

MI11 TP1 Linux Embarqué

Jeanneau Louis, Schulster Alex

Printemps 2022

Table des matières

1	Travail préalable à la séance de TP							
	1.1	Carte Joy-Pi-Note	2					
	1.2	Stocker le noyau et le système de fichiers						
2	Prise en main de l'environnement Yocto							
	2.1	Contenu du dossier /opt/mill	2					
	2.2	Édition des fichiers de configuration	3					
	2.3	Comparaison taille VM						
3	Démarrer le noyau et le système de fichiers							
	3.1	Démarrage de la cible	4					
	3.2	Observation de la cible						
4	Ajout de paquets							
	4.1	Compilation	5					
	4.2	Installation						
5	Compilation manuelle du noyau							
	5.1	Configuration par défaut du noyau	6					
	5.2	Personnalisation du noyau						
	5.3	Résultat	6					
Δ	Log	de démarrage	8					

1 Travail préalable à la séance de TP

1.1 Carte Joy-Pi-Note

Le Joy-Pi-Note est un kit d'apprentissage informatique constitué d'un Raspberry Pi 4, ainsi que d'un boîtier bardé de périphériques d'entrée-sortie (écran, interrupteurs, LEDs, moteurs, etc).

La carte possède un processeur Broadcom BCM2711, basé sur l'architecture ARM (64 bits) et est cadencé à 1.5 GHz. Le Joy-Pi-Note embarque la version avec 4 GB de RAM.

1.2 Stocker le noyau et le système de fichiers

Il existe deux moyens de stocker le noyau et le système de fichiers nécessaires pour démarrer la carte :

- Sur un support de stockage tel qu'une clé USB ou une carte SD;
- Sur le réseau, stocké sur un autre ordinateur par exemple;

Le stockage sur le réseau est le plus simple dans notre cas de développement sur le noyau, car nous pouvons directement modifier les fichiers localement depuis notre machine principale.

2 Prise en main de l'environnement Yocto

2.1 Contenu du dossier /opt/mil1

On observe sur la VM le contenu des dossiers. Les sous-dossiers meta-raspberrypi, meta-joypinote et meta-mill contiennent pleins de fichiers qui permettent de paramétrer le build de Yocto avec les paramètres adaptés à notre configuration matérielle.

Le sous-dossier poky/build/conf contient quant à lui 3 fichiers textes de configuration de Yocto, comme illustré dand la Figure 1.

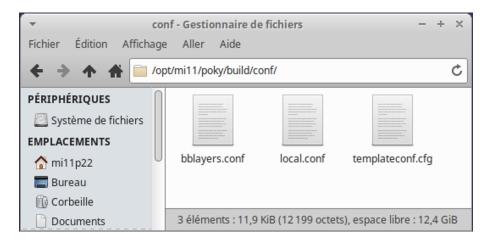


FIGURE 1 - Contenu du sous dossier poky/build/conf

2.2 Édition des fichiers de configuration

Dans le fichier bblayers.conf, nous avons ajouté l'import des 3 couches pour Yocto (Cf. Figure 2).

```
/opt/mi11/poky/build/conf/bblayers.conf - Mousepad — + ×
Fichier Édition Rechercher Affichage Document Aide

# POKY_BBLAYERS_CONF_VERSION is increased each time build/conf/bblayers.conf # changes incompatibly
POKY_BBLAYERS_CONF_VERSION = "2"

BBPATH = "${TOPDIR}"
BBFILES ?= ""

BBLAYERS ?= " \
    /opt/mi11/poky-dunfell-23.0.16/meta \
    /opt/mi11/poky-dunfell-23.0.16/meta-poky \
    /opt/mi11/poky-dunfell-23.0.16/meta-yocto-bsp \
    /opt/mi11/meta-raspberrypi \
    /opt/mi11/meta-joypinote \
    /opt/mi11/meta-mi11 \
    "
```

FIGURE 2 - Modification du fichier bblayers.conf

Dans local.conf, nous avons défini la variable MACHINE?='joypinote' afin que la compilation de l'image soit adaptée à notre cible (Cf. Figure 3).

```
# /opt/mi11/poky/build/conf/local.conf - Mousepad — + ×
Fichier Édition Rechercher Affichage Document Aide

# Lines starting with the '#' character are commented out and in some cases, # default values are provided as comments to show people example syntax. Eng # the option is a question of removing the # character and making any change # variable as required.

# Machine Selection

# You need to select a specific machine to target the build with. There are # of emulated machines available which can boot and run in the QEMU emulator

# MACHINE ?= "joypinote"

#MACHINE ?= "qemuarm64"

#MACHINE ?= "qemuarm64"

#MACHINE ?= "qemumips"

#MACHINE ?= "qemumips"

#MACHINE ?= "qemumips64"
```

FIGURE 3 - Choix de la machine dans local.conf

2.3 Comparaison taille VM

La taille du build résultant est d'environ 26 Mo. C'est bien plus petit que la taille de la VM Ubuntu sur laquelle nous travaillons (~10 Go). Cette différence peut s'expliquer par le fait le noyau que nous venons de compiler comporte beaucoup moins de fonctionnalités qu'Ubuntu (qui seraient inutiles pour une application embarquée) tels que les éléments graphiques où encore tous les packages et driver préinstallés.

3 Démarrer le noyau et le système de fichiers

3.1 Démarrage de la cible

En essayant de démarrer la cible, nous remarquons qu'il se passe déjà un certain nombre de choses à l'écran : Beaucoup de services parviennent à être chargé. La machine semble cependant bloquer pour le chargement des fichiers que nous avons compilés précédemment dans ce TP. Pour que le Joy-Pi-Note arrive à les récupérer par le réseau, il faut les placer dans le répertoire /tftpboot/serial_num/, où serial_num est le numéro de série de notre carte (ici fab61dcd).

Une fois ces fichiers bien placés, le Joy-Pi-Note parvient à les charger correctement, mais bute maintenant sur le chargement de l'OS. Il faut pour cela placer l'image de l'OS compilée à l'emplacement /tftpboot/rootfs.

La carte est maintenant capable de démarrer correctement avec un OS complet et fonctionnel. (Cf. Annexe A pour l'ensemble des logs de démarrage)

3.2 Observation de la cible

Afin de communiquer plus facilement avec la cible, nous décidons de communiquer par SSH plutôt que par le port série. Il nous faut pour cela récupérer son adresse IP. Il nous suffit de taper la commande "ip -a" dans le terminal série pour obtenir cette dernière : Ici, notre carte a pour adresse IP 192.168.0.122. Nous pouvons maintenant nous connecter en SSH avec la commande ssh 192.168.0.122@root.

On décide d'observer et d'analyser le contenu de certains directoires spécifiques. On commence avec /proc/devices qui est séparé en deux sections :

- character qui liste tous les éléments communiquant charactère par charactère (tel que le terminal, les ports séries...);
- blocl qui contient les éléments de stockage par bloc comme un périphérique USB;

Ci-dessous le résultat obtenu dans le terminal :

```
root@joypinote:/proc# cat devices
Character devices:
                                                                                                            189 usb_device
204 ttyAMA
                                                                                                           204 ttyAMA

226 drm

245 vchiq

246 vcsm

247 bcm2835—gpiomem

248 vcio
    \begin{array}{cc} 1 \ \mathrm{mem} \\ 4 \ /\mathrm{dev/vc/0} \end{array}
   4 /dev/vc/0
4 tty
5 /dev/tty
5 /dev/console
5 /dev/ptmx
5 ttyprintk
7 vcs
10 misc
                                                                                                            249 vc-mem
                                                                                                            250 bsg
                                                                                                                                                                                                                         130 sd
                                                                                                            251 watchdog
252 iio
                                                                                                                                                                                                                        131 sd
  10 misc
                                                                                                           254 gpiochip
  13 input
  29 fb
128 ptm
136 pts
153 spi
162 raw
                                                                                                           Block devices:
                                                                                                                1 ramdisk
7 loop
8 sd
```

On se penche maintenant sur les directoires contenant les fichiers binaires compilés : /bin, /sbin, /usr/bin et /usr/sbin. On remarque que beaucoup d'éléments sont des liens vers busybox, qui permet de rassembler un grand nombre d'utilitaires Linux en un unique fichier exécutable.

4 Ajout de paquets

4.1 Compilation

On utilise la commande bitbake nano pour compiler le paquet nano. Les objets compilés sont regroupés dans le répertoir /opt/mi11/poky/build/tmp/deploy/ipk. Celui-ci est structuré en sous-répertoire (un par cible). Ainsi, le paquet nano se trouve dans le sous-répertoire cortexa7t2hf-neon-vfpv4/ (qui correspond au processeur présent sur le Raspbessy Pie). Le fichier compilé est nano_2.2.5-r3.0_cortexa7t2hf-neon-vfpv4.ipk.

Le noyau quant à lui se trouve dans le sous-répertoire /joypinote car il est spécifique à l'ensemble du système (et pas seulement au processeur).

On remarque que le paquet nano contient différents composants :

- dev;
- dbg (debug);
- doc;
- différentes versions pour proposer plusieurs langues;

4.2 Installation

On déplace le fichier nano compilé sur le système de fichier de la cible. Ensuite, directement sur la cible (via SSH par exemple) on tente d'installer nano avec le gestionnaire de paquet de la cible avec la commande opkg install paquet_compilé.ipk. On remarque cependant que l'installation échoue, car le gestionnaire de paquets ne parvient pas à utiliser les dépendances de nano. Plusieurs solutions s'offrent alors à nous :

- Ne pas installer nano (solution proposée par opkg), radicale, mais efficace;
- Compiler puis installer une à une les dépendances à la main, mais ce processus serait long et fastidieux (sans compter le fait que les dépendances peuvent elles-mêmes avoir des dépendances);
- Se connecter à un serveur contenant tous les paquets, nécessitant l'accès à internet;

Nous choisissons la troisième option pour des raisons pratiques évidentes. Nous modifions donc le fichier de configuration de opkg situé à l'adresse /etc/opkg/opkg.conf. Nous ajoutons les deux lignes suivantes :

```
src/gz cortexa7t2hf-neon-vfpv4 http://192.168.0.1/cortexa7t2hf-neon-vfpv4
src/gz joypinote http://192.168.0.1/joypinote
```

Nous pouvons maintenant mettre à jour opkg et installer nano depuis le serveur avec les commandes :

```
opkg update
opkg install nano
```

5 Compilation manuelle du noyau

5.1 Configuration par défaut du noyau

On souhaite faire clignoter une LED sur la carte. On tente pour cela de la contrôler en modifiant le fichier /sys/class/leds/<nom_led>/brightness à l'aide de la commande suivante :

echo 1 > /sys/class/leds/nom led/brightness

Cette commande n'aboutit pas, car les LEDs n'ont pas été activée dans le noyau (le dossier /sys/class/leds ne contient rien). Nous allons donc le recompiler manuellement en changeant quelques paramètres. Il nous faut tout d'abord activer la chaîne de compilation croisée avec la commande fournie dans le sujet du TP.

Ce fichier sert à définir à certain nombre de variables qui permettront au Makefile de compiler un fichier image adapté à l'architecture de la cible. On remarque par ailleurs que le préfixe du fichier à charger est cortexa7t2hf, soit le modèle du processeur du Raspberry Pie 3.

Afin d'obtenir la liste des configurations par défaut de compilation du noyau, on effectue la commande make help dans le répertoire /opt/mill/linux-raspberrypi. On observe alors qu'il existe une condfiguration par défaut pour le Joy-Pi-Note, appelée joypinote_def_config. On lance la compilation du noyau avec cette configuration avec la commande make joypinote_def_config.

5.2 Personnalisation du noyau

Ensuite, on lance la personnalisation du noyau (make menuconfig) afin d'activer les options nécessaires pour pouvoir contrôler les LEDs. Le menu illustré en Figure 4 apparait alors à l'écran.

Nous activons donc l'option Device Drivers \Rightarrow LED Support \Rightarrow LED support for GPIO connected. On peut soit l'activer de façon permanente, soit en tant que module si l'on souhaite pouvoir l'activer / désactiver plus facilement plus tard pour des raisons d'optimisation. Ici, nous l'activerons de façon permanente avec l'option Y.

Ensuite, on ajoute dans le device tree la définition des LED 5 et 6 de la carte selon la méthode indiquée dans le sujet, puis on lance la compilation.

5.3 Résultat

Le résultat de notre compilation se trouve dans le sous-dossier arch/arm/boot/. On observe en particulier le fichier image zImage et le device tree dts (Cf. Figure 5).

On place alors l'image et le device tree dans le dossier serial_num/fab61dcd/. Pour s'assurer que le Raspberry Pie utilise bien cette nouvelle image, on regarde lors du démarrage de celui-ci la date de compilation du noyau utilisé. Dans notre cas, le premier noyau était compilé aux alentours de 9 h, contre 11 h pour celui personnalisé. On a ainsi pu vérifier le bon chargement de notre nouveau noyau.

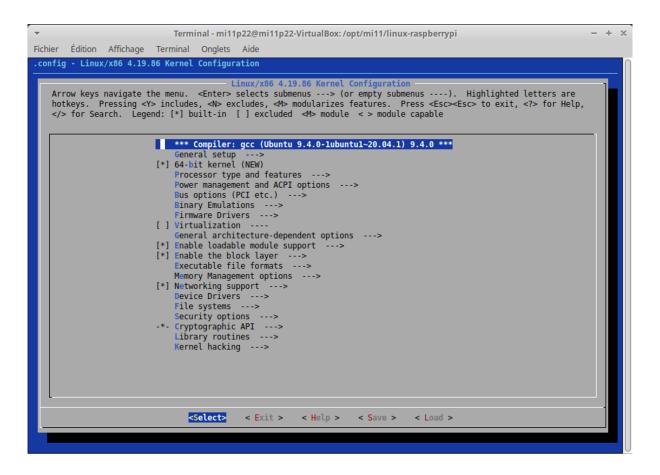


FIGURE 4 – Menu de configuration du noyau

```
nillp22@millp22-VirtualBox:/opt/mill/linux-raspberrypi/arch/arm/boot$ ls
total 14564
drwxrwxr-x 2 millp22 millp22
                                  4096 mai
                                              8 22:28 bootp
drwxrwxr-x 2 millp22 millp22
                                  4096 mai
                                             11 11:52 compressed
                                              8 22:28 deflate xip data.sh
-rwxrwxr-x 1 millp22 millp22
                                  1805 mai
drwxrwxr-x 3 millp22 millp22
                                90112 mai
                                             11 12:12 dts
-rwxrwxr-x 1 millp22 millp22 17327244 mai
                                             11 11:52 Image
                                  1648 mai
 rw-rw-r-- 1 millp22 millp22
                                              8 22:28 install.sh
 rw-rw-r-- 1 millp22 millp22
                                              8 22:28 Makefile
                                  3128 mai
 rwxrwxr-x 1 millp22 millp22
                              4586448 mai
                                                11:52 zImage
```

Figure 5 – Résultat de la compilation du noyau

On peut maintenant effectuer de nouveau la commande d'activation des LEDs:

echo 1 > /sys/class/leds/led 5/brightness

Et on constate que la LED sur la carte s'allume en réaction à cette commande.

Afin d'ajouter un *trigger* sur une LED, il suffit d'ajouter le nom du trigger dans le fichier trigger de cette LED avec la commande :

echo <nom du trigger> > /sys/class/leds/<nom led>/trigger

Schulster

55 DHCP src: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1

56 YI ADDR 192.168.0.122

Log de démarrage

```
1 RPi: BOOTLOADER release VERSION:507b2360 DATE: 2022/04/26 TIME: 11:24:28 BOOTMODE:
         0x00000006 part: 0 BUILD TIMESTAMP=1650968668 0xfab61dcd 0x00b03114 0x0005c63a
 2 PM BSTS: 0x00001000
 3 part 00000000 reset_info 00000000
 4 uSD voltage 3.3V
 5 Initialising SDRAM 'Samsung' 16Gb x1 total-size: 16 Gbit 3200
 6 DDR 3200 0 0 16 152
 9 xHC ver: 256 HCS: 05000420 fc000031 00e70004 HCC: 002841eb
10 USBSTS 11
11 xHC ver: 256 HCS: 05000420 fc000031 00e70004 HCC: 002841eb
12 xHC ports 5 slots 32 intrs 4
13 Boot mode: SD (01) order f2
14 USB2[1] 400202e1 connected
15 USB2 root HUB port 1 init
16 DEV [01:00] 2.16 0000000:01 class 9 VID 2109 PID 3431
17 HUB init [01:00] 2.16 000000:01
18 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x00000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
19 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x00000f00 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
20 EMMC
21 SD retry 1 oc 0
22 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
24 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x00000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
26 SD retry 3 oc 0
27 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
28 SD CMD: 0x371a0010 (55) 0x0 0x1fff0001
29 Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
31 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
32 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x000000f00 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
33 EMMC
34 SD retry 1 oc 0
35 SD HOŠT: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
36 SD retry 2 oc 0
37 SD HOŠT: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
38 SDV1
39 SD retry 3 oc 0
40 SD HOST: 250000000 CTL0: 0x000000000 BUS: 200000 Hz actual: 200000 HZ div: 1250 (625) status:
         0x1fff0000 delay: 540
41 SD CMD: 0x371a0010 (55) 0x0 0x1fff0001
42 Failed to open device: 'sdcard' (cmd 371a0010 status 1fff0001)
43 Boot mode: NETWORK (02) order f
44 GENET: RESET PHY 0
45 CTL 1140 PHY ID 600d 84a2
46 MII_CONTROL 1140
47 MII APD 0001 SCTL3 0001
49 NET_BOOT: e4:5f:01:07:de:02 wait for link TFTP: 0.0.0.0
50 LINK STATUS: speed: 100 full duplex
51 Link ready
52 GENET START: 64 16 32
53 GENET: UMAC START 0xe45f0107 0xde020000
54 RX: 0 IP: 0 IPV4: 0 MAC: 0 UDP: 0 UDP RECV: 0 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
```

```
57 OPTIONS:-
     op: 53 len: 1 DHCP recv OFFER (2) expect OFFER
      op: 54 len: 4 192.168.0.1
60
      op: 51 len: 4
     op: 1 len: 4 255.255.255.0
61
     op: 66 len: 11 192.168.0.1[66]: 192.168.0.1
64 NET 192.168.0.122 255.255.255.0 gw 0.0.0.0 tftp 192.168.0.1
65 ARP 192.168.0.1 08:00:27:2a:be:09
66\ \mathrm{NET}\ 192.168.0.122\ 255.255.255.0\ \mathrm{gw}\ 0.0.0.0\ \mathrm{tftp}\ 192.168.0.1
67 RX: 2 IP: 0 IPV4: 1 MAC: 1 UDP: 1 UDP RECV: 1 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
68 DHCP src: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1
69 YI ADDR 192.168.0.122
70 OPTIONS:-
     op: 53 len: 1 DHCP recv ACK (5) expect ACK
      op: 54 len: 4 192.168.0.1
      op: 51 len: 4
      op: 1 len: 4 255.255.255.0
      op: 66 len: 11 192.168.0.1[66]: 192.168.0.1
77 TFTP_GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/start4.elf
79 RX: 3 IP: 0 IPV4: 2 MAC: 2 UDP: 2 UDP RECV: 2 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
80 RX: 4 IP: 0 IPV4: 3 MAC: 3 UDP: 3 UDP RECV: 3 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0 81 TFTP_GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/config.txt
83 RX: 4 IP: 0 IPV4: 3 MAC: 3 UDP: 3 UDP RECV: 3 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
84 TFTP: complete 87
85 RX: 6 IP: 0 IPV4: 5 MAC: 5 UDP: 5 UDP RECV: 5 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
86 Read fab61dcd/config.txt bytes 87 hnd 0x0
87 TFTP_GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/pieeprom.sig
89 RX: 6 IP: 0 IPV4: 5 MAC: 5 UDP: 5 UDP RECV: 5 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
90 TFTP 1: File not found
91 RX: 7 IP: 0 IPV4: 6 MAC: 6 UDP: 6 UDP RECV: 6 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
92 Read fab61dcd/pieeprom.upd failed
93 TFTP_GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/recover4.elf
95 RX: 7 IP: 0 IPV4: 6 MAC: 6 UDP: 6 UDP RECV: 6 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
96 TFTP 1: File not found
97 RX: 8 IP: 0 IPV4: 7 MAC: 7 UDP: 7 UDP RECV: 7 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
98 Read fab61dcd/recover4.elf failed
99 TFTP_GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/recovery.elf
101 RX: 8 IP: 0 IPV4: 7 MAC: 7 UDP: 7 UDP RECV: 7 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
102 TFTP 1: File not found
103 RX: 9 IP: 0 IPV4: 8 MAC: 8 UDP: 8 UDP RECV: 8 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
104 Read fab61dcd/recovery.elf failed
105 TFTP GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/start4.elf
107 RX: 9 IP: 0 IPV4: 8 MAC: 8 UDP: 8 UDP RECV: 8 IP_CSUM_ERR: 0 UDP_CSUM_ERR: 0
108 HDMI0 edid block 0 offset 0
109 00 ffffffffff004a8b3b2a01010101
110 17150103803c2278ea1ec5ae4f34b126
111 0e5054a54b008180a940d1c0714f0101
112 01010101010111a36801871382d40582c
113 450055502100001e000000ff004a3235
114 374d3936423030464c0a000000fc0052
115 544b204648440a2020202020000000fd
116 00384c1e5111000a20202020202001a7
117 HDMI0 edid block 1 offset 128
118 020329f15090050403020716011f1213
119 14201511062309070767030c00100038
120 2d83010000e30503011a36801871382d
121 40582c450006442100001e011d801871
122 1c1620582c250006442100009e011d00
123 7251d01e206e28550006442100001e8c
```

124 0ad08a20e02d10103e96000644210000

Schulster

```
0.0000001
                                                                                                                                                             .data : 0x(ptrval) - 0x(ptrval) ( 572 kB)
.bss : 0x(ptrval) - 0x(ptrval) ( 788 kB)
                                                                                                                                          0.0000001
127 TFTP: complete 2229120
                                                                                                                                          0.000000] SLUB: HWalign=64, Order=0-3, MinObjects=0, CPUs=1, Nodes=1
128 RX: 139 IP: 0 IPV4: 138 MAC: 138 UDP: 138 UDP RECV: 138 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
                                                                                                                                          0.000000] ftrace: allocating 24886 entries in 73 pages
129 Read fab61dcd/start4.elf bytes 2229120 hnd 0x0
                                                                                                                                          0.000000] NR_IRQS: 16, nr_irqs: 16, preallocated irqs: 16
130 TFTP GET: 08:00:27:2a:be:09 192.168.0.1 fab61dcd/fixup4.dat
                                                                                                                                194
                                                                                                                                          0.000000] GIC: Using split EOI/Deactivate mode
                                                                                                                                          0.000000] arch_timer: cp15 timer(s) running at 54.00MHz (phys).
132 RX: 139 IP: 0 IPV4: 138 MAC: 138 UDP: 138 UDP RECV: 138 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
                                                                                                                                          0.000000] clocksource: arch_sys_counter: mask: 0 xfffffffffffff max_cycles: 0xc743ce346,
133 TFTP 1: File not found
                                                                                                                                           max idle ns: 440795203123 ns
134 RX: 140 IP: 0 IPV4: 139 MAC: 139 UDP: 139 UDP RECV: 139 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
                                                                                                                                          0.000004] sched_clock: 56 bits at 54MHz, resolution 18ns, wraps every 4398046511102ns
135 Read fab61dcd/fixup4.dat failed
                                                                                                                                          0.000019] Switching to timer-based delay loop, resolution 18ns
136 Missing/empty 'fixup4.dat' continuing
                                                                                                                               199
                                                                                                                                          0.000231 Console: colour dummy device 80x30
137 Firmware: 7d9a298cda813f747b51fe17e1e417e7bf5ca94d May 27 2021 14:02:15
                                                                                                                               200
                                                                                                                                          0.000875] console [tty1] enabled
138 0x00b03114 0x00000000 0x0000000ff
                                                                                                                                          0.000921 Calibrating delay loop (skipped), value calculated using timer frequency.. 108.00 BogoMIPS
139 MEM GPU: 76 ARM: 948 TOTAL: 1024
                                                                                                                                            (lpj=540000)
                                                                                                                                          0.000959] pid max: default: 32768 minimum: 301
140 Starting start4.elf @ 0xcec00200 partition -1
141 Stopping network
                                                                                                                                          0.001206 Mount—cache hash table entries: 1024 (order: 0, 4096 bytes)
142 RX: 140 IP: 0 IPV4: 139 MAC: 139 UDP: 139 UDP RECV: 139 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
                                                                                                                                          0.001232 Mountpoint—cache hash table entries: 1024 (order: 0, 4096 bytes)
143 RX: 140 IP: 0 IPV4: 139 MAC: 139 UDP: 139 UDP RECV: 139 IP CSUM ERR: 0 UDP CSUM ERR: 0
                                                                                                                                          0.001707 CPU: Testing write buffer coherency: ok
                                                                                                                                          0.002171 Setting up static identity map for 0x200000 - 0x20003c
145 XHCI-STOP
                                                                                                                                          0.002812 devtmpfs: initialized
146 xHC ver: 256 HCS: 05000420 fc000031 00e70004 HCC: 002841eb
                                                                                                                                          0.012144 VFP support v0.3: implementor 41 architecture 3 part 40 variant 8 rev 0
                                                                                                                                          0.012311 clocksource: jiffies: mask: 0 xffffffff max_cycles: 0 xffffffff , max_idle_ns:
147 USBSTS 18
                                                                                                                               209
148 +
                                                                                                                                           19112604462750000 ns
                                                                                                                                          0.012346] futex hash table entries: 256 (order: -1, 3072 bytes)
149
          0.000000] Booting Linux on physical CPU 0x0
150
          0.0000000 Linux version 4.19.86 (oe-user@oe-host) (gcc version 9.3.0 (GCC)) #1 Sun May 8 19:50:40 211
                                                                                                                                          0.013992] pinctrl core: initialized pinctrl subsystem
                                                                                                                                          0.014588 NET: Registered protocol family 16
          0.000000] CPU: ARMv7 Processor [410fd083] revision 3 (ARMv7), cr=30c5383d
                                                                                                                                          0.016691 DMA: preallocated 1024 KiB pool for atomic coherent allocations
          0.000000] CPU: div instructions available: patching division code
                                                                                                                                          0.017732 hw-breakpoint: found 5 (+1 reserved) breakpoint and 4 watchpoint registers.
          0.000000] CPU: PIPT / VIPT nonaliasing data cache, PIPT instruction cache
                                                                                                                                          0.017760] hw-breakpoint: maximum watchpoint size is 8 bytes.
          0.000000] OF: fdt: Machine model: Raspberry Pi 4 Model B Rev 1.4
                                                                                                                                          0.017929 Serial: AMBA PL011 UART driver
                                                                                                                               216
          0.000000] Memory policy: Data cache writeback
                                                                                                                                          0.020428 bcm2835-mbox fe00b880.mailbox: mailbox enabled
          0.000000] cma: Reserved 64 MiB at 0x000000003c00000
                                                                                                                                          0.032827 bcm2835-dma fe007000.dma: DMA legacy API manager at (ptrval), dmachans=0x1
                                                                                                                               218
          0.000000] ----- cut here ]-----
                                                                                                                                          0.034132 vgaarb: loaded
                                                                                                                               219
          0.0000000] WARNING: CPU: 0 PID: 0 at arch/arm/kernel/devtree.c:155
                                                                                                                                          0.034425 SCSI subsystem initialized
158
                                                                                                                               220
            arm dt init cpu maps+0x15c/0x1bc
                                                                                                                                          0.034601] usbcore: registered new interface driver usbfs
                                                                                                                               221
159
          0.000000] DT /cpu \overline{2} nodes greater than max cores 1, capping them
                                                                                                                               222
                                                                                                                                          0.034657 usbcore: registered new interface driver hub
                                                                                                                                          0.034728] usbcore: registered new device driver usb
          0.0000001 Modules linked in:
          0.000000] CPU: 0 PID: 0 Comm: swapper Not tainted 4.19.86 #1
                                                                                                                               224
                                                                                                                                         0.049974] raspberrypi-firmware soc:firmware: Attached to firmware from 2021-05-27 14:02, variant
          0.0000000 Hardware name: BCM2835
          0.0000000 [<c02110f4>] (unwind backtrace) from [<c020cf08>] (show stack+0x20/0x24)
                                                                                                                                          0.059981] raspberrypi-firmware soc:firmware: Firmware hash is
                     | \( \co2011014 \rightarrow \) \( \text{unwfind_backtrace} \) \( \text{infin} \) \( \co2011014 \rightarrow \) \( \text{unwm_stack} \) \( \text{var} \) \( \co2011014 \rightarrow \) \( \text{unwm_stack} \) \( \text{var} \) \( \te
                                                                                                                                           7d9a298cda813f747b51fe17e1e417e7bf5ca94d
          0.0000000
                                                                                                                               226
                                                                                                                                          0.071018] clocksource: Switched to clocksource arch sys counter
          0.0000001
                                                                                                                               227
                                                                                                                                          0.112849 VFS: Disk quotas dquot 6.6.0
166
          0.0000000] [<c021f58c>] (warn slowpath fmt) from [<c0e055c0>]
                                                                                                                                          0.112918 VFS: Dquot-cache hash table entries: 1024 (order 0, 4096 bytes)
                                                                                                                               228
                                                                                                                                          0.113070 FS-Cache: Loaded
           (arm dt init cpu maps+0x15c/0x1bc)
168
          230
                                                                                                                                          0.113220 CacheFiles: Loaded
                                                                                                                                          0.119456 NET: Registered protocol family 2
169
          0.000000] [<c0e00bd4>] (start_kernel) from [<000000000>] ( (null))
                                                                                                                                          0.119957 tcp listen portaddr hash table entries: 512 (order: 0, 4096 bytes)
                                                                                                                                          0.119994 TCP established hash table entries: 1024 (order: 0, 4096 bytes)
          0.000000] random: get_random_bytes called from print_oops_end_marker+0x34/0x5c with
                                                                                                                                          0.120024 TCP bind hash table entries: 1024 (order: 0, 4096 bytes)
           crng init=0
          0.000000] ---[ end trace 0000000000000000 ]---
172
                                                                                                                                          0.120051] TCP: Hash tables configured (established 1024 bind 1024)
          0.000000] CPU: All CPU(s) started in HYP mode.
                                                                                                                                          0.120152 UDP hash table entries: 256 (order: 0, 4096 bytes)
                                                                                                                               236
                                                                                                                                          0.120179 UDP-Lite hash table entries: 256 (order: 0. 4096 bytes)
          0.0000001 CPU: Virtualization extensions available.
          0.000000] Built 1 zonelists, mobility grouping on. Total pages: 294656
175
176
                                                                                                                                          0.120313 NET: Registered protocol family 1
                                                                                                                               238
          0.0000000] Kernel command line: coherent_pool=1M 8250.nr_uarts=1 cma=64M
                                                                                                                                          0.120694 RPC: Registered named UNIX socket transport module.
            bcm2708 fb.fbwidth=1920 bcm2708 fb.fbheight=1080 bcm2708 fb.fbswap=1
                                                                                                                                          0.120717 RPC: Registered udp transport module.
            smsc95xx.macaddr = E4:5F:01:07:DE:02\ vc\_mem.mem\_base = 0xec00000
                                                                                                                                          0.120736] RPC: Registered tcp transport module.
            vc_mem.mem_size=0x10000000 console=ttyS0,115200 console=tty1 root=/dev/nfs
                                                                                                                                          0.120755] RPC: Registered tcp NFSv4.1 backchannel transport module.
            nfsroot=192.168.0.1:/tftpboot/rootfs.vers=3 rw ip=dhcp rootwait elevator=deadline splash
                                                                                                                                          0.122957 Initialise system trusted keyrings
            plymouth.ignore—serial—consoles dwc_otg.fiq_enable=0 dwc_otg.fiq_fsm_enable=0
                                                                                                                                          0.123087] workingset: timestamp_bits=30 max_order=19 bucket_order=0
                                                                                                                               244
            dwc_otg.nak_holdoff=0 isolcpus=0,1
                                                                                                                                         0.129460 FS-Cache: Netfs 'nfs' registered for caching
          0.0000000] Dentry cache hash table entries: 16384 (order: 4, 65536 bytes)
                                                                                                                               246
                                                                                                                                          0.129937 NFS: Registering the id_resolver key type
          0.000000] Inode—cache hash table entries: 8192 (order: 3, 32768 bytes)
                                                                                                                                          0.129968 Key type id resolver registered
          0.000000] Memory: 1088736K/1179648K available (8192K kernel code, 571K rwdata, 2184K rodata,
179
                                                                                                                               248
                                                                                                                                          0.129988] Key type id_legacy registered
           2048K init, 787K bss, 25376K reserved, 65536K cma-reserved, 1048576K highmem)
                                                                                                                                          0.130015] nfs4filelayout_init: NFSv4 File Layout Driver Registering...
                                                                                                                               249
180
          0.000000] Virtual kernel memory layout:
                                                                                                                                          0.131565 Key type asymmetric registered
                          vector : 0xffff0000 - 0xffff1000 ( 4 kB)
181
          0.0000001
                                                                                                                                          0.131588] Asymmetric key parser 'x509' registered
182
          0.0000001
                          fixmap : 0xffc00000 - 0xfff00000 (3072 kB)
                                                                                                                                          0.131702 bounce: pool size: 64 pages
183
          0.0000001
                          vmalloc: 0xc8800000 - 0xff800000 ( 880 MB)
                                                                                                                                          0.131748 Block layer SCSI generic (bsg) driver version 0.4 loaded (major 250)
184
          0.0000001
                          lowmem: 0xc0000000 - 0xc8000000 ( 128 MB)
                                                                                                                               254
                                                                                                                                          0.131774] io scheduler noop registered
                          pkmap : 0xbfe00000 - 0xc0000000 ( 2 MB)
185
          0.000000
                                                                                                                                          0.131793 io scheduler deadline registered (default)
                          modules : 0xbf000000 - 0xbfe00000 ( 14 MB)
186
          0.0000000
                                                                                                                               256
                                                                                                                                          0.131927 io scheduler cfq registered
187
          0.000000
                            .text : 0x(ptrval) - 0x(ptrval) (10208 kB)
                                                                                                                               257
                                                                                                                                         0.131947 io scheduler mq-deadline registered (default)
188
          0.0000000
                            . init : 0x(ptrval) - 0x(ptrval) (2048 kB)
                                                                                                                                         0.131967 io scheduler kyber registered
```

	259	0.134591	brcm-pcie fd500000.pcie: could not get clock	319	[1.9	08575]	brcmstb thermal fd5d2200.thermal: registered AVS TMON of—sensor driver
	260		brcm-pcie fd500000.pcie: host bridge /scb/pcie@7d500000 ranges:	320	2.1	.388431	random: fast init done
	261		brcm-pcie fd500000.pcie: MEM 0x6000000000x603ffffff -> 0xf8000000	321			of_cfs_init
	262		brcm-pcie fd500000.pcie: link up, 5.0 Gbps x1 (!SSC)	322			of_cfs_init: OK
	263		brcm—pcie fd500000.pcie: PCI host bridge to bus 0000:00	323			bcmgenet: Skipping UMAC reset
	264		pci_bus 0000:00: root bus resource [bus 00-01]	324			bcmgenet fd580000.genet: configuring instance for external RGMII (no delay)
	265		pci_bus 0000:00: root bus resource [mem 0x600000000-0x603ffffff] (bus address	325			beingenet fd580000, genet eth0: Link is Down
	200 [000 – 0xfbffffff)	326			bcmgenet fd580000.genet eth0: Link is Up - 100Mbps/Full - flow control rx/tx
	266		PCI: bus0: Fast back to back transfers disabled	327			Sending DHCP requests OK
	267		pci 0000:00:00.0: bridge configuration invalid ([bus 00-00]), reconfiguring	328			IP—Config: Got DHCP answer from 192.168.0.1, my address is 192.168.0.122
	268		PCI: bus1: Fast back to back transfers disabled	329			
							IP—Config: Complete:
	269 [pci 0000:00:00.0: BAR 8: assigned [mem 0x600000000-0x6000fffff]	330 [554092]	
	270 [pci 0000:01:00.0: BAR 0: assigned [mem 0x600000000-0x6000000fff 64bit]	004			5.255.255.255
	271 [pci 0000:00:00.0: PCI bridge to [bus 01]	331 [67507]	
	272		pci 0000:00:00.0: bridge window [mem 0x600000000-0x6000fffff]	332		76276]	
	273		pcieport $0000:00:00.0$: enabling device $(0140 -> 0142)$	333		76285]	
	274		pcieport 0000:00:00.0: Signaling PME with IRQ 54	334			VFS: Mounted root (nfs filesystem) on device 0:15.
	275 [pcieport 0000:00:00.0: AER enabled with IRQ 54	335			devtmpfs: mounted
	276 [bcm2708_fb soc:fb: FB found 1 display(s)	336			Freeing unused kernel memory: 2048K
	277 [Console: switching to colour frame buffer device 240x67	337			Run /sbin/init as init process
	278 [bcm2708_fb soc:fb: Registered framebuffer for display 0, size 1920x1080	338			udevd[90]: starting version 3.2.9
	279 [Serial: 8250/16550 driver, 1 ports, IRQ sharing enabled	339			random: udevd: uninitialized urandom read (16 bytes read)
	280 [iproc-rng200 fe104000.rng: hwrng registered	340 [random: udevd: uninitialized urandom read (16 bytes read)
	281 [vc-mem: phys_addr:0x000000000 mem_base=0x0ec00000 mem_size:0x10000000(256 MiB)	341 [random: udevd: uninitialized urandom read (16 bytes read)
	282 [vc—sm: Videocore shared memory driver	342 [udevd[91]: starting eudev-3.2.9
	283 [gpiomem—bcm2835 fe200000.gpiomem: Initialised: Registers at 0xfe200000	343 [vc_sm_cma: module is from the staging directory, the quality is unknown, you have been
	284 [brd: module loaded			varned.	
	285 [loop: module loaded	344			bcm2835_vc_sm_cma_probe: Videocore shared memory driver
	286 [0.262319	spi-bcm2835 fe204000.spi: could not get clk: -517	345 [[7.1	.98677]	[vc_sm_connected_init]: start
	287 [0.263579	libphy: Fixed MDIO Bus: probed	346 [[7.2	[72262]	[vc_sm_connected_init]: installed successfully
	288 [bcmgenet fd580000.genet: failed to get enet clock	347 I			34:56 UTC 2018
3	289 [0.264043	bcmgenet fd580000.genet: GENET 5.0 EPHY: 0x0000	348 [[8.5	64597	urandom_read: 1 callbacks suppressed
1	290 [0.264111	bcmgenet fd580000.genet: failed to get enet-wol clock	349	[8.5	64604	random: dd: uninitialized urandom read (512 bytes read)
_	291 [0.264182	bcmgenet fd580000.genet: failed to get enet—eee clock	350 A	ALSA: 1	Restori	ing mixer settings
	292 [0.264261	bcmgenet: Skipping UMAC reset	351 /	/usr/sb	in/alsa	actl: load_state:1735: No soundcards found
i	293 [0.264505	unimac-mdio unimac-mdio19: DMA mask not set	352 I	INIT: E	ntering	g runlevel: 5
5	294 [0.281049	libphy: bcmgenet MII bus: probed	353 C	Configu	ring ne	etwork interfaces ip: RTNETLINK answers: File exists
_	295 [0.321464	unimac-mdio unimac-mdio19: Broadcom UniMAC MDIO bus at 0x(ptrval)	354 i	ifup ski	pped f	or nfsroot interface eth0
<u>/2</u>	296 [0.322442	usbcore: registered new interface driver uas	355 r	run-pa	rts: /et	tc/network/if-pre-up.d/nfsroot: exit status 1
	297 [0.322543	usbcore: registered new interface driver usb-storage	356 S	Starting	syste	m message bus: [9.213016] random: dbus—daemon: uninitialized urandom read (12 bytes
	298 [0.322740]	mousedev: PS/2 mouse device common for all mice		r	ead)	
2	299 [0.324355]	bcm2835-wdt bcm2835-wdt: Broadcom BCM2835 watchdog timer	357 [[9.2	246108	random: dbus-daemon: uninitialized urandom read (12 bytes read)
5	300 [0.325180	ledtrig—cpu: registered to indicate activity on CPUs	358 d	dbus.		
	301 [vchiq: vchiq_init_state: slot_zero = (ptrval), is_master = 0				bear SSH server: dropbear.
	302 [[vc_sm_connected_init]: start				nd daemondone.
5	303 [0.333203	[vc_sm_connected_init]: end - returning 0	361 8	Starting	g advar	nced power management daemon: No APM support in kernel
٤	304 [0.334139	Initializing XFRM netlink socket	362 ((failed.	.)	
	305 [0.334209	NET: Registered protocol family 17	363 S	Starting	g bluet	booth: bluetoothd.
	306 [0.334315	Key type dns_resolver registered	364 \$	Starting	syslog	gd/klogd: done
	307 [0.335065	registered taskstats version 1	365 [[9.7	90049]	random: crng init done
	308 [0.335123	Loading compiled—in X.509 certificates	366			random: 1 urandom warning(s) missed due to ratelimiting
	309	0.340343	uart-pl011 fe201000.serial: cts_event_workaround enabled	367	* Start	ting Av	vahi mDNS/DNS-SD Daemon: avahi-daemon
	310	0.342980	fe201000. serial: ttyAMA0 at MMIO 0xfe201000 (irq = 34, base_baud = 0) is a PL011 rev2	368	de	one.	
	311 [console [ttyS0] disabled				phony daemon
	312		fe215040. serial: ttyS0 at MMIO 0x0 (irq = 37, base_baud = 62500000) is a 16550				x NFC daemon
	313		console [ttyS0] enabled	371			
	314		bcm2835-power bcm2835-power: Broadcom BCM2835 power domains driver	372 I	Poky (Y	octo P	Project Reference Distro) 3.1.16 joypinote /dev/ttyS0
	315		mcp320x spi0.1: spi0.1 supply vref not found, using dummy regulator	373			
	316		mcp320x spi0.1: Linked as a consumer to regulator.0		joypinot	te logii	n:
	317		input: joypinote_keypad as /devices/platform/joypinote_keypad/input/input0	-			
	318	1.895562	input: joypinote_joystick as /devices/platform/joypinote_joystick/input/input1				