

Introduction à Linux embarqué - Buildroot

Mylène Josserand

Développeuse et formatrice Linux embarqué

Cours INSA, Octobre 2019





Dessin issu d'une photographie de Samuel Blanc

Configuration & compilation

Mylène Josserand
josserand.mylene@gmail.com

© Copyright 2004-2019, Bootlin.
Creative Commons BY-SA 3.0 license.



Organisation du build

- ▶ Toutes les sorties de compilation vont dans `output/`
- ▶ Le fichier de configuration est un `.config`
- ▶ `buildroot/`
 - ▶ `.config`
 - ▶ `arch/`
 - ▶ `package/`
 - ▶ `output/`
 - ▶ `fs/`
 - ▶ ...



Config entière vs. *defconfig*

- ▶ `.config` = fichier de config *entier* → contient les valeurs de toutes les options
Le `.config` par défaut a +3000 lignes
→ Pas pratique et lisible
- ▶ Un `defconfig` stocke seulement les options qui n'ont pas de valeurs par défaut
→ Plus facile à lire et modifiable par des humains



defconfig: exemple

- ▶ La configuration Buildroot par défaut, le *defconfig* est vide: tout est par défaut.
- ▶ Si change pour ARM, le *defconfig* aura juste une ligne :

```
BR2_arm=y
```

- ▶ Si ajoute en plus le paquet `stress`, le *defconfig* sera deux lignes :

```
BR2_arm=y  
BR2_PACKAGE_STRESS=y
```



Utilisation et création d'un *defconfig*

- ▶ Buildroot permet de charger un *defconfig* issu du dossier `configs/` via :
`make <foo>_defconfig`
 - ▶ Cela va surcharger le `.config`, si il y en a un
- ▶ Pour créer un *defconfig* : `make savedefconfig`
 - ▶ Fichier pointé par l'option `BR2_DEFCONFIG`
 - ▶ Par défaut, pointe sur le `defconfig` original



defconfigs existants

- ▶ Il existe un *defconfigs* pour différentes plateformes supportées :
 - ▶ RaspberryPi, BeagleBone Black, CubieBoard, Microchip evaluation boards, Minnowboard, quelques i.MX6 boards
- ▶ Pour les lister : `make list-defconfigs`
- ▶ La plupart des *defconfigs* sont minimaux : compile seulement une toolchain, un bootloader, un kernel et un root filesystem minimal.

```
$ make qemu_arm_vexpress_defconfig  
$ make
```

- ▶ Des instructions sont souvent disponibles dans `board/<boardname>`, e.g.:
`board/raspberrypi/readme.txt`.



Quelques tips

- ▶ Nettoyer une cible
 - ▶ Nettoyer tout le dossier d'output mais garder la configuration :

```
$ make clean
```

- ▶ Tout nettoyer dont configuration et téléchargement des sources :

```
$ make distclean
```

- ▶ Pour avoir une compilation plus verbose
 - ▶ Par défaut, beaucoup de commandes sont cachées
 - ▶ `V=1` : pour avoir toutes les commandes

```
$ make V=1
```




Dessin issu d'une photographie de Samuel Blanc

Buildroot organisation (source/build)

Mylène Josserand
josserand.mylene@gmail.com

© Copyright 2004-2019, Bootlin.
Creative Commons BY-SA 3.0 license.



Source tree



Source tree (1/3)

- ▶ `Makefile`
 - ▶ top-level `Makefile`, gère la configuration et orchestre le build
- ▶ `Config.in`
 - ▶ top-level `Config.in`, options générales + inclusion de tous les autres `Config.in`



Source tree (2/3)

- ▶ `toolchain/` : paquets pour générer ou utiliser une toolchain
- ▶ `system/`
 - ▶ `skeleton/` le squelette du rootfs
 - ▶ `Config.in`, options pour des fonctionnalités système comme le système de démarrage, etc.
- ▶ `linux/` : le paquet du kernel Linux
- ▶ `package/` : tous les paquets user space (2200+)
- ▶ `fs/` : Logique pour générer une image rootfs dans différents formats (`ext2`, `squashfs`, `tar`, `ubifs`, etc)
- ▶ `boot/` : paquets de bootloader (`barebox`, `uboot`, etc)



Source tree (3/3)

- ▶ `configs/`
 - ▶ configurations par défaut pour de nombreuses plateformes
 - ▶ Similaire aux `defconfigs` du kernel
 - ▶ `atmel_xplained_defconfig`, `beaglebone_defconfig`, `raspberrypi_defconfig`, etc.
- ▶ `board/`
 - ▶ Fichiers spécifiques aux boards (config kernel, patches kernel, ...)
 - ▶ Vont de paire avec un *defconfig* dans `configs/`
- ▶ `utils/` : des utilitaires pour des développeurs Buildroot
- ▶ `docs/` : documentation en AsciiDoc pouvant être de différents formats
<https://buildroot.org/downloads/manual/manual.html>



Build tree



Build tree

- ▶ `output/`
- ▶ Répertoire global
 - ▶ `build/`
 - ▶ `buildroot-config/`
 - ▶ `busybox-1.22.1/`
 - ▶ `host-pkgconf-0.8.9/`
 - ▶ `kmod-1.18/`
 - ▶ `build-time.log`
 - ▶ Lieu d'extraction de toutes les archives
 - ▶ Lieu de compilation de chaque paquet
 - ▶ Ajout en plus de fichiers de *stamp* créés par BR
 - ▶ Variable: `BUILD_DIR`



Build tree: output/host

- ▶ output/
 - ▶ host/
 - ▶ lib
 - ▶ bin
 - ▶ sbin

 - ▶ <tuple>/sysroot/bin
 - ▶ <tuple>/sysroot/lib
 - ▶ <tuple>/sysroot/usr/lib
 - ▶ <tuple>/sysroot/usr/bin
- ▶ Contient des outils pour l'hôte (cross-compiler, etc.) et le *sysroot* pour la toolchain
- ▶ Variable: `HOST_DIR`
- ▶ Variable for the *sysroot*: `STAGING_DIR`
- ▶ <tuple> est un identifiant pour l'architecture, le vendeur, l'os, etc :
`arm-unknown-linux-gnueabi`.



Build tree: output/target

- ▶ output/
 - ▶ target/
 - ▶ bin/
 - ▶ etc/
 - ▶ lib/
 - ▶ usr/bin/
 - ▶ usr/lib/
 - ▶ usr/share/
 - ▶ usr/sbin/
 - ▶ THIS_IS_NOT_YOUR_ROOT_FILESYSTEM
 - ▶ ...
 - ▶ Le rootfs **cible**
 - ▶ Pas complètement prêt pour la cible: permissions, fichiers device, etc
 - ▶ Utilisé pour générer le rootfs final `images/`
 - ▶ Variable: `TARGET_DIR`



Build tree: output/images

- ▶ output/
 - ▶ images/
 - ▶ zImage
 - ▶ armada-370-mirabox.dtb
 - ▶ rootfs.tar
 - ▶ rootfs.ubi
 - ▶ Contient les images finales: kernel, bootloader, image(s) rootfs
 - ▶ Variable: `BINARIES_DIR`



Dessin issu d'une photographie de Samuel Blanc

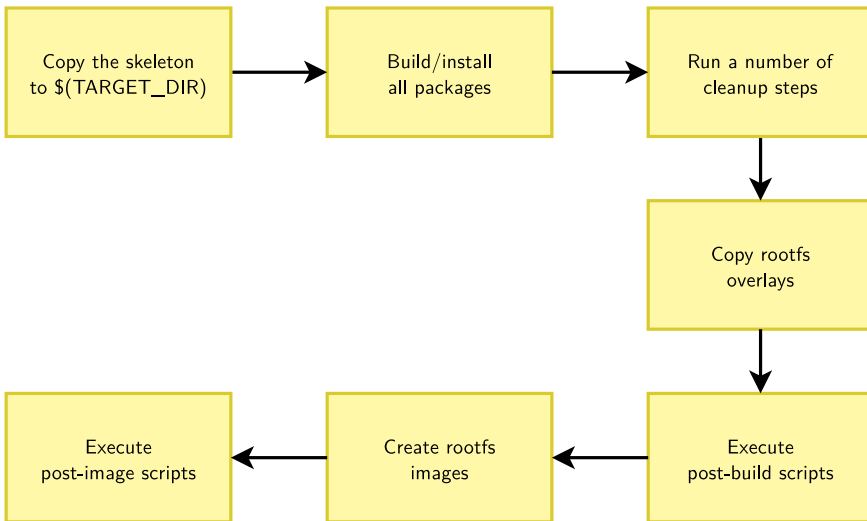
Root filesystem dans Buildroot

Mylène Josserand
josserand.mylene@gmail.com

© Copyright 2004-2019, Bootlin.
Creative Commons BY-SA 3.0 license.



Construction d'un rootfs





Root filesystem overlay

- ▶ **root filesystem overlay** : Permet de customiser le contenu du rootfs : ajout de config, scripts, répertoires, etc
- ▶ Un *root filesystem overlay* est un répertoire dont le contenu sera **copié au dessus du root filesystem**. Permet d'écraser des fichiers.
- ▶ Option `BR2_ROOTFS_OVERLAY` avec liste des chemins du rootfs overlay

```
$ grep ^BR2_ROOTFS_OVERLAY .config
BR2_ROOTFS_OVERLAY="board/myproject/rootfs-overlay"
$ ls -l board/myproject/rootfs-overlay
board/myproject/rootfs-overlay/etc/ssh/sshd_config
board/myproject/rootfs-overlay/etc/init.d/S99myapp
```



Scripts Post-build

- ▶ Parfois, le *root filesystem overlay* ne suffit pas → **scripts post-build**.
- ▶ Pour **customiser des fichiers existants**, **supprimer des fichiers** pour sauver de l'espace, etc
- ▶ Exécuté **avant** que l'image du rootfs soit créée
- ▶ `BR2_ROOTFS_POST_BUILD_SCRIPT` : liste du chemin de scripts
- ▶ Contient différents arguments



Script post-build: exemple

board/myproject/post-build.sh

```
#!/bin/sh
TARGET_DIR=$1
BOARD_DIR=board/myproject/

# Generate a file identifying the build (git commit and build date)
echo $(git describe) $(date +%Y-%m-%d-%H:%M:%S) > \
    $TARGET_DIR/etc/build-id

# Create /applog mountpoint, and adjust /etc/fstab
mkdir -p $TARGET_DIR/applog
grep -q "~/dev/mtdblock7" $TARGET_DIR/etc/fstab || \
    echo "/dev/mtdblock7\t\t/applog\tjffs2\tdefaults\t\t0\t0" >> \
    $TARGET_DIR/etc/fstab

# Remove unneeded files
rm -rf $TARGET_DIR/usr/share/icons/bar
```

Buildroot configuration

```
BR2_ROOTFS_POST_BUILD_SCRIPT="board/myproject/post-build.sh"
```



Scripts post-image

- ▶ Script `post-image` : Executé à **la fin** de la génération de l'image du rootfs
- ▶ Pour faire n'importe quelle action nécessaire en fin de build. Exemple:
 - ▶ Générer une image finale
 - ▶ Démarrer un processus de flashage
- ▶ `BR2_ROOTFS_POST_IMAGE_SCRIPT` : liste de *post-image* scripts



Déploiement des images

- ▶ Par défaut, Buildroot stocke les images dans `output/images`
- ▶ Déploiement doit être fait par l'utilisateur
- ▶ Si stockage amovible comme carte SD ou clef USB :
 - ▶ Création manuellement des partitions et extraction des composants
 - ▶ Utilisation d'un outil `genimage` pour tout gérer



Déploiement des images : genimage

- ▶ `genimage` : peut créer des image complètes pour des périphériques blocks (carte SD, clef USB, disque dur)
- ▶ Exemple commun avec 2 partitions : une partition FAT pour bootloader & kernel, une partition ext4 pour le root filesystem
- ▶ Il existe un script d'aide `support/scripts/genimage.sh`
- ▶ De plus en plus utilisé → Image toute prête



Déploiement des images: exemple genimage

genimage-raspberrypi.cfg

```
image boot.vfat {  
    vfat {  
        files = {  
            "bcm2708-rpi-b.dtb",  
            "rpi-firmware/bootcode.bin",  
            "rpi-firmware/cmdline.txt",  
            "zImage"  
            [...]  
        }  
    }  
}
```

```
image sdcard.img {  
    himage {  
    }  
    partition boot {  
        partition-type = 0xC  
        bootable = "true"  
        image = "boot.vfat"  
    }  
    partition rootfs {  
        partition-type = 0x83  
        image = "rootfs.ext4"  
    }  
}
```

defconfig

```
BR2_ROOTFS_POST_IMAGE_SCRIPT="support/scripts/genimage.sh"  
BR2_ROOTFS_POST_SCRIPT_ARGS="-c board/raspberrypi/genimage-raspberrypi.cfg"
```

flash

```
dd if=output/images/sdcard.img of=/dev/sdb
```

Merci de votre attention !
Questions ? Commentaires ?

Mylène Josserand — `josserand.mylene@gmail.com`

Slides under CC-BY-SA 3.0

© Copyright 2004-2019, Bootlin

<https://github.com/MyleneJ/cours-insa>