

X . media . press



Roland Schmitz · Roland Kiefer
Johannes Maucher · Jan Schulze
Thomas Suchy

Kompendium Medieninformatik

Mediennetze

Mit 106 Abbildungen und 11 Tabellen

Roland Schmitz
Roland Kiefer
Johannes Maucher
Jan Schulze
Thomas Suchy
Hochschule der Medien
Nobelstr. 10
70569 Stuttgart
schmitz@hdm-stuttgart.de
www.medieninformatik.hdm-stuttgart.de

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 1439-3107
ISBN-10 3-540-30224-7 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-30224-7 Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Satz und Herstellung: LE- \TeX , Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig
Umschlaggestaltung: KünkelOpka Werbeagentur, Heidelberg
Gedruckt auf säurefreiem Papier 33/3100 YL - 5 4 3 2 1 0

Einleitung

„The medium is the message“ – treffender und kürzer, als es Herbert Marshall McLuhan in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts auf den Punkt gebracht hat, kann man die wechselseitige Beziehung zwischen dem Inhalt einer Kommunikation und ihrer Präsentationsform auch heute nicht beschreiben. Versucht man davon ausgehend, den zu Grunde liegenden Sachverhalt etwas präziser zu fassen, so stellt man fest: Die Techniken zur Erzeugung, zum Transport, zur Speicherung und zur Darstellung einer Botschaft sind ebenso entscheidend für ihre Wahrnehmung, wie ihr eigentlicher Inhalt. Damit wird klar, was der viel benutzte (und strapazierte) Begriff der „Medien“ eigentlich bedeutet:

Medien sind dem Wortsinn nach „Vermittler“. Sie dienen der Speicherung, Darstellung und Übermittlung von Informationen. Im heutigen Sprachgebrauch meint man mit Medien aber häufig auch die Informationen selbst und unterscheidet nicht deutlich zwischen der Information und ihrem Träger.

Medien

Die übertragenen Informationen können in unterschiedlich strukturierter Form und Codierung vorliegen. Eine Strukturierung in Medien kann auf unterschiedliche Arten herbeigeführt werden, etwa mittels ergänzender Informationen, so genannter Metadaten, oder durch Eingliederung in eine Ordnungsstruktur, etwa eine hierarchische Gruppierung.

Die *Medieninformatik* beschäftigt sich speziell mit *digitalen Medien*, das sind zum einen digital (also in Form von Bits) codierte Arten von Informationen, zum anderen die Träger dieser Informationen. Die Art der Codierung, das heißt die Vorschrift, wie die ursprünglichen Informationen in Bitform darzustellen sind (und wie umgekehrt die Bits als Information zu interpretieren sind) bestimmt über den Medientyp, wie zum Beispiel Text, Dokument, Bild, Audio, Video. Die Digitalisierung stellt dabei einen entscheidenden Schritt dar: Durch sie wird es möglich, die Informationen von ihrem physikalischen Träger zu trennen. Diese Trennung trägt maßgeblich zur immer weiter wachsenden Mobilität unserer Kommunikation und unseres Arbeitslebens

Medieninformatik

insgesamt bei. Die Informatik stellt hierfür die theoretischen Grundlagen und Methoden der Informationsverarbeitung auf Rechnersystemen zur Verfügung. Die Medieninformatik zeigt, wie diese Methoden speziell auf digitale Medien anzuwenden sind.

Damit prägt die Medieninformatik unseren Alltag, weil sie letztlich darüber mitentscheidet, was und wie viel aus der täglichen Informationsflut in unseren Köpfen ankommt. Die Beherrschung ihrer Konzepte und Techniken ist für unser aller Zukunft maßgebend. Aus diesem Grund versteht sich die Medieninformatik auch nicht nur als rein technische Disziplin, sondern umfasst auch gestalterische, psychologische und ökonomische Aspekte. Diese Vielfalt spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Inhalten der vielen verschiedenen, an deutschen Hochschulen angebotenen Studiengängen mit dem Namen „Medieninformatik“ wider.

Das Buch

Das „Kompendium der Medieninformatik“ befasst sich vor allem mit den technischen Aspekten der Medieninformatik und bildet damit den Schwerpunkt der Lehrinhalte im Studienbereich Medieninformatik an der Hochschule der Medien in Stuttgart ab. Trotz dieses Schwerpunkts auf den Informatik-Aspekten der Medieninformatik unterscheidet sich das Kompendium der Medieninformatik inhaltlich deutlich von klassischen Lehrbüchern der Informatik. Die Grundlagen der Informatik werden nur insoweit behandelt, als sich durch die Anwendung auf Mediendaten neue und spezifische Gesichtspunkte ergeben. In allen anderen Fällen gehen wir davon aus, dass der Leser mit den Grundlagen der Informatik bereits vertraut ist. Zielgruppen dieses Buches sind somit Studenten der Informatik und Medieninformatik im Hauptstudium sowie Praktiker, die bereits Erfahrung mit den Anwendungen der Informatik in der Industrie gesammelt haben und sich nun speziell über Anwendungen in den Medien informieren wollen.

Der vorliegende erste Teil des Kompendiums der Medieninformatik beschäftigt sich mit „Mediennetzen“. Damit sind die Techniken gemeint, die beim Transport von Informationen durch unterschiedliche Netze zum Einsatz kommen. Es geht also um die „Verpackung“ und den Transport digitalisierter Informationen. Kompressionsverfahren, Mediensicherheit, Multimedianeetze und Mobile Netze sind hier die Stichworte.

Darauf aufsetzend behandeln wir in einem zweiten Teil des Kompendiums Aspekte der praktischen Informatik und ihre Anwendung in der Medientechnik, wie die Entwicklung von Multimedia-Anwendungen, die Grundlagen der Computergrafik, Theorie und Praxis von Mediendatenbanken. Hinzu kommen einige ausgewählte Anwendungen der Medieninformatik wie die Content-Related-Technologien, mit denen mediale Informationen in möglichst effizienter Weise organisiert, strukturiert und an die richtigen Empfänger verteilt werden können.

Wir begleiten in diesen beiden Teilen also die digitalen Mediendaten auf ihrem Weg von der Erzeugung und Kodierung über ihren Transport durch drahtgebundene oder drahtlose Netze bis hin zum Endnutzer und decken damit eine ganze Wertschöpfungskette ab.

Die Autoren des Kompendiums sind allesamt ausgewiesene Experten ihres Fachs und stehen (oder standen) in aktiver Lehrtätigkeit an der Hochschule der Medien Stuttgart. Die Inhalte des Kompendiums basieren auf Lehrveranstaltungen, die von den Autoren im Rahmen der Studiengänge Medieninformatik (Bachelor/Master) und Information Systems (Bachelor/Master) gehalten werden. Wir danken unseren Studenten für zahlreiche wertvolle Kommentare und Verbesserungsvorschläge zu diesen Lehrveranstaltungen. Ohne diese Anregungen wäre dieses Buch nicht realisierbar gewesen.

Inhaltsverzeichnis

1	Kompressionsverfahren für Video und Audio	1
1.1	Einführung in die Informationstheorie	2
1.2	Grundlagen der Datenkompression	4
1.3	Elementare Verarbeitungsschritte.....	5
1.3.1	Unterabtastung und Quantisierung.....	6
1.3.2	Entropiecodierung.....	8
1.3.3	Prädiktion.....	11
1.3.4	Signaltransformationen.....	12
1.4	Medienspezifische Verarbeitungsschritte	17
1.4.1	Interframe-Kompression	17
1.4.2	Psychoakustische Kompression.....	20
1.5	Codecs im Überblick.....	23
1.5.1	Video-Codecs.....	24
1.5.2	Audio-Codecs	27
1.6	Die Standards JPEG und JPEG 2000	29
1.6.1	JPEG	29
1.6.2	JPEG 2000 und Motion JPEG 2000	35
1.7	Videokompression mit MPEG	38
1.7.1	MPEG-1.....	39
1.7.2	MPEG-2.....	44
1.7.3	MPEG-4.....	50
1.8	Audiokompression mit MPEG.....	60
1.8.1	MPEG-1 Audio.....	61
1.8.2	MPEG-4 Audio Lossless Coding.....	67
1.9	Verfahren der Sprachkompression	70
1.9.1	Signalformcodierer	71
1.9.2	Parametrische Codecs.....	73
1.9.3	Hybride Codecs	74
	Literatur	78



2	Mediensicherheit	83
2.1	Einführung	84
2.1.1	Sicherheitsanforderungen für Digitale Medien	84
2.1.2	Sicherheitsmechanismen	85
2.2	Digitale Wasserzeichen.....	92
2.2.1	Anwendungsgebiete für Digitale Wasserzeichen ...	93
2.2.2	Einbettungstechniken	97
2.2.3	Angriffe	106
2.3	DRM-Systeme	108
2.3.1	Komponenten von DRM-Systemen	109
2.3.2	Mobile DRM-Systeme	112
2.3.3	Angriffe auf DRM-Systeme	116
2.3.4	Kommerzielle DRM-Systeme.....	117
2.3.5	Ökonomische und Rechtliche Aspekte.....	121
2.4	Ausblick	123
	Literatur.....	124
3	Multimedia-Netze.....	127
3.1	Einführung	127
3.2	Multimedia-Transportnetze.....	129
3.2.1	Einleitung.....	129
3.2.2	High-Speed in Metronetzen	130
3.2.3	High-Speed im Weitverkehrsnetz	133
3.3	Quality of Service (QoS)	143
3.3.1	Einführung.....	143
3.3.2	Problemstellungen und Lösungsansätze	145
3.3.3	ATM-QoS	148
3.3.4	IP-QoS in Weitverkehrsnetzen	151
3.4	Next Generation Networks NGN.....	156
3.4.1	Einleitung.....	156
3.4.2	Voice-over-IP	159
3.4.3	IP Next Generation – IPv6.....	176
3.4.4	Multicast.....	180
3.4.5	Fazit	181
	Literatur.....	181
4	Mobile Multimedia	183
4.1	Begriffsbestimmungen.....	185
4.2	Dienste und Architekturen zukünftiger mobiler Multimedia Netze	186
4.2.1	Mobilität und Multimedia – Anforderungen.....	186
4.2.2	Mobile Netze der Gegenwart.....	190
4.2.3	Architektur zukünftiger mobiler All-IP Netze am Beispiel des UMTS Release 5	202

4.3	Entwicklung Mobiler Multimedia-Anwendungen.....	208
4.3.1	Mobile Multimedia Endgeräte.....	209
4.3.2	Mobile Multimedia Software-Plattformen.....	213
4.3.3	Mobile Multimedia Datenformate	272
	Literatur	280
	Autorenverzeichnis	285
	Index.....	287

Abkürzungen

3GPP	3rd Generation Partnership Project
3GPP2	3rd Generation Partnership Project 2
AAC	Advanced Audio Coding
AAL	ATM Adaption Layer
AAZ	Advanced Audio Zip
ABR	Available Bit Rate
AC-3	Audio Coding 3
ACELP	Algebraic Code Excited Linear Prediction
ADM	Add Drop Multiplexer
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
AIS	Alarm Indication Signal
ALS	Audio Lossless Coding
AMR	Adaptive Multirate
AMR-WB	Adaptive Multirate Wideband
APS	Automatic Protection Switching
ASF	Advanced Streaming/Systems Format
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AU	Administrative Unit
AUG	Administrative Unit Group
AVC	Advanced Video Coding
AVI	Audio Video Interleave
BAB	Binary Alpha Block
BBC	British Broadcasting Company
B-Frame	Bidirectionally predicted Frame
CBR	Constant Bit Rate
CDV	Cell Delay Variation
CDVT	Cell Delay Variation Tolerance
CELP	Code Excited Linear Prediction
CER	Cell Error Ratio
CIDR	Classless Inter Domain Routing
CLP	Cell Loss Priority
CLR	Cell Loss Ratio
CRC	Cyclic Redundancy Check
CS	Call Server
CS-ACELP	Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction
CVR	Cell Delay Variation
DAB	Digital Audio Broadcast
DBR	Deterministic Bit Rate
DCC	Digital Compact Cassette
DCI	Digital Cinema Initiatives



DCT	Diskrete Kosinustransformation
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DiffServ	Differentiated Services
DRM	Digital Radio Mondiale
DS	Differentiated Services
DSCP	Differentiated Services Code Point
DSCP	DiffServ Code Point
DVB-S	Digital Video Broadcast Satellite (MPEG-2)
DVB-T	Digital Video Broadcast Terrestrial
DVD	Digital Versatile Disc
DVMRP	Distance Vector Multicast Routing Protocol
E-ADPCM	Enhanced Adaptive Differential Pulse Code Modulation
ECC	Embedded Communication Channel
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EFR	Enhanced Full Rate
ENUM	TElephone NUmber Mapping
ES	Elementary Stream
FFT	Fast Fourier Transform
FIR	Finite Impulse Response
FR	Full Rate
FWT	Fast Wavelet Transform
GFC	Generic Flow Control
GFP	Generic Frame Procedure
GOP	Group Of Pictures
GPRS	General Packet Radio Services
GS	Guaranteed Service
GSM	Global System for Mobile Communications
HD	High Definition
HILN	Harmonic and Individual Lines and Noise
HR	Half Rate
HVXC	Harmonic Vector Excitation Coding
IDCT	Inverse DCT
IEC	International Electrotechnical Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
I-Frame	Intra-Frame
IIR	Infinite Impulse Response
IIS	Fraunhofer Institut für integrierte Schaltungen
IMS	IP Multimedia Subsystem
IMS	IP Multimedia System
IntServ	Integrated Services
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
ITU	International Telecommunications Union
ITU	International Telecommunication Union
JBIG	Joint Bi-Level Image Group
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JVT	Joint Video Team
LAN	Local Area Network
LCAS	Link Capacity Adjustment Scheme
LD-CELP	Low-Delay Code Excited Linear Prediction
LDP	Label Distribution Protocol
LER	Label Edge Router

LPAC	Lossless Predictive Audio Coding
LPC	Linear Prediction Coefficients
LSR	Label Switch Router
MA	Monkey's Audio
MAC	Media Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MCU	Multipoint Control Unit
MDCT	Modified DCT
MELPe	Enhanced Mixed Excitation Linear Prediction
MGC	Media Gateway Controller
MJPEG 2000	Motion JPEG 2000
MJPEG	Motion JPEG
MMD	Multimedia Domain
MMS	Multimedia Messaging Service
MOS	Mean Opinion Score
MOS	Mean Opinion Score
MP3	MPEG Audio Layer III
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPEG-LA	MPEG Licensing Authority
MPLS	Multiprotocol Label Switching
MP-MLQ	Multipulse Maximum Likelihood Quantization
MSOH	Multiplexer Section Overhead
MTU	Maximum Transmission Unit
NAL	Network Abstraction Layer
NAPT	Naming Authority Pointer Records
NAPTR	Naming Authority Pointer Records
NGN	Next Generation Network
OAM	Operation, Administration and Management
OSPF	Open Shortest Path First
PCM	Pulse Code Modulation
PCR	Peak Cell Rate
PCR	Peak Cell Rate
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
P-Frame	Predicted Frame
PHB	Per-hop-behaviour
PHB	Per Hop Behaviour
PIM	Protocol Independent Multicast
PNS	Perceptual Noise Substitution
POH	Path Overhead
PVC	Permanent Virtual Channel
QoS	Quality of Service
RFC	Request for Comment
RPE-LTP	Regular Pulse Excitation with Long-Term Prediction
RPR	Resilient Packet Ring
RSOH	Regenerator Section Overhead
RSVP	Resource Reservation Protocol
RSVP	Resource Reservation Protocol
RTCP	Real Time Transmission Control Protocol
RTP	Real-Time Transport Protocol
RTP	Real-Time-Protocol
RTSP	<i>Real Time Streaming Protocol</i>
SAR	Segmentation and Reassembly
SB-ADPCM	Subband Adaptive Differential Pulse Code Modulation



SDDS	Sony Dynamic Digital Sound
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDP	Session Description Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SMPTE	Society of Motion Picture Engineers
SOH	Section Overhead
SONET	Synchronous Optical Network
STANAG	Standardization Agreement
STM	Synchronous Transfer Module
STS	Synchronous Transport Signal
SVC	Switched Virtual Channel
TCP	T ransmission Control Protocol
TMN	Telecommunications Management Network
TOS	Type of Service
TU	Tributary Unit Group
TUG	Tributary Unit Group
UAC	User Agent Client
UAS	User Agent Server
UBR	Unspecified Bit Rate
UBR	Unspecified Bit Rate
UDP	User Datagram Protocol
VBR	Variable Bit Rate
VBR	Variable Bit Rate
VC	Virtual Container
VC-1	Video Coding 1
VCAT	Virtual Concatenation
VCL	Video Coding Layer
VLAN	Virtual LAN
VMR	Variable Multirate
VMR-WB	Variable Multirate Wideband
VO	Video Object
VOL	Video Object Layer
VOP	Video Object Plane
VPN	Virtual Private Network
VQEG	Video Quality Experts Group
VRML	Virtual Reality Modeling Language
VS	Visual Sequence
VSELP	Vector Sum Excited Linear Prediction
WAN	Wide Area Network
WM	Windows Media
WMA	schnelle Wavelet-Transformation Audio
WMV	Windows Media Video