

Codecmessungen

28.02.2001

Ursula Hilgers
Susanne Naegele-Jackson
Michael Gräve

Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE)
Martensstr. 1
91058 Erlangen

INHALT

1	EINLEITUNG	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
1.1	Geräteauswahl	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.2	Testverfahren	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.2.1	Bildqualitätsmessungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
2	EINLEITUNG	4
2.1	Geräteauswahl	4
2.2	Testverfahren	4
2.2.1	Bildqualitätsmessungen	4
2.2.1.1	Anwendung des DVQ (Digital Video Quality Analyzer) von Rohde & Schwarz	5
2.2.1.2	Impairmenttool	7
2.2.1.3	Lasttests	7
2.2.2	Delay und Jitter	7
3	MEBERGEBNISSE	8
3.1	CellStack Classic (KNET)	8
3.1.1	Funktionalität	8
3.1.2	Messungen	8
3.1.2.1	Delay und Jitter	8
3.1.2.2	Bildqualität	9
3.1.2.2.1	Bewertung der Bildqualität mit Impairmenttool	9
3.1.2.2.2	Bewertung der Bildqualität mit Hintergrundverkehr	12
3.1.2.3	QoS Merkmale	12
3.2	GDC MAC 500	14
3.2.1	Funktionalität	14
3.2.2	Messungen	15
3.3	PixStream VDS2000	17
3.3.1	Funktionalität	17
3.3.2	Messungen	17
3.4	Tektronix M2-Series Video Edge Device	18
3.4.1	Funktionalität	18
3.4.2	Messungen	18
3.4.2.1	Delay und Jitter	18
3.4.2.2	Messungen zur Bildqualität	18
3.5	NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Karte	20
3.5.1	Funktionalität	20
3.5.2	Messungen	20
3.5.2.1	Delay	20
3.5.2.2	Bildqualität	20
2.5	Litton CAMVision-2 7615	23
3.5.3	Funktionalität	23
3.5.4	Messungen	23
3.5.4.1	Delay und Jitter	23
3.5.4.2	Bildqualität	24
3.5.4.2.1	Bewertung der Bildqualität mit Impairmenttool	24
3.5.4.2.2	Bewertung der Bildqualität mit Hintergrundverkehr	25
3.5.4.3	QoS Merkmale	25
3.5.5	Zusätzliche Bemerkungen	26
4	ANHANG: KONFIGURATIONEN	27
4.1	CellStack Classic (KNET)	27

4.1.1	Encoder	27
4.1.2	Decoder	28
4.2	GDC MAC 500	30
4.3	PixStream VDS2000	30
4.4	Tektronix M2-Series Video Edge Device	30
4.5	NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Karte	31
4.6	Litton CAMVision-2 7615	32
5	LITERATUR	32

1 Einleitung

1.1 Geräteauswahl

Der vorliegende Bericht beinhaltet Meßergebnisse zu Codecs, die entweder dauerhaft am RRZE zur Verfügung stehen oder die zeitweise zur Begutachtung während einer Leihstellung getestet werden konnten. Untersucht wurden Geräte der Firmen CellStack (CellStack Classic/KNET), GDC (MAC 500), Litton (CAMVision-2 7615), NewBridge (MainStreetXpress 36150 MPEG Karten), PixStream (VDS2000), und Tektronix (M2-Series Video Edge Device). Die Codecs arbeiteten alle über ATM Technologie; die Geräte von Litton, GDC und PixStream verfügten darüber hinaus auch über IP-Karten. Die verwendeten Kompressionsverfahren reichten von MJPEG (CellStack Classic) bis zu MPEG-2 (4:2:0 und 4:2:2), wobei die IP Funktionalität nur für MPEG-2 (4:2:0) für Tests zur Verfügung stand. Das Gerät von Tektronix komprimierte darüber hinaus zusätzlich im MPEG-1 Format.

1.2 Testverfahren

Die Geräte wurden auf ihre Bildqualität sowie auf die Verzögerung (Latency, Delay) untersucht, die sich durch den Komprimierungsalgorithmus ergibt. Dieser Delay ist einer der wichtigsten Parameter bei einer Beurteilung von Codecs, da bidirektionale Anwendungen Latency-Werte mit maximal 150ms (in einer Richtung) laut ITU-T G.114 (ITU-96a) nicht überschreiten dürfen, wenn die Übertragung nicht störend beeinflusst werden soll. Codecs, die Delay-Werte deutlich über dem geforderten Wert aufwiesen, wurden daher bei den Tests meist nicht berücksichtigt.

1.2.1 Bildqualitätsmessungen

Es wurde ein Bildqualitätsmessgerät (DVQ) von Rohde & Schwarz für eine Leihstellung angefordert. Das Gerät stand nur für einen begrenzten Zeitraum von 10 Tagen zur Verfügung. Das Meßgerät eignete sich lediglich für MPEG-2 Datenströme.

Die Bildqualität der Codecs wurde zunächst objektiv (mit Hilfe des DVQ) und subjektiv beurteilt. Ein bewegtes Bild lieferte eine Kamera, die auf ein schlagendes Metronom gerichtet war. Nach dieser Referenzmessung wurden mit Hilfe eines Impairmenttools Fehler in die Übertragungstrecke eingebaut, um eine typische Netzstrecke zu simulieren. Darüber hinaus wurde in separaten Lasttests zusätzlicher Verkehr erzeugt, um eine Überlastsituation zu erzeugen. Die Bildqualität der Codecs wurde mit mehreren Abstufungen der Fehlerrate bzw. des Lastverkehrs bewertet.

1.2.1.1 Anwendung des DVQ (Digital Video Quality Analyzer) von Rohde & Schwarz

Die folgenden Passagen beschreiben das Meßgerät und sind dem DVQ Manual (DVQ-99) entnommen:

"Das Gerät besitzt zwei Eingänge für Videodatenströme nach SDI-Standard (Serial Digital Interface). Die Analyse beider Eingangssignale erfolgt gleichzeitig, so daß ein Vergleich zweier Signale in Echtzeit möglich ist.

Das Gerät liefert auch zusätzliche Informationen über das dekodierte Videosignal wie z.B. Bildstillstand sowie Bildausfall und Tonausfall. Es kann generell den Einfluß des Kodiers sowie des Übertragungssystems auf die Bildqualität bestimmen." (DVQ-99, S. 1.22)

"Einfluß des MPEG-2 Codecs auf die Bildqualität

Der Teil 4 des MPEG-2-Standards (ITU 13818-4) befaßt sich mit der Kompression digitaler Videosequenzen. Dem Kompressionsverfahren zugrunde liegt das mathematische Verfahren DCT (Discrete Cosine Transformation) zur Transformation von Videosequenzen aus dem Bildbereich in den Frequenzbereich. Bei diesem Verfahren wird ein Videobild in jeweils 8x8 Bildpunkte große Blöcke zerlegt, welche dann mittels DCT in den Frequenzbereich transformiert werden. Im Frequenzbereich wird dann die eigentliche Kompression der Bilddaten vorgenommen. Die Kompression berücksichtigt das Wahrnehmungsvermögen des menschlichen Auges in der Art, daß neben den redundanten Informationen nur die für das Auge unsichtbaren (irrelevanten) Bildinformationen weggelassen werden.

Wird jedoch der Kompressionsfaktor zu hoch, bzw. die Datenrate zu niedrig angesetzt, so ist der MPEG-2-Coder gezwungen, auch relevante Bildinformationen wegzulassen, mit mehr oder weniger starkem Einfluß auf die Bildqualität. Als Resultat einer zu niedrigen Datenrate bei der MPEG-2-Kodierung werden im dekodierten Bild die Kanten der DCT-Blöcke mehr oder weniger stark in Erscheinung treten. Dieser sichtbare Effekt des sogenannten 'Blocking' läßt sich wie folgt beschreiben:

Innerhalb der DCT-Blöcke geht infolge der starken Quantisierung die Strukturierung verloren, d.h. die Blöcke werden nur mehr einfarbig bzw. mit gleicher Helligkeit dargestellt.

An den Grenzen benachbarter DCT-Blöcke werden aufgrund unterschiedlicher Farb- bzw. Helligkeitswerte die Blockübergänge sichtbar.

Diese Kombination aus einerseits Verflachung der Bildstrukturen innerhalb der Blöcke und andererseits zunehmender Sichtbarkeit der Übergänge (Kanten) zwischen benachbarten Blöcken ist das charakteristische Merkmal der Bildqualität in MPEG-2 basierenden Videosystemen. Der DVQ sucht demzufolge gezielt nach dieser Art von Bildstörung, welche im folgenden als Blocking bezeichnet sind (sic)." (DVQ-99, S. 2.1)

"Bildqualität unbewertet: DVQL-U

Der Bildqualitätsmeßwert DVQL-U (Digital Video Quality Level –Unweighted) ist der Basismeßwert des DVQ für die Berechnung der Bildqualität MPEG-2-kodierter Bildsequenzen. Der DVQL-U dient als Absolutwert für das Vorhandensein blockartiger Störmuster innerhalb einer Bildvorlage. Im Gegensatz zu dem weiter unten beschriebenen Meßparameter DVQL-W

findet hier jedoch keinerlei Korrektur des Meßwertes statt. Der Meßwert korreliert demnach nicht immer mit dem Qualitätseindruck einer subjektiven Betrachtung, er wird je nach Bildvorlage stets um einen Prozentsatz unterhalb des bewerteten Meßwertes DVQL-W liegen. Durch die getrennte Analyse der Bildqualität von Helligkeits- und Farbkomponente (Lum, Cb/Cr) können mit diesem Parameter jedoch Rückschlüsse auf eine mögliche Fehlerursache, z.B. bei stark unterschiedlichen Werten in Helligkeits- und Farbkomponenten, gezogen werden. Die Berechnung des Meßwertes erfolgt als statistischer Mittelwert der Differenz zwischen Bildpunktdifferenzen an Blockgrenzen und dem Mittelwert der Bildpunktdifferenzen innerhalb des Blockes über den vollen Bildbereich." (DVQ-99, S. 2.3)

"Bildqualität bewertet: DVQL-W

Im Rahmen eines Forschungsprojekts, das die Technische Universität Braunschweig und Rohde & Schwarz durchführten, wurde offensichtlich, daß der optische Eindruck der MPEG-2-bedingten Blockstruktur den größten Einfluß auf die Bildqualität in einem ansonsten normalen Videostrom hat. Um diesen Effekt zu beschreiben, wurde der Parameter DVQL-W (Digital Video Quality Level, Weighted) definiert. Dieser Parameter errechnet sich aus Vektoren, die Informationen über die gemittelten Unterschiede benachbarter Pixel enthalten (...)" (DVQ-99, S. 1.19). "Für die Berechnung des Meßwertes DVQL-W (...) berücksichtigt der DVQ Verdeckungseffekte des menschlichen Auges bei der Wahrnehmung von Bildstörungen. (...) Dieser Meßwert für die Bildqualität entspricht somit quantitativ dem subjektiven Qualitätseindruck eines menschlichen Betrachters." (DVQ-99, S. 2.7)

"Die Analyse der Unterschiede zwischen allen Paaren horizontal nebeneinander liegender Pixel zeigt eine MPEG-2-spezifische Eigenheit. Normalerweise verringern sich die Unterschiede zwischen benachbarten Pixeln durch die Kodierung. Eine Ausnahme stellen die Pixelpaare dar, die Block- oder Makroblockgrenzen überschreiten. (...) Die errechneten Werte für alle Pixelpaare (d.h. Elemente des AD-Vektors) liegen nahe beieinander. " (DVQ-99, S. 1.19-1.20)

"Da die Berechnung von DVQL-W hauptsächlich auf DCT- bedingten Effekten basiert, kann der gleiche Algorithmus auch auf andere DCT-Kompressions-systeme angewandt werden. Solange die Maskierungseffekte nicht berücksichtigt werden, die sich aus räumlicher und/oder zeitlicher Aktivität ergeben können, reagiert der Parameter sehr sensibel auf jede Blockstruktur auch weit unterhalb der Wahrnehmungsschwelle. (...) Mit Maskierung liefert DVQL-W die Entsprechung des Mean Opinion Score (MOS) [eine subjektive Kategorisierung der Bildqualität laut ITU-T Recommendation P.800 (ITU-96) mit den Bewertungen "excellent", "good", "fair", "poor" und "bad"] - allerdings als vom Gerät gemessener Wert. Bei Berücksichtigung der Maskierung korreliert der Algorithmus ausgezeichnet mit subjektiven Bewertungsergebnissen (...)." (DVQ-99, S. 1.21)

"Räumliche Bildaktivität: Spatial Activity (SA)

Der Meßwert „Spatial Activity“ ist das Summenmaß für das Vorhandensein feiner Bildstrukturen innerhalb eines Bildes. Die maximale theoretisch erreichbare „Spatial Activity“ wäre dann gegeben, wenn innerhalb eines

Bildes sowohl in horizontaler- als auch in vertikaler Richtung abwechselnd immer ein weißer Bildpunkt auf einen schwarzen Bildpunkt folgt (feines Gittermuster). Eine „Spatial Activity“ von 0 entspricht demzufolge einem unifarbenen Bild ohne Strukturen. Der Parameter dient im DVQ als Maß für die Verdeckung von Bildstörungen infolge feiner Bildstrukturen wie z.B. Rauschen.

Die „Spatial Activity“ berechnet sich als Mittelwert von Bildpunktdifferenzen benachbarter Bildpunkte innerhalb des vollen Bildbereichs. Die Berechnung wird ausschließlich in der Luminanzkomponente des Videosignales durchgeführt. Der Wertebereich des Meßwertes „Spatial Activity“ reicht von 0% bis 100% (...).

Zeitliche Bildaktivität : Temporal Activity

Der Meßwert „Temporal Activity“ ist ein Summenmaß für die Bildveränderung (Bewegung) in zeitlich aufeinanderfolgenden Bildern. Die maximale theoretisch erreichbare „Temporal Activity“ wäre dann erreicht, wenn in aufeinanderfolgenden Bildern alle Bildpunkte von weiß nach schwarz oder umgekehrt verändert würden (z.B. schwarz/weiß- Wechsel, sog. Bounce-Signal). Eine „Temporal Aktivität“ von 0 entspricht demzufolge einer statistischen Bildsequenz ohne Bewegung (identische Bilder).

Der Parameter dient im DVQ als Maß für die Verdeckung von Bildstörungen infolge starker Bewegungsdynamik wie z.B. einem schnellen Kameraschwenk oder einem Bildumschnitt.

Die „Temporal Activity“ berechnet sich als Mittelwert aller Bildpunktdifferenzen gleicher Bildpunkte in aufeinanderfolgenden Bildern. Die Berechnung wird ausschließlich in der Luminanz-Komponente des Videosignals durchgeführt. Der Wertebereich des Meßwertes „Temporal Activity“ reicht von 0% bis 100% (...).“ (DVQ-99, S. 2.5-2.6)

1.2.1.2 Impairmenttool

Bei den Tests zur Bildqualität wurden objektive Messungen und subjektive Eindrücke zur Bildqualität untersucht. Ein Impairmenttool (Interwatch 95000) erzeugte Fehlerraten von 10^{-8} bis 10^{-3} über eine ATM Verbindungsstrecke.

1.2.1.3 Lasttests

Die Bildqualität der Geräte wurde auch mit Lasttest untersucht. Dabei erzeugte ein Verkehrsgenerator HP 4200B zusätzlichen Verkehr, so daß auf der Übertragungsstrecke Zellen verworfen werden mußten und Daten somit verloren gingen. Diese Ausfälle machten sich dann am Decoder bemerkbar.

1.2.2 Delay und Jitter

Delaymessungen wurden mit Hilfe eines zwei-Kanal Speicheroszilloskops Tektronix 2220 (TEK-86) gemessen. Als Videoquelle diente hier eine Endlosschleife mit schwarzen und weißen Frames im Wechsel. Zur Beurteilung des Jitters wurden mindestens 100 Delaymessungen durchgeführt.

2 Meßergebnisse

2.1 CellStack Classic (KNET)

2.1.1 Funktionalität

Der CellStack Video™ (CSV) ist ein autonomer digitaler Codec zur qualitativ hochwertigen Übertragung von Videosignalen nach den Standards 50Hz PAL oder 60Hz NTSC (CEL-98a, S. 1-1).

Schnittstellen

Der CellStack K-NET hat einen Video Ein- bzw. Ausgang. Als Videoformat wird PAL oder NTSC verwendet. Der CellStack bietet eine 48kHz Audio Sampling Rate für Anwendungen mit HiFi Stereo Sound. Diese kann in Verbindung mit Video oder auch unabhängig genutzt werden. So können auch reine Audiosignale mit dem ATM Netzwerk übertragen werden (CEL-98a, S. 1-2).

2.1.2 Messungen

Der Codec wurde auf Delay, Jitter und Bildqualität untersucht (NAE-01). Da die CellStack Classic Codecs mit MJPEG komprimieren, konnte das DVQ Meßgerät eigentlich nicht verwendet werden. Da das MJPEG Verfahren aber auch wie MPEG-2 mit DCT Algorithmen arbeitet, wurde trotzdem eine Testreihe mit dem DVQ durchgeführt, um das Verhalten des Meßgerätes zu untersuchen. Die Werte wurden unten angegeben, können aber nur mit dem Vorbehalt betrachtet werden, daß das Meßgerät für MPEG-2 optimiert ist.

2.1.2.1 Delay und Jitter

Die Codecs wurden für die Delay und Jittermessungen back-to-back geschaltet, ohne daß Netzwerkkomponenten miteinbezogen wurden (Bild 1):

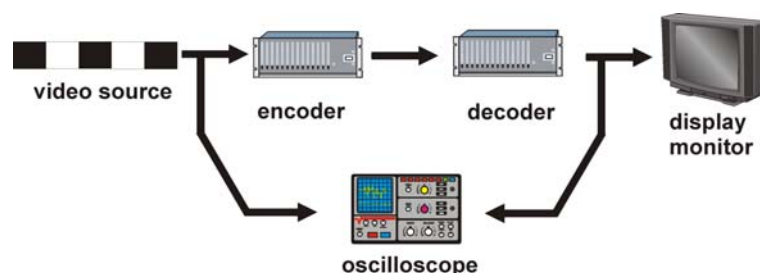


Bild 1: Testaufbau für Delaymessungen

Als Videoquelle diente eine PAL Sequenz, bei der 12 schwarze und 12 weiße Frames sich in einer Endlosschleife abwechselten. Das Videosignal wurde an ein Oszilloskop (Tektronix 2220) angeschlossen und wurde gleichzeitig auf den Eingang des Encoders geleitet. Nach der Kodierung gelangte das

komprimierte Signal zum Decoder und ging von dort direkt zum zweiten Kanal des Oszilloskops. Zur Kontrolle wurde das Ausgangssignal des Decoders auch auf einen Monitor geleitet.

Mit dem Videoquellsignal auf Kanal 1 des Oszilloskops und dem verzögerten Signal auf Kanal 2 zeigte das Meßgerät die Verzögerung des Komprimierungsprozesses an.

Die Jitterwerte ergaben sich unter Berücksichtigung von 100 Delaywerten und wurden ausgerechnet als Differenz zwischen Maximum und Minimum an Delay innerhalb des gemessenen Wertebereichs (Tabelle 1).

Codecs	Compression Format	Bandwidth	Delay	Mean Delay	Jitter
CellStack Classic (ATM)	MJPEG	11.5 Mbit/s	90ms -102ms	97.66ms	12ms

Tabelle 1: Delay und Jitter Werte

2.1.2.2 Bildqualität

2.1.2.2.1 Bewertung der Bildqualität mit Impairmenttool

Eine Kamera wurde auf ein schlagendes Metronom gerichtet und dieses Bild als Videoeingangsquelle verwendet (Bild 2). Die Videosequenzen wurden mit Hilfe des Mean Opinion Score (MOS) mit den Bewertungen "excellent", "good", "fair", "poor" and "bad". (ITU-96) durchgeführt. Die Bildqualitäten wurden mit Hilfe des Interwatch 95000 Impairmenttool variiert um WAN Situationen zu simulieren.



Bild 2: Video Input Signal zur Bewertung der Bildqualität

Das Videosignal lief vom Encoder über zwei Netzwerkkomponenten (FORE LE-155) zum Decoder und konnte auf einem Kontrollmonitor subjektiv begutachtet werden (Bild 3).

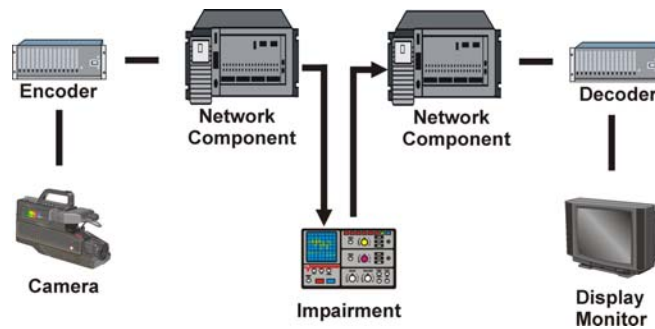


Bild 3: Testaufbau mit Impairmenttool

Auf der Übertragungsstrecke wurde ein ATM PVC (Permanent Virtual Circuit) konfiguriert. Der PVC wurde als UBR (Unspecified Bit Rate) festgelegt, weil beide Netzwerkkomponenten im Test keinerlei weiteren Verkehr im Hintergrund hatten und somit die volle Bandbreite von 149.76 Mbit/s auf den Interfaces zur Verfügung stand.

Im Referenztest wurden keine Fehler auf der Netzverbindung eingeführt und die Bildqualität konnte subjektiv mit "excellent" beurteilt werden (Tabelle 2).

Fehlerraten	Metronom, 60 Schläge pro Minute
none	excellent
10^{-8}	excellent
10^{-5}	Good (einige wenige Blöcke)
10^{-4}	Fair (viele Blockfehler)
10^{-3}	Bad (Bild kommt zum Stillstand)

Tabelle 2: Bildqualität der CellStack Classic Codecs mit Impairmenttool

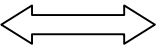
Sobald mit dem Impairmenttool Fehler eingefügt worden waren, begann die Bildqualität sich zu verschlechtern. Bei einer Fehlerrate von 10^{-3} kam die Videosequenz zum Stillstand.

Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 3) enthält eine Zusammenfassung der subjektiven und objektiven Meßergebnisse, wobei die objektiven Werte nur unter Vorbehalt (siehe oben) betrachtet werden können und lediglich der Vollständigkeit halber aufgeführt worden sind.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Objektiven und Subjektiven Meßergebnisse

28.11.00 MJPEG U(y): 85 SA) 12% U(y): 82 SA) 12%
 Ursula Hilgers U(cb): 95 TA) 14% U(cb): 96 TA) 10%
 Susanne Naegele-Jackson U(cr): 95 U(cr): 95

Exc.: 92 (Metronom) Exc.: 89 (Farbkreise)

Fehlerrate	Metronom	Farbbild (ohne Bewegung)	Metronom (ohne Metronom)	Farbbild (ohne Bewegung)
10^{-8}				
10^{-7}	Sehr gut 	Keinen Einfluß Farben ok	U(y): 83 U(cb): 94 U(cr): 95 SA) 12% TA) 14% Exc.: 92; Exc.	Siehe Referenz
10^{-6}				
10^{-5}	Gut, wenige Blöcke		U(y): 83 U(cb): 94 U(cr): 95 SA) 12% TA) 14% Exc.: 91; Exc.	U(y): 81 U(cb): 95 U(cr): 94 SA) 12% TA) 10% Exc.: 89
10^{-4}	Viele Blöcke		U(y): 79 U(cb): 94 U(cr): 95 SA) 12% TA) 13% Exc.: 89; Exc.	U(y): 81 U(cb): 95 U(cr): 94 SA) 12% TA) 9% Exc.: 88
10^{-3}	Stehendes Bild		U(y): 57 U(cb): 93 U(cr): 95 SA) 11% TA) 4% Exc.: 71; Good	U(y): 81 U(cb): 95 U(cr): 94 SA) 12% TA) 4% Exc.: 86

2.1.2.2.2 Bewertung der Bildqualität mit Hintergrundverkehr

Für diese Tests wurde wieder eine Kamera auf ein schlagendes Metronom ausgerichtet und dies als Videoinputquelle verwendet. Das Videosignal lief über den Encoder zum Decoder über zwei Netzwerkkomponenten hinweg und wurde auf einem Kontrollmonitor wieder zur subjektiven Beurteilung dargestellt. Der Hintergrundverkehr wurde mit einem HP 4200B Analyzer so generiert, daß am Interface mit dem abgehenden Verkehr am Switch, der dem Encoder am nächsten war, eine Überlastsituation entstand. (Bild 4).

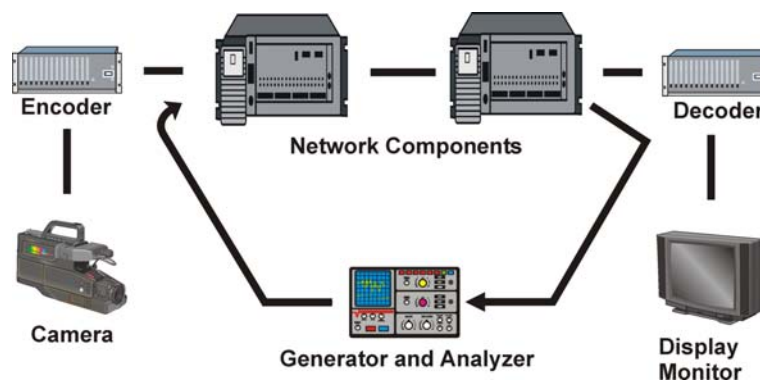


Bild 4: Testaufbau mit Hintergrundverkehr

Bei den zwei Netzwerkkomponenten handelte es sich wiederum um FORE LE-155 ATM Switches, deren Interfaces maximal 149.76 Mbit/s Lastverkehr verarbeiten konnten. Der Encoder verschickte 6800 Protocol Data Units (PDU) pro Sekunde.

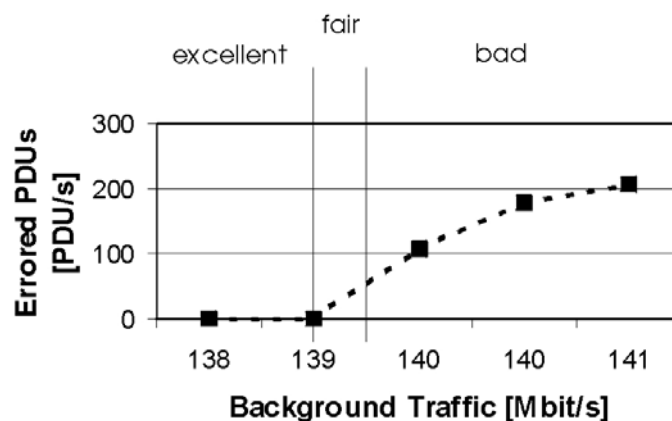


Bild 5: Einfluß von Hintergrundverkehr auf PDUs

Bild 5 beschreibt den Einfluß von Hintergrundverkehr auf die PDUs des Videostroms. Es zeigt sich, daß bereits geringfügige Verluste die Bildqualität so stark beeinflussen, daß einem Betrachter die Qualität nicht mehr ausreichend erscheint.

2.1.2.3 QoS Merkmale

Die CellStack Classic Codecs komprimieren die Audio und Video Signale in zwei separaten Strömen, die dann über ATM mit zwei PVCs transportiert

werden. Da die ATM Technologie die Möglichkeit bietet, diese Verkehrsströme jeweils als Continuous Bit Rate (CBR) Verkehr zu konfigurieren, wobei die gewünschte Bandbreite fest reserviert wird, kann das Videosignal vor Netzwerküberlastsituationen geschützt werden.

2.2 GDC MAC 500

2.2.1 Funktionalität

Der GDC Multimedia Access Concentrator (MAC 500) ist ein Multimedia ATM Zugangs Multiplexer. Es verbindet WAN, LAN und Multimedia Datenverkehr bis zum Endverbraucher und komprimiert Daten, Video und Audio durch eine physikalische Schnittstelle über das ATM Netzwerk. Die Architektur des MAC 500 unterstützt DS3 und OC-3c/STM-1 Netzwerk Schnittstellen und auch drei Service Schnittstellen (GDC-00a, S. 1-2).

Wichtige Merkmale

Power PC CPU
8MB of system flash memory
10/100 auto-sensing Ethernet port
Frame relay port (for future use)
Serial port, for system management
Real-time clock
Backplane Compact PCI bus arbitration

Das User-Network-Interface (UNI) bietet folgende Schnittstellenoptionen (GDC-00a, S. 1-3)

- MXOC3S single-mode (intermediate reach, 15 km), mit einer nominellen Bitrate von 155.52 Mbit/s
- MXOC3M multi-mode (short reach, 2 km), mit einer nominellen Bitrate von 155.52 Mbit/s
- MXDS3 mit einer nominellen Bitrate von 44.736 Mbit/s

Audio/Video Service Module

Die Audio/Video Service Module (GDC-00a, S. 1-4) ermöglichen eine Punkt zu Punkt oder Vielpunkt Vernetzung durch Kombination der MXM2ED MPEG-2 Encoder/Decoder und MXM2DD MPEG-2 Dual Decoder Module. Bis zu drei Audio/Video Service Module in allen Kombinationen können in einem MAC 500 benutzt werden.

MXM2ED Encoder/Decoder Modul

Die Videoschnittstelle (GDC-00a, S. 1-4) verfügt über zwei BNC und zwei S-Video Anschlüsse. Es können beide Anschlüsse genutzt werden. Das MXM2ED Modul verschlüsselt PAL und NTSC Video Signale in das CCIR-601 Bildformat und umgekehrt. Half CCIR-601 und SIF (Standard Interchange Format) werden ebenso unterstützt. Der Videoencoder nutzt wirkungsvolle Samplmethoden und MPEG-2 (MP@ML). Der Kompressionsalgorithmus (H.262) korrespondiert mit ISO/IEC 13818-2 und unterstützt NTSC und PAL. Die Audioschnittstelle enthält einen DB-9 Anschluß für zwei unregelmäßige Audioeingänge und zwei unregelmäßige Audioausgänge für Stereo oder Zwei

Monokanäle. Die Audioverschlüsselung nutzt MPEG-2 Layer I und II Kompression.

MXM2DD

Das MXM2DD MPEG-2 Dual Decoder Modul (GDC-00a, S. 1-4) liefert qualitativ hochwertige Entschlüsselung von zwei unabhängigen MPEG-2 Audio und Videoprogrammen. MXM2DD bietet eine günstige Lösung für asymmetrische oder vernetzte Videokonferenz Anwendungen. Die Videoschnittstelle verfügt über zwei BNC und zwei S-Video Anschlüsse. Auch hier können beide Formate genutzt werden.

2.2.2 Messungen

Es wurden Messungen mit MPEG-2 (4:2:0) Karten sowohl über ATM als auch über IP durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Dateien TestbewertungMac500.doc (GDC-00) (ATM Interfaces) und gdc.ps (GDC-01) (IP Interfaces) beschrieben.

Es folgt jedoch an dieser Stelle eine Gesamtübersicht zur objektiven und subjektiven Bildqualität mit Hilfe des Impairmenttools (Tabelle 4). Die Meßergebnisse haben sich in Tests mit den GDC ATM Karten ergeben. Allerdings sind laut Aussage der Hersteller die Videoencoding- bzw. Decodingmodule für ATM und IP gleich, so daß vergleichbare Ergebnisse zur Bildqualität mit Impairmenttool auch für die IP Karten zu erwarten sind. Während der Leihstellung der GDC IP Codecs war leider das DVQ Bildqualitätsmeßgerät nicht mehr verfügbar, so daß in diesem Fall nur subjektive Meßergebnisse vorliegen (siehe Datei gdc.ps).

Die Tests mit Impairmenttool verwendeten einen Testaufbau analog zum Test der CellStack Classic Codecs (s.o., Bild 3).

Tabelle 4: Subjektive und objektive Bildqualität des GDC MAC 500 (ATM)

28.11.00 MPEG-2 4:2:0 MP@ML Referenzmessung: U(y): 100 U(cb):99 U(y): 99 U(cb): 99

Ursula Hilgers Mbit/s: 14.855 U(cr): 99 U(cr): 99
 Susanne Naegele-Jackson SA) 14% TA) 14% SA) 10% TA) 9%

Exc.:100 (Metronom) Exc.: 95 (Farbkreise)

Fehlerrate	Metronom	Farbe	Metronom	Farbe
10^{-8}	Sehr gut	Sehr gut	s.o.	s.o.
10^{-7}	Zittern, Schlecht	Kleine Blöcke	s.o.	s.o.
10^{-6}	Unakzeptabel Flächen, Klötze Konturen scharf	Halbe bis $\frac{3}{4}$ Zeile gestört	s.o.	U(y): 99 U(cb): 99 U(cr): 99 SA) 10% TA) 7-9% Exc.: 99

2.3 PixStream VDS2000

2.3.1 Funktionalität

Der PixStream VDS2000 komprimiert in MPEG-2 (4:2:0 MP@ML). Die Codecs verfügen sowohl über ATM (OC-3c/STM-1) als auch Ethernet (10/100Base-T) Interfaces und eine Java-basierte User Plattform.

Besondere Merkmale:

unterstützt IP Multicast

ATM UNI 3.1

SVC 4.0

HP OpenView

Kapazität bis 200 Mbit/s auf max. 13 Slots verteilt

2.3.2 Messungen

Bei diesem Codec handelt es sich um eines der ersten Geräte, das sowohl in ATM und IP Netzen eingesetzt werden kann. Bei den getesteten Merkmalen handelte es sich um Videotests; Audiotests wurden nicht durchgeführt. Die Testergebnisse können aufgrund eines Nondisclosure Agreements nicht veröffentlicht werden.

2.4 Tektronix M2-Series Video Edge Device

2.4.1 Funktionalität

Das Tektronix M2-Series Video Edge Device komprimiert digitale Signale in NTSC oder PAL Format in MPEG-2 (4:2:2), MPEG-2 (4:2:0) oder MPEG-1 mit Datenraten bis zu 50 Mbit/s. Sowohl PVC als auch SVC ATM Verbindungen werden unterstützt. Unterschiedliche Einstellungen der Videoparameter lassen sich über einen Web-Browser Zugang durchführen. Über den Browser Zugriff kann der Großteil der Parameter eingestellt werden. Darüber hinaus existiert ein Command Line Interface "VedShell" mit dessen Unterstützung der erfahrene User weitere Möglichkeiten zum Finetuning des Systems hat. Für Audiodaten besteht die Möglichkeit, zwischen AES und SPD Audio Formaten auszuwählen. Die Codecs wurden in Verbindung mit Grass Valley Analog/Digital Converters getestet.

Maximale Video Bitraten

MPEG-1: 4 Mbit/s und MPEG-1 (constrained): 1.856 Mbit/s (TEK-98)

MPEG-2 (4:2:0): 15 Mbit/s und MPEG-2 (4:2:2): 50 Mbit/s

Für Videoraten über 40 Mbit/s muß die Komprimierung mit GOP Einstellung I-Frames only (GOP=1, Anzahl B-Frames=0) durchgeführt werden.

2.4.2 Messungen

2.4.2.1 Delay und Jitter

Die Delaymessungen wurden back-to-back durchgeführt, ohne die Zwischenschaltung von Netzwerkkomponenten. Dabei wurde als Videoeingangssignal wieder eine Quelle mit abwechselnd 12 weißen und 12 schwarzen Frames verwendet. Die Messungen wurden wie oben mit einem zwei-Kanal Speicheroszilloskop durchgeführt.

Es wurden zwei Meßreihen mit jeweils 100 Delaymessungen durchgeführt, wobei in der ersten Meßreihe bei 40 Mbit/s mit MPEG-2 (4:2:2 I-Frames only) kodiert wurde, und in der zweiten Meßreihe bei 7 Mbit/s mit MPEG-2 (4:2:0 I-Frames only). Die Jitterwerte ergaben sich als Differenz zwischen Maximum und Minimum an Delay innerhalb des gemessenen Wertebereichs (Tabelle 5).

Compression Format	Bandwidth	GOP Size	Delay	Mean Delay	Jitter
MPEG-2 4:2:2	40 Mbit/s	1	192 - 204 ms	199.42 ms	12 ms
MPEG-2 4:2:0	7 Mbit/s	1	230 - 242 ms	238.82 ms	12 ms

Tabelle 5: Testergebnisse für Delay und Jitter des Tektronix Codecs

2.4.2.2 Messungen zur Bildqualität

Die Bildqualität wurde bei einer Bandbreite von 40 Mbit/s und MPEG-2 4:2:2 mit Hilfe des Impairmenttools (s.o. Bild 3) gemessen. Die objektiven und subjektiven Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle (Tabelle 6) dargestellt.

Tabelle 6: Subjektive und objektive Bildqualität des Tektronix M2-Series Video Edge Device

		Referenzmessung:		99Exc. (Metronom)	
		U(Y): 99 SA) 18% U(Y): 98 SA) 19%		U(Y): 98 SA) 19%	
		U(cb): 93 TA) 13 % U(cb): 94 TA) 17%		U(cb): 94 TA) 17%	
		U(cr): 92 U(cr): 93		U(cr): 93	
		99Exc.		99Exc. (Metronom)	
		(Farbkreise)		(Farbkreise)	
		Farbe	Metronom	Farbe	Metronom
28.11.00	GOP: 1	OK	Einzelne Fehler	U(Y): 98 U(cb): 94 U(cr): 93 SA) 18% TA) 12% Exc.: 99	U(Y): 86 - 99 U(cb): 93 - 94 U(cr): 93 SA) 19% TA) 18% Exc.: 99
Ursula Hilgers	MPEG: 4:2:2	Blöcke schlecht	Schlecht	U(Y): 78 -95 U(cb): 85 - 93 U(cr): 85 - 92 SA) 19% TA) 12% Exc.: 88 - 98	U(Y): 73 -100 U(cb): 89 - 94 U(cr): 86 - 92 SA) 19% TA) 15% Exc.: 83 - 98
Susanne Naegele-Jackson	Mbit/s: 40	Inakzeptabel	Inakzeptabel	U(Y): 39 - 74 U(cb): 75 - 90 U(cr): 60 - 83 SA) 18% TA) 10% Exc.: 64 - 85 Good	U(Y): 49 - 79 U(cb): 78 - 84 U(cr): 80 - 90 SA) 20% TA) 18% Exc.: 74 - 81 Good
Fehlerrate				(Schwankend!)	Bild weg
10 ⁻⁸					
10 ⁻⁷					
10 ⁻⁶					
10 ⁻⁵					

2.5 NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Karte

2.5.1 Funktionalität

ATM

Beim MainStreetXpress 36150 Access Switch handelt es sich um einen ATM Switch, der mit Video, Bild und Datenschnittstellen in jeder Kombination ausgestattet werden kann.

MPEG Karte

Die Datenrate der Karten (NEW-98) kann auf maximal 40 Mbit/s MPEG-2 (4:2:2) eingestellt werden. Audio und Video werden mit nur einem PVC konfiguriert; der generierte Audio-/Videostrom ist kontinuierlich und verhält sich wie ein CBR Verkehr. Die Audiosignale werden mit einer Rate von maximal 48 kHz und 16 Bit Auflösung abgetastet. Audio wird mit MPEG-1 Layer II komprimiert, und anschließend in einen MPEG Transportstrom eingefügt (NEW-98a, S. 4.10-1).

2.5.2 Messungen

2.5.2.1 Delay

Delaymessungen sind nicht durchgeführt worden, da die Verzögerungswerte bereits im Projekt "Uni-TV" (Anwendungsteilprojekt 1.3: Einrichten von Verteilten Video-Produktions- und Video-on-Demand-Teilnehmer-Diensten) ermittelt wurden.

2.5.2.2 Bildqualität

In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 7) sind die objektiven und subjektiven Meßergebnisse dargestellt. Die Messungen wurden wie oben mit Hilfe eines DVQ Bildqualitätsanalyzers und eines Impairmenttools durchgeführt.

Tabelle 7: Subjektive und objektive Bildqualität der NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Karte

28.11.00
 Ursula Hilgers
 Susanne Naegele-Jackson
 GOP: 1 Referenzmessung (ohne Bifehler):
 MPEG: 4:2:2 (Dv Q L-w) U(Y): 63 SA) 18 % U(Y): 67 SA) 19%
 Mbit/s: 40 U(cb): 88 TA) 13 % U(cb): 88 TA) 17%
 U(cr): 86 U(cr): 90

Subjektiv: sehr gut

Objektiv: 78 – 80; Exc. (Metronom) 78; Good (Farbkreise)

	Metronome	Farbilder	Metronome	Farbilder
10 ⁻⁸ Payload	Bewegung: gut Kontrast: gut Farben: ok Gelegentlich punktweises aufblitzen	Farbe: ok Gelegentlich Balken	U(Y): 62 U(cb): 88 U(cr): 90 SA) 14% TA) 11% Exc.: 76; Good	U(Y): 65 U(cb): 88 U(cr): 90 SA) 10% TA) 5% Exc.: 78; Good
10 ⁻⁷	Schlecht Zeitweise Bild weg Danach Flackern	Schlecht Zeitweise Bild weg Danach Flackern	U(Y): 60 U(cb): 88 U(cr): 89 SA) 13% TA) 9% Exc.: 75; Good	U(Y): 65 U(cb): 88 U(cr): 90 SA) 10% TA) 5% Exc.: 74; Good
10 ⁻⁶	Bild weg Flackern Kontraste ok Farben	Bild lange weg Kontraste und Farben ok	U(Y): 58 U(cb): 87 U(cr): 87 SA) 13% TA) 8% Exc.: 65; Good	U(Y): 67 U(cb): 89 U(cr): 90 SA) 0% -100% TA) 0% -100% Exc.: 76 – 100; Good – Exc.
10 ⁻⁵	Bild komplett weg	Nur kurz zwischendurch Bild	U(Y): U(cb): U(cr): SA) 0% -100% TA) 0% -100% Exc.: 13; bad	U(Y): 32 U(cb): 84 U(cr): 82 SA) 0% -100% TA) 0% -100% Exc.: 59; fair

2.5. Litton CAMVision-2 7615

2.5.3 Funktionalität

Der CAMVision-2 7615 Codec unterstützt Datenübertragungen mit ATM PVCs, SVCs, IP over ATM und IP (10/100 Ethernet) mit Kompressionsformat MPEG-2 (4:2:0). Die Geräte sind IP Multicast-fähig und unterstützen ATM point-to-multipoint Verbindungen. Die Codecs können gleichzeitig sowohl mit einem ATM Interface als auch mit einem 10/100 Ethernet Network Interface ausgestattet sein.

Zum Gerät ist ein CV2SIM (MPEG-2 Video Simulator) erhältlich, mit dem die über ein IP Netz verfügbare Bandbreite getestet werden kann.

Die CAMVision-2 Software kann sowohl lokal mit Hilfe eines CV2 Session Controllers als auch via einer RS-232 Schnittstelle benutzt werden. Mögliche Video Input Formate sind Composite sowie S-Video in PAL und NTSC. Bandbreiten lassen sich zwischen 1.5 Mbit/s (MPEG-2 Datenrate; mit ATM Overhead 1.7 Mbit/s) bis 15.0 Mbit/s MPEG-2 (mit ATM Overhead sind insgesamt 17.0 Mbit/s Bandbreite erforderlich) einstellen. Die Bandbreiten können allerdings in diesem Bereich nicht beliebig eingestellt werden, sondern beschränken sich auf vorgegebene Werte.

2.5.4 Messungen

Die Codecs wurden auf die Parameter Delay, Jitter, Bildqualität und QoS Merkmale untersucht (NAE-01). Für die Tests stand ein Codec Paar als Leihgabe von TERENA, (Trans-European Research and Education Networking Association) Amsterdam, zur Verfügung. Bei den CAMVision-2 7615 Geräten wurden die IP Interfaces mit der Komprimierung MPEG-2 (4:2:0) MP@ML getestet.

2.5.4.1 Delay und Jitter

Auch hier wurden die Codecs in Loopback Modus getestet, ohne zusätzliche Netzwerkkomponenten (Testaufbau siehe Bild 1). Als Videoeingangssignal wurde auch hier wieder eine Endlosschleife mit 12 schwarzen und 12 weißen Frames verwendet. Die Meßergebnisse lieferte ein zwei-Kanal Speicheroszilloskop (s.o.) Die Jitterwerte ergaben sich unter Berücksichtigung von 100 Delaywerten und wurden ausgerechnet als Differenz zwischen Maximum und Minimum an Delay innerhalb des gemessenen Wertebereichs (Tabelle 8).

Codecs	Compression Format	Bandwidth	Delay	Mean Delay	Jitter
Litton (IP)	MPEG-2 (4:2:0) GOP=1 (I frames only)	7.2 Mbit/s	182ms-222ms	202.78ms	40ms

Tabelle 8: Delay und Jitter Meßwerte

2.5.4.2 Bildqualität

2.5.4.2.1 Bewertung der Bildqualität mit Impairmenttool

Das Testgerät zur Beurteilung der Bildqualität stand leider nicht für objektive Tests der Litton Codecs zur Verfügung. Beim Testaufbau zur subjektiven Bewertung der Bildqualität lief das Videosignal, das von einer Kamera geliefert wurde, die auf ein schlagendes Metronom ausgerichtet war, vom Encoder über zwei Netzwerkkomponenten zum Decoder, und wurde anschließend auf einem Kontrollmonitor zur Begutachtung dargestellt (Bild 3). Bei den Netzwerkkomponenten handelte es sich um zwei Cisco 7500 Router über 10/100 Ethernet Interfaces. Die eingestellte Bandbreite betrug 7.2 Mbit/s. Bereits bei einem Referenztest ohne zusätzliche Fehlererzeugung durch das Impairmenttool zeigte es sich, daß Bilder zum Stillstand kamen, sobald heftigere Bewegungen ausgeführt wurden. Die Codecs mußten danach erneut gebootet werden. Aus diesem Grund wurde die Bildqualität nur mit gut bewertet (Tabelle 9). Selbst ohne Fehlerraten konnte sich das Bild bei schnellen Bewegungen nicht stabilisieren, war aber in der Lage, sich in ruhigeren Bildphasen wieder zu erholen.



Bild 6: Extreme Blockbildung in Bereichen mit viel Bewegung

Fehlerraten	Metronom, 60 Schläge pro Minute, GOP size = 1	Metronom, 120 Schläge pro Minute, GOP size = 15
none	Good (ohne plötzliche Bewegungen keine Fehler sichtbar)	Good (ohne plötzliche Bewegungen keine Fehler sichtbar)
10^{-8}	Fair (einzelne Fehlerblöcke)	Fair (Blocking, Bild fängt an zu zittern in Bereichen mit viel Bewegung)
10^{-7}	Poor (komplette Zeilen sind fehlerhaft, starke Blockbildung in Bereichen mit viel Bewegung (Bild 6))	Poor (starke Blockbildung in Bereichen mit viel Bewegung)
10^{-6}	Bad (Bild fängt an zu zittern und kommt zum Stillstand)	Bad (Bild fängt an zu zittern und kommt zum Stillstand)
10^{-5}	Bad (Bildstillstand)	Bad (Bildstillstand)

Tabelle 9: Bildqualitäten der Litton-Codecs unter dem Einfluß von Fehlerraten

2.5.4.2.2 Bewertung der Bildqualität mit Hintergrundverkehr

Dieselbe Kameraausrichtung auf ein schlagendes Metronom wurde wieder als Videoquelle verwendet. Der Testaufbau war wie oben bereits beschrieben (Bild 4). Der Hintergrundverkehr wurde mit Hilfe eines HP 4200B Analyzers erzeugt. Die dadurch entstehende Überlastsituation konzentrierte sich auf das Ausgangsinterface des Routers, das dem Encoder am nächsten verbunden war (Bild 4).

Bei den Netzwerkkomponenten handelte es sich wieder um Cisco 7500 Router. Die Bandbreite an den Codecs wurde auf 7.2 Mbit/s eingestellt. Mit dem Overhead des Protocol Layers belief sich die Gesamtbandbreite auf 8.32 Mbit/s. Die Verbindung zwischen den Routern war als ATM Verbindung mit ATM Interface Processors (AIPs) mit einer maximalen Kapazität von 138.56 Mbit/s implementiert. Die GOP Size war auf 1 gesetzt (I-Frames only).

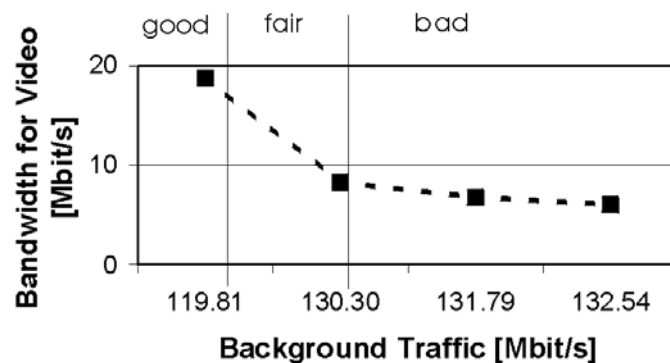


Bild 7: Einfluß von Hintergrundverkehr auf die Litton Codecs

Sobald der Hintergrundverkehr soviel Bandbreite beanspruchte, daß dem Videosignal Bandbreite fehlte, verschlechterte sich die Bildqualität merklich (Bild 7). Als nur noch 6.02 Mbit/s Bandbreite für das Videosignal zur Verfügung standen, kam es zum Bildstillstand.

2.5.4.3 QoS Merkmale

Bei den Litton Codecs ist es möglich, das Type of Service (TOS) Bit (via Registry/Windows NT) zu setzen, um Quality of Service über IP anzubieten. Dieses Merkmal konnte leider nicht getestet werden, da die zur Verfügung stehenden Codecs eine ältere Software Version geladen hatten, wo dieser TOS BIT Mechanismus noch nicht einstellbar war. Weitere Mechanismen mit dieser Funktionalität sind nicht implementiert. Um garantierte QoS in Netzwerken zur Verfügung zu haben, müssen Video Codecs in der Lage sein, Ressourcen im Netz reservieren zu können, z. B. mit RSVP.

2.5.5 Zusätzliche Bemerkungen

Die Codecs konnten sowohl im Standalone Modus als auch als Workstations betrieben werden. Im Standalone Modus konnten die Geräte mit Hilfe eines Command Line Interfaces über eine serielle Schnittstelle konfiguriert werden; im Workstationbetrieb konnten Einstellungen über ein Browser-Interface vorgenommen werden. In einer Videokonferenz sollten beide Codecs im Workstation Modus betrieben werden. Über die Command Line Schnittstelle wurden drei Karten des Codecs angezeigt, konnten aber nur über die Web-Schnittstelle eindeutig als Ethernet Karte, LANE Karte und ATM/Classical IP Karte identifiziert werden.

In einer Videokonferenz mit TERENA in Amsterdam am 19.12.2000 (1.5 Mbit/s) Bandbreite stellte sich heraus, daß die Einstellungen eines Kommunikationspartners sich ohne Paßwort oder Identifizierungsprozeß von remote ändern lassen und auch offen sichtbar sind. Die Videokonferenz war aufgrund der niedrigen Bandbreite sehr mühsam, da bei Bewegungen die Geräte sehr instabil reagierten und oftmals mehrere Reboots erforderten. Nach einem Reboot müssen zum Teil Parameter wieder neu eingestellt werden. Auch wenn über das Command Line Interface die Session mit "Autostart" konfiguriert wurde, so muß die Session nach einem Reboot doch über das Browser Interface manuell gestartet werden.

3 Anhang: Konfigurationen

3.1 CellStack Classic (KNET)

3.1.1 Encoder

Version:

PCB: 3l

Logic: 2d

UNI: 3.0

Firmware: CellStack Video 1.4d over 0.9e (Master)

Release: Build 745 (Mar 12, 1998)

Konfiguration:

avstatus:

AV mode: PVC (unnegotiated) mode

AV compatibility: 1.3 compatible (+ PDU protection)

Video standard: PAL 50 Hz

Video mode: VC (non-interlaced)

Video input: enabled (VPI 0 VCI 201)

Bit rate control: disabled

PDU protection: enabled

Recommended UPC: VBR (QoS class 2)

input signal: invalid (unconnected?)

Video output: enabled (VPI 0 VCI 201)

output blanking: blank video during interruptions

Audio input: enabled (VPI 0 VCI 200)

Recommended UPC: VBR (QoS class 2)

Audio output: enabled (VPI 0 VCI 200)

CellStack spacing: enabled

xavstatus:

AV mode: PVC (Unnegotiated) mode

AV Compatibility: 1.3 compatible (+ PDU protection)

Video standard: PAL 50 Hz

Video mode: VC (non-interlaced)

Video input: enabled (VPI 0 VCI 201) (Q 20 PF 12 25 fps TV AF 0.50)

Current (approx) Raw Bit rate: 2872 Kbit/s, MaxPDU size: 40 bytes

Minimum rate (raw bit rate): 2872 Kbit/s (Last 10 s), Max PDU size: 40 bytes

Maximum rate (raw bit rate): 2872 Kbit/s (last 10 s), Max PDU size: 40 bytes

(Beispiel: Kamera zeigt auf Gelände:

Raw bit rate: 8140 Kbit/s, MaxPDU size: 280 bytes

Min Raw bit rate: 6921 Kbit/s, MaxPDU size: 232 bytes

Max raw bit rate: 8289 Kbit/s, MaxPDU size: 280 bytes)

(Beispiel: Kamera zeigt auf rot/grün/blaue Kreise:

Raw bit rate: 7144 Kbit/s, MaxPDU size: 280 bytes

Min Raw bit rate: 7080 Kbit/s, MaxPDU size: 280 bytes

Max raw bit rate: 7208 Kbit/s, MaxPDU size: 280 bytes)

Bit rate control: disabled
PDU protection: enabled
MAX PDU limit: 520 bytes
Backoff delay: 5 frames
DynamicQ (Y): 64 coefficients

Recommended UPC: VBR (QoS class 2)
peak cell rate: 119048 cps
CDV tolerance: 5us
Sust cell rate: 36394 cps
Max Burst size: 1455 cells
Policing: Tag cells
Input signal: invalid (Unconnected?)
Video output: enabled (VPI 0 VCI 201) (Q 20 PF 12 25 fps TV)
Output blanking: Blank video during interruptions
Audio input: enabled (VPI 0 VCI 200)
Recommended UPC: VBR (QoS class 2)
Peak cell rate: 119048 cps
CDV tolerance: 5us
Sust cell rate: 4070 cps
Max Burst size: 20 cells
Policing: Tag cells
Audio Output: Enabled (VPI 0 VCI 200)
CellStack spacing: enabled
cell spacing: 3
Peak Bit rate: 52418 Kbit/s
Peak cell rate: 119048 cps

3.1.2 Decoder

Version:

PCB: 3i
Logic: 2d
UNI: 00
Firmware: CellStack Video 1.3f over 0.7a (Master)
Release: Build 588 (Jun 18, 1997)

Konfiguration:

VPI: 0
VCI audio out: 200
VCI video out: 201
VCI audio in : 200
VCI video in : 201
FlowControl: Hard (DTR/CTS)
ATM: Normal
Video input/output: 50 Hz PAL
Audio input/output: 1xDAT (48 kHz) Quality Stereo Audio Input/Output
Non-interlaced video, PAL video Fromat

avstatus:

AV mode: PVC (unnegotiated) mode
Video standard: PAL 50 Hz
Video mode: VC (non-interlaced)
Video input: enabled (VPI 0 VCI 201)
Bit rate control: disabled
Recommended UPC: VBR (QoS class 2)
input signal: invalid (unconnected?)
Video output: enabled (VPI 0 VCI 201)
output blanking: blank video during interruptions
Audio input: enabled (VPI 0 VCI 200)
Recommended UPC: VBR (QoS class 2)
Audio output: enabled (VPI 0 VCI 200)
CellStack spacing: enabled

xavstatus:

AV mode: PVC (Unnegotiated) mode
Video standard: PAL 50 Hz
Video mode: VC (non-interlaced)
Video input: enabled (VPI 0 VCI 201) (Q 20 PF 12 25 fps TV AF 2)
Raw Bit rate: 2872 Kbit/s (approx)
Minimum rate: 2872 Kbit/s (Last 10 s)
Maximum rate: 2872 Kbit/s (last 10 s)
Bit rate control: disabled
peak cell rate: 119048 cps
CDV tolerance: 5us
Sust cell rate: 36394 cps
Max Burst size: 1455 cells
Policing: Tag cells
Input signal: invalid (Unconnected?)
Video output: enabled (VPI 0 VCI 201) (Q 20 PF 12 25 frames per second)
Output blanking: Blank video during interruptions
Audio input: enabled (VPI 0 VCI 200)
Peak cell rate: 119048 cps
CDV tolerance: 5us
Sust cell rate: 4070 cps
Max Burst size: 20 cells
Policing: Tag cells
Audio Output: Enabled (VPI 0 VCI 200)
CellStack spacing: enabled
cell spacing: 3
Peak Bit rate: 52418 Kbit/s
Peak cell rate: 119048 cps

3.2 GDC MAC 500

MPEG-2 (2)
Profile: Main(2)
Level: Main(2)
Chroma Format: Chroma 4:2:0 (1)
Comp Mode: Mode I-Frames only
60 P Size: 1
Bitrate 10000
Comp Picture Size CCR 601 (1)
Intra DC Precision 10
Error Conceal Vec Off (1)
Bitrate 10000
Cell: 35635 c/s
14,85 Mbit/s

3.3 PixStream VDS2000

MPEG-2 (4:2:0) mit 15 Mbit/s Bandbreite
I-Frames only, GOP size 1, Anzahl B-pictures: 0
Resolution: 720 x 576
Low latency

3.4 Tektronix M2-Series Video Edge Device

Video Bitrate (in Mbit/s): 38,3272	Channel 1 Audio Bitrate (in Kbit/s): 128	Channel 1 Audio PID: 65
MTS Bitrate (in Mbit/s): 40	Channel 2 Uncompressed Audio: Off	Channel 2 Audio PID: 66
	Audio Sampling Rate (kHz): 48	Video PID: 64

Compression Format: 4:2:2@ML	Number of `B` Pictures: 0	GOP Length: 1
GOP Type: Open	Resolution: 720 x 576	Video Filter: No Filter
Frame Encoding: Frame	3/2 Pulldown Inversion: Off	Low Latency: On
Resource Alias: Encoder (slot 5)		

3.5 NewBridge MainStreetXpress 36150 MPEG Karte

A-3-1 MPEG D1

Traffic Shaper Option:	Nominal
MPEG Encoding Option:	MPEG_2
Video Standard:	625 lines per frame
Resolution:	720 pixels per line
Frame Coding:	I-Frames Only
Video Idle Pattern:	Blue Field
Chroma Format:	4:2:2
Video Quality:	Professional
Primary Audio Channels:	Enabled
Audio Sampling:	48 KHz
Audio Rate:	384 Kbit/s
Audio Mode:	Dual Mono
Microphone Input:	Disabled
Extra Audio Channels:	Enabled

A-5-1 MPEG D1

Traffic Shaper Option:	Nominal
MPEG Encoding Option:	MPEG_2
Video Standard:	625 lines per frame
Resolution:	720 pixels per line
Frame Coding:	I-Frames Only
Video Idle Pattern:	Blue Field
Chroma Format:	4:2:2
Video Quality:	Professional
Primary Audio Channels:	Enabled
Audio Sampling:	48 KHz
Audio Rate:	384 Kbit/s
Audio Mode:	Dual Mono
Microphone Input:	Disable

A-5-1 MPEG D1

Traffic Shaper Option:	Nominal
MPEG Encoding Option:	MPEG_2
Video Standard:	625 lines per frame
Resolution:	720 pixels per line
Frame Coding:	I-Frames Only
Video Idle Pattern:	Blue Field
Chroma Format:	4:2:2
Video Quality:	Professional
Primary Audio Channels:	Enabled
Audio Sampling:	48 KHz
Audio Rate:	384 Kbit/s
Audio Mode:	Dual Mono
Microphone Input:	Disabled
Extra Audio Channels:	Enabled

3.6 Litton CAMVision-2 7615

Resolution 720 x 576 PAL
Composite video
GOP settings 1 bzw. 15
Network bzw. Loopback Mode
Autostart enabled
Bandbreite 7.2 Mbit/s bzw. 15.4 Mbit/s bzw. 1.5 Mbit/s

4 Literatur

- CEL-97 CellStack, Cellstack Decoder, Version PCB: 3i, Logic: 2d, Firmware Cellstack Video 1.3f over 0.7a (Master), Release: Build 588, June 18, 1997
- CEL-98 CellStack, CellStack Encoder, Version PCB: 3l, Logic: 2d, Firmware Cellstack Video 1.4d over 0.9e (Master), Release: Build 745, March 12, 1998
- CEL-98a CellStack Video™ Users Guide, Book rev. 2.c, Cellstack, UK, 1998
- DVQ-99 DVQ Firmware Release Information: Version 01.00/07.09.1999
- GDC-00 TestbewertungMac500.doc, Interner Bericht: Testbewertung GDC MAC 500, Susanne Naegele-Jackson, Ursula Hilgers, Michael Gräve, Dr. Peter Holleczeck, 15.12.2000
- GDC-00a GDC MAC 500 Installation, Configuration and Operation Guide, Version 2.0, General DataComm, 083R400-V200 Issue 02
- GDC-00b GDC MAC 500 System Release Notes, Version 2.1.IP, General DataComm, 083R901-V2IP Issue 01, Juli 2000
- GDC-00c GDC MAC 500 System Release Notes, Version 2.0, General DataComm, 083R901-V200 Issue 02, 16. März 2000
- GDC-00d GDC MAC 500 System release Notes, Version 2.2.IP, General DataComm 083R901V2.2IP Issue 01, 22. Dez. 2000
- GDC-01 gdc.ps, Interner Bericht: Testbewertung GDC Mac 500 - IP, RRZE, Ursula Hilgers, Susanne Naegele-Jackson, Dr. Peter Holleczeck, 15.02.2001

ITU-96	ITU-T Recommendation P.800 - Methods for Subjective Determination on Transmission Quality, 1996
ITU-96a	ITU-T Recommendation G.114 - Transmission Systems and Media General Characteristics of International Telephone Connections and International Telephone Circuits, 1996
LIT-00	Litton CAMVision-2 7615 CV2, Rev. E/25 Feb. 2000, Litton Network Access Systems
NAE-01	Naegele-Jackson, Susanne, Ursula Hilgers, Dr. Peter Holleczeck, Evaluation of Codec Behavior in IP and ATM Networks, EUNIS 2001, 28.-30. März 2001, Berlin
NEW-98	AccessSwitch Release 3.4 Generic A11113, 1998
NEW-98a	MainStreetXpress 36150 Technical Practices NNP 95-1998-01-00-C, 4.10 MPEG card Issue 1, April 1998
TEK-86	Tektronix 2220 60 MHz Digital Storage Oscilloscope Rev. Nov. 1986
TEK-98	Tektronix M2-Series Video Edge Device Installation Manual, Juli 1998