

Videokompression

MPEG-Verfahren

Digitaltechnik ist grundsätzlich von Verarbeitungs- und Speicherkapazitäten abhängig. Um Zeit, Aufwand und Kosten zu sparen, hat man sich daher frühzeitig mit der Kompression und Reduktion von Daten beschäftigt.

Datenkompression

Bei der Datenkompression werden zwei grundlegende Vorgehensweisen unterschieden: die verlustfreie (lossless) und die verlustbehaftete (lossy) Komprimierung.

Verlustfreie Kompression

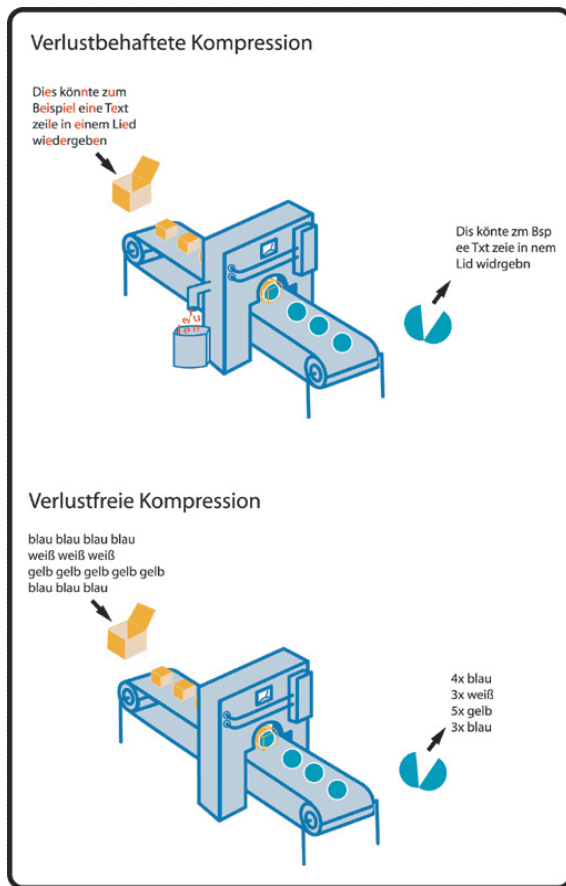
Bei der verlustfreien Kompression bleiben die Originaldaten erhalten, sie werden nur kompakter kodiert. Wird etwa auf einem Foto ein gleichbleibend blauer Himmel gezeigt, muss nicht jeder Bildpunkt mit der Farbinformation „blau“ gespeichert werden. Statt „blau-blau-blau ...“ reicht z. B. die Angabe „500 blaue Pixel“. Der Informationsgehalt verändert sich dadurch nicht. Werden Bildabfolgen von bewegten Fernsehaufnahmen komprimiert, speichert man keine einzelnen „Komplettbilder“ ab, sondern nur die Bildunterschiede. Wenn die Kamera für ein paar Sekunden eine unbewegte Landschaft zeigt, dann muss dieses Landschaftsbild nur ein einziges Mal in die Datei geschrieben werden. Verlustfreie Kompression eignet sich bei gleichbleibenden oder geringfügigen Änderungen. In der Fachsprache wird die verlustfreie Kompression oft auch Redundanzreduktion genannt.

Verlustbehaftete Kompression

Effizienter ist die verlustbehaftete Kompression, die eine Datenreduktion vornimmt. Datenmengen verringern sich dadurch, dass als irrelevant eingestufte Daten einfach verworfen werden. Fachsprachlich wird das Verfahren auch als Irrelevanzreduktion bezeichnet. Die Datenreduktion kalkuliert Fehler und Lücken ein, eine 1:1-Rekonstruktion der Originaldatei ist nicht mehr möglich. Je nach Komprimierungsgrad einer „encodierten“ Ausgangsdatei wirkt sich die Datenreduktion stärker oder weniger stark auf die Qualität der „decodierten“ Wiedergabedatei aus. Letztlich geht es immer um einen effizienten und zugleich möglichst ökonomischen Kompromiss zwischen Speicherplatzverbrauch, Qualitätsverlust und Laufzeit für Komprimierung (Encoding) und Dekomprimierung (Decoding) der Daten.

Die Datenreduktion bezieht häufig Erkenntnisse der Wahrnehmungspsychologie ein. Signale, die der menschliche Wahrnehmungsapparat kaum oder gar nicht registriert, werden mit geringerer Qualität gespeichert, z. T. aber auch einfach weggelassen.

„Zum Beispiel ist ein leiser Ton unmittelbar vor einem lauten Ton für den Menschen nicht wahrnehmbar (Zeitliche Maskierung). Ebenso wenig kann er zwei Töne mit sehr ähnlicher Frequenz unterscheiden (Gleichzeitige Maskierung). Auf diese Weise lassen sich die Daten vereinfachen, ohne dass es für den durchschnittlichen Zuhörer zu einer wahrnehmbaren Qualitätsreduzierung kommt. Das geschulte Ohr kann aber in einigen Fällen sehr wohl Unterschiede ausmachen. Außerdem ist zu bedenken, dass aufgrund der nicht mehr vorhandenen Originaldaten eine weitere Verarbeitung der Audio/Videodateien kritisch ist. Zum Beispiel können leise Töne nicht mehr herauskristallisiert und ggf. verstärkt werden, wenn diese bereits herausgefiltert worden sind.“ (e-teaching.org 2007)



Quelle: e-teaching.org 2007

Videokompression

Videokompression ist ein Spezialfall der Datenkompression. Im Fernsbereich werden meistens verlustbehaftete Reduktionsverfahren favorisiert, da riesige Datenmengen anfallen. Bei unkomprimierter Speicherung erzeugt eine einminütige Bildsequenz im PAL-Format die Datenmenge von 1,71 Gigabyte (Berechnungsgrundlage: Farbtiefe 24 Bit). Beim deutlich höher auflösenden HDTV-Standard potenzieren sich Übermittlungszeiten, Speicherkosten und Bandbreiten.

In vielen Bereichen des digitalen Fernsehens wird bei der Videokompression das MPEG-Verfahren eingesetzt. MPEG ist die Abkürzung für „motion pictures experts group“. Die Gruppe ist seit Ende der 1980er-Jahre für die Ausformulierung und Standardisierung von MPEG-Verfahren zuständig. Neben der Videokompression beschäftigt sie sich auch mit der Audiodatenkompression und mit Containerformaten.

Der MPEG-Standard unterteilt sich inzwischen in MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3 und MPEG-4, wobei der MPEG-3-Standard mittlerweile in MPEG-2 integriert wurde. Das heute im TV-Bereich relevanteste Verfahren ist das MPEG-2-Verfahren, das z. B. die Codierung bei DVB-T, Kabel- und Satellitenfernsehen übernimmt. Im Vergleich zum Vorgänger MPEG-1 kann es mit höheren Auflösungen umgehen und ist besser auf das im Fernsehen verwendete Zeilensprungverfahren abgestimmt. Die standardisierten Spezifikationen sind:

- 50 Fields 25 Frames
- High-Auflösung 1920 x 1152 bis zu 80 Mbits/s (High Definition TV HDTV)
- High-Auflösung 1440 x 1440 bis zu 60 Mbits/s (HDTV)
- Main-Auflösung 720 x 576 bis zu 15 Mbits/s (digitales TV und DVD-Video)
- Low-Auflösung 352 x 288 bis zu 4 Mbits/s (S-VHS, SIF)

Aus den Spezifikationen geht hervor, dass MPEG-2 auch in naher Zukunft die wichtigsten Standards erfüllen wird, das hochauflösende Fernsehen eingeschlossen. Der Nachfolger MPEG-4 liefert kaum höhere Auflösungen, sondern ermöglicht Bandbreitenreduktionen, Qualitäts- und Verfahrensoptimierungen sowie einige neue Funktionen. So werden effiziente Mechanismen zur Komprimierung und Distribution interaktiver Medieninhalte bereitgestellt. Außerdem verfügt MPEG-4 über 3D-Potentiale, um z. B. künstliche Avatare darzustellen (z. B. bei Videokonferenzen).

In einer Broschüre über Internet Protocol Television (IPTV) erörtern Dieter/Schrameyer die Spezifika von MPEG-2 und -4: „IPTV nutzt Video-Codierungstechniken nach MPEG-2, MPEG-4 AVC oder WM VC-1. MPEG-2-Videokompression gibt es bereits seit ungefähr 15 Jahren. Es handelt sich dabei um die bevorzugte Codierung für digitale Kabel- und Satellitensysteme. Die Kosten für MPEG-2-Dekoder sind niedrig. Die Kompressionseffizienz von MPEG-2 ist zwar für HFC-Netzwerke oder reine Glasfasernetze ausreichend, nicht jedoch für Kupferdoppelader. Hierfür ist entweder MPEG-4 AVC oder WM VC-1 erforderlich. (...) In den nächsten Jahren erwarten wir dramatische Verbesserungen sowohl in der Kompression als auch in der Qualität. Wir erwarten jedoch keine Kompressionsverbesserungen für MPEG-2. Während MPEG-4 AVC durchaus seine Reize hat, ist es wichtig zu verstehen, dass es sich hierbei um eine Optimierung von MPEG-2 handelt. Die Verbesserung besteht schlichtweg darin, dass es das, was MPEG-2 bereits gut leistet, noch besser macht. Andererseits ist es in der Komprimierung schneller Bewegungssequenzen oder Szenenschnitte vergleichbar schwach, was in einer relativ schlechten Bildqualität von z. B. Sportübertragungen resultiert.“ (Dieter/Schrameyer, S. 37)

Funktionsweise des MPEG-Verfahrens

Die Videokomprimierung per MPEG-Verfahren ist ein äußerst komplexer technischer Vorgang, der an dieser Stelle nur grob beschrieben werden kann. Bei der MPEG-2 und MPEG-4-Kompression werden „zwischen den kontinuierlichen, stark komprimierten Bilderinformationen gelegentlich praktisch nicht komprimierte Bilder übertragen (...). Die Beschreibung der komprimierten Bilder beinhaltet dann nur noch die Veränderung zum ursprünglichen Bild.“ (Dieter/Schrameyer, S. 37)

Typisch für die MPEG-Codierung ist eine spezifische Framestruktur: „Um die riesige Datenmenge von Filmen (90 Minuten Spielfilm, 25 Einzel-Bilder pro Sekunde, hohe Auflösung, viele Farben ergeben ca. 120 GByte) mit ‚normalen‘ Computern verarbeiten und transportieren zu können, werden z. B. neben dem JPEG-Kompressions-Verfahren nur die Veränderungen zum Vorgängerbild abgespeichert (im Gegensatz zu M-JPEG): Das MPEG-Format speichert aber in regelmäßigen Abständen von typischerweise zwölf Bildern sogenannte Intra-Frames (I-Frames) ab; das sind JPEG-komprimierte Einzelbilder. Die Bilder zwischen diesen I-Frames werden nach Möglichkeit nicht komplett abgelegt. Vielmehr speichert MPEG, wie man sie durch Verschieben von Teilen aus vorangehenden oder nachfolgenden Bildern zurückgewinnen kann. Dazu werden auch vorausschauende ‚Predicted Frames‘ und ‚B-Frames‘ (Bi-directionale Frame) verwendet. Da das aber nie perfekt klappt, werden zusätzlich pro Bild die verbleibende Abweichung noch JPEG-kodiert abgespeichert. Mit dieser Methode lässt sich der Datenaufwand für einen Video-Film um etwa 99% verringern. Die mögliche Kompression geht bis 200:1.“ (Glossar.de 2004)

Der Veröffentlichung des Textauszugs und der Grafik erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Wissensmedien (IWM) (Projekt: e-teaching.org)

Quellen

Dieter, Stephan / Schrameyer, Dirk 2008: IPTV Über Internet anders fernsehen?! Mehrwert oder nur mehr Kosten? LfM-Technik Band 7. Köln. Download unter:

<http://www.lfm-nrw.de/fileadmin/lfm-nrw/Pressemeldungen/iptv.pdf>

e-teaching.org 2007: Codecs.

<http://www.e-teaching.org/technik/aufbereitung/video/videocodecs/>

GLOSSAR.de ARCHmatic-Glossar und -Lexikon 2004: MPEG, MPEG-3 und Co.

http://www.glossar.de/glossar/z_mpeg.htm (Link nicht mehr aktuell)

weitere Informationen

Mandau, Markus 2002: Know-How: So funktioniert MPEG. Weglassen, was keiner sieht.

http://www.chip.de/artikel/Know-How-So-funktioniert-MPEG_12811561.html

Reimers, Ulrich 2008: DVB Digitale Fernsehtechnik. Datenkompression und Übertragung. 3.Aufl.. Berlin, Heidelberg: Springer.