentenmobilität“ – für drei Monate als Gastwissenschaftler und Dozent an die Universität Lund und arbeitete eng zusammen mit Prof. John B. Anderson und Tomas Eriksson, der Anfang 2003 einige Wochen am LNT geforscht hatte. Untersuchungen zur Übertragung wertkontinuierlicher Quellensignale über gestörte Kanäle mit neuen Ansätzen zur trellisbasierten Quantisierung zeigten, dass praktische Verfahren in wichtigen Spezialfällen mit moderatem Aufwand die theoretischen Gren-

Norbert Görtz über seinen Forschungsaufenthalt in Schweden

zen der Informationstheorie nahezu erreichen. Bei einer zukünftigen Zusammenarbeit streben wir an, die guten Ergebnisse auf korrelierte Quellensignale auszuweiten.

Während der Zeit in Lund hielt ich eine Gastvorlesung „Quantization and Rate-Distortion Theory“. Anders als in Deutschland besuchen die Doktoranden dort in den ersten Jahren ihrer Promotion Vorlesungen, die sie aber nicht als lästiges „Muss“ ansehen, sondern vielmehr als eine willkommene Gelegenheit, die Grundlagen ihres Faches ohne mühsames Bücherstudium zu erlernen. Ich war sehr positiv überrascht, mit welchem großem Engagement die Doktoranden an dem Kurs teilnahmen. Im Vergleich zu Deutschland muss man allerdings auch sagen, dass Doktoranden weniger in Industrieprojekten eingebunden sind.

Das Hochschulsystem Schwedens mit Department-Struktur ähnelt dem anglo-amerikanischen Modell, aber nicht ohne gewisse Eigenheiten. Diese gehen heute glücklicherweise nicht mehr so weit wie zu Zeiten der Universitätsgründung (1438) durch Franziskanermönche und nach der protestantischen Wiedereröffnung im Jahre 1668: Damals gab es an der Universität Lund eine eigene Armee und Gerichtsbarkeit, und es gab von Professoren verhängte Todesurteile gegen Studenten. Die Universität Lund mit heute etwa 30000 Studierenden ist der älteste Lehrort Skandinaviens und sie prägt wesentlich das Stadtbild. Die ältesten Gebäude liegen unmittelbar in der Stadtmitte. In der sehr schönen Altstadt gibt es bis heute viele alte und genutzte Gebäude, was sicher auch damit zusammenhängt, dass Schweden seit mehreren Jahrhunderten in keinen Krieg verwickelt war.

Schweden galt lange als Negativbeispiel eines Hochsteuerlandes mit nicht finanzierbarem Sozialsystem. Inzwischen hat man nach einer über zehnjährigen intensiven öffentlichen Diskussion mit einem sehr breiten gesellschaftlichen Konsens aber tiefgreifende Reformen mit teilweise schmerzhaften Kürzungen z. B. bei

der Rentenversicherung zustande gebracht. Ich habe mich darüber mit vielen Schweden unterhalten und bekam eigentlich immer die gleiche Antwort: „Es gefällt mir persönlich nicht, Einschränkungen hinnehmen zu müssen, aber es ist nötig und akzeptabel, weil die Lasten fair verteilt sind.“ Dieses Verantwortungsbewusstsein ist mir immer wieder aufgefallen: Es gibt dort kein dichtes Auffahren auf der Autobahn und kein Drängeln bei Kassenschlangen.

Kulturell und landschaftlich hat die Umgebung von Lund viel zu bieten. Skåne, der Südzipfel Schwedens, besitzt wunderschöne Strände und es gibt Steilküsten wie in der Gegend von Kullaberg, wo es in den fast 100 Meter hohen Felsklippen sogar Kletterrouten für Alpinisten gibt. Von hier reicht bei klarem Wetter der Blick bis hinüber zur dänischen Insel Bornholm und auf den regen Schiffsverkehr beim Fährhafen von Trelleborg. Auch ist es nicht weit bis zur Kleinstadt Ystad, das durch die Romane von Henning Mankell weltbekannt wurde.

Der Süden Schwedens ist der am stärksten besiedelte Teil des Landes, das trotz seiner großen Ausdehnung bis weit über den Polarkreis hinweg nur etwa 10 Millionen Einwohner hat. Dementsprechend konzentriert sich auch das kulturelle Leben auf das Dreieck zwischen Stockholm, Göteborg und Malmö. Besonders beeindruckend fand ich die mit 750000 Einwohnern noch überschaubare Hauptstadt Stockholm – wegen seiner wunderschönen Lage und der malerischen Altstadt „Gamla Stan“ mit königlichem Palast, die wie viele andere Stadtteile auf einer Insel gelegen ist und mit mehreren Brücken mit der Stadt auf dem Festland verbunden ist.

Meine Frau und ich haben uns in Schweden sehr wohl gefühlt. Wir fanden den Aufenthalt in jeder Hinsicht lohnend. Beeindruckt hat uns die intakte soziale Struktur dieses ebenso traditionsbewussten wie modernen Landes und natürlich seine Größe, die jedem viel Raum gibt – z. B. für intensive Naturerlebnisse.

Günther Liebl über seinen Forschungsaufenthalt in Kalifornien

In Summer 2004 I spent three months as a visiting researcher at Stanford University, California. During this time I was affiliated with the *Image, Video, and Multimedia Systems* group, which is part of the *Information Systems Laboratory* and supervised by Professor Bernd Girod. The work conducted at Stanford concerned the problem of transmitting multimedia streams over wireless shared channels. Based on our previous results at LNT, several improvements especially in the field of deadline-dependent scheduling algorithms were accomplished and will be extended in future research projects and cooperations.

As a former Fulbright student at UCLA in 1997, I pretty much enjoyed being able to work at a Californian university again. Although sharing an office with around ten other Ph.D. students seems suboptimal at first glance when compared to the “luxurious” conditions at LNT (at most 2 assistants per room), the chances for being able to concentrate on difficult research problems are extremely high: This is mainly due to the fact that there are hardly any visitors stopping by during the day and perhaps to the missing daily system administration duties.

Besides the experience and insight I have gained now from different perspectives into the world’s largest university system, the Californian landscape offers a wide variety of different leisure activities. Finally, the people I have met and talked to during my visits to this part of the country represent the liberal and open-minded culture that we call “America”.

Im Januar 2004 unternahmen mein Kollege Thomas Stockhammer und ich eine 14-tägige Reise durch Kalifornien und Nevada. Ziel der Reise war es, die Arbeiten der LNT-Multimedia-Gruppe und unseren Echtzeitdemonstrator *WiNe2* einem größeren Fachpublikum an befreundeten Universitäten und Firmen bekannt zu machen. Letzte Etappe auf unserer Tour war ein Besuch bei Professor

Bernd Girod an der Stanford University, der die Fachgruppe „Image, Video, and Multimedia Systems“ des „Information Systems Laboratory“ leitet. Dieser zeigte sich aufgeschlossen gegenüber unserem Vorschlag, im Rahmen einer Forschungskoope-ration eine Diplomandin vom LNT und mich als Gastwissenschaftler über den Sommer in seine Gruppe aufzunehmen. Prof. Hagenauer befürwortete diesen Auslandsaufenthalt während der Promotion.

So begann ich mit ersten Vorbereitungen und machte zunächst die Erfahrung, dass sich seit meinem Fulbright-Jahr an der UCLA 1997 der Papierkrieg mit der Verwaltung einer amerikanischen Hochschule eher verschlimmert hat, so dass der für Juni geplante Reiseantritt immer weiter verschoben werden musste. Als ich am 9. August 2004 endlich in San Francisco ankam, galt es, die verbleibenden 12 Wochen optimal auszunutzen.

Ausgerüstet mit einem Arbeitsplatz und Computerzugang musste ich mich zunächst nach einer einigermaßen „günstigen“ Unterkunft in Uni-Nähe umsehen. Wer denkt, dass Münchner Preise unverschämt seien, sollte lieber nicht in’s Silicon Valley ziehen. Nur Dank der seit ca. zwei Jahren herrschenden Flaute in der Computer- und Elektronikbranche konnte ich für 750 Dollar in einer Wohngemeinschaft in Campusnähe unterkommen. Die Freundlichkeit der Mitbewohner, die deutlich reduzierten Fahrtkosten eines Fahrrads – auch wenn der Spruch „It never rains in California“ nicht wirklich stimmt – und nicht zuletzt die Möglichkeit, am Abend so lange in der Uni zu bleiben, wie man sich sinnvoll auf seine Arbeit konzentrieren kann, machten die Kosten aber bald wieder wett.

Im Labor musste ich mich erstmal an die Tatsache gewöhnen, nicht mehr nur zu zweit wie am LNT, sondern teilweise zu zehnt in einem Raum zu arbeiten. Interessanterweise stellte sich nach kurzer Zeit heraus, dass – weil die Zahl der Besucher vernachlässigbar gering ist – man

trotzdem konzentriert arbeiten kann – ich war in Stanford allerdings auch nicht Systemadministrator. Und die fehlenden Fenster und die immer gleichmäßig kühle Raumtemperatur ließen auch gar keinen Gedanken an die schönen Spätsommertage außerhalb aufkommen.

Diese konnte man am Wochenende dann ausgiebig genießen, denn diese Region Kaliforniens bietet eine ganze Reihe schöner Plätze: Von den Steilküsten des Pazifiks entlang des Highway No. 1 zu den engen Schluchten und hohen Bergspitzen der Sierra Nevada zum bunten Treiben in den Metropolen San Francisco, Los Angeles und San Diego. Obwohl ich viele dieser Orte bereits von meinem letzten Aufenthalt kannte, machte es großen Spaß, diese zu anderer Jahreszeit und mit anderen Mitreisenden wieder zu besuchen.

Über all dem stand natürlich der fachliche Aspekt dieses Aufenthalts. Unterstützt durch Prof. Girod und viele Mitglieder seiner Gruppe konzentrierte ich mich auf das Problem der Übertragung von Multimedia-daten über mobile Mehrbenutzersysteme. Während meiner Zeit in Stanford gelang es, die bereits in München begonnenen Verfahren zu kombiniertem Puffermanagement und Scheduling zu verbessern und die zeitlichen Abhängigkeiten im Datenstrom in die Ressourcenzuteilung mit einzubeziehen. Diese Arbeiten stellen eine wertvolle Grundlage für die weitere Systemoptimierung dar und werden in aktuellen Forschungsprojekten und -kooperationen eine wesentliche Rolle spielen.

Näheres zu den fachlichen Einzelheiten dieser Arbeiten finden Sie in meinem Beitrag zu Kapitel 6 sowie im Kapitel 7 (Projekte).



Nebenstehend sind diejenigen Vorträge von Besuchern des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik zusammengestellt, die nicht im Rahmen der in anderen Kapiteln aufgeführten Seminare oder bei einer der in Kap. 9 dargelegten Veranstaltungen gehalten wurden.

Am 10. und 11. November 2004 war der Lehrstuhl für Nachrichtentechnik Gastgeber der 38. Gemeinsamen Sitzung des ITG-Vorstands mit den Fachbereichssprechern der ITG. In den Pausen gab es auch Vorfürhrungen durch LNT-Mitarbeiter für die ca. 25 Teilnehmer, darunter der ITG-Vorsitzende Jörg Michael Thielges.

10.3 Vorträge von Gästen

- 12.05.2003 Prof. Dr. João Paulo Cunha, Dept. de Electrónica e Telecomunicações, Univ. de Aveiro, IEETA – Inst. de Eng. Electrónica e Telemática de Aveiro, Portugal:
Movement Quantification in Epilepsy: New Contributions to Support Clinical Diagnosis
- 01.07.2003 Dipl.-Ing. Miska M. Hannuksela, Nokia Research Center, Finnland:
3GPP Multimedia Specifications
- 07.07.2003 Prof. Dr. Patrick Dewilde, Faculty of Electrical Engineering, CAS Group, Delft University, Niederlande:
Experience in Teaching MSCE Students
- 07.07.2003 em. Prof. T. Kailath, Information System Lab., Stanford University, CA, USA:
Experience in Teaching MSCE Students
- 25.08.2003 Prof. Dr. Ken Zeger, Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of California, San Diego, CA, USA:
Self-Synchronizing Huffman Codes
- 13.09.2003 Prof. Dr. Stefan Schäffler, Institut für Datenverarbeitung, Universität der Bundeswehr München:
Quantum Computation
- 16.09.2003 Dr. Alex Grant, Institute for Telecommunication Research, University of South Australia:
Efficient APP Decoding of Reed-Solomon Codes
- 05.11.2003 Dr. med. Dipl.-Phys. Axel Wismüller, Ludwigs-Maximilian-Universität München (innerhalb des Kolloquiums IT):
Bildverarbeitung in der Medizin: Multidimensionale Analyse raum-zeitlicher Muster
- 12.11.2003 Dipl.-Ing. Ingmar Land, Arbeitsgruppe Informations- und Codierungstheorie, Universität Kiel:
Bounds on Information Combining
- 17.11.2003 Assistant Prof. Dr. Jean Cardinal, Faculty of Sciences, Dept. of Computer Science, Université Libre de Bruxelles, Belgien:
Entropy-Constrained Index Assignments for Multiple Description Quantizers
- 18.11.2003 Prof. Dr. Bixio Rimoldi, School of Computer and Communications Sciences, École Polytechnique Federale (EPF) de Lausanne, Schweiz:
Information Theory and Neural Communication
- 28.11.2003: Dipl.-Ing. Christian Bettstätter, Lehrstuhl für Kommunikationsnetze, TU München:
Mobility Modeling, Connectivity, and Adaptive Clustering in Ad Hoc Networks
- 02.12.2003 Prof. Dr. Vladimir Levenshtein, Keldysh Institute for Applied Mathematics, Wissenschaftsakademie Moskau, Russland:
Error-Correction Capability of Binary Linear Codes

- 23.04.2004 Prof. Martin Bossert, Lehrstuhl für Informationstechnik,
 Universität Ulm:
 Multi-Carrier Spread Spectrum – A Coding Perspective
- 10.05.2004 Prof. Proakis, Northeastern University of Boston, MA, USA:
 Equalization of MIMO Channels and Intercarrier Interference in
 OFDM for Mobile Communications
- 11.05.2004 Prof. Raymond W. Yeung, Chinese University of Hong Kong,
 China:
 Network Coding Theory
- 08.06.2004 Hirohito Suda, Katsutoshi Kusume, Andreas Saul, NTT
 DoCoMo Euro-Labs, München:
 1) MMSE Block Decision-Feedback Equalizer for Spatial
 Multiplexing with Reduced Complexity
 2) Analysis of Peak Reduction in OFDM Systems Based on
 Recursive Clipping
- 18.06.2004 Prof. Wai Ho Mow, Dept. of EEE, Hong Kong University of
 Science and Technology, China:
 The Principle of Universal Lattice Decoding
- 22.06.2004 Dr. Stefano Calabro, Universität der Bundeswehr München:
 FEC in optischen Weitverkehrssystemen
- 20.07.2004 Dr. Mark Reed, Wireless Signal Processing Program,
 NICTA – The Australian National University, Canberra,
 Australien:
 Return Link Code Acquisition for 1-D and 2-D with DS-CDMA
 for High Capacity Multi-User Systems
- 21.07.2004 Prof. Dr.-Ing. Peter Höher, Lehrstuhl für Informations-
 und Codierungstheorie, Christian-Albrecht-Universität
 Kiel (Vortrag beim Lehrstuhl für Netzwerktheorie und
 Signalverarbeitung):
 Interleave-Division Multiple Access: A Potential Air Interface
 for 4G Bearer Services and Wireless LANs
- 28.07.2004 Dr. Christine Guillemot, Institute de Recherche en Informatique
 et Systèmes Aléatoires (IRISA), Rennes, France:
 Bildcodierung – Wireless-Szenarien für das Core-Experiment
- 09.08.2004 Prof. Dr. Amin Shokrollahi, Dept. of Mathematics and
 Informatic, ETH Lausanne, Schweiz:
 Fountain Codes
- 04.10.2004 Prof. Emre Telatar, Dept. of Communication Systems, École
 Polytechnique Federale (EPF) de Lausanne, Schweiz:
 Scheduling, Queueing, and Multiple Access
- 02.11.2004 Dr.-Ing. Jürgen Lindner, Lehrstuhl für Informationstechnik,
 Universität Ulm:
 Von Skalaren zu Vektoren – ein Paradigmenwechsel in der Nach-
 richtenerübertragungstechnik
- 03.11.2004 Prof. Dr.-Ing. Thomas Wiegand, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin:
 Video Coding using the Emerging H.264/AVC Standard and
 Beyond (innerhalb des Kolloquiums IT)

- 17.11.2004 Prof. Singer, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, USA:
Topics in Universal Prediction
- 01.12.2004 Dr.-Ing. Andreas Gladisch, T-Systems Technologiezentrum, Darmstadt:
Generalized Multi-Protocol-Label-Switching in optischen Kommunikationsnetzen (innerhalb des Kolloquiums IT)
- 19.01.2005 Dr.-Ing. Dietmar Schill, SONY European Technology Center, Stuttgart:
Digitaler Rundfunk – Von der Theorie ins Massenprodukt (innerhalb des Kolloquiums IT)
- 26.01.2005 Dipl.-Ing. Ljubisa Goganovic, Siemens Corporate Research, Princeton, USA:
Übertragung und Analyse medizinischer Bilddaten in der Teleradiologie (innerhalb des Kolloquiums IT)
- 02.02.2005 Prof. Dr. sc. nat. Christoph Günther, DLR Oberpfaffenhofen:
Das Satellitennavigationssystem Galileo (innerhalb des Kolloquiums IT)
- 05.02.2005 Prof. Dr. Jack Wolf, University of San Diego (UCSD), Dept. of Electrical & Computer Engineering, La Jolla, CA, USA:
A Comparison of Systems for the Reverse Link in Cellular Communications

11

Sonstiges

11.1 Tätigkeit in der (Akademischen) Selbstverwaltung

João Barros:

- Mitglied im Fachbereichsrat der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (abgekürzt EI) zur Vertretung der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2002/2003)

Joachim Hagenauer:

- Mitglied in mehreren Berufungskommissionen der Fakultät EI (seit 1993)
- Betreuer der Studenten des Maximilianeums (seit 1993)
- Mitglied im Fachbereichsrat der Fakultät EI (1995–2003)
- „Program Director“ des Studiengangs MSCE der Fakultät EI (seit 1998)

Norbert Hanik:

- Mitglied der Arbeitsgruppe „Lehramt an Beruflichen Schulen“ in der Fakultät EI (seit 01.04.2004)

Gert Hauske:

- Mitglied im DHP-Ausschuss der Fakultät EI (seit 1972)
- Vorsitzender des BAFöG-Ausschusses der Fakultät EI (seit 1974)
- Mitglied im Fachbereichsrat der Fakultät EI (1991–1995 und 1999–2003)
- Mitglied im Promotionsausschuss der Fakultät EI (seit 1995)
- Organisation der Schülerinformationstage der Fakultät EI am 06.02.2004 und am 03.02.2005

Manfred Jürgens:

- Mitglied des Personalrats der Technischen Universität München zur Vertretung der Beamten (seit 2000)

Andrew Schaefer:

- Mitglied im Fachbereichsrat der Fakultät EI zur Vertretung der wissenschaftlichen Mitarbeiter (2003/2004)

11.1 Tätigkeit in der (Akademischen) Selbstverwaltung

11.2 Tätigkeit in Gremien und wissenschaftlichen Vereinigungen

11.3 Eduard-Rhein-Preisträger an der Fakultät EI

11.4 Symposium Mobilfunk – Fakten, Nutzen, Ängste

11.5 Nomor – Die Verwirklichung von Ideen geht weiter

11.6 Der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation

11.7 Neuerungen in der Infrastruktur

11.8 Feste – Feiern

Günter Söder und Klaus Eichin:

- Mitglieder im Arbeitskreis Multimedia der TU München (seit 1998)

Melanie Witzke:

- Stellvertretende Frauenbeauftragte der Fakultät EI (seit 1999)

11.2 Tätigkeit in Gremien und wissenschaftlichen Vereinigungen

João Barros:

- Mitglied des Organisationskomitees (Publicity Chair) des 2004 International Symposium on Information Theory and its Applications (ISITA 2004) in Parma (2004)

Joachim Hagenauer:

- Mitglied in Programmkomitees verschiedener Tagungen
- Koordinator und Vortragender der Lehrgangreihe „Digitale Kommunikation und Informationstechnik“ der CCG-Oberpfaffenhofen (seit 1978)
- Fellow der Information Theory (IT) Society des IEEE (seit 1993, seit 1996 im Board of Governors)
- Mitglied der Kommission C der U.R.S.I. Committee of the Federal Republic of Germany (seit 1994)
- Mitglied im Münchner Kreis, einer übernationalen Vereinigung für Kommunikationsforschung (seit 1994)
- Distinguished Lecturer of the IEEE COMSOC Society (seit 1996)
- Vorsitzender des Preiskomitees des Vodafone-Innovationspreises (seit 2003, Mitglied seit 1998)
- Mitglied im Preiskomitee des Vodafone-Innovationspreises (seit 1998)
- Mitglied im Auswahlausschuss des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (seit 2001)
- Mitglied im Konvent „Technik“ der Deutschen Akademie der Wissenschaften (seit 2002)
- Vorsitzender des Kuratoriums der Eduard-Rhein-Stiftung (seit 2003, Mitglied seit 1998)
- Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (seit 2003)
- Vorsitzender des BAdW-Forums „Technologie“ (seit 2003)
- Mitglied im IEEE Richard W. Hamming Medal Committee (seit 2003)
- Mitglied des IEEE Award in International Communication Committee (seit 2003)
- Mitglied einer Berufungskommission an der Universität Kassel, 2004

Norbert Hanik:

- Mitglied der ITG-Fachgruppe 5.3.1 „Simulation und Modellierung optischer Komponenten und Systeme“ (seit 1999)
- Mitglied im Programmkomitee der „Asian Pacific Optical and Wireless Communication“ (seit 2002)

Gert Hauske:

- Mitglied der Association for Research in Vision and Optphthalmology – ARVO (seit 1980)
- Editor-in-Chief der Zeitschrift *Biological Cybernetics* (seit 1992)

Günther Liebl

- Mitglieder in verschiedenen Standardisierungsgremien der ITU und ETSI (seit 2001)

Günter Söder:

- Mitglied des Fachrats „Ingenieurwissenschaften“ der Virtuellen Hochschule Bayerns (seit 2001)

Thomas Stockhammer:

- Mitglied in verschiedenen Standardisierungsgremien: ISO MPEG, ITU-T, JVT, IETF, 3GPP (seit 1997)
- Mitglied im Programmkomitee der „International Conference on Image Processing“ (ICIP, seit 2002)
- Mitglied im Programmkomitee der „International Conference for Multimedia and Expo“ (ICME, seit 2003)
- Mitglied im Programmkomitee der „Image and Video Communications and Processing Conference“ (IVCP, seit 2004)



11.3 Eduard-Rhein-Preisträger an der Fakultät EI

Günter Söder und Joachim Hagenauer

Joachim Hagenauer has been the Chairman of the Eduard Rhein Foundation Board of Curators since 2003. The Foundation confers large awards in the German Museum in Munich every year. It has become a tradition for the laureate to give a scientific talk to the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology on the previous day.

On October 17, 2003, and on October 15, 2004, three laureates reported on their research topics as well as long-term experiences as scientists. These were *Prof. Paul J. Kühn* from Stuttgart University, *Prof. Paul C. Lauterbur* from the University of Urbana-Champaign in Illinois – the 2003 Nobel laureate in Medicine, and *Prof. Manfred R. Schröder* from the University of Göttingen.

Joachim Hagenauer ist seit 1998 Mitglied und seit 2003 Vorsitzender des Kuratoriums der Eduard-Rhein-Stiftung. Diese wurde 1976 mit Sitz in Hamburg gegründet und ist nach Eduard Rudolph Rhein benannt, der durch Erfindungen wie z. B. das Füllschriftverfahren für Langspielplatten, das Radar, ein Schnellstart-

verfahren für Rundfunk und Fernsehen sowie durch literarische Beiträge bekannt wurde. Die Stiftung hat sich die Förderung wissenschaftlicher Forschung sowie der Bildung, Erziehung, Kunst und Kultur im In- und Ausland durch Vergabe von Geldpreisen zum Ziel gemacht. Die Preisübergabe findet jährlich im Deutschen Museum in München statt.

Es ist inzwischen Tradition, dass die Preisträger am Tag zuvor im Rahmen eines Festkolloquiums der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik einen wissenschaftlichen Vortrag halten. So haben am 17.10.2003 und am 15.10.2004 drei der Preisträger 2003 bzw. 2004 über ihre Forschungsarbeiten, aber auch über langjährige Erfahrungen als Wissenschaftler berichtet.

Der Grundlagenpreis 2003 wurde *Prof. Dr.-Ing. Paul J. Kühn*, dem Direktor des Instituts für Kommunikationsnetze und Rechnersysteme der Universität Stuttgart zuerkannt für seine „grundlegenden Beiträge zur Verkehrstheorie und Leistungsanalyse sowie seine Pionierarbeit bei der Definition von Protokollen für paketvermittelnde Telekommunikationsnetze“.

Der mit ebenfalls 50000 Euro dotierte Technologiepreis 2003 ging an den 74-jährigen Chemiker und Radiologen *Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Paul C. Lauterbur* von der Universität in Urbana-Champaign/Illinois für die Erfindung der Magnetresonanztomographie, die heute das wichtigste Verfahren der diagnostischen Bildgebung in der Medizin darstellt. Für einen übervollen Hörsaal bei seinem interessanten Vortrag „From Chemical Spectroscopy to Medical Imaging – An Improbable Journey“ hat sicher beigetragen, dass die Vergabe des Nobelpreises 2003 für Medizin an Prof. Lauterbur erst kurz zuvor bekannt wurde.

Beim TUM-Kolloquium 2004 sprach *Prof. Dr. Manfred Robert Schröder*, Emeritus des Dritten Physikalischen Institutes der Universität Göttingen, zum Thema „Mathematik und Musik“. Prof. Schröder erhielt den Technologiepreis 2004 für sein „wissenschaftliches Lebenswerk im Bereich der Raumakustik, Psychoakustik, Sprachcodierung und Computergrafik, besonders aber für die Erfindung der Linearen Prädiktion, der wichtigsten Grundlage für die Entwicklung der Sprachcodierung und Sprachanalyse.“

Das Phänomen „Mobilfunk“ fasziniert viele Bürgerinnen und Bürger, besonders die Jugend. Viele sind aber gleichzeitig beunruhigt über die zunehmende Belastung durch elektromagnetische Strahlung, so dass in der Öffentlichkeit schon seit Jahren eine emotionsgeladene Diskussion über die Gefahren, aber auch den Nutzen von Mobilfunksystemen geführt wird.

Um diese Diskussion zu versachlichen, hat die Bayerische Akademie der Wissenschaften, der ich seit 2003 angehöre, als traditionsreiche, neutrale und ein sehr breites Wissensgebiet abdeckende Organisation im Rahmen des neu gegründeten „Forum Technologie“ am 29. April 2004 ein Symposium zu dieser Thematik durchgeführt, das von ca. 200 Gästen besucht wurde, darunter viele Gymnasiallehrer, die dieses Weiterbildungsangebot nutzten.

Nebenstehend sehen Sie das Programm der Veranstaltung, für deren Planung und Durchführung auch der Lehrstuhl für Nachrichtentechnik einen wichtigen Beitrag geleistet hat, insbesondere Matthias Mörz und die Mitarbeiter unserer Werkstätten.

In Kurzvorträgen haben Physiker, Nachrichtentechniker, Soziologen, Mediziner und Juristen die Mobilfunkthematik aus ihrer jeweiligen Sicht beleuchtet. Die Absicht war es, Fakten auf breiterer Basis, als es etwa durch Grenzwertdiskussionen geschieht, darzulegen, den Nutzen abzuschätzen und die in der Bevölkerung vorhandenen Ängste und Befürchtungen begreifbar und rationalisierbar zu machen.

Im anschließenden Rundgespräch wurden Fragen an die Vortragenden und einen erweiterten Kreis von Sachverständigen gestellt. Da unterschiedliche Richtungen beteiligt waren,

11.4 Symposium Mobilfunk – Fakten, Nutzen, Ängste Gemeinsame Veranstaltung mit der BAoW

Joachim Hagenauer

kam es zu lebhaften Diskussionen, die beim Stehempfang fortgesetzt wurden.

Die Foliensätze der Vorträge wurden von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften mit finanzieller Unterstützung von acatech – dem Konvent der Technikwissenschaften der deutschen Akademien der Wis-

senschaften e. V. – als Heft herausgegeben. Einige Restexemplare können vom LNT bezogen werden.

Die Ergebnisse dieses Symposiums könnten zu einer Versachlichung der Mobilfunkproblematik beitragen und vielleicht auch Hilfestellungen für Betroffene, Eltern, Behörden und Entscheidungsträger leisten.

Symposium Mobilfunk – Fakten, Nutzen, Ängste

**Großer Sitzungssaal der Bayerischen Akademie der Wissenschaften,
Residenz München, 29. April 2004**

13:30 Uhr	Begrüßung Prof. Dr. Dr. h.c. Heinrich Nöth, Präsident BAoW
	Moderation Leitung: Prof. em. Dr. Dr. h.c. Horst Lippmann, TU München
13:45 Uhr	Angst und Mobilfunk – Individuelle und kollektive Angstmechanismen in unserer Gesellschaft Prof. Dr. Dieter Frey, LMU München
14:20 Uhr	Elektromagnetische Strahlung: Physikalische Grundlagen Prof. Dr. Markus Schwoerer, Universität Bayreuth
14:55 Uhr	Mobilfunk – Einige technische Grundlagen und Grenzen Prof. Dr.-Ing. Joachim Hagenauer, TU München
15:30 Uhr	Stand des gesicherten Wissens über Gesundheitsrisiken Prof. Dr.-Ing. habil. med. J. Silny, RWTH Aachen
16:05 Uhr	Mobilfunk als Rechtsproblem Prof. Dr. Helmuth Schulze-Fielitz, Universität Würzburg
16:45 Uhr	Kaffeepause
17:15 Uhr	Podiumsdiskussion Leitung: Dipl.-Phys. Christopher Schrader, Süddeutsche Zeitung Zusätzliche Teilnehmer: Dipl.-Ing. Rüdiger Matthes, Bundesamt für Strahlenschutz Prof. Dr.-Ing. Dr. med. habil. Otto Petrowicz, TU München Dr. Evi Vogel, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Prof. Dr. med. Franz Adlkofer, VERUM, Stiftung für Verhalten und Umwelt Helga Krause, Bund Naturschutz
18:45 Uhr	Stehempfang Kleiner Imbiss und Zeit für weitere Diskussionen

11.5 Nomor – Die Verwirklichung von Ideen geht weiter

Thomas Stockhammer



In 1999, an idea was born at our institute to set up a demonstration platform for IP-based multimedia services over current and future wireless networks. Starting with a simple, but straightforward simulation concept for GSM-GPRS, which was developed by T. Stockhammer and G. Liebl, the platform gradually evolved over the years with the help of H. Jenkač, C. Buchner, and a number of students. Funded mainly by the German government (via the BMBF project Invinet) and Siemens AG, Munich (via a total of five joint research projects), the current version supports all major second and third generation wireless systems, like GSM-GPRS/EGPRS, UMTS, HSDPA, and MBMS, and is often used by the Siemens sales department at international trade-fairs.

However, with the demands for being used at international exhibitions such as 3GSM World Congress in Cannes, the conceptual work has been more and more shifted to implementation and software development tasks. In 2004, the WiNe2 group realized that future software support exceed at the resources and primary objective of a research institute, and should be better outsourced to an external privately-owned company. For this reason J. Hagenauer, T. Stockhammer, and I. Viering founded Nomor Research, to which all software rights were transferred by TUM. While C. Buchner joined Nomor Research as chief software developer, G. Liebl and H. Jenkač have been offered positions as consultants.

Bereits 1999, als Mobilfunk für die breite Öffentlichkeit noch ausschließlich das Telefonieren mit Mobilgeräten und vielleicht für manche das Verschicken von SMS bedeutete, wurde am LNT die Idee geboren, einen Demonstrator für zukünftige Datendienste über mobile Systeme zu entwickeln. Unabhängig von staatlichen Fördergeldern und Drittmittel-

projekten wurde vom damaligen Diplomanden Günther Liebl gemeinsam mit seinem Betreuer Thomas Stockhammer ein Konzept erstellt, in einer ersten Version umgesetzt und seit 2000 das Konzept weiter ausgearbeitet und verfeinert.

Basierend auf diesen Vorarbeiten wurde im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes INVINET unter Mitarbeit von Hrvoje Jenkač, den technischen Werkstätten sowie Studenten ein Demonstrator für Videokommunikation über GSM-GPRS realisiert, der beim Statusseminar 2002 als Wireless Network Simulator and Demonstrator – kurz WiNe2 (gesprochen winetu) – mit großem Erfolg vorgeführt wurde.

Im Laufe der Zeit gab es von der Fa. Siemens AG München Anfragen wegen einer konzeptionellen Weiterentwicklung der Software in Richtung UMTS. Zwischen 2002 und 2004 wurden dann fünf gemeinsame Forschungsprojekte zu dieser Thematik durchgeführt (siehe auch Kapitel 7). Nun ist der Demonstrator für UMTS, EGPRS, HSDPA und MBMS einsetzbar. Der höchste Detaillierungsgrad des Netzwerksimulators wurde in die Entwicklung des Datenhochgeschwindigkeitssystems HSDPA, einer Erweiterung von UMTS, gesteckt. Zur Integration von HSDPA wurde Ende 2003 am LNT mit Christian Buchner ein weiterer Mitarbeiter eingestellt.

Basierend auf den bis dato gesammelten Erfahrungen wurde die Implementierung von WiNe2 nochmals grundlegend neu konzipiert. Der Quellcode konnte jedoch weitestgehend wieder verwendet werden. Außerdem wurde eine Implementierung erstellt, die auch für Außenstehende relativ leicht zu bedienen war.

Während dieser Arbeiten wurde uns aber auch klar, dass der Fokus von grundlegender wissenschaftlicher Arbeit – z. B. Kanalmodellierung, Applikationsadaptation, etc. – immer mehr auf die Software-Entwicklung, zum Beispiel die Verbesserung der

Bedienbarkeit, wie auch die Oberflächengestaltung verschoben werden muss.

Wegen dieser Aufgabenverschiebung und des Ausscheidens der beiden Mitarbeiter T. Stockhammer und C. Buchner war eine Weiterentwicklung der Software am LNT nicht mehr möglich. Die bisherigen Projektpartner äußerten jedoch den Wunsch auf eine weitere Zusammenarbeit. So wurde im Juni 2004 beschlossen, die Software-Entwicklung in eine neu zu gründende Firma „Nomor Research“ auszugliedern. Der Name zeigt, dass die Weiterentwicklung unter vorwiegend wirtschaftlichen Aspekten erfolgen soll.

Die Firmengründung wurde im September 2004 von J. Hagenauer, I. Viering und T. Stockhammer gemeinsam vollzogen. C. Buchner ist bei Nomor als Chefentwickler angestellt. G. Liebl und H. Jenkač wurde eine Zusammenarbeit auf beratender Basis angeboten. Die TU München hat einer Softwareüberlassung zugestimmt und ist auch an möglichen Gewinnen der Firma beteiligt. Außerdem konnte die Fa. Nomor weitere Projekte mit der Siemens AG München abschließen.

Die Erfolgsgeschichte von WiNe2 geht also weiter. Inzwischen wurde WiNe2 auf dem 3G World Congress 2004 in Hongkong und dem 3GSM World Congress 2005 in Cannes – der führenden Messe im Bereich Mobilfunk – vorgestellt. WiNe2 wird auch für Siemens-interne Demonstrations- und Schulungszwecke eingesetzt. In Kürze sind zusätzliche Erweiterungen geplant, die unseren Kunden auch in Zukunft einen Technologievorsprung in der Mobilkommunikation ermöglichen sollen, der nicht nur auf Wissen, sondern auch auf Erleben und Erfahren basiert.

The Munich University of Technology has installed a new Chair for addressing the areas of navigation and its impact on Communication Systems. Dr. Christoph Günther, Director of the Institute of Communications and Navigation at the German Aerospace Center (DLR) has been appointed for the new position.

Zum 15.12.2004 wurde der Direktor des Instituts für Kommunikation und Navigation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) – Herr Dr. sc. nat. Christoph Günther – auf den neuen Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation an die TU München berufen.

Der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation – im Folgenden mit NAV abgekürzt – ist innerhalb des Instituts für Informations- und Kommunikationstechnik ein eigenständiger Lehrstuhl und tritt als solcher auch nach außen auf. Verwaltungstechnisch in Bezug auf Haushalt, Sekretariat und Infrastruktur ist er dem LNT zugeordnet und freundschaftlich verbunden. Auch räumlich ist der NAV-Lehrstuhl in den LNT integriert. Die Mitarbeiter – zunächst drei, einer vom Land Bayern, zwei vom DLR bezahlt – werden zwei Räume im vierten Stock des Gebäudes N4 beziehen.

Prof. Christoph Günther wurde 1955 in Waldshut geboren. Er studierte an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich und promovierte in theoretischer Physik. Ab 1984 arbeitete er am Forschungszentrum der Asea Brown Boveri (ABB) an mathematischen Problemen der Kryptographie, der Codierung und des Mobilfunks. Von 1992 an leitete er die Forschungsgruppe „Zellulare Systeme“ bei der Firma Ascom und trug im Rahmen des EU-

11.6 Der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation

Joachim Hagenauer und Günter Söder

Projektes CODIT zur Konzeption von UMTS bei. Bereits damals gab es eine enge Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe von J. Hagenauer. 1995 übernahm C. Günther die Leitung der Entwicklung der ersten GSM-Telefone bei Ascom.

1999 wechselte er zu Ericsson als Leiter der Forschungsabteilung nach Nürnberg. Dort befasste er sich mit verschiedensten Aspekten des Mobilfunks und der drahtlosen Übertragung. 2003 wurde er Direktor des Instituts für Kommunikation und Navigation am DLR. Seine Arbeiten decken den gesamten Bereich von terrestrischer und Satelliten gestützter Kommunikation und Navigation ab, mit besonderem Fokus auf dem Satellitennavigationssystem Galileo.



Der Lehrstuhl von Prof. Günther an der TUM wird sich mit Grundlagen und Anwendung der Satellitennavigation und der synergetischen Nutzung von Kommunikation und Navigation befassen. Durch die Doppelberufung an TUM und DLR wird auch eine weitere Stärkung des Raums München in der Satellitennavigation (Galileo) angestrebt. Der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation kann Einrichtungen des DLR mitbenutzen, von System- und Signalsimulatoren in Soft- und Hardware über Messtechnik bis hin zur Beteiligung an Flugkampagnen.

Im Sommersemester wird Prof. Günther die erste Vorlesung halten. Die geplanten Forschungsthemen des NAV sind nachfolgend aufgeführt.

Kommunikation

Der Traum der Kommunikationstechnik, die Orts-/Zeit-Bahnen von Sendern und Empfängern zu kennen, wird zusehends durch GPS und Galileo erfüllt. Daraus ergeben sich vielfältige neue Möglichkeiten für die Weiterentwicklung heutiger Kommunikationssysteme, die in konkreten Anwendungsszenarien am NAV bearbeitet werden sollen. Diese reichen in Bereiche wie Synchronisation, Vielfachzugriff und Ressourcenallokation hinein.

Navigation in Städten

Zur Positionsbestimmung müssen Signale von mindestens vier synchronen Baken empfangen werden. Befinden sich die Baken wie bei GPS oder Galileo auf Satelliten, ist die Bestimmung bereits in Häuserschluchten schwierig, in U-Bahn-Schächten unmöglich. Neben der Erhöhung der Empfängerempfindlichkeit werden terrestrische Ortungsverfahren untersucht, die sich in Mobiltelefone und die bereits bestehende Infrastruktur mit geringem Aufwand einbauen lassen. Dazu können dann auch Signale herangezogen werden, die primär für Kommunikationszwecke gedacht sind.

Sichere Navigation

In sicherheitskritischen Verkehrsanwendungen darf das Verkehrsmittel einen Schlauch um die vordefinierte Bahn nicht verlassen. Dafür muss die Position sehr genau und auch mit extrem hoher Zuverlässigkeit bestimmt werden. Der Zuverlässigkeitsgrad muss dabei kontinuierlich mitbewertet werden und nahezu verzögerungsfrei verfügbar sein. Der NAV sucht Ansätze zur Beschleunigung der zuverlässigen Bewertung und zur Entspannung der zeitlichen Anforderungen, Letzteres durch die Kombination mit Trägheitsnavigation.

11.7 Neuerungen in der Infrastruktur

Günter Söder



Auch im Berichtszeitraum wurden – trotz knapper öffentlicher Mittel, insbesondere im Hochschulbereich – wieder einige Anstrengungen unternommen, um die Infrastruktur am LNT gezielt zu verbessern. Exemplarisch werden nachfolgend die umfangreichen Umbaumaßnahmen in unserem Gebäude und Neuanschaffungen für den institutseigenen Rechnerverbund aufgeführt.

Umbaumaßnahmen Gebäude N4

Im Sommer 2004 wurde vom Bauamt der TU München mit Renovierungs- und Sanierungsarbeiten am inzwischen 50 Jahre alten Lehrstuhlgebäude begonnen, die im Frühjahr 2005 fortgeführt werden sollen und voraussichtlich zum Ende des Jahres abgeschlossen sein werden.

Neben Maßnahmen zum Brandschutz wurde auch unser jahrelanges Flehen nach Sanierung der Toilettenanlagen endlich erhört. Daneben erfolgte eine Generalüberholung der Heizung. Auch wenn diese Baumaßnahmen mit längeren Beeinträchtigungen für alle LNT-Mitarbeiter verbunden waren, so sind wir doch mit den bisherigen Ergebnissen zufrieden und bedanken uns beim Bauamt, insbesondere bei Herrn Schönleben. Auch solche auf den ersten Blick lapidar erscheinende Dinge wie funktionierende Heizungen und Toiletten sind wichtige Teile der Infrastruktur und beeinflussen die Arbeitsbedingungen nicht unwesentlich.

Erweiterung LNT-Rechnernetz

Erfolgreiche Forschung und Lehre auf dem Gebiet der Informationstechnik erfordert die Bereitstellung einer ausreichenden Anzahl leistungsfähiger Rechner. Dieser Forderung wurde auch im Berichtszeitraum Rechnung getragen und der bereits bestehende Rechnerverbund in angemessener Weise ergänzt und erneuert.

Bereits im Herbst 2003 wurde uns mitgeteilt, dass dem LNT erstmals wieder seit 1997 Mittel aus dem so genannten WAP-Programm – der

Name steht für „Wissenschaftliche Arbeitsplatzrechner“ – des Bundes und der Länder zustehen. Die mit der Rechnerverwaltung befassten Kollegen haben daraufhin den vorhandenen, in den letzten Jahren mit Eigenmitteln etablierten Rechnerverbund hinsichtlich Schwachstellen analysiert und innerhalb weniger Tage einen fundierten Antrag gestellt. Im Dezember 2004 kam die offizielle Bewilligung, im Januar 2005 wurden die Angebote aktualisiert und im Februar die Geräte bestellt. Im März – also eineinhalb Jahre nach unseren ersten Planungen – sollen diese ausgeliefert werden.

Nachfolgend wird skizziert, wie das LNT-Rechnernetz nach Integration der neuen Rechner aussehen wird. Eine zentrale Rolle spielen die nunmehr sechs Server für administrative Aufgaben, die alle in einem Raum konzentriert sind und deren durchgängiger Betrieb durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) gewährleistet wird. Die Aufgaben der einzelnen Server sind Sicherheit (Firewall *Petrus*), das so genannte Masquerading (*Athene*), die Benutzerverwaltung für Linux und Windows sowie Zeitdienste (*Hera*), WWW und Domain Name Service (*Zeus*) und schließlich der NFS- und Samba-Fileserver für alle Benutzer am LNT (*Poseidon*), der mit einem RAID-Array (1200 GB) ausgestattet ist und zusätzlich als Backup- und Lizenzmanager agiert. Daneben wird ein weiterer WWW-Server für das Lerntutorial „LNTwww“ betrieben.

Die Neukonzipierung sieht keinen eigenen Email-Server mehr vor. Dieser Dienst, der in der Vergangenheit einen großen Wartungsaufwand verursacht hat, wird nun – bei nur geringfügigen Komforteinbußen – über das Portal der TUM abgewickelt.

Ferner erhält jeder Wissenschaftler einen leistungsfähigen Pentium4-Rechner (3,2 GHz, 1 GB RAM), der an den zentralen Fileserver angebunden ist. Die Nutzer haben außer auf die Linux-übliche Software Zugriff auf Programme wie Matlab usw.

Neben diesen Arbeitsplatzrechnern gibt es ein Simulations-Cluster mit 16 Dualprozessor-Rechnern, von denen die meisten mit 3,2 GHz getaktet werden und mit 2 GB RAM bestückt sind. Durch die USV und der geplanten Klimatisierung des Serverraums soll erreicht werden, dass auch sehr langwierige Simulationen über mehrere Wochen möglich sind.

Alle Professoren und die mit Lehraufgaben betrauten Dauermitarbeiter erhalten qualitativ hochwertige Laptops, da ein solches heutzutage für fast jede Lehrveranstaltung unbedingt benötigt wird. Um den lästigen Datenabgleich zwischen verschiedenen Rechnern zu vermeiden, werden die Laptops von den Lehrpersonen auch für ihre anderweitigen Aufgaben eingesetzt, was unter Benutzung eines über eine Docking-Station angeschlossenen TFT-Bildschirms hoher Auflösung und der zentralen Datenhaltung einem hochwertigen Arbeitsplatzrechner entspricht.

Daneben gibt es weiterhin Computer für Bachelor- und Diplomarbeiten, für Praktika und den aus 15 PCs bestehenden Rechnerpool „Eikon 2“ zur freien Benutzung durch alle Studenten, so dass am LNT nunmehr über 100 Rechner zu administrieren sind.

Dass diese schwierige und äußerst zeitintensive Aufgabe in der Vergangenheit nahezu perfekt geklappt hat, ist das Verdienst unserer Systemverwalter Stephan Bäro (bis 31.07.04), Markus Kaendl (bis 31.03.05), Martin Kontny, Günther Liebl, Winfried Kretzinger (bis 31.07.04) und Johannes Zangl. Im Namen aller Rechnerbenutzer möchte ich allen Beteiligten für die geleistete Arbeit danken. Wir hoffen, dass es in Zukunft auch mit halbiertem Rechner-Crew klappt.

11 Sonstiges

11.8 Feste –Feiern

09. und 10.07.2003 – Wien:

Betriebsausflug mit Exkursion

(siehe auch Kapitel 9.1)

- Besuch der TU Wien mit inter-universitärem Kolloquium
- Stadtspaziergang mit dem Wien-Experten Dr. Salvaberger
- Besuch eines Heurigen-Lokals im Vorort Neustift am Wald
- Besuch des Technischen Museums
- Besuch von Schloss Schönbrunn und der Hofburg

Org.: G. Liebl, J. Zangl, J. Barros

21.07.2003 – Dachterrasse von N4:

Bell Medal Feier von J. Hagenauer

(siehe Bild oben)

- Feinste Speisen und Getränke am Mittag, Nachmittag und Abend

Org.: J. Hagenauer, M. Jürgens,
M. Kontny, W. Kretzinger,
A. Ströbele

24.10.2003 – Foyer Theresianum:

Empfang nach „5 Years MSCE“

Org.: M. Jürgens, M. Kontny,
W. Kretzinger, A. Ströbele

18.12.2003 – NT-Praktikum:

LNT-Weihnachtsfeier 2003

(siehe Bild unten)

- Rückblick über das Jahr am LNT zum Thema „Sparen Sie nicht“
- Simulation des DA-Seminars
- Denk-, Kreativ-, Aktionsspiele (australisches Rules Football, libanesische Trinkflasche)
- Wie gut kennen die Mitarbeiter ihren Chef?

Org.: Z. Dawy, A. Schaefer,
M. Tüchler
(kurz: WySchTücher)



21.07.2003: Prof. Hagenauer feiert mit seinem Lehrstuhl die Alexander G. Bell Medal. Am vorderen Tisch: Prof. Marko (mit Hut) nebst Gattin, Prof. Hauske und Frau Hagenauer



28.11.2003 Doktorfeier von Dr. Michael Mecking; sein Hut ein riesiges Fachbuch mit fachlichen und sportlichen Motiven



21.07.2004: Dr. Zaher Dawy's Doktorfeier; der Hut stellt ein überdimensionales Behältnis für libanesische Sweets dar



18.12.2003: LNT-Weihnachtsfeier; von links die Organisatoren Andrew Schaefer, Zaher Dawy und Michael Tüchler



09.07.2004: Einstandsfeier von 6 LNTlern; hinten v.l.: M. Mecking, M. Kaindl, M. Witzke, T. Stockhammer, vorne: F. Schreckenbach, C. Kuhn, I. Oikonomidis und H. Jenkač

09.07.2004 – Dachterrasse von N4:
Verspäteter Einstand von Sechsen
(siehe Bild oben)

- Kaffee, Kuchen, Gegrilltes und Stimmung bis spät in die Nacht.
- Org.: N. Dütsch, H. Jenkač, C. Kuhn, M. Mörz, I. Oikonomidis, F. Schreckenbach



28.11.2003: Musikalische Doktorfeier von Dr. João Barros; auf seinem Hut die Nachbildung des Münchner Amphitheaters



04.12.2004: Doktorfeier von Dr. Stephan Bäro. Der Hut charakterisiert ein SUN-Netzwerk mit MIMO-Komponenten

30.07.2004 – Nürnberg, Happurg:
Verabschiedung von Dr. Heidner
(siehe Bild unten)

- mit dem Bus nach Nürnberg
- Besichtigung des Museums für Kommunikation
- Weiterfahrt nach Happurg zum Mittagessen am See
- Besichtigung des dortigen Pumpspeicherwerks der Fa. E-on
- Ausklang in Heidners Anwesen mit fränkischen Schmankerln
- Rückkehr nach München
- Org.: D. Heidner, S. Bäro



30.07.2004: Dr. Heidner und Frau erklären Franken. Interessierte Zuhörer, die Herren Hanus, Hagenauer, Kuhn, Kaindl, Jenkač, Schreckenbach und Dütsch

29.09.2004 – Kloster Andechs:
LNT-Betriebsausflug 2004

- mit der S-Bahn nach Seefeld
- Verköstigung bei J. Hagenauer
- Wanderung auf dem Höhenweg zum Kloster Andechs
- nach Brotzeit und Wolkenbruch Rückkehr nach München
- Org.: J. Hagenauer, A. Schaefer

02.12.2004 – NT-Praktikum:
Einstandsfeier von Vieren

- Vielgängiges Menu und angenehm wenig Reden
- Org.: B. Göbel, N. Hanik, N. Hanus, C. Hausl

11 Sonstiges

21.12.2004 – Aufzug in N4:
50 Jahre Lastenaufzug in N4
 (siehe Bild oben)
 – Freifahrten mit Wein und Brezeln
 Org.: J. Hagenauer, M. Jürgens,
 M. Kontny



21.12.2004: Der Lasten- und Personenaufzug im Institutsgebäude feiert seinen 50-sten; die Hausherren Prof. Hagenauer und Prof. Wachutka sowie Frau Nicole Roßmann

21.12.2004 – NT-Praktikum:
LNT-Weihnachtsfeier 2004
 (siehe Bild unten)
 – Diashow mit Bildern von 2004
 – Kurzvideo „2 Tage Südtirol“
 (W. Kretzinger)
 – Wer erkennt seine Kollegen anhand des Tafelbildes?
 – Begriffe rund um den LNT und die TUM – ein Mal-, Pantomime- und Ratespiel
 – Essen, trinken, unterhalten, ...
 Org.: I. Oikonomidis, H. Jenkac,
 F. Schreckenbach
 (kurz: OHSchreck)



19.03.2005: Doktorfeier von Dr. Michael Tüchler; sein Hut ein Diaprojektor, dessen Bildrate seine Vorträge wiedergibt

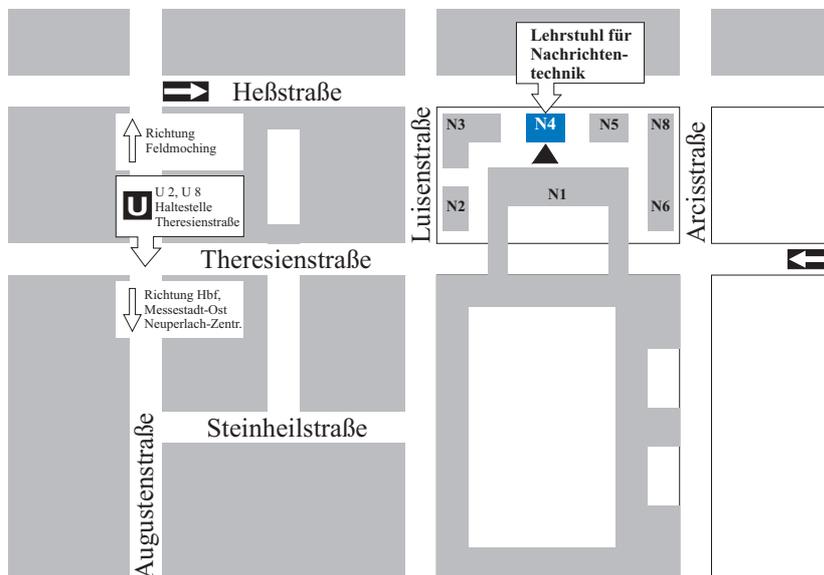


19.03.2005: Doktorfeier von Dr. Andrew Schaefer; der Doktorhut eine Nachbildung seines Heimatlandes Australien

04.03.2005 – NT-Praktikum:
80. Geburtstag Prof. Marko
 (siehe Kapitel 9.9)
 – Sektempfang nach dem Festkolloquium
 – Mehrgängiges Menü
 – Gespräche mit vielen ehemaligen Kollegen
 – Arabischer Bauchtanz (R. Jürgens, C. Lembkowitz)
 Org.: H. Marko, D. Dorn,
 G. Hauske, M. Jürgens,
 M. Kontny, A. Ströbele



21.12.2004: LNT-Weihnachtsfeier; von links die Organisatoren Ioannis Oikonomidis, Frank Schreckenbach und Hrvoje Jenkač



Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
 Institut für Informations- und Kommunikationstechnik
 Technische Universität München
 Arcisstr. 21, D-80290 München
 Tel.: (+49) 89 28 92 34 66
 Fax: (+49) 89 28 92 34 90
 E-mail: Hagenauer@tum.de
 URL: <http://www.LNT.ei.tum.de>

