
Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundlagen und Plattformen

1	Grundlagen	17
1.1	Einführung	17
1.2	Architekturen, Plattformen und Geschichtliches	18
1.3	Eigenschaften eingebetteter Systeme	21
1.3.1	Formfaktor	21
1.3.2	Mechanik, Kühlung, Robustheit	21
1.3.3	Speichermedien	22
1.3.4	Schnittstellen	23
1.3.5	Stromversorgung	24
1.3.6	Chipsätze	24
1.3.7	Watchdog	24
1.3.8	Echtzeitfähigkeit	25
1.4	Betriebssysteme	27
1.4.1	Allgemeine Anforderungen	27
1.4.2	Prozess-Scheduling	29
1.4.3	Systembeispiele	32
1.5	Software-Entwicklung	33
1.6	Aufbau und Gebrauch des Buches	38
2	Hardware-Plattformen	41
2.1	Einführung	41
2.2	Network-Attached-Storage NSLU2	42
2.3	WLAN-Router WL-500gP	44
2.4	MicroClient Jr. und Sr.	47
2.5	OpenRISC Alekto	51
2.6	Mini-ITX-Mainboard D945GCLF2 mit Dual-Core Atom CPU	52
2.7	Pegelanpassung für die RS-232-Schnittstelle	55

3	OpenWrt auf dem WLAN-Router WL-500g Premium	57
3.1	Einführung	57
3.2	Einrichtung des OpenWrt-Build-Systems	58
3.2.1	Aufspielen des Flash-Images	61
3.2.2	Der erste Einlog-Vorgang	62
3.3	Schnelleres Einloggen mit SSH-Keys	64
3.4	Software-Entwicklung für OpenWrt	65
3.5	Erstellung eigener OpenWrt-Module	67
3.6	IO-Warrior-Erweiterung und Kernelmodule unter OpenWrt	71
4	Debian auf dem NAS-Gerät NSLU2	75
4.1	Einführung	75
4.2	Debian-Installation	76
4.3	Erste Schritte	79
4.4	Software-Entwicklung für die NSLU2	80
4.5	NSLU2 als Druckerserver	81
4.6	Weiterführende Hinweise	84
4.6.1	Erstellung eines vollständigen NSLU2-Backups	84
4.6.2	Einstellung der Taster-Funktion	84
4.6.3	Probleme beim Booten	84
5	Debian auf dem Embedded-PC OpenRISC-Alekto	87
5.1	Einführung	87
5.2	Angepasste Debian-Installation	88
5.3	Erste Schritte	89
5.4	Software-Entwicklung	91
5.5	Zugriff auf die Alekto-Hardware	93
5.5.1	Anwendung der /proc-Erweiterungen in der Konsole	93
5.5.2	Zugriff über ioctl()-Befehle	94
5.6	Watchdog-Timer	96
5.7	Erstellung eines eigenen Alekto-Kernels	97
5.8	Vollständige Debian-Installation	98
6	Puppy Linux auf dem Embedded-PC MicroClient Jr./Sr.	101
6.1	Einführung	101
6.2	Puppy-Installation	101
6.3	Paket-Management unter Puppy	103
6.4	Software-Entwicklung unter Puppy	105

Teil II Anwendungen

7	Legacy-Schnittstellen und digitale IOs	111
7.1	Einführung	111
7.2	RS-232	112

7.2.1	Grundlagen der RS-232-Schnittstelle	112
7.2.2	Ansteuerung und Programmierung	116
7.2.3	Ansteuerung einer seriellen Relaiskarte	121
7.3	Centronics und IEEE 1284	124
7.4	General Purpose Input/Output (GPIO)	127
7.5	Schnittstellenerweiterung über IO-Warrior	129
7.5.1	IO-Warrior-Bausteine	129
7.5.2	Installation der IO-Warrior-Treiber unter Debian	130
8	Der Inter-IC-Bus	133
8.1	Einführung	133
8.2	I ² C-Datenübertragung	136
8.2.1	Konzept	136
8.2.2	Steuersignale	136
8.2.3	Clock Stretching	137
8.2.4	Multi-Master-Betrieb	138
8.2.5	Adressierung	138
8.2.6	I ² C-Buserweiterungen	141
8.3	I ² C-Anbindung	144
8.3.1	I ² C-Steckverbindung	146
8.3.2	Verwendung des I ² C-Busses bei NSLU2 und Alekto	147
8.3.3	I ² C-Busanbindung über einen IO-Warrior-Baustein	149
8.3.4	Die IO-Warrior-I ² C-Bibliothek	150
8.4	Alternative serielle Bussysteme	152
8.4.1	Controller Area Network (CAN)	153
8.4.2	Local Interconnect Network (LIN)	154
8.4.3	1-Wire-Bus	155
8.4.4	Serial Peripheral Interface (SPI)	156
8.4.5	Universal Serial Bus (USB)	156
9	Inter-IC-Bus-Komponenten	161
9.1	Einführung	161
9.2	Die I ² C-Bibliothek	163
9.2.1	Die Klasse IICBus	163
9.2.2	Die Klasse IICBase	165
9.3	Tastatur- und LC-Display-Ansteuerung mit PCF8574	167
9.3.1	Philips 8-Bit-I/O-Erweiterung PCF8574	167
9.3.2	I ² C-Tastaturmodul	169
9.3.3	Die Klasse IICKeyboard	169
9.3.4	I ² C-LC-Display	170
9.3.5	LC-Display-Treiberbaustein HD44780	171
9.3.6	Die Klasse IICDisplay	173
9.3.7	Die Klasse IICIOExpander	176
9.4	Temperaturmessung mit DS1631	177
9.4.1	Dallas DS1631	177

9.4.2	Die Klasse IICTempSensor	178
9.5	A/D- und D/A-Wandler	179
9.5.1	Philips PCF8591	179
9.5.2	Die Klasse IICADConverter	180
9.6	TMC222-Schrittmotorsteuerung	184
9.6.1	Trinamic TMC222	184
9.6.2	Conrad C-Control I ² C-Bus-Stepper-Driver	185
9.6.3	Die Klasse IICStepper	187
9.6.4	Programmierung des TMC222-OTP-Speichers	189
9.7	Chipkarten-Ansteuerung	190
9.7.1	EEPROM-Chipkarte AT24Cxx	191
9.7.2	Die Klasse IICChipcard	192
9.7.3	AES-Verschlüsselung	194
9.7.4	Die Klasse AES	197
9.8	I ² C-Bus-Erweiterung über Multiplexer	199
9.8.1	Philips PCA9548 I ² C-Multiplexer	199
9.8.2	Die Klasse IICMultiplexer	200
10	USB-Komponenten	203
10.1	Einführung	203
10.2	USB-Audioanbindung: MP3-Player und Sprachausgabe	204
10.3	USB-WLAN-Adapter	206
10.3.1	Grundlagen	206
10.3.2	Netgear MA111 unter Puppy	207
10.3.3	Alternative: WLAN-Anbindung über Access Point	209
10.4	USB-Bluetooth-Erweiterung	210
10.4.1	Grundlagen	210
10.4.2	Die Werkzeuge <i>Bluez-Utills</i>	211
10.4.3	Datentransfer mit ObexFTP	216
10.4.4	Serielle Bluetooth-Kommunikation und AT-Befehle	217
10.4.5	Das Mobiltelefon als Fernbedienung	219
10.5	USB-GPS-Module	222
10.5.1	Der GPS-Daemon GPSD	223
10.5.2	GPS in der Anwendung	224
10.5.3	Die Klasse GPSReceiver	225
10.6	USB-Speichererweiterung	226
10.6.1	Partitionierung und Einbindung eines USB-Sticks	226
10.6.2	Auslagerung des Home-Verzeichnisses auf einen USB-Stick	228
11	Gerätetreiber und Kernelmodule	231
11.1	Einführung	231
11.2	Grundlagen	232
11.2.1	Systemarchitektur	232
11.2.2	Der Kernel	234

11.3	Programmierung von Kernelmodulen	237
11.3.1	Aufbau von Kernelmodulen	237
11.3.2	Übersetzung von Kernelmodulen	239
11.3.3	Test und Debugging	239
11.3.4	Übergabe von Kommandozeilenparametern	242
11.4	Zeichenorientierte Gerätetreiber	243
11.4.1	Major-, Minor- und Gerätenummern	243
11.4.2	Modul-Registrierung	245
11.4.3	Gerätetreiber-Registrierung nach alter Schule	248
11.5	Implementierung von Dateioperationen	249
11.5.1	Die Struktur <code>file_operations</code>	249
11.5.2	Kopieren von Daten zwischen Kernel- und User-Space ..	250
11.5.3	Die <code>ioctl()</code> -Schnittstelle	254
11.5.4	Verwendung von Gerätetreibern in der Anwendung	255
11.6	Hardware-Zugriff	257
11.6.1	Zugriff über IO-Ports und IO-Speicher	257
11.6.2	Zugriff über das Dateisystem	260
12	Multithreading	263
12.1	Einführung	263
12.2	Grundlagen	264
12.3	Posix-Schnittstelle	269
12.3.1	Thread-Funktionen	270
12.3.2	Mutex-Funktionen	271
12.3.3	Funktionen für Zustandsvariablen	272
12.3.4	Beispiel	273
12.4	C++-Schnittstelle	275
12.4.1	Die Klasse Thread	275
12.4.2	Die Klasse Mutex	277
12.4.3	Die Klasse WaitCondition	279
12.4.4	Die Klasse PeriodicThread	282
12.5	Anwendungsbeispiel: Servo-Ansteuerung	284
12.5.1	Servo-Anbindung an einen PC	285
12.5.2	Software-Entwurf zum Beispiel	286
12.5.3	Linux und Echtzeitfähigkeit	288
12.5.4	Zeitmessung	290
13	Netzwerkkommunikation	295
13.1	Einführung	295
13.2	Datenübertragung via UDP	297
13.2.1	Grundlagen zu Sockets	297
13.2.2	Berkeley Sockets	300
13.2.3	Verwendung der Berkeley Socket API	307
13.2.4	Socket-Debugging mit NetCat	310
13.2.5	Host Byte Order und Network Byte Order	310

13.2.6	PracticalSockets	312
13.2.7	Definition eigener Protokolle auf Anwendungsschicht ...	313
13.2.8	Verwendung der PracticalSockets	318
13.3	Kommunikation mit einer Qt-Anwendung	320
13.3.1	Client-Server-Kommunikation mit Qt4	321
13.3.2	Remote-Schrittmotorsteuerung mit grafischer Benutzeroberfläche	327
13.4	Interaktion mit einem Webserver via CGI	333
13.4.1	Messdatenanzeige	336
13.4.2	Gezielte Anfragen mit JavaScript	338
14	Video for Linux	341
14.1	Einführung	341
14.2	Treiberinstallation und Inbetriebnahme	341
14.3	Bildeinzug unter Linux per V4L	345
14.4	Treiberkapselung für die IVT-Bibliothek	352
15	Intelligente Kamera	355
15.1	Einführung	355
15.2	Sicherheitssystem mit Bewegungserkennung	355
15.3	Weiterführende Informationen	358
15.3.1	Kommentare zum Hardware-Aufbau	358
15.3.2	Triggerung und IEEE 1394-Übertragung	360
15.3.3	Weitere Anwendungen	362
16	Ausblick	365
16.1	Communities, Projekte, Trends	365
16.2	Schlusswort und Kontaktdaten	369

Teil III Anhang

A	Kurzreferenzen	373
A.1	Einführung	373
A.2	Die Linux-Konsole	373
A.2.1	Basisbefehlsschatz	373
A.2.2	Editoren	377
A.3	Netzwerkeinstellungen und SSH	380
A.3.1	Netzwerkeinstellungen	380
A.3.2	Secure Shell	382
A.4	Weitere Werkzeuge und Dienste	384
A.4.1	Paketverwaltung APT	384
A.4.2	Umgebungsvariablen	386
A.4.3	Erstellung von Gerätedateien mit mknod	387
A.4.4	Zugriffsrechte	388

A.4.5	Root-Rechte mit <code>sudo</code>	390
A.4.6	Cronjob-Verwaltung mit <code>crontab</code>	391
A.5	Diagnose- und Failsafe-Modi	393
A.5.1	Asus WL500g Premium	393
A.5.2	Linksys WRT54G	393
A.5.3	Linksys NSLU2	394
B	Alternative Hardware-Plattformen	395
B.1	Einführung	395
B.2	Router	395
B.3	Network Attached Storage	395
B.4	Industrielle Kompaktsysteme	396
B.5	Einplatinencomputer	396
B.6	Sonderlösungen	396
C	Die IVT-Bibliothek	399
C.1	Einführung	399
C.2	Architektur	400
C.2.1	Die Klasse CByteImage	400
C.2.2	Anbindung von grafischen Benutzeroberflächen	401
C.2.3	Anbindung von Bildquellen	402
C.2.4	Anbindung der OpenCV	403
C.2.5	Anbindung von OpenGL über Qt	404
C.3	Beispielapplikationen	405
C.3.1	Verwendung der Basisfunktionalität	405
C.3.2	Verwendung einer grafischen Benutzeroberfläche	405
C.3.3	Verwendung eines Kameramoduls	405
C.3.4	Verwendung der OpenCV	406
C.3.5	Verwendung der OpenGL-Schnittstelle	406
C.4	Übersicht zu weiterer Funktionalität der IVT	407
C.5	Installation	408
C.5.1	OpenCV	409
C.5.2	Qt	409
C.5.3	Firewire und libdc1394/libraw1394	410
C.5.4	IVT	411
D	Die Qt-Bibliothek	417
D.1	Einführung	417
D.1.1	Installation und Grundlagen	417
D.1.2	Signals und Slots	420
D.1.3	Ein universelles Qt-Makefile	424
D.2	Oberflächenerstellung mit Qt Designer	425
D.2.1	Installation und Grundlagen	425
D.2.2	Verwendung der Qt Designer Plugins	428
D.2.3	Erstellung der Qt Designer Plugins	430

E Bezugsquellen 435

F Verzeichnisbaum 439

Literaturverzeichnis 441

Sachverzeichnis 445

Embedded Linux

Das Praxisbuch

Schröder, J.; Gockel, T.; Dillmann, R.

2009, 449 S.,

ISBN: 978-3-540-78620-7