

Arbeitsgruppe Telekommunikation und Rechnernetze (TKRN)

Vogt-Kölln-Straße 30, 22527 Hamburg, Tel.: +49 40 428 83-2424/2422, FAX: +49 40 428 83-2345
URL: <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TKRN>

1. Zusammenfassende Darstellung

Mitglieder der Fachbereichseinrichtung:

ProfessorInnen:

Dr. Bernd E. Wolfinger (Leiter)

DozentInnen:

Dr. Martin Lehmann

AssistentInnen/Wiss. MitarbeiterInnen:

Dipl.-Inform. Stephan Heckmüller; Priv.-Doz. Dr. Klaus-Dieter Heidtmann; Dipl.-Inform. Andrey Kolesnikov (ab 11/2007)

Technisches und Verwaltungspersonal:

Katrin Köster, Sekretariat (beurlaubt); Vertretung: Margit Wichmann

GastwissenschaftlerInnen:

Dr. Jürgen Wolf (Beteiligung an dem DFG-Projekt LUPUS ab 11/2007)

Allgemeiner Überblick

Die Arbeitsgruppe Telekommunikation und Rechnernetze arbeitet an Fragestellungen zu Netzarchitekturen, der Konzipierung und effizienten Realisierung innovativer Protokolle ("Protocol Engineering") sowie der Leistungs-/Zuverlässigkeitsanalyse, der Verkehrscharakterisierung bzw. -beeinflussung ("Traffic Engineering") und dem Dienstgüte (QoS)-Management für Kommunikations- und Rechnernetze. Der Bereich der betrachteten Kommunikations- und Rechensysteme umfasst in erster Linie heterogene, sowohl lokale, regionale als auch globale Rechnernetze (u.a. Internet, Mobilnetze) und reicht bis hin zu innovativen Rechnerarchitekturen (u.a. Parallelrechner). Die methodischen Grundlagen der Forschungsaktivitäten betreffen insbesondere Verfahren zur mathematisch-analytischen und simulativen Bewertung von Rechnernetzen und den durch sie bereitgestellten anwendungsorientierten Diensten, Verfahren zur Parallelisierung und zur effizienten Implementierung von Kommunikationssoftware sowie den Einsatz von Mess-, Lastgenerierungs-, Lasttransformations- und Netzemulationswerkzeugen. Die Entwurfs-, Analyse- und Optimierungsverfahren werden erprobt und weiterentwickelt bei der prototypischen Realisierung von Hochleistungsnetzen und von IP-basierten Rechnernetzen mit realzeitorientierten Kommunikationsdiensten sowie deren Nutzung zur Unterstützung verteilter multimedialer Anwendungen (insbesondere im Anwendungskontext E-Learning / Telelearning) mit Fokus auf qualitativ hochwertiger Audio-/Video- und Mobilkommunikation.

Forschungsschwerpunkte

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der Arbeitsgruppe Telekommunikation und Rechnernetze werden einerseits im Rahmen von Kooperationsprojekten und andererseits im Rahmen von Mitarbeiter-/ Gastforscher-/Studenten-Projekten (u.a. Diplom-, Master- und Doktorarbeiten) durchgeführt. Auf folgende Forschungsschwerpunkte hat sich unsere Arbeit im Berichtszeitraum konzentriert:

Hochgeschwindigkeits-, Echtzeit- und Mobilkommunikation

(Koordinatoren: Prof. Dr. B. E. Wolfinger, PD Dr. K.-D. Heidtmann)

Die Verfügbarkeit hochleistungsfähiger Kommunikationssysteme gestattet inzwischen die Realisierung verteilter multimedialer Anwendungen in heutigen (in der Regel IP-basierten) Rechnernetzen. Allerdings führt eine qualitativ hochwertige Bewegtbild- und/ oder Audioübertragung in Echtzeit noch häufig zu erheblichen Leistungsengpässen in nicht-realzeitorientierten oder leistungsschwachen Kommunikationsnetzen bzw. in den als Endsysteme benutzten PCs, Notebooks, Laptops, etc. In diesem Forschungsschwerpunkt wird daher versucht, einerseits durch vereinfachte Protokolle („light-weight protocols“) und effiziente Implementierungstechniken sowie andererseits durch Einsatz von Fehlertoleranzmechanismen (wie Vorwärtsfehlerkon-

trolle) und durch adaptive Audio-/Videocodierung, die für multimediale Anwendungen geforderte Dienstgüte bzw. Dienstqualität („Quality of Service“ – QoS) zu garantieren. Die dazu notwendige rechnerübergreifende Verwaltung der Rechnernetzressourcen soll dabei ebenfalls unterstützt werden. Die prototypische Realisierung entsprechender (modellbasierter) QoS-Managementsysteme zum einen für dienstintegrierte Kommunikationsnetze ohne a priori bereitgestellte QoS-Mechanismen (z.B. Lokale Netze der Ethernet-Familie), zum anderen für IP-basierte Netze (Internets und Intranets) mit „best effort“-Dienstbringung sowie überdies für Netze mit Mobilkommunikation (z.B. WLANs) steht in diesem Forschungsschwerpunkt im Zentrum des Interesses (vgl. hierzu auch begleitende konzeptionelle und stärker methodisch orientierte Arbeiten im Schwerpunkt „*Netz-/QoS-Management, Modellierung und Messungen, Traffic Engineering*“).

Überdies werden die Möglichkeiten eines Einsatzes der Mobilkommunikation (insbesondere über WLANs) in Verbindung mit Notebooks als Endsystemen für eine innovative Informatiklehre untersucht, z.B. im Rahmen universitätsübergreifender Kooperation studentischer Arbeitsgruppen im Hinblick auf ein synchrones verteiltes (Zusammen-)Arbeiten zwischen Studierenden.

Netz-/QoS-Management, Modellierung und Messungen, „Traffic Engineering“

(Koordinatoren: Prof. Dr. B. E. Wolfinger, PD Dr. K.-D. Heidtmann)

Kommunikationssysteme sind, insbesondere im multimedialen Kontext, einem zunehmend breiteren Anforderungsprofil ausgesetzt. Neben diskreten sollen auch kontinuierliche Medien unterstützt werden, wobei applikations- und benutzerspezifische Anforderungen an die zu erbringende Dienstgüte zu erfüllen sind. Traditionelle Netzdienste, wie sie beispielsweise im Internet vorzufinden sind, sind in der Regel nicht in der Lage, Dienstqualitäten zu garantieren und multimediale Anwendungen hinreichend zu unterstützen. Das Transportsystem und die Anwendung selbst haben in solchen Netzen Vorkehrungen zu treffen, um die unzureichenden Eigenschaften der Netzdienste zu kompensieren.

Vor diesem Hintergrund streben wir die Entwicklung von Leistungsmodellen an, welche in der Lage sind, Komponenten innerhalb der Protokollarchitektur sowie Beziehungen zwischen diesen, analytisch oder simulativ zu modellieren. Zentral hierbei sind auf der einen Seite die durch die Anwendungen induzierten Lasten, sowohl an anwendungs- als auch an netznahen Schnittstellen, die Charakteristika der Kommunikationsbeziehung und der Einfluss der Last auf die Güte der Kommunikationsbeziehung. Auf der anderen Seite gilt es, Zuverlässigkeits- und Fehlermodelle für die multimedialen Dienste zu entwickeln, um so Auswirkungen von Fehlern auf die Anwendung abschätzen zu können, und auf Basis dieser Modelle Stabilisierungs- und Fehlertoleranzmaßnahmen ergreifen zu können.

Im Bereich des 'Traffic Engineering' liegt der Fokus der Forschung auf der Entwicklung und dem Einsatz formaler Lastbeschreibungstechniken sowie der Realisierung möglichst breit einsetzbarer (geographisch verteilter) Lastgeneratoren zur Erzeugung synthetischer Lasten an unterschiedlichen (Dienst-) Schnittstellen eines Rechnernetzes. Überdies werden Lasttransformatoren zur Umsetzung von Primärlasten in Rechnernetzen (z.B. zu übertragende Videostreams) in daraus resultierende Sekundärlasten (z.B. IP- oder ATM-Lasten) realisiert. Multimediale E-Learning-Werkzeuge zur Vermittlung von Methodenwissen und zur Erhöhung der Praxisrelevanz der Ausbildung in den Bereichen des 'Traffic Engineering' sowie der Modellierung von Rechnernetzen werden entwickelt und ihr Einsatz in der universitären Informatiklehre evaluiert.

Des Weiteren beziehen sich die Forschungsaktivitäten auf die prototypische Realisierung flexibel einsetzbarer Netzemulatoren, die sich über Standardschnittstellen, wie UDP- oder TCP/IP-Dienstschnittstellen, in den Kommunikationspfad einer verteilten Anwendung integrieren lassen und die das Paketverzögerungs- und Verlustverhalten eines Netzes aus anwendungsspezifischer Sicht realitätsnah nachbilden.

Parallelverarbeitung und Parallelprogrammierung

(Koordinator: Dr. M. Lehmann)

Um die zeitlichen Limitationen sequentieller Verarbeitung zu entschärfen, werden in diesem Schwerpunkt Sprachen für Parallelprogrammierung sowie die Möglichkeiten und Grenzen der Parallelverarbeitung von Algorithmen studiert. Eine Parallelisierung wird dabei insbesondere angestrebt für Kommunikationssoftware in Hochgeschwindigkeitsnetzen, für Algorithmen zur verteilten Netzemulation und zur Echtzeitsimulation von Kommunikationsnetzen, für die Auftragsbearbeitung in Parallelrechnern und lokalen Netzen („Load balancing“) sowie für verteilte Lastgeneratoren in Rechnernetzen. Die Resultate der entsprechenden FuE-Aktivitäten zur Parallelisierung von Kommunikationsabläufen sollen in erster Linie in dem Schwerpunkt „*Hochgeschwindigkeits-, Echtzeit- und Mobilkommunikation*“ Berücksichtigung finden.

Wissenschaftliche Zusammenarbeit

Industrie und industriennahe Forschungseinrichtungen in Deutschland

- HanseNet Telekommunikation GmbH, Hamburg
- IBM Deutschland Entwicklung GmbH, Böblingen

Universitäten und Technische Hochschulen in Deutschland

- Universität Tübingen (Durchführung eines gemeinsamen DFG-Drittmittelprojektes)
- Universität Rostock (gemeinsame Teleseminarveranstaltungen, Kooperation im Rahmen lfd. Promotionsverfahren, Lizenzvertrag zur Bereitstellung von eLearning-Werkzeugen seitens TKRN)
- Universität Essen (Kooperation im Rahmen lfd. Promotionsverfahren)
- TU München (Kooperation im Rahmen lfd. Promotionsverfahren)

Kooperationspartner im Ausland

- LIP6, Université Pierre et Marie Curie, Paris (gemeinsame Publikationen, incl. Zeitschriftenpublikation, Kooperation im Rahmen lfd. Promotionsverfahren)
- ENST-INFRES, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris (Lizenzvertrag zur Bereitstellung von eLearning-Werkzeugen seitens TKRN)

Ausstattung

Die Arbeitsgruppe TKRN verfügt über vier Notebooks, vier Workstations der Firma Sun, zwei davon von Sun geschenkt, sowie über mehrere PCs mit Pentium und Core 2 Prozessoren unter den Betriebssystemen Windows und Linux. Einige PCs dienen den wissenschaftlichen Mitarbeitern als Arbeitsplatzrechner, die anderen werden im Labor zusammen mit den Workstations u.a. als Endsysteme für die Realisierung realzeitorientierter Audio-/ Videokommunikation, als Lastgeneratoren (zur Erzeugung zusätzlicher Netzlast), als Messmonitore sowie zur Modellierung, Simulation und Emulation von Rechnernetzen verwendet. Ferner werden sie in der Lehre für das ganzjährige Projekt „Mobil- und Echtzeitkommunikation“ sowie für den praktischen Teil der Übungen zur Vorlesung „Datenkommunikation und Rechnernetze“ genutzt.

Für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rechnernetzbereich sind folgende lokale Netze bzw. Netzkomponenten vorhanden: Fast-Ethernet-LAN, WLAN sowie ein ATM-Switch.

Drittmittel

Projekt:	LUPUS: Load Transformations and their Usage for Traffic Prediction and Understanding in Networks with Security Requirements; 11/2007 bis 10/2009
Geldgeber:	DFG
Gesamtmittel:	Im Jahr 2007 wegen Projektbeginn erst im Nov. 2007 (noch) keine Sachmittel beansprucht; 1 BAT IIa-Stelle besetzt für 2 Monate (Nov./Dez. 2007), studentische Hilfskräfte waren 2007 im Gesamtumfang von 80 Std. angestellt.

2. Die Forschungsvorhaben der Arbeitsgruppe

Etatisierte Projekte

2.1 Hochgeschwindigkeits-, Echtzeit- und Mobilkommunikation

Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr. (Koordinatoren); Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Wolf, Jürgen, Dr.

Um die längerfristigen Ziele des Forschungsschwerpunktes „Hochgeschwindigkeits-, Echtzeit- und Mobilkommunikation“ zu erreichen, werden gegenwärtig drei Teilvorhaben in diesem Schwerpunkt verfolgt:

Zum einen beschäftigen wir uns mit der Realisierung „intelligenter“ anwendungsnaher Kommunikationsdienste, die durch kommunikationsnetzexterne Fehlertoleranzverfahren, wie Einsatz von Vorwärtsfehlerkontrolle (FEC), und sonstige netzexterne Maßnahmen (z.B. realisiert in dedizierten „Middleware-Komponenten“) zur Verbesserung der Qualität von Videokommunikationsdiensten versuchen, die Mängel von Kommunikationsnetzen mit geringer Dienstgüte (QoS) dem Endbenutzer gegenüber zu verbergen (vgl. Teilvorhaben 2.1.1). Zum zweiten bezieht sich unsere Forschung auf die Konzeption von Systemen mit kommunikations-

netzinternen Managemententscheidungen, um die Dienstgüte im Kommunikationsnetz selbst zu erhöhen bzw. eine geforderte QoS zu gewährleisten sowie eine effiziente Betriebsmittelnutzung trotz Echtzeitkommunikationsanforderungen zu ermöglichen (vgl. Teilvorhaben 2.1.2). Des Weiteren werden auch Kombinationen aus netzexternen und netzinternen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung bei Videokommunikation oder VoIP-basierter Sprachübertragung sowie deren Wechselwirkungen von uns untersucht, wobei als wichtige und anspruchsvolle zu lösende Teilaufgabe hier die präzise Definition eines aussagekräftigen Momentanzustandes eines Kommunikationsnetzes (z.B. aktuelles Belastungsniveau, Momentanpaketverlustrate, o.ä.) im Vordergrund steht, incl. der Entwicklung von Verfahren zur schnellen Erkennung signifikanter Zustandsänderungen (vgl. Teilvorhaben 2.1.3). Die Arbeiten im gesamten Schwerpunkt beziehen sich zurzeit primär auf Mobilnetze (insbesondere WLANs), Fast Ethernet-LANs und globale Rechnernetze (Internet). Bei Betrachtung konkreter Videocodierungsalgorithmen werden bislang vorrangig die Standards MPEG-1/-2/-4 sowie H.261/H.263/H.264 für die entsprechenden experimentellen Studien zugrundegelegt.

2.1.1 Realisierung adaptiver, fehlertoleranter multimedialer Anwendungen mit Echtzeitkommunikation

Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.

Laufzeit des Projektes:

seit Mai 2003

Projektbeschreibung:

Qualitätsverbesserung für Audio-/Videokommunikation mit Echtzeitanforderungen durch dedizierte Middleware: Architekturkonzepte und Werkzeuge zur Qualitätsbeurteilung

Für die durch die TKRN-Forschungsgruppe bereitgestellten Werkzeuge zur QoS-Beurteilung von Videokommunikation in Echtzeit aus Endbenutzersicht wurde inzwischen eine aus aktueller Sicht hinreichend umfassende Systemfunktionalität erreicht. Dies betrifft zum einen den Netzemulator *NetEmu*, der die Qualitätsbeurteilung von Videosequenzen gestattet, die über eine Menge gekoppelter Kommunikationsnetze übertragen werden, unter detaillierter Berücksichtigung vollständiger Kommunikationspfade sowie der auf ihnen entstandenen Ende-zu-Ende-Paketverzögerungen und -verluste. Bei dem zweiten Werkzeug zur QoS-Beurteilung handelt es sich um das im Rahmen des TeleMuM-Projektes (5/2003 bis 6/2005) entwickelte Werkzeug *Medien-Explorativ*. MedienExplorativ wurde im Berichtszeitraum erweitert, so dass nunmehr auch gekoppelte Rechnernetze mit mehr als drei hintereinander liegenden Teilnetzen simuliert werden können. Beide Werkzeuge wurden im Berichtszeitraum erfolgreich in Forschung und Lehre eingesetzt, um die (subjektiv wahrgenommene) Qualität von Audio-/Videokommunikation in Echtzeit aussagekräftig und valide zu beurteilen, insbesondere in Kommunikationsnetzen, in denen QoS-verbessernde Maßnahmen und Algorithmen integriert sind.

Schlagwörter:

Fehlertoleranz; Fehlerkontrolle; Codierungsstandards (MPEG, H.261, H.263); Hochgeschwindigkeitskommunikation; Dienstqualität; Applikationen, adaptive

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

Norgall, J.: Lastanalyse zur Modellierung H.264/AVC-kodierter Videoströme, MMBnet 2005, s. Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrg.), 2005, pp. 111-118

2.1.2 Lastadaptive Ressourcenverwaltung und Dienstgütemanagement bei Echtzeitkommunikation über lokale Netze und Mobilnetze

Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Wolf, Jürgen, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; externe Kooperationspartner: Le Grand, Gwendal, Dr. (ENST-INFRES, Paris); Anelli, Pascal, Prof. Dr. (Université de La Réunion / F.)

Laufzeit des Projektes:

seit September 2001

Projektbeschreibung:

Eine zentrale Aufgabe für Übertragungsdienste in hierarchisch strukturierten Kommunikationsnetzen besteht darin, die Einhaltung zugesagter Echtzeiteigenschaften sicherzustellen, die sich jedoch häufig nicht direkt auf die Leistungsangebote der unterliegenden Schichten abbilden lassen. Umgekehrt beeinflusst auch der Charakter des eingebrachten Verkehrs die erreichbare Güte des zu erbringenden Dienstes. Die Komplexität des Gesamtsystems sowie die erwünschte Abgrenzung der unterschiedlichen Abstraktionsebenen innerhalb des

Kommunikationssystemen verlangen somit nach einem hoch entwickelten Dienstgütemanagement. Dieses hat sowohl die Abbildung von Last- und Leistungsspezifikationen von Ebene zu Ebene vorzunehmen als auch die Einhaltung von vereinbarten Dienstgüteschranken zu gewährleisten oder zuverlässig entsprechende Fehlermeldungen zu generieren. Das Dienstgütemanagement muss in diesem Zusammenhang Entscheidungen treffen, die auf potenziellen zukünftigen Arbeitszuständen und den daraus resultierenden Leistungsgrößen beruhen bzw. diese beeinflussen. Aufgrund der starken Nichtlinearität der betrachteten Vorgänge können für diese Entscheidungen keine einfachen Regeln formuliert werden. Vielmehr ist es notwendig, dass das Dienstgütemanagement mögliche Aktionen und Entscheidungen anhand von Modellen im Voraus bewerten kann, um so eine optimale Wahl treffen zu können.

Der in diesem Forschungsvorhaben verfolgte Ansatz eines lastadaptiven Dienstgütemanagements behandelt mehrere zentrale Aspekte aus diesem Zusammenhang. Zum einen spielt die Definition und Abschätzung der Momentanauslastung von betrachteten Netzressourcen eine übergeordnete Rolle, da ausgehend von dieser die zur Verfügung stehenden Betriebsmittel adaptiv innerhalb des Kommunikationsnetzes vergeben werden können. Somit wird ermöglicht, dass einerseits Betriebsmittel, die innerhalb des QoS-Managements festen „Eigentümern“, Endsystemen oder Benutzern, zugewiesen wurden, gegebenenfalls anderen Kommunikationsteilnehmern temporär zur Verfügung gestellt werden können, aber andererseits eine Einschränkung der vereinbarten Qualitätskriterien vermieden werden kann. Dieses Forschungsvorhaben widmet sich indes gleichermaßen einer vereinigenden Sicht auf die Betriebsmittelverwaltung. So wurde als Reaktion auf die wachsenden Anforderungen an die erbrachte Dienstgüte gerade in drahtlosen Netzen die konkrete Anwendung des vorgestellten Ansatzes in diesen Netzen anhand von Simulationen eingehend beurteilt. Darüber hinaus werden die grundlegenden Modelle abstrakt formuliert und deren Bewertungen in einer verallgemeinerten Sichtweise vorgenommen, so dass eine Übertragung auf andere Disziplinen mit vergleichbaren Ansprüchen leicht möglich ist; eine Ressourcenzuordnung mit Qualitätszusagen bei gleichzeitig effizientem Gesamtverhalten wird schließlich nicht exklusiv in Kommunikationsnetzen gefordert. Analoge Überlegungen gelten ebenso für andere Bereiche, wie z.B. für die Aufteilung von Prozessorleistung in Computersystemen.

Im Rahmen einer 2007 abgeschlossenen Dissertationsschrift [Wolf 2007] wurden die neu entwickelten Methoden zur Unterstützung eines Dienstgütemanagements insbesondere für den Bereich der verteilten Echtzeitanwendungen und als Teilgebiet daraus – schwerpunktmäßig – für die Videokommunikation bzw. -übertragung mit Echtzeitkontext angewendet und bewertet. Gerade diesen verteilten Videoanwendungen die zugesagten Übertragungseigenschaften zu garantieren – bei bestmöglicher Gesamtauslastung –, stellt eine Herausforderung dar, die durch die steigende Nachfrage und die Bereitstellung multimedialer Angebote in jüngerer Zeit durchaus von Bedeutung ist.

Schlagwörter:

Dienstgüte, Ressourcenmanagement, Echtzeit-Kommunikation, Leistungsbewertung, Mobilnetze

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Heckmüller S.: Bereitstellung von Dienstgüte für aggregierte Multimedialströme in lokalen ‚Broadcast‘-Netzen, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2006")
- Wolf J.: Lastadaptive Betriebsmittelverwaltung und Dienstgütemanagement für verteilte Echtzeitanwendungen in lokalen und drahtlosen Netzen, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2007, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 6, Shaker-Verlag, Aachen, 2007
- Wolf J., Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Dynamic Resource Reservation and QoS Management in IEEE 802.11e Networks, International Symposium on Performance Evaluation of Computer and Telecommunication Systems (SPECTS), July 24-28, Cherry Hill, New Jersey, USA, 2005 pp. 149-161
- Wolfinger B.E., Wolf J., Le Grand G.: Improving Node Behaviour in a QoS Control Environment by Means of Load-dependent Resource Redistributions in LANs, Internat. Journal of Communication Systems, Wiley, Vol. 18, Issue 4, May 2005, pp. 373-394

2.1.3 Qualitätsverbesserung von Video- und Sprachkommunikation über das Internet

Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; externe Kooperationspartner: Fdida, Serge, Prof. Dr. (LIP6, Université P. et M. Curie, Paris); Ziviani, Artur, Prof. Dr. (National Laboratory of Scientific Computing, Rio de Janeiro, Brasilien)

Laufzeit des Projekts:

seit Mai 2001

Projektbeschreibung:

Die Bedeutung der Videokommunikation in heutigen Rechnernetzen nimmt beträchtlich zu, u.a. infolge der zunehmenden Bedeutung verteilter Multimediaanwendungen (z.B. Videokonferenzen, Videospiele, Videotelephonie, Video-over-IP, etc). Die wichtigsten der gegenwärtig existierenden Klassen von Netzen (Internet, WLANs, traditionelles Ethernet, ...) sind im allgemeinen nicht in der Lage, Videübertragung in Echtzeit in sehr guter Qualität auch im Hochlastbereich des Netzes dauerhaft bereitzustellen. Hieraus bezog eine im Jahr 2006 abgeschlossene Diplomarbeit ihre Motivation, in der insbesondere das weitverbreitete TCP-Protokoll geeignet modifiziert wurde, um seine Echtzeitfähigkeit zu verbessern (zu Details, vgl. TKRN-Jahresbericht 2006). Die Diplomarbeit von Herrn Fey wurde im Berichtszeitraum in leicht modifizierter Weise als Buch veröffentlicht [Fey 2007].

Schlagwörter:

Dienstgüte, Videokommunikation, MPEG, Voice over IP (VoIP), Differentiated Services (DiffServ), Vorwärtsfehlerkontrolle (FEC)

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Fey A.: Optimierung von TPC für Videokommunikation - Realisierung unter Linux, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
- Kiritz M.: Untersuchung der Fehlerrobustheit H.264/AVC-kodierter Videoströme bei simulierten Übertragungsverlusten, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 150-159
- Ziviani A., Wolfinger B.E., de Rezende J.F., Duarte O.C.M.B., Fdida S.: Joint Adaption of QoS Schemes for MPEG Streams, Multimedia Tools and Applications Journal, Kluwer, Academic Publishers, Vol. 26, No. 1, May 2005, pp. 59-80

2.1.4 Routing in Multi-hop Ad-hoc Netzen

Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; externe Kooperationspartner: Fladenmuller, Anne, Dr. sowie Karbaschi, Golnaz (beide LIP6, Université P. et M. Curie, Paris)

Laufzeit des Projekts:

seit Mai 2006

Projektbeschreibung:

Zu den anspruchsvollsten Problemen bei Multi-hop Mobilnetzen – d.h. Netzen, bei denen zwischen den kommunizierenden Mobilstationen der Datenaustausch indirekt unter Inanspruchnahme von Zwischenknoten erfolgt – gehört die Wegeermittlung (engl. Routing). Während des Forschungsaufenthaltes von Prof. Wolfinger am LIP6 (Mai/ Juni 2006) wurde, im Rahmen eines gemeinsamen Projektes mit zwei LIP6-Wissenschaftlerinnen, als eine neue Forschungsaufgabe das adaptive Routing in Multi-hop Mobilnetzen bzw. in „Wireless Mesh“-Netzen aufgegriffen. Insbesondere wurde dabei eine innovative Messmethode (*QualRout* genannt) konzipiert, die die Übertragungsqualität zwischen direkt kommunizierenden Mobilstationen durch die (passive) Beobachtung des von anderen Stationen induzierten Verkehrs erkennt, den eine Station mithören kann, wenn sie sich in derselben Funkzelle befindet (ohne dass sie selbst als Sender oder als adressierter Empfänger der Datenübertragung fungiert). In Anbetracht der nur passiven Beobachtung ist die Messmethode im Gegensatz zu bislang benutzten Methoden sehr effizient, da kein zusätzlicher „Overhead“ an zu übertragenden Datenpaketen zu Messzwecken in das Netz eingespeist wird (wie dies z.B. bei Nutzung sog. „Broadcast Probes“ der Fall wäre) . Dies gilt um so mehr als für das Versenden der Momentanschätzungen von Mobilverbindungsqualitäten an Nachbarstationen die ohnehin periodisch verschickten Routing-Updates verwendet werden (wobei hier „Verbindung“ eine einzelne Funkstrecke zwischen Stationen einer gemeinsamen Zelle bezeichnet). Umfassende Vergleiche (mittels *ns2*-Simulationsstudien) zwischen konventionellen Routing-Algorithmen (wie z.B. „Minimum-hop Routing“), die ohne detaillierte Kenntnis der momentanen Verbindungsqualität ihre Routingentscheidungen treffen, und einem *QualRout*-basierten Routing sind sehr ermutigend im Hinblick auf den zu erwartenden Effizienzgewinn hinsichtlich erzielbarem Gesamtnetzdurchsatz und mittlerer Ende-zu-Ende-Verzögerungen zwischen kommunizierenden Stationen.

Die durchgeführten Forschungsarbeiten konnten inzwischen bereits soweit konsolidiert werden, dass im Berichtszeitraum zwei gemeinsame Papiere (G. Karbaschi, A. Fladenmuller, B.E. Wolfinger) ausgearbeitet werden konnten und zur Veröffentlichung bei einer Fachzeitschrift sowie einer Tagung eingereicht wurden.

Schlagwörter:

Ad-hoc Netze, Mobilkommunikation, Drahtlose Datenübertragung, Routing, Messungen, Übertragungsqualität

2.2 Netz-/QoS-Management, Modellierung und Messungen, “Traffic Engineering“

Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr. (Koordinatoren); Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Wolf, Jürgen, Dr.

Die zur Zeit laufenden Projekte innerhalb des Forschungsschwerpunktes „Netz-/QoS-Management, Modellierung, ‘Traffic Engineering‘ ” orientieren sich an den beiden Primärzielen eines *modellbasierten Dienstgütemanagements für innovative Kommunikationssysteme* sowie an einer angestrebten Nutzung von *Analyse- und Bewertungswerkzeugen*, die sich *als eine sehr flexible Kombination aus Realsystemkomponenten* (z.B. verteilte multimediale Anwendungen mit Echtzeitkommunikationsanforderungen, Mobilnetze, LANs, Teilnetze des Internet, Intranets) *und Modellkomponenten* (z.B. künstliche Lastgeneratoren, analytische oder simulative Rechnernetzmodelle) konfigurieren und einsetzen lassen. Die Forschungsarbeiten im Berichtszeitraum bezogen sich in einem FuE-Projekt dieses Forschungsschwerpunktes auf die Weiterentwicklung der Lastgenerierungs-, Lasttransformations-, Modellierungs-, Netzemulations-, Mess- und Analysewerkzeuge, insbesondere zum Zwecke der Durchführung QoS-relevanter Studien für Multimediaanwendungen, die über verlustbehaftete Paketvermittlungsnetze kommunizieren (*Werkzeuge*, vgl. Teilvorhaben 2.2.1). Zwei Projekte dieses Schwerpunktes betreffen die Entwicklung und Nutzung von Modellen für Kommunikationsnetze, insbesondere von Mobilnetzen (*Systemmodelle*, vgl. Teilvorhaben 2.2.2, bzw. *Lastmodelle* und ihre Nutzung bei der Realisierung von künstlichen, evtl. geographisch verteilten *Lastgeneratoren*, vgl. Teilvorhaben 2.2.3). Die erzielten Forschungsergebnisse gestatten insbesondere eine deutliche Verbesserung des lastadaptiven Dienstgüte-(QoS-) Managements, das durch ein neues – QoS-Anforderungen berücksichtigendes – Konzept für das Ressourcenmanagement in „Broadcast“-Netzen bei Überlagerung von Echtzeit- und Nicht-Echtzeit-Verkehr unterstützt wird (vgl. Teilvorhaben 2.1.2). Ein 2006 begonnenes Projekt gemeinsam mit Wissenschaftlern des LIP6, Université P. et M. Curie, Paris, wurde überdies erfolgreich fortgeführt. Dieses Forschungsvorhaben (vgl. Teilvorhaben 2.2.4) hat die Gewinnung von Modellen zum Ziel, die in der Lage sind, ein gemessenes Systemverhalten von Rechensystemen und Kommunikationsnetzen möglichst gut zu reflektieren (*funktionale Modellierung*).

Als hochehrwürdige Auszeichnung der studentischen Aktivitäten im Forschungsschwerpunktes „Netz-/QoS-Management, Modellierung, ‘Traffic Engineering‘ ” ist zu erwähnen, dass zwei im Vorjahr abgeschlossene Diplomarbeiten im Berichtszeitraum in leicht modifizierter Weise als Buch veröffentlicht wurden [Gaitzsch 2007 sowie Schwengel 2007] – die Arbeit von Herrn Gaitzsch hatte sich insbesondere auf Leistungs-/Verfügbarkeitsmessungen für das Portal Hamburg.de bezogen, die Arbeit von Herrn Schwengel betraf die Realisierung eines geographisch verteilten Lastgenerators.

2.2.1 Entwicklung und Anwendung von Modellierungs-, Emulations- und Analysewerkzeugen für Netze (Mobilnetze, Internet) mit Medienkommunikation

Heckmüller, Stephan, Dipl.-Inform.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.

Laufzeit des Projektes:

seit Januar 2002

Projektbeschreibung:

Die früher übliche Sicht bei Entwicklung und Analyse von Rechnernetzen bestand in einer klaren Separierung zwischen Netz und Anwendungen. Diese Sicht brachte den Vorteil einer Komplexitätsreduktion: Es war möglich, Netz und Anwendungen weitgehend unabhängig voneinander zu realisieren, zu konfigurieren bzw. zu analysieren. Infolge des verstärkten Aufkommens dienstintegrierter Kommunikationsnetze, d.h. Netze, die unterschiedliche Verkehrsarten (Daten, Sprache, Festbilder, Videos, ...) über eine gemeinsame Kommunikationsinfrastruktur übertragen, ist es nunmehr unverzichtbar, dass im Kommunikationsnetz die verschiedenartigen Anforderungen der kommunizierenden Anwendungen an die Qualität der zu erbringenden Kommunikationsdienste (Quality of Service, QoS) Berücksichtigung finden. Umgekehrt ist es häufig auch wünschenswert, dass sich verteilte Anwendungen ihrerseits in ihrem Verhalten an den Momentanzustand des Kommunikationsnetzes anpassen, beispielsweise durch adaptive Codierung oder adaptive Senderate bei „Video Streaming“. Somit zeigt sich, dass verteilte Anwendungen und das von ihnen benutzte Kommunikationsnetz (z.B. Internet, WLANs) inzwischen immer stärker miteinander verwoben sind. Ergo ist es bei dem Entwurf und der Realisierung innovativer verteilter Anwendungen (z.B. Multimedia-Anwendungen) zunehmend wünschenswert, ein Werkzeug zur Verfügung zu haben, das es gestattet, das Verhalten einer verteilten Anwendung und deren Kommunikation über verschiedenartige Netze mit unterschiedlichen Paketverlust- und Paketverzögerungscharakteristika gezielt zu untersuchen und realistisch zu bewerten.

Der in der Arbeitsgruppe TKRN entwickelte Netzemulator *NetEmu* lässt sich bereits in seiner jetzigen Ausbaustufe so in verteilte Anwendungen integrieren, dass aus Anwendungssicht keinerlei Unterschied zwischen

der Kommunikation über den Netzemulator und derjenigen über ein reales Rechnernetz feststellbar ist. Insbesondere sind UDP und TCP, die beiden wesentlichen Transportdienste des heutigen Internet, in dem entwickelten Emulatorprototypen nunmehr bereits abgedeckt. Die verfügbaren Prognosekomponenten gestatten sowohl die Nutzung von ‚Traces‘ (z.B. Realnetzmessungen bzgl. Paketverlusten/-verzögerungen) als auch die Verwendung von Netzmodellen mit wahlweise analytischer oder simulativer Modellauswertung. Im Berichtszeitraum wurde *NetEmu* insbesondere in einschlägige Lehrveranstaltungen integriert. Gegenwärtige Weiterentwicklungen von *NetEmu* beziehen sich auf die Einbettung des UniLoG-Lastgenerators zur Generierung von Hintergrundlasten für Experimente auf *NetEmu*-Basis.

Schlagwörter:

Modellierung; Optimierung; Analyse; Echtzeitsimulation; Experimentierumgebung; Netzemulation

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Scherpe C.: Emulation gekoppelter Rechnernetze mit lastabhängigem Verzögerungs- und Verlustverhalten - Architekturkonzepte, prototypische Realisierung und Fallstudien, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2006, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 4, Shaker-Verlag, Aachen, 2006
- Scherpe C., Brehmer I., Wolfinger B.E.: IP-basierte Emulation von gekoppelten Rechnernetzen, MMBnet 2005, s. Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.), 2005, pp. 61- 70
- Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen, 3. GI/ITG-Workshop MMBnet 2005, 8.-9. September Hamburg, Bericht 263 des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg, 2005, 147 S.

2.2.2 Analytische, simulative und hybride Leistungs-/Zuverlässigkeitsmodelle für Mobilnetze, das Internet und für verteilte Anwendungen

Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Wolf, Jürgen, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; externe Kooperationspartner: Fdida, Serge, Prof. Dr. (LIP6, Université P. et M. Curie, Paris), Ziviani, Artur, Prof. Dr. (NLSC, Rio de Janeiro, Brasilien)

Laufzeit des Projektes:

seit Januar 2004

Projektbeschreibung:

Modelle zur Leistungsbewertung von Audio- und Videokommunikation in Echtzeit

Zur Bewertung von Ansätzen zur Betriebsmittelreservierung (vgl. Abschnitt 2.1.2) greifen wir auf simulative und analytische Methoden zurück. Zum Zwecke der Bewertung durch diskrete Simulation wurden hierzu neue Simulationskomponenten entwickelt.

Im Berichtszeitraum konnte hierauf aufbauend die Tauglichkeit des Verfahrens für WLAN-Netze nach dem Standard IEEE 802.11e durch Simulationsstudien weiter untermauert werden: Einerseits konnten wir eine Erhöhung der Effizienz für überlagerte multimediale Datenströme feststellen, wobei sich dies insbesondere auch für den immer wichtiger werdenden Bereich der Telefonie-Anwendungen, z.B. auf Voice-over-IP (VoIP)-Basis, konstatieren ließ (vgl. [Heckmüller 2007]). Andererseits ließ sich auch die Verträglichkeit mit Strömen, welche nicht Gegenstand des Reservierungsverfahrens sind (insbesondere auch TCP-regulierte Ströme), weiter belegen.

Weiterhin wurden im Berichtszeitraum analytische Modelle zur Bewertung unseres Ansatzes zur Betriebsmittelreservierung entwickelt. Diese umfassen stochastische Modelle zur Bewertung der von uns verwendeten Lastschätzfunktionen, so dass wir nunmehr in der Lage sind, auf deren Eigenschaften direkt ausgehend von den Lasteigenschaften zu schließen. Durch die Betrachtung von überlagerten Multimediaströmen und den einhergehenden Schätzfehlern haben wir weitergehende Kenntnisse bezüglich der zu verwendenden Parametrisierung für die von uns benutzten Schätzer gewonnen (siehe Abb. 1). Somit können auch für reale Lasten die zu verwendenden Parameter a priori genauer festgelegt werden. Weiterhin konnten die bisherigen *Worst-Case*-Abschätzungen für normalverteilte Lasten mit Hilfe von Methoden der Warteschlangentheorie durch deutlich genauere Approximationen ersetzt werden.

Schlagwörter:

Modelle, analytische; Zuverlässigkeitsanalyse; Leistungsanalyse; Kommunikationsnetze; Zerlegungsverfahren, statistischer Vergleich; MPEG; H.261; H.263; Videokommunikation; Bildqualität; Bildverlustwahr-

scheinlichkeit; Code, fehlerkorrigierender; Entscheidungsmodelle; Markov-Reward-Modelle; Verlässlichkeit; Petri Netze, stochastische

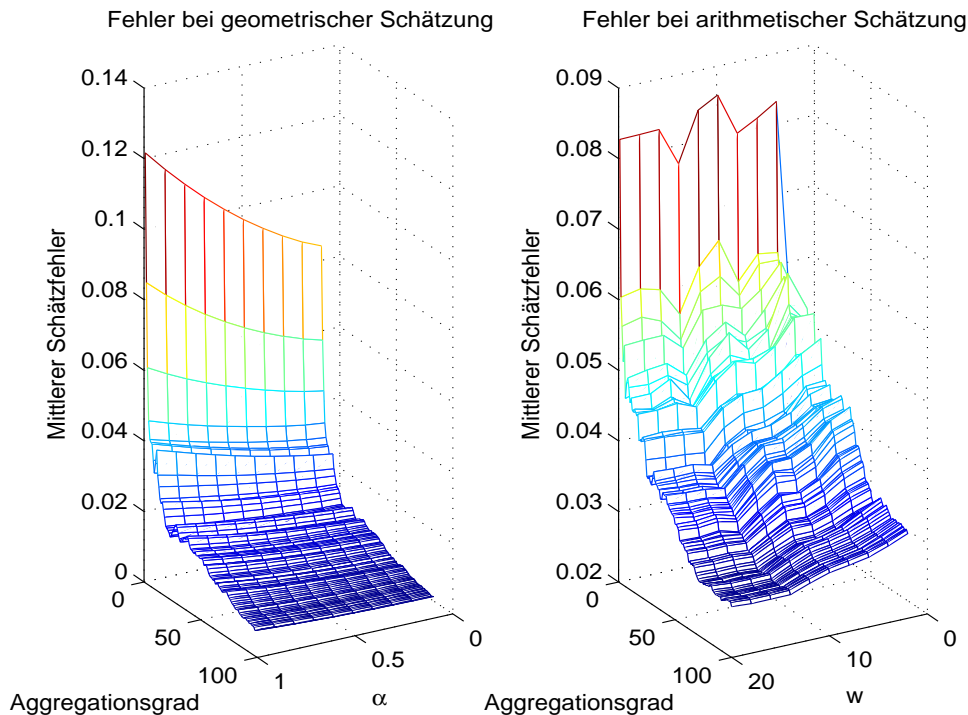


Abb. 1: Schätzfehler bei geometrischer bzw. arithmetischer Schätzung von aggregierten Videolasten in Abhängigkeit vom Aggregationsgrad und vom Schätzparameter α bzw. w

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Heckmüller S.: Bereitstellung von Dienstgüte für aggregierte Multimediaströme in lokalen ‚Broadcast‘-Netzen, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2006")
- Wolf J., Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Dynamic Resource Reservation and QoS Management in IEEE 802.11e Networks, International Symposium on Performance Evaluation of Computer and Telecommunication Systems (SPECTS), July 24-28, Philadelphia, PA, USA, 2005 pp. 149-161
- Wolf J.: Lastadaptive Betriebsmittelverwaltung und Dienstgütemanagement für verteilte Echtzeitanwendungen in lokalen und drahtlosen Netzen, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2007, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 6, Shaker-Verlag, Aachen, 2007
- Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen, 3. GI/ITG-Workshop MMBnet 2005, 8.-9. September Hamburg, Bericht 263 des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg, 2005, 147 S.
- Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen, 4. GI/ITG-Workshop MMBnet 2007, 13./14. September Hamburg, Bericht 281 des Department Informatik der Universität Hamburg, 2007, 161 S.
- Ziviani A., Wolfinger B.E., de Rezende J.F., Duarte O.C.M.B., Fdida S.: Joint Adoption of QoS Schemes for MPEG Streams, Multimedia Tools and Applications, Kluwer Academic Publ., 2005

2.2.3 Lastmessung und Lastmodellierung für Audio-/Videoverkehr, Leistungs- und Verfügbarkeitsmessungen sowie "Traffic Engineering" für dienstintegrierte Kommunikationsnetze

Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Kolesnikov, Andrey, Dipl. Inform.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.

Laufzeit des Projektes:

seit Januar 2004

*Projektbeschreibung:***a) Lastspezifikation und Lastgenerierung**

Eine hinreichend realitätsnahe Lastgenerierung ist unverzichtbar, um valide Prognosen des Verhaltens von Kommunikations- und Rechnernetzen unter verschiedenartigen Lastszenarien (z.B. aus multimedialen Anwendungen resultierend) zu erzielen. Lastgenerierung setzt Lastcharakterisierung bzw. Lastmodellierung voraus und erfordert neben einer möglichst formalen Beschreibungstechnik sowohl für reale Lasten als auch für Lastmodelle eine möglichst allgemein anwendbare Methode zur Entwicklung realitätsnaher Lastmodelle unter Miteinbeziehung von Lastmessungen. Bereits in früheren Arbeiten der Forschungsgruppe TKRN war eine allgemeine Vorgehensweise konzipiert worden, die es gestattet, Verkehrslasten (u.a. mit Überlagerung von Daten-, Audio- und Videoverkehr) zu modellieren, wie sie für verteilte multimediale Anwendungen typisch sind. Die Lastmodellierung kann hierbei auf unterschiedlichem Detaillierungsgrad erfolgen und ist zu einer Lastcharakterisierung an unterschiedlichen Schnittstellen eines dienstintegrierten Kommunikationsnetzes geeignet, wobei insbesondere auch Lastmessungen in wohldefinierter Weise mit einbezogen werden können. Mittels dieses Lastmodellierungs- und formalen Lastbeschreibungsansatzes lassen sich abstrakte Lasten (Auftragssequenzen) für verschiedenartige Dienstschnittstellen eines dienstintegrierten Netzes spezifizieren und zur Generierung synthetischer, multimedialer Verkehrslasten heranziehen. Dabei sind die abstrakten Auftragssequenzen auf konkrete Auftragssequenzen für eine gegebene, wohldefinierte Schnittstelle (z.B. die UDP- oder die TCP-Schnittstelle des Internet-Protokollstapels) abzubilden und zur Weiterverarbeitung zu übergeben.

Zu diesem Zweck wurde bereits in früheren Forschungsarbeiten der Arbeitsgruppe TKRN der Einsatz eines verallgemeinerten Lastgenerators vorgeschlagen [Cong, Kolesnikov 2005] und eine flexibel nutzbare Gesamtarchitektur eines solchen Lastgenerators entworfen [Cong 2006], die sämtliche Funktionen von der formalen Beschreibung von Lasten in Form von sog. *parametrisierten Benutzerverhaltensautomaten* (PBVA) bis hin zur Generierung von konkreten Lasten für eine reale Schnittstelle unterstützt (vgl. Abb. 2).

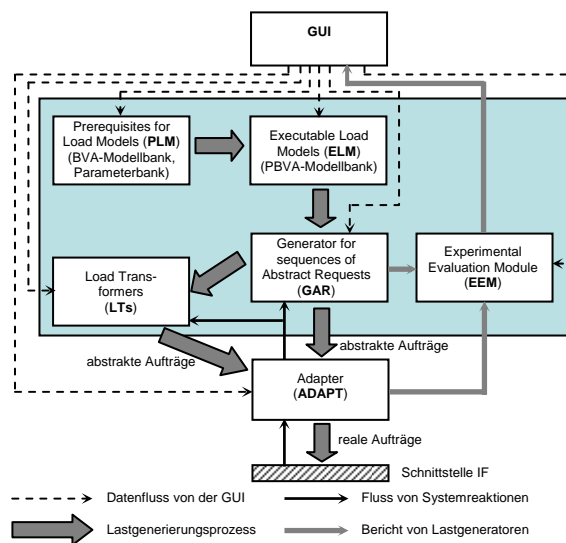


Abb. 2: Hauptkomponenten eines verallgemeinerten Lastgenerators *UniLoG* (Grobsicht der Architektur)

In diesem Kontext wurde in dem angegebenen Berichtszeitraum in [Kolesnikov 2007] ein Konzept zur Unterstützung von Blockierungszuständen im spezifizierten Benutzerverhaltensautomaten durch Berücksichtigung von Systemreaktionen entwickelt (vgl. Abb. 3) und im Rahmen einer (auf Departmentebene ausgezeichneten) Diplomarbeit in eine prototypische Realisierung des Lastgenerators *UniLoG* umgesetzt, die als wesentliches Merkmal die Vorbereitung und Erzeugung zu generierender UDP- und TCP-Auftragssequenzen mithilfe eines UDP- und eines TCP-Adapters in Echtzeit unterstützt. Im Rahmen von Experimenten für IP-basierte Netze unter Nutzung des neuen Lastgenerators *UniLoG* konnte aufgezeigt werden, dass sich zum einen die hohen Echtzeitanforderungen bei der Erzeugung realitätsnaher Lasten an den UDP- und TCP-Schnittstellen erfüllen lassen und zum anderen die angestrebten Leistungsanalysen und Verhaltensprognosen von Netzen mit deutlich reduziertem Aufwand gegenüber konventionellen Ansätzen erzielt werden können.

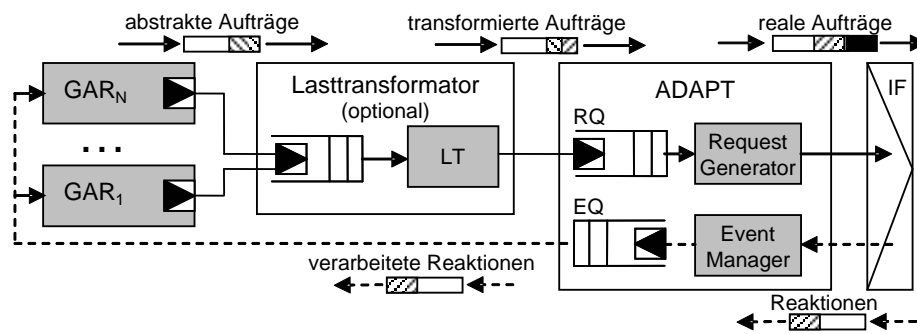


Abb. 3: Architektur eines echtzeitfähigen Lastgenerators *UniLoG* (aus [Kolesnikov 07])

Im Rahmen der (nahezu abgeschlossenen) Diplomarbeit von Herrn André Gahr wurde ein Adapter für den Web-Verkehr konzipiert und prototypisch realisiert worden, der es ermöglicht, reale Auftragssequenzen an einer HTTP-Schnittstelle mithilfe von *UniLoG* zu erzeugen. Dabei stellte die Abbildung von zunächst abstrakt in einem PBVA-Modell spezifizierten Aufträgen auf die entsprechenden realen HTTP-Aufträge aus einem vorhandenen Auftragspool (gewonnen z.B. anhand von Messungen) eine besondere Herausforderung dar. Die vollzogene Integration dieser sehr wünschenswerten Erweiterung in *UniLoG* sorgt für ein noch breiteres Anwendungsspektrum und damit höhere praktische Bedeutung des entwickelten Lastgenerierungswerkzeugs.

Des Weiteren wurde eine Diplomarbeit inzwischen weitestgehend abgeschlossen (Björn Broll), bei der es gelang, *UniLoG* in einem vollkommen anderen Kontext, nämlich der Lastspezifikation und -generierung für Datenbank- bzw. Informationssystemschnittstellen einzusetzen und zu untersuchen, welche Modifikationen der Lastbeschreibungstechnik und des Lastgenerators in diesem neuen Anwendungsumfeld erforderlich sind – neben der ganz offensichtlichen Erfordernis eines neuen Adapters für die neue Art der vorausgesetzten (Realsystem-) Schnittstelle. Die Diplomarbeit wurde in enger Kooperation mit der Firma IBM Deutschland Entwicklung GmbH (in Böblingen) durchgeführt. Die Arbeit führte, als einem hochehrreichen Teilresultat, zu einem erfolgreichen Patentantrag im Bereich „Prognose von Datenbanktransaktionen auf Basis von Lastmessungen in Datenbanken“.

Um die im vorliegenden Forschungsprojekt erarbeitete Lastbeschreibungstechnik - im Sinne der Einheit von Forschung und Lehre – auch für die fortgeschrittene Informatiklehre im Studienschwerpunkt „Rechnernetze und Telematik“ möglichst aufwandsarm und studierendengerecht einsetzen zu können, war im Rahmen des TeleMuM-Projektes die UniLoG-Teilkomponente *LoadSpec* als eLearning-Werkzeug entwickelt worden, das auch im Berichtszeitraum wiederum in der Lehre des Informatik-Hauptstudiums (u.a. in der Grundlagenvorlesung „Datenkommunikation und Rechnernetze“) seinen erfolgreichen Einsatz fand. *LoadSpec* gestattet den Studierenden, mittels einer komfortablen graphischen Bedienungsoberfläche, die Spezifikation und Parametrisierung von Lastmodellen in Form von *Benutzerverhaltensautomaten* (BVAs). *LoadSpec* befindet sich zur Zeit – gemeinsam mit anderen eLearning-Werkzeugen *LoadTrafo*, *InternetExplorativ* sowie *MedienExplorativ* aus dem TeleMuM-Projekt - nach Abschluss entsprechender Lizenzverträge an der *Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications* (ENST-INFRES), Paris, dem *Laboratoire de l'Informatique* (LIP6) der *Université P. et M. Curie*, Paris sowie an der *Universität Rostock* im Einsatz in der dortigen Informatiklehre.

b) Lasttransformation und ihre Invertierung

Lasten (als Sequenz von Aufträgen) werden in Kommunikations- und Rechensystemen bei ihrer systeminternen (Weiter-)Verarbeitung in der Regel in ihrer Art und in ihrem inhärenten Auftragsankunftsprozess beträchtlich verändert. Die Schritte, die durch die Systemkomponenten zur Verarbeitung eines Auftrages vorgenommen werden, beeinflussen somit die Last, welche auf nachfolgende Komponenten einwirkt. Dies gilt im Besonderen auch für Rechnernetze, in denen Vorgänge wie Fragmentierung, Verzögerung oder Auftragsverluste von Dateneinheiten (wie z.B. Datenpaketen oder Nachrichten) allgegenwärtig sind.

Die hierdurch hervorgerufene Veränderung der Lastcharakteristiken überführen in unserer Terminologie eine *Primärlast* in eine *Sekundärlast*, wobei dieser Vorgang als *Lasttransformation* bezeichnet wird. Neben der Transformation konkreter Auftragssequenzen befassen wir uns momentan insbesondere mit der Transformation markovscher Ankunftsprozesse, für die eine Vielzahl analytischer Bewertungsmethoden existieren. Die hierbei erzielten Resultate zeigen, dass mit Hilfe einer Transformation von stochastischen Prozess-

beschreibungen die zu modellierenden realen Transformationen mit hoher Genauigkeit nachgebildet werden können ohne die mathematische Handhabbarkeit einzubüßen. Die resultierenden Sekundärlasten konnten somit zur realitätsnahen Leistungsbewertung sowie zur Untersuchung von Lasteigenschaften verwendet werden. Diese Ergebnisse führten während des Berichtszeitraums zu mehreren Publikationen [Heckmüller Wolfinger 2007a, Heckmüller Wolfinger 2007b] bzw. Vorträgen [Wolfinger 2007].

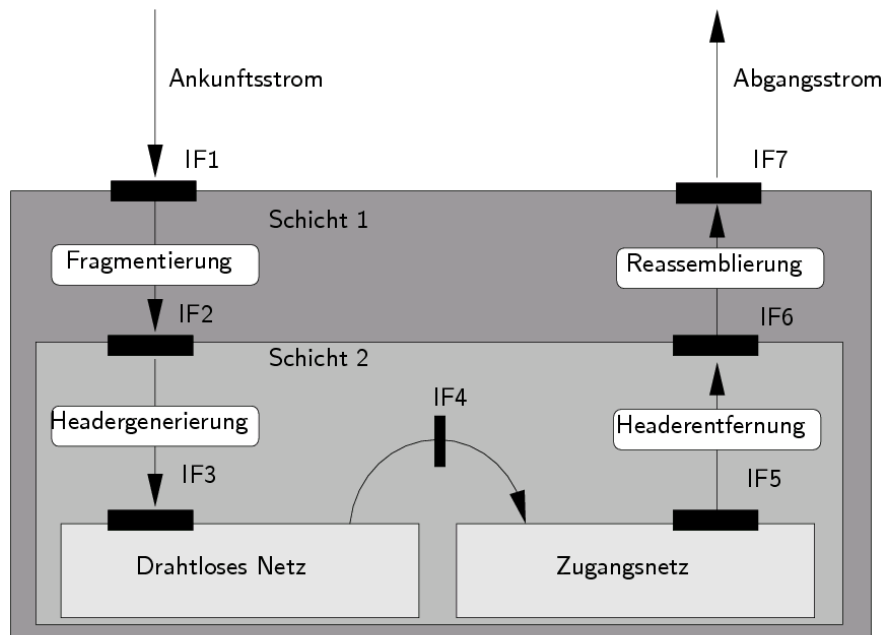


Abbildung 4: Modellierung des Übertragungsvorganges in drahtlosen Netzen als Folge von Lasttransformationen (IF: Interface/Schnittstelle)

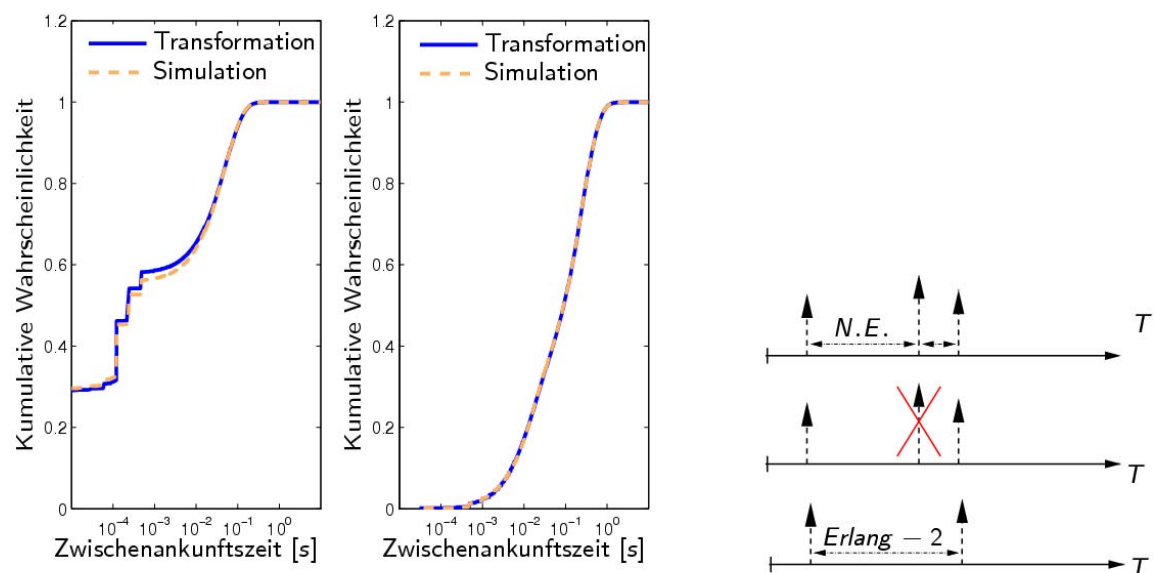


Abbildung 5: Bewertung des Modells zur Transformation der Zwischenankunftszeiten bei der Übertragung über ein drahtloses Netz: Vergleich mit Simulationsresultaten (links) und schematische Darstellung der zugrundeliegenden stochastischen Prozesse (rechts)

Darüber hinaus untersuchen wir verstärkt die Invertierbarkeit von Lasttransformationen, um so die Eigenschaften von Primärlasten rekonstruieren zu können. Im Berichtszeitraum konnten hier bereits einige vielversprechende Ergebnisse erzielt werden, mit deren Hilfe teilweise detaillierte Aussagen über nicht beobachtbare Primärlasten getroffen werden können.

c) Last- und Qualitätsmessungen bei Videokommunikation

Als Fortführung vorangegangener Untersuchungen in der Arbeitsgruppe TKRN wurde die neue Codierung gemäß H.264/AVC im Rahmen einer im Berichtszeitraum abgeschlossenen Arbeit weiter untersucht und die Ergebnisse publiziert [Kiritz 2007]. Dabei wurde der Einfluss verschiedener Robustheitstechniken auf die Bildqualität H.264/AVC kodierter Videoströme untersucht, bei denen simulierte Übertragungsverluste auftraten. Ziel dieser Untersuchung waren quantitative und qualitative Aussagen zur Fehlerrobustheit und Fehlertoleranz von Verfahren innerhalb der neuen Codiernorm. Diese sind sowohl für den Entwurf, die Konfigurierung und den Betrieb von Rechnernetzen relevant und sie lassen sich überdies nutzen zur Beurteilung der vom Benutzer solcher Codierungsstandards zu erwartenden Qualität bei Echtzeitvideokommunikation, z.B. im Rahmen von Bildtelefonaten oder Videokonferenzen. Bei dieser Arbeit handelt es sich um sowohl die Fortführung thematisch verwandter Untersuchungen mit älteren Kodierungsverfahren, als auch der vorgenannten Untersuchung zur Kompressionseffizienz. Auch hier wurde vermutet und bestätigt, dass durch die Weiterentwicklung der älteren Verfahren mit dem neuen eine bessere Zuverlässigkeit bei der Übertragung erreicht werden kann. Dazu wurde für ausgewählte Szenarien die Fehlerrobustheit untersucht mit dem Ziel, qualitative und quantitative Aussagen über die zu erwartende Bildqualität bei fehlerhafter Übertragung zu gewinnen. Als besonders interessant und fruchtbar erwies sich die Verwendung des neben dem PSNR neu entwickelten Verfahrens SSIM (Structural SIMilarity Index) zur Bewertung der Bildqualität. Die Ergebnisse der PSNR-Berechnungen wurden mit denjenigen entsprechender SSIM-Berechnungen verglichen. Dabei wurden kleinere Bitfehler, die dem Betrachter in der Regel kaum auffallen, physiologisch korrekter von SSIM auch schwächer bewertet als von PSNR. Generell scheinen die Ergebnisse mit SSIM eher dem Empfinden eines Betrachters von Videos zu entsprechen. Somit erscheint es sinnvoll, bei künftigen Untersuchungen neben dem PSNR oder auch an seiner Stelle SSIM zu berücksichtigen.

Schlagwörter:

Lastbeschreibung, formale; Lastmodellierung; Lastmessungen; Leistungs-/Verfügbarkeitsmessungen; Lasttransformation; MPEG-Codierung; Videokommunikation; „Traffic Engineering“

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Cong J.: Load Specification and Load Generation for Multimedia Traffic Load in Computer Networks, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2006, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 5, Shaker-Verlag, Aachen, 2006
- Cong J., Wolfinger B.E.: A Unified Load Generator Based on Formal Load Specification and Load Transformation, ValueTools 2006, First Intern. IEEE Conf. on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Pisa, October 2006
- Cong J., Kolesnikov A.: A Methodology for Load Generation Based on a Formal Load Specification Technique, 3. GI/ITG-Workshop MMBnet 2005, 8.-9. September Hamburg, 2005, pp. 71-82
- Gaitzsch M.: Benutzerorientierte Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten am Beispiel des Portals hamburg.de, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern CH, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2005")
- Gaitzsch M.: Benutzerorientierte Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
- Hadji L.: A Unified Load Generator for Geographically Distributed Generation of Network Traffic, International Master Thesis, Dept. of Computer Engineering, Dalarna University, Sweden & Computer Science Dept., University of Hamburg 2006
- Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Load Transformations of Markovian Arrival Processes, International Conference on "Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications" ASMTA 2007, Prag, June 2007 (a)
- Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Modellierung verlustinduzierender Lasttransformationen für markovsche Ankunftsprozesse, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 36-49 (b)
- Kolesnikov A.: Prototypische Realisierung eines echtzeitfähigen Lastgenerators für dienstintegrierende Netze, Informatiktage 2006, Bonn, Lecture Notes in Informatics (LNI), GI-Edition, 2006, 127-130
- Kolesnikov A.: Konzeption und Entwicklung eines echtzeitfähigen Lastgenerators für Multimedia-Verkehrsströme in IP-basierten Rechnernetzen, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 124-137
- Kiritz M.: Untersuchung der Fehlerrobustheit H.264/AVC-kodierter Videoströme bei simulierten Übertragungsverlusten, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 150-159
- Schwengel M.: Verteilte Lastgenerierung - Architekturen, Realisierungen und Fallstudien, VDM Verlag Dr. Müller, 2007

2.2.4 Funktionale Modellierung gemessenen Systemverhaltens von Rechensystemen und Kommunikationsnetzen

Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; externe Kooperationspartner: Baynat, Bruno, Dr., Begin, Thomas und Fdida, Serge, Prof. Dr. (alle drei : LIP6, Université P. et M. Curie, Paris) sowie Brandwajn, Alexandre (University of California, Santa Cruz, USA)

Laufzeit des Projekts:

seit Mai 2006

Projektbeschreibung:

Gegenwärtige Rechner- und Kommunikationssysteme zeichnen sich durch eine zunehmend hohe Komplexität aus wie sich u.a. am Beispiel der heutzutage häufig multiprozessorbasierten Rechnerarchitekturen oder des aktuellen Internet bzw. der Mobilnetze mit ihren zur Zeit (noch) exponentiell anwachsenden Benutzerzahlen zeigt. Auch verbergen heutige Rechner und besonders die globalen Rechnernetze ihre interne Struktur in der Regel vor ihren Benutzern. Bei einer derartigen „*Black Box*“-Sicht auf ein System wäre es vorteilhaft, wenn gute Approximationen für beobachtetes (z.B. gemessenes) Systemverhalten gefunden werden könnten, beispielsweise durch eine geeignete Kombination und Parametrisierung einer kleinen Menge elementarer Wartenetzmodelle.

Während des Forschungsaufenthaltes von Prof. Wolfinger am LIP6 (Mai/ Juni 2006) wurde ein derartiger, a priori bereits von LIP6-Wissenschaftlern verfolgter, Forschungsansatz aufgegriffen und weiterentwickelt. Insbesondere wurde eine Menge von Wartesystem- und Wartenetzmodellen (quasi als Modellbausteine) identifiziert, die sich – wie zahlreiche Experimente unterstrichen – gut eignen, um gemessenes Systemverhalten bei geeigneter Kombination der Modellbausteine und nach adäquater Parameterwahl der freien Modellparameter zu approximieren. Eine allgemein anwendbare Methode zur Auswahl, Kombination und Kalibrierung der Modellbausteine wurde entwickelt. Die Methodik konnte im Berichtszeitraum mit weiteren umfassenden Fallstudien (aus den Bereichen Rechnerarchitektur/Peripheriespeicher sowie Kommunikations-/Rechnernetze) vertieft validiert werden. Es konnte aufgezeigt werden, dass sich der Ansatz der Approximation gemessenen Systemverhaltens durch eine Kombination von a priori gewählten Modellbausteinen auch nutzbringend auf Szenarien anwenden lässt, bei denen neben dem beobachteten Systemverhalten partielle Kenntnis des Umgebungs-(Benutzer-)Verhaltens während des Messexperimentes vorliegt (sog. „*Grey Box*“-Sicht). Die Kenntnis des Umgebungsverhaltens kann dabei insbesondere die Last (als Sequenz der seitens der Umgebung generierten Aufträge) betreffen, z.B. könnten der Auftragsankunftsprozess oder die Attribute der generierten Aufträge (wie Längen von Paketen bei Datenübertragung) näherungsweise bekannt sein. Mit einer derartigen Lastkenntnis erhält die funktionale Modellierung eine Prognosefähigkeit (z.B. im Hinblick auf das zu erwartende Systemverhalten bei veränderter Systembelastung).

Die durchgeführten Forschungsarbeiten wurden im Berichtszeitraum im Rahmen mehrerer gemeinsamer Papiere bei zwei internationalen Konferenzen/Workshops und einer Zeitschrift veröffentlicht [Begin, Brandwajn, Baynat, Wolfinger, Fdida 2007 (a), (b) und (c)]; eine weitere Zeitschriftenpublikation wurde im Herbst 2007 eingereicht.

Schlagwörter:

Verhaltensmodellierung, Modellkonstruktion, Systemmessungen, „Black-Box“-Systeme

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: Towards an Automatic Modeling Tool for Observed System Behavior, European Performance Engineering Workshop EPEW 2007, Berlin, 27./28. September 2007 (a)

Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: High-level Approach to Modeling of Observed System Behavior, PERFORMANCE 2007, IFIP WG 7.3 Intern. Symp. on Computer Performance, Modeling, Measurements, and Evaluation, Köln, 2.-5. Okt. 2007 (b)

Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: High-level Approach to Modeling of Observed System Behavior, SIGMETRICS Performance Evaluation Review, Vol. 35, No. 3; Dez. 2007, 34-36 (c)

2.3 Parallelverarbeitung und Parallelprogrammierung

Lehmann, Martin, Dr. (Koordinator); Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.

Laufzeit des Gesamtvorhabens:

seit Januar 2004

*Projektbeschreibung:***a) (Geographisch) verteilte Lastgenerierung**

Im Berichtszeitraum wurden Werkzeuge zur geographisch verteilten Lastgenerierung (durch replizierte und von einem Zentralrechner in ihrer Lasterzeugung gesteuerte Lastgeneratoren) prototypisch realisiert und erfolgreich eingesetzt. Zwei funktionsfähige Prototypen liegen nunmehr vor: Eine Implementierung unter Windows [Hadji 2006] sowie eine JAVA-basierende Lösung [Schwengel 2007]. Die durch uns entwickelten verteilten Lastgenerierungswerkzeuge gestatten die Generierung von Hochlastsituationen, insbesondere bei irregulär vermaschten Kommunikationsnetzen, wie typischen Teilnetzen des globalen Internet, und bei WLANs (vgl. hierzu die verfeinerten Projektbeschreibungen bereits in den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.3). Parallelverarbeitung und Verteilung wurde einerseits aus Funktionalitätsgründen herangezogen, darüber hinaus jedoch auch um Engpässe bei Lastgenerierung zu vermeiden und Echtzeitanforderungen zu erfüllen.

b) Zuarbeit zum Projekt 'One Laptop Per Child'

In dem Projekt 'One Laptop Per Child' wird jedem Kind einer Schule ein tragbarer Kleinrechner zur Verfügung gestellt. Per Funk können Daten zwischen den einzelnen Rechnern übertragen werden. Jederzeit sollte es möglich sein, einem existierenden Funknetz beizutreten oder sich aus einem bestehenden Netz zu verabschieden. Ein Problem in solchen hochdynamischen Netzen bildet das Routing. Eine Technik ist das *Ad Hoc On Demand Distance Vector Routing*. Bei diesem Verfahren wird von einem Knoten KN ein Suchpaket nach dem Kommunikationspartner KP gestartet, das KN an alle seine Nachbarn sendet, diese senden wiederum nach dem Flutprinzip das Suchpaket an ihre Nachbarn weiter. Gleichzeitig merkt sich jeder Zwischenknoten in einem Routing-Cache die Herkunft dieses Suchpaketes von KN. Für die Rückantwort von KP ist so ein eindeutiger Weg nutzbar. Natürlich sind die Informationen in den jeweiligen Routing-Caches nach kurzer Zeit zu löschen. Herr Lennart Poettering wies in seiner Diplomarbeit mittels Simulation nach, dass obiges Verfahren durchaus in Ad-Hoc-Netzen mit mehr als 1000 Teilnehmern für die Verwaltung allgemeiner Dienste einsetzbar ist. Er beschränkte aber den Durchmesser der untersuchten Netze auf 5, was den Anforderungen im Projekt 'One Laptop Per Child' entspricht.

c) Parallele Speicherbereinigung

Programme objektorientierter Programmiersprachen legen die erzeugten Objekte auf einer Halde ab. Diese muss von Zeit zu Zeit von den nicht mehr zugreifbaren Objekten bereinigt werden. Damit entstehen unschöne Unterbrechungen der eigentlichen Arbeit. So wurden schon 1978 Ideen vorgetragen, wie man die Speicherbereinigung parallel zur Kernarbeit ausführen und so auch Programme mit "Garbage Collection" im Echtzeitbetrieb einsetzen kann. Dijkstra, Lamport, Martin, Scholten und Steffens veröffentlichten einen Artikel in C.ACM mit dem Titel: "On-the-Fly Garbage Collection: An Exercise in Cooperation." Inhalt dieses Artikels war ein Beweis, dass die Speicherbereinigung parallel zum laufenden Programm korrekt und effizient erfolgen kann. Der Schwerpunkt dieses Artikels lag auf der Einfachheit und Klarheit des Beweises und nicht auf der Verfahrenseffizienz. Die Ideen obiger Arbeit wurden genutzt, um inkrementelle Speicherbereinigungsverfahren für objektorientierte Programmiersprachen wie Smalltalk und Java zu realisieren. Unterstützt man die inkrementelle Arbeit durch die Einführung von Lebensaltern für Objekte, erhält man sehr effiziente Speicherbereiniger, die beinahe quasi-parallel zur Durchführung der eigentlichen Aufgabe ihre Arbeit verrichten. Es bietet sich nun an, den Gedanken des vollparallel agierenden Speicherbereinigerges wieder aufzugreifen. Nutzt man zur Programmnotation Threads und als Ausführungseinheiten Dual-Core- oder Quad-Core-Prozessoren, dann sollte es möglich sein, auch auf konventioneller Hardware leistungsfähige parallele Speicherbereiniger zu erstellen; Spezialbefehle wie *Read-Barrier*- oder *Write-Barrier*-Instruktionen sollten nicht mehr nötig sein. In einer Diplomarbeit wurde von Frau Zehra Yavuz der gegenwärtige Wissensstand im Bereich "Garbage Collection" aufgearbeitet.

d) Verteilte Identitäts- und Berechtigungsüberprüfungen

Das Internet bildet ein großes Reservoir für Informationen, korrekte, halbrichtige und falsche. Da die Bereitstellung verlässlicher Dienste mit hohem Aufwand verbunden ist, wird oft der Zugang zu ihnen überwacht. Von einem Nutzer einer geschützten Ressource wird erwartet, dass er zunächst seine Identität und anschließend seine Zugriffsberechtigung nachweist. Wegen des damit verbundenen Aufwands ist es sinnvoll, zumindest die Identitätsprüfung auszulagern, eventuell auch die Prüfung der Zugriffsberechtigungen. Zu diesem Zweck werden Föderationen von Anbietern und Nutzern innerhalb des Rahmenwerks Shibboleth installiert. Der Ablauf eines Zugriffes auf einen geschützten Dienst erfolgt dabei etwa wie folgt: Mittels eines Browsers möge ein Teilnehmer eine geschützte Ressource zum ersten Mal ansteuern. Die Ressource verweist den Teilnehmer auf einen Lokalisierungsdienst, der ihn seinerseits an seine Heimateinrichtung weiterleitet. Die Hei-

mateinrichtung, bei der der Teilnehmer eindeutig registriert sein muss, stellt ihm nun ein kurzfristiges Identitätszertifikat aus, dieses wird der Ressource präsentiert. Daraufhin wird die Zugriffsberechtigung geprüft, im positiven Fall wird der Zugang zur Ressource freigegeben. Bei einem weiteren Besuch der geschützten Ressource genügt die Präsentation des kürzlich ausgestellten Identitätszertifikats. Weiterhin genügt das Identitätszertifikat auch dem Nachweis der Teilnehmeridentität bei den der Föderation angeschlossenen Einrichtungen. Neben der kryptographischen Korrektheit der eingesetzten Verfahren muss auch darauf geachtet werden, dass Widerrufe für ausgestellte Zertifikate in einer verteilten Umgebung zeitnah erfolgen können. Herr Gregor Goldbach erläutert in seiner Diplomarbeit die Probleme der Einbindung von Zertifikaten in das verteilte Shibboleth-Rahmenwerk.

Schlagwörter:

Algorithmenparallelisierung; Lastausgleich; Parallelprogrammierung; Leistungs-/ Zuverlässigkeitserhöhung, Diensteverteilung, Ad-Hoc-Routing, verteilte Überprüfung von Berechtigungen

Publikationen aus dem Forschungsbereich:

- Goldbach G.: Die Ausstellung von Zertifikaten als Shibboleth-Dienst, Diplomarbeit, Department Informatik, Universität Hamburg 2007
 Hadji L.: A Unified Load Generator for Geographically Distributed Generation of Network Traffic, International Master Thesis, Dept. of Computer Engineering, Dalarna University, Sweden & Computer Science Dept., University of Hamburg 2006
 Poettering L.: Diensteverwaltung in Ad-Hoc-Netzwerken, Diplomarbeit, Department Informatik, Universität Hamburg 2007
 Schwengel M.: Verteilte Lastgenerierung - Architekturen, Realisierungen und Fallstudien, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
 Yavuz Z.: Garbage Collection, Diplomarbeit, Department Informatik, Universität Hamburg 2007

Drittmittelprojekte

2.4 DFG-Projekt LUPUS: Load Transformations and their Usage for Traffic Prediction and Understanding in Networks with Security Requirements

Heckmüller, Stephan, Dipl. Inform.; Heidtmann, Klaus-Dieter, Dr.; Kolesnikov, Andrey, Dipl. Inform.; Wolf, Jürgen, Dr.; Wolfinger, Bernd, Prof. Dr.; *externer Kooperationspartner*: Carle, Georg, Prof. Dr. (Uni Tübingen)

Laufzeit des Projektes:

11/2007 bis 10/2009

Projektbeschreibung:

Die realitätsnahe Modellierung und Vorhersage des Datenverkehrs in komplexen Rechnernetzen wie dem Internet ist derzeit nur ansatzweise und unter bestimmten Voraussetzungen möglich. Auch bei der Analyse von beobachtetem Internetverkehr zu Zwecken der Verkehrscharakterisierung und Erkennung von Anomalien sowie Fehlfunktionen und Angriffen – einem wichtigen Aspekt der Netzsicherheit – besteht akuter Forschungsbedarf.

Im Rahmen dieses Projektes sollen diese beiden Problemstellungen gemeinsam betrachtet werden, um neue Verfahren zur Modellierung und Analyse von Internetverkehr zu finden und zu untersuchen. Die geplanten Arbeiten im Bereich Verkehrsmodellierung konzentrieren sich auf den analytischen Lasttransformationsansatz, mit dem der für die Verkehrsanalyse wichtige Zusammenhang zwischen der durch die Anwendung auf geprägten Last und dem daraus resultierenden Verkehr auf tiefer liegenden Protokollschichten präzise beschreiben lässt. Die Projektaktivitäten im Bereich Verkehrsanalyse dienen dazu, realen Netzverkehr besser zu verstehen und wichtige Erkenntnisse für realitätsnahe Verkehrsmodellierungen zu gewinnen. Ein weiteres Ziel der Verkehrsanalyse ist es, durch Data-Mining, durch die Untersuchung von Paketinhalten und durch inverse Lasttransformation Rückschlüsse auf den aktuellen System- und Netzzustand sowie auf das Benutzerverhalten zu ziehen. Adaptive passive und aktive Verkehrsmessungen liefern die dafür benötigten Verkehrsmessdaten. Die neuen Verfahren des Projektes versprechen, wesentlich zur Verbesserung der Sicherheit, der Leistungsfähigkeit und des Managements von Rechnernetzen beizutragen.

Schlagwörter:

Lasttransformation, Verkehrs-/Lastmessungen, Traffic-Engineering, Angriffserkennung, Anomalieerkennung

Finanzierung:

Geldgeber:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Laufzeit der Förderung:	11/2007 bis 10/2009 (1. Förderabschnitt; Verlängerungsoption)
Sachmittel:	EUR 6000,--
Personalmittel:	1 BAT IIA-Stelle für 2 Jahre; 1440 h für student. Hilfskräfte

3. Publikationen und weitere Leistungen**Wissenschaftliche Publikationen im Berichtszeitraum**

- Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: High-level Approach to Modeling of Observed System Behavior, SIGMETRICS Performance Evaluation Review, Vol. 35, No. 3; Dez. 2007, 34-36
- Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: Towards an Automatic Modeling Tool for Observed System Behavior, European Performance Engineering Workshop EPEW 2007, Berlin, 27./28. September 2007
- Begin T., Brandwajn A., Baynat B., Wolfinger B.E., Fdida S.: High-level Approach to Modeling of Observed System Behavior, PERFORMANCE 2007, IFIP WG 7.3 Intern. Symp. on Computer Performance, Modeling, Measurements, and Evaluation, Köln, 2.-5. Okt. 2007
- Fey A.: Optimierung von TPC für Videokommunikation - Realisierung unter Linux, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
- Gaitzsch M.: Benutzerorientierte Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
- Gaitzsch M.: Benutzerorientierte Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten am Beispiel des Portals hamburg.de, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern CH, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2005")
- Heckmüller S.: Bereitstellung von Dienstgüte für aggregierte Multimediaströme in lokalen 'Broadcast'-Netzen, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern CH, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2006")
- Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Load Transformations of Markovian Arrival Processes, International Conference on "Analytical and Stochastic Modelling Techniques and Applications" ASMTA 2007, Prag, June 2007
- Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Modellierung verlustinduzierender Lasttransformationen für markovsche Ankunftsprozesse, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 36-49
- Kolesnikov A.: Konzeption und Entwicklung eines echtzeitfähigen Lastgenerators für Multimedia-Verkehrsströme in IP-basierten Rechnernetzen, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 124-137
- Kiritz M.: Untersuchung der Fehlerrobustheit H.264/AVC-kodierter Videoströme bei simulierten Übertragungsverlusten, MMBnet 2007, GI/ITG-Workshop, Hamburg, 13./14. September 2007, 150-159
- Schwengel M.: Verteilte Lastgenerierung - Architekturen, Realisierungen und Fallstudien, VDM Verlag Dr. Müller, 2007
- Wolf J.: Lastadaptive Betriebsmittelverwaltung und Dienstgütemanagement für verteilte Echtzeitanwendungen in lokalen und drahtlosen Netzen, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2007, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 6, Shaker-Verlag, Aachen, 2007
- Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen, 4. GI/ITG-Workshop MMBnet 2007, 13./14. September Hamburg, Bericht 281 des Department Informatik der Universität Hamburg, 2007, 161 S.

Wichtige Publikationen aus den vergangenen Jahren 2004-2006

- Cong J.: Load Specification and Load Generation for Multimedia Traffic Load in Computer Networks, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2006, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 5, Shaker-Verlag, Aachen, 2006
- Cong J., Wolfinger B.E.: A Unified Load Generator Based on Formal Load Specification and Load Transformation, ValueTools 2006, First Intern. IEEE Conf. on Performance Evaluation Methodologies and Tools, Pisa, October 2006
- Crispin T., Fiolka K., Fischer S., Heidtmann K.D., Hosseini M., Kolbe M., Malinka M., Nölting K., Parniani P., Röwe K., Tavangarian D., Wolfinger B.E.: Experimente zur verteilten synchronen Kooperation zwischen Studierenden unter Nutzung von WLANs, Workshop "Structured eLearning" im Rahmen der 3. Deutschen e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2005), 13. - 16. September, Rostock, 2005

- Fiolka K., Heidtmann K., Wolfinger B.: Ein eLearning -Werkzeug zur Videokommunikation über simulierte verlustbehaftete Netze, GI-Workshop "Elektronische Unterstützung der Präsenzlehre" im Rahmen der GI-Jahrestagung INFORMATIK 2004, Ulm, September 2004
- Gaitzsch M., Wolfinger B.E.: Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten am Beispiel des Portals hamburg.de, MMBnet 2005, s. Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrg.), 2005, pp. 13-25
- Gaitzsch M.: Benutzerorientierte Leistungs- und Verfügbarkeitsbewertung von Internetdiensten am Beispiel des Portals hamburg.de, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern CH, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2005")
- Harivelo F., Le Grand G., Anelli P., Wolf J., Wolfinger B.E.: Expedited Forwarding for WiFi, Proc. of 1st International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS), Mauritius, 2004
- Heckmüller S.: Bereitstellung von Dienstgüte für aggregierte Multimediaströme in lokalen ‚Broadcast‘-Netzen, GI/ITG-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" KiVS 2007, Bern, 26. Februar - 2. März 2007 (Award: "Best Diploma Thesis 2006")
- Scherpe C.: Emulation gekoppelter Rechnernetze mit lastabhängigem Verzögerungs- und Verlustverhalten - Architekturkonzepte, prototypische Realisierung und Fallstudien, Dissertation, Department Informatik, Universität Hamburg, 2006, erschienen in: Wolfinger B.E. (Hrsg.), Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze, Band 4, Shaker-Verlag, Aachen, 2006
- Wolf J., Burgard W., Burkhardt H.: Robust Vision-based Localization by Combining an Image Retrieval System with Monte Carlo Localization, IEEE Transactions on Robotics, 21, 2, 2005, pp. 208-216
- Wolf J., Heckmüller S., Wolfinger B.E.: Dynamic Resource Reservation and QoS Management in IEEE 802.11e Networks, International Symposium on Performance Evaluation of Computer and Telecommunication Systems (SPECTS), July 24-28, Philadelphia, PA, USA, 2005 pp. 149-161
- Wolfinger B.: 10 Jahre TKRN (Telekommunikation und Rechnernetze) – Zwischenbilanz 1996 bis 2006, FBI-Mitteilung No. 338, Dept. Informatik, Univ. Hamburg, 2006, 40 S.
- Wolfinger B.E., Heidtmann K. (Hrsg.): Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen, 3. GI/ITG-Workshop MMBnet 2005, 8.-9. September Hamburg, Bericht 263 des Fachbereichs Informatik der Universität Hamburg, 2005
- Wolfinger B.E., Wolf J., Le Grand G.: Improving Node Behaviour in a QoS Control Environment by Means of Load-dependent Resource Redistributions in LANs, Internat. Journal of Communication Systems, Wiley, Vol. 18, Issue 4, May 2005, pp. 373-394
- Zaddach M., Krämer N.A.: Resource Concurrency Effects within Bandwidth Restricted Shared Medium, IASTED Int. Conf. on Multimedia Systems and Applications (IMSA'04), Kauai, Hawaii, August 2004
- Ziviani A., Wolfinger B.E., de Rezende J.F., Duarte O.C.M.B., Fdida S.: Joint Adaption of QoS Schemes for MPEG Streams, Multimedia Tools and Applications Journal, Kluwer, Academic Publishers, Vol. 26, No. 1, May 2005, pp. 59-80

Begutachtungen und abgeschlossene Betreuungen am Department

Dissertationen

Doktorand/In	Gutachter	Thema	Datum
Jürgen Wolf	B. E. Wolfinger (Erstbetreuer), E. Jessen (TU München), D. Tavangarian (Uni Rostock)	Lastadaptive Betriebsmittelverwaltung und Dienstgütemanagement für verteilte Echtzeitanwendungen in lokalen und drahtlosen Netzen	Juli 2007

Diplomarbeiten

Diplomand/In	Gutachter	Thema	Datum
Gregor Goldbach	M. Lehmann, J. Posegga	Die Ausstellung von Zertifikaten als Shibboleth-Dienst	Dezember 2007
Andreas Kaerker	M. Lehmann, W. Hansmann	Die Burrows-Wheeler-Transformation: Untersuchungen zur Nachoptimierung auch im Hinblick auf die Bildkompression	Dezember 2007
Andrey Kolesnikov	B. E. Wolfinger, B. Page	Konzeption und Entwicklung eines echtzeitfähigen Lastgenerators für Multimedia-Verkehrsströme in IP-basierten Rechnernetzen	September 2007
Lennart Poettering	M. Lehmann, K. Kaiser	Dienstverwaltung in Ad-Hoc-Netzwerken	April 2007
Zehra Yavuz	M. Lehmann, L. Dreschler-F.	Garbage Collection	Mai 2007

Baccalaureats-/Studienarbeiten

Student/In	Gutachter	Thema	Datum
Helmut Haese	M. Lehmann	Entwurf eines Systems zur Qualitätssicherung in der Invasiven Angiologie,	Dezember 2007
Stephan Reinhardt	K.-D. Heidtmann	Entwicklung einer Simulation für Bediensysteme unter Java	Dezember 2007

Mit-Begutachtungen und abgeschlossene Mit-Betreuungen am Department*Diplomarbeiten*

Diplomand/In	Gutachter	Thema	Datum
Klaus Mitreiter	D. Moldt, M. Lehmann	Einbettung der grafischen Benutzungsschnittstelle von Renew in Eclipse	Dezember 2007

Begutachtungen und abgeschlossene Betreuungen außerhalb des Departments*Dissertationen*

DoktorandIn	Gutachter	Thema	Datum
Georges Nogueira (Université P. et M. Curie, Paris)	Gérard Hébuterne (INT - Institut National des Télécommunications, Evry, France), B. E. Wolfinger	Méthodes analytiques pour le dimensionnement des réseaux cellulaires	Dez. 2007

Wissenschaftliche Vorträge

S. Heckmüller :

- KiVS 2007, Bern, 27. Februar 2007: „Bereitstellung von Dienstgüte für aggregierte Multimediaströme in lokalen ‚Broadcast‘-Netzen“
- MobiPerform-Workshop, Bern, 1. März 2007: „Einsatz von Lasttransformationen zur Leistungsbewertung von verlustbehafteten Mobilnetzen“
- ASMTA 2007, Prag, 5. Juni 2007: “Load Transformations of Markovian Arrival Processes”
- MMBnet-Workshop, Hamburg, 13. September 2007: „Einsatz von Lasttransformationen zur Leistungsbewertung von verlustbehafteten Mobilnetzen“

A. Kolesnikov :

MMBnet-Workshop, Hamburg, 14. September 2007: „Konzeption und Entwicklung eines echtzeitfähigen Lastgenerators für Multimedia-Verkehrsströme in IP-basierten Rechnernetzen“

B. E. Wolfinger :

RWTH Aachen, Graduiertenkolleg “Software für mobile Kommunikationssysteme”, 25. April 2007: “Traffic Engineering and Performance Engineering for Multimedia Applications in the Internet and in Mobile Network”

4. Wichtige weitere Aktivitäten von Mitgliedern der Arbeitsgruppe**Mitarbeit in wissenschaftlichen außeruniversitären Gremien****(a) ‘Editorial Board’- Mitgliedschaften/ Herausgeberrtätigkeiten:**

Wolfinger, Bernd E.:

- International Journal of Communication Systems (J. Wiley), Mitglied Editorial Board
- Far East Journal of Electronics and Communications (Pushpa Publishing House), Mitglied Editorial Board
- Schriftenreihe Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt Telekommunikation und Rechnernetze (Shaker-Verlag), Herausgeber

(b) Mitgliedschaften in Programmkomitees, u.ä.:

Wolfinger, Bernd E.:

TPC-Mitglied *PDCN’07* (IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Networks, 13.2. - 15.2.2007 in Innsbruck, Austria)

TPC-Mitglied *KiVS 2007* (GI-Fachtagung "Kommunikation in Verteilten Systemen", 28.2. - 2.3.2005 in Bern)

TPC-Mitglied *EW 2007* (13th European Wireless Conference, 1.4. - 4.4.2007 in Paris, Frankreich)

TPC-Mitglied *PDPTA'07* (International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications, 25.6. - 28.6.2007 in Las Vegas, USA)

TPC-Mitglied *WOC'07* (IASTED International Conference on Wireless and Optical Communications, 30.5. - 1. 6.2007 in Montreal, Kanada)

TPC-Mitglied *DepCoS-RELCOMEX'07* (2nd Conference on Dependability of Computer Systems, 14.6. - 16.6.2007 in Szklarska Poreba, Polen)

TPC-Mitglied *ICOMP'07* (International Conference on Internet Computing, 25.6. - 28.6.2007 in Las Vegas, USA)

TPC-Mitglied *SPECTS'07* (International Symposium on Performance Evaluation of Computer and Telecommunication Systems, 16.7. - 18.7.2007 in San Diego, USA)

TPC-Mitglied *MMBnet'07* (4th GI/ITG-Workshop „Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen“, 13./14.9.2007 in Hamburg)

TPC-Mitglied *ISAT'07* (International Conference on "Information Systems Architecture and Technology", 20.9. - 21.9.2007 in Szklarska Poreba, Polen)

TPC-Mitglied *PerU 2007*, Workshop "Pervasive University" (im Rahmen der GI-Jahrestagung, 24.10. - 28.10.2007 in Bremen)

TPC-Mitglied *PDCN'08* (IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Networks, 12.-14.2.2008 in Innsbruck, Austria)

TPC-Mitglied *MMB 2008* (14th GI/ITG Conference on "Measurement, Modeling, and Evaluation of Computer and Communication Systems", 30.3. - 2.4.2008 in Dortmund).

sowie
GI-Vertrauensdozent Gesellschaft für Informatik (GI) .

Mitarbeit in universitären Gremien

Heidtmann, Klaus-Dieter:

Gemeinsame Kommission „Mathematik/Physik/Informatik“
TKRN-Sicherheitsbeauftragter
TKRN-Lehrplanungsbeauftragter

Lehmann, Martin:

Promotionsausschuss
Beauftragter des FB Informatik für die Verwaltung der Tutoren- und Student. Hilfskraftmittel

Wolfinger, Bernd:

Prüfungsausschuss (sowohl für Diplom- als auch für BSc/MSc-Studiengang)
Promotionsausschuss (Stellvertr. Vorsitzender)
Habilitationausschuss
Ausschuss zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
Ausschuss „Bestes Vordiplom“
Gemeinsame Kommission „Mathematik/Physik/Informatik“

Begutachtungstätigkeit

Heidtmann, Klaus:

Gutachter-/Refereetätigkeit für die Zeitschrift IEEE Transactions on Reliability, 2007
Gutachtertätigkeit für die Tagungen EW'07 (13th "European Wireless Conference") sowie Dep-CoS_RELCOMEX'08 (3rd Conference on "Dependability of Computer Systems").

Lehmann, Martin:

Gutachtertätigkeit für die Tagung EW'07 (13th "European Wireless Conference").

Wolfinger, Bernd:

Begutachtungen für die Zeitschrift Computer Communications Journal.
Gutachtertätigkeit (i) für die Konferenzen/Tagungen EW'07, SPECTS 2007, WOC'07, PerU 2007, MMBnet'07, MMB 2008, PDCN'08, DepCoS_RELCOMEX'08, etc als Mitglied des Programmkomitees (s.o.); sowie (ii) für die Konferenzen/Tagungen ARCS 2007 (GI/IFIP Internat. Conf. on "Architecture of Computing Systems") und WCNC 2007 (IEEE Wireless Communications and Networking Conf.) speziell als Reviewer.
Externer Gutachter im Promotionsverfahren von Herrn Dr. G. Nogueira (LIP6, Université Pierre et Marie Curie, Paris; Dez. 2007).

Kongressorganisation/-ausrichtung durch Mitglieder der Departmenteinrichtung

Wolfinger, Bernd E., Heidtmann, Klaus-D.:

MMBnet 2005 (3rd GI/ITG-Workshop „Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen“, 8./9.9.2005 in Hamburg) – Vorsitz Programmkomitee und Organisation

Wolfinger, Bernd :

WCSN 2006 (2nd Conference on Wireless Communication and Sensor Networks, 17.-19.12.2006 in Allahabad, Indien) – Mitglied im Technical Advisory Committee

Wolfinger, Bernd E., Heidtmann, Klaus-D.:

MMBnet 2007 (4th GI/ITG-Workshop „Leistungs-, Zuverlässigkeits- und Verlässlichkeitsbewertung von Kommunikationsnetzen und verteilten Systemen“, 13./14.9.2007 in Hamburg) – Vorsitz Programmkomitee und Organisation

Wolfinger, Bernd :

WCSN 2007 (3rd Conference on Wireless Communication and Sensor Networks, 13.-15.12.2007 in Allahabad, Indien) – Mitglied im Technical Advisory Committee.

Preisverleihungen an Mitglieder der Departmenteinrichtung

Gaitzsch, Martin:

- (1) MMB-Preis „Beste Diplomarbeit 2005“, GI/ITG-Fachgruppe „Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen (MMB)“: Preisverleihung bei MMB2006-Konferenz, Nürnberg, März 2006
- (2) KuVS-Preis, „Beste Diplomarbeit 2005“, GI/ITG-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme (KuVS)“: Preisverleihung bei KiVS2007-Konferenz, Bern, Febr. 2007

Heckmüller, Stephan:

KuVS-Preis, „Beste Diplomarbeit 2006“, GI/ITG-Fachgruppe „Kommunikation und Verteilte Systeme (KuVS)“: Preisverleihung bei KiVS2007-Konferenz, Bern, Febr. 2007

Wolf, Jürgen:

MMB-Preis „Beste Dissertation 2007“, GI/ITG-Fachgruppe „Messung, Modellierung und Bewertung von Rechensystemen (MMB)“: Preisverleihung bei MMB2008-Konferenz, Dortmund, April 2008

Längerfristige Forschungsaufenthalte im Ausland von Mitgliedern der Departmenteinrichtung

Wolfinger, Bernd :

LIP6, Université Pierre et Marie Curie, Paris; von 1. Mai 2006 bis 30. Juni 2006.