Dieter Stotz

Computergestützte Audio- und Videotechnik

Multimediatechnik in der Anwendung

2. Auflage

Springer

Inhaltsverzeichnis

Teil I Audiotechnik

1 Grundlagen zur Audiotechnik 3
1.1 Pegelmaße in der Audiotechnik 3
1.2 Lineare Verzerrungen und Frequenzgang 4
1.3 Nichtlineare Verzerrungen 6
1.3.1 Klirrfaktor 6
1.3.2 Intermodulation 8
1.4 Störabstand 10
1.4.1 Geräuschspannungsabstand 11
1.4.2 Fremdspannungsabstand 11
1.5 Dynamikbereich 12
1.6 Übersprechdämpfung 13
1.7 Phasenverzerrungen 13
1.8 Raumakustik 16
1.8.1 Schallreflexion 16
1.8.2 Diffraktion 17
1.8.3 Refraktion (Brechung) 18
1.8.4 Doppler-Effekt 19
1.9 Räumliches Hören 20
1.9.1 Intensitäts-Stereofonie 21
1.9.2 Stereofonie durch Laufzeit 22
1.9.3 Kunstkopf-Stereofonie 23
1.9.4 Quadrofonie 24
1.9.5 Dolby Surround-Sound 5.1 (Dolby Digital) 24
1.9.6 Dolby Pro Logic 25
1.9.7 Dolby Pro Logic II 26
1.9.8 DTS 28
1.9.9 Weitere Raumklang-Systeme – Raumklang mit nur zwei Lautsprechern 28
1.10 Speicherung von Audiosignalen 29
1.10.1 Analoge Magnetbandaufzeichnung 30
1.10.2 Digitale Magnetbandaufzeichnung 30

1.10.3 Digitale Aufzeichnung auf MiniDisc (MD) 32
1.10.4 Hard-Disk-Recording 32
1.10.5 Compact Disc (CD) 33
1.10.6 Unbewegte Speichermedien 36
1.10.7 Archivierung und Datenbanken 37
Quellen und Referenzen 38

2 Abtastung und Digitalisierung 39
2.1 Prinzipielles bei der Abtastung 39
2.2 Voraussetzungen und Probleme bei der Abtastung 43
2.3 Wandlung der Analogspannung in Digitalwerte 46
2.3.1 Digitalformate nach der Wandlung 46
2.3.2 Methoden der A/D-Wandlung im Überblick 47
2.3.3 Quantisierungsrauschen und Linearitätsfehler 50
2.3.4 Überabtastung (Oversampling) auf der A/D-Seite 55
2.3.5 Diskretes Signal und Reduzierung der Abtastrate 57
2.4 Parameter bei der Abtastung und Wandlung 57
2.4.1 Auflösung und Wandlungskennlinien 57
2.4.2 Abtastraten 59
2.4.3 Aussteuerung 61
2.5 Methoden zur Reduzierung der Datenmenge 61
2.5.1 Datenreduzierung durch Parameteränderung 62
2.5.2 Datenreduzierung durch Kompression 62
2.5.3 MP3-Verfahren 65
2.5.4 Sonstige Verfahren 70
2.5.5 Datenfluss bei Hard-Disk-Recording 73
2.6 Rückwandlung ins Analoge 74
2.6.1 D/A-Wandlungsarten 74
2.6.2 D/A-Quantisierungsrauschen 76
2.6.3 Überabtastung auf der D/A-Seite 76
2.7 Signalaufbereitung auf der Analogseite 77
2.7.1 Mikrofonwahl und -aufstellung 78
2.7.2 Echtzeitbeeinflussung des Signals 85

3 Bearbeitung von Sampling-Dateien 95
3.1 Schneidevorgänge 95
3.1.1 Bearbeitungsschritte 95
3.1.2 Nahtstellen nach dem Schneidevorgang 98
3.2 Filter 100
3.2.1 FIR-Filter 100
3.2.2 IIR-Filter 103
3.3 Effekte 104
3.3.1 Echo 104
3.3.2 Hall 108

3.3.3 Phasing und Flanging ... 109
3.3.4 Verzerrung ... 111
3.3.5 Veränderung der Abspielgeschwindigkeit ... 113
3.3.6 Veränderung der Tonlage (Pitch) ... 115
3.3.7 Zeitdehnung ... 117
3.4 Pegelbearbeitung ... 117
3.4.1 Einstellung von Einzelbereichen ... 117
3.4.2 Hüllkurvenkontrolle ... 117
3.4.3 Dynamikkompression ... 118
3.5 Unterdrückung von Knackgeräuschen ... 119
3.5.1 Slewrate-Filterung ... 120
3.5.2 Einzelwert-Bearbeitung ... 120
3.6 Echtzeitbearbeitung per DSP ... 121
3.6.1 Grundlagen zum DSP ... 122
3.6.2 Bearbeitungs-Mechanismen ... 122
3.7 Praxisbeispiel einer Audio-Bearbeitung ... 123
3.7.1 Inversecho ... 124
3.7.2 Erzeugung von Dolby Pro Logic ... 125
3.7.3 Hüllkurven-Bearbeitung ... 125
Quellen und Referenzen ... 126

4 MIDI ... 127
4.1 MIDI-Hardware ... 127
4.1.1 Anschlüsse bei MIDI-Instrumenten ... 127
4.1.2 Verschaltung von MIDI-Instrumenten und -Geräten ... 127
4.1.3 Ausführung der Schnittstelle ... 128
4.2 MIDI-Software-Standard ... 130
4.2.1 Begriffserläuterungen ... 130
4.2.2 Überblick zu den MIDI-Messages ... 132
4.2.3 Channel Message ... 133
4.2.4 System Exclusive ... 140
4.2.5 System Common ... 143
4.2.6 System Realtime ... 144
4.3 General MIDI ... 144
4.3.1 Festgelegte Programm-Nummern ... 145
4.3.2 Festlegungen für Schlaginstrumente ... 146
4.3.3 Weitere Festlegungen ... 147
4.3.4 Richtlinien für General MIDI Level 2 ... 147
4.3.5 Das GS-Format ... 148
4.4 MIDI-Mapping ... 149
4.4.1 MIDI-Setup ... 149
4.4.2 MIDI-Patchmaps ... 150
4.4.3 MIDI-Keymaps ... 152

4.5 Verschiedene Prinzipien der Klangerzeugung ... 152
4.5.1 Analoge Klangsynthese ... 153
4.5.2 FM-Klangsynthese ... 153
4.5.3 Waveshaping ... 155
4.5.4 Fourier-Synthese ... 156
4.5.5 Lineare Arithmetik ... 157
4.5.6 Sampling-Synthese ... 157
4.6 Synchronisation von MIDI-Geräten ... 159
4.6.1 Zweck einer Synchronisation ... 160
4.6.2 Realisierung über Timecode ... 160
4.6.3 MIDI-Spezifikation für den Timecode ... 161
4.7 MIDI-Geräte, Audiokarten und Zubehör ... 163
4.7.1 Ansteuerung externer MIDI-Geräte durch den Computer ... 164
4.7.2 Audiokarten und Betrieb unter MIDI ... 165
4.7.3 MIDI-Steuergeräte ... 166
4.7.4 MIDI-Software ... 166
4.7.5 MIDI-Softwareinterface ... 168
4.8 MIDI-Applikationen und Problemlösungen ... 168
4.8.1 Nachvertonung von Videosequenzen ... 169
4.8.2 Synchronisation mehrerer MIDI-Applikationen ... 171
4.8.3 MIDI als Playback-Quelle für Musiker ... 172
4.8.4 MIDI-Arrangement und Sampling-Dateien ... 174
4.9 MIDI-Praxisbeispiel ... 176

5 Audio-Messtechnik ... 181
5.1 Herkömmliche analoge Messtechnik ... 181
5.1.1 Frequenzgang ... 181
5.1.2 Verzerrungen ... 181
5.1.3 Pegelvergleichsmessungen ... 183
5.1.4 Gleichlauf ... 183
5.1.5 Impuls-Messungen ... 184
5.1.6 Korrelationsgrad ... 185
5.2 Digitale Messtechnik und PC-Systeme ... 186
5.2.1 Voraussetzungen für das Gelingen der Messungen ... 186
5.2.2 Frequenzgang nach digitalem Verfahren ... 187
5.2.3 Verzerrungen nach digitalem Verfahren ... 188
5.2.4 Pegelvergleichsmessungen nach digitalem Verfahren ... 190
5.2.5 Gleichlauf nach digitalem Verfahren ... 191
5.2.6 Impuls-Messungen nach digitalem Verfahren ... 191
5.2.7 Korrelations-Messungen nach digitalem Verfahren ... 191
5.2.8 Raumakustik-Messungen nach digitalem Verfahren ... 192
Quellen und Referenzen ... 193

6 Vergleich mit herkömmlicher Audiotechnik 195
6.1 Schneidetechniken 195
6.1.1 Aufzeichnungen auf Analogband 195
6.1.2 Aufzeichnungen auf Computer-Festplatte 196
6.1.3 Digitale Bandaufzeichnungen 197
6.2 Filtertechniken 197
6.2.1 Filtern mit Spezialgeräten 197
6.2.2 Software-Filterung 197
6.2.3 Digitale Hardware-Filterung 198
6.3 Einsatz von Effekten 198
6.4 Sonstige Signalmanipulationen 199
6.4.1 Rechenintensive Veränderungen 199
6.4.2 Diskrete Signalverformung 200
6.4.3 Zeitinversion 200
6.5 Wartung der Systeme 201
6.5.1 Wartung bei Analogsystemem 201
6.5.2 Wartung bei Digitalsystemen 201
6.6 Latenz-Zeit 202
6.6.1 Monitoring-Latenz-Zeit 202
6.6.2 MIDI-Latenz 203
6.6.3 Latenz-Jitter 203
6.6.4 Durchlauf-Latenz 204
6.7 Gegenüberstellung Analogtechnik/Digitaltechnik 205

Teil II Videotechnik

7 Grundlagen und Verfahren der Videotechnik 209
7.1 Bildabtastung und -wiedergabe 209
7.1.1 Zeilensprungverfahren (Interlaced) 209
7.1.2 Non-Interlaced-Verfahren 212
7.1.3 Synchronisation 212
7.1.4 BAS-Signal 214
7.1.5 Probleme und Fehlersymptome 215
7.2 Farbübertragung 217
7.2.1 Physikalische und physiologische Aspekte 217
7.2.2 Prinzip der Farbbildaufnahme 221
7.2.3 Prinzip der Farbbildwiedergabe 223
7.2.4 RGB-Signal 228
7.2.5 YUV-Signal 230
7.2.6 Y/C-Signal 232
7.2.7 FBAS-Signal 235
7.2.8 Viertelzeilenoffset-Verfahren 239
7.2.9 Digitales Signal 239
7.2.10 Probleme bei der Farbübertragung 240

7.3 Aufzeichnungsverfahren ... 241
7.3.1 VHS-Verfahren ... 241
7.3.2 S-VHS-Verfahren ... 243
7.3.3 U-matic ... 243
7.3.4 Betacam ... 245
7.3.5 Betamax ... 246
7.3.6 Video 2000 ... 246
7.3.7 Video Hi-8 ... 246
7.3.8 1-Zoll-MAZ ... 247
7.3.9 Laserdisc ... 247
7.3.10 Digitale Aufzeichnungsverfahren ... 247
7.4 Weitere Farbübertragungsverfahren ... 248
7.4.1 NTSC ... 248
7.4.2 SECAM ... 250
7.5 Hochauflösende Standards ... 251
7.5.1 PALplus und dessen Verbesserungen ... 251
7.5.2 HDTV-Historie und nach EUREKA 95 ... 251
7.5.3 Moderne HDTV-Technologie ... 252
7.6 3-D-Verfahren und Standards ... 254
7.6.1 Stereoskopie ... 254
7.6.2 3D-Technik durch Monochromfilter-Brille ... 254
7.6.3 3D-Technik mit Shutter-Brille ... 256
7.7 Speichermedien ... 257
7.7.1 DVD – Digital Versatile Disc ... 257
7.7.2 Blu-ray ... 258

8 Parameter beim digitalen Videobild ... 259
8.1 Farbcodierung ... 259
8.1.1 Farbtiefe ... 259
8.1.2 Verschlüsselung der Farbdaten ... 259
8.1.3 Datenanordnung der Farbinformation ... 261
8.2 Bildformat und Auflösung ... 263
8.2.1 Bildseitenformat ... 263
8.2.2 Auflösung ... 263
8.2.3 Overscan ... 264
8.2.4 Underscan ... 265
8.3 Aspect Ratio ... 266
8.4 Bildabtastung und Pixelraten ... 268

9 Videoausgabe einer Computergrafik ... 269
9.1 Anlegen von neuen Grafiken ... 269
9.1.1 Auflösung ... 269
9.1.2 Farbtiefe ... 270
9.1.3 Farbpegel ... 272
9.1.4 Grafik-Datenformat ... 273

9.2 Veränderungen an bestehenden Grafiken ... 274
9.2.1 Konvertierung der Auflösung ... 274
9.2.2 Änderung der Farbtiefe ... 277
9.2.3 Farbpegelanpassung ... 277
9.2.4 Export in andere Grafik-Datenformate ... 279
9.3 Wiedergabeeigenschaften von Grafikkarten ... 280
9.3.1 Speicherorganisation ... 280
9.3.2 Signalarten der Ausgänge ... 281
9.3.3 LUT-Manipulation ... 283
9.3.4 Durchschleifen von Signalen anderer Grafikkarten ... 284
9.3.5 Wiedergabe der Benutzeroberfläche ... 285
9.4 Genlock-Wiedergabebetrieb ... 286
9.4.1 Synchronisation des Pixeltaktes ... 286
9.4.2 H-Phasen-Einstellung ... 287
9.4.3 SC-Phasen-Einstellung ... 288
9.5 Sichtbare Störungen ... 290
9.5.1 Systembedingte Störungseffekte ... 290
9.5.2 Bildlagefehler ... 292
9.5.3 Synchronisationsfehler ... 293
9.6 Grafiken als Testbilder ... 293
9.6.1 Prüfung der Bildgeometrie und Aspect Ratio ... 294
9.6.2 Prüfung der Farbwiedergabe ... 295
9.6.3 Prüfung der Helligkeitsauflösung ... 296

10 Einfrieren von Videobildern ... 297
10.1 Besonderheiten der Signalaufbereitung beim Live-Modus ... 297
10.1.1 Timebase-Corrector ... 297
10.1.2 Decodierung ... 299
10.2 Anzeige des Live-Bildes ... 300
10.2.1 Vollbildanzeige ... 300
10.2.2 Window-Anzeige ... 301
10.2.3 Durchschleifen des Live-Bildes ... 302
10.3 Vorgänge beim Einfrieren ... 303
10.4 Signalfluss ... 303
10.4.1 Einfrierzeitpunkt ... 304
10.4.2 Unterschiede zwischen Live- und Capture-Bild ... 305

11 Spezialeffekte ... 307
11.1 Overlay-Technik ... 307
11.1.1 Overlay bei einer Farbtiefe von 16 Bit ... 307
11.1.2 Overlay bei einer Farbtiefe von 32 Bit ... 308
11.1.3 Kriterien für das Keying ... 310
11.2 Chromakeying ... 311
11.3 LUT-Effekte ... 312

11.4 Mischen und Überblenden ... 313
11.4.1 Homogene Blenden ... 313
11.4.2 Strukturblenden ... 314
11.5 Filtertechniken ... 315
11.5.1 Punktoperationen ... 315
11.5.2 Ortsbereichsoperationen ... 315
11.6 Hardware-Zoom und -Panning ... 316
11.7 Hardware-Flip ... 317
11.8 Bild-im-Bild beim Fernsehen ... 317
11.9 Videotext ... 318

12 Animationen ... 321
12.1 Bewegliche 2D-Modelle ... 321
12.2 Animation über Drahtgittermodelle ... 322
12.2.1 Konstruktion eines Drahtgittermodells ... 322
12.2.2 Anfangs- und Endpunkt der Bewegung ... 322
12.2.3 Rendering ... 323
12.2.4 Raytracing ... 324
12.3 Morphing ... 325
12.4 Aufzeichnungstechniken ... 326
12.4.1 Echtzeit-Animation ... 326
12.4.2 Einzelbild-Aufzeichnungen ... 326
12.5 Rotoscoping ... 330
12.5.1 Effektbeschreibung ... 330
12.5.2 Arbeitsweise ... 331
12.6 Schrift-Animation ... 332
12.7 Kritische Parameter bei Echtzeit-Animationen ... 333
12.7.1 Anforderungen an das System ... 333
12.7.2 Auflösung ... 334
12.7.3 Farbtiefe ... 335
12.7.4 Bildinhaltsveränderungen ... 335
12.8 Problemlösungen zur Datenreduktion ... 335
12.8.1 JPEG-Verfahren ... 336
12.8.2 MPEG-Verfahren ... 339
12.8.3 QPEG-Verfahren ... 340
12.9 Neue Animationstechniken ... 341
12.9.1 Motion Capture ... 341
12.9.2 Performance Capture ... 341

13 Schnittsysteme ... 343
13.1 Online-Schnittsysteme ... 343
13.1.1 Arbeitsweise ... 343
13.1.2 Endgültiger Schnitt ... 344
13.1.3 Nachteile des Verfahrens ... 344
13.1.4 Besondere Schnittverfahren ... 345

13.2 Offline-Schnittsysteme ... 346
13.2.1 Digitalisieren des Videomaterials ... 346
13.2.2 Durchführung des Offline-Schnitts ... 347
13.2.3 Rohschnittfassung ... 348
13.2.4 Schnittliste und endgültiger Schnitt ... 348
13.3 Audionachbearbeitung ... 349
13.3.1 Asynchrone Mischung ... 349
13.3.2 Synchrone Mischung ... 350
13.4 Praxisbeispiel mit einfachem Schnittsystem ... 351

14 Spezielle Zusatzgeräte ... 353
14.1 Signalarten-Wandler ... 353
14.1.1 Wandlung von RGB nach Y/C bzw. FBAS ... 353
14.1.2 Wandlung von FBAS bzw. Y/C nach RGB ... 354
14.1.3 Komponenten-Transcoder ... 356
14.1.4 Spezielle Sync-Einkopplungen ... 357
14.2 Normenwandler ... 358
14.3 Timebase-Corrector ... 359
14.4 Verzögerungsglieder ... 361
14.5 Synchrongenerator ... 362

A Audio-Datenformate ... 365
A.1 Format WAV ... 365
A.2 Format VOC ... 366
A.3 Format SMP ... 367
A.4 Format SFI/SFD ... 367
A.5 Format AIFF ... 371
A.6 Format ADPCM ... 371
A.7 Speicherbedarf der Dateien ... 373

B Tabellen und Diagramme ... 375

C Beschaltungen ... 381

D Grafikformate ... 387
D.1 Kurzer Überblick ... 387
D.2 Format TIFF ... 388
D.3 Format BMP ... 389
D.4 Format TGA ... 394
D.5 Format PCX ... 394
D.6 Format PICT ... 395
D.7 Format JPEG ... 396

Glossar ... 399

Literaturverzeichnis ... 411

Sachverzeichnis ... 413