



Einsatz von Video in Softwareentwicklungsprojekten

Video-Formate

Autor: Daniel Gull

Stand: 5. Juni 2000

Dokument: Video-Formate.doc

Inhalt

Einleitung	3
<i>Vom Foto zum digitalen Video</i>	
Digitale Video-Formate	4
<i>Analoge Formate</i>	
<i>Das AVI-Format</i>	
<i>Das Quicktime-Format</i>	
<i>Das DV-Format</i>	
<i>Das MPEG-Format</i>	
<i>Das MJPEG-Format</i>	
<i>Die H.261/H.263-Standards</i>	
Video-Bearbeitung	7
<i>Video-Auflösungen</i>	
<i>Video-Digitalisierung</i>	
<i>Video-Komprimierung</i>	
<i>Codecs</i>	
<i>Qualitätsverlust</i>	
Video-Zukunft	10
<i>Streaming</i>	
Literaturverzeichnis	11

Einleitung

Vom Foto zum digitalen Video

Seit Jahrhunderten suchten Forscher und Erfinder nach Möglichkeiten, Bewegungen aufzunehmen und auch als solche wiederzugeben. Erst die Entdeckung, dass menschliches Auge und Gehirn in der Lage sind, eine schnelle Abfolge von stehenden Bewegungsphasen zusammenhängend wahrzunehmen, machte die Realisierung dieses Wunsches möglich.

Die Franzosen Joseph Nicéphore Niepce und Jacques Daguerre sowie der Engländer William Talbot entwickelten bis 1839 die Fotografie.

Die stehenden Abbilder der Wirklichkeit in Bewegung zu bringen gelang nur schrittweise: 1878 nahm der Engländer Eadward Muybridge erstmals Reihenfotos von einem Pferd in Bewegung auf. Ähnliche Studien der Bewegung führte auch der deutsche Erfinder Ottomar Anschütz durch. Während Muybridge das sogenannte Zoopraxiskop als Projektionsgerät entwickelte, führte Anschütz seine Fotos mit dem Schnellseher, einem Guckkasten mit rotierender Bildtrommel, vor. Der Franzose Etienne-Jules Marey kam bei seinen Experimenten mit Reihenfotografien dem Film am nächsten, da er seit 1888 nicht eine feststehende Filmplatte, sondern einen am Objektiv vorbeigeführten Filmstreifen verwendete, den er bis zu 60 mal pro Sekunde belichtete. An seine Entwicklung knüpfte der Amerikaner Thomas Alva Edison an.

Edison war es, der die ersten brauchbaren Aufnahme- und Betrachtungsgeräte für "lebende Bilder" entwickelte. Zusammen mit seinem Mitarbeiter W. K. Laurie Dickson verwendete er perforierte Zelluloidfilme, die ruckweise über ein Zahnrad am Objektiv vorbeigeführt und dabei belichtet wurden. Für die Wiedergabe benutzte Edison ab 1892 *das* Kinetoskop, einen Guckkasten, in dem jeweils eine Person über eine Linse die mit einer Kurbel – später mit Elektromotor – daran vorbeigeführten Bilder betrachten konnte. Dieser Technik hat sich in den folgenden Jahrzehnten kaum verändert.

Erst in den 70er Jahren verlor der perforierte Filmstreifen durch Einführung der Videotechnik sein Monopol. Filmmaterial konnte von nun an bequem bearbeitet und vervielfältigt werden. Aufnahme und Wiedergabe war ohne Verzögerung möglich. Der preiswerten Videotechnik gelang in den 80er Jahren der flächendeckende Einzug in den privaten Haushalt.

Durch den Einsatz der sich schnell entwickelnden Computertechnik schaffte in den 90er Jahren das digitale Video seinen Durchbruch. Video konnte nun mit den verschiedensten Medien kombiniert und über Datenleitungen verschickt werden. Diese neue Form der Information wurde mit dem Schlagwort Multimedia bekannt. Video, Audio, Animationen, Text und Programme wurden zu Multimedia-Dateien zusammengefasst. Das bekannteste ist zur Zeit wohl das Quicktime Format von Apple.

Wie diese Video Formate funktionieren und welche Möglichkeiten sie bieten, wird in dieser Arbeit kurz erläutert.

Digitale Video-Formate

Analoge Formate

Allgemeines

Bei analogen Formaten werden die Informationen durch einen Datenstrom übertragen der im Gegensatz zum digitalen Format (0-1) beliebige Werte annehmen kann. Dies hat zur Folge, dass nicht alle übertragenen Werte exakt erfasst werden und somit ein Qualitätsverlust z.B. beim vervielfältigen unausweichlich ist. Die zwei wichtigsten analogen Videostandards sind der in Europa verwendete PAL-Videostandard mit einer Bildwechselfrequenz von 50Hz (beide Halbbilder 25fps) und 768x576 Pixel (442.368 Pixel) und der in den USA übliche NTSC-Videostandard mit einer Bildwechselfrequenz von 60Hz (beide Halbbilder 30fps) und 640x480 Pixel (307.200 Pixel). Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten analoge Signale zu übertragen.

Composit

Das Videosignal (PAL oder NTSC) wird über eine Ader übertragen - sowohl die Helligkeitsinformation (Y) als auch die Farbe (C). Dabei wird ein Helligkeitswert pro Bildpunkt, jedoch ein Farbwert nur für vier Bildpunkte gemeinsam übertragen. Der Anschluss erfolgt mit einem Cinch-Stecker (meist gelb). Auch am Scart-Stecker ist ein Pin mit diesem Signal belegt.

Y/C

Es wird auf zwei getrennten Leitungen der Helligkeitswert und der Farbwert pro Bildpunkt übertragen. Die Qualität ist deshalb besser als bei Composit-Signalen. Für die Erzeugung/Aufzeichnung dieser Signale sind S-VHS oder Hi8 Geräte nötig. Der Anschluss erfolgt über Hosidenstecker.

RGB

Es wird pro Farbe (rot, gelb, blau) die Helligkeit auf einer Leitung übertragen.

Das AVI-Format

Allgemeines

Zu den ältesten Formaten in der x86-Computerwelt zählt AVI. Die Abkürzung "AVI" steht für "Audio Video Interlaced" und ist ein von Microsoft geschaffenes Videoformat, welches mit Windows 3.1 eingeführt wurde. Als Grundformat von Microsofts "Video for Windows" bildet es lediglich den Rahmen für verschiedene Kompressionsalgorithmen, beispielsweise Cinepak, Intel Indeo, Microsoft Video 1, Clear Video oder IVI. In der ersten Version unterstützt AVI maximale Auflösungen von 160 x120 Bildpunkten bei einer Bildwiederholrate von 15 Bildern pro Sekunde. Große Popularität erlangte das Format, als erste Videoschnittsysteme mit dazugehöriger Software standardmäßig mit AVI arbeiteten. Dazu gehören beispielsweise die populären Schnittkarten von Fast (AV Master) und Miro/Pinnacle (DC10 bis DC50). AVI stellt unter der Benutzeroberfläche MS-Windows mehrere Utilities und Driver zu Verfügung, die es erlauben, kleinste Video-Sequenzen (20 Sekunden 160x120 Pixel bei 8 Bit Farbe nehmen immerhin 2 MB Daten ein) per Hardware zu digitalisieren, zu editieren, komplett in die Windows-Umgebung zu integrieren, mit von Hardware gesampeltem Audio zu synchronisieren und natürlich auch alles zusammen abzuspielen. Insbesondere wird hier ein Kompressionsverfahren der Firma Intel (Indeo) eingesetzt, das ein zweidimensionales »scaling« des Video-Filmes erlaubt. Entsprechend der Microsoft-Philosophie sind die Softwarecodecs austausch- und einfach in das AVI-Format integrierbar. Das große Manko von AVI ist die noch ungenügende Kompression. Da AVI bis jetzt auch nur auf einer Hardware-Plattform implementiert ist (und AVI kein internationaler Standard ist) wird sich AVI zwar einer großen Verbreitung in der Intel/Microsoft-Welt erfreuen, jedoch wohl kaum in den Bereich der Telekommunikation vordringen können. Mittlerweile werden die meisten hochwertigen PC-Videokarten bereits mit Hardunterstützung für AVI und MPEG geliefert, außerdem ist auch ein MPEG- Codec zur Integration in AVI-Videos erhältlich.

Trotz seines Alters und seiner zahlreichen Probleme wird das AVI-Format nach wie vor bei semiprofessionellen Videoschnittkarten angewandt. Das AVI-Format wird auch von vielen TV-Karten oder Grafikkarten mit Videoeingang verwendet. Diese sind in der Lage, Videosequenzen bei niedrigen Auflösungen (bis zu 320 x 240 Bildpunkten) zu grabben.

Das Quicktime-Format

Allgemeines

Das aus der Macintosh-Welt stammende MOV-Format von Apple wurde auch auf x86-basierende PCs portiert. Es ist das allgemeine Dateiformat von Apples Quicktime, in dem Audio- und Videodaten gleichzeitig gespeichert werden. In Quicktime können sowohl Video, als auch Ton, Text oder Programme und Geräte gesteuert, Effekte definiert und verschiedene Spuren synchronisiert werden. Quicktime selber ist kein Komprimierungsformat, innerhalb eines Quicktime-Datenstromes werden jedoch die verschiedensten (auch komprimierten) Datenformate genutzt: z.B. das Videokomprimierungsverfahren Cinepak, welches auch für AVI lizenziert wurde. Außerdem ist ein MPEG-Codec zur Einbettung in Quicktime erhältlich.

Das DV-Format

Allgemeines

DV ist die Abkürzung für "Digital Video" und zur Zeit der digitale Videostandard für den semiprofessionellen Bereich. Beim DV-Format werden die Videodaten DCT komprimiert mit einer festen Datenrate von 25 MBit/s aufs Band geschrieben, was einem Kompressions-Faktor von ca. 1:5 entspricht. Das Videosignal wird mit 625 Zeilen in 4:2:0 kodiert, das Audio-Signal wird bei 2 Kanälen mit 16 Bit und 44,1 kHz oder bei 4 Kanälen mit 12 Bit und 32 kHz kodiert. Die Kassetten können auch einen Chip enthalten, auf den Daten zur Aufnahme gespeichert werden. Für den professionellen Bereich wurde die Technik mit den Formaten DV-CAM und DV-PRO optimiert.

Das MPEG-Format

Allgemeines

Da die digitale Darstellung eines Studio-TV-Signals eine Nettodatenrate von 166 Mbit/s erfordert und keines der bereitstehenden digitalen Medien eine solche Datenrate bieten kann, war Kompression oberstes Gebot. Video und Audio sind zeitabhängige Medien, was es ermöglicht z.B. statt der einzelnen Bilder nur die Unterschiede zwischen aufeinanderfolgenden Bildern abzuspeichern. Außerdem kann eine Verringerung des Informationsgehaltes pro Bild durch die schnelle Bildfolge (also die teilweise Wiederholung von Bildteilen) wettgemacht werden. Deshalb besteht keine Notwendigkeit, alle digitalen Informationen zu codieren.

MPEG wurde durch die Wahl der Codierung auf asymmetrische Anwendungen (Fernseh- Technik, Multimedia-Mail, etc.) zugeschnitten, das heißt die Herstellung des digitalen Datenstroms erfordert wesentlich mehr Ressourcen als dessen Konsumierung. Im Gegensatz dazu ist z.B. der ISDN-Bildtelefonstandard H.261 ein synchrones Verfahren; sowohl auf Sender- als auch auf Empfängerseite wird die gleiche Hard- oder Software vorausgesetzt.

MPEG ist nicht die optimale Videocodierung, allerdings ist sie der einzig internationale Konsens in diesem Bereich und findet, auch dank seiner Verwandtschaft mit den Telekommunikations-Standards (H.261, S-VHS) sowie seiner Kompatibilität zu allen CD-ROM-Formaten (CD-Interactive, CD-Video, ISO-9660) weite Verbreitung.

Prinzipiell kann derzeit zwischen vier Standards unterschieden werden: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 und MPEG-7. Nachfolgend zu jedem Format eine kurze Erläuterung.

MPEG-1

wurde 1993 mit dem Ziel verabschiedet, für Medien mit geringer Bandbreite (1 MBit/s bis 1,5 MBit/s) die Übertragung von bewegten Bildern mit zugehörigem Audiosignal bei akzeptabler Bildwiederholfrequenz und möglichst guter Bildqualität zu erreichen. Das Entwurfsziel bei MPEG-1 ist der wahlfreie Zugriff auf eine Sequenz innerhalb einer halben Sekunde, ohne das dabei merkliche Qualitätsverluste auftreten dürfen. Für die meisten Heimanwendungen (Digitalisierung von Urlaubsvideos) sowie für den Businessbereich (Image-Videos, Dokumentation) ist die Qualität von MPEG-1 ausreichend.

MPEG-2

gibt es seit 1995 und stimmt in seiner Grundstruktur mit dem MPEG-1-Format überein. Es erlaubt Datenraten bis zu 100 MBit/s und kommt bei digitalem Fernsehen (DF1), Videofilmen auf DVD-ROM und in professionellen Videostudios zum Einsatz. MPEG-2 ist in Auflösung und Datenrate über einen

weiten Bereich skalierbar. Aufgrund seiner hohen Datenrate gegenüber MPEG-1 und dementsprechend hohem Speicherplatzbedarf eignet sich MPEG-2 derzeit im Heimbereich nur zur Wiedergabe. Ab einer Datenrate von zirka 4 MBit/s ist die erzielbare Videoqualität deutlich besser als bei MPEG-1.

MPEG-4

zählt zu den neuesten Videoformaten und verfolgt das Ziel, eine möglichst hohe Videoqualität bei extrem niedrigen Datenraten im Bereich zwischen 10 KBit/s und 1 MBit/s zu erreichen. Weiterhin steht die Forderung nach Robustheit und fehlerfreier Datenübertragung, was besonders im Mobilfunk eine Rolle spielt. Eine völlige Neuerung an MPEG-4 ist die Gliederung des Bildinhalts in eigenständige Objekte, um sie gezielt anzusprechen oder weiter zu verarbeiten. MPEG-4 kommt beispielsweise bei der Videoübertragung übers Internet zum Einsatz. Einige Hersteller planen, in Zukunft bewegte Bilder per Handy zu übertragen. MPEG-4 soll dann die Basis für den Datentransfer bilden.

MPEG-7

ist das jüngste Projekt aus der MPEG-Familie. Es stellt einen Standard zur Beschreibung von Multimedia-Daten dar, der unabhängig von den anderen MPEG-Standards eingesetzt werden kann. MPEG-7 soll voraussichtlich 2001 den Status des internationalen Standards bekommen.

Das MJPEG-Format

Allgemeines

Die Abkürzung MJPEG steht für Motion-JPEG. Bei diesem Format handelt es sich quasi um eine Zwischenstufe zwischen Bild- und Videoformat, da eine MJPEG-Sequenz aus hintereinander aufgenommenen JPEG-Bildern besteht. Deshalb wird es häufig bei Videoschnittkarten und -systemen eingesetzt. Bei MJPEG handelt es sich um ein Kompressionsverfahren, das auf jedes einzelne Bild angewandt wird. Videoschnittkarten wie die Fast AV Master oder die Miro DC50 reduzieren den anfallenden Datenstrom eines Standard-Fernsehsignals von zirka 30 MB/s (!) auf 6 MB/s (MJPEG-Datei). Das entspricht einem Kompressionsverhältnis von 5:1. Einen Standard zur Synchronisation von Audio- und Videodaten bei der Aufnahme sieht das MJPEG-Format allerdings nicht vor, sodass die Hersteller von Videoschnittkarten ihre eigenen Implementierungen vornehmen müssen.

Die H.261/H.263-Standards

Allgemeines

Beim H.261 handelt es sich um einen Standard für Videokonferenzen und Videotelephonie über das ISDN-Netz. H.261 ermöglicht eine Anpassung der Bildqualität an die Bandbreite der Übertragungsleitung. Zusätzlich können ganze Bilder einer Sequenz während der Wiedergabe zugunsten einer besseren Bildqualität ausgelassen werden. Die Übertragung kann mit einer Bitrate von 64 KBit/s oder 128 KBit/s (Bündelung zweier ISDN-Kanäle) erfolgen. Der Nachfolger H.263 benutzt im Vergleich zu H.261 eine größere Genauigkeit bei der Bewegungskompensation. Zusätzlich werden mehr Bildformate unterstützt, die einen großen Anwendungsbereich von Türsprechanlagen bis Breitbild-Videokonferenzen abdecken.

Video-Bearbeitung

Video-Auflösungen

Allgemeines

Bei der Videobearbeitung fallen sehr große Datenmengen an. Also stellt sich die Frage, ob man nicht mit Blick auf das Ergebnis die anfallenden Datenmengen durch eine geringere Auflösung reduziert. Für VHS wird eine Auflösung von 320x200 Bildpunkten benötigt. S-VHS und DV arbeitet mit 720x576 Bildpunkten. Die volle PAL-Auflösung beträgt 768x576 Bildpunkte, bei NTSC werden 640x480 Bildpunkte verwendet.

Im Gegensatz zu den Videonormen wie PAL oder NTSC, haben die Entwickler der Videokonferenzstandards eigene Formate gefunden. Durch die Kodierung im CIF-Format (Common Interchange Format, 352 x 288 Pixel) oder QCIF-Format (Quarter CIF, 176 x 144 Pixel) werden die unterschiedlichen Videonormen außer Kraft gesetzt.

Video-Digitalisierung

Allgemeines

Da es sich bei NTSC- und PAL-Videosignalen um analoge Signale handelt, Computer Informationen jedoch digital anzeigen, müssen sie digitalisiert oder "gesampelt" werden, bevor sie mit einem Computer verarbeitet werden können. Der Vorgang der Digitalisierung wird häufig auch als Aufnehmen bezeichnet. Video-Digitalisierungskarten (häufig auch als Frame-Grabber bezeichnet) werden zum Aufnehmen und Umwandeln eines analogen Signals in ein Computer-Signal benutzt. Das digitale Aufnehmen eines Videosignals benötigt eine erhebliche Menge an Speicherplatz, da die Farb- und Helligkeitsinformation jedes Pixels in jedem Frame gespeichert werden muss. Ein NTSC-Bild in der vollen Bildschirmgröße eines 13" Computermonitors misst 640 x 480 Pixel. Somit enthält jedes Frame eines Vollbild-Videos 307.000 Pixel (640 x 480 Pixel). Um ein solches Vollbild digital in 24-Bit Farbtiefe (8-Bit für jede der RGB-Komponenten) darzustellen, muss jeder Pixel 24-Bit an Farbinformation darstellen. Da 24-Bit 3 Bytes entspricht benötigt jeder digitalisierte Frame bei 307.200 Pixeln pro Frame 921.600 Bytes. Bei einer Framerate von 30 fps werden etwa 27 Megabyte zum Speichern von einer Sekunde an digitalisiertem NTSC-Video benötigt! Führt man dieselbe Berechnung für ein PAL-Bild (768 x 576 Pixel) durch, enthält jeder Frame eines Vollbild-Videos 442.367 Pixel. Bei 24-Bit Farbtiefe und einer Framerate von 25 fps benötigt man einen Speicherplatz von 32 MB für eine Sekunde an digitalisiertem Film. Der Umgang mit solchen Speichermengen ist für die meisten Computeranwender nicht realisierbar.

Ein noch größeres Hindernis ist die Rechenleistung, die zum Abspielen der gespeicherten Informationen mit ausreichenden Frameraten benötigt wird. Damit Videos an einem Desktop Computer verarbeitet werden können, sind Fortschritte bei der Entwicklung von Datenkomprimierungstechnologien und Kompromisse in Bezug auf Framegröße, Farbtiefe und Bildauflösung notwendig. Die meisten Fortschritte wurden bisher in der Art erzielt, wie Daten komprimiert werden.

"Video-Grabber" dienen zur Digitalisierung von Standbildern und Videosequenzen. Die mittels Video-Grabber aufbereiteten (sprich: digitalisierten) Informationen werden sodann als herkömmliche Bild- oder Video-Datei auf die Festplatte des PCs gespeichert und können sodann auf gewohnte Weise mit dem Personalcomputer weiterbearbeitet werden.

Video-Komprimierung

Allgemeines

Die digitale Darstellung eines Studio-TV-Signals erfordert gemäß der CCIR Recommendation 601 eine Nettodatenrate von 166 Mbit/s. Keine der bereitstehenden digitalen Übertragungsmedien im Computerbereich kann eine solche Datenrate bieten. Mit den hier behandelten Standards können jedoch auch Video- und Audio-Signale auf bereits bestehende Medien übertragen und gespeichert werden, da sie die Menge der Daten durch verschiedenste Techniken reduzieren bzw. komprimieren. Komprimierung ist der Vorgang des Entfernens oder Umstrukturierens von Daten, um die Größe einer Datei zu verringern. Digitale Videodateien sind sehr umfangreich und benötigen hohe Datenübertragungsraten zum Aufnehmen und Abspielen. Beim Kompilieren einer "Video für Windows"- oder QuickTime-Datei

werden die Daten komprimiert, um die Dateigröße zu verringern und die Wiedergabe des Films zu vereinfachen. Die Daten werden bei der Wiedergabe des Films dekomprimiert.

Für das Komprimieren von Video für Windows oder QuickTime Filmen sind einige Komprimierungs-/Dekomprimierungs-Algorithmen (Codecs) verfügbar. Codecs können auf Software oder auf Hardware basieren, wobei Hardware-Komprimierung sehr viel schneller und effektiver ist als Software-Komprimierung. Der gewählte Algorithmus beeinflusst die visuelle Qualität des Films und die Geschwindigkeit, mit der er am Bildschirm des Computers oder an einem NTSC- bzw. PAL-Bildschirm wiedergegeben werden kann. Im allgemeinen können 24-Bit Video-Vollbilder nur mit Hardware-Komprimierung und Dekomprimierung in Echtzeit abgespielt werden (d. h. bei normaler Wiedergabegeschwindigkeit). Videos für das Abspielen von einer CD werden normalerweise per Software komprimiert, um dem, der über einen CD-Player verfügt, das Abspielen der Filme ohne spezielle Hardware zu ermöglichen.

Einige Videokarten von Drittanbietern bieten eine auf *Motion JPEG*-Format basierende Hardware-Komprimierung. Mit diesem Format können Vollbilder mit 30 bzw. 25 Frames pro Sekunde, mit einigen Karten sogar mit 60 bzw. 50 Halbbildern pro Sekunde angezeigt werden.

Man unterscheidet allgemein zwischen:

Räumliche Komprimierung

Komprimierung von Daten jedes Frames eines Clips. Häufig auftretende Nebenwirkung der räumlichen Komprimierung ist Verschwimmen, Blockbildung (Kompressions-Artefakte, kleine Blöcke flächiger Farbe anstelle von Zufalls-Dithering im Original - siehe Bild), Streifen (Linien gleicher Farbe), und Konturbildung (Bereiche gleicher Farbe).

Verlustfreie Komprimierung

Eine Komprimierungsmethode, bei der die Originaldaten erhalten werden, und so sichergestellt wird, dass das Bild vor und nach der Komprimierung dasselbe ist. Die meisten verlustfreien Methoden benutzen eine Lauflängen-Kodierung, ein Vorgang, der fortlaufende Bereiche gleicher Farbe entfernt. Diese Technik funktioniert sehr gut bei elektronisch erzeugten Bildern, in denen flächige Bereiche oft aus einer Farbe gebildet werden. Im allgemeinen ist jedoch eine verlustfreie Komprimierung bei digitalisierten Videos und gescannten Fotografien nicht sehr effektiv, da die Farben in diesen Bildern meist durch starkes Dithering und Verwischen dargestellt werden und nur wenige Bereiche flächiger Farbe enthalten.

Verlustreiche Komprimierung

Verlustreiche Komprimierungsmethoden dagegen versuchen, Bildinformationen zu entfernen, die dem Betrachter in der Regel nicht auffallen. Diese Methoden bewahren die Originaldaten nicht; Bildinformationen gehen verloren und können nicht wiederhergestellt werden. Die Datenmenge, die verlorengeht, hängt vom Grad der Komprimierung ab. Eine hohe Qualitätseinstellung für einen Film bewirkt einen geringeren Informationsverlust als eine niedrige. Außerdem verursachen viele verlustreiche Komprimierungsmethoden einen zusätzlichen Datenverlust, wenn die Bilder erneut komprimiert werden. Dieser zusätzliche Verlust ist abhängig von der Komprimierungsmethode; der QuickTime Video Codec z.B. wurde so entwickelt, dass der zusätzliche Verlust bei erneuter Komprimierung gering gehalten wird.

Zeitliche Komprimierung

Framedifferenzierung ist eine zeitliche Komprimierung, bei der die für die Darstellung jedes Frames im Clip benötigte Datenmenge minimiert wird, indem nur die Daten der Frames gespeichert werden, die Änderungen enthalten. Wenn ein Film z. B. nicht extrem viel Bewegung und damit einen relativ hohen Anteil an Wiederholung von einem Frame zum nächsten enthält speichert diese Methode die Daten aus bestimmten Key-Frames und lässt die restlichen Daten außer acht. Eine häufig auftretende Nebenwirkung dieser Komprimierungsmethode ist eine Art von Blockbildung innerhalb der Videobilder.

Codecs

Allgemeines

Ein Codec ist ein Algorithmus zur Kompression (COmpressor) Dekompression (DECompressor) von Multimediadateien - also z.B. von Video für Windows- und QuickTime-Filmen. Codecs können auf Software oder auf Hardware basieren, wobei Hardware-Komprimierung sehr viel schneller und effektiver ist als eine Software-Komprimierung. Der Algorithmus beeinflusst auch die visuelle Qualität des Films

und die Geschwindigkeit, mit der er am Monitor des Computers oder an einem NTSC- bzw. PAL-Bildschirm wiedergegeben wird.

Man unterscheidet zwischen drei verschiedenen CODECs:

Reine Software-CODECs, wie Cinepak, VIDEO 1, INDEO INTERACTIV, CODECs, die eine Hardwareunterstützung benötigen, wie M-JPEG oder CODECs, die sowohl softwaremäßig als auch mit Hardwareunterstützung lauten, wie INDEO 3.1, INDEO 3.2, MPEG.

Microsoft Video 1

Wird verwendet zur Komprimierung von analogem Video. Er bietet eine verlustreiche, räumliche Komprimierung, die Farbtiefen von 8- bis 16-Bit unterstützt.

Microsoft RLE

Wird verwendet zur Komprimierung von Animationen und computergenerierten Bildern. Es handelt sich um einen räumlichen 8-Bit Kompressor, der mit Lauflängen-Kodierung arbeitet.

Cinepak

Wird verwendet für die Komprimierung von 24-Bit Video zur Wiedergabe von CDs. Cinepak erreicht höhere Komprimierungsraten, eine bessere Bildqualität sowie eine schnellere Wiedergabegeschwindigkeit als der Microsoft Video 1 Codec. Er ist sowohl auf Windows als auch auf Macintosh Rechnern verfügbar. Das beste Ergebnis erzielt man, wenn der Cinepak-Codec auf die reinen Ursprungsdaten angewendet wird, die noch nicht mit einem stark verlustreichen Kompressor komprimiert wurden. Cinepak ist ein sehr asymmetrischer Codec, d. h. die Dekomprimierung mit Cinepak erfolgt sehr viel schneller als die Komprimierung. Die Datenrate für die Wiedergabe kann durch den Anwender bestimmt werden.

INTEL Indeo Video R3.2

Wird verwendet für die Komprimierung von 24-Bit Video zur Wiedergabe von CDs. Wie der Cinepak-Codec erreicht er höhere Komprimierungsraten, eine bessere Bildqualität sowie eine schnellere Wiedergabegeschwindigkeit als der Microsoft Video 1 Codec und ist sowohl für Windows als auch für Macintosh Computer verfügbar. Er sollte ebenfalls auf die reinen Ursprungsdaten losgelassen werden. Wenn er mit einer Datenrate für die Wiedergabe verwendet wird, erzeugt dieser Kompressor Filme, die qualitativ mit denen vergleichbar sind, die mit einem Cinepak Codec komprimiert wurden.

INTEL Indeo Video Raw

Wird verwendet um unkomprimiertes Video aufzunehmen. Er bietet eine hervorragende Bildqualität, da keine Komprimierung angewendet wird.

Qualitätsverlust

Allgemeines

Für die Videobearbeitung per Computer gelten folgende Verhältnisse zwischen Kompression und Qualität. Gemessen werden, wie viele Megabyte an Videodaten pro Sekunde verarbeitet werden müssen bzw. wie viele Minuten Film auf einem Gigabyte (1 GB) gespeichert werden.

Die Videoauflösung ist abhängig von der verwendeten Video/Fernsehnorm: das PAL-System hat eine Auflösung von 768 x 576 Bildpunkten, NTSC arbeitet mit 640 x 480 Bildpunkten.

Verhältnis	PAL (MB/s)	NTSC (MB/s)	Minuten pro GB (PAL / NTSC)	Bildqualität
1:1	21,2	17,6	00:48 / 00:58	Fernseh-Studiokamera direkt
2:1	10,6	8,8	01:36 / 01:56	Direktübertragung TV
3:1	7	5,9	02:26 / 02:54	Betacam Digital SP, sendereif
4:1	5,3	4,4	03:13 / 03:53	Betacam Digital SP (professionell)
5:1	4,2	3,5	04:04 / 04:53	Betacam (semi-professionell)
5:1	3,5	2,9	05:16 / 06:14	Digital Video DV
7:1	3	2,5	05:41 / 05:50	Hi 8, S-VHS (professionell)
10:1	2,1	1,76	08:08 / 09:42	Hi 8, S-VHS (gute Amateurqualität)
15:1	1,4	1,2	12:11 / 14:13	VHS (Amateurqualität)

Video-Zukunft

Streaming

Allgemeines

Durch "Streaming" können Audio- und Video-Dateien bereits während der Übertragung (z.B. im Internet) angehört bzw. angeschaut werden - vorausgesetzt die Bitrate ist nicht höher als die Geschwindigkeit des (Internet-)Anschlusses. Beim Streaming muss also nicht wie beim üblichen "Store-and-forward-Prinzip" abgewartet werden, bis eine Media-Datei (Audio oder Video) komplett übertragen ist, bevor der Inhalt angehört bzw. betrachtet werden kann. Man spricht daher auch von Echtzeitübertragungen, da Daten ohne größere Zeitverschiebung vom Client wiedergegeben werden.

Um beispielsweise eine CD-ähnliche Audioqualität zu erreichen, wird eine Bitrate von 128 kb/s benötigt. Das bedeutet, dass zwei ISDN-Leitungen mit je 64kbit/s und eine "staufreie" Internetverbindung nötig wären, um mp3's direkt aus dem Internet abspielen zu können. Wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt werden (was Anfang 2000 die Regel ist), dann wird eine Kombination aus Streaming und Herunterladen eingesetzt: Bevor das eigentliche Abspielen beginnt, wird ein Teil der Audio- bzw. Video-Daten heruntergeladen und zwischengespeichert (buffering). Dieser Teil liegt dann lokal auf dem Computer des Konsumenten und kann somit problemlos abgespielt werden. Während dieser zwischengespeicherte Teil angehört bzw. betrachtet wird, werden automatisch im Hintergrund bereits die nächsten Teilstücke heruntergeladen. Dadurch kann trotz langsamerer oder manchmal verzögerter Verbindung oft ein kontinuierliches Abspielen erreicht werden. Während der Übertragung kann jederzeit zurück- und vorgespult oder die Wiedergabe gestoppt werden. Diese Technik wurde für verschiedene Übertragungsgeschwindigkeiten optimiert - also z.B. für Modem (14.4 Kbps, 28.8 Kbps, 33.6 Kbps,...), ISDN und Netzwerk.

Streaming-Formate

Für das Audio- und Video-Streaming gibt es unterschiedliche Datei- und Übertragungs-Formate (MP3, Real-Audio, Real-Video, Quicktime, WMA, ...). Die jeweilige Abspielsoftware bzw. das passende Browser-PlugIn kann bei den Herstellern in der Regel kostenlos erhalten werden. Aktuelle häufig genutzte Formate sind: VxTreme Web Theater, .RealPlayer, WM (Windows Media Audio), Adobe QuickTime 3 / 4.

Literaturverzeichnis

Bücher

Videokompressionsverfahren im Vergleich.

Torsten Milde
1995. dpunkt-Verlag

Video Compression Techniques.

Wolfgang Effelsberg, Ralf Steinmetz
1998. dpunkt-Verlag

Bilddatenkomprimierung mit JPEG und MPEG

1995. Franzis

Digitales Video in interaktiven Medien. Einführung und Anwendung für PC, Macintosh und CD-I

Roland Riempp, Arno Schlotterbeck
1995. Springer-Verlag

Internet-Seiten

The MPEG Point

<http://www.mpeg.org>

The MPEG Homepage

<http://drogo.cselt.stet.it/mpeg>

Adobe Quicktime

<http://developer.apple.com/quicktime>

Tom's Hardware Guide

<http://www.tomshardware.de>

Beratungszentrum für Videokonferenzsysteme

<http://bzvd.urz.tu-dresden.de>