

Dienste & Protokolle:
Einflüsse von Multimedia auf Dienste &
Protokolle

M. Ochsendorf T. Nehmer

WS 1999/2000 FH-Furtwangen

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung: Was ist Multimedia	3
1.1 Multimedia-Klassifizierung	3
2 Anforderungen	4
2.1 Kapazitätsanforderungen	4
2.2 Qualitätsanforderungen	4
2.2.1 Sicherheit	4
2.2.2 QoS - Quality of Service	4
2.2.3 AMTP	4
3 Klassische Lösungsansätze	6
3.1 Unicast	6
3.2 Broadcast	7
3.3 Beispiel Internet-Radio	7
4 Neue Dienste & Protokolle	8
4.1 Multicast-Ansätze mit IPv4	8
4.1.1 Multicast-Kommunikation	8
4.1.2 Aufbau von Multicast-Rahmen	8
4.1.3 IGMP	9
4.1.4 MOSPF	9
4.1.5 DVMRP	9
4.1.6 PIM	10
4.2 ATM	10
4.3 IPv6	10
4.4 Bandbreitenzusicherung	11
4.4.1 RSVP	11
4.4.2 ATM	11
4.4.3 Kodierungsverfahren	11
4.4.4 Reduzierung der Datenrate	12
5 Effiziente Gruppenkommunikation	13
6 Ausblick	14
6.1 Beispiele für Multimediaanwendungen	14

1 Einführung: Was ist Multimedia

Multimedia-Informationen bestehen zum einen aus *kontinuierlichen Daten* (Video & Audio), zum anderen aus *diskreten Bestandteilen* wie Texten oder Graphiken.

1.1 Multimedia-Klassifizierung

Die Anforderungen an Multimediadienste lassen sich nach der in ITU-T Recommendation I. 350 *General Aspects of QoS and Network Performance in digital Network* (March 1993) angegebenen Einteilung von Bandbreiten-Kommunikationsdiensten in nachfolgend aufgeführte Dienstklassen klassifizieren:

- **Interaktive Dienste**

Diese Dienste erlauben dem Anwender den Empfang und die Darstellung der Informationen zu kontrollieren:

- *Conversation Services*
Echtzeit-Anforderung (*Isochronität*)
kein Zwischenspeichern der Informationen
Beispiel: Videokonferenzen oder Videotelefonie
- *Messaging Services*
Nachrichtenvermittlungsdienste
Zwischenspeichern der Informationen
Beispiel: Multimedia-Mail oder White-Boarding
- *Retrieval Services*
Anfragedienste an eine öffentliche Informationsdienste (jederzeit)
Beispiel: Teleshopping oder medizinische Bildübertragung

- **Verteilungsdienste**

- *ohne Kontrolle* durch den Empfänger:
unidirektionale Dienste wie Funk & Fernsehen oder Video
- *mit Kontrolle*:
Tele-Learning oder Distance-Learning, Video-on-Demand

2 Anforderungen

2.1 Kapaziätsanforderungen

Um die Kapazitätsanforderungen, die bei Multimediadiensten sehr hoch sind, erfüllen zu können, sind an das Übertragungsmedium hohe Anforderungen gestellt. Gängige Übertragungsmedien, die diese Bandbreiten bereitstellen sind: Kupfer, Glasfaser, Radiowellen oder Satellitenkommunikation. Multimediadaten werden normalerweise als Multicast-Verkehr verschickt, aber es ist generell auch möglich ihn als Unicast oder Broadcast zu versenden. Näheres finden Sie im Abschnitt *Lösungsansätze* auf Seite 6.

2.2 Qualitätsanforderungen

2.2.1 Sicherheit

Authentizität Gewährleistung der Echtheit der empfangenen Daten.

Verschlüsselung Gewährleistung der Vertraulichkeit der empfangenen Daten.

2.2.2 QoS - Quality of Service

mögliche Parameter, die QoS beschreiben können:

- in keiner Weise abhängig von unterliegenden Netzen
- geforderte Datenrate/Bandbreite
- Echtzeitanforderungen (Isochronität)
- Übertragungsverzögerung
- Verlust von Datenpaketen
- Übertragungsverzögerung und Datenverlust wird als Toleranzfaktor bezeichnet.

Falls möglich, wird die Qualitätsanforderungen beim Verbindungsaufbau zwischen den beteiligten Kommunikationsinstanzen und den Dienstbringern verhandelt. Man nennt dies eine *flexible Protokollarchitektur*, die während dem Verbindungsaufbau entsprechend den geforderten Anforderungen konfiguriert werden kann.

2.2.3 AMTP

OSI-Transportsysteme stellen ausser dem AMTP (Adaptive Multicast Transfer Protocol) keine Mechanismen zu Überwachung und Bereitstellung der geforderten QoS bereit.

Definition 2.1 (adaptive Systeme) Systeme, die im laufenden Betrieb eine Neukonfiguration der definierten QoS ermöglichen, werden als adaptive Systeme bezeichnet.

Dienst, der die Überwachung der QoS vorsieht und durch den Einsatz von einer der Telefonie nachempfundenen *Call-Blocking-Strategie* die Beeinträchtigung weiterer aktiver Verbindungen minimiert.

AMTP ist ein Protokoll, das nicht auf eine bestimmte Einsatzumgebung spezifiziert ist, sondern aufgrund seiner Konfigurierbarkeit sowohl oberhalb unterschiedlicher *ATM-AALs*, Netzwerkarchitekturen (im LAN-Bereich), oder oberhalb von Internetprotokollen wie IP eingesetzt werden kann.

AMTP-Bestandteile:

- *Multicast-Dienste* für den WAN-Bereich:
Dienste für Punkt-zu-Punkt- und Mehrpunkt-Verbindungen. (verbindungslos, verbindungsorientiert oder transaktionsorientiert)
- adaptiver fensterbasierter Flusskontrollmechanismus
- Datenwiederholungs-Strategien (redundante Wiederholungen, router-basierte Neuübertragung)

Da es den Endteilnehmern nicht zumutbar ist, sämtliche Parameter für ihre geforderten Anforderungen zu spezifizieren, ist das erste Muss bei der Realisierung multimedialer Kommunikation eine geeignete Benutzerschnittstelle.

Die Qualitätsanforderungen werden ausführlich in *From Best Effort to Enhanced QoS (ISO / IEC N 827)* beschrieben.

3 Klassische Lösungsansätze

3.1 Unicast

Die erste Möglichkeit Multimedia-Daten an die einzelnen Empfänger zu schicken, ist die Daten als **Unicast-Verkehr (Punkt-zu-Punkt-Verbindung)** vom Server (Videosever beispielsweise) zum Client zu übertragen. Das heißt es wird für jeden Rechner, der Multimediadaten erhalten möchte, eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung aufgebaut, durch die die Daten durch das Netz geleitet werden.

Der Vorteil der einfachen Implementierung von Unicast bei Multimedia kommt nur dann zum tragen, wenn die Anzahl der Gruppenmitglieder nicht sehr gross ist.

Nachteile:

- enorme Datenmengen, da ein und die selben Daten n-mal vom Server zu den n-Empfängern geschickt werden.
- Flaschenhals:
Der Netzabschnitt zwischen Server bis zum Endrouter stellt den Flaschenhals der Multimedia-Kommunikation dar.

Anforderungen an Dienste & Protokolle:

- enorme Datenmengen
- Der Server muss alle Empfänger der Multimediadaten in Tabellen verwalten.
- langsame Konvergenz bei sich ändernden Multimedia-Teilnehmern

Routing-Methoden im Unicast-Verkehr:

- *OSPF (Open Shortest Path First):*
OSPF gehört zu den Interior-Gateway-Protokollen, die die Kommunikation innerhalb eines **Autonomen Systems (AS)**, das heißt ein Subnetz das nach bestimmten Administrationsregeln (DNS-Einträge, Routing-Einträgen oder Subnetzmaske) verwaltet wird, regeln.

OSPF nutzt das *Link-State-Verfahren* um die Netzknoteninformationen aktuell zu halten und allen Router im Netz zugänglich zu machen.

Definition 3.1 (Link-State-Routing) Router reichen Informationen über ihre Nachbarknoten an alle Router im Netz.

- *RIP (Routing Information Protocol)*
RIP gehört ebenfalls zu den Interior-Gateway-Protokollen.
RIP nutzt das *Distance-Vector-Verfahren* um die Netzknoteninformationen aktuell zu halten und allen Router im Netz zugänglich zu machen.

Definition 3.2 (Distance-Vector-Routing) Router reichen ganze Tabellen mit allen erreichbaren Netzen an alle Nachbar-Router. (schneller & effizienter als Link-State)

3.2 Broadcast

Die zweite Möglichkeit Multimediate Daten zu versenden, besteht darin, die Daten als Broadcast-Verkehr, d.h. mit Hilfe einer Punkt-zu-Allen-Verbindung, an alle Rechner im Subnetz zu schicken (Data-Link-Layer). Eine *Broadcast-Domäne* wird durch Router begrenzt, die die Grenzen eines LAN-Segments darstellen.

Nachteil bei Broadcasting ist der riesiger Datenaufwand:

Die Daten gehen an **alle** Rechner im Subnetz, das heißt auch Rechner die keine Multimedia-Daten beansprucht haben, müssen die Daten verarbeiten und werden solange blockiert. (CPU-Last ist bei allen Rechnern enorm hoch)

Anforderungen an Dienste & Protokolle:

- Der Server muss keine Adressen seiner Empfänger kennen.
- Realisiert auf Data-Link-Ebene
- sollen mehrere Broadcast-Domänen erreicht werden, so müssen Techniken höherer Ebenen genutzt werden (Bridges oder Router).

3.3 Beispiel Internet-Radio

Der wohl erste Multimedia-Versuch im Internet war die Einführung des Realplayers, der eine Unicast-Verbindung für jeden Teilnehmer öffnet. Die benötigte Bandbreite wird durch Datenkompression verringert, so daß ein Datenstrom mit 24 kBit/s bereits akzeptable Ergebnisse liefert. In kleinem Rahmen ist diese Technik sehr gut realisierbar und arbeitet auch heute noch ohne grössere Probleme. Beispielsweise wird das FH-Radio "GLF" mit dieser Technik verbreitet.

4 Neue Dienste & Protokolle

Aus den Defiziten der bereits vorhandenen Mittel resultierten folgende neuen Lösungen:

4.1 Multicast-Ansätze mit IPv4

Da Multimediadaten enorme Anforderungen an die Bandbreite und somit an die Netztopologien stellen, die die Daten zwischen den Kommunikationspartnern übermitteln, müssen Protokolle bereitgestellt werden, die die Multimediadaten vom Sender bis zum Router des Empfangsnetzes (bis zu den *Gebäuderouter*) als **Unicastverkehr** durch das Netz schaufeln. Erst der Router **flutet** danach die Daten an alle Hosts (wie es bei allen modernen Multicast-Routing-Protokollen der Fall ist).

Heute ist es sinnvoll, den Datenstrom als **Multicast-Verkehr** gezielt an die gewünschten Empfänger zu schicken.

4.1.1 Multicast-Kommunikation

Es gibt drei Parameter, die der Network-Layer definieren muss, um Multicast-Kommunikation zu gewährleisten:

- *Aufbau von Multicast-Rahmen:*
Für die Adressierung von Multicast-Traffic wurde die neue Adress-Klasse D reserviert. Es wird der gewöhnliche IPv4 Rahmen verwendet.
- *Dynamische Registrierung von Multicast-Mitgliedern:*
Die dynamische Registrierung ist in RFC 1112 beschrieben. RFC 1112 definiert das Protokoll *IGMP - Internet Group Message Protocol*.
- *Multicast-Routing:*
Es gibt folgende Standards, die IP-Multicast-Verkehr routen können:
 - RFC 1584 MOSPF:
Multicast extensions for Open Shortest Path First.
 - RFC 1075 DVMRP:
Distance Vector Multicast Routing Protocol
 - PIM (Protocol Independent Multicast)

IP-Multicast (IPmc) stellt Mittel (IGMP-Internet Group Message Protocol und diverse Routing-Methoden) zur Verfügung, um mehreren Zielen Datenverkehr mit hohem Bandbreitenbedarf zuzustellen.

4.1.2 Aufbau von Multicast-Rahmen

Multicast-Rahmen beginnen Binär mit 1110, das heißt sie sind im Adressraum Klasse D zusammengefasst, die zwischen 224.0.0.0 und 239.255.255.255 (IPV4) liegen.

Server → Multicast-Rahmen → Netzwerk

Multicastrahmen-Aufbau:

1. MAC-Ziel-Adresse (Layer 2, 6 Byte lang)
Die ersten 3 Byte der MAC-Ziel-Adresse beginnt immer mit **01-00-5e** und die restlichen 3 Byte setzen sich aus den 3 rechten Bytes der Protokoll-Ziel-Adresse zusammen.
Zweck: Mapping von L3-IPmc-Adresse zu L2-MAC-Adresse.
2. Protokoll-Ziel-Adresse (Layer 3)

Beispiel:

Multicast-Rahmen an die IP-Adresse 224.10.10.1

MAC-Ziel-Adresse: **01-00-5e-10-10-1**

Protokoll-Ziel-Adresse: **224.10.10.1**

Die Reichweite des Multicast-Streams wird durch *TTL - Time to Livefield (Hopcount)* von *IP* beschränkt.

4.1.3 IGMP

IGMP ist dabei für die An & Abmeldung von Hosts bei Multimediasgruppen verantwortlich.

Will ein Host sich Multimedia-Daten vom Server zusenden lassen, so muß er sich beim Server anmelden. Den Anmelde.- und Abmeldevorgang übernimmt *IGMP*:

Anmelden: **IGMP-Join** Nachricht an Server

Abmelden: **IGMP-Leave** Nachricht an Server

Der Server trägt die Empfänger in entsprechende Multimediasgruppen ein.

Voraussetzung: IGMP muss auf allen Server, Router und Hosts implementiert sein.

4.1.4 MOSPF

Diese Methode wird wegen ihrer Instabilität und der Abhängigkeit an OSPF kaum mehr eingesetzt.

4.1.5 DVMRP

DVMRP benutzt einen Technik, die als *Reserve Path Forwarding* bezeichnet ist. Wenn ein Router DVMRP-Pakete empfängt, **flutet** er das Paket aus allen Ports. Dadurch wird der Datenstrom in allen angeschlossenen LAN-Segmente erreicht. Wenn es keine Gruppenmitglieder in einem LAN-Segment gibt, sendet der entsprechende Router eine *prune back-Methode (Zurückschneiden der Anfrage)* zurück, damit nicht weitere Daten unnötig an dieses LAN-Segment geschickt werden. Dieses Fluten mit ggf. anschließendem Zurückschneiden wird alle 60 Sekunden wiederholt.

DVMRP implementiert sein eigenes Unicast-Protokoll. Es hat große Ähnlichkeit mit RIP und basiert ausschliesslich auf den Hopcount (TTL-Feld) auf.

Diese Vorgehensweise mit Reserve-Path-Forwarding und Prune-back wird auch von *PIM - Dense Mode* implementiert.

4.1.6 PIM

PIM ist ein Protokoll das unabhängig von dem verwendeten Unicast-Routing-Protokoll (siehe Kapitel 3.1 auf Seite 6) arbeitet, d.h. das mit allen Routing-Protokollen zusammenarbeiten kann. Diese Unabhängigkeit von der Netzwerkar-chitektur ist ein entscheidendes Kriterium für den Einsatz von PIM-Routing-Methoden. Es gibt zwei Arten von PIM, die sich in der Menge der unterstützten Teilnehmer unterscheiden:

- **PIM - Dense Mode:**
Dieses Protokoll arbeitet in der gleichen Weise wie das DVRMP. Es ist für viele Multicast-Teilnehmer geeignet.
- **PIM - Sparse Mode:**
Bei diesem Protokoll, das für wenige Teilnehmer ausgelegt ist, wird nicht der Traffic von allen Routern geflutet, sondern es werden Daten solange als Unicast versendet, bis sie beim letzten Router angekommen sind. Diese Router dienen als *Treffpunkt Router* oder *Rendezvous Point* für eingehende Multimediate Daten. Ab hier werden die Daten gezielt an die Ausgänge weitergeleitet, von denen eine IGMP-Join-Anfrage gekommen ist.

4.2 ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode) ist eine Weiterentwicklung des Breitband-ISDN. Da es eine komplette Neuentwicklung ist, stellt alle ATM für Multimedia-Dienste notwendigen Mittel zur Verfügung. ATM ist auf den OSI-Schichten zwei, drei und vier angesiedelt und damit ein sehr vielseitiges Protokoll. Im Zusammenhang mit Multimedia unterstützt ATM von Grund auf Multicasting und die Zusicherung einer dedizierten Bandbreite.

4.3 IPv6

IP Version 6 ist die Neuauflage des heute verwendeten IP Version 4¹. Hauptgrund für dieses neue Protokoll ist die Tatsache, daß sich die Struktur des Internets seit der Entwicklung des IP grundlegend geändert hat. Wohl wichtigste Neuerung sind die 128-Bit Adressen, die den momentanen Adressengpass beseitigen. IPv6 bietet alle notwendigen Mechanismen für Multimediaanwendungen: Multicasting, Verschlüsselung, Authentifizierung und QoS.

Die Migration zum IPv6 hat bereits begonnen. Das jetzige v6-Netz, 6Bone genannt, ist ein Virtuelles LAN, daß aus vielen Inseln im Internet besteht. Diese sind untereinander über die Tunnel-Technik verbunden.

¹Version 5 war ein experimentelles Protokoll, dessen Weiterentwicklung eingestellt wurde.

4.4 Bandbreitenzusicherung

4.4.1 RSVP

RSVP Resource Reservation Protocol ist ein proprietäres Protokoll von Cisco das die geforderten Bandbreite zwischen Clients und Servern garantiert (*Empfängerorientierte Reservation*).

RSVP ist auf Schicht 3 des OSI-Modells angesiedelt. Es ist unabhängig von den Routing-Systemen zwischen Servern und Clients, da es einen eigenen Routingalgorithmus implementiert hat. Die Kommunikation regeln *path requests* des Senders zu den Empfängern, die Empfänger schicken *reservation requests* zum Sender zurück. Da RSVP das „Soft State“-Konzept realisiert, werden diese Requests periodisch wiederholt. Soll eine Session zwischen Client und dem Anwendungsserver zustande kommen, speichern die Router den Pfad und die wichtigen Daten der Session (*Session-ID* und *Reservation-ID*) in Tabellen ein. Sieht sich ein Router nicht in der Lage eine geforderte Bandbreite garantieren zu können, versucht RSVP einen anderen Weg zu finden, gibt es keinen wird die RSVP-Anforderung des Client abgelehnt.

4.4.2 ATM

Der *Adaption Layer (AAL)* vom *ATM* ist für die Umsetzung der Informationen von höheren Schichten in das Zellformat zuständig. Die angebotenen Dienste können eine feste Bandbreite haben. Der AAL wird in Klassen eingeteilt, wobei Dienste der *Klasse A* Bandbreite garantieren. Dienste dieser Klasse haben zusätzlich noch die *Isochronität* garantiert. Die folgende Grafik zeigt die Klassifikation der ATM-Dienste:

Class A	Class B	Class C	Class D
Time relation required		Time relation not required	
Constant Bitrate		Variable Bitrate	
Connection Oriented			Connectionless

4.4.3 Kodierungsverfahren

Sprachdaten sind ein möglicher Bestandteil von Multimediadokumenten. Die zugrundeliegende Signale sind zeit- und wertkontinuierlich. Solche Daten müssen durch entsprechende Digitalisierungs- bzw. Codierungsverfahren (*PCM Pulse Code Modulation*) in diskrete Bereiche überführt werden.

Dem Signal wird dabei in regelmäßigen Zeitabschnitten Abtastwerte (*Samples*) entnommen. Diese werden anschließend einer *Quantisierung* unterzogen und somit einem **diskreten Wert** zugeordnet.

Falls diese Werte danach noch binär codiert werden, so spricht man von *Pulse Code Modulation (PCM)*. Je höher die Quantisierungsstufen sind, desto besser ist die Güte der Codierung.

(Minimierung der Quantisierungsgeräusche)

Bei der digitalen Telefonie wird ein Abtastrate von 8 kHz mit einer 8 Bit Quantisierungsstufe eingesetzt. Dies entspricht einer Datenrate von 64 kBit/s.

4.4.4 Reduzierung der Datenrate

ADPCM Durch den Einsatz von *ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code Modulation)* kann die benötigte Datenrate um den Faktor 3 reduziert werden. Definition von adaptiven Systemen siehe Seite 5. Digitale Telefonie wird mit ADPCM (8 bit Quantitätsstufe, 8 kHz Samplingrate) auf 24 kBit reduziert.

MPEG Layer 3 Audio Die MPEG Layer 3 Audio kompression verringert die benötigte Bandbreite für Audiodaten in CD-Qualität auf ein Zehntel. Dies wird durch spezielle Algorithmen erreicht, die unhörbare Frequenzanteile aus dem Originalsignal herausfiltern. Diese Technologie entstand am Fraunhofer Institut für Informationssysteme.

Datentyp	uncodiert	Codierung	codiert
Digitale Telefonie: 8 kHz, 8 Bit Auflösung	64 kBit/s	PCM	64 kBit/s
Digitale Telefonie: 8 kHz, 8 Bit Auflösung	64 kBit/s	ADPCM	24 kBit/s
CD-Audio: 44,1 kHz, 16 Bit Auflösung	1.411 kBit/s	PCM	1,411 kBit/s
CD-Audio: 44,1 kHz, 16 Bit Auflösung	1.411 kBit/s	MPEG Layer 3 Audio	128 kBit/s
Videodaten: PAL/NTSC	ca. 240 MBit/s	MPEG-1 (VCD)	1,85 MBit/s
Videodaten: PAL/NTSC	ca. 240 MBit/s	MPEG-2 (DVD)	4-10 MBit/s

5 Effiziente Gruppenkommunikation

Effiziente Gruppenkommunikation benötigt neben eindeutiger Sicherungs- und Vermittlungsebenenfunktionalität (Schicht zwei und drei: Informationsverteilung, Routing, Adressierung) auch Transportebenenfunktionen zur Ende-zu-Ende Fluss- und Fehlerkontrolle (Layer vier: QoS-Unterstützung, Zugangskontrolle aufgrund von Anwendungsanforderungen, Ratenkontrolle) und Gruppenmanagement und Synchronisationsfunktionen (oberhalb von Layer vier).

Zusammenfassend die wichtigsten Funktionen bei effizienter Gruppenkommunikation:

- Sicherungsschicht: Adressierung, Routing, Bedienstrategien oder Informationsverteilung
- Transportschicht: adaptives Multicast-Transportprotokoll (empfängersteuertes QoS-Konzept, Flusskontrolle, Überlastkontrolle oder Fehlerkontrolle)
- Kommunikationssteuerungsschicht (Session-Layer): Gruppenadress-Verwaltung, Synchronisation

Diese Multifunktionalität wurde versuchsweise in einem einzelnen Protokoll integriert. Doch war das HSTP, das Highspeed-Transport-Protokoll sehr aufgebläht und nicht effizient zu implementieren.

Deswegen wurden Anwendungen implementiert, die die an Multimediadiensten geforderten Funktionen als leichtgewichtige und adaptive Bausteine integrieren. Diese Art von Anwendungen werden als **CSCW - Computer Supported Cooperate Work** zusammengefasst.

Es gibt **asynchrone** Gruppenkommunikation (Verteilungsdienste, es müssen nicht sämtliche Mitglieder zur gleichen Zeit aktiv sein) und **synchrone** Dienste (Interaktive Dienste wie Videokonferenzen, wo alle Mitglieder aktiv sein müssen). Bei der asynchronen Gruppenkommunikation erübrigt sich daher Bereitstellung von Leistungsdiensten wie Bandbreitegarantie o.ä., da keine Isochronität der Daten gewährleistet sein muss.

6 Ausblick

Für Ethernet wird derzeit eine QoS-Erweiterung (IEEE 802.1q) entwickelt. Da es bisher nur proprietäre QoS-Standard für Ethernet existieren, ist dies ein Hoffnungsträger für die Ethernet-Welt.

6.1 Beispiele für Multimediaanwendungen

1. Voice over IP
2. Medizin
3. Video on Demand
4. Telelearning
5. Whiteboarding
6. Spiele