

Table des matières

Remerciements	V
Préface	1
Avant-propos	3
À qui s'adresse ce livre ?	3
Structure de l'ouvrage	4
Précisions concernant cette deuxième édition	4
Introduction	7
Qu'est-ce que Linux ?	7
Qu'est-ce que l'Open Source ?	7
Un peu d'histoire : de Minix à Linux	9
What is GNU ? Gnu is Not Unix	11

PREMIÈRE PARTIE

Systemes embarqués, généralités	15
CHAPITRE 1	
Les logiciels embarqués et leurs domaines d'application ..	17
Qu'est-ce qu'un logiciel embarqué ?	17
Quelles sont les caractéristiques d'un tel logiciel ?	17
Ciblé	17
Fiable et sécurisé	18
Maintenable dans le temps	18
Spécifique	18
Optimisé	18
Logiciel embarqué ou système embarqué ?	19
Les champs d'application	21

Typologie des systèmes embarqués	24
Temps partagé et temps réel	24
Préemption et commutation de contexte	28
Extensions Posix	29
Définition de l’empreinte mémoire	30
Les langages utilisés	31
Tour d’horizon des systèmes existants	32
En résumé	34

CHAPITRE 2

Linux comme système embarqué	35
Contraintes des systèmes embarqués propriétaires	35
Les avantages de l’Open Source	36
Et les quelques contraintes...	39
Pourquoi Linux est-il adapté à l’embarqué ?	41
Fiabilité	42
Faible coût	43
Performances	43
Portabilité et adaptabilité	43
Ouverture	44
Dans quels cas Linux peut-il être inadapté ?	45
Les systèmes embarqués basés sur Linux	46
MontaVista Linux	46
BlueCat Linux	46
μ Clinux	46
RTLlinux	47
RTAI	47
ELDK	47
PeeWee Linux	47
Quelques exemples de produits utilisant Linux	49
Les PDA	49
Les consoles multimédias et tablettes Internet	50
Les magnétoscopes numériques	51
Les routeurs	51
La téléphonie	54
Les caméras IP	54
En résumé	55

CHAPITRE 3

Choix matériels pour un système Linux embarqué	57
Choix d'une architecture, PC ou non ?	57
Choix du processeur : MMU ou non ?	59
Le concept du MMU	59
µClinux: Linux sans MMU	60
Les processeurs compatibles x86	60
Les autres processeurs	61
La mémoire de masse	61
Les bus d'extension et de communication	63
Les bus d'extension ISA et PCI	63
Les ports séries	63
Le bus USB	64
Les autres bus : I2C, I2O, IEEE	64
Les cartes DIL	66
Les cartes uCsim	67
En résumé	68

DEUXIÈME PARTIE

Méthodologie de création d'un système Linux embarqué .. 69

CHAPITRE 4

Structure de Linux	71
Le noyau Linux	73
Structure globale du noyau	73
Les modules chargeables du noyau	73
Le système de fichier /proc	78
Compilation du noyau	79
Configuration du démarrage	90
Répertoires et fichiers principaux	93
En résumé	98

CHAPITRE 5

Construction du système	99
Les distributions classiques	99
Méthodologie générale	102
Le programme de démarrage	103

Le noyau	104
Les fichiers de configuration (/etc)	104
Les pseudo-fichiers ou nœuds (/dev)	104
Les programmes essentiels (/sbin et /bin)	104
Les bibliothèques essentielles (/lib)	105
Les répertoires variables (/var)	105
Création d'une partition dédiée	105
Création des répertoires	108
Le répertoire /extra	109
Création des nœuds sur /dev	109
Remplissage de /bin /et /sbin	110
Création des bibliothèques sur /lib	110
Remplissage du répertoire /etc	112
Création d'un noyau adapté	114
Le support des modules	115
Le type de processeur	116
Les périphériques en mode bloc	116
La configuration réseau	118
Les systèmes de fichiers	118
Les périphériques en mode caractère	119
Génération du noyau	120
Test du système	121
Cas de l'utilisation de BusyBox	123
En résumé	126

CHAPITRE 6

Configuration du réseau	127
La commande ifconfig	128
La commande route	130
Premier test des interfaces en ICMP	131
Test de services TCP	131
Scripts de configuration du réseau	134
Initialisation de l'interface locale	136
Initialisation de l'interface Ethernet	137
Calcul du nom du système et création du fichier hosts	139
Mise en place de services réseau	141

Connexion PPP	142
La validation du support PPP	142
L'installation du programme pppd	143
L'installation du programme chat	143
La création du point d'entrée /dev/ppp	143
La mise en place du répertoire /etc/ppp	144
En résumé	146
CHAPITRE 7	
Optimisation et mise au point du système	147
Configuration du clavier	147
Mise en place d'un système d'authentification	148
Configuration des disques flash	151
Utilisation du pilote M-Systems	152
Utilisation du pilote MTD	155
Les mémoires flash CFI (Common Flash Interface)	158
Utilisation d'une clé USB	160
Les différents types de systèmes de fichiers	162
Ext2/ext3	162
ReiserFS	162
JFFS2	162
CRAMFS	163
Utilisation des disques mémoire	164
Un exemple d'utilisation de CRAMFS et disque mémoire	166
Mise au point des programmes	169
Utilisation de GDB	169
Utilisation de strace	174
Détection des problèmes de mémoire	175
En résumé	177
CHAPITRE 8	
Autres techniques de démarrage : Loadlin, LinuxBIOS, RedBoot	179
Un autre système de démarrage : LOADLIN	179
LinuxBIOS	184
RedBoot	184
Présentation et principales commandes	184
Un exemple complet d'utilisation	185
En résumé	192

TROISIÈME PARTIE

Mises en œuvre particulières	193
CHAPITRE 9	
Systèmes temps réel	195
Tests sur un noyau Linux standard	195
Horloge temps réel /dev/rtc	195
L'outil latencytest	196
L'outil realfeel	196
Résultats du test	197
Les différentes approches temps réel pour Linux	198
Modification de l'ordonnanceur	198
Ajout d'un véritable noyau temps réel	199
L'outil de test rt_realfeel	201
Utilisation de RTLinux	201
Installation de RTLinux/GPL	202
Introduction à l'API RTLinux	205
Mesure des temps de latence	211
Utilisation de RTAI	211
Installation de RTAI-24.1.x	213
Mesure des temps de latence	215
Installation de RTAI-3.1	216
Utilisation des patches du noyau	218
Le patch preempt-kernel-rml	218
Le patch low-latency	219
Le patch rtsched	222
En résumé	222
CHAPITRE 10	
Systèmes minimaux : μClinux	223
Présentation de μClinux	223
Quelques kits matériels disponibles	224
Le kit uCsimm	224
Le kit uCdimmm	225
Le kit ARM7TDMI	225
Le projet Open Hardware	226
La carte d'évaluation ColdFire Motorola M5407C3	227

Mise en œuvre de μClinux	228
Exemple d'application μClinux	231
En résumé	233
CHAPITRE 11	
Développement croisé	235
Principe de la compilation sous Linux	235
L'outil ELDK	237
L'outil CROSSTOOL	239
Utilisation de l'environnement CYGWIN	243
Installation de l'environnement CYGWIN	243
Création de la chaîne de compilation croisée pour ARM	248
Exemple de compilation	249
Compilation d'un noyau Linux ARM/AT91RM9200	249
Programme gdbserver	250
Débogueur GDB croisé	250
Débogueur GDB natif ARM	250
Bibliothèque NCURSES native ARM	250
Résumé	251
CHAPITRE 12	
Interfaces graphiques	253
Mode texte (console standard)	253
X Window System	254
Une introduction à X	254
Réduction du système X	256
Un serveur X minimal (Xkdrive)	259
frame-buffer (console graphique)	261
Configuration du frame-buffer	261
Les toolkits graphiques	264
Qt/Embedded	264
GTK-Embedded	266
Microwindows et Nano-X	268
Une bibliothèque d'affichage LCD: LCDproc	271
Navigateurs et serveurs web	273
En résumé	276

QUATRIÈME PARTIE

Études de cas	277
CHAPITRE 13	
Open Music Machine	279
Description du projet	279
Organisation du projet	281
Architecture globale	281
Utilisation des composants externes	285
Détail des API	287
Gestion des événements	287
Gestion de l'écran LCD	288
Arborescence des sources et compilation des modules	291
Description des différents modules	292
Module de gestion des fonctions (manager)	292
Module de lecture des CD audio	293
Module de navigation/sélection de fichiers	295
Modules de lecture MP3	297
Module d'encodage MP3	298
Modules client NAPSTER	300
En résumé	302
CHAPITRE 14	
Station Internet	303
Intégration du navigateur	304
Gestion du clavier et de la souris infrarouge	308
Traitement de la souris	309
Traitement du clavier	310
Système de configuration graphique	312
En résumé	319
Glossaire	321
Glossaires en ligne	321
Glossaire local	321
Index	327