



Handout

Symposium

Echtzeitverhalten von
Datennetzen zur Audio-
und Videoübertragung

Termin:

7. November 2006

10:30 - 17:00 Uhr

Veranstaltungsort:

Institut für Rundfunktechnik

Floriansmühlstraße 60

80939 München

Haus 17 B - Auditorium

Referent: Dr. Peter Holleczeck, Uni Erlangen-Nürnberg, Sprecher der GI-Fachgruppe
Echtzeitsysteme

Thema: Tendenzen bei Datennetzen für Echtzeitanwendungen

Hohe Dienstqualität (Quality of Service, QoS), insbesondere Echtzeitfähigkeit mit geringem Jitter und geringem Delay, ist auf IP-Ebene mit den bisher bekannten Mitteln schwer zu erreichen. Bei AV-orientierten Übertragungen ist dort hohe Qualität dank geringem Jitters nur mit hohen Delays (z.B. bei Streaming) zu erkaufen. Die Tendenz bei internationalen Forschungsnetzen geht dahin, dass QoS-kritische Anwendungen sich wieder tieferer Ebenen im Sinne des ISO/OSI-Referenzmodells bedienen. Das können aus Gründen der Flexibilität alle gängigen Übertragungsmedien/-Schichtungen wie Gigabit-Ethernet, SDH, WDM oder Dark Fiber sein.

Darauf aufbauende verbindungsorientierte Dienste sichern den Anwendungen durch weitgehend exklusive Nutzung eine bedarfsgerechte Dienstqualität zu. Die Steuerung bzw. Zusammenschaltung aller Übertragungsmedien erfolgt aus den Anwendungen heraus oder über Bedienschnittstellen. Ziel ist auch ein Nachweis der geleisteten Dienstqualität.

Referent: Andreas Metz, Institut für Rundfunktechnik

Thema: Anforderungen aus den Anwendungen: Bandbreite, Delay, Jitter, Sicherheit

Eine Live-Sendung, wie zum Beispiel bei der Fußball Weltmeisterschaft, erfordert die Übertragung von Audio- und Videosignale in Echtzeit und in hoher Qualität über Datennetze.

Bei der Entwicklung von Datennetzen wurden ursprünglich die Anforderungen von Echtzeitanwendungen nicht berücksichtigt. Daher stellen die Audio- und Videoübertragung eine Herausforderung an nicht echtzeitfähige Kommunikationsnetze dar.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die besonderen Anforderungen, welche die Video- und Audiosignale an die Übertragungsnetze stellt. Im Einzelnen wird dabei der Bedarf an Bandbreite und die Auswirkungen von Laufzeiten erläutert. Nicht nur die absolute Laufzeit sondern vor allem deren Schwankung im Netz, der so genannte Jitter und dessen Effekte, wird dargestellt. Dies ist insbesondere kritisch, wenn Echtzeitanwendungen mit allen anderen Paketen, die unterwegs sind, konkurrieren müssen. Abschließend wird noch auf Sicherheitsaspekte eingegangen.

Referent: Ralf Kleineisel, DFN-Labor, RRZE Universität Erlangen-Nürnberg

Thema: Einfluss von Delay und Jitter bei Videokonferenzen

Das DFN-Labor am Regionalen Rechenzentrum (RRZE) der Universität Erlangen-Nürnberg machte mit Hilfe des selbstentwickelten aktiven IP One-Way-Delay Meßsystems HADES Messungen zum Einfluß von Delay und Jitter auf die Qualität von Videoströmen bei der Übertragung über IP.

Das Meßtool HADES wird im Vortrag „Zeitsynchrone Performance-Messungen auf IP / Ethernet-Ebene“ von Jochen Reinwand in diesem Symposium näher erläutert werden.

In dem hier vorgestellten Experiment wurde mit HADES das IP One-Way-Delay und Jitter eines Links zwischen zwei Routern im Labor gemessen. Gleichzeitig wurde über diese Verbindung ein H.323 Videostrom übertragen und am Ende dekodiert und angezeigt. Das IP Delay und Jitter auf der Strecke wurde mittels eines Delaygenerators künstlich in mehreren Schritten erhöht.

Es konnte ein klarer Zusammenhang zwischen höherem Jitter und der Dauer von Phasen mit Bildstillstand festgestellt werden. Auch die subjektive Beurteilung der Bildqualität der Videoübertragung durch einen menschlichen Beobachter zeigte diesen Zusammenhang. Jede Erhöhung des Jitters war mit einem Anstieg an Bildstillstandsphasen und einer schlechteren Beurteilung verbunden. Das Jitter wurde dabei so weit erhöht, daß die Qualität der Videoübertragung soweit abgenommen hatte, daß sie in der Praxis keinesfalls mehr tolerierbar wäre.

Die simulierten Werte für Jitter lagen in der gleichen Größenordnung wie sie vom DFN-Labor unter realen Bedingungen im Deutschen Wissenschaftsnetz G-WiN beobachtet wurden. Ursachen für hohes Jitter waren dort Leitungsstörungen und extrem hoch ausgelastete Kundenanschlüsse.

Referent: Carsten Gertzen, ARD-Sternpunkte

Thema: Beispiele aus dem TV-Bereich

Die zentrale Sendeabwicklung DasErste

Vorstellung der zentralen Sendeabwicklung DasErste
Interne Signalverarbeitung und Überwachung
Signalflussschema mit Laufzeitanalyse
Schnittstellen zu Datennetzen

Der ARD Fernseh-Sternpunkt

Vorstellung des ARD Fernseh-Sternpunktes
Interne Signalverarbeitung und Überwachung
Schnittstellen zu Datennetzen

Der UER/EBU-Sternpunkt

Vorstellung des UER/EBU-Sternpunktes
Interne Signalverarbeitung und Überwachung
Schnittstellen zu Datennetzen
Koppelung verschiedener Datennetze

Das ARD DVB-S Payout in Frankfurt am Main

Vorstellung des ARD DVB-S Playouts
Interne Signalverarbeitung und Überwachung
Signalflussschema mit Laufzeitanalyse
Schnittstellen zu Datennetzen

Referent: Jochen Reinwand, DFN-Labor, RRZE Universität Erlangen-Nürnberg

Thema: Zeitsynchrone Performance-Messungen auf IP / Ethernet-Ebene

Seit mehr als 12 Jahren besteht das DFN-Labor am Regionalen Rechenzentrum (RRZE) der Universität Erlangen-Nürnberg. Als Projekt des DFN-Vereins (Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V.) nimmt es vornehmlich Aufgaben im Bereich der Dienstgütebestimmung im Deutschen Wissenschaftsnetz wahr. Zudem ist das Labor an den Teilbereichen JRA1 (Joint Research Activity) und SA3 (Service Activity) des EU-Projektes GÉANT2 (Europäisches Forschungsnetz der siebten Generation) beteiligt, welches unterschiedliche Messmethoden zur Qualitätskontrolle in Netzwerken in einem Framework vereint und diese dann im Europäischen Wissenschaftsnetz einsetzt.

Das Labor hat - neben weiteren Mess- und Überwachungssystemen - ein System zur Ermittlung qualitätsrelevanter Daten wie One-Way Delay (Paketlaufzeit), One-Way Delay Variation („Jitter“) und Paket Loss (Paketverluste) entwickelt, basierend auf den Ansätzen der Working Group *IP Performance Metrics* der IETF (IPPM, <http://www.ietf.org/html.charters/ippm-charter.html>). Das System bekam den Namen *Hades*, wobei Hades für *Hades Active Delay Evaluation System* steht.

Eine Sendestation des Hades-Systems erzeugt Gruppen von UDP-Paketen (UDP: User Datagram Protocol) in konfigurierbaren Abständen, versieht jedes Paket mit einem aktuellen Zeitstempel und einer Sequenznummer und sendet es zu einer Empfangsstation. Diese wiederum bestimmt die aktuelle Empfangszeit und schreibt die gesammelten Daten in eine Datei. Daraus lassen sich One-Way Delay, Delay Variation und Paketverluste auf den einzelnen Messstrecken bestimmen. Von entscheidender Bedeutung ist die exakte Synchronisation der Uhren der eingesetzten Systeme. Diese wird mit Hilfe einer hochpräzisen Zeitquelle sichergestellt. Die Genauigkeit des hierbei eingesetzten GPS-Zeitsignals liegt bei ca. 7 ns. One-Way Delays im Deutschen Wissenschaftsnetz (X-WiN) liegen im Bereich von 10 ms.

Die Ergebnisse der Hades-Messungen helfen dabei, Störungen und Performance-Engpässe im Netzwerk aufzuspüren und zu analysieren. Im X-WiN wurden hierfür 46 Messrechner installiert, die vollvermaschte Messungen durchführen. Das Messnetz in Europa und in den USA hat derzeit einen Umfang von 24 Messrechnern.

Durch die zunehmende Verfügbarkeit von Weitverkehrsverbindungen, welche direkt auf Netzwerkebene (Layer-2) verbunden sind, steigt der Einsatz derartiger Verbindungen in Echtzeitanwendungen. So setzen zum Beispiel das deutsche VIOLA-Projekt (<http://www.viola-testbed.de/>) und das europäische MUPBED-Projekt (<http://www.ist-mupbed.org/>) SDH-Verbindungen ein, um Videodaten in Echtzeit zwischen verschiedenen Standorten zu übertragen. Demgegenüber setzten die IPPM-Messungen auf der Anwendungsebene (Layer-4) an. Zwar werden UDP-Pakete, die kaum einen Unterschied zu einem reinen IP-Paket (Internet Protocol; Layer-3) darstellen, genutzt, dennoch findet die Messung auf einer relativ hohen Schicht statt.

Um auch in Layer-2-Netzen möglichst exakte Messungen zu ermöglichen, wurde Hades im Rahmen einer Diplomarbeit um die Fähigkeit erweitert, Messungen auf dieser Schicht durchzuführen. Verschiedene Methoden wurden hierfür implementiert, getestet und miteinander und mit der herkömmlichen IPPM-Messmethode verglichen. Hierbei stellte sich heraus, dass die direkten Messungen auf Layer-2 eine deutlich höhere Genauigkeit zeigen, als die herkömmlichen Messungen auf Layer-4. Die gewonnenen Erkenntnisse haben auch Einfluss auf das Layer-4-Messverfahren, da sie weitergehende Optimierungsmöglichkeiten zeigen.

Mehr Informationen zur Arbeit des Labors, den entwickelten Systemen und den laufenden IPPM-Messungen sind unter <http://www.win-labor.dfn.de> zu finden.

Referent: Roger Heimann und Markus Berg, Institut für Rundfunktechnik

Thema: HYBNET

HYBNET (HYBrides diensteintegrierendes BreitbandübertragungsNETz) ist das Produktionsnetz der ARD und hat die Aufgabe alle Rundfunkdienste in einem Netz zusammenzufassen. In diesem Netz werden neben den Zuführungs- Austausch- und Verteilleitungen für das Fernsehen und den Hörfunk auch die Kommandoleitungen und das Sprach-CN geführt. Weiterhin dient es als Plattform für die Datendienste im Daten-CN der ARD.

Der Vortrag gibt eine kurze Übersicht über die Geschichte des HYBNET und erläutert die Infrastruktur des Netzes.

Es werden die Dienste vorgestellt, die im HYBNET laufen (Echtzeit Audio/Video, Filetransfer, Daten-CN etc.), deren Anforderungen an das Netz beschrieben und die realisierten Lösungen zur Erfüllung dieser rigiden Anforderungen erläutert.

Anhand von Beispielen werden Havarieszenarien für die Zuspiegelung von Programm-Material vorgestellt.

Der Vortrag schließt mit Erfahrungsberichten aus dem Betrieb des HYBNET. Der Fokus liegt hierbei besonders auf den Erfahrungen bezüglich der Einhaltung der Anforderungen der Rundfunkapplikationen.

Referent: Michael Gräve, Multimediazentrum RRZE Universität Erlangen-Nürnberg

Thema: Verteilte Interaktive TV-Produktion mit Uni-TV

Das Projekt Uni-TV startete 1999 mit dem Anspruch, eine Fernsehproduktion an räumlich weit entfernten Orten aber trotzdem arbeitsteilig und interaktiv zu ermöglichen. Anfangs störten noch Latenzzeiten bei der Übermittlung der Bildsignale die Interaktivität, denn die eingesetzten MPEG-2-Codecs wiesen in der Regel Verzögerungen (sog. Latenzzeiten) von einigen 100 Millisekunden auf. Für verteilte TV-Produktionen, mit weit abgesetzten Schnittstudios (bei Uni-TV z.B. zwischen Hörsaal Erlangen und IRT München) sind derartige Verzögerungen sehr hinderlich und erlauben keine spontanen Reaktionen.

Mit den bei Uni-TV heute verwendeten Wandlern werden Latenzzeiten von weit unter einer Millisekunde erreicht, die die Reaktionen nicht mehr behindern und eine ideale Basis für verteilte Produktionen darstellen. Die erreichte Qualität ist aber nur über Netze mit zugesicherten QoS-Eigenschaften möglich. Die für alle drei Kameras benötigte Datenrate beträgt dabei fast ein Gigabit pro Sekunde.

Mittlerweile sind etwa 150 (SD-)Produktionen erfolgreich abgeschlossen worden und der Ruf nach HD wird immer lauter ...

Referent: Hans-Martin Foisel, Deutsche Telekom Berlin

Thema: Design künftiger nationaler / internationaler Netze am Beispiel von VIOLA / MUPBED

Zukünftige Transportnetze werden einer Vielzahl von Anforderungen gerecht werden müssen, bezüglich ihrer Effektivität, Betrieb, Datentransport, ... aber auch hinsichtlich geänderter Kundenwünsche und neuer Applikationen - all dieses in einem sich rasch wandelnden internationalen Umfeld und stetig wachsender Kapazitätsanforderungen. An Beispielen aus den Testnetzen der Projekte MUPBED (www.ist-mupbed.eu) und VIOLA (www.viola-testbed.de) werden Lösungen dazu vorgestellt werden, mit den Schwerpunkten auf zeitnahes, flexibles Reagieren auf Kundenanfragen (On-Demand Services), Interoperabilität zwischen Netzebenen oder Netzdomänen, und Lösungen für Echtzeitanwendungen.

Referent: Susanne Naegele-Jackson, RRZE/Universität Erlangen-Nürnberg

Thema: Performance-Messungen über die Testbeds MUPBED und VIOLA bei Videoanwendungen mit hohen Bitraten

Das optische Testbed VIOLA (Vertically Integrated Optical Testbed for Large Applications) im Raum Nordrhein-Westfalen (<http://www.viola-testbed.de/>) und das europäische Testbed MUPBED (Multi-Partner European Testbeds for Research Networking) <http://www.ist-mupbed.eu> bieten beide die Möglichkeit, Anwendungen mit hohen Bitraten und hohen Quality of Service Anforderungen (QoS) über Layer 2 Pfade zu übertragen. VIOLA startete im Juli 2004 mit den Zielen, zukünftige Netzwerkkonstrukturen und Netzkomponenten zu untersuchen und dabei neue Netztechniken mit Anwendungsprojekten zu integrieren. MUPBED ist ein von der EU gefördertes Projekt mit dem speziellen Fokus auf „Testbeds for Research Networking“. MUPBED ist Teil des 6. Rahmenprogramms und setzt sich aus einem Konsortium von Partnern aus 8 europäischen Ländern zusammen. Das Testbed basiert auf den neuesten ASON/GMPLS (Automatically Switched Optical Networks/Generalized Multi-Protocol Label Switching) Technologien.

Dieser Vortrag stellt mehrere Layer 2 und Layer 3 Messungen vor, die mit dem vom DFN-Labor an der Universität Erlangen entwickelten *Hades* System (Hades Active Delay Evaluation System) sowohl über das VIOLA als auch das MUPBED Testbed durchgeführt wurden. Gemessen wurden dabei v.a. One-Way Delay und One-Way Delay Variation („Jitter“) basierend auf den Ansätzen der Working Group *IP Performance Metrics* der IETF (*IPPM*; <http://www.ietf.org/html.charters/ippm-charter.html>). Die Performanz-Messungen beinhalteten auch Tests mit dem Einsatz von unkomprimiertem SDI (Serial Digital Interface) Video mit einer Datenrate von 270 Megabit/s (Payload) über Gigabit-Ethernet Schnittstellen.

Die Messungen zeigten, dass für Anwendungen mit hohen Quality of Service Anforderungen Übertragungen über Layer 2 vorteilhafter als Übertragungen über Layer 3 sind, da die Variationen des One-Way Delays über Layer 2 Verbindungen auch bei hohen Bitraten wesentlich geringer bleiben. Layer 3 Übertragungen zeigten hingegen immer wieder hohe Delay Spitzenwerte, die bereits bei normalem Netzverkehr auftraten, ohne dass eine besondere Belastung durch unkomprimiertes SDI Video gegeben war.