

A) EINLEITUNG

1. Autorenangaben:

Dr.Andreas Holzinger, Ing. MMag.

Technischer Leiter des Virtual Medical Campus

Universität Graz, Institut für medizinische Informatik,

Engelgasse 13, A-8010 Graz

Tel.: ++43 316 385 3883, Fax: ++43 316 385 3590

eMail: andreas.holzinger@uni-graz.at

Web: www.basiswissen-multimedia.at (Klick auf "Holzinger Home")

und www.basiswissen-it.at

Andreas Holzinger forscht, arbeitet und lehrt derzeit in den Gebieten:
multimediale Informationssysteme mit besonderem Schwerpunkt in
Mensch-Computer Kommunikation (Human-Computer Interaction, HCI).
Er ist österreichischer Experte in der Europäischen Union im Bereich
Educational Multimedia Software (eLearning).

2. Kurzbiografie

<holzinger_portraitbild.jpg>

Andreas Holzinger, geb. 1963 in Graz, verheiratet, zwei Kinder. Radio- und Fernsehtechniker, Industrietätigkeit in der Informationstechnik (BOSCH), Werkmeister für Industrielle Elektronik und Lehrlingsausbilderprüfung. College of Further Education Bournemouth, England, 1985/1986 mit Schwerpunkt Computertechnik. Höhere Lehranstalt für Berufstätige, Fachrichtung Nachrichtentechnik und Elektronik. 1987 bis 1991 Assistent für Elektrotechnik. Verleihung der Standesbezeichnung „Ingenieur“ („Ing.“) für Nachrichtentechnik, 1991. Diplom als Lehrbeauftragter in der Erwachsenenbildung, 1992 (DipEd). Studien der Nachrichtentechnik, Physik und Psychologie (Mag.rer.nat.) sowie Medienpädagogik und Soziologie (Mag.phil.) an der TU und Uni Graz. Arbeiten über computergestützten Mathematikunterricht. EDV-

Beauftragter an der Universität. Promotion mit „summa cum laude“ auf dem Gebiet der Kognitionswissenschaft (Dr.phil.).

Lektor am Institut für Informationsverarbeitung und computergestützte neue Medien der TU-Graz seit 1998. Vorstandsassistent am Universitätsklinikum Graz, Institut für medizinische Informatik seit 1999. Konsulent des österreichischen Wissenschaftsministeriums. Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des Mediendidaktikpreises 2000. Mitglied in der Steuerungsgruppe der Initiative „Neue Medien an Universitäten und Fachhochschulen“. Zahlreiche Publikationen und Vorträge im In- und Ausland. Autor u.a. des dreibändigen Lehrbuches "Basiswissen Multimedia". Organisator nationaler und internationaler Tagungen (z.B. Krankenhausinformationssysteme 99, From PACS to Internet, Information-Systems, Multimedia and Telemedicine 2000). Mitglied u.a. der Association of Computing Machinery (ACM, USA), der IEEE Computer Society (USA), der American Association for the Advancement of Computers in Education (AACE, USA), der Gesellschaft für Informatik (GI, Deutschland) der deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGP), der deutschen Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW), der Österreichischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (BMT). Vorstandsmitglied der Österreichischen Computergesellschaft (OCG). Seit 4. April 2002 technischer Leiter des Fakultätsgroßprojektes "Virtual Medical Campus Graz" www.vmc-graz.at

3. Thema des Moduls

Multimedia-Systeme sind **Informationssysteme**. In solchen Systemen werden (derzeit) hauptsächlich visuelle (Text, Bild, Video) und auditive (Ton) Informationen angeboten. Zum Verständnis verschiedener Arten von Information und der Informationsverarbeitung ist ein solides Basiswissen sowohl über den "Multimedia-Mensch" als auch die "Multimedia-Technik" notwendig. Daher wird zunächst der Mensch als informationsverarbeitendes System an den Anfang gestellt. Das Modul behandelt aber vorwiegend technologische Aspekte.

Ausgehend von der **Informationstheorie** nach Shannon wird der Informationsgehalt einer Nachricht kritisch, unter Bezugnahme auf die Schwächen einer technischen Betrachtungsweise, eingeführt. Für verteilte Informationssysteme (z.B. netzbasierende Multimedia-Systeme) ist es besonders wichtig, die obere Grenze der Leistungsfähigkeit der verwendeten Übertragungskanäle zu kennen. Daher wird die **Kanalkapazität** eingeführt und anhand typischer **Übertragungskanäle** erklärt. Das Verständnis wird durch Hands-On-Exercises unterstützt.

Schrittweise werden dann die einzelnen Elemente von Multimedia besprochen: Ton, Bild und Bewegtbild.

Im Abschnitt Computerrepräsentation von **Audio** werden einige Audio-File-Formate besprochen.

Nach einigen Grundlagen der **Bildtechnik** werden einige Bild-File-Formate vorgestellt und das wichtige **Konzept Kompression** eingeführt.

Schließlich wird ein grober Überblick über die **Videotechnik** gegeben und einige Video-File-Formate vorgestellt.

Zum Abschluss wird, ausgehend von der Gegenüberstellung verschiedener Medien-Typen und File-Größen (mit praktischen Beispielen und Übungen) das **Bandbreitenproblem** angerissen, als Ausgangspunkt für das darauffolgende Modul 3: Grundlagen des Internet.

4. Vorkenntnisse

Aus Modul 1 sollten die Begriffe "Daten", "Information", "Signal" klar sein. Der Unterschied zwischen Information und Wissen sollte verstanden worden sein. Begriffe wie Bit, Byte (KB, MB usw.) und Bit/s werden vorausgesetzt. Was ein ASCII-Zeichen ist, sollte klar sein. Grundlegende Begriffe aus der Informationstechnologie wie "file", "CD" usw. sollten

bekannt sein. Grundlegende Kenntnisse aus der Mathematik (Wahrscheinlichkeitstheorie) helfen beim Verständnis des Begriffes "Information".

5. Zeitlicher Rahmen

Für die Durcharbeitung dieses Moduls inklusive der Hands-On-Exercises werden (je nach Vorkenntnisse) ca. 3 bis 5 Stunden benötigt.

6. Inhaltsübersicht als Concept Map

<MindManager Map>

7. Subüberschrift (Kolumnen)

Mensch – Informationstheorie – Audio – Bildtechnik – Kompression – Videotechnik – Bandbreitenproblem

8. Advance Organizer

Multimedia-Systeme sind Informationssysteme. In solchen Systemen werden alle Arten von auditiven und visuellen Informationen angeboten. Zum Verständnis verschiedener Arten von Information und der Informationsverarbeitung ist ein Hineinschnuppern in die Informationstheorie sehr hilfreich.

Mit einem Gefühl für die Größe verschiedener Medien bekommen wir einen Überblick über einige Medienformate und sehen auch, welche Probleme auf uns zukommen, wenn wir Multimedia über das Internet verbreiten wollen.

B) Hauptteil

Der Mensch als informationsverarbeitendes System

Menschen können als informationsverarbeitende Systeme (IPS, information processing systems) modellhaft gesehen werden.

Jedes IPS besteht aus Eingangskanälen (Rezeptoren und Sensoren), Verarbeitungselementen (Prozessoren und Speichern) sowie Ausgangskanälen (Effektoren und Aktoren).

Anmerkung: Menschen sind natürlich mehr als bloße informationsverarbeitende Systeme: Menschen können – im Gegensatz zu Computern – mit unscharfer, unvollständiger und mehrdeutiger Information umgehen.

Hands-On: Was stellt beispielsweise die „Schattenfigur“ im Bild 1 dar: Zwei Gesichtsprofile oder einen Pokal? Was wurde als erstes erkannt?
<Bild 1>

Die Interpretation einer Information – im obigen Beispiel einer visuellen Information – ist immer von der Person abhängig, die diese Information aufnimmt und subjektiv weiterverarbeitet.

Hands-On: Sehen Sie sich die Sinnestäuschungen z.B. unter <http://www.phillex.de/sinnest.htm> an und stellen Sie Überlegungen zur menschlichen Informationsverarbeitung an. Dann überlegen Sie, wie ein einfaches Modell dieser Informationsverarbeitung aussehen könnte.

Informationstheorie nach Shannon

Hands-On: Wiederholen Sie die Begriffe Daten, Information, Nachricht und Signal. Diese Begriffe müssen verstanden worden sein!

Eine wesentliche Eigenschaft von Multimedia sind erweiterte und neue Varianten von **Interaktivität** (vgl. Kerres (2002)).

Merksatz: Multimedia-Systeme sind interaktive Informationssysteme. Es gelten die Grundlagen der Informationstheorie.

Die Informationstheorie entstand aus den Arbeiten von Claude Elwood Shannon und stellt eine grundlegende Basis für die Informationstechnik (IT) und Informatik (IK) dar.

Die Informationstheorie dient der **mathematischen Beschreibung** von Informationssystemen und ist eng an die **Nachrichtentechnik** angelehnt. Mit Hilfe einer einheitlichen Theorie ist es möglich, verschiedene Nachrichtenübertragungsverfahren zu vergleichen und die einzelnen Komponenten (Teile) eines Übertragungssystems zu optimieren.

Ein Informationssystem unterliegt den Gesetzen der Nachrichtentechnik und kann durch das **Kommunikationsmodell** von Shannon & Weaver (1963) gemäß Bild 2 dargestellt werden.

<Bild2>

Hands-On: Überfliegen Sie den Originalartikel von Shannon & Weaver, z.B. hier:

<http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/shannon1948.pdf>

Achtung: Der Informationsbegriff nach Shannon & Weaver konzentriert sich nur auf die **technisch-mathematische Informationsübertragung**. Die **Bedeutung** der Zeichen wurde ausgeklammert. Zur Kritik siehe z.B. Watzlawick et.al. (2000). Im folgenden wollen wir uns ausschließlich mit Informationstheorie im Sinne von Shannon beschäftigen.

Informationsgehalt

Informationsgehalt diskreter Zeichen mit gleicher Auftretenswahrscheinlichkeit

Der Informationsgehalt I ergibt sich aus dem Zeichenvorrat s . Nehmen wir z.B. die ersten ganzen Zahlen von 0 bis 15, so ergibt sich ein Zeichenvorrat von $s = 16$. Stellen wir diese Zahlen im Dualcode dar, so erhalten wir:

$$15 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 1111$$

$$14 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 1110$$

... usw. bis

$$0 = 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 0000$$

Um den Zeichenvorrat von $s = 16$ digital darzustellen, brauchen wir also eine vierstellige Dualzahl in der Größe von 4 bit, da $4 = \text{lb}(16)$.

Der **Informationsgehalt** ergibt sich somit folgendermaßen:

$$I = \text{lb}(s)$$

wobei:

I Informationsgehalt in bit

s Anzahl der verschiedenen Zeichen (Zeichenvorrat)

Die Verwendung des Logarithmus zur Basis 2 ist nur eine Frage des Maßstabes. Die Basis 2 wurde deshalb gewählt, weil für den einfachsten Fall einer symmetrischen, binären Nachricht mit $p_x = 0,5$ der Informationsgehalt eines Zeichens $I_x = 1$ bit wird.

Merke: Die Einheit für eine Informationsmenge ist das bit.

Achtung: Der Begriff **bit** hat ursprünglich zwei verschiedene Bedeutungen (wird in der Praxis allerdings kaum konsequent unterschieden):

Kleingeschrieben handelt es sich um die Einheit für den Informationsgehalt einer Nachricht (siehe Erklärung nächster Abschnitt).

Großgeschrieben handelt es sich um den Namen für eine „binäre Stelle oder binäre Ziffer“.

Prinzipiell enthält irgendetwas, das zwei Möglichkeiten beinhaltet, den Informationsgehalt von einem bit (Versuch: Lichtschalter ein- und ausschalten oder Münzwurf). Die Binärelemente „0“ und „1“ dienen dazu als Grundbausteine.

Ein bit ist die kleinste binäre Informationsmenge und beschreibt den logischen Zustand eines zweiwertigen Systems.

Die Tatsache, dass es sich dabei um ein minimales System handelt, kommt in der ursprünglich von Shannon eingeführten Bezeichnung „basic indissoluble unit“ zum Ausdruck.

Achtung: Für die Einheit des Informationsgehaltes (die durchaus eine Bruchzahl sein kann) wird daher in der Informationstheorie (zumindest im englischsprachigen Raum) die Bezeichnung Shannon (Sh) verwendet.

Im Englischen kommen auch häufig die Einheiten Hartley (Hart) und Natural Unit (nat) vor. $1 \text{ Hart} = \log_2 10 = 3.321\,928 \text{ Sh}$ oder $\log_e 10 = 2.302\,585 \text{ nats}$.

Beispiel aus dem „Informationsalltag“:

Wie groß ist der Informationsgehalt eines 7-stelligen Tresorcodes (1234567)?

$s = 10$ (für die Ziffern von 0 ... 9), daraus ergibt sich:

$$I = 7 \text{ lb}(10) \text{ bit} = 7 \times 3,32 \text{ bit} = 23,26 \text{ bit} = 23,26 \text{ sh}$$

Zur Erklärung: $\text{lb } 10 = {}^2\lg 10$

$$2^x = 10 \Rightarrow x \log(2) = \log(10)$$

$$x = \frac{\log(10)}{\log(2)} = \frac{1}{0,30103} = 3,3219281$$

Informationsgehalt diskreter Zeichen mit unterschiedlicher Auftretenswahrscheinlichkeit

In unseren bereits genannten Beispielen wird vorausgesetzt, dass die Wahrscheinlichkeit p_x für das Auftreten aller Zeichen gleich ist.

Die p_x eines Zeichens bei s möglichen Zeichen ist dann

$$p_x = \frac{1}{s}$$

wobei dieser Ausdruck – wie aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung bekannt – die Anzahl der günstigen durch die Anzahl der möglichen Fälle darstellt.

Damit gilt für den Informationsgehalt:

$$I_x = \text{lb}(s) = \text{lb}\left(\frac{1}{p_x}\right)$$

Wenn jedes Zeichen eine individuelle Wahrscheinlichkeit p_{xi} besitzt, so lautet die Gleichung:

$$I_{xi} = \text{lb}\left(\frac{1}{p_{xi}}\right)$$

Stellen wir diesen Sachverhalt grafisch dar, erhalten wir folgende Grafik:

<Bild 3>

Der Informationsgehalt soll unabhängig von der Form der Codierung sein und ausschließlich von der Wahrscheinlichkeit abhängen, mit der der Empfänger diese Nachricht erwartet.

Merksatz: Nachrichten, die mit hoher Wahrscheinlichkeit erwartet werden, haben einen niedrigen Informationsgehalt, solche, die mit geringer Wahrscheinlichkeit erwartet werden, hingegen einen hohen Informationsgehalt.

Einige Beispiele mit Lego-Bausteinen (Bilder 4 bis 6) sollen diesen Sachverhalt verdeutlichen und folgende Fragen illustrieren: In welcher Anordnung steckt der größte Informationsgehalt?

Bild 4 zeigt eine völlig gleichförmige Ordnung aus 12 Lego-Bausteinen: Der Informationsgehalt ist gering.

<Bild4>

In Bild 5 sind diese 12 Lego-Bausteine in völliger Unordnung: Das Auftreten einer bestimmten Anordnung ist zufällig, daher sehr unwahrscheinlich und hat damit höchsten Informationsgehalt.

<Bild5>

In der Regel ist es ein „Mittel“: Eine definierte Ordnung, z.B. das „Lego-Haus“ in Bild 6.

<Bild6>

Kanalkapazität

Für verteilte Informationssysteme (z.B. netzbasierende Multimedia-Systeme) ist es besonders wichtig, die obere **Grenze der**

Leistungsfähigkeit der verwendeten Übertragungskanäle zu kennen.

Unter „Kanal“ (channel) verstehen wir einen beliebigen Weg, den eine Nachricht vom Sender zum Empfänger nehmen kann.

Kanalkapazitäten typischer Übertragungskanäle (mit Übungen)

<Bild 7>

Hands-On: Ermitteln Sie die Kanalkapazitäten von Geräten in Ihrer Umgebung. Machen Sie eine Liste und vergleichen Sie.

Computerrepräsentation von Audio

Ein analoges, stetiges und kontinuierliches Audiosignal, wie z.B. von einem Musikinstrument erzeugt, kann in einem Digitalrechner (z.B. PC) **nicht** direkt repräsentiert werden. Daher muss das Signal zuerst abgetastet, quantisiert und codiert werden.

Drei Komponenten sind bei der **Digitalisierung** von Audiosignalen zu beachten:

Abtastfrequenz,

Amplitude,

Sound-Kanäle (Mono oder Stereo).

Für Multimedia kommen drei Standard-Abtastfrequenzen in Betracht:

11,025 kHz,

22,05 kHz,

44,1 kHz.

Audio-CDs werden mit 44,1 kHz abgetastet. Dies liegt zwar auf den ersten Blick weit über dem Hörbereich des Menschen. Aufgrund des Abtasttheorems von Shannon und Nyquist ist allerdings die übertragbare Bandbreite nur halb so groß wie die Abtastfrequenz.

Mit einer Abtastfrequenz von 44,1 kHz können nur Frequenzen von 0 bis 22,05 kHz erfasst werden. Dieser Bereich liegt dem Hörbereich des Menschen (20 Hz bis 20 kHz) sehr nahe.

Ein wichtiges Thema ist die Größe der Audiodateien und damit das Konzept der Datenkompression.

Wichtig: Die Dateigröße (file size) kann durch folgende Gleichung errechnet werden:

$$F = c \cdot s \cdot t \cdot b$$

F Dateigröße

c Anzahl der Kanäle (Mono c = 1; Stereo c = 2)

s Sampling-Rate in Hz

t Zeit in s

b Anzahl der Bytes (8 bit = 1 Byte; 16 bit = 2 Byte)

Bild 8 zeigt sehr eindrucksvoll die Größe von Sounddateien.

<Bild 8>

Deshalb werden trotz ständig steigender Festplattenkapazitäten Verfahren zur Reduzierung der Datengrößen eingesetzt, beispielsweise:

„Downsampling“ auf 22 kHz oder 11 kHz,

Reduzierung der Auflösung auf 1 Byte,

Verzicht auf Stereo,

Datenkompression (z. B. →ADPCM, →MPEG, siehe weiter unten).

Audio-File-Formate

Abhängig von den jeweils zur Verfügung stehenden Rechnersystemen wurden im Verlauf der Zeit sehr unterschiedliche Formate für Audiodateien entwickelt, wobei sich aber nur wenige durchgesetzt haben. Insbesondere für das Internet eignen sich nur die wenigsten.

Bei Audio-Files unterscheiden wir hinsichtlich der Übertragung prinzipiell zwischen statischen Dateien, die lokal auf dem PC gespeichert werden, und gestreamten Dateien, die sukzessive (nacheinander) übertragen, aber nahezu in Echtzeit abgespielt werden.

Wir wollen hier nur einen Überblick über die wichtigsten Audio-File-Formate bekommen (für Details siehe z.B. Holzinger (2002)):

<Bild 9>

Die beiden wichtigsten Audioformate für Multimedia im PC-Bereich sind **Wave** und **MIDI**. Gemeinsam ist beiden, dass in ihnen die Klanginformationen in codierter Form abgespeichert sind und die Wiedergabequalität prinzipiell recht gut ist.

Allerdings unterscheiden sich beide Formate fundamental in der Art, wie die Klanginformationen codiert werden.

Hands-On: Hören Sie sich ein Wave File und ein MIDI File an. Was fällt Ihnen auf?

Merksatz:

Eine Wave-Datei speichert im Prinzip den Formverlauf des Klanges, eine MIDI-Datei dagegen den musikalischen Inhalt.

Bildtechnik

Bei digitalen Computerbildern (graphics) wird zwischen zwei vollkommen verschiedenen Kategorien unterschieden: Vektorgrafiken und Bitmapbilder.

Definitionen:

Eine Computergrafik, genauer **Vektorgrafik**, kurz Grafik, ist aus grafischen Primitiven aufgebaut und durch deren Attribute spezifiziert.

Grafische Primitive sind beispielsweise Linien, Rechtecke, Polygone, Kreise, Ellipsen usw. Attribute sind beispielsweise Linienstärke, Linienfarbe und Linienart. Übliche Grafikformate sind z.B. PostScript, EPS, CDR, DXF, ...

Ein digitales Bild, genauer →**Bitmapbild**, kurz Bild, besteht per Definition aus n Zeilen mit m Bildpunkten in einem Raster. Die einzelnen Bildpunkte werden als Pixel (Picture Element) bezeichnet. Übliche Bildformate sind z.B. →BMP (MS-Windows), MAC (Apple), RAS (Unix), TIFF, ...

Eine **Metagrafik** enthält sowohl Rasterinformationen als auch Vektorinformationen. Übliche Metaformate sind z.B. WMF, WPG, CGM und PICT.

Bilder, egal welcher Art, sind rasch sehr groß. Deshalb ist das Konzept der Komprimierung sehr wichtig. Weit verbreitete komprimierte Bildformate sind beispielsweise →GIF und →JPEG.

< Bild 10 bis Bild 12 >

Beim Einsatz von Bildern in Multimedia-Systemen spielen zwei Faktoren eine zentrale Rolle:

Dateigröße (file size) und

Darstellungsqualität (representation quality).

Die Darstellungsqualität wird wiederum durch zwei Faktoren bestimmt:

Farbtiefe (colour depth) und

Auflösung (resolution).

Gerade bei internetbasierenden multimedialen Systemen steigt mit zunehmender Dateigröße aber auch die Online-Zeit für den Bildaufbau.

Bei Bildern aller Art muss sehr sorgfältig überlegt werden, wo diese eingesetzt werden sollen.

Prinzipiell wird zwischen drei Bildarten unterschieden:

Schwarzweißbild mit 2 verschiedenen möglichen Werten (1 bit Information pro Bildpunkt, Schwarz oder Weiß),

Graustufenbild oder Halbtonbild mit 16 verschiedenen möglichen Werten (4 bit Information pro Bildpunkt) oder mit 256 verschiedenen möglichen Werten (8 bit Information pro Bildpunkt),

Farbbild mit 16,7 Mio. möglichen Werten = True Colour, 24 bit Information pro Bildpunkt (je 8 bit für Rot, Grün und Blau).

Bei Farbbildern sind prinzipiell drei Informationen wichtig:

Farbton (Hue, Wellenlänge des Lichtes, z.B. „grün“ = 555 nm),

Helligkeit (Brightness, wie nahe kommt es an Schwarz oder Weiß heran, Schwarz = 0%, Weiß = 100%, in der Praxis wird oft statt Helligkeit die Bezeichnung Luminanz verwendet),

Farbsättigkeit (Chroma, Leuchtkraft, wie satt ist die Farbe).

<Bild 13 bis Bild 15>

Achtung: Scanner und Farbbildschirme verwenden andere Farbmodelle, um Farben zu definieren, als Desktop-Drucker und Druckpressen. Farben werden bei der Übertragung vom Bildschirm zur Druckpresse aus einem Farbmodell in ein anderes übertragen. Das ist der Grund, warum im Druck nicht genau dieselben Farben erscheinen wie auf einem Bildschirm.

Konzept Kompression

Unkomprimierte Bilder erfordern rasch eine beträchtliche Speicherkapazität in Multimedia-Systemen (siehe Filegröße).

Hauptsächlich bei Rasterbildern ist es erforderlich, die Bildinformationen im Volumen zu reduzieren.

Insbesondere bei Multimedia-Kommunikation über Netze erfordert ein Datentransfer unkomprimierter Bilder hohe Bandbreiten. Eine Datenkompression ist dort unverzichtbar. Allerdings können durch Kompression auch Daten verloren gehen, was manchmal unerwünscht ist. Die Grundkonzepte der Kompression lassen sich zunächst in drei Kategorien einteilen:

Statistische Verfahren (Entropy Coding): Es wird im Eingabedatenstrom nach statistischen Verteilungen gesucht. Diese werden zur Reduktion der Daten ausgenutzt. Dabei wird die Eingabe lediglich als reiner Bitstrom betrachtet, ohne eine inhärente Semantik zu beachten. Statistische Verfahren, auch Entropiecodierungen genannt, codieren nicht die zu übertragenden Daten, sondern die Symbole der Quelle.

Semantische Verfahren (Source Coding): Es wird von der Annahme ausgegangen, dass der Eingabedatenstrom eine semantische Struktur besitzt, wobei folgende Ansätze eine Rolle spielen:

- a) **Codierung von Unterschieden (Prediction):** geht davon aus, dass zwei aufeinander folgende Blöcke nicht voneinander unabhängig sind. Deshalb sind nur die Unterschiede zu codieren.
- b) **Reduktion:** hierbei wird versucht, z.B. durch eine Fouriertransformation (FT) Frequenzanteile zu finden, die eine zu geringe Amplitude haben, um für das Ausgangssignal noch von Bedeutung zu sein. Diese werden gezielt weggelassen. Im Bildbereich verwendet man statt der Fourieranalyse die Diskrete Cosinus-Transformation (DCT).
- c) Eine weitere Möglichkeit besteht darin, schon bei der Codierung des Eingabestromes ein geeignetes Verfahren zu wählen. So wird z.B. bei der YUV-Codierung eine doppelt so hohe Auflösung für die Codierung der Helligkeit gewählt wie für die Farbinformation.

Zusammengesetzte Verfahren (Hybrid Coding): Diese verbinden die Vorteile der statistischen und der semantischen Verfahren. Dabei folgt der Bildvorbereitung (A/D-Wandlung und die Wahl einer geeigneten Codierung), eine Transformation (Picture Processing), im Allgemeinen eine DCT. Nachdem bestimmte Frequenzanteile durch Quantisierung

entfernt wurden, wird das Ergebnis einem der normalen statistischen Verfahren unterworfen.

Bei den Kompressionsverfahren unterscheiden wir zwischen: nicht verlustbehafteten und verlustbehafteten Kompressionsverfahren.

Gebräuchliche nicht verlustbehaftete Kompressionsverfahren sind:

RLE (Run Length Encoding),
LZW (Lempel-Ziv-Welch) und
Huffman (CCITT) Encoding.

Die bekanntesten verlustbehafteten Kompressionsverfahren sind:

JPEG (Joint Photographic Experts Group),
Fraktale Kompression nach Barnsley und Sloan und
Wavelet-Kompression.

Für tiefgehende technische Details zum Thema Kompression, siehe z.B. Steinmetz (2000) oder Symes (2000).

Videotechnik

Das menschliche Auge ist auch der Humanrezeptor für die Aufnahme von bewegten Bildern. Daher geben die psychophysikalischen Eigenschaften des Auges auch die Randbedingungen für die Konzeption des Mediums „Video“ vor.

Ausgangspunkt ist die relativ langsame visuelle Wahrnehmung: Schnell aufeinanderfolgende Reize können nicht mehr diskriminiert (unterschieden) werden. Durch hintereinander folgende Projektion von Einzelbildern kann dadurch eine „Scheinbewegung“ erzielt werden.

Die Grenze für das Eintreten dieser „Scheinbewegung“ liegt bei einer Bildfolge von 16 bis 24 Bildwechseln pro Sekunde.

Der traditionelle Kinofilm basiert auf einer Bildwechselfrequenz von 24 Bildern/s, was aber noch starkes Flimmern bewirkt. Deshalb wird durch eine Blende jedes Bild noch ein- bzw. zweimal unterbrochen, so dass 48 bzw. 72 Lichtreize pro Sekunde geboten werden.

Für eine traditionelle Fernsehübertragung wird das optische Bild in ein Raster zerlegt, dessen Feinheit vom Auflösungsvermögen des

menschlichen Auges bestimmt wird. Aus wirtschaftlichen Gründen überträgt man die Helligkeitswerte der einzelnen Rasterpunkte aber nicht simultan (gleichzeitig, parallel), sondern sequentiell (zeilenweise nacheinander), vgl. Limann & Pelka (1998).

Bei einem Betrachtungsabstand vom Bildschirm von der fünffachen Bilddiagonale (rund 2,5 m bei einem 51 cm Bildschirm) und einem Auflösungsvermögen des Auges von 50 bis 90 Bogensekunden muss das Bild mit mindestens 480 Zeilen dargestellt werden, damit das Zeilenraster unsichtbar bleibt.

In Mitteleuropa gilt seit 1952 die 625-Zeilen-CCIR-Norm. Bei einem Verhältnis von Breite zu Höhe des Bildschirms von 4 : 3 entspricht das 833 Bildpunkte pro Zeile.

Für die Darstellung von Bewegungsbildern durch eine Abfolge von Einzelbildern ist eine Bildwechselfrequenz von mindestens 25 Bildern pro Sekunde notwendig, damit das Auge den Eindruck einer kontinuierlichen Bewegung erhält.

Für helle Bilder genügt eine Auflösung von 25 Bildern pro Sekunde nicht, da solche Bilder noch immer merklich flimmern (flicker), die einzelnen Bildpunkte „dunkeln“ zu schnell nach, es kommt zum so genannten Großflächenflimmern.

Flimmern nennen wir eine periodische Schwankung der Helligkeitsempfindung. Dieser Effekt kann technisch auch durch so genannte Bildwiederholtspeicher vermindert werden.

Die Entwickler des Fernsehens standen nun vor einem Problem: Der geplante Übertragungskanal konnte nämlich nur eine gewisse Informationsmenge übertragen – die gerade für 25 Bilder pro Sekunde ausreicht.

Durch die Anwendung des Zeilensprungverfahrens konnte Abhilfe erzielt werden: Die Bilder werden nicht mehr in ihrer „natürlichen“ Reihenfolge wiedergegeben, sondern in der ersten 1/50 Sekunde nur die ungeraden Zeilen, in der nächsten 1/50 Sekunde nur die geradzahligen Zeilen.

Dadurch werden 50 Bilder mit halber Zeilenzahl erzeugt, die ineinander geschachtelt dargestellt werden und so einigermaßen flimmerfrei wirken.

Wirklich flimmerfrei wird das Bild aber erst durch den Einsatz einer Bildwechselfrequenz von mehr als 75 Hz.

Dieser Wert ist von Mensch zu Mensch individuell verschieden und bewegt sich zwischen 72 bis 80 Hz. Siehe Modul 3, Kapitel Bildschirme.

Die Umwandlung der Luminanz (Helligkeitswerte) des Bildes in elektrische Signale erfolgt in einer Fernsehkamera durch geeignete Bildwandler. Über eine Linsenoptik wird das Bild auf eine Fotokatode der Aufnahmeröhre abgebildet und mittels eines Elektronenstrahles zeilenweise abgetastet.

Zur Darstellung eines Fernsehbildes werden $25 \times 625 \times 833$, also rund 13 Millionen Bildpunkte pro Sekunde benötigt, zu deren Übermittlung man mit einer Bandbreite von 5 MHz auskommt. Die Fernsehsender arbeiten in einem Frequenzbereich zwischen 48,25 und 788,75 MHz, also bei Wellenlängen von etwa 6 m bis 0,4 cm (je ein Sender für Bild- und Tonsignale). Dabei wird der Bildsender in der Amplitude (AM), der Tonsender wie beim UKW-Rundfunk in der Frequenz moduliert (FM).

Im Empfänger gewinnt man das Bild- und Tonsignal durch Demodulation wieder zurück. Man trennt beide Signale und führt das verstärkte Tonsignal dem Lautsprecher zu, während das Bildsignal den Steuerelektroden einer Braunschen Röhre zugeleitet wird. Das Bildsignal beeinflusst die Bildpunkthelligkeit eines im Zeilenrhythmus der Fernsehkamera synchronisierten, über den Leuchtschirm gleitenden Elektronenstrahles.

Auf diese Weise entsteht durch **punktweisen Aufbau** und durch entsprechend **rasche Bildfolge** ein Punktbild auf dem Bildschirm, dessen **Rasterung** das Auge aus genügendem Abstand nicht mehr wahrnehmen kann. Um einen exakten Gleichlauf des Elektronenstrahles in Fernsehkamera und Bildröhre zu gewährleisten, wird der Beginn jeder Zeile durch das Zeilensynchronsignal und der Beginn jedes Halbbildes durch das Bildsynchronsignal eindeutig gekennzeichnet, die im Aufnahmesystem dem Bildsignal zugesetzt werden.

Videosignale

Wir können Videosignale hinsichtlich der Qualität unterscheiden:

FBAS (Composite Video)

Am unteren Ende der Qualitätsskala stehen Systeme, die quasi ein „einziges Signal“ übertragen. Dazu gehören U-matic, das weit verbreitete VHS und das klassische Fernsehsignal einer Antenne. Das FBAS-Signal ist eine Ergänzung des (Schwarzweiß-) BAS-Signals.

Da das Fernsehbild natürlich nicht als Ganzes durch einen einzigen elektrischen Signalwert repräsentiert werden kann, muss jeder einzelne Bildpunkt durch Spannungswerte beschrieben werden. Hierfür wurde das FBAS-Signal entwickelt und es wird daher auch als Composite-Signal bezeichnet.

Jeder Buchstabe steht dabei für ein bestimmtes Merkmal dieses Signals:

F Farbsignal: Im Farbsignal werden die drei Farben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) zusammengefasst.

B Bildsignal: Die Hell- und Dunkeltönung eines jeden Punktes wird durch eine elektrische Spannung festgelegt (z.B. Weiß = 10%, Schwarz = 75%).

A Austastsignal: Damit wird die Bildröhre während des Strahlrücklaufs dunkel gesteuert („ausgetastet“).

S Synchronisationssignal, das den Gleichlauf der Strahlablenkung zwischen Sender (Aufnahmeröhre) und Empfänger (Bildröhre) gewährleistet.

Heimcomputer (zum Beispiel Commodore C64) benutzten ein FBAS-Signal, um das im Computer erzeugte Bild auf einem „gewöhnlichen“ Fernseher darzustellen. Das FBAS-Signal wird über eine einzige Leitung übertragen, während beim RGB-Signal die Farbsignale auf drei separate Leitungen aufgeteilt sind. Das Bild eines FBAS-Signals ist qualitativ nicht so hochwertig wie das eines RGB-Signals.

Separiertes Video (Y/C, S-Video)

Eine Qualitätsstufe höher stehen Systeme, die für die Helligkeitsinformation (S/W) und die Farbinformation getrennte Signale verwenden. Diese Signale werden mit Y (Luminanz, Helligkeit) und C (Chrominanz, Farbinformation) bezeichnet. S-VHS und Hi-8 verwenden diese Signalart, die zusammen auch als S-Video bezeichnet wird.

Komponentenvideo (Component Video)

Noch höherwertige Systeme benutzen drei getrennte Signale. Je nach Farbmodell können dabei folgende Signale verwendet werden:
RGB (Rot, Grün, Blau). Diese Signalart ist qualitativ sehr hochwertig, aber sehr ineffizient bei analogem Video. Daher benutzen nur wenige Analoggeräte diese Signale;
YUV (Luminanz, Farbton, Sättigung);
YIQ (Luminanz, $I = R - Y$, d.h. der Unterschied von Rot zur Summe der Helligkeit, $Q = B - Y$, d.h. der Unterschied von Blau zur Summe der Helligkeit.
Betacam-SP, der weit verbreitete Broadcast-Standard (SP steht für „superior performance“), seit 20 Jahren Inbegriff für professionelle Videoproduktion, ist ein analoges Komponentenformat, das YIQ verwendet.

Digitale Aufzeichnungsverfahren

Bei Digitalkameras wird das Bild bereits während der Aufnahme digitalisiert, komprimiert und im Schrägspurverfahren auf Magnetband aufgezeichnet. Auch der Ton wird synchron in CD-Qualität bereits digital auf das Band gespeichert. Folgende Verfahren sind üblich (in zunehmender Qualität von oben nach unten):

DV (Digital Video), herstellerübergreifend standardisiert, z.B. über die Schnittstelle „Fire Wire“ IEEE 1394 verlustfrei auf den PC übertragbar, DVCAM, Erweiterung des DV-Standards von Sony mit erhöhter Spurbreite (15 mm statt 10 mm bei DV), aber voll kompatibel zu DV, DVCPRO, Erweiterung des DV-Standards von Panasonic, nicht kompatibel zu DV,

Betacam-SX, verwendet den Kompressionsalgorithmus von MPEG-2 mit 4:2:2 für den Profibereich (ist aber relativ selten);

Digital Betacam, über das SDI auf den PC (oder andere SDI-Komponenten) übertragbar, höhere Qualität als Fernsehqualität.

In der Broadcast-Industrie ist die SDI-Schnittstelle Standard in der digitalen Signalübertragung. Über SDI werden digitale Video- und Audio-Signale mit einer Gesamtbandbreite von 270 MBit/s übertragen.

Eine häufige Schnittstelle zur Übertragung der digitalen Signale vom Aufnahmegerät (Camcorder) zum PC (Videoschnittplatz) ist die IEEE 1394, von Apple „Fire Wire“ und von Sony „iLink“ genannt und auf den meisten Geräten mit DV-out/in gekennzeichnet.

Die Schnittstelle IEEE 1394 ist ein serielles Bussystem, das bis zu 63 Geräte miteinander verbindet. Für die Datenübertragung genügen vierpolige Leitungen (max. 4,5 m) plus zwei Leitungen für eine Stromversorgung. Die Übertragungsrate ist bis zu 50 MByte/s (Vergleich: Ultra-SCSI hat 20 MByte/s – Wide-U3-SCSI 160 MByte/s).

Vor allem bei digitalen Fotokameras (Bild 5.9), die auch kurze Filmsequenzen (30 bis 90 Sekunden) aufnehmen können, wird häufig der 1995 von Intel initiierte USB-Bus (Universal Serial Bus) verwendet. Die Daten werden dabei seriell über ein verdrehtes Zweidrahtkabel mit einer Datenrate von 12 MBit/s übertragen. Über zwei weitere Leitungen werden 5 Volt Betriebsspannung und die Masse (0 Volt) geführt. Das hat den Vorteil, dass manche USB-Geräte keine Stromversorgung benötigen. Es können bis zu 127 Geräte an einem USB-Bus betrieben werden, und die maximale Übertragungsdistanz vom Hub (bzw. vom PC) zum Gerät (z.B. Kamera) beträgt rund 5 Meter. Über Verknüpfungen verschiedener Geräte lässt sich diese Distanz erhöhen. USB-Geräte haben den Vorteil, dass diese während des Betriebes an- und abgesteckt werden können, die Einbindung der Treiber erfolgt automatisch. Es gibt zwei Steckertypen: USB-A (z.B. bei Videokamera, Maus, Tastatur) und USB-B (z.B. bei Scanner, Modems, Hub); damit ist ein Falschanschluss praktisch nicht möglich (Bild 5.10).

Einige Video-File Formate

Eine wesentliche Schwierigkeit bei der Verwendung digitaler Videos besteht in der riesigen anfallenden Datenmenge. Kompression ist daher essentiell. Die wichtigsten Videoformate sind MPEG, MHEG, AVI und QuickTime. Die „einfachste“ Möglichkeit ist das M-JPEG-Verfahren, das aber kaum mehr verwendet wird.

Folgende MPEG-Standards wurden bzw. werden entwickelt:

MPEG-1 = ISO 11172 (Coding of moving pictures and audio up to 1,5

Mbit/s); 320 × 240 px, 30 fps, Software-Decoder, niedrige Qualität;

MPEG-2 = ISO 13818 (Generic coding of moving pictures and associated

audio); 720 × 480 px, 1280 × 720 px, 60 fps, Audio in CD-Qualität,

Hardware und Software, für NTSC, HDTV, DVD;

MPEG-3 (ursprünglich für HDTV gedacht, 1920 × 1080 px, Interlace-

Technik, 30 fps, 20 bis 40 Mbit/s, da dafür aber MPEG-2 ausreicht,

wurden die Arbeiten an MPEG-3 eingestellt);

MPEG-4 = ISO 14496 (Coding of audio-visual objects) Standard für

Multimedia-Applikationen (1998 erstmals vorgestellt, 2000 freigegeben,

aber Teile noch immer in Arbeit);

MPEG-7 = ISO 15938 (Multimedia Content Description Interface),

Standard für Content Representation und Multimedia-Suche (in Arbeit);

MPEG-21 = ISO Draft (Multimedia-Framework), in Entwicklung.

Für digitales Video in fernsehähnlicher Qualität werden momentan noch

hauptsächlich MPEG-1 und MPEG-2 verwendet. MPEG-1 wird im

semiprofessionellen Bereich verwendet. MPEG-2 wurde im Hinblick auf

digitales Fernsehen definiert, es unterstützt das Zeilensprungverfahren

(Interlacing).

Hands-On:

Bandbreitenproblem

Multimediale Anwendungen stehen und fallen mit der Kapazität der

Übertragungswege vom Server (Anbieter) zum Client (Anwender).

Die Bandbreite (bandwidth) ist die maximale Datenmenge, die pro

Zeiteinheit über eine Übertragungsstrecke gesendet werden kann, und wird

in bps, kbit/s oder Mbit/s angegeben.

Verschiedene Medien haben verschiedene Filegrößen: Eine Seite Text mit

3000 ASCII-Zeichen benötigt 3 KB. Ein Farbbild mit 24-Bit-Farbtiefe und

einer Größe von 640 × 480 Pixel benötigt immerhin schon zwischen 75 bis

900 KB, je nach Komprimierungsgrad. Für eine einminütige

Sprachaufzeichnung werden rund 600 KB und für eine Minute Musik in

CD-Qualität schon rund 10 MB benötigt. Aber für nur eine Minute Video

sind, je nach Größe, Kompressionsgrad und Qualität, zwischen 15 bis 400 MB notwendig! Beispielsweise benötigt ein unkomprimiertes AVI-File mit einer Minute Spieldauer, mit 320×240 Pixel, 16 Bit Farbtiefe, 25 Bilder/s, mit PCM Stereoton, 44,1 kHz, einen Speicherplatz von 40 MB.

<Bild 16>

Zur schnellen Berechnung der Übertragungszeit verschiedener Medien über verschiedene Transportwege können wir folgende Formel anwenden:

$$t = \frac{f_s \cdot 1024 \cdot 8}{b}$$

t benötigte Übertragungszeit in s

f_s Filegröße (filesize) in MB

b Bandbreite des Übertragungskanal in kbit/s (kbps)

Bei Verwendung eines Standardmodems mit theoretischen 56,6 kbit/s und praktisch durchschnittlichen 40 kbit/s benötigt die Übertragung eines einseitigen Textfiles weniger als eine Sekunde.

Für ein Farbbild mit 300 KB werden immerhin schon rund 60 Sekunden benötigt.

Eine Sprachaufzeichnung mit einer Minute Länge benötigt rund 2 Minuten und eine Minute Musik in CD-Qualität schon eine halbe Stunde.

Für eine Minute Videofilm (unser AVI-File mit 40 MB) wird die enorme Zeit von 2 Stunden 16 Minuten und 34 Sekunden benötigt.

Auch durch die Verwendung des vielgerühmten ISDN (Integrated Services Digital Network) mit 64 kbit/s oder Double-ISDN mit 128 kbit/s werden die Übertragungszeiten nicht wesentlich kürzer. Nothelfer ist zwar das Streaming Verfahren – aber erst durch die Verwendung von Breitbandtechnologien kann Multimedia wirklich effizient verteilt werden.

<Bild 17>

Um ein Gefühl für den aktuellen Stand der Entwicklung zu bekommen, sehen wir nun uns zunächst einige Bandbreiten an, die uns in der Praxis momentan zur Verfügung stehen:

<Bild 18>

Hands-On: Sie verfügen über ein Ausgangsmaterial (Rohmaterial) von 3 Minuten Film, 30 Minuten Audio, 4 DIN-A4 Seiten Text, 6 Fotos und 4 Menügrafiken: Welche Auflösung darf was haben, um noch auf eine CD zu passen?

Vergleichen Sie verschiedene Videostandards hinsichtlich Qualität, Platzbedarf und Handhabbarkeit! Welches Format würden Sie für welchen Zweck einsetzen?

Arbeitsauftrag: Drehen Sie ein Dokumentarvideo über „Multimedia“: Es soll gezeigt werden, wo überall multimediale Techniken verwendet werden! Das Video soll etwa 3 Minuten lang sein.

C) SCLUSS

9. Zusammenfassung

Multimedia-Systeme sind interaktive Informationssysteme. Es gelten die Grundlagen der Informationsverarbeitung: Information ist eine raum- oder zeitvariante Folge physikalischer Signale. Die Signale sind die physikalischen Träger. In der Änderung eines Signals liegt die Information. Wissen ist angewandte Information. Ein bit ist die kleinste binäre Informationsmenge.

Der mittlere Informationsgehalt einer Nachricht wird als Entropie bezeichnet. Redundanz ist zwar Verlust an Information, erhöht aber die Verlässlichkeit. Die Kanalkapazität ist der maximale Informationsfluss, der über einen Nachrichtenkanal fehlerfrei übertragen werden kann (z.B. hat das analoge Telefon eine Kanalkapazität von rund 50 kbit/s).

Der Informationsbegriff nach Shannon konzentriert sich nur auf die technisch-mathematische Informationsübertragung: Die Bedeutung der Zeichen wurde dabei vernachlässigt. Für das Verständnis und vor allem die Gestaltung von multimedialen Informationssystemen ist es enorm wichtig,

die Grundlagen der menschlichen Kommunikation zu kennen.

Kommunikation ist jeder Austausch von inhaltlich bestimmbar Information (Nachrichten). Es handelt sich dabei um einen Prozess, in dem ein Sender und ein Empfänger eine Mitteilung (Nachricht) über einen Nachrichtenkanal übermitteln. Eine erfolgreiche Kommunikation ist nur möglich, wenn die verwendeten Symbole beiden Instanzen (Sender und Empfänger) zugänglich sind.

Die wichtigsten Audio-Formate im PC-Bereich sind Wave und MIDI. Eine WAV-Datei ist eine „digitale Kopie“ des Schalldruckes am Mikrofon und sie kann jedes beliebige Klangereignis enthalten. MIDI (Music Instrument Digital Interface) ist die kompakteste Darstellung von Musikdaten; anstatt der eigentlichen Abtastwerte wird bei MIDI eine instrumentenbezogene Darstellung verwendet. Die Codierung umfasst Lautstärke, Grundfrequenz und die Bezeichnung des Instrumentes.

Eine Vektorgrafik ist aus grafischen Primitiven (Linien, Rechtecke, Polygone usw.) aufgebaut und durch deren Attribute (Linienstärke, Linienfarbe usw.) spezifiziert (PostScript, EPS, CDR, DXF usw.). Dagegen besteht ein Bitmapbild aus n Zeilen mit m Bildpunkten (Pixel) in einem Raster. Eine Metagrafik enthält sowohl Raster- als auch Vektorinformationen.

Psychophysikalische Eigenschaften unseres Auges bestimmen auch die Randbedingungen für die Konzeption des Mediums „Video“: Die langsame visuelle Wahrnehmung ist dafür von Nutzen. Die Grenze für das Eintreten einer Scheinbewegung liegt bei etwa 16 bis 24 Bildwechsel pro Minute.

Analoge Aufzeichnungsformate umfassen hauptsächlich Betacam (SP), U-matic, S-VHS, Hi-8 und VHS. Videosignale werden hinsichtlich der Qualität unterschieden in FBAS (Composite), separiertes Video (Y/C, S-Video) und Komponentenvideo (Component).

Digitales Video (DV) besitzt Vorteile (z.B. Qualität ist unabhängig vom Übertragungskanal, kopierbar, Lebensdauer usw.) gegenüber analogem

Video, die üblichen Verfahren umfassen DV, DVCAM, DVPRO, Betacam-SX und Digital Betacam. Allerdings hat digitales Video auch enorme Nachteile: Die notwendige Bandbreite ist etwa 200-mal höher als bei analogen Videosignalen.

Multimediale Anwendungen stehen und fallen mit der Bandbreite. Eine Minute AVI benötigen 40 MB; über eine Modem-Verbindung werden dafür rund 2 Stunden zur Übertragung benötigt.

10. Glossar

ADPCM Adaptive Differential Pulse Code Modulation, zur Komprimierung von Audiodaten, wird z.B. bei CD-I eingesetzt um die Spieldauer zu verlängern.

Bitmap Prinzip einer Matrix, in der gekennzeichnet ist, welche Stellen einer Grafik in welchem Farbton gesetzt sind (das BMP-Datenformat ist der bekannteste Vertreter von Bitmap-Dateien).

BMP Bitmap-Grafikformat, bekanntester Vertreter des Bitmap-Prinzips.

GIF Graphics Interchange Format. GIF ist neben JPEG ein „Quasi-Standard“ im Web.

JPEG Joint Photographic Experts Group, entwickelte ein Format zur Speicherung von Bildern (Dateiendung: .jpg).

JPG Eine Grafik im so genannten JPEG-Format.

MPEG Moving Pictures Expert Group der ISO (International Organization for Standardization), erstellt Standards zur Datenkomprimierung für bewegte Bilder.

PNG Portable Network Graphics, Grafikformat, speziell für das Web entwickelt.

Polygon Kleinste geschlossene Einheit, in die ein Vektor-Objekt zerlegt wird.

11. Zitierte Literatur

Holzinger, Andreas (2002): Basiswissen Multimedia. Band 1: Technik. Technologische Grundlagen multimedialer Informationssysteme. 2.Auflage. Würzburg: Vogel.

Holzinger, Andreas (1999): Information und Licht: Der Mensch als Informationsverarbeitungssystem. Wissenschaftliche Nachrichten, 109, 1/99, 34-39. Wien: BMUK.

Holzinger, Andreas (2002): Basiswissen IT/Informatik. Band 1: Informationstechnik (IT). Das Basiswissen für die Informationsgesellschaft im 21. Jahrhundert. Würzburg: Vogel.

Kerres, Michael (2002): Technische Aspekte multi- und telemedialer Lernangebote. In: Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. 3. Auflage. Weinheim: Beltz.

Limann, Otto; Pelka, Horst (1998): Fernsehtechnik ohne Ballast. 18. Auflage. München: Franzis.

Mittenecker, Erich; Raab Erich (1973): Informationstheorie für Psychologen: Eine Einführung in Methoden und Anwendungen. Göttingen: Hogrefe.

Shannon, Claude E.; Weaver, Warren (1963): The Mathematical Theory of Communication. 2nd Ed. Urbana, Chicago, London: University of Illinois Press.

Shannon, Claude E. (1949): A Mathematical Theory of Communication. Bell System Tech. Journal, Vol. 27, 379-423 (Part I), 623-656 (Part II).

Watzlawick, Paul; Beavin, J.; Jackson, D.D.: (1990): Menschliche Kommunikation. 8. Auflage. Bern: Huber.

Woschni, Eugen G. (1988): Informationstechnik: Signal, System, Information. 3. Auflage. Berlin: Verlag Technik.

12. Weiterführende Literatur

Botto, Francis (1999): Dictionary of multimedia and internet applications: a guide for developers and users. Chichester et.al.: Wiley.

Chapman, Nigel; Chapman, Jenny (2000): Digital Multimedia. Boston et.al. McGraw Hill.

Goldstein, Bruce E. (1999): Sensation and Perception. 5th Ed. Belmont (CA): Wadsworth.

Griffin, Em (2000): A first look at Communication Theory. New York: McGraw Hill.

Hofmüller, Helmut; Seiwert, Martin (1999): Digital Audio/Video: Digitalisierung, Schnitt und Mastering unter Windows (Edition Screen Multimedia). München: Addison-Wesley-Longman.

Holzinger, Andreas (2001): Basiswissen Multimedia. Band 2: Lernen. Kognitive Grundlagen multimedialer Informationssysteme. Würzburg: Vogel.

Holzinger, Andreas (2001): Basiswissen Multimedia. Band 3: Design. Entwicklungstechnische Grundlagen multimedialer Informationssysteme. Würzburg: Vogel.

Pierce, John Robinson (1980): An Introduction to Information Theory: Symbols, Signals and Noise. 2nd Ed. New York: Dover.

Pinker, Steven (1994): The Language Instinct. New York: William Morrow and Company, Inc.

Poynton, Charles (2001): Digital Video and HDTV: Pixels, Pictures, and Perception. New York: John Wiley & Sons.

Steinmetz, Ralf (2000): Multimedia-Technologie: Grundlagen, Komponenten und Systeme. 3. Auflage. Berlin et.al.: Springer.

Symes, Peter D. (2000): Video Compression Demystified. Boston et.al.: McGraw Hill.

Sklar, Bernhard (1988): Digital Communications: Fundamentals and Applications. London: Prentice Hall.

Stonier, Tom (1997): Information and Meaning. An Evolutionary Perspective. Berlin, New York et.al.: Springer.

Watzlawick, Paul; Beavin, J.; Jackson, D. D.: (2000): Menschliche Kommunikation: Formen, Störungen, Paradoxien. 10. Auflage. Bern: Huber.

Whitaker, Jerry; Benson, Blair (2000): Compression Technologies for Video and Audio. e-Book. Boston et.al. McGraw Hill.

Winograd, Terry; Flores, Fernando (1986): Understanding Computers and Cognition. A New Foundation for Design. Norwood: Ablex Publishing.

Zurek, Wojchiech H., ed. (1990): Complexity, Entropy and the Physics of Information. Reading (MA): Addison Wesley Publishing Co.

13. Abbildungsverzeichnis mit Quellen

Alle Bilder von Andreas Holzinger

Bild 1: Rubin-Figur

Bild 2: Kommunikationsmodell von Shannon & Weaver

Bild 3: Informationsgehalt I_{x_i} versus Zeichenwahrscheinlichkeit p_{x_i}

Bild 4: Bausteine in gleichförmiger Ordnung, geringer Informationsgehalt

Bild 5: Bausteine in völliger Unordnung, höchster Informationsgehalt

Bild 6: Bausteine in definierter Ordnung, mittlerer Informationsgehalt

Bild 7: Kanalkapazitäten typischer Übertragungskanäle

Bild 8: Größe von Sounddateien

Bild 9: Tabelle Übersicht über die wichtigsten Audio-File Formate

Bild 10: Vektorgrafik

Bild 11: Bitmapbild

Bild 12: Metagrafik

Bild 13: Schwarzweißbild mit 1 Bit Info pro Bildpunkt (Schwarz od. Weiß)

Bild 14: Graustufenbild mit 4 Bit Info pro Bildpunkt ($2^4 = 16$ Grautöne)

Bild 15: Graustufenbild mit 8 Bit Info pro Bildpunkt ($2^8 = 256$ Grautöne)

Bild 16: Speicherbedarf verschiedener Medientypen

Bild 17: Übertragungszeiten verschiedener Medientypen mittels MODEM

Bild 18: Tabelle Bandbreiten die momentan allg. zur Verfügung stehen

14. Internet-Links

www.basiswissen-multimedia.at

www.basiswissen-it.at

15. Hinweise auf Kommunikationsmodule

16. Index

17. Lernaufgaben

Die Kanalkapazität ...

- a) ... ist der maximale – über einen Kanal übertragbare – Informationsfluss F .
- b) ... eines analogen Telefons beträgt rund 300 kbit/s.
- c) ... wird durch die Bandbreite B angegeben.
- d) ... ist unabhängig von den Eigenschaften der Informationsquelle.

Richtig ist: a) c) d)

Bei der Digitalisierung von Audio-Signalen ...

- a) ... wird meistens mit einer Abtastfrequenz von 88 kHz gearbeitet.
- b) ... ist die File-Grösse stets ein Problem.
- c) ... wird die File Grösse hauptsächlich von der Sampling-Rate bestimmt.
- d) ... wird immer mit dem WAV-Format gearbeitet.

Richtig ist: b) c)

Zu den gebräuchlichen verlustbehafteten Kompressionsmethoden gehören

...

- a) ... RLE (Run Length Encoding).
- b) ... JPEG (Joint Photographic Experts Group).
- c) ... Wavelet-Kompression.
- d) ... LZW (Lempel-Ziv-Welch).

Richtig ist: b) c)

Beim traditionellen Kinofilm ...

- a) ... wird die relativ langsame visuelle Wahrnehmung ausgenutzt.
- b) ... erfolgt eine Scheinbewegung durch eine Bildfolge von 6 Bildern/s.
- c) ... bewirkt eine Darstellung von 24 Bildern/s kein Flimmern mehr.
- d) ... werden 48 bzw. 72 Lichtreize pro Sekunde dargeboten.

Richtig ist: a) d)

Die Speichergröße ...

- a) ... von Multimedia-Anwendungen sind stets von der Kompression abhängig.
- b) ... von einer Seite Text liegen bei ca. 75 KB.
- c) ... einer Minute Video (320 mal 240) liegt ungünstigstenfalls bei 400 MB.
- d) ... einer Musikübertragung ist qualitätsunabhängig.

Richtig ist: a) c)