

Materialien zur Vorlesung
Digitale Audioverarbeitung

Norman Hendrich

Universität Hamburg
Fachbereich Informatik
Vogt-Kölln-Str. 30
D 22 527 Hamburg
hendrich@informatik.uni-hamburg.de

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
Literatur	3
Studienprofil interaktive Medien	4
Aktuelle Nachrichten	5
Standort Hamburg	7
Trends	8
Gehör und Gehörwahrnehmung	10
Schall	10
Hörbereich	13
Aufbau des Gehörs	14
Lautheit, Tuningkurven	17
Klangfarben	20
Sprache	21
Lärm	24
Signalverarbeitung	26
Motivation	26
Zahlenfolgen, Impulsantwort	29
Fouriertransformation	30
Abtastung	31
Quantisierung	32
A/D-Wandlung	34
D/A-Wandlung	36
Dither	37
Audio-Signalverarbeitung	39
Direktform	40
Z-Transformation	41
Filter	42
FIR / IIR	44
Dynamikbearbeitung	46
Hall, Raumsimulation	48
Audioqualität	50
Transparenter Kanal	51
Vergleich CD, LP, Radio	52
Quantisierungseffekte	54
Audio-Hardware und -systeme	57
Soundblaster live, EMU10K1	58
Micronas MAS35X9F	59
Signalprozessoren	60
SHARC-Familie	61
SIMD-Befehlssätze	62
MMX	63
3Dnow!	67
ISSE und ISSE2	69
Benchmarks Pentium, Athlon	72
Compact Disc	74
CD Funktionsprinzip	75
Fehlerkorrektur (CD-ROM)	77
Datenformat CD-DA, CD-ROM	79
CD-ROM Dateisysteme	81
CD-R und CD-RW	82
DVD	86
DVD-Audio, SACD	88
DVD-Video	89
DVD-RAM, DVD-R	90

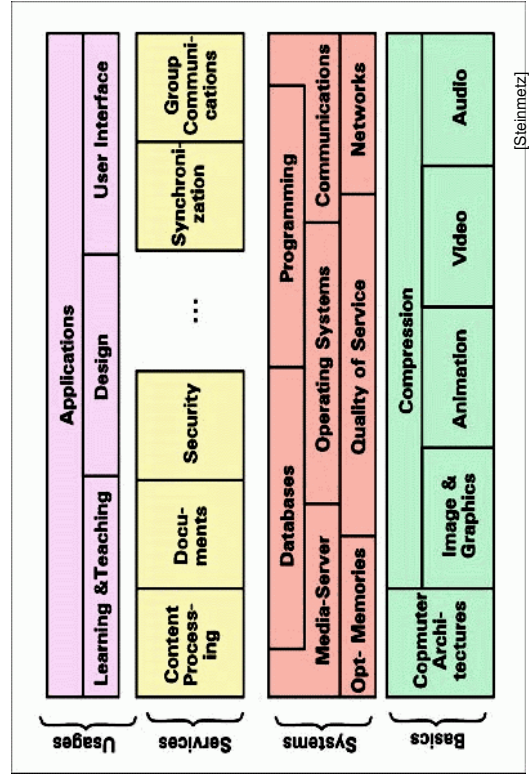
Dateiformate	92
Codec, SND, WAV	93
Sprach-Codex	95
Kompandierung	96
ADPCM-Kompression	98
SPDIF	99
ADAT	101
Psychoakustische Kodierung	102
MPEG-1	103
Filterbank	105
Encoder-Prinzip	107
Maskierung	108
Bitstrom	109
Pre-Echos und MPEG-2	110
LAME	112
Messungen	113
Streaming Media	114
Streaming im Internet: RTP, RTCP, RTSP	116
Windows Media	118
AVI und ASF	119
Windows Media Encoder	121
Real Networks, Liquid Audio, Quicktime	122
Napster und Gnutella	125
Audiovergleich	131
3D-Audio	132
Lokalisierung	133
HRTF	134
Mehrkanalton	136
Dolby Surround	137
Dolby Digital	138
DTS, MPEG-2, THX	139
Beispiel: Raum F334	140
DirectSound	142
EAX	145
Klangsynthese	148
Subtraktiv	150
Virtuell analog	152
Sampling	153
Additive Synthese	156
Frequenzmodulation	157
Physical Modeling	158
MIDI	160
MIDI Protokoll	162
Standard MIDI Files	165
General MIDI	166
Yamaha XG	167
Sequencer, Cubase VST	170
VST Mixer, Effekte, Instrumente	172
Wasserzeichen	174
Verschlüsselung	175
Beispiel MemoryStick	176
Audio-Wasserzeichen	180
SDMI, HackSDMI	183

"digitale Audioverarbeitung"

jede Form digitaler Verarbeitung von Audiodaten:

- Aufzeichnung und Wiedergabe: Sprache, Musik, Geräusche
 - Datenspeicherung und Datenkompression
 - Musik/Sprach-Synthesizer, virtuelle Tonstudios
 - digitale Hörgeräte
- Informatikaspekte:
- Datenformate, Datenkompression
 - Datenübertragung, Streaming, insbesondere via Internet, QoS
 - Audio-APIs (z.B. DirectX, JMF), 3D-Audio
 - Suchmaschinen, Inhaltssuche, Tauschbörsen (Napster)
 - digitales Copyright, Kopierschutz, Wasserzeichen
 - MPEG-1, -2, -4, -7
 - aktuelles Thema, große wirtschaftliche Bedeutung

Medienverarbeitung



Vorlesung

Digitale Audioverarbeitung

Norman Hendrich

Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, TECH
hendrich@informatik.uni-hamburg.de

tech-www.informatik.uni-hamburg.de/lehre/ws2000/v1-audioverarbeitung/

Terminvorschau: Do, 12-14, F-334

0	26.10	Einführung, Motivation
1	02.11	Grundlagen des Gehörs
2	09.11	digitale Signalverarbeitung
3	16.11	Audioqualität, "transparenter Kanal"
4	23.11	Signalverarbeitung, Audio-Hardware
5	30.11	Audio-Datenformate
6	07.12	CD / DVD / Minidisc / HD-Recording
7	14.12	psychoakustische Verfahren, MP3, AAC
8	21.12	Streaming, Napster
9	11.01	Surround-Verfahren, DirectX
10	18.01	Musiksynthese
11	25.01	MIDI, GM, Sequencer, virtuelles Studio
12	01.02	digitales Copyright, Wasserzeichen, Signaturen
13	08.02	Programmiersprachen für Musik, MPEG-4, MPEG-7

CD-Qualität

Consumer-Markt ist verwöhnt:

- analoge Datenträger (LP/Cassette) weitgehend durch CD verdrängt
- bei verhältnismäßig geringen Kosten
- => Verbraucher erwarten "CD-Qualität"
- => neue Verfahren müssen sich an CDs messen
- sehr gute Klangqualität, 96 dB Dynamik, rauschfrei
- Fehlerkorrektur, keine Aussetzer oder Knackser
- Direktzugriff, Programmierbarkeit
- einfaches Kopieren ("CDs brennen")
- Trend: Übergang zu DVD mit Surround-Audio

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Universalinstrument PC

PC-Audio?

- Musik und Videos abspielen
 - Sprachausgabe / -eingabe
 - Streaming-Media, Telephonie
 - Modern-Funktionen
 - Musikaufnahme / -produktion
 - Musikinstrument, Synthesizer
 - 3D-Audio für virtual reality
- CD, DVD | MP3, AC3, MD, ...
- RealAudio, MS media
AC97, AMR, CMR
- Cubase, Logic, ...
z.B. VST-Plugins
- Spiele, VR-Anwendungen
- => höchst unterschiedliche Anforderungen
- => Bandbreite KB/s bis GB/s, Rechenleistung bis GFLOPS

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Audio: Trends

- Moore's Law: Rechenleistung steigt 50% / Jahr:
- immer bessere DSP-Algorithmen möglich
- => Ersetzen externer HW-Geräte durch SW AC97-Codec statt Soundkarte
- => Highend-Soundkarte statt Tonstudio low-cost HD-Recording virtuelle Tonstudios, volle Audio/MIDI-Integration
- => völlig neue Möglichkeiten bessere Tonqualität (24 bit, 96 KHz), Surround 5.1, etc. 3D-Audio statt Stereo oder 5.1 Echtzeitmanipulation von Audiodaten (Beispiel: Autotune zur Gesangskorrektur)



Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Sie sehen gut aus, aber Ihr Gesang ist lausig?

ANTARES

ANTARES AutoTune und ATR-1: Perfekter Gesang aus der Box

Sie sehen gut aus, aber Ihr Gesang ist lausig? Kein Problem, denn mit ANTARES Auto Tune als Software oder dem ATR-1 Hardwareset wird Ihre Aufnahme brillant perfekt!

- 19" Gehäuse
- Bitformat 20 bit linear, 56 bit intern
- Samplingfrequenz 46,375 kHz
- 40-Wandlung 20 bit (0,03 dB Dynamic Range)
- 40-Wandlung 24 bit (0,05 dB Dynamic Range)
- Interpoliert durch MIDI Steuerung
- Inputs und Outputs: XLR symmetrisch, Mikro symmetrisch/unsymmetrisch
- Display: 2 x 20 Zeichen LED, Korrektur-Indikator 10 x LED, Input-Level 6 x LED

Softwareversionen erhältlich für:

- Stand Alone: DM und VST für Mac
- Direct für IBM-compatible PCs

DM 1.998,-

unverändliche Preisempfehlung

Hyperactive Audio GmbH

Schwabenstraße 9
63229 Bammental
Tel. 06 81 28 18 22 27
Fax 06 81 28 18 22 28
hyperactive@vmda.de

Mitglied der VMDA e.V.
Fördermitglied des VDT

AUTO-TUNE

[Echtzeitkorrektur von Gesang / Instrumenten - seit Q1/1999]

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Literatur: Bücher

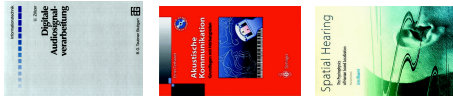
Udo Zölzer, digitale Audiosignalverarbeitung
Teubner, ISBN 3-519-06180-5

Ernst Terhardt, Akustische Kommunikation
Springer, ISBN 3-540-63408-8

Jens Blauert, Spatial Hearing
MIT-Press, ISBN 0-262-02413-6

Peter Gerdson, Peter Kröger, Digitale Signalverarbeitung
in der Nachrichtenübertragung, Springer, ISBN 3-540-61194-0

Klaus von der Heide, Matlab-Skripte zu
Digitale Signalverarbeitung / Nachrichtenübertragung
tech-www.informatik.uni-hamburg.de/lehre/



Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Literatur: WWW

tech-www.informatik.uni-hamburg.de/lehre/ws2000/vi-audioverarbeitung/
tech-www.informatik.uni-hamburg.de/lehre/medien-audio/

www.doctoraudio.com
www.synthzone.com
(interessante Firmen-Links)

www.google.com
www.altavista.com
www.napster.com
(Suchmaschine, 2nd generation)
(Mediensuche, bisher aber kaum brauchbar)
(Internet Tauschbörse)

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Literatur: Paper

Birger Kollmeier., Kursunterlagen Audiologie und Signalverarbeitung
www.physik.uni-oldenburg.de/Docs/medi/download/docs/lehre/index.html

Creative / Areal Whitepaper zu EAX/A3D
Microsoft Whitepaper und MSDN Doku zu DirectX und Windows Media
Dolby Labs AC3 Dokumentation
Fraunhofer IIG MP3 Dokumentation & Quellcode

- siehe Liste auf tech-www

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Literatur: Skript

das Skript entsteht "just in time"

- Beamer, keine Ausdrucke der Folien vorhanden
- aktuelle Fotiekopien jeweils auf dem Webserver
tech-www.informatik.uni-hamburg.de/lehre/ws2000/vi-audioverarbeitung/
- Anregungen, Vorschläge, Korrekturen bitte an
hendrich@informatik.uni-hamburg.de
- Vervielfältigung via ZVV bei Bedarf/Interesse möglich
- aber vermutlich erst am Semesterende

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Studienprofil: interaktive Medien

Der Rahmenstudienplan wird erweitert um ein fünftes Studienprofil "interaktive Medien" mit folgenden Angaben:

[... Ergänzungsfächer, Grundlagenfächer, Schwerpunkte, usw.]

... schlägt das Curricularteam die Einrichtung vorerst nur eines Schwerpunkts im Profil vor, um die Anlaufschwierigkeiten zu minimieren. Eine fachliche Ausdifferenzierung kann erfolgen, wenn eine gewisse Konsolidierung des Angebots erreicht wurde.

... Studienprofile dienen der Orientierung der Studierenden.

Das Curricularteam sieht daher die Notwendigkeit zur Etablierung eines überschaubaren Studienangebots, das dennoch die fachliche Breite des Faches angemessen widerspiegelt. Gegenüber den derzeitigen Angeboten in den bestehenden Schwerpunkten, sind für die Zwecke des neuen Studienprofils vorrangig Lehrveranstaltungen mit großer fachlicher Breite, aber geringer Tiefe zu konzipieren.

[FB Informatik, 9/2000]

Studienprofil: interaktive Medien

CGB, 1 aus GBI, DOS
 STE, 1 aus DIS, SNN, VSS, WBS
 DKR
 LOS, PNL, 1 aus AUK, STH

Interaktionsdesign
 Entwurf von Hypermediasystemen
 Computergestützte kooperative Arbeit
 Bildverarbeitung
 => **Audioverarbeitung**
 Textanalyse
 Virtuelle Realität
 Verteilte Systeme für interaktive Medien
 Netzsicherheit, Kryptologie
 Multimedia-Datenbanken
 => **Medientechnik**

große Breite, geringe Tiefe :-)

oberflächlich:

- Aufbau des Gehörs, Gehörwahrnehmung
- Signalverarbeitung (Grundlagen, Mathematik)
- Datenformate, Datenspeicherung
- psychoakustische Verfahren
- eCommeroe, Copyright, Signaturen, Wasserzeichen

Themen mit einiger Tiefe:

- Signalverarbeitung (typ. Audio-Algorithmen)
- Rechnerarchitektur für Medienverarbeitung
- Musiksynthese
- Studiotechnik, MIDI, virtuelle Studios

Musikproduktion . . .

Portrait of someone else

Das Demo des Siegetitels, das Sie in MP3-Qualität auf CD-Track 01 hören können, ist eine reine MIDI-Produktion, bei der Emagics Logic Audio Macintosh als Sequenzer-Zentrale zum Einsatz kam.

Besonders interessant: Marc Müller spielte alle MIDI-Tracks – also nicht nur Akkorde und Melodien, sondern auch Drums und Percussion – mit einer Gitarre als MIDI-Controller ein. Seine Godin Nylon-String-Gitarre ist zu diesem Zweck mit einem integrierten „MIDI-Pickup“ ausgestattet, der alle gespielten Note-Events an den Eingang eines MIDI-Interface übermitteln kann.

- Gitarre plus Sampler
- diverse Effektgeräte
- Mischung MIDI/Audiodaten [Keyboards 10/2000]

Die meisten Sounds des Backings (Percussion, Drums und Synth-Sounds) kommen im Demo als Samples von einem Akai S-3000. Als einziger weiterer MIDI-Klangerzeuger ist ein Alesis DM 5 Drumcomputer zu hören, der eine Snare und einen Kick-Sound zur Dopplung des Bassdrum-Samples beisteuert.

Die Gitarren-Linien spielte Marc ebenfalls auf seiner Godin ein, diesmal aber natürlich nicht in Form von MIDI-Daten: Das Ausgangssignal des Audio-Pick-Ups wurde per Line-In direkt auf einen DAT-Recorder aufgenommen. Danach suchte Marc auf dem DAT-Tape die besten Gitarren-Phrasen aus, reichte den So-land-Effektprozessor DEP-5 an, samplete das Ganze wieder mit dem S-3000 und triggerte die fertigen Gitarren-Samples schließlich durch eine Logic-MIDI-Spur an.

Auch der Mixdown gelang mit relativ wenig Aufwand: Die Signale aus Sampler und DEP-5

Napster



Über 6,7 Millionen Napster-User allein in den USA

[06.10.2000 10:13]

Die Musik-Tauschbörse **Napster[1]** entwickelt sich derzeit zur am schnellsten jemals über das Internet verbreiteten Software. Wie die Marktforscher von **MediaMatrix[2]** jetzt bekannt geben, ist die Zahl der User, die Napster von zu Hause aus benutzen, in den USA von 1,1 Millionen im Februar dieses Jahres auf über 6,7 Millionen im September gestiegen. Damit sind von den insgesamt knapp 80 Millionen US-Amerikanern, die von zu Hause aus im Internet surfen, 8,5 Prozent Napster-User. Und vom Arbeitsplatz aus frequentieren den Dienst zusätzlich über 1,1 Millionen Surfer. Welche Reichweite Napster weltweit hat, teilen die Marktforscher nicht mit.

Der Spieß für die Napster-User könnte aber bald vorbei sein. Derzeit kämpft die Tauschbörse von einem amerikanischen Berufungsgericht ums **Überleben[3]**. Die Vereinigung der amerikanischen Musikindustrie hatte gegen Napster wegen angeblicher Verstöße gegen Urheberrechtsbestimmungen geklagt. (**avv[4]**(c))

URL dieses Artikels:

<http://www.heise.de/newsticker/data/avv-06.10.00-0007>

Links in diesem Artikel:

- [1] <http://www.napster.com>
- [2] <http://www.mmxl.com>
- [3] <http://www.heise.de/newsticker/data/jk-03.10.00-0017>
- [4] <mailto:avv@ct.heise.de>

=> zukünftiges Vertriebsmodell für Medien und Software ?!

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Napster-Geschäftsmodell



Musikindustrie hält nichts von Napsters Geschäftsmodellen

[02.10.2000 17:02]

Der Prozess gegen die Musik-Tauschbörse **Napster[1]** wird am heutigen Montag am Berufungsgericht des neunten US-Gerichtsbezirks in San Francisco fortgesetzt. Nun soll endgültig über das Schicksal Napsters entschieden werden. Die Richter können das Verfahren aber auch an die vorherige Instanz zurückverweisen, in der Bezirks-Richterin Marilyn Hall Patel gegen Napster eine **einseitige Verfügung[2]** ausgesprochen hatte. Diese war erst in letzter Minute **aufgehoben[3]** worden. Der Verfügung zufolge hätte Napster seinen Dienst einstellen müssen, Amerikanische Beobachter halten es jedoch für wahrscheinlicher, dass die Richter der Berufungsinstanz den Fall selbst entscheiden.

Die Vereinigung der amerikanischen Musikindustrie (**RIAA[4]**) will den Fall gegen Napster offensichtlich auf jeden Fall durchziehen. Angebote Napsters hatte die RIAA stets zurückgewiesen. So etwa auch die Vorstellung von Napster-Chef Hank Barry, dass, wenn jeder User etwa pauschal 4,85 US-Dollar monatlich für die Nutzung von Napster zahle, die RIAA seiner Meinung nach bis zu 500 Millionen US-Dollar jährlich an Lizenzgebühren erhalten könnte. Barry schließt daraus, dass es der RIAA bei dem Prozess nicht allein um Geld gehe, sondern um die vollständige Kontrolle des Musikgeschäfts.

Die Argumente in dem seit längerem laufenden Verfahren haben sich bis heute kaum geändert: Napster besteht darauf, selbst keine Verletzung des Urheberrechts begangen zu haben und auch seine Nutzer davor zu warnen. Auch das Käuerverhalten habe sich durch die Online-Tauschbörse kaum geändert; diese Ansicht wird dabei sogar teilweise durch Studien der Musikindustrie gestützt. Die Plattenfirmen und einige Künstler sind anderer Meinung: Sie gehen mit zunehmend härteren Maßnahmen gegen die Musikangebote im Internet und den damit angeblich einhergehenden Umsatzschwund vor.

• Kavaliersdelikt Raubkopieren vs. legale Tauschbörse ?

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Napster



Hintergrund: Das Establishment frisst den "Revolutzer"

[31.10.2000 19:17]

"Wir machen es den Leuten wirklich schwer, legal an Musik im Netz zu kommen", sagte kürzlich Andreas Schmidt, Chef der Bertelsmann eCommerce Group. Untersuchungen hätten belegt, dass zum Beispiel 76 Prozent der Napster-Nutzer für Musikstücke zahlen würden, wenn sie legal und in guter Qualität angeboten werden würde. "Der Austausch digitaler Musikstücke ist nicht aufzuhalten", sagt Schmidt. Und wenn man es nicht selbst hinbekommt, dann beteiligt man sich eben an dem Vorreiter der Tauschbörsen im Internet – oder übernimmt ihn gleich ganz. Die so genannte "strategische Allianz" zwischen Bertelsmann und Napster, die am heutigen Dienstag **verkündet wurde[1]**, ist daher nur konsequent.

Bertelsmann bekommt Zugang zu einem eingeführten Dienst, Napster einen finanzstarken Partner, der gleich noch ein Musiklabel in die neue Ene mit einbringt. Und die derzeit weltweit 37 Millionen registrierten Napster-Nutzer sind allein ein Wert, den man gar nicht hoch genug schätzen kann – allein für diese Daten hätte sich ein Vielfaches des angeblichen Kaufpreises, wohl ein zweistelliger Millionenbetrag, gelohnt. Doch dazu kommt noch, dass es sich um die aktivsten Nutzer handeln dürfte, die eine ganz besonders wertvolle Zielgruppe darstellen.

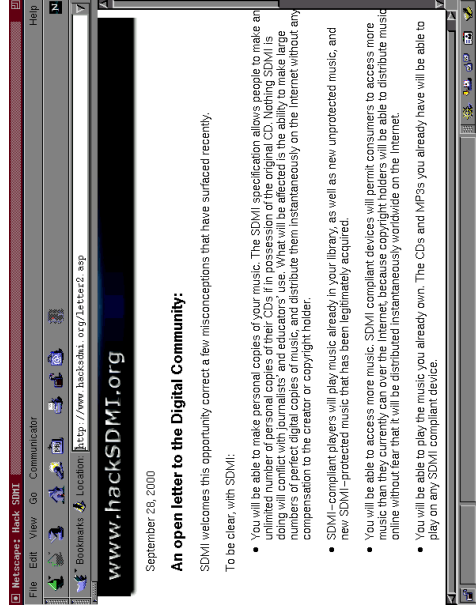
Stufenmodell

Wie bei allen Internet-Anwendungen, so wird nun auch bei Napster die nächste Stufe des Geschäftsmodells eingeführt: Aus der kostenlosen Tauschbörse wird ein Abonnement-Modell. Offiziell wird es damit begründet, dass Urheberrechte damit abgegolten werden. Doch andererseits entspricht es exakt dem Plan jedes kommerziellen Internet-Geschäfts: Erst einmal Marktanteile besetzen und einen Kundenstamm aufbauen, auch unter Inkaufnahme hoher Anlaufverluste durch kostenlose Angebote. Und dann erst kommt das eigentliche Geschäftsmodell, mit dem irgendwann auch Gewinne eingefahren werden sollen.

=> Abonnement-Modell

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

hacksdmi.org



• alle Verfahren bereits geknackt ?!

Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

RealAudio und Sony vs. MP3



Real und Sony mit neuem Audio-Format fürs Internet

[23.10.2000 16:08]
Real Networks[1] veröffentlicht in Zusammenarbeit mit Sony ein **neues Format**[2] für Internet-Audio. RealAudio 8 soll ältere Formate des Streaming-Media-Marktführers Real Networks ablösen und gleichzeitig wesentlich bessere Klangqualität bieten. Dazu setzt Real erstmals nicht auf eine reine Eigenentwicklung, sondern auf den von **Sony**[3] entwickelten ATRAC3-Audiostandard. Damit feiert das bisher für die Minidisk eingesetzte Audiiformat seine Premiere als Audio-Format im Internet.

Nach Aussagen von Real Networks soll RealAudio 8 bereits bei Bitraten von 64 kBit/s kaum von CD-Qualität zu unterscheiden sein. Ob das neue Format halt, was Real Networks verspricht, kann man nach Download eines Plug-Ins für den aktuellen Real Player **3 selbst beurteilen**[4]. Ein erster, kurzer Hörtest in der Redaktion erbrachte zumindest durchaus positive Eindrücke. **(vza[s](c)t)**

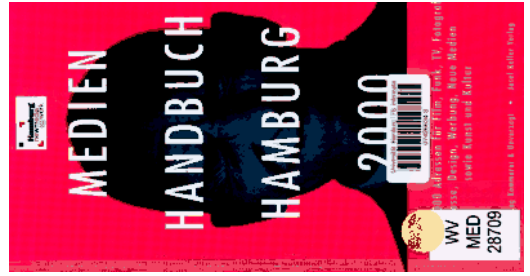
URL dieses Artikels:
<http://www.heise.de/newsticker/data/vza-23.10.00-000/>

Links in diesem Artikel:

- [1] <http://www.real.com>
- [2] http://www.realnets.com/feature/index_1023000.html?src=mmfm
- [3] <http://www.sony.com>
- [4] <http://realguide.real.com/rab/>
- [5] <mailto:vza@ct.heise.de>

- gleiches Konzept wie MP3, AC3, ... aber schlechter dokumentiert

Standort Hamburg: Medien-Handbuch



Medienhandbuch Hamburg 2000

"über 10.000 Adressen für Film, Funk, ..."

Rubriken: 3D-Modelling, Abspernung, Archive,

Art Consulting, Artisten, Audiovision, ...

Casting, Computer HW/SW für den Medienbereich,

..., Fotografen, ... Unterteilung, ... Webmasters

"Medien"-Studieren in Hamburg:

- Uni-Hamburg: div. Fachbereiche, FB18
- TUHH
- FH Hamburg
- FH Wedel
- HfbK
- HFMT (Musikhochschule)

Zukunftspreis für MP3



MP3-Erfinder erhalten Deutschen Zukunftspreis

[20.10.2000 09:51]

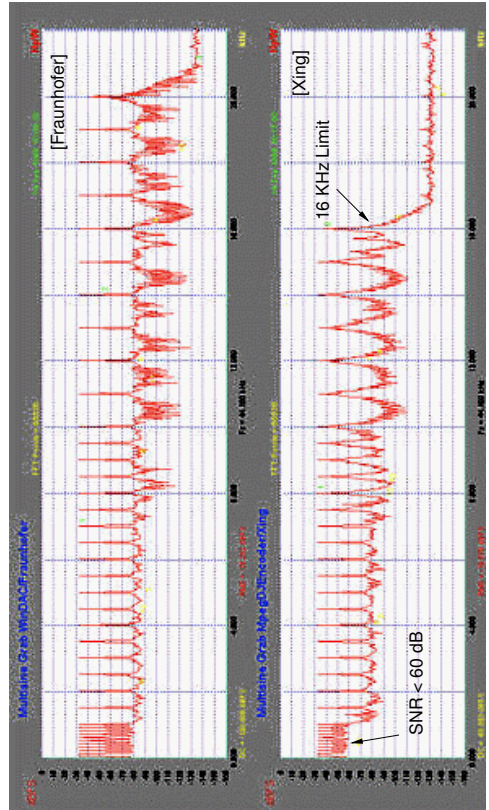
Der Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation, kurz unter dem Label **Deutscher Zukunftspreis**[1] geführt, geht in diesem Jahr an die Erfinder der Audio-Kompressionstechnik MP3. **Ausgezeichnet**[2] wurden drei Mitarbeiter[3] des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen **IS-A[4]**: Prof.-Dr. Prof. Kai-Inhove Brandenburg Dipl.-Ing. Bernhard Grill und Dipl.-Ing. Harald Popp.

Zur Begründung der Preis-Verleihung erklärte die Jury: "Mit dieser Innovation wird über die Codierung akustischer Signale und die Verdichtung des Datenstromes eine Komprimierung von Musik ohne Qualitätsverlust erzielt. MP3 wurde Weltstandard und hat insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit der einschlägigen deutschen Industrie gestärkt. Bundespräsident Johannes Rau verbindet mit dem Preis die Hoffnung, die besondere Bedeutung von Spitzenleistungen in Wissenschaft und Technik für eine erfolgreiche Weiterentwicklung Deutschlands stärker ins öffentliche Bewusstsein zu bringen. Die Ergebnisse von Forschung und Entwicklung entscheiden maßgeblich über unsere Zukunft. Sie sind der Motor für gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Erneuerung und - damit nicht zuletzt - für die individuellen Perspektiven der Menschen in unserem Land."

Neben der Komprimierungsrate und der Audio-Qualität der MP3-Dateien hob Bernhard Grill ein Prinzip des MP3-Standards als bemerkenswert hervor: "Der Empfänger [Decoder] ist festgelegt, aber man kann den Sender [Encoder] noch lange nach dieser Festlegung verbessern, wodurch wir auch nach der Standardisierung von MP3 gewaltige Fortschritte erzielen konnten."

- engültiger Durchbruch für psychoakustische Verfahren

MP3: zwei Encoder ...



[ct 21/98 242]

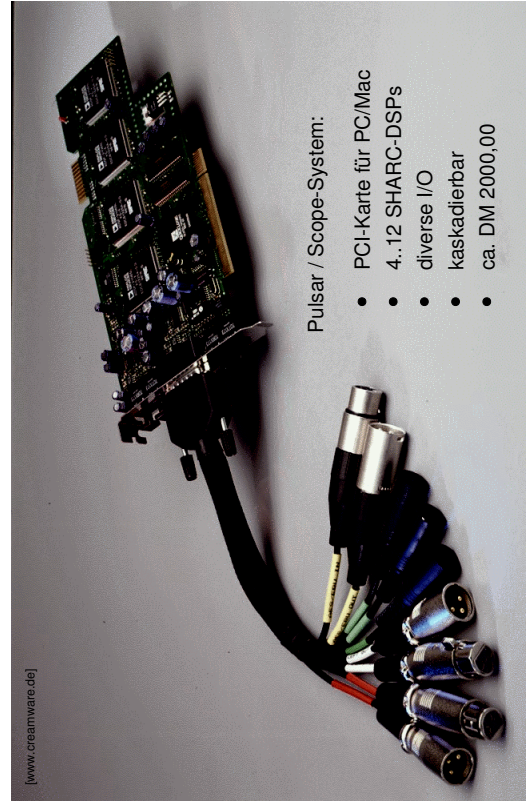
- Eingangssignal mit 44 Sinustönen ...

Standort Hamburg: Emagic Werbung



Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Trend: Parallelrechner



Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Standort Hamburg: NDR



- plus diverse Privatsender in/um Hamburg
- Studio Hamburg,

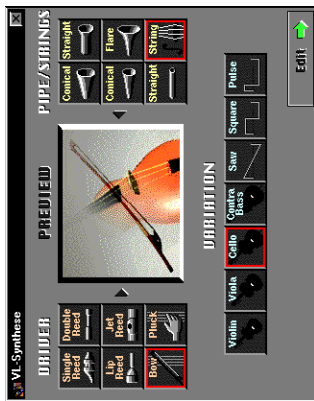
Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Standort Hamburg: Steinberg



Digitale Audioverarbeitung | WS 2000 | 18.205

Trend: physical modeling

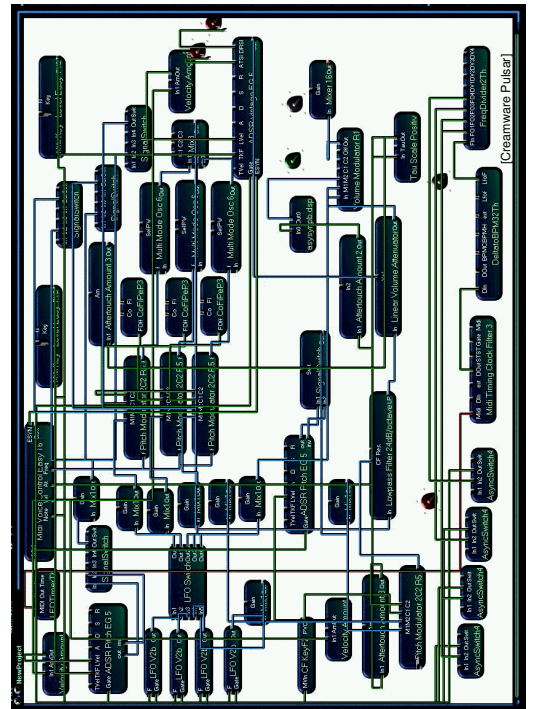


Beispiel:
 Saiteninstrument
 Resonanzen wie Cello
 Anregung per Streichen
 plus Effekte
 alle Kombinationen möglich!
 nicht alle sinnvoll ...

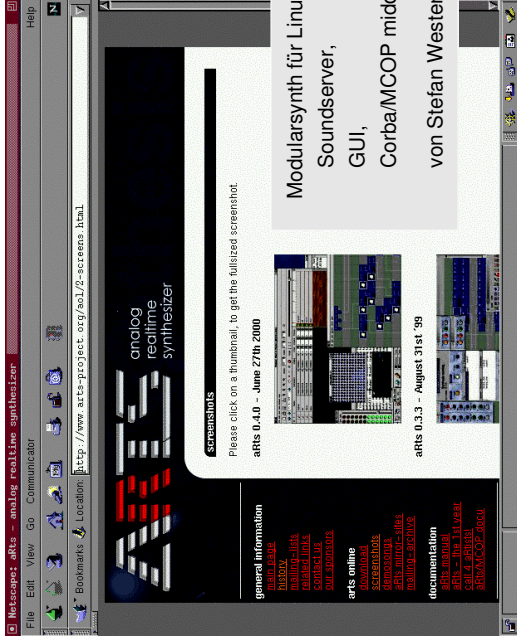
[Yamaha XGworks VL editor]

- mathematisches Modell von Musikinstrumenten
 z.B. schwingende Saite, Luftsäule,
- Lösung der Differentialgleichungen (in Echtzeit...)
- Yamaha VL-Synthesizer, mittlerweile auch in Software

Trend: modulare Synthesizer

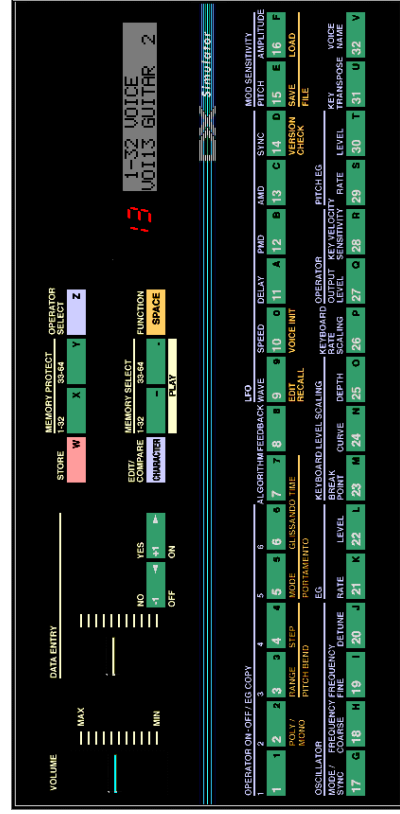


Trend: modulare Synthesizer: aRts



Modularsynth für Linux/KDE
 Soundsserver,
 GUI,
 Corba/MCOP middleware
 von Stefan Westerfeld (FBI)

Trend: photorealistische Oberflächen...



[Yamaha XGworks DX-Plugin]

- GUI als Original-Bedienfeld des DX7 Synthesizers
- inklusive Folientaster, Siebensegmentanzeigen, ...
- Ergonomie ?!

Trend: Software-Synthesizer auf PC/Mac



"Ideen können schnell über Hardware hinauswachsen."
Pentium/Athlon statt separater Audiohardware...

Heinrich Köhler über Hardware-Missverständnisse

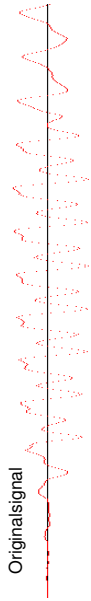
[Native Instruments]

Trend: 3D-Audio

räumliche Abbildung von Schallquellen:

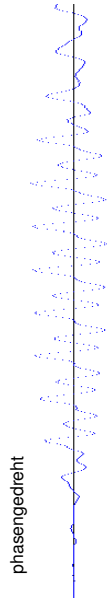
- besser als Stereo oder Surround-Systeme
- für Spiele oder VR-Anwendungen
- für Filme
- Bedeutung für Musik ?!
- HRTF-Modellierung, Lautstärke bis Doppler-Effekt
- Problematik Kopfhörer / Lautsprecher
- Literatur zu 3D-Audio:
 - www.sensaura.com
 - AD / Sensaura Präsentation Intel Developer Forum 2000
 - www.sblive.com (Creative Labs EAX)
 - www.microsoft.com/directx

Trend: psychoakustische Verfahren



Originalsignal

Sprachsample: "Oberseseminar"



phasengedreht

Demo: Hilbertfilter

- Hilbertfilter verändert gezielt die Phase eines Signals
- Ohr unempfindlich gegen Phaseninformation
- verändertes Signal klingt (vollkommen) gleich
- perceptual audio

Audiodemo: Pandora

Zeitregen von Musiksignalen:

- mathematisch als Entfaltung
- aber unbekannte Eigenschaften der Quellen (z.B. Sänger)
- näherungsweise Lösung mit DSP und NN
- Pandora-Software extrahiert / verbessert Gesangsstimmen
- in beliebigem Audio-Mix
- Abtrennung von perkussivem Material
- Abtrennung der Stimm-Frequenzbereiche
- Audiovorführung aus [Keys CD 10/97]
- Pandora-Software derzeit nicht mehr als Produkt erhältlich