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-Codecs 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

Vorlesung

Digitale Audioverarbeitung

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

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

"digitale Audioverarbeitung"

jede Form digitaler Verarbeitung von Audiodaten:

- Aufzeichung und Wiedergabe: Sprache, Musik, Geräusche
- Datenspeicherung und Datenkompression
- Musik/Sprach-Synthesizer, virtuelle Tonstudios
- digitale Hörgeräte

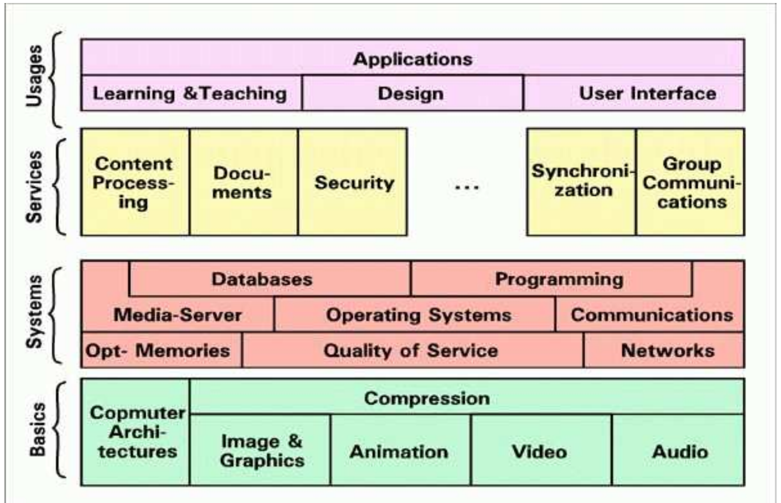
Informatikaspekte:

- 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

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	psychoaktustische 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

Medienverarbeitung



[Steinmetz]

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)

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

Sie sehen gut aus, aber Ihr Gesang ist lausig?

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

Universalinstrument PC

PC-Audio?

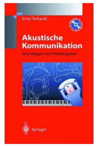
• Musik und Videos abspielen	CD, DVD | MP3, AC3, MD, ...
• Sprachausgabe / -eingabe	
• Streaming-Media, Telephonie	RealAudio, MS media
• Modem-Funktionen	AC97, AMR, CMR
• Musikaufnahme / -produktion	Cubase, Logic, ...
• Musikinstrument, Synthesizer	z.B. VST-Plugins
• 3D-Audio für virtual reality	Spiele, VR-Anwendungen

=> höchst unterschiedliche Anforderungen
=> Bandbreite KB/s bis GB/s, Rechenleistung bis GFLOPS

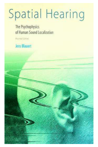
Literatur: Bücher

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 Gerdsen, 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/

Literatur: Paper

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

Creative / Aureal 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

Literatur: WWW

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

www.doctoraudio.com	(interessante Firmen-Links)
www.synthzone.com	
www.google.com	(Suchmaschine, 2nd generation)
www.altavista.com	(Mediensuche, bisher aber kaum brauchbar)
www.napster.com	(Internet Tauschbörse)

Literatur: Skript

das Skript entsteht "just in time"

- Beamer, keine Ausdrucke der Folien vorhanden
- aktuelle Folienkopien jeweils auf dem Webserver

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

- Anregungen, Vorschläge, Korrekturen bitte an

  hendrich@informatik.uni-hamburg.de

- Vervielfältigung via ZVV bei Bedarf/Interesse möglich
- aber vermutlich erst am Semesterende

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]

große Breite, geringe Tiefe :-)

oberflächlich:

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

Themen mit einiger Tiefe:

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

Studienprofil: interaktive Medien

CGB, 1 aus GBI, DOS	angewandte Informatik
STE, 1 aus DIS, SNN, VSS, WBS	praktische Informatik
DKR	technische Informatik
LOS, PNL, 1 aus AUK, STH	theoretische Informatik

	Interaktionsdesign	Oberquelle
	Entwurf von Hypermediasystemen	Schefe
	Computergestützte kooperative Arbeit	Oberquelle, Floyd
	Bildverarbeitung	D.-Fischer, Neumann, Stiehl
=>	**Audioverarbeitung**	Menzel, v.d.Heide, Wolfinger
	Textanalyse	Menzel, Habel
	Virtuelle Realität	Mertsching, Möller
	Verteilte Systeme für interaktive Medien	Lamersdorf
	Netzsicherheit, Kryptologie	Brunnstein, Mück
	Multimedia-Datenbanken	NN (GRIS)
=>	**Medientechnik**	NN (TECH)

Musikproduktion . . .

Portrait of someone else

Das Demo des Siegertitels, 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.
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, reicherte den Sound mit einem Ping-Pong-Delay aus dem Roland-Effektprozessor DEP-5 an, sampelte 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

- Gitarre plus Sampler
- diverse Effektgeräte
- Mischung MIDI/Audiodaten

[Keyboards 10/2000]

Napster

heise online news

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 **MediaMetrix[2]** jetzt bekannt gaben, 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, teilten die Marktforscher nicht mit.

Der Spaß für die Napster-User könnte aber bald vorbei sein. Derzeit kämpft die Tauschbörse von einem amerikanische Berufungsgericht ums **Überleben[3]**. Die Vereinigung der amerikanische Musikindustrie hatte gegen Napster wegen angeblicher Verstöße gegen Urheberrechtsbestimmungen geklagt. (**axv[4]**/c't)

URL dieses Artikels:
http://www.heise.de/newsticker/data/axv-06.10.00-000/

Links in diesem Artikel:
[1] http://www.napster.com
[2] http://www.mmxi.com
[3] http://www.heise.de/newsticker/data/jk-03.10.00-001/
[4] mailto:axv@ct.heise.de

=> zukünftiges Vertriebsmodell für Medien und Software ?!

Napster

heise online news

Hintergrund: Das Establishment frisst den "Revoluzzer"
[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 Ehe 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 Abonnenten-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

Napster-Geschäftsmodell

heise online news

Musikindustrie hält nichts von Napsters Geschäftsmodellen
[02.10.2000 11:02]

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 **einstweilige 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 durchfechten. Angebote Napsters hatte die RIAA stets zurückgewiesen. So etwa auch die Vorstellung von Napster-Chef Hank Barry, dass, wenn jeder User etwa pauschal 4,95 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 Kaufverhalten 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?

hacksdmi.org

- alle Verfahren bereits geknackt ?!

Zukunftspreis für MP3

heise online news

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 **IIS–A[4]**: Prof–Dr. Prof. Karlheinz 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

RealAudio und Sony vs. MP3

heise online news

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 Audioformat seine Premiere als Audio–Format im Internet.

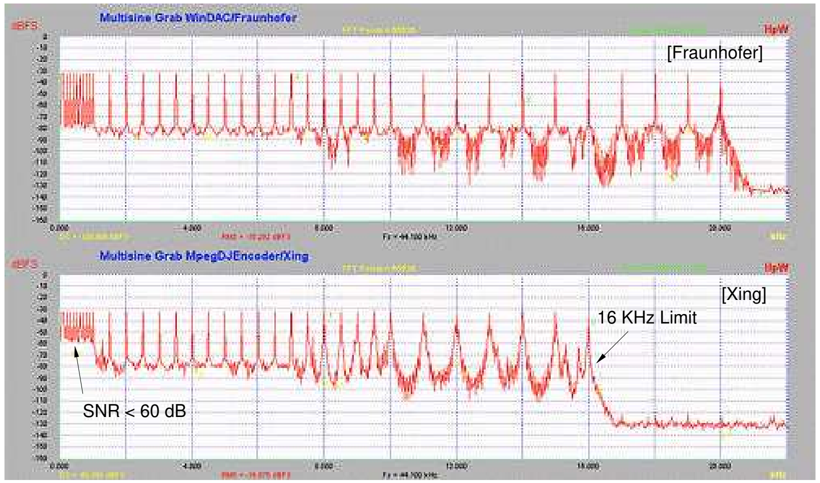
Nach Aussagen von Real Networks soll RealAudio 8 bereits bei Bitraten von 64 kBit/s kaum von CD–Qualität zu unterscheiden sein. Ob das neue Format hält, was Real Networks verspricht, kann man nach Download eines Plug–Ins für den aktuellen Real Player 8 **selbst beurteilen[4]**. Ein erster, kurzer Hörtest in der Redaktion erbrachte zumindest durchaus positive Eindrücke. (**vza[5]**/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.realnetworks.com/feature/index_102300.html?src=rnhmfs
[3] http://www.sony.com
[4] http://realguide.real.com/ra8/
[5] mailto:vza@ct.heise.de

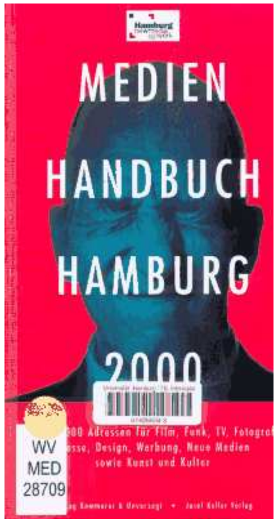
- gleiches Konzept wie MP3, AC3, ... aber schlechter dokumentiert

MP3: zwei Encoder . . .



- Eingangssignal mit 44 Sinustönen . . . [ct 21/98 242]

Standort Hamburg: Medien-Handbuch



Medienhandbuch Hamburg 2000
"über 10.000 Adressen für Film, Funk, ..."
Rubriken: 3D-Modelling, Absperrung, Archive, Art Consulting, Artisten, Audiovision, ... Casting, Computer HW/SW für den Medienbereich, ..., Fotografen, ... Untertitelung, ... Webmasters

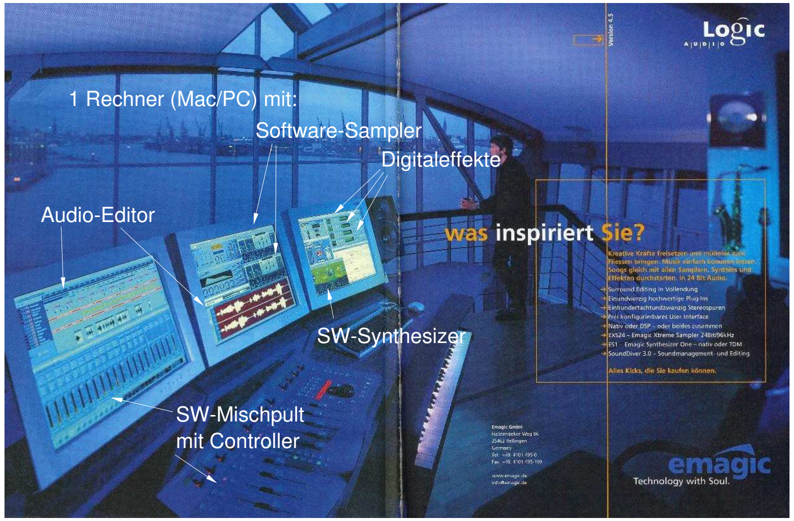
"Medien"-Studieren in Hamburg:

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

Standort Hamburg: NDR

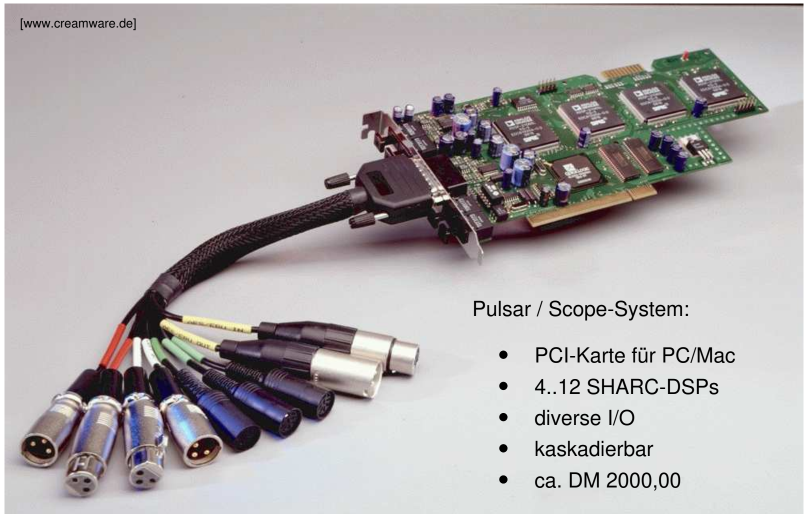
- plus diverse Privatsender in/um Hamburg
- Studio Hamburg, ...

Standort Hamburg: Emagic Werbung

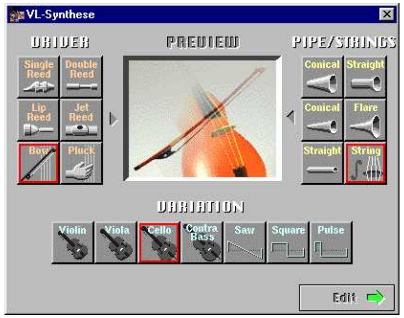


Standort Hamburg: Steinberg

Trend: Parallelrechner



Trend: physical modeling



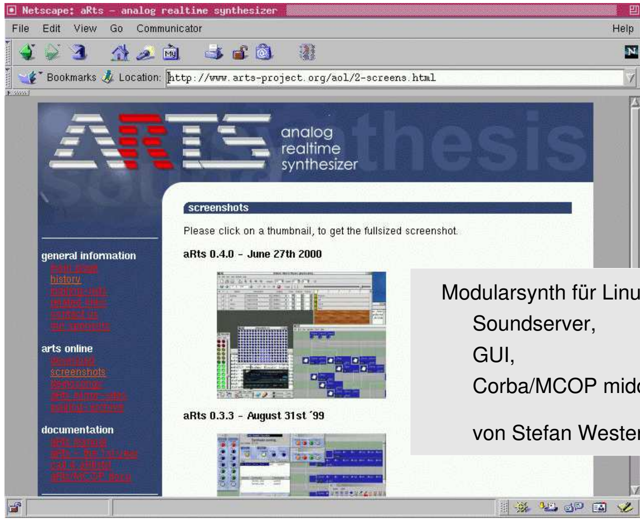
[Yamaha XGworks VL editor]

Beispiel:
- Saiteninstrument
- Resonanzen wie Cello
- Anregung per Streichen
- plus Effekte

alle Kombinationen möglich!
nicht alle sinnvoll ...

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

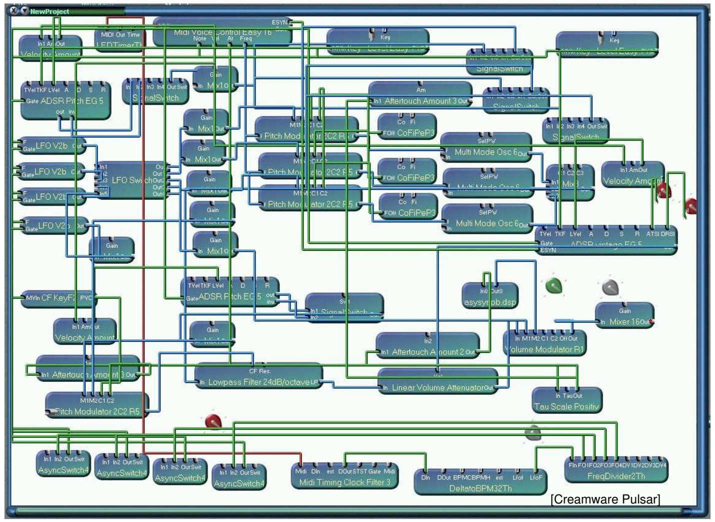
Trend: modulare Synthesizer: aRts



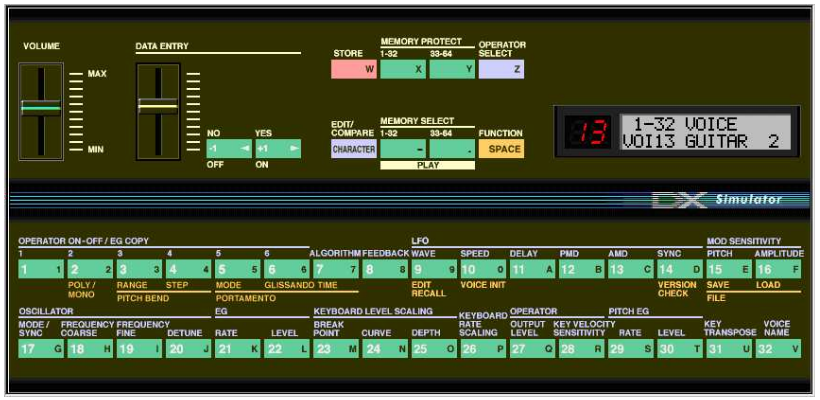
Modularsynth für Linux/KDE
- Soundserver,
- GUI,
- Corba/MCOP middleware

von Stefan Westerfeld (FBI)

Trend: modulare Synthesizer


[Creamware Pulsar]

Trend: photorealistische Oberflächen . . .



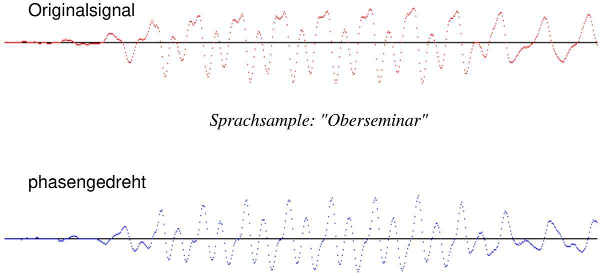
[Yamaha XGworks DX-Plugin]

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

Trend: Software-Synthesizer auf PC/Mac

[Native Instruments]

Trend: psychoakustische Verfahren



Demo: Hilbertfilter

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

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

Audiodemo: Pandora

Zerlegen 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