



Einführung in die HD-Technologie

Avid

Teil 1

Your vision. **AVID REALITY.**

1

Kapitel 1

Videoformate und Sampling

Chroma sub-sampling

Active picture

Aliasing

Anamorphic

Anti-aliasing

Aspect ratio

CIF

Colour space

Component video

Co-sited sampling

DTV

Avid

Zu den am schwersten verständlichen Bereichen von HD- und SD-TV gehören die Fachbegriffe, die das Sampling und den Farbraum beschreiben. Beispiele: RGB 4:4:4 oder Y,Cr,Cb 4:2:2. Auch die Videoformate, beispielsweise 1080p/24, hören sich befremdlich an, wenn man noch nicht näher mit ihnen vertraut ist. Im folgenden Text erhalten Sie eine Einführung bzw. eine Auffrischung zu den Sample-Verhältnissen.

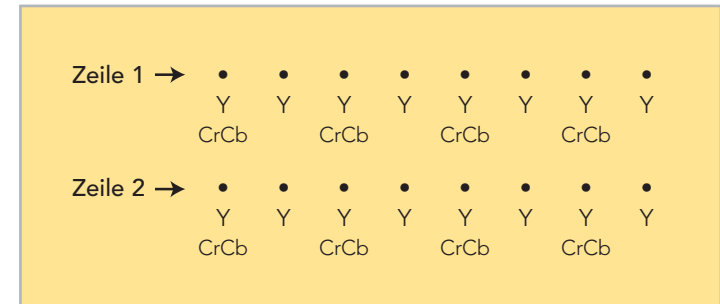
4:2:2 usw. (Chroma Subsampling)

Die beim digitalen Fernsehen verwendeten Sampling-Raten werden mit Kurzformeln beschrieben. Die Ziffern geben Sample-Raten-Verhältnisse und nicht absolute Zahlen an, und für ihr vollständiges Verständnis müssen sie genau gedeutet werden. Diese Verhältnisse bezeichnet man manchmal als „Chroma Subsampling“.

In den meisten Fällen bezieht sich die erste Ziffer auf die Luminanz (Y) und die letzten beiden auf die Chrominanz. Die Ausnahmen hiervon sind 4:4:4 und 4:4:4:4 (siehe unten). Die erste Ziffer ist fast immer „4“, was bedeutet, dass die Luminanz für jedes im Bild dargestellte Pixel einmal gesampelt wird. Eine niedrigere Sample-Rate für die Luminanz wird nur in sehr wenigen Fällen verwendet. Dies ist beispielsweise bei HDCAM der Fall, das das Sampling-Format 3:1:1 verwendet. Geschieht das Sampling mit einer niedrigeren Rate als der endgültigen Pixelrate, wird dies als Subsampling bezeichnet.

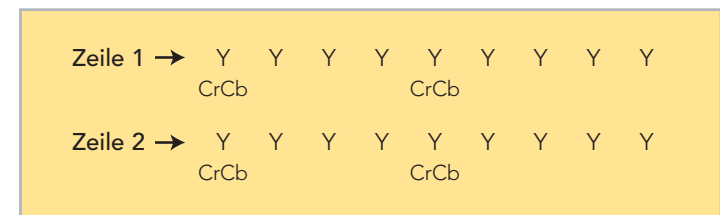
Die folgenden beiden Ziffern beschreiben die Sampling-Frequenzen der beiden rein farbdigitalisierten Komponenten, die als „Cr“ (Rot-Y) und „Cb“ (Blau-Y) bezeichnet werden. Da Fernsehsender die Tatsache ausnutzen, dass das menschliche Auge stärker auf die Luminanz als auf die reine Farbe reagiert, werden Datenreduzierungen eher beim Chrominanz-Sampling als bei der Luminanz durchgeführt. Das gängigste Sampling-System für Studioqualität ist 4:2:2, bei dem die beiden

Farbkomponenten jeweils zusammen mit jedem zweiten Luminanz-Sample jeder Zeile gesampelt werden.



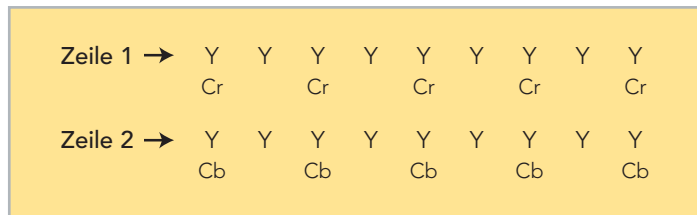
4:2:2-Sampling von Luminanz- und Farbdifferenz-Signalen

4:1:1 wird in einigen DV-Formaten und DVCAM verwendet, und erstellt an jedem vierten Y-Sample-Punkt jeder Zeile Cr- und Cb-Samples – und enthält dennoch mehr Chrominanzdetails als PAL oder NTSC.



4:1:1 Sampling

Nun ergibt sich folgende Frage: Wenn das Chrominanz-Sampling wie im 4:1:1-System horizontal gesampelt wird, warum sollte man nicht dasselbe auf vertikaler Ebene tun, um eine gleichmäßigere Verteilung der Farbinformationen zu erhalten? So werden Cr und Cb nicht auf jeder Zeile, sondern auf abwechselnden Zeilen gesampelt, dafür aber häufiger auf jeder Zeile (bei jedem zweiten Y). Dies bezeichnet man als 4:2:0-Sampling (4:2:0 auf einer und 4:0:2 auf der nächsten Zeile), das in MPEG-2 und den meisten gängigen JPEG-Komprimierungssystemen Verwendung findet.



4:2:0-Sampling führt bei quadratischen Pixeln zu gleich bleibender Farbauflösung (vertikal und horizontal)

In vielen Fällen ist es sehr hilfreich, den Bildern ein Key- (oder Alpha-) Signal zuzuordnen. Ein Key ist ein vollständiges Bild, jedoch nur dessen Luminanzwert. In diesen Fällen wird an vierter Stelle die Ziffer „4“ angegeben, beispielsweise 4:2:2:4.

Vom technischen Standpunkt gesehen kann 4:4:4 ein vollständiges Sampling der Komponentensignale RGB oder Y, Cr und Cb bedeuten, wird jedoch selten für letzteres verwendet. RGB kann ein Key-Kanal zugeordnet werden, wodurch 4:4:4:4-Sampling entsteht.

Gelegentlich werden Sampling-Verfahren eingesetzt, die nicht vorgesehen sind, beispielsweise Oversampling, das bei guter Verarbeitung zu einer besseren Bildqualität führen kann. In diesem Fall kann das Sampling-Verfahren beispielsweise als 8:8:8 angegeben werden. Hierbei würden für RGB pro Pixel zwei Samples erstellt.

Dieses System zur Beschreibung der Sampling-Verhältnisse wird sowohl in der SD- als auch in der HD-Technologie eingesetzt. Obwohl Sampling in der Regel 5,5 Mal größer ist, ist 4:2:2-Sampling der Standard für HD-Studios.

Warum 4?

Rein logisch sollte man denken, dass die erste Ziffer, die eine 1:1-Beziehung mit den Pixeln darstellt, „1“ sein sollte. Aus vielen guten (und einigen nicht so guten) Gründen gibt es bei TV-Standards sehr viele Altlasten. Anfang der 1970er-Jahre wurden die ersten digitalen TV-Signale in NTSC und PAL kodiert. In beiden Fällen war es notwendig, die Sampling-Frequenz fest auf die Frequenz des Farbträgers (englisch Subcarrier, kurz SC) einzustellen, die wiederum eine feststehende Beziehung zu Zeilen- und Bildfrequenzen hat.

Der Farbträger des NTSC-Verfahrens hat eine Frequenz von 3,579545 MHz, der von PAL-I 4,43361875 MHz, und die digitalen Systeme sampelten in der Regel bei 4fach-NTSC SC bzw. 3fach-PAL SC, was zu einer Frequenz von 14,3 bzw. 13,3 MHz führte.

Als nächstes wurde Component-Video mit Y, B-Y und R-Y (Luminanz und zwei reine, Differenzsignale bezeichnete, Farbkomponenten) verwendet, deren Verarbeitung für das Ändern der Größe, Platzieren, Konvertieren und Komprimieren und für die unzähligen Möglichkeiten der Bildbearbeitung heutzutage deutlich einfacher ist. Bei der Entwicklung von Standards zum Sampeln dieses Component-Video fand teilweise die gleiche Logik wie früher Anwendung, es wurden jedoch auch die Gemeinsamkeiten der beiden weltweit verwendeten SD-Systeme 525i/60 und 625i/50 berücksichtigt. Die Vereinigung all dieser Vorgaben führten zum ITU-R BT.601-Standard für SD-Sampling. 601 definiert das Luminanz-Sampling bei 13,5 MHz (entspricht 720 Pixeln je aktiver Zeile) und jedes der Farbdifferenzsignale bei 6,75 MHz, der Hälfte dieser Frequenz.

Nun bemerkte jedoch jemand, dass 13,5 MHz fast mit der Frequenz 14,3 MHz identisch ist, die dem 4fachen des NTSC-Farbträgers entspricht. Bei genauerer Betrachtung hätte er eine größere Ähnlichkeit zu 3fach-PAL SC erkannt und ein beachtlicher Teil der Terminologie wäre heute anders! So kam es jedenfalls, dass statt der möglichen Ziffer 3, die eigentlich eine 1 hätte sein sollen, die Ziffer 4 verwendet wurde.

Da die HD-Sampling-Raten 5,5 Mal schneller als die SD-Raten sind, liegt die Frequenz des häufig in Studios verwendeten 4:2:2-Sampling eigentlich bei 74,25 MHz für Y und bei 37,125 MHz für Cr und Cb.

1080i

Steht für Interlaced-Scan mit 1080 Zeilen. Hierbei handelt es sich um das weit verbreitete HD-Zeilenformat, das als Interlaced-Scan von 1080 Zeilen mit 1920 Pixeln je Zeile definiert wird. Die alleinige Angabe 1080i bestimmt noch

keine Bildrate, die gemäß Definition durch SMPTE und ITU bei 25 oder 30 Hz liegen kann.

Siehe auch: Common Image Format, Interlace, ITU-R.BT 709, Tabelle 3

1080p

TV-Bildgröße mit 1080 x 1920 Pixeln (Progressive-Scan). Die Bildraten können denen von 1080i entsprechen (25 und 30 Hz) oder 24, 50 bzw. 60 Hz betragen.

Siehe auch: Common Image Format, Progressive, ITU-R.BT 709, Tabelle 3

13,5MHz

Beim digitalen Kodieren von SD-Video im 601-Format verwendete Sampling-Frequenz. Diese Frequenz ist ein ganzes Mehrfaches der Frequenzen der TV-Systeme mit 525 und 625 Zeilen, um ein gewisses Maß an Kompatibilität der digitalen Systeme zu erzielen. Dieses Sampling ist schnell genug, um Luminanz-Detailinformationen, die mit der höchsten Frequenz von 5,5 MHz in SD-Bildern vorliegen, originalgetreu dargestellt werden können. Beim digitalen Sampling der meisten HD-Standards wird die Luminanz mit 74,25 MHz gesampelt, was dem 5,5fachen von 13,5 MHz entspricht.

Siehe auch: 2,25 MHz, ITU-R BT.601

2,25MHz

Dies ist das kleinste gemeinsame Mehrfache der TV-Zeilenfrequenzen für 525/59,94 und 625/50 (15,734265 kHz bzw. 15,625 kHz). Auch wenn diese Frequenz selten Erwähnung findet, ist sie von großer Bedeutung, da sie die Grundlage für alle Sampling-Frequenzen für digitale Komponenten ist (sowohl SD- als auch HD-TV).

Siehe auch: 13,5 MHz

24p

Steht für 24 Bilder im Progressive-Scan. In den meisten Fällen bezieht sich dies auf das HD-Bildformat mit 1080

Zeilen und 1920 Pixeln pro Zeile (1080 x 1920p/24). Die Bildrate wird auch für SD-Video mit 480 bzw. 576 Zeilen und 720 Pixeln pro Zeile verwendet. Dies wird oft für das Offline-Material für HD 24P-Editing oder zum Erstellen einer Pan and Scan-Version einer HD-Abwärtskonvertierung verwendet. Anzeigegeräte, die mit 24P arbeiten, verwenden in der Regel die Doppelverschlussstechnologie (wie Filmprojektoren), um bei der Anzeige von Bildern mit solch niedrigen Raten weniger Flimmern zu haben.

24PsF

Abkürzung für „24p Segmented Frame“. Bei diesem Format werden die Grenzen zwischen Film und Video etwas verwischt, da das Videomaterial auf filmähnliche Weise erfasst und für die digitale Aufzeichnung formatiert wird, und in einer vorhandenen HD-Videoinfrastruktur bearbeitet werden kann. Wie bei Filmmaterial wird jedes Bild auf einmal erfasst, statt das Bild wie bei gewöhnlichen TV-Scans Zeile für Zeile von oben nach unten zu erfassen, was dazu führt, dass die letzte Zeile eine 24stel Sekunde nach der ersten Zeile gescannt wird. Die Bilder werden dann als zwei zeitweise zusammengehörige Halbbilder (Segmente) auf Band aufgezeichnet, eines mit den ungeraden und das andere mit den geraden Zeilen. Dieses Format eignet sich gut für TV-Recorder.

Die Bilder sind eine reine elektronische Entsprechung des Films und der anschließenden Filmabtastung, mit der Ausnahme, dass der Videorecorder mit der Filmrate von 24 B/s und nicht mit TV-Raten arbeitet. Das Material erhält ein filmähnlicheres Aussehen. Aufgrund der niedrigen Bildrate kann es bei Bewegungen jedoch zu Anzeigebeeinträchtigungen kommen.

Die ITU-R BT. 709-4-Empfehlung enthält außerdem die Raten 25PsF und 30PsF.

Siehe auch: ITU-R BT. 709

601

Siehe ITU-R BT. 601

709

Siehe ITU-R BT. 709

720p

Steht für Progressive-Scan mit 720 Zeilen. Dieses Format wird in SMPTE 296M und als Teil der beiden TV-Standards ATSC und DVB definiert. Das vollständige Format ist 1280 Pixel je Zeile bei 720 Zeilen und 60 Bilderfassungen pro Sekunde (Progressive-Scan). Das 720p-Format wird überwiegend von den Sendeanstalten verwendet, die auch in diesem Format ausstrahlen. Dank der Tatsache, dass die Bilder 60mal pro Sekunde progressiv gescannt werden, werden die Vorteile von progressiven Scans mit einer Bildwiederholrate vereint, die genügend hoch für die Darstellung von Action ist. Daraus ergeben sich Vorteile für Sportereignisse, fließendere Zeitlupeneffekte usw.

74,25MHz

Die gängigste Sampling-Frequenz für die Luminanz- (Y-) oder RGB-Werte von HD-Video. Mit dem 33fachen von 2,25 MHz ist diese Frequenz Teil der hierarchischen Struktur, die für SD- und HD-Material verwendet wird. Sie ist außerdem Teil von SMPTE 274M und ITU-R BT.709.

Siehe auch: 2,25 MHz

Aktives Bild

Der Teil des Bilds, der die Bildinformationen enthält. Bei den analogen Systemen mit 625 bzw. 525 Zeilen enthalten nur 575 bzw. 487 Zeilen tatsächlich Bildinformationen. Ähnlich verhält es sich bei der Gesamtzeit pro Zeile, die 64 bzw. 63,5 μ s beträgt, wovon aber nur 52 bzw. 53,3 μ s Bildinformationen enthalten. Da das Signal durchgehend ist, ermöglicht die

zusätzliche Zeit das Zurücksetzen der Bilderfassung an das obere Ende des Bilds und den Zeilenbeginn.

Digital gesampelte SD-Formate enthalten 576 Zeilen und 720 Pixel je Zeile (625-Zeilensystem) bzw. 480 Zeilen und 720 Pixel je Zeile (525-Zeilensystem), jedoch nur 702 enthalten Bildinformationen. Die 720 Pixel entsprechen 53,3 μ s.

Der Sampling-Vorgang beginnt während der Zeilenaustastung des analogen Signals, kurz vor der linken Kante des aktiven Bilds, und endet, nachdem das aktive analoge Bild zu den Austastinformationen zurückgekehrt ist (der so genannte Zeilenrücklauf). Daher enthält das digitalisierte Bild die linke und die rechte Bildgrenze als Teil der digitalen Scan-Zeile. Dies ermöglicht einen weicherer Übergang zwischen der Austastlücke (schwarz) und dem aktiven Bild.

Für HD-Systeme wird in der Regel lediglich die Anzahl der aktiven Zeilen angegeben, d. h. ein 1080-Zeilensystem verfügt über 1080 Zeilen aktiven Videos je 1920 Samples. Dies kann auf einem größeren Bild mit beispielsweise 1125 Zeilen abgebildet werden, um es an die analogen Verbindungen anzupassen.

Aliasing-Effekt

Unter Aliasing versteht man Artefakte, die infolge von unsachgemäßem oder schlechtem Sampling oder Verarbeitung von Videomaterial entstehen. Räumliche Aliasing-Effekte resultieren daraus, dass die digitalen Bilder auf Pixeln basieren, und führen zu den bekannten Kanten mit Treppenstruktur (im Englischen „Jaggies“ genannt) in kurvenförmigen und diagonalen Details sowie Aufblitzen auf Details. Diese entstehen, wenn die Sampling-Raten oder die Verarbeitungsgenauigkeit zu niedrig für das Detail sind. Zeitweise Aliasing-Effekte treten auf, wenn die Handlung zu schnell für die Bildrate ist. Ein klassisches Beispiel hierfür sind Wagenräder, die sich scheinbar in die falsche Richtung drehen.

Siehe auch: Anti-Aliasing

Anamorphotisch

Mit diesem Begriff werden in der Regel Fälle beschrieben, in denen die vertikale und die horizontale Vergrößerung nicht identisch sind (Bild ist verzerrt). Beim mechanischen anamorphotischen Prozess wird eine Zusatzlinse verwendet, um das Bild um ein bestimmtes Maß zu komprimieren (häufig auf der horizontalen Achse). Auf diese Weise kann Material mit dem Seitenverhältnis 1,85:1 oder 2,35:1 horizontal auf ein Bild mit dem Verhältnis 1,33:1 (4:3) „gepresst“ werden. Bei der Projektion des anamorphotischen Films wird das Bild mithilfe einer weiteren speziellen Linse (dem so genannten „Anamorphot“) wieder auf das breitere Seitenverhältnis gedehnt. Dies wird häufig bei SD-Breitwandbildern verwendet, die zwar lediglich 720 Pixel haben, diese aber über eine um 33 % breitere Anzeige verteilen. Dies findet auch in Kameraobjektiven Verwendung, die trotz CCD-Chips im Seitenverhältnis 4:3 die Aufnahme von Bildern im 16:9-Breitwandformat ermöglichen.

Siehe auch: Seitenverhältnis

Anti-Aliasing

Versuch der Minimierung der sichtbaren Aliasing-Effekte. Dies gilt insbesondere für das räumliche Anti-Aliasing, bei dem die Aliasing-Effekte, die sich in Form von Treppenstufen bei diagonalen Linien oder „Aufblitzen“ in Bereichen mit vielen Details bemerkbar machen können, in der Regel geglättet werden. Eine bessere Lösung ist das Verbessern des ursprünglichen Sampling und der Verarbeitung, um das Entstehen von Aliasing-Effekten von vornherein zu verhindern.

Siehe auch: Aliasing-Effekt

Chroma Subsampling

Siehe 4:2:2 u. a.

CIF

Abkürzung für „Common Image Format“. Ein weit verbreitetes Bildformat, das von der internationalen Fernmeldeunion ITU die Bezeichnung „Common Image Format“ erhielt. Ziel dieses Formats ist der einfache Austausch von Bildinformationen auf nationaler und internationaler Ebene.

Siehe HD-CIF

Component Video

Die meisten herkömmlichen digitalen Geräte für TV-Material behandeln Video in der Component-Form, d. h. als Kombination aus den reinen Luminanz-Informationen Y und den reinen Farbinformationen, die in den beiden Farbdifferenzsignalen R-Y und B-Y (analog) bzw. Cr und Cb (digital) übertragen werden. Die Komponenten werden von den RGB-Informationen abgeleitet, die beispielsweise von Bilderfassungsgeräten, Kameras, Filmabtastern oder Computern stammen.

Ein Grund für die Verwendung von Komponenten ist die Möglichkeit der Komprimierung von Farbbildern. Das menschliche Auge kann in den Luminanz-Informationen viel mehr Details erkennen, als in den Farbinformationen (Chrominanz). Die einfache Umwandlung von RGB nach Y, R-Y und B-Y ermöglicht es, nur auf die Chrominanz zuzugreifen und ihre Bandbreite ohne spürbare Auswirkungen auf die angezeigten Bilder zu verringern. Dies findet in den Farbkodierungssystemen PAL und NTSC Verwendung, und wird sowohl im SD- als auch im HD-Format in den digitalen Komponentensignalen übertragen.

Bei professionellen digitalen Videoanwendungen werden die Farbdifferenzsignale in der Regel bei der halben Frequenz der Luminanz gesampelt, wie beim 4:2:2-Sampling. Außerdem gibt es andere Arten von digitalem Komponenten-Sampling, beispielsweise das 4:1:1-Format mit weniger Farbdetails (wird in DV verwendet) und das 4:2:0-Format, das in MPEG-2 Verwendung findet.

Co-sited Sampling

Bei diesem Verfahren werden alle Samples für Luminanz und Chrominanz gleichzeitig gemacht. Dies stellt sicher, dass das relative Timing (Phase) aller Signalkomponenten symmetrisch ist und nicht vom Sampling-System verdreht wird. Sampling findet in der Regel nach dem „co-sited“-Prinzip statt, das 4:2:0-Sampling ist jedoch interstitiell, d. h. die Chrominanz-Samples werden zwischen den Luminanz-Samples erstellt.

Siehe auch: 4:2:2 u. a.

DTV

Abkürzung für „Digital Television“. Dies ist ein allgemeiner Begriff, der die beiden Digitalformate SD und HD abdeckt.

Farbraum

Der von einem Farbsystem umgrenzte Raum. Einige Beispiele: RGB, YCrCb, HSL (Farbton (Hue), Sättigung (Saturation) und Luminanz (Luminance)) für die Video-, CMYK für die Druck- und XYZ für die Filmbranche. Beim Verschieben von Material zwischen Medien, Plattformen oder Anwendungen kann eine Änderung des Farbraums erforderlich sein. Dies erfordert eine komplexe Bildverarbeitung, sodass vorsichtig vorgegangen werden muss, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten. Außerdem kann das wiederholte Ändern des Farbraum zu einer Farbverschiebung führen.

Beachten Sie, dass beim Umwandeln von YCrCb nach RGB mehr Bit im RGB-Farbraum erforderlich sind, um die dynamische Bandbreite zu bewahren. Hat Videomaterial mit dem Farbraum YCrCb 8 Bit je Komponente, sind im Material mit RGB-Farbraum 10 Bit erforderlich.

Gamut (Farbe)

Die Bandbreite der möglichen Farben, die in einem Bildverarbeitungssystem zur Verfügung stehen. Die roten, blauen und grünen Phosphorpunkte von TV-Bildschirmen und RGB-CCDs oder RGB-CMOS-Chips in Kameras legen fest, welche Farben angezeigt werden können. Dies bezeichnet man nach dem englischen Begriff für Farbraum als „Gamut“. Zwischen der Aufnahme mit einer Kamera und der Betrachtung an einem Bildschirm finden viele Prozesse statt, von denen viele mit dem 4:2:2-Standard arbeiten. Jedoch nicht alle Komponentenwert-Kombinationen verweisen auf gültige RGB-Farben (beispielsweise bei Kombinationen, bei denen Y den Wert Null hat). Geräte, die Bilder direkt im Komponentenfarbraum erzeugen (beispielsweise einige Grafikcomputer), können Farben erstellen, die sich zwar im Komponentenbereich befinden, jedoch im RGB-Standard ungültig sind und auch die Grenzwerte von PAL und NTSC überschreiten.

Hierbei besteht die Gefahr einer Überlastung von Geräten, insbesondere von Sendeanlagen, die zur Vermeidung von Schäden die Übertragung aussetzen. Bei einigen Geräten ist klar erkennbar, dass es viele Bereiche gibt, in denen sich Bilder außerhalb des Gamut befinden. Diese sollten eingestellt werden, bevor sie Probleme verursachen.

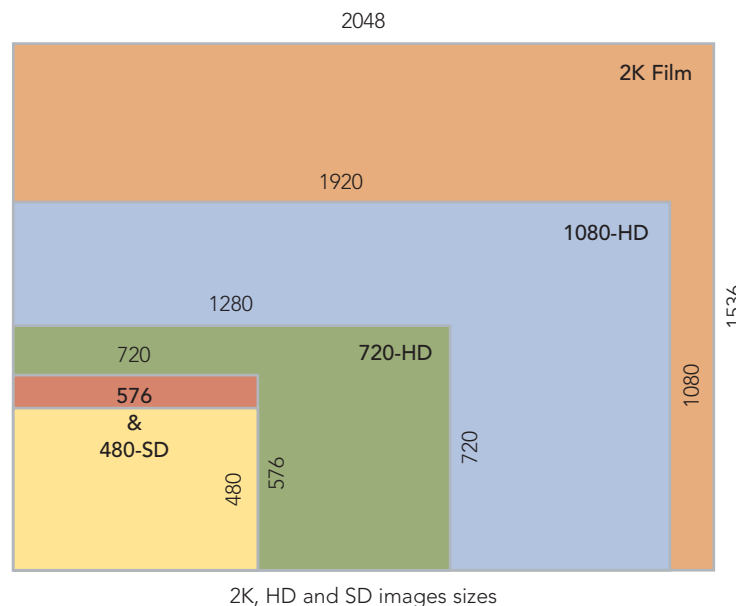
HD

Abkürzung für „High-Definition Television“. Dieser Standard wurde in den USA von ATSC und anderen wie folgt definiert: Ungefähr die doppelte Auflösung des herkömmlichen TV-Standards (bezieht sich auf analoges NTSC, als 486 sichtbare Zeilen) sowohl horizontal als auch vertikal, ein Seitenverhältnis von 16:9 und eine Bildrate von 24 B/s oder höher. Dies ist nicht ganz einfach, da das progressive Scan-Format mit 720 Zeilen und 1280 Pixeln je Zeile allgemein als HD akzeptiert wird. Dies lässt sich teilweise durch die bessere vertikale Auflösung des progressiven Scanvorgangs erklären. Abgesehen vom Videoformat unterscheidet sich HD durch

eine leicht andere SD-Farbmetrik, bei der sich ein weltweit einheitlicher Standard etabliert hat.

Da die Bildgröße des HD-Standards mit 1080 x 1920 Pixeln nahe am 2K-Standard liegt, der für Film verwendet werden, kommt es zu einer Überschneidung von Film und Fernsehen. Dies gilt umso mehr bei Verwendung eines 16:9-Fensters von 2K, da sich die Größe hier nur sehr wenig unterscheidet. Generell kann man sagen, dass jedes Format, das sowohl auf der horizontalen als auch auf der vertikalen Achse zumindest dem doppelten Standardformat entspricht, als „High Definition“ (HD) bezeichnet werden kann.

Nach ursprünglichen Diskussionen hinsichtlich der Formate, die möglichen HD-Produzenten und -TV-Sendern zur Verfügung gestellt werden sollten, wurde die Angelegenheit durch die Akzeptanz von 1080-HD-Video mit unterschiedlichen Bildraten als gängiges Bildformat (Common Image Format) durch die ITU stark vereinfacht. Während TV-Sender einen gewissen Handlungsspielraum bei der Formatauswahl haben, sollte die Umwandlung der gängigen Bildformate eine Routineaufgabe werden und hochwertige Ergebnisse liefern.



2K, HD and SD images sizes

Siehe auch: Common Image Format, Interlace Factor

PAL und NTSC

Im HD-System gibt es kein PAL und kein NTSC. Ebenso wenig gibt es die beiden beim digitalen SD-TV, obwohl diese in frühen digitalen MAZ-Formaten digitalisiert wurden. PAL (Abkürzung für „Phase Alternating Line“) ist ein analoges System für die Farbkodierung, das noch weite Verwendung findet. Auf ähnliche Weise beschreibt NTSC (Abkürzung für „National Television Standards Committee“) ein analoges System. Für Verwirrung sorgt die Tatsache, dass PAL und NTSC immer noch zur Beschreibung von Bildraten und -formaten verwendet werden, die einen Bezug zur analogen Welt haben. So kann 1080 PAL beispielsweise 1080i/50 sein.

Progressive Segmented Frame

Siehe 24PsF

Quadratische Pixel

Quadratische Pixel sind das Pixel-Seitenverhältnis, bei dem die Pixel einen quadratischen Bereich des angezeigten Bilds beschreiben. Dies ist bei HD-Sendestandards der Fall, da die Bildformate die Zeilenlänge (Anzahl von Pixeln je Zeile) und die Zeilenanzahl in genauen 16:9-Verhältnissen angeben, was auch dem Anzeige-Seitenverhältnis der Bilder entspricht.

In einigen Fällen finden im HD-System nichtquadratische Pixel Verwendung. Beim weit verbreiteten HDCAM-Standard werden die 1920 Pixel langen HD-Zeilen mit 1440 Luminanz-Samples gesampelt, was ein Subsampling darstellt. Dies ist lediglich eine interne Recorderfunktion. Die Eingänge und Ausgänge arbeiten mit quadratischen Pixeln. Auf ähnliche Weise werden beim Format 1080i HDV(2) ebenfalls 1440 Samples je Zeile verwendet.

In der Regel erzeugen Computer Bilder mit quadratischen Pixeln. Digitale TV-Bilder im SD-Standard sind jedoch nicht quadratisch. Dies bedeutet, dass alle verwendeten Anwendungen und Geräte dies bei der Übertragung

zwischen Anwendungen berücksichtigen müssen oder zur Beibehaltung der korrekten Bild-Seitenverhältnisse (damit Kreise auch wirklich rund sind) Bildmanipulationen durchführen müssen.

Siehe auch: Anamorphotisch, Seitenverhältnis

Quantisierung

Unter Quantisierung versteht man im Zusammenhang mit dem Sampling die Anzahl von Bit, die zum Erstellen von digitalen Samples eines Signals verwendet werden. Bei Videomaterial sind 8 Bit für Consumer- und Prosumer-Produkte (beispielsweise DV) üblich. HDV verwendet ebenfalls 8 Bit. Die 8 Bit (28) können 256 Stufen definieren, die zur Umwandlung von analogem Videomaterial in Ziffern den unterschiedlichen Helligkeitsstufen des Bildes zugeordnet werden.

Um eine höhere Genauigkeit zu erzielen und mehrere komplexe Verarbeitungen in der Postproduktion zu überstehen, verwenden Videoanwendungen in Studios häufig 10-Bit-Sampling, um 1024 Stufen zu erhalten.

In der Regel sind die Stufen von der höchsten zur kleinsten Helligkeit linear, d. h. gleichmäßig verteilt. Wird jedoch ein Filmnegativ zur Einspielung in eine digitale Arbeitskette gescannt, wird häufig eine logarithmische Verteilung verwendet, welche die Stufen progressiv in die dunkleren Bildbereiche drückt. Dies beruht darauf, dass ein Filmnegativ eine große Bandbreite von Kontrastinformationen der Originalszene enthalten muss und die Stufen in den dunklen bzw. Schattenbereichen wichtiger und sichtbarer sind, als die in hellen Bereichen. Dieses „Log-Sampling“ verteilt die verfügbaren digitalen Stufen nach Bedarf – 10-Bit-Log. Diese Sampling-Variante wird der linearen Quantisierung mit 13 Bit gleichgesetzt.

Anmerkung: Der Begriff „Quantisierung“ wird auch in einem anderen Zusammenhang verwendet.

Siehe Abschnitt „Videokomprimierung 1“

RGB

„Rot“, „Grün“ und „Blau“. Kameras, Filmabtaster und die meisten Computergeräte geben Bilder in diesem Farbraum aus. Beim digitalen Sampling werden alle drei Farben auf gleiche Weise mit der vollen Bandbreite gesampelt – 4:4:4. Diese Bilder können besseres Ausgangsmaterial für die wichtigen Chroma Key-Effekte bereitstellen, es fallen jedoch 50 % mehr Daten an als beim 4:2:2-Standard. Da zudem nur einige MAZen im 4:4:4-Standard aufzeichnen, müssen Datenrecorder oder Festplatten für die Speicherung verwendet werden.

Der 4:4:4-Standard wird häufig nur in Bereichen der Postproduktion eingesetzt und bei einer breiteren Verteilung des Materials in den 4:2:2-Standard umgewandelt.

Siehe auch: 4:4:4, Gamut

Seitenverhältnis

Bei Bildern bezieht sich dies auf das Verhältnis von Bildbreite zu Bildhöhe. HD-Bilder haben ein Seitenverhältnis von 16:9, das auch als 1,77:1 angegeben werden kann. Dieses Format ist ein Drittel breiter als das TV-Standardseitenverhältnis 4:3 (entspricht 1,33:1) und soll ein besseres Seherlebnis bieten, da es den Betrachter durch die Abdeckung eines breiteren Blickfelds mehr einbezieht.

Unter dem Pixel-Seitenverhältnis versteht man das Verhältnis von Länge zu Höhe eines Pixels in einem Bild. Beim HD-Format werden immer quadratische Pixel verwendet, wie dies auch bei den meisten Computeranwendungen der Fall ist. Im SD-Format trifft dies nicht zu. Noch komplizierter wird es, wenn im SD-Format 4:3- und 16:9- (Breitwand-) Bilder verwendet werden, die alle dieselbe Anzahl von Pixeln und Zeilen haben. Wird das Pixel-Seitenverhältnis beim Verschieben zwischen Systemen mit unterschiedlichen Pixel-Seitenverhältnissen geändert, muss man aufpassen, dass die Objekte ihre korrekte Form beibehalten.

Bei Verwendung von sowohl 4:3- als auch 16:9-Bildern und eben solchen Anzeigegeräten muss behutsam vorgegangen werden, damit alle Einstellungen auf den Zielanzeigegeräten korrekt dargestellt werden. Alle HD- und immer mehr SD-Einstellungen sind 16:9, viele SD-Anzeigegeräte sind jedoch noch 4:3. Da die meisten HD-Produktionen auch auf SD-Geräten betrachtet werden, ist es ratsam, dass die wichtigsten Handlungselemente im Bereich des 4:3-Formats stattfinden, es sei denn, die Anzeige erfolgt im Letterbox-Format.

Siehe auch: ARC

Subsampling

Werden bei digitalen Sampling-Systemen weniger Samples eines analogen Signals verwendet als das digitale Bild Pixel hat, bezeichnet man dies als Subsampling. In der Regel wird Subsampling verwendet, um die Datenmenge von Bildern zu reduzieren. Im weit verbreiteten 4:2:2-Sampling-System für Videomaterial in Studioqualität entspricht jedes Luminanz-Sample einem Pixel, was durch die Ziffer „4“ gekennzeichnet wird. Die beiden Chrominanz-Signale werden bei der halben Rate gesampelt, also einmal alle zwei Pixel. Dies bezeichnet man als Chrominanz-Subsampling (kurz Chroma Subsampling). Dieser Begriff wird manchmal allgemeiner den Sampling-Verhältnissen (beispielsweise 4:2:2 oder 4:1:1) zugeordnet.

Siehe auch: 4:2:2 u. a.

Systembezeichnungen

Mit Systembezeichnungen werden TV-Standards beschrieben. Die Namen der Standards sind in der Regel selbsterklärend, die vertikalen Scan-Raten verwirren jedoch manchmal. Die Bezeichnung 1080i/60i weist beispielsweise darauf hin, dass es pro Sekunde 60 Interlaced-Halbbilder gibt, die 30 Bilder ausmachen. 1080p/30 beschreibt 30 Bilder, die progressiv gescannt werden.

Die allgemeine Regel scheint zu sein, dass die letzte Zahl immer die Anzahl der vertikalen Bildwiederholungen je

Sekunde angibt. Tabelle 3 unten verwendet jedoch eine andere Methode. Zunächst werden die Bildraten definiert (d. h. die Anzahl ganzer Bilder) und anschließend wird angegeben, ob diese durch einen Interlaced- oder einen progressiven Scan entstehen. Der Bildraten-Code „5“ entspricht hier also 30 Hz, d. h. 30 vertikalen Wiederholungen bei progressiven und 60 bei interlaced-Scans.

Siehe auch: Interlace, Progressiv

Tabelle 3

Die für Sendungen gemäß ATSC DTV-Standard zulässigen Videoformate werden in Tabelle 3 des Dokuments „Doc. A/53A“ aufgeführt.

Tabelle 3 – Einschränkungen von Komprimierungsformaten

Vertical_size_value	Horizontal_size_value	aspect_ratio_information	frame_rate_code	progressive_sequence
1080	1920	1,3	1,2,4,5	1
			4,5	0
720	1280	1,3	1,2,4,5,7,8	1
480	704	2,3	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0
	640	1,2	1,2,4,5,7,8	1
			4,5	0

Legende für die MPEG-2-kodierten Werte in Tabelle 3

aspect_ratio_information 1 = quadratische Samples 2 = Anzeige-Seitenverhältnis 4:3 3 = Anzeige-Seitenverhältnis 16:9
Frame_rate_code 1 = 23.976 H 2 = 24 Hz 4 = 29.97 Hz 5 = 30 Hz 7 = 59.94 Hz 8 = 60 Hz
Progressive_sequence 0 = interlaced scan 1 = progressive scan

In dieser Tabelle werden ganze 18 DTV-Formate für SD und HD aufgeführt. Anfangs führte dies zu Verwirrung darüber, welches Format unter welchen Umständen Anwendung finden sollte. Heutzutage sind die meisten HD-Produktionen und -Vorgänge auf die Formate mit 1080 Zeilen (24p, 25p oder 60i mit vertikalem Scanning) und 720 Zeilen (50p und 60p) ausgerichtet.

Truncation (Runden)

Bei diesem Verfahren wird die Anzahl von Bit, die einen Wert beschreiben, reduziert. Diese Praxis hat Einzug in unseren Alltag gefunden, und wir sprechen von 1000 Bit statt von 1024 Bit, so wie es üblich ist, den Centwert bei Geldbeträgen wegzulassen. Des Weiteren müssen die Ziffern in digitalen Videosystemen abgeschnitten werden. Wird dieser Vorgang mit Bedacht durchgeführt, ist keine Verschlechterung der Bildqualität sichtbar.

Dezimal: $186 \times 203 = 37758$
 Binär: $10111010 \times 11001011 = 1001001101111110$

Es liegt in der Natur der binären Mathematik, dass bei der Multiplikation, einem gängigen Vorgang in der Videoverarbeitung (beispielsweise beim Mischen von Bildern), Ergebnisse entstehen, deren Länge der Summe der beiden Zahlen entspricht. Bei der Multiplikation zweier 8-Bit-Videowerte hat das Ergebnis beispielsweise 16 Bit, und das Ergebnis wird mit jedem Verarbeitungsschritt länger. Auch wenn dieses Ergebnis geräteintern verarbeitet werden kann, muss das Ergebnis letztendlich gekürzt werden, um mit anderen Geräten verarbeitet werden zu können. Beim HD-Standard kann das ein 10-Bit-HD-SDI-Interface oder ein 8-Bit-MPEG-2-Encoder sein.

Im obigen Beispiel wird der Wert bei Abschneiden der untersten 8 Bit um 01111110 (entspricht dem Wert 126) minimiert. Je nach Inhalt des Videomaterials und eventueller Weiterverarbeitung, kann dies sichtbar sein. Typischerweise sind detailarme Bereiche mit geringer Helligkeit anfällig dafür, dass solche Diskrepanzen als Bildfehler (so genanntes „Banding“) sichtbar werden. Dies ist beispielsweise in einigen von Computern erzeugten Bildern sichtbar.

Geräteintern ist es eine Frage der Konstruktionsqualität, dass Zahlen auf intelligente Weise abgeschnitten werden, sodass selbst nach einer weiteren Verarbeitung keine Fehler sichtbar sind. Beim Verbinden von 10-Bit-Geräten mit 8-Bit-Geräten ist daher Vorsicht geboten. Die intelligente Art der Kürzung wird als „Runden“ bezeichnet.

Universalformat

Das Format 1080p/24 wird manchmal als das Universalformat für TV-Sendungen bezeichnet. Dies lässt sich dadurch erklären, dass es sich zur Umwandlung in alle anderen Formate eignet und in allen Fällen hochwertige Ergebnisse erzielt werden.

Siehe auch: HD-CIF, Universeller Master

Universeller Master (Universal Master)

Das 1080p/24 Format ist ein gängiges TV-Format, das aufgrund seiner Kompatibilität hochwertige Ergebnisse erzielen lässt. Ein fertiges Masterband in 1080p/24 wird oft als „Universeller Master“ bezeichnet.

Siehe auch: HD-CIF

Y, Cr, Cb

Die Videokomponenten in digitaler Form. Y, Cr, Cb ist die digitalisierte Form von Y, R-Y, B-Y.

Y, R-Y, B-Y

Siehe Component-Video

YUV

Verbreitete Abkürzung für jeden Standard, der auf Component-Video zurückgreift. Häufig wird diese Abkürzung fälschlicherweise als Kurzform für analoges SD-Component-Video (Y, R-Y, B-Y) verwendet. Y ist korrekt, U und V sind jedoch Achsen des PAL-Farbträgers, die durch skalierte und gefilterte Versionen von B-Y bzw. R-Y angepasst werden. Seltsamerweise wird dieser Begriff immer noch für analoges HD-Component-Video verwendet, denn obwohl Y immer noch korrekt ist, laufen alle HD-Kodierungen digital ab und haben nichts mit den Farbträgern oder ihren Achsen zu tun.

2

Kapitel 2

Videokomprimierung: Grundlagen

Blocks
Codec
Compression ratio
Compression-friendly
DCT
GOP
I-Frame
Inter-frame compression
Interlace
Interlace Factor
Macroblock

Avid

Die Videokomprimierung reduziert die Datenmenge und Bandbreite zur Beschreibung bewegter Bilder. Für die Beschreibung von digitalem Video sind riesige Datenmengen erforderlich und es gibt seit langem verschiedene Methoden zur Reduzierung dieser Datenmengen für das SD-Format. Da die Anforderungen für das HD-Format mit 1,2 Gb/s (und 560 GB pro gespeicherter Stunde) sechs Mal höher liegen als beim SD-Format, ist hier der Bedarf an Komprimierungslösungen viel dringlicher.

Einführung in die Komprimierung – Allgemein

Welcher Komprimierungstyp und welche Komprimierungsrate genau verwendet werden, hängt vom jeweiligen Anwendungsbereich ab. Produkte für Endverbraucher (DVD, Übertragung usw.) verwenden normalerweise sehr hohe Komprimierungsraten (niedrige Datenraten), da die Bandbreite der Kanäle relativ klein ist. Für die Produktion und das Online-Editing werden weitaus geringere Komprimierungsraten (höhere Datenraten) verwendet, da über alle Phasen hinweg (bis zum fertigen Masterband) eine gute Bildqualität aufrechterhalten werden muss.

Alle Videokomprimierungsmethoden beruhen auf dem Prinzip diejenigen Informationen, die wir am wenigsten vermissen werden, so genannte „redundante“ Bildinformationen, zu entfernen. Dies gilt für Standbilder ebenso wie für Video- und Filmmaterial. Realisiert wird die Komprimierung durch eine Kombination mehrerer Techniken.

Zunächst ist unsere Wahrnehmung von Farben (Chroma) nicht so scharf wie die für Schwarzweiß (Luminanz). Die Farbauflösung wird daher auf die Hälfte der Luminanz verringert (wie im Format 4:2:2). Dies wird im Farbfernsehen angewandt (NTSC, PAL und digital). Auf ähnliche Weise

sind feine Details mit geringem Kontrast schlechter wahrnehmbar als größere Objekte mit höherem Kontrast. Für den Zugriff darauf löst ein Prozess namens DCT 8-x-8-Pixelblöcke von digitalen Bildern in Frequenzen und Amplituden auf, um die DCT-Koeffizienten (Frequenzen und Amplituden) skalieren (verkleinern) oder „quantisieren“, und so die Daten verringern zu können. Dies trifft auf die meisten heutzutage verwendeten digitalen Videokomprimierungssysteme zu, wie etwa AVR, DV, HDV, JPEG (jedoch nicht JPEG 2000) und die I-Frames von MPEG-1, 2 und 4 sowie Windows Media 9. Eine weitere Verringerung wird durch die Nutzung der Huffman-Kodierung erreicht, eines rein mathematischen Prozesses zur Verringerung sich wiederholender Daten.

MPEG-2 und das neuere MPEG-4-Format bringen eine weitere Komprimierungsstufe durch Analyse dessen, was sich von Bild zu Bild ändert, indem die Bewegungen in *Makroblöcken* von 16 x 16 Pixeln analysiert werden. Auf diese Weise müssen nur die Bewegungsinformationen (auch als Bewegungsvektoren bezeichnet) gesendet werden, die die vorhersagbaren Bilder (so genannte B- und P-Frames) darstellen und zumeist viel weniger Daten enthalten als die I-Frames. Ganze Bilder (I-Frames) werden nur wenige Male pro Sekunde gesendet. Die MPEG-2-Komprimierung wird bei allen Formen der digitalen Übertragung und bei DVDs sowie für HDV verwendet. Das anspruchsvollere und effizientere MPEG-4-Format wird für manche HD-Dienste eingeführt und wird in neuen Fernsehdiensten breite Verwendung finden.

Jede dieser Techniken ist nützlich, muss jedoch beim Einsatz in der Produktionskette mit Vorsicht angewandt werden. Im Verlauf der Produktionskette können mehrere Komprimierungszyklen (Komprimierung/Dekomprimierung) auftreten und eine Anhäufung von Komprimierungsfehlern verursachen. Einige Komprimierungssysteme sind für die Wahrnehmung des menschlichen Auges optimiert, sind aber möglicherweise nicht so gut für die Produktion, die Postproduktion oder das Editing geeignet. Dies gilt besonders für Prozesse wie dem Keying und der

Farbkorrektur, die auf eine größere Bildtreue angewiesen sind, als sie mit dem menschlichen Auge wahrzunehmen ist. Eigentlich gut wirkende komprimierte Originale können daher zu enttäuschenden Ergebnissen führen.

Siehe auch: AVR, Component-Video, DV, DNxHD, Huffman-Kodierung, JPEG, JPEG 2000, MPEG-2, MPEG-4

Bewegungsvektoren

Bewegungsvektoren finden in den Komprimierungssystemen MPEG-2 und MPEG-4 Verwendung und geben die Richtung und den Abstand der Bewegung von Makroblöcken (16 x 16 Pixel) zwischen Bildern an. Für die Übertragung dieser Bewegungsinformationen sind sehr viel weniger Daten als bei der Übertragung eines I-Frame erforderlich, sodass wiederum die Menge der Videodaten reduziert wird.

Blöcke

Siehe DCT

Codec

Codec ist kurz für „coder/decoder“ (Kodierer/Dekodierer) und bezieht sich normalerweise auf eine Komprimierungs-Engine. Dieser Begriff wird häufig fälschlicherweise zur Beschreibung eines Kodierers oder Dekodierers verwendet, was immer wieder zu Verwirrungen führt.

DCT

DCT steht für „Discrete Cosine Transform“ und wird als erste Stufe vieler digitaler Videokomprimierungssysteme (wie JPEG, MPEG-2 und -4) verwendet. Es konvertiert 8-x-8-Pixelblöcke von Bildern, so dass sie in Frequenzen und Amplituden ausgedrückt werden. Dies führt zwar nicht unbedingt zu einer Verringerung der Daten, aber die Bildinformationen werden so strukturiert, dass die Daten verringert werden können. Da die hohen Frequenzen und

geringen Amplituden am wenigsten wahrnehmbar sind, werden ihre Koeffizienten progressiv verringert. Manche häufig sogar bis auf Null, um der erforderlichen Dateigröße pro Bild (konstante Bitrate) gerecht zu werden, oder um eine bestimmte Qualität zu erzielen. In diesem Verringerungsverfahren, das auch als Quantisierung bezeichnet wird, wird tatsächlich die Datenmenge verringert.

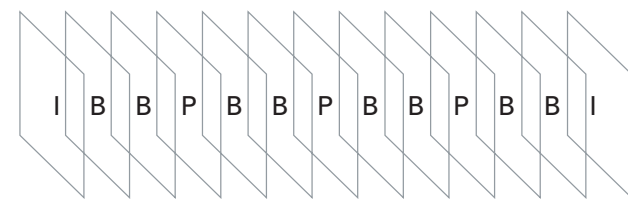
Bei MAZ-Anwendungen ist die Dateigröße fest und die Effizienz des Komprimierungssystems zeigt sich in seiner Fähigkeit, die gesamte Dateikapazität zu nutzen, ohne dass es zu einem Überlauf kommt. Dies ist einer der Gründe, warum die Angabe einer Komprimierungsrate nicht als alleiniger Maßstab für die Bildqualität dienen kann.

DCT findet innerhalb eines Einzelbilds statt und ist deshalb eine Intraframe-Komprimierung (I-Frame-Komprimierung). DCT ist Teil der derzeit am weitesten verbreiteten Komprimierungsmethode für das Fernsehen.

Siehe auch: AVR, Komprimierungsrate, DV, JPEG, MPEG-2, MPEG-4

GOP

GOP steht für „Group Of Pictures“, wie sie in der MPEG-2- und MPEG-4-Videokomprimierung verwendet wird. Es handelt sich dabei um die Anzahl der Bilder bis zu jedem vollständigen I-Frame, wobei die Bilder zwischen zwei I-Frames vorhersagbare Bilder (so genannte B (Bidirectional)- und P(Predictable)-Frames) sind. „Lange GOP“ bezieht sich normalerweise auf MPEG-2- und MPEG-4-Kodierungen. Bei Übertragungen ist die GOP oft eine halbe Sekunde bzw. 13 oder 15 Bilder lang (bei 25 oder 30 B/s), womit sehr hohe Komprimierungsraten möglich werden.



Typische Group of Pictures

Das Schneiden eines MPEG mit langen GOPs ist nicht empfehlenswert, da die Genauigkeit des MPEG auf die GOP-Länge beschränkt ist, es sei denn es werden weitere Verarbeitungsverfahren angewendet (in der Regel die Dekodierung). HDV verwendet MPEG-2 mit langen GOPs mit 6 oder 15 Bildern für HDV1 bzw. HDV2, sodass das Material in Intervallen von einer viertel oder halben Sekunde bearbeitbar ist. Ein GOP von einem Bild weist auf ein Video mit ausschließlich I-Frames hin, das an jeder Bildgrenze geschnitten werden kann, ohne dass eine Verarbeitung erforderlich ist.

Studioanwendungen in MPEG-2 haben sehr kurze GOPs, Betacam SX hat eine GOP von zwei Bildern, IMX eine von einem Bild (also nur I-Frames – keine B- und P-Frames). Das bedeutet, dass man an jeder Bildgrenze schneiden kann. Andere Formate, wie DV, DVCPRO HD und HDCAM, D5-HD verwenden kein MPEG, bestehen aber ebenfalls nur aus I-Frames.

Siehe auch: MPEG-2 und MPEG-4

Interframe-Komprimierung (B-, P-Frame-Komprimierung)

Videokomprimierung, die zur Erzeugung der Daten für die komprimierten „vorhersagbaren“ Bilder Informationen aus mehreren aufeinander folgenden Videobildern verwendet. Das am weitesten verbreitete Beispiel ist MPEG-2 mit einer GOP mit mehr als einem Bild. Ein solcher MPEG-2-Stream enthält eine Mischung aus I-Frames und vorhersagbaren B- und P-Frames (bidirektionale vorhersagbare und vorhersagbare (Predictive) Bilder). Vorhersagbare Bilder können nicht isoliert von den übrigen Bildern der GOP dekodiert werden, sodass die gesamte GOP dekodiert werden muss. Dies ist ein effizientes Kodierungssystem, das sich gut für Übertragungen eignet, jedoch nicht die nötige Flexibilität für präzises Editing bietet, da nur an den GOP-Grenzen geschnitten werden kann. Es erfordert auch eine Schätzung der Bewegung von Bild zu Bild, welche

komplex und nicht immer exakt ist. Dies kann zur Bildung von Blöcken führen.

Siehe auch: GOP, MPEG-2 und MPEG-4

Interlace

Methode zur Sortierung der Zeilen gescannter Bilder als zwei (oder mehr) Interlaced-Halbbilder je Bild. Die meisten TV-Sender verwenden 2:1-Interlacing, d. h. abwechselnde Halbbilder der ungeraden Zeilen (1, 3, 5 usw.), auf die ein Halbbild der geraden Zeilen (2, 4, 6 usw.) folgt. Auf diese Weise wird die vertikale Wiederholrate verdoppelt, da es doppelt so viele Interlaced-Halbbilder gibt, als es ganze Bilder geben würde. Dies führt zu einer besseren Darstellung von Bewegungen und geringerem Flimmern, ohne dass die Anzahl ganzer Bilder oder die erforderliche Signalbandbreite zunimmt. Dieses System wirkt sich jedoch auf die vertikale Auflösung aus, und bei der Bildverarbeitung ist behutsam vorzugehen.

Siehe auch: Interlace-Faktor, Progressiv

Interlace-Faktor

Die Verwendung von Interlaced-Scans anstelle von progressiven Scans hat keine Auswirkungen auf die vertikale Auflösung von Standbildern. Gibt es jedoch Bewegung im Bild, wird die Auflösung um den Interlace-Faktor reduziert, der den Wert 0,7 oder kleiner haben kann. Dies ist durch die zeitliche Verschiebung zwischen den beiden Interlaced-Halbbildern begründet, die während der Bewegung Details erzeugen, die von Zeile zu Zeile Zacken haben. Außerdem erscheint es, als wäre die vertikale Auflösung insgesamt etwas weicher.

Intraframe-Komprimierung (I-Frame-Komprimierung)

Videokomprimierungssystem, das nur die Informationen eines Videobilds berücksichtigt. Auf diese Weise sind alle Informationen, die für die Neuerstellung des Bilds erforderlich sind, in den dazugehörigen komprimierten Daten enthalten und es besteht keine Abhängigkeit von vorherigen oder nachfolgenden Bildern. Dies bedeutet, dass komprimiertes I-Frame-Videomaterial auf einfache Weise bearbeitet werden kann, da der Schnitt an jeder Bildgrenze erfolgen kann, ohne dass ein Dekodieren und erneutes Kodieren erforderlich wäre. Nur aus I-Frames bestehendes Video kann bearbeitet werden, und das Ergebnis kann als Material der ersten Generation ausgegeben werden. Andere Vorgänge, beispielsweise Wischblenden, Überblendungen, Mischungen oder DVE-Verschiebungen, können nur am Baseband-Signal durchgeführt werden, wofür das Videomaterial zunächst dekomprimiert werden muss.

Siehe auch: AVR, DV, JPEG, MPEG-2

Komprimierfreundlich

Material, das nach der Komprimierung gut aussieht, wird manchmal auch als „komprimierfreundlich“ bezeichnet. Dies kann bei Übertragungen wichtig sein, bei denen nur eine sehr begrenzte Bandbreite verfügbar ist und hohe Komprimierungsraten verwendet werden müssen. Material mit großen Bereichen mit wenig Farbtiefe, Details und Bewegungen lassen sich sehr gut komprimieren, beispielsweise Zeichentrick, Nahaufnahmen mit Kopf und Schultern und manche Fernsehfilme. Die MPEG-2-Komprimierung berücksichtigt sowohl räumliche Details als auch Bewegungen in Bildern. Ein Übermaß an beidem kann zur Ausgabe einer schlechten Bildqualität führen. Dies trifft häufig auf Material mit schnellen Bildern zu (beispielsweise Fußball).

Eine technisch schlechte Qualität kann komprimierungsfreundlich sein. Rauschen wird dann von einem MPEG-2- oder MPEG-4-Encoder als Bewegung interpretiert, sodass wertvoller Datenspeicher für unerwünschte Bewegungsinformationen verschwendet wird. Bewegungen können durch eine schlechte Bildratenkonvertierung, die ruckelnde Bewegungen verursacht, beeinträchtigt werden. Auch in diesem Fall werden dann unerwünschte Bewegungsdaten auf Kosten von räumlichen Details vermehrt. In solchen Fällen steigt auch die Möglichkeit, dass Bewegungen falsch wiedergegeben werden und in den Bildern eine Art „Blockbildung“ zu sehen ist.

Fehler dieser Art können durch die Verwendung guter Ausrüstung in der gesamten Produktionskette vermieden werden. Auch die Auswahl des geeigneten Videoformats kann zur Fehlervermeidung beitragen. Es gibt beispielsweise weniger Bewegungen bei Verwendung von 25 progressiv gescannten Bildern als bei 50 Interlaced-Halbbildern pro Sekunde. Ersteres ist daher einfacher zu komprimieren. Die Effizienz steigt normalerweise um 15-20 %.

Komprimierungsrate

Dies ist das Verhältnis von unkomprimierten zu komprimierten (Video- oder Audio-) Daten. Sie definiert nicht die resultierende Bild- oder Tonqualität, da die Effizienz des Komprimierungssystems berücksichtigt werden muss. Bei Verwendung in Studioanwendungen liegt die Komprimierungsrate normalerweise zwischen 2:1 und 7:1 für SD (es sind auch unkomprimierte D1- und D5-MAZen verfügbar). Die Komprimierung für HD liegt derzeit je nach Definition durch die MAZ-Formate ungefähr zwischen 6:1 und 14:1 und besteht nur aus I-Frames. Bei Übertragungen hängt der tatsächliche Wert von der von der Sendeanstalt verwendeten Bandbreite ab. Allgemein gesprochen ist eine Komprimierung von 40:1 für SD und eine etwas höhere Komprimierung von 50:1 oder 60:1 für HD gebräuchlich (ebenfalls formatabhängig). Hier werden sowohl I-Frames als auch vorhersagbare Bilder verwendet, um eine höhere Komprimierungsrate zu erzielen.

HDV nimmt Daten bei 19-25 Mb/s auf Band auf. Dies ist eine der HD-Übertragung vergleichbare Rate und entspricht, je nach verwendetem Standard, einer Komprimierungsrate von ca. 40:1.

Übertragungen und Videoaufnahmen finden bei einer konstanten Bitrate statt, sodass die Qualität der komprimierten Bilder variieren kann, da die Bilder verschiedene Mengen an Informationen enthalten können. DVDs funktionieren normalerweise nach dem Prinzip der konstanten Qualität bei einer variablen Bitrate. Hierbei steigt und fällt die Komprimierungsrate je nach den Anforderungen des Materials, um gleichbleibende Ergebnisse zu erzielen. Dies ist einer der Gründe, warum DVDs so gut aussehen können, obwohl sie im Schnitt nur eine relativ geringe Bitrate (rund 4 Mb/s) aufweisen.

Makroblock

Ein Makroblock ist ein Block aus 16 x 16 Pixeln, der vier nebeneinander liegende DCT-Blöcke umfasst und bei der MPEG-2-Kodierung für die Erzeugung von Bewegungsvektoren verwendet wird. Die meisten Kodierer verwenden eine Methode zur „Blockabstimmung“, um festzustellen, wie sich der Block bewegt hat und so die Bewegungsvektoren zu erstellen, welche die Bewegung beschreiben. Dies funktioniert die meiste Zeit, hat jedoch auch Nachteile, da diese Methode beispielsweise in der Regel bei langsamen Abblenden fehlschlägt, sodass die versetzten Blöcke stark sichtbar werden. Für die Verwendung bei Bewegungsschätzungen sind bessere Technologien, beispielsweise die Phasenkorrelation, verfügbar.

Nur I-Frames (bzw. I-Frame)

Kurz für „nur Intraframes“.

Progressiv (Scan)

Sequenz für das Scannen eines Bilds, bei dem der vertikale Scan in einem Durchgang von der ersten bis zur letzten Zeile durchläuft. Bei HDTV sind mehrere progressive vertikale Bildraten (Bildwiederholung) zulässig. 24 Hz ist aufgrund seiner Kompatibilität mit Spielfilmen und der einfachen Umwandlung in alle TV-Formate der Welt beliebt. 25 und 30 Hz entsprechen existierenden SD-Bildraten (jedoch mit Interlaced-Scans). 50 und 60 Hz sind ebenfalls zulässig. Aufgrund von Bandbreitenbeschränkungen ist hier jedoch die Bildgröße begrenzt (beispielsweise 720p/60 oder 720p/50).

Heutzutage wird progressives Scanning am häufigsten in Computerbildschirmen eingesetzt, und alle modernen Flachbildfernseher arbeiten progressiv. Bei progressiven Bildern sind Details einfach zu erkennen. Für die Entwickler von Geräten bedeuten progressive Bilder einfachere Verfahren, da sie nicht mit dem Unterschied zwischen den beiden Halbbildern eines Bilds kämpfen müssen.

Der Nachteil progressiver Scans ist die langsame vertikale Bildwiederholrate. Daher würde es bei den niedrigeren Raten 24, 25 und 30 Hz, die bei HDTV mit den größeren Formaten (1080 Zeilen) verwendet werden können, zu einem beträchtlichen Flimmern auf den Anzeigen kommen, wenn es kein Verfahren gäbe, das jedes Bild zweimal anzeigt (ähnlich des Doppelverschlusses von Filmprojektoren). Neben dem Flimmern sind schnelle Handlungen oder Kameraschwenks ein weiterer möglicher Problembereich, da die Bewegungen aufgrund der niedrigen Wiederholrate zum „Stottern“ neigen. Das Interlaced-Scan-Verfahren, bei dem je Bild zwei vertikale Wiederholungen durchgeführt werden, hat hier Vorteile.

Siehe auch: 24PsF, Interlace

Quantisierung

Quantisierung ist das in DCT-basierten Komprimierungssystemen (einschließlich AVC, JPEG, MPEG-2 und MPEG-4) verwendete Verfahren zur Verringerung der Videodaten in einem I-Frame. DCT ermöglicht dem Quantisierungsverfahren die selektive Auswahl der DCT-Koeffizienten. Ein DCT-Koeffizient stellt die höchste Frequenz mit der niedrigsten Amplitude dar. Da viele zu Null reduziert werden, wird eine beachtliche Datenminimierung erzielt.

Durch die Verwendung einer festen Quantisierungsstufe wird eine konstante Qualität erzielt, die Datenrate des Materials variiert je nach der Detailmenge in den Bildern. Alternativ kann die Quantisierung variiert werden, um eine konstante Datenrate zu erzielen, bei der jedoch die Bildqualität variabel ist. Dies wird dann eingesetzt, wenn die Daten eine bestimmte Speicher- oder Datenkanalgröße nicht überschreiten dürfen, beispielsweise bei einer MAZ oder einem anderen Übertragungskanal. Wie gut DCT-Komprimierungssysteme den Speicher fast füllen, jedoch nie überlaufen lassen, ist ein Maßstab für die Effizienz solcher Systeme.

Anmerkung: Der Begriff „Quantisierung“ wird auch in einem anderen Zusammenhang verwendet.

Siehe Abschnitt „Videoformate“

3

Kapitel 3

Videokomprimierung: Formate

AVC
AVR
DVC
DNxHD
H.264

Avid

Huffman coding
JFIF
JPEG
JPEG 2000
M-JPEG
M-JPEG 2000

In diesem praktischen Teil werden die verwendeten Systeme und Formate für die Komprimierung erläutert. Einige davon sind proprietär. In diesen Fällen wird die entsprechende Firma erwähnt.

AVC

Siehe MPEG-4

AVR

Unter AVR wird eine Reihe von Motion-JPEG-Videokomprimierungssystemen zusammengefasst, die von Avid Technology für die Verwendung in seinen auf ABVB-Hardware basierenden nonlinearen Schnittsystemen entwickelt wurden. Unter AVR versteht man eine M-JPEG-Auflösung konstanter Qualität, die darauf beruht, dass die Quantisierungstabelle (Koeffizienten) während der Digitalisierung auf jedes Bild eines Videoclips angewendet wird. Bei jeder AVR-Auflösung erhöht sich die tatsächliche komprimierte Datenrate mit zunehmender Bildqualität. Zeigt eine Einstellung beispielsweise einen Kopf, ist die Datenrate üblicherweise gering, eine Einstellung von einer Menschenmenge bei einem Sportereignis führt jedoch zu einer hohen Datenrate. Um Probleme mit der Systembandbreite zu vermeiden, nutzen AVRs eine Methode der Ratensteuerung, die als „Rollback“ bezeichnet wird, und verhindert, dass die komprimierte Datenrate über einen anhaltenden Zeitraum hinweg über einem bestimmten Grenzwert liegt. Überschreitet die Datenrate in einem Bild den Rollback-Grenzwert, werden so lange hohe räumliche Frequenzinformationen von nachfolgenden Bildern verworfen, bis die Rate wieder auf ein akzeptables Niveau sinkt.

Siehe auch: DCT, JPEG

DVC

DVC ist das Komprimierungsformat, das bei DV-Geräten nach IEC 61834-Standard verwendet wird. Dieses DCT-basierte Intraframe-System erzielt eine 5:1-Komprimierung, sodass die Videodatenrate beim 8-Bit-Video-Sampling von Material mit der Auflösung 720 x 480 und 4:1:1-Sampling (NTSC) oder der Auflösung 720 x 576 und 4:2:0-Sampling (PAL) 25 Mb/s beträgt. Dieses System wird auch für DV, DVCAM, Digital8 und DVCPRO (PAL = PAL 4:1:1) verwendet. Es erzielt eine hohe Komprimierungseffizienz, indem mehrere Quantisierer gleichzeitig angewendet werden und das am knappsten unter 25Mb/s liegende Ergebnis für die Aufzeichnung auf Band verwendet wird.

DNxHD

Die Avid DNxHD-Kodierung wurde von Avid Technology entwickelt, um eine gute Qualität bei erheblich reduzierten Datenraten und Dateigrößen zu ermöglichen, und wird von der Familie der Avid Editing-Systeme unterstützt. Avid DNxHD ermöglicht die Bearbeitung von HD-Material auf SD-Systemen. Jedes HD-Format kann kodiert und bearbeitet werden, Effekte können hinzugefügt, Farben korrigiert und das Projekt fertig gestellt werden.

Je nach Anforderungen kann für die Komprimierung aus den folgenden Bildformaten ausgewählt werden:

Format	DNxHD 220x	DNxHD 185x	DNxHD 185	DNxHD 145	DNxHD 120
Farbtiefe	10 bit	10 bit	8 bit	8 bit	8 bit
Bildrate	29.92 fps	25 fps	25 fps	25 fps	25 fps
Datenrate	220 Mb/s	184 Mb/s	184 Mb/s	135 Mb/s	220 Mb/s

Avid DNxHD behält das volle Raster bei, wird mit 4:2:2 gesampelt und verwendet stark optimierte Techniken für die Kodierung und Dekodierung, sodass die Bildqualität über mehrere Generationen und Verarbeitungsschritte hinweg gleich bleibt. Nach Abschluss der Bearbeitung kann das Material in jedem beliebigen Format gemastert werden.

Die Effizienz von DNxHD ermöglicht HD-Arbeitsabläufe, in denen mehrere Personen unter Verwendung von Netzwerk- und Speichertechnologien zusammenarbeiten, die für die Arbeit mit SD-Medien entwickelt wurden. Gemeinsam genutzte Avid Unity-Mediennetzwerke sind daher beispielsweise bereits heute für die Arbeit mit HD-Material geeignet („HD-Ready“). Mit MediaComposer Adrenaline HD- und Avid DS Nitris-Systemen können kostengünstige Echtzeit-HD-Workflows entwickelt werden. Es ist sogar die Bearbeitung von HD-Material auf einem Laptop-Computer möglich.

Weitere Informationen finden Sie unter www.avid.com/dnxhd/index.asp.

H.264

Siehe MPEG-4

Huffman-Kodierung

Methode, bei der die Daten komprimiert werden, indem bestimmte sich wiederholende Muster erkannt werden. Denjenigen Mustern, die häufiger auftreten, werden kurze Codes zugewiesen und den weniger häufig auftretenden Mustern lange Codes. Die Codes werden gemäß einer Huffman-Tabelle zugewiesen. Durch Übertragen der Codes anstelle der ursprünglichen Daten kann eine Komprimierung bis zu 2:1 (verlustfrei) erzielt werden und diese Methode wird häufig als Teil von Videokomprimierungssystemen wie JPEG oder MPEG verwendet.

JFIF

Abkürzung für „JPEG File Interchange Format“ (JPEG-Dateiaustauschformat). Dieses Komprimierungssystem findet in den auf Meridien-Hardware basierenden nonlinearen Systemen von Avid Technology Verwendung. Bei JFIF M-JPEG-Auflösungen spricht man von konstanten Raten, da bei der Komprimierung von Clips unterschiedlicher Komplexität eine feste Datenrate entsteht. Jede JFIF-Auflösung wird durch eine Zieldatenrate und eine

Basisquantisierungstabelle definiert. Bei der Digitalisierung wird die Quantisierungstabelle linear skaliert („rolling Q“), damit die tatsächliche komprimierte Datenrate der Zielrate entspricht. Aufgrund der Flexibilität dieses Verfahrens sehen mit einer JFIF-Auflösung komprimierte Bilder in der Regel besser aus, als solche, die mit einer AVR-Auflösung mit einer vergleichbaren durchschnittlichen Datenrate komprimiert wurden.

JPEG

Abkürzung für „Joint Photographic Experts Group“ („joint“ - gemeinsam - bezieht sich auf ISO und ITU-T). JPEG ist ein Standard für die Komprimierung von Standbilddaten. Diese Methode bietet *Komprimierungsraten* von 2- bis 100facher Komprimierung, und es stehen drei Verarbeitungsstufen für die Kodierung zur Verfügung: Baseline, Extended (erweitert) und Lossless (verlustfrei).

Die JPEG Baseline-Kodierung ist die gängigste Methode für TV- und Computeranwendungen und beginnt damit, dass DCT auf Blöcke von 8 x 8 Pixeln des Bilds angewendet wird, sodass diese sich in Frequenz- und Amplitudendaten wandeln. Dies alleine reduziert zwar die Datenmenge nicht, anschließend können jedoch die weniger sichtbaren hohen Frequenzen durch einen hohen *Quantisierungsfaktor* geteilt werden (viele werden dabei zu Null) und die besser sichtbaren niedrigen Frequenzen durch einen niedrigeren Faktor. Der Quantisierungsfaktor kann den Anforderungen an die Datengröße (für konstante Bitrate) oder die Bildqualität (für konstante Qualität) entsprechend festgelegt werden, wodurch gewissermaßen die Komprimierungsrate angepasst wird. Der letzte Schritt ist die *Huffman-Kodierung*, ein verlustfreies mathematisches Verfahren, das die Datenmenge um weitere 2:1 oder mehr reduzieren kann.

Bei der JPEG Baseline-Kodierung entstehen .jpg-Dateien. Dieses Verfahren ist den I-Frames von MPEG-1, -2 und -4 sehr ähnlich. Der Hauptunterschied liegt in der Verwendung leicht unterschiedlicher Huffman-Tabellen.

Siehe auch: Komprimierung, Komprimierungsrate, DCT, DV, Huffman-Kodierung, JFIF, M-JPEG

WWW

<http://www.jpeg.org>

JPEG 2000

JPEG 2000 ist ein neuerer Codec zur Bildkodierung (Komprimierung), das von der Joint Photographic Experts Group entwickelt wurde. Ebenso wie beim „normalen“ JPEG-Verfahren handelt es sich um eine Intraframe-Komprimierung und eignet sich für eine Vielfalt von Anwendungsbereichen, von tragbaren Digitalkameras bis hin zu wissenschaftlichen und industriellen Anwendungen.

Anstelle des etablierten DCT-Verfahrens finden auf Wavelet-Technologien basierende State-of-the-Art-Verfahren Verwendung. JPEG 2000 erfordert mehr Verarbeitung als MPEG und war bis vor kurzem zu kostspielig, als dass es weite Verbreitung in TV-Anwendungen gefunden hätte. Da die Preise aufgrund neuer Chips gesunken sind, wird erwartet, dass die Nutzung von JPEG 2000 in den Bereichen TV und digitales Kino schnell zunimmt, da dieses Verfahren spezielle Vorteile für hochwertige Großbilder hat. JPEG 2000 wird bereits für digitales Kino empfohlen und der Hersteller Grass Valley setzt bereits bei der HD-Komprimierung in seinen neuen Kameras der Infinity-Reihe auf dieses Verfahren.

Da die Bilder nicht Block für Block analysiert werden, sondern in einem kreisförmigen flächenbasierenden Muster, treten keine Block-Artefakte auf. Stattdessen werden Problembereiche in der Regel weicher, was dem Betrachter weniger auffällt. JPEG 2000 wird besser, je mehr Bit für die Bilder verwendet werden. Bei hohen Bitraten von 200-300 Mb/s werden HD- und digitale Kinobilder daher in „praktisch verlustfreier“ Qualität angezeigt. Außerdem ist eine Skalierung möglich, sodass Bildgrößen,

die von der kodierten Größe abweichen, ohne Dekodierung direkt extrahiert werden können.

WWW

<http://www.jpeg.org>

M-JPEG

Abkürzung für „Motion JPEG“. JPEG-Komprimierungsverfahren, das für bewegte Bilder eingesetzt wird. Da die einzelnen Bilder unterschiedliche Details enthalten, muss man in Erwägung ziehen, ob ein System mit einer konstanten Bitrate oder mit einer konstanten Qualität verwendet werden soll.

Siehe auch: AVR, JPEG

M-JPEG 2000

JPEG 2000 für bewegte Bilder.

MPEG

Abkürzung für „Moving Pictures Expert Group“. Gruppe von Branchenexperten zur Festlegung der Standards für bewegte Bilder und Ton. Hierbei handelt es sich nicht nur um Standards für die Komprimierung von Video und Audio (beispielsweise MPEG-2 oder MP3), sondern auch für solche zur Indexierung, Ablage und Kennzeichnung von Material.

WWW

<http://www.mpeg.org>

MPEG-2

ISO/IEC 13818-1. Videokomprimierungssystem, das hauptsächlich für die Verwendung in der Übertragung von digitalem Video und Audio an Zuschauer bei sehr hohen Komprimierungsraten entwickelt wurde. Es ist von großer Bedeutung, da es derzeit für fast alle DTV-Übertragungen weltweit (SD und HD) sowie für DVDs und viele andere Anwendungsbereiche verwendet wird, in denen hohe Videokomprimierungsraten erforderlich sind.

Die folgende Tabelle mit so genannten „Profiles“ (Profilen) und „Levels“ (Stufen) zeigt, dass es sich nicht um einen einzelnen Standard, sondern um eine ganze Familie handelt, die für verschiedene Anwendungsbereiche ähnliche Werkzeuge in unterschiedlichen Kombinationen einsetzt. Obwohl alle Kombinationen aus Profilen und Stufen MPEG-2 verwenden, ist es u. U. unmöglich, von einem Feld der Tabelle zu einem anderen zu wechseln, d. h. also von einem Format in ein anderes zu wechseln, ohne dass ein vollständiges Dekodieren nach Baseband-Video und erneutes Kodieren erforderlich ist.

Profile Level	Simple 4:2:0 I, B	Main 4:2:0 I, B, P	422P 4:2:2 I, B, P	SNR* 4:2:0 I, B, P	Spatial* 4:2:0 I, B, P	High 4:2:0, 4:2:2 I, B, P
High		1920x1152 80 Mb/s				1920x1152 100 Mb/s
High-1440		1440x1152 60 Mb/s			1440x1152 60 Mb/s	1440x1152 80 Mb/s
Main	720x570 15 Mb/s	720x576 15 Mb/s	720x608 50 Mb/s	720x576 15 Mb/s		720x576 20 Mb/s
Low		352x288 4 Mb/s		352x288 4 Mb/s		

Profile und Stufen für MPEG-2
*SNR und Spatial sind skalierbar

Profile geben an, welche Komprimierungswerkzeuge verwendet werden. Levels beschreiben das Bildformat und die Bildqualität, von High Definition bis VHS. Für jede Kombination aus Profil und Level ist eine Bitrate definiert. In allen Fällen handelt es sich bei den angegebenen Levels und Bitraten um Höchstwerte, d. h. es können auch niedrigere Werte verwendet werden. Kombinationen, die auf modernes HD

angewendet werden können, sind hervorgehoben.

MPEG-2 ist absichtlich stark asymmetrisch, d. h. die Dekodierung ist weitaus einfacher als die Kodierung. Auf diese Weise ist die Technologie für Millionen Zuschauer erschwinglich, während bei manchen Sendeanstalten höhere Kosten anfallen. Die Kodierung besteht aus zwei Teilen. Beim ersten werden DCT-basierte Intraframe (I-Frame)-Komprimierung und Quantisierung verwendet, um Datenmenge zu reduzieren (fast wie bei JPEG). Im zweiten Teil wird durch Interframe-Komprimierung eine GOP erstellt. Hierbei wird die Bewegung von Makroblöcken berechnet und genau diese Informationen für die Bilder werden zwischen den aufeinander folgenden I-Frames eingefügt. Die Bewegung wird in Form von Bewegungsvektoren übermittelt, die die Richtung und den Abstand angeben, sodass weitaus weniger Daten erforderlich sind als für I-Frames. Die Berechnung von Bewegungsvektoren ist keine strenge Wissenschaft, sodass es zwischen unterschiedlichen MPEG-Kompressoren zu großen Qualitätsunterschieden kommen kann. Die Dekomprimierung ist geregelt, sodass alle Dekodierer gleich sein sollten.

Bei der Kodierung müssen mehrere Bilder gleichzeitig ausgewertet werden, sodass eine beachtliche Verzögerung auftritt. Auf ähnliche Weise entstehen beim Dekodieren Bildverzögerungen. Bei Übertragungen kann sich dies zu bis zu einer Sekunde addieren. MPEG-2 wird manchmal in Live-Schaltungen eingesetzt, was sich bemerkbar macht, wenn der Berichtersteller Fragen scheinbar nur mit Verzögerung beantwortet.

Damit HD-Video und -Audio übertragen werden können, ist eine starke Komprimierung erforderlich. Unkomprimiertes HD-Material mit 10-Bit erfordert bis zu 1244 Mb/s. Hierbei handelt es sich jedoch um 10-Bit-Daten mit 4:2:2-Sampling. MPEG-2 hat 8-Bit und 4:2:0-Sampling, wodurch nur 746 Mb/s übertragen werden müssen. Aufgrund der Datenleitungen für ATSC (19,2 Mb/s) und DVB (20 Mb/s, je nach Kanalbreite, Parametern usw.) ist also eine 40:1-Komprimierung erforderlich.

Siehe auch: DCT, GOP, Intraframe-Komprimierung, Interframe-Komprimierung, Makroblock

MPEG-4

MPEG-4 (ISO/IEC 14496) wurde von der Moving Picture Experts Group (MPEG) entwickelt und ist ein flächendeckender Standard. Seine Bedeutung im Bereich der TV-Produktion ist jedoch hauptsächlich auf sein Videokomprimierungssystem zurückzuführen. MPEG-4 Part 10, AVC (Advanced Video Coding) und H.264 verweisen alle auf dasselbe Komprimierungssystem. Es handelt sich um ein weiteres DCT-basiertes System, das auf MPEG-2 aufbaut, um unter Verwendung der Intraframe- und der Interframe-Technologie einen effizienteren Codec zu erzeugen. Die Kodierung ist komplexer als bei MPEG-2, die Datenmenge kann jedoch um 30 % oder mehr gesenkt werden. Für einige der neuesten TV-Dienste ist die Verwendung von MPEG-4 vorgesehen. Dies trifft insbesondere für HD zu, wo mehr Bandbreite erforderlich ist. MPEG-4 wird eine bessere Bildqualität ermöglichen oder die Übertragung von mehr Kanälen bei einer bestimmten Bandbreite. Es heißt, dieser Standard ist ähnlich WM 9, jedoch nicht damit identisch.

WWW

<http://www.chiariglione.org/mpeg>

VC-1

VC-1 ist eine Codec-Spezifikation für die Videokomprimierung, der derzeit von SMPTE standardisiert (SMPTE 421M) und von Microsoft als Windows Media Video (WMV) 9 Advanced Profile implementiert wird.

Siehe WMV 9

WMV 9

Windows Media Video 9 ist ein Video- und Audio-Komprimierungssystem (Codec), das von Microsoft entwickelt wurde. Es soll MPEG-4 AVC ähnlich sein und eine ebenbürtige wenn nicht gar bessere Leistung haben, was niedrigere Datenraten ermöglicht. Außerdem soll das Verfahren weniger komplex sein. Als Anwendungsbereich ist Content Delivery, beispielsweise HD DVD, denkbar.