Konzeptpapier zur Diplomarbeit

"Management of Layered Variable Bitrate Multimedia Streams over DiffServ with Apriori Knowledge"

Thomas Dreibholz

22. August 2000

1 Einleitung

Beim CORAL-Projekt (**CO**mmunication protocols for **R**ealtime **A**ccess to digital **L**ibraries, siehe auch [AKM+00]) handelt es sich um ein System zur Übertragung von skalierbaren Multimedia-Daten von einem Server zu mehreren Clients. Dabei werden Reservierungen mittels DiffServ unterstützt, wobei die Bandbreite der einzelnen DiffServ-Klassen von einem QoS-Manager verwaltet und auf die einzelnen Ströme verteilt wird. Die Ströme können gelayert sein, d.h. ein Strom wird in Teilströme zerlegt, welche in unterschiedlichen DiffServ-Klassen übertragen werden können. Somit wird erreicht, daß bzgl. der QoS-Anforderungen "teure" Klassen auch nur für wichtige Daten verwendet werden.

Für dieses Konzept soll nun eine effiziente Unterstützung für Verkehr mit variabler Datenrate entwickelt werden, bei welcher die vorhanden Bandbreiten der einzelnen DiffServ-Klassen regelmäßig, den wechselnden QoS-Anforderungen der Ströme entsprechend, sinnvoll zugeteilt werden müssen.

2 Die Ziele der Diplomarbeit

Die aktuelle Version des CORAL-Projektes verwendet eine **statische QoS-Beschreibung**, d.h. die QoS-Anforderungen *Framerate*, *Framegröße*, *maximaler Jitter*, *maximaler Paketverlust*, *maximale Transportverzögerung* und *relative Qualität* werden in einer Tabelle von festen Levels angegeben, wobei jedes Level mehrere Layer besitzen kann. Framerate und relative Qualität gelten dabei für alle Layer eines Levels. Der QoS-Manager kann somit bei seinen Verteilungen aus der Liste der Levels die Skalierung des Stromes auswählen.

Im Gegensatz zu Verkehr mit konstante Datenrate (Constant Bit Rate, CBR) muß für Verkehr mit variable Datenrate (Variable Bit Rate, VBR) die Beschreibung "regelmäßig" aktualisiert und die Bandbreiteverteilung angepaßt werden, da die Reservierung der maximal möglichen Datenrate eines Stromes viel zu ineffizient ist (z.B. Video: Ein Verhältnis von 10:1 zwischen Peak-Rate und durchschnittlicher Rate ist nicht ungewöhnlich, siehe [Gum98]).

Die Auswahl der Neuverteilungsintervalle ist sowohl online (siehe [BCC+99]) als auch offline (siehe [Gum98]) möglich. Da es sich beim CORAL-Projekt um den Zugriff auf digitale Bibliotheken handelt, bei welchem die Medien (z.B. Videos) bereits komplett vorliegen und die Berechnung der Intervalle sehr Rechenzeit-intensiv ist ([BCC+99], [Gum98]), soll speziell die Offline-Variante betrachtet werden: In [Gum98] wird dazu ein einfacher Algorithmus vorgestellt, welcher offline (**a priori**) die für ein Medium bzgl. Kosten für Bandbreite und Neuverteilung optimalen Neuverteilungsintervalle berechnet. Dieser Algorithmus ist auf gelayerte Ströme zu übertragen, wobei in der Kostenfunktion die Layers mit höheren QoS-Anforderungen stärker zu gewichten sind, damit "teurere" Bandbreite in Form von kleineren Intervallen möglichst schnell wieder zur Verfügung steht. Man beachte: Hier sind nur die QoS-Anforderungen der einzelnen Layer bekannt, eine Zuordnung dieser zu DiffServ-Klassen existiert noch nicht! Dies geschieht erst bei der Verteilung von Bandbreite im QoS-Manager.

[LW97] und [Gum98] verwenden statt der Reservierung der Peak-Rate in einem Intervall eine Approximation des **Empirical Envelope**. Dies ist die maximale Anzahl von Bytes, welche in einem beliebigen Intervall der Länge t gesendet wird als Funktion von t. Hiermit läßt sich nochmals die notwendige Bandbreite auf Kosten der Verzögerung durch Pufferung (z.B. **Leaky Buckets**) reduzieren. Dies ist ebenfalls auf gelayerte Ströme zu übertragen, wobei hier im besonderen die Skalierbarkeit der Ströme und die damit verbundene Änderung der Beschreibung berücksichtigt werden müssen.

Um die Auswirkungen einer Skalierung auf die Qualität zu bewerten, können **Utility Functions** ([LLR+99], [CZ99] und [Rog98]) verwendet werden. Diese beschreiben die relative Qualität für eine gegebene Einstellung. So bringt z.B. eine Erhöhung der Video-Framerate von 6 auf 12 - je nach verwendetem Video - eine deutliche Qualitätsverbesserung, während die Erhöhung von 24 auf 30 wenig Verbesserung erreicht. Durch die Verwendung von Utility Functions kann somit eine faire Verteilung der zur Verfügung stehenden Bandbreite erreicht werden. Für die Messung der vom Benutzer wahrgenommenen Qualität existieren Metriken (siehe [BDT+96]). Dies ist jedoch nicht Teil der Diplomarbeit. Stattdessen sollen die Funktionen aus Papers wie [LLR+99] entnommen werden.

Mit den entwickelten Methoden ist nun eine **dynamische QoS-Beschreibung** des Stromes möglich, bei welcher innerhalb "gegebener Grenzen" skaliert werden kann. Feste Level sind somit nicht mehr notwendig.

Die Verteilung der Bandbreite im QoS-Management ist nun so zu erweitern, daß zu den berechneten Intervallen die erforderliche Bandbreite auch tatsächlich zur Verfügung steht (Man beachte: Jeder Strom hat seine eigenen Intervalle!). Da eine komplette Neuverteilung bei jedem neuen Intervall eines der verwalteten Ströme zu aufwendig ist, muß hier eine Methode zur effizienten, partiellen Neuverteilung entwickelt werden, wobei z.B. freigewordene Bandbreite gesammelt und bei einer Anforderung zugeteilt wird.

Bei der Verteilung sind zudem die **Kosten für den Provider**, z.B. die effektive Bandbreite der einzelnen DiffServ-Klassen (siehe [CKS99]) und der **Nutzen für den Anwender** in Form der relativen Qualität aus den Utility Functions (siehe [LLR+99], [CZ99] und [Rog98]) zu optimieren.

In der Diplomarbeit sollten als Medientypen MPEG-1, MPEG-2, H.263, G.723 und MP3 in Form von Traces betrachtet werden. Die Utility Functions sollen - abhängig vom verwendeten Trace - fest eingestellt sein (aus Literatur entnommen, z.B. [LLR+99]). Um das entwickelte System zu bewerten, bietet es sich z.B. an, die Anzahl der Ströme, die relative Qualität und die Kosten zu messen:

1. Triviale Version: Peak-Rate reservieren (also ohne Empirical Envelope-Ansatz), keine Skalierung (100% relative Qualität)

2. Verbesserte Version: mit Empirical Envelope-Ansatz, aber noch ohne Skalierung

3. Mit Empirical Envelope-Ansatz und Skalierung auf z.B. 90 % relative Qualität

Zusammenfassung der Ziele und Aufgaben

Grundlegenes Ziel der Diplomarbeit ist die effiziente Unterstützung von gelayerten Strömen mit variablen Datenraten im CORAL-System. Dazu ist zuerst ein Offline-Algorithmus zur Berechnung "sinnvoller" Neuverteilungsintervalle zu implementieren. Basierend auf einer dynamischen QoS-Beschreibung der Ströme ist dann ein Methode zur bzgl. Kosten und Nutzen optimierten, effizienten Umverteilung der Bandbreite für das QoS-Management zu entwickeln. Anschließend ist das komplette System durch Messungen zu bewerten.

3 Der Zeitplan und die Vorgehensweise

Zeitpunkt	Tätigkeit
23.08.2000	Einleitungsvortrag
August 2000	Anmeldung der Diplomarbeit
	Design der dynamischen QoS-Beschreibung
	Medientypen damit beschreiben
	Sender und Empfänger für Traces implementieren (mit RTP-Klassen)
	Einteilungsalgorithmus entwickeln und implementieren
	Einfachen Verteilalgorithmus entwickeln, implementieren und testen
November 2000	Zwischenvortrag
	Verbesserung des Verteilalgorithmus
	Messungen planen und durchführen
	ggf. Korrekturen vornehmen
Februar 2001	Abgabe der Diplomarbeit
Februar 2001	Abschlußvortrag

Die Reihenfolge innerhalb der einzelnen Blöcke wird sich ggf. noch ändern; die Ausformulierung der Diplomarbeit wird parallel zu den beschriebenen Tätigkeiten erfolgen.

Literatur

[AKM+00] Albrecht/Köster/Martini/Frank, 2000
End-to-end QoS Management for Delay-sensitive Scalable Multimedia Streams over

DiffServ
25th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN)
Tampa/U.S.A., 2000

[BCC+99] Bocheck/Campbell/Chuang/Liao, 1999
Utility-based Network Adaption for MPEG-4 Systems
Proceedings of the 9th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV)
Basking Ridge/U.S.A., 1999
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/BCC+99.pdf

[BDT+96] Basso/Dalgić/Tobagi/van den Branden, 1996
Study of MPEG-2 Coding Performance based on a Perceptual Quality Metric
Proceedings of the Picture Coding Symposium (PCS)
Melbourne/Australia, 1996
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/BDT+96.ps.gz

[CKS99] Courcoubetis/Kelly/Siris/Weber, 1999
A study of simple usage-based charging schemes for broadband networks (Revision 2)
Proceedings of the IFIP International Conference of Broadband Communication (BC)
Stuttgart/Germany, 1998
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/CKS99.ps.gz

[CZ99] Cao/Zegura, 1999
Utility Max-Min: An Application-Oriented Bandwidth Allocaton Scheme
IEEE Infocom Conference on Computer Communications
New York/U.S.A., 1999
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/CZ99.ps.gz

[LLR+99] Lee/Lehoczky/Rajkumar/Siewiorek, 2000
On Quality of Service Optimization with Discrete QoS Options
5th Real-Time Technology Symposium (RTAS),
Vancouver/Canada, 1999
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/LLR+99.pdf

[Gum98] Gumbrich, 1998
Effiziente Datenübertragung für interaktive Videoanwendungen bei Einsatz der dynamischen Bandbreitereservierung in ATM-Netzwerken
Dissertation Universität Bonn, GCA-Verlag
Herdecke/Germany, 1999

[LW97] Liebeherr/Wrege, 1997
Traffic Characterization Algorithms for VBR Video in Multimedia Networks
ACM Multimedia Systems Journal, 1997
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/LW97.ps.gz

[Rog98] Glynn Rogers, 1998
Mapping User Level QoS from a Single Parameter
Proceedings of the 2nd International Conference on Multimedia Networks and Services (MMNS)
Versailles/France, 1998
http://www-student.informatik.uni-bonn.de/~dreibhol/diplom/Rog98.ps.gz