

In'side

TRONIC Media World <http://www.tronic.de>

MULTIMEDIA

Technik, Spaß, Information

Mit CD-ROM

NEUE SERIE

VIRTUAL REALITY

IHR FAHRPLAN INS INTERNET

Der Web-Wegweiser

GRAFIKKARTEN FÜR SPIELE

3D-POWER

CD-ROM HIGHLIGHTS

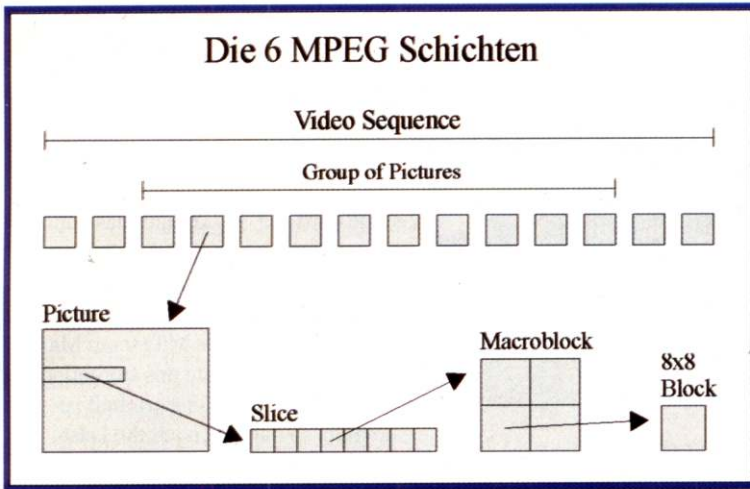
- Vollversion Foto Session plus 60 PCD-Bilder
- AOL- und CompuServe-Zugangs-Software
- Multimedia-Show: Olympia 1996 in Atlanta
- Mr. More – ein tolles Multimedia-Erlebnis
- Super Shareware, Treiber, Copyright-freie Bilder und vieles mehr!



NEU! CD jetzt im Innenteil

ISSN 0945-9006 H 12350 E





Eine MPEG-Sequenz besteht aus sechs sogenannten Schichten

MPEG: Die Zukunft ist da!

Video digital

Die digitale Revolution im Videobereich ist in vollem Gange. Die Grundlagen der digitalen Videowelt möchten wir Ihnen nun vermitteln.

Der Begriff MPEG bezeichnet eigentlich kein Dateiformat, sondern ist die Abkürzung des Namens der Arbeitsgruppe (Moving Picture Experts Group), die diese Normen zur digitalen Übertragung im Jahr 1988 aufgestellt hat. Es wurde die Grundlage für einen Datenstrom geschaffen, der Bild, Ton- und Zusatzinformationen enthält.

Die MPEG-Expertengruppe hatte damals das Ziel, eine weltweite Norm aufzustellen, die es ermöglicht, ruckfreies Video von der CD abzuspielen. Ende 1990 war mit der MPEG-1-Norm eine Lösung gefunden, um mit Hilfe eines Singlespeed-CD-Laufwerks mit einer Datenrate von knapp 1,5 MBit/s einen Videofilm in 352 x 288 Pixeln Auflösung und mit 25 Bildern pro Sekunde wiederzugeben. Die Qualität entspricht ungefähr der des VHS-Systems.

Nachdem klar war, daß es prinzipiell möglich ist, analoges Video mit Ton nahezu verlustfrei digital zu komprimieren und zu speichern, wurden zwei weitere Arbeitsgruppen gebildet, die mit MPEG 2 ein Verfahren für das Fernsehen und mit MPEG 3 eins für hochauflösendes

Fernsehen (HDTV) bzw. fürs Kino entwickeln sollten.

Die MPEG-3-Arbeitsgruppe ist inzwischen in MPEG 2 mit aufgegangen, da sich dieses Format als sehr flexibel erwies. Momentan ist die Hauptarbeit an MPEG 2 abgeschlossen, es wird an der MPEG-4-Norm gearbeitet, die für die Bildtelefonie via ISDN und Internet eingesetzt werden soll.

Die Technik

Grundlage des MPEG-Verfahrens ist die Zerlegung des Videobilds in einzelne Pixel. Gruppen von je 8 x 8 Punkten (horizontal und vertikal) werden zu einem Block zusammengefaßt. Dieser Block wird mittels einer DCT (Discrete Cosinus Transformation) genannten Methode von seinem Inhalt her in Frequenzbereiche zerlegt. Die Arbeitsweise ist ähnlich einem (Audio-)Equalizer, der den Pegel für jede Wellenlänge angibt. Bei der DCT werden Flächen und Bilddetails in Frequenzen zerlegt, das Ergebnis dann über eine Wertungsmatrix, die feine Details wegläßt, gekürzt und nach Lauflänge codiert. Nach diesem Vorgang bleiben

nur wenige Bits übrig, die die ehemals 64 Pixel beschreiben.

Das gesamte MPEG-Codierungsverfahren ist sehr aufwendig und wird üblicherweise von spezieller Hardware erledigt. Mit herkömmlichen Prozessoren ist es nicht möglich, MPEG-Videos in Echtzeit herzustellen.

Es gibt Programme, die einzelne Bilder, die z. B. von einem Raytracer, aber auch einer Framegrabber-Karte stammen können, zusammenrechnen. Auf Workstations liegt die Berechnungsrate ungefähr bei einem Bild pro Sekunde.

Die MPEG-Codierung erlaubt eine erhebliche Verkleinerung der Datenmenge. Bei MPEG 1 wird die originale Videoauflösung von 720 x 576 Pixeln mit 25 Bildern pro Sekunde (das sind rund 166 MBit/s) auf 352 x 288 Pixel mit 1,15 MBit/s herunterkomprimiert. Das ist natürlich nur mit sichtbaren Einbußen möglich.

Die Codierung

Beim MPEG-Verfahren sind die ablaufenden Vorgänge in insgesamt sechs Ebenen eingeteilt:

- Ebene 1: Video Sequence Layer
- Ebene 2: Group of Pictures
- Ebene 3: Picture
- Ebene 4: Slice
- Ebene 5: Macroblock
- Ebene 6: Block

Auf der untersten Ebene, dem **Block-Layer**, wird das 8 x 8 Pixel große Feld durch seine mittels DCT festgestellten Koeffizienten repräsentiert. Dabei sind die Pixel nicht, wie bei

Level	Max. Auflösung in Pixeln	Bilder/s	max. Bitrate in MBits/s	Anwendung
Low	352 x 288	25	< 4	Consumer Video
Main	720 x 576	25	<15	Pal, Studio Qualität
High 1440	1440 x 1152	25	<60	HDTV
High	1920 x 1152	25	<80	„Kinofilm“

Computern üblich, als RGB-Werte gespeichert, sondern es wird das YUV-Farbraummodell verwendet. Hierbei ist die Farbinformation nur für jeden zweiten Pixel und jede zweite Zeile präsent. Diese Reduktion entspricht dem Empfinden des menschlichen Auges.

In der darüberliegenden Ebene, dem **Macroblock-Layer**, wird beschrieben, wo sich der Block im Bild befindet und um was für eine Art von Macroblock es sich handelt. Es finden sich normalerweise vier Blöcke zu je 8 x 8 Pixeln, also ein Feld von 16 x 16 Pixeln in einem Macroblock.

Im **Slice** wiederum finden sich mehrere aufeinanderfolgende Macroblöcke. Diese sind zeilenweise sortiert angeordnet.

Der **Picture Layer** schließlich faßt alle Slices zu einem Bild zusammen. Diese „Bildstreifen“ sind einzeln durchnummeriert. Auch bei Übertragungsfehlern kann so bei der Wiedergabe jeder Streifen eindeutig zugeordnet werden.

Mehrere Bilder aus unterschiedlichen Bildarten sind in der **Group of Pictures (GOP)** zusammengefaßt. Diese zusammen ergeben schließlich den **Video Sequence Layer**. Diese höchste Datenebene enthält diverse Informationen zum Bildformat, zur Aufnahmequelle sowie für den Decoder.

Bildarten

Entscheidend für die hohen Kompressionsraten, die MPEG ermöglicht, sind die unterschiedlichen Bildarten, aus denen sich die GOPs zusammensetzen. Drei verschiedene Bildtypen gibt es:

- I-Frames:** intraframe coded
- P-Frames:** predictive coded
- B-Frames:** bidirectionally predictive coded

Die Bilder von **Typ I** werden auch als Referenzbilder bezeichnet. Sie sind sogenannte „Absolutbilder“, die nach dem DCT-Verfahren gebildet werden (ähnlich wie die JPEG-Bilder). Im MPEG-Datenstrom kommen I-Frames ca. zwei- bis dreimal pro Sekunde vor. Sie weisen den größten Speicherbedarf auf, da sie normalerweise nur um den Faktor 6 komprimiert werden, und sind bei der Wiedergabe (z. B. im Videoschnitt) wichtige Einstiegspunkte. Auch wenn Übertragungsfehler auftreten sollten, die sich fortsetzen können, wird beim nächsten I-Bild der richtige Zustand wiederhergestellt, da es nicht mit anderen Bildern verknüpft ist.

Bilder vom **Typ P** sind relative Bilder. Ihr Inhalt wird nur mit Hilfe von vorangegangenen I- oder P-Bildern

berechnet. Um Speicherplatz zu sparen, wird eine Bewegungskompensation durch den Vergleich zweier Bilder durchgeführt. Die beiden Vergleichsbilder werden dabei in 8 x 8 Pixel große Blöcke zerlegt. Nun wird mittels eines Begrenzungsfensters von 16 x 16 Pixeln Größe nachgesehen, ob sich zu jedem Block des ersten Bildes ein Block aus dem zweiten Bild mit ähnlichem Bildinhalt „in der Nähe“ befindet. Bei Erfolg wird dann nicht der gesamte Block gespeichert, sondern nur die relative Bewegung (Vektor) zur neuen Posi-

tion. Kleine Änderungen sind auch mit vermerkt. Die P-Bilder sind von ihren Daten her um ca. den Faktor 3 kleiner als I-Bilder.

IBBPBBPBBPBB IBBP ...

Da als zweites nach dem I-Bild ein B-Bild entpackt werden soll, welches sich aber auf das noch kommende P-Bild bezieht, ist die Reihenfolge im ankommenden Datenstrom vertauscht:

IPBBPBBPBB IPBB ...

Zuerst kommen also die I- und P-Frames, darauf beziehen sich dann die beiden B-Frames. Bei hohen Auflösungen erfordert es viel Speicher im Decoder, um auf insgesamt zwei Bilder (I, P) für zwei Berechnungen (B-Frames) zurückzugreifen.

MPEG 1 versus MPEG 2

Da für die CD konzipiert, ist MPEG 1 für Datenraten von maximal 4 MBit/s effizient. Darüber hinaus wird mit MPEG 2 mehr Wiedergabequalität geboten. Typische Raten beim digitalen Fernsehen liegen bei 8 bis 12 MBit/s.

Bei MPEG 1 hat sich im Grunde nur ein Bildformat durchgesetzt, das der Video-CD. MPEG 2 hat durch **Profile** und **Levels** wesentlich mehr Raum für Anwendungen.

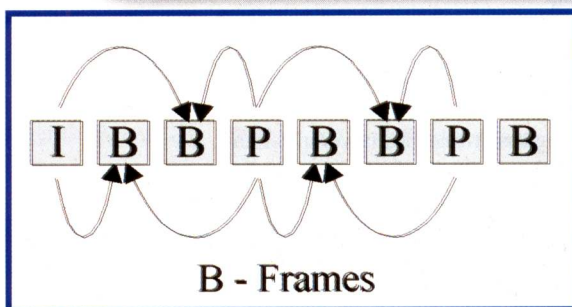
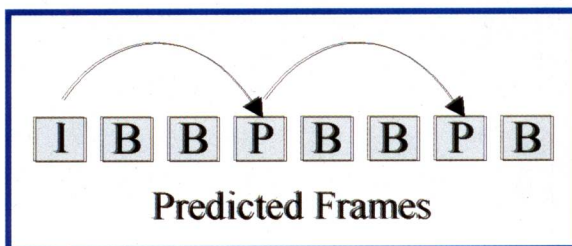
Die Palette der Möglichkeiten ist groß. Sie reicht von der Standardauflösung mit 352 x 288 Pixeln bei 25 Bildern/s, bis zu 1920 x 1152 Pixeln mit 60 Bildern/s. Die variablen Datenraten reichen von 4 bis 100 MBit/s.

Eine **Skalierung** erlaubt die parallele Übertragung eines normalauflösenden und eines hochauflösenden Datenstroms. Der einfache Fernsehempfänger stellt nur die übliche Qualität dar, ein Studiogerät oder Projektor verfügt mit dem zweiten Datenstrom über die vierfache Auflösung. Noch in diesem Jahr wird unser Fernsehen endlich digital, per MPEG 2 sind dann weit über 300 Spartenprogramme in Europa zu empfangen.

Im Bitstrom können auch Datenpakete übertragen und an einen Rechner weitergegeben werden. Software-Empfang per Satellitenschüssel ist heute schon Tatsache. Channel Videodat hatte es vor Jahren vorgemacht. Nur sind mit MPEG 2 wesentlich höhere Geschwindigkeiten sowie die Vergabe der Zugriffsrechte möglich. ●

Daniel Diezemann

P-Frames werden aus I- und weiteren P-Frames berechnet



B-Frames berechnen sich aus vorangegangenen und noch folgenden I- und P-Frames

tion. Kleine Änderungen sind auch mit vermerkt. Die P-Bilder sind von ihren Daten her um ca. den Faktor 3 kleiner als I-Bilder.

Bilder vom **Typ B** sind sehr komplex und daher aufwendig zu rechnen und auch optional im Datenstrom vorhanden. Sie werden aus vorhergehenden und noch kommenden I- und P-Bildern ermittelt.

Wenn sich ein Element im Bild bewegt, wird dieses per Bewegungskompensation erfasst. Durch das Wegbewegen von Inhalten aus den Blockgrenzen entstehen aber neue Felder, die mit Bildinhalten gefüllt werden müssen. Diese werden aus kommenden oder schon empfangenen I-Frames rekonstruiert.

Die Wiedergabe

Beim Abspielen eines MPEG-Videos gilt es, alle Einzelinformationen zu sinnvollen Bildinhalten zusammenzusetzen. Die Wiedergabe der Ein-