Formation développemment Linux embarqué avec Buildroot

Formation sur site, 3 jours

Dernière mise à jour : 26 April 2024

Titre	**Formation développemment Linux embarqué avec Buildroot**
Objectifs opérationnels	• Être capable de comprendre le principe d'un build system Linux embarqué, et comparer Buildroot aux autres outils offrant des fonctionnalités similaires. • Être capable de créer un système Linux embarqué simple avec Buildroot : créer une configuration, lancer la compilation, installer le résultat sur une plateforme embarquée. • Être capable d'ajuster la configuration de Buildroot pour construire un système Linux embarqué adapté à des besoins spécifiques : choix de la chaîne de compilation croisée, gestion de la configuration du noyau Linux, personnalisation du système de fichiers racine. • Être capable de créer de nouveaux paquets dans Buildroot pour intégrer des applications et bibliothèques supplémentaires dans le système Linux embarqué. • Être capable d'utiliser les outils proposés par Buildroot pour gérer et analyser le build : suivi des vulnérabilités, comformité aux licences open-source, etc. • Être capable de développer et débugger des applications user-space Linux dans un contexte où Buildroot est utilisé. • Être capable d'interagir avec la communauté open-source du projet Buildroot et de comprendre le fonctionnement interne de Buildroot.
Durée	**Trois** jours - 24 h (8 h par jour)
Méthodes pédagogiques	• Présentations animées par le formateur : 40% de la durée de formation • Travaux pratiques réalisés par les participants : 60% de la durée de formation • Version électroniques de supports de présentation, des instructions et des données de travaux pratiques. Les supports sont librement disponibles sur https ://bootlin.com/doc/training/buildroot.
Formateur	Un des ingénieurs mentionnés sur : `https://bootlin.com/training/trainers/`

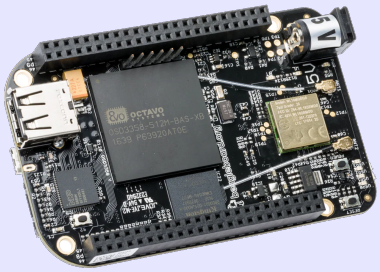
Langue	Présentations : Français Supports : Anglais
Public visé	Sociétés qui utilisent déjà Buildroot ou qui sont intéressées par l'utiliser pour construire leurs systèmes Linux embarqué.
Pré-requis	• **Connaissance et pratique des commandes UNIX ou GNU/Linux** : les participants doivent être à l'aise avec l'utilisation de la ligne de commande Linux. Les participants manquant d'expérience sur ce sujet doivent se former par eux-mêmes, par exemple en utilisant nos supports de formation disponible à l'adresse bootlin.com/blog/command-line/. • **Expérience minimale en développement Linux embarqué** : les participants doivent avoir une compréhension minimale de l'architecture d'un système Linux embarqué : rôle du noyau Linux par rapport à l'espace utilisateur, développement d'applications espace utilisateur en C. Suivre la formation *Linux embarqué* de Bootlin, disponible sur bootlin.com/training/embedded-linux/, permet de remplir ce pré-requis. • **Niveau minimal requis en anglais : B1**, d'après le *Common European Framework of References for Languages*, pour nos sessions animées en anglais. Voir bootlin.com/pub/training/cefr-grid.pdf pour une auto-évaluation.
Équipement nécessaire	**Pour les sessions en présentiel dans les locaux de nos clients, notre client doit fournir** : • Projecteur vidéo • Un ordinateur sur chaque bureau (pour une ou deux personnes), avec au moins 8 Go de RAM et Ubuntu Linux 22.04 installé dans une **partition dédiée d'au moins 30 Go**. • Les distributions autres que Ubuntu Linux 22.04 ne sont pas supportées, et l'utilisation de Linux dans une machine virtuelle n'est également pas supportée. • **Connexion à Internet rapide et sans filtrage** : au moins 50 Mbit/s de bande passante en téléchargement, et pas de filtrage des sites Web et protocoles. • **Les ordinateurs contenant des données importantes doivent être sauvegardés** avant d'être utilisés dans nos sessions.

Modalités d'évaluation	Seuls les participants qui auront assisté à l'intégralité des journées de formation, et qui auront obtenu plus de 50% de réponses correctes à l'évaluation finale recevront une attestation individuelle de formation de la part de Bootlin.
Handicap	Les participants en situation de handicap qui ont des besoins spécifiques sont invités à nous contacter à l'adresse *training@bootlin.com* afin de discuter des adaptations nécessaires à la formation.

Plateforme matérielle pour les travaux pratiques, option #1

Carte **BeagleBone Black**

- Processeur ARM AM335x (single Cortex-A8) de Texas Instruments
- Alimentation par USB
- 512 MB de RAM
- 2 ou 4 GB de stockage eMMC
- USB hôte et périphérique
- 1 slot Micro SD
- Sortie HDMI
- Connecteur 2 x 46 broches, pour accéder aux UARTs, bus SPIs, I2Cs, etc.



Plateforme matérielle pour les travaux pratiques, option #2

Carte **STMicroelectronics STM32MP157D Discovery Kit 1**

- Processeur STM32MP157D (dual Cortex-A7) de STMicroelectronics
- Alimentation par USB
- 512 MB DDR3L RAM
- Ethernet Gigabit
- 4 ports USB 2.0 hôte
- 1 port USB-C OTG
- 1 slot Micro SD
- Debugger ST-LINK/V2-1
- Connecteurs compatibles Arduino
- Codec audio, boutons, LEDs

1er jour - Matin

Cours - Introduction à Buildroot et aux systèmes de build

- Architecture générale d'une système Linux embarqué
- Choix entre systèmes de build et distributions binaires
- Rôle d'un système de build
- Comparaison des systèmes de build existants

Cours - Présentation de Buildroot

- Points clés autour du projet
- Téléchargement des sources de Buildroot
- Configuration simple de Buildroot
- Exécution d'une premières compilation

TP - Utilisation simple de Buildroot	Cours - Gestion de la compilation et de la configuration
• Téléchargement et configuration de Buildroot • Configurer et compiler un système simple avec Buildroot pour un système embarqué • Flasher et tester le système généré par Buildroot	• Compilation en dehors des sources • Utiliser et créer des fichiers *defconfigs* • Fragments de *defconfigs* • Autres astuces pour la compilation

1er jour - Après-midi

Cours - Sources de Buildroot et arborescence des fichiers générés	Cours - Chaînes de compilation *toolchains* dans Buildroot
• Détails sur l'organisation du code source de Buildroot • Détails sur l'arborescence des fichiers générés	• Les différents possibilités d'usage de chaînes de compilation dans Buildroot. • Tour d'horizon des options liées aux chaînes de compilation. • Utilisation de chaînes des compilation binaires, comme celles de Bootlin. Détails sur les fonctionnalités *multilib* et l'intégration des toolchains dans Buildroot. • Génération de toolchains sur mesure avec *Crosstool-NG*, et leur utilisation comme chaînes externes.

Cours - Gestion de la configuration du noyau Linux

- Charger, modifier et sauvegarder la configuration du noyau.

Cours - Construction du système de fichier racine dans Buildroot

- Comprendre comment Buildroot construit le système de fichiers racine : *skeleton*, installation de composants, *overlays*, scripts *post-build* et *post-image*.
- Personnalisation du contenu du système de fichiers
- Configuration du système : sélection de la *console*, plusieurs méthode de gestion de `/dev`, les différentes implémentations d'`init`, etc.
- Comprendre comment Buildroot génère les images de systèmes de fichiers.

TP - Personnalisation du système de fichiers

- Exploration des fichiers générés
- Personnalisation du système de fichiers racine en utilisant un *rootfs overlay*
- Personnaliser le noyau avec des correctifs et des options de configuration supplémentaires
- Rajout de nouveaux composants
- Utilisation de fichiers *defconfig* et compilation en dehors des sources.

2ème jour - Matin

Cours - Infrastructure de téléchargement dans Buildroot

- Méthodologie de téléchargement
- Site primaire et sites de backup, compilation en mode déconnecté
- Téléchargement via systèmes de contrôle de versions, vérification d'intégrité
- Cibles *make* en rapport avec les téléchargements

Cours - Introduction à GNU Make

- Éléments de base des règles de make
- Définition et utilisation de variables
- Conditions et fonctions
- Écriture de recettes

Cours - Intégration de nouveaux composants dans Buildroot

- Comment rajouter de nouveaux paquetages au système de configuration de Buildroot
- Comprendre les différentes infrastructures de paquetages : pour des composants *generic*, *autotools*, *CMake*, *Python* et autres
- Écriture un fichier `Config.in` pour un composant : comment exprimer des dépendances vers d'autres composants, vers des options de toolchains, etc.
- Détails sur l'écriture d'une recette pour un composant : description de l'emplacement du code source, de la méthode de téléchargement, de configuration, de compilation et d'installation, gestion des dépendances, etc.

TP - Nouveaux composants dans Buildroot

- Création d'un nouveau paquetage pour *nInvaders*
- Comprendre comment rajouter des dépendances
- Ajouter des correctifs pour *nInvaders* pour prendre en charge le contrôle via un *Nunchuk*

2ème jour - Après-midi

Cours - Notions avancées sur les paquetages	TP - Paquetages avancés
• Rapport de licences • Prise en charge des correctifs : ordre d'application et format, répertoire global pour les correctifs, etc. • Utilisateur, droit d'accès, tables de fichiers devices • Script d'init et fichiers unitaires pour systemd • Scripts de configuration • Compréhension des *hooks* • Surcharger des commandes • Gestion des paquetages legacy • Paquetages virtuels	• Packager une application avec une dépendance obligatoire et une dépendance optionnelle • Packager une bibliothèque, hébergée sur GitHub • Utilisation de *hooks* pour ajuster les paquetages • Rajouter un correctif à un paquetage

3ème jour - Matin

Cours - Analyse d'une compilation : licences, dépendances, temps de construction	Cours - Sujets avancés
• Utilisation de l'infrastructure de gestion des informations légales • Représentation graphique des dépendances entre paquetages • Collecte d'informations et représentation du temps de compilation	• `BR2_EXTERNAL` pour stocker des personnalisations à l'extérieur des sources de Buildroot • Cibles make spécifiques pour les paquetages • Comprendre les recompilations • Astuces pour compiler plus vite

TP - Sujets avancés

- Utilisation des capacités de génération de graphes de temps de compilation
- Génération de graphes de dépendances
- Utilisation du rapport sur les licences, et ajout d'informations légales à vos propres paquetages
- Utilisation de `BR2_EXTERNAL`

3ème jour - Après-midi

Cours - Développement applicatif avec Buildroot

- Utilisation de Buildroot pendant le développement d'applications
- Utilisation de l'environnement de Buildroot pour compiler des applications en dehors de Buildroot
- Générer un SDK pour d'autres développeurs
- Débug à distance avec Buildroot

TP - Développement applicatif avec Buildroot

- Compiler et exécuter votre propre application
- Débug à distance de votre application
- Utilisation de `<pkg>_OVERRIDE_SRCDIR`

Cours - Comprendre les mécanismes internes de Buildroot

- Description détaillée du processus de compilation de Buildroot : toolchain, paquetages, construction du système de fichiers race, fichiers *stamp*, etc.
- Comprendre les paquetages virtuels.

Cours - Obtenir de l'aide et s'impliquer

- Obtenir de l'assistance technique : *Bugzilla*, *liste de discussion*, *IRC*
- Contribuer : comprendre le processus de développement, comment soumettre des correctifs