



Démarrage et récupération des plateformes ARM

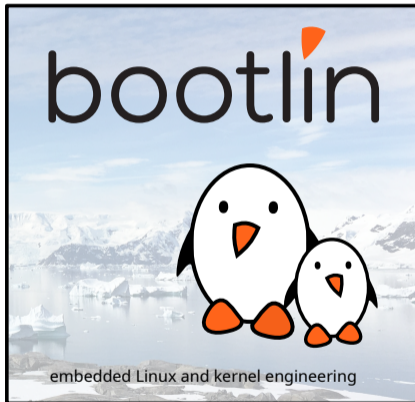
Romain Gantois

romain.gantois@bootlin.com

© Copyright 2004-2023, Bootlin.

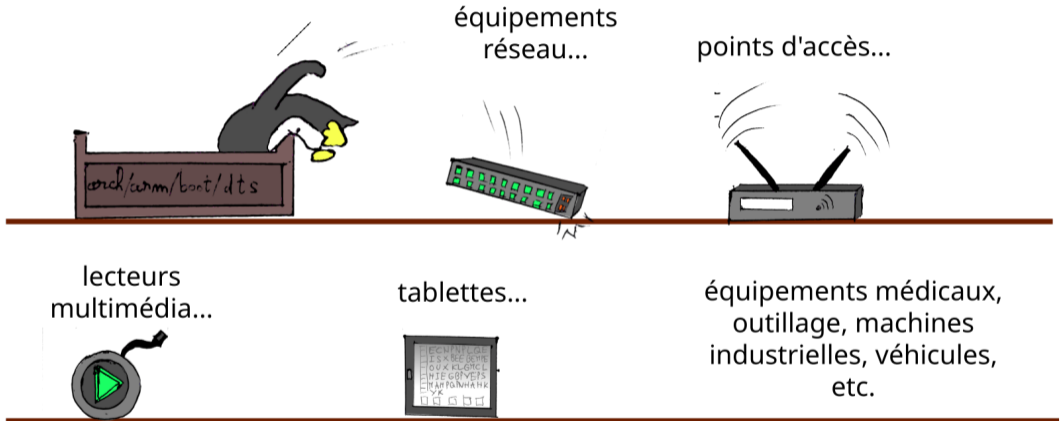
Creative Commons BY-SA 3.0 license.

Corrections, suggestions, contributions and translations are welcome!





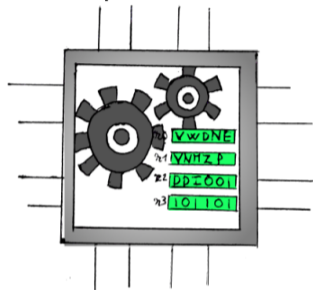
Linux dans le monde de l'embarqué





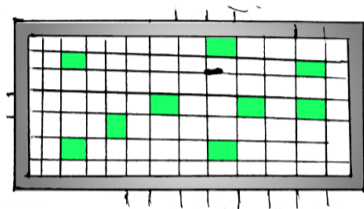
Rappel: Ingrédients d'un ordinateur

un processeur



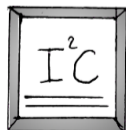
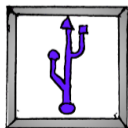
+

de la RAM



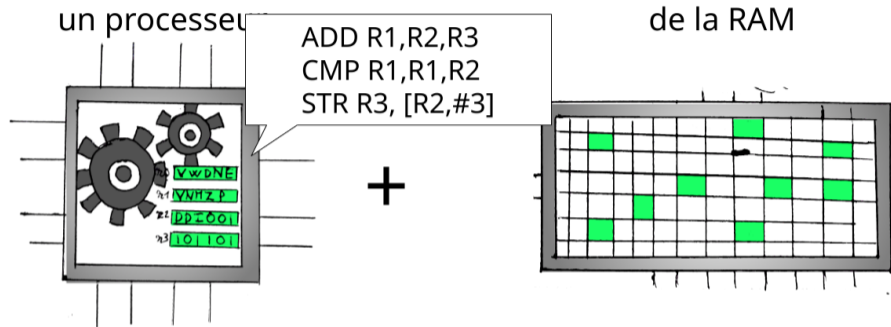
des controleurs de périphériques

+



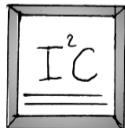
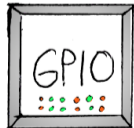
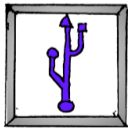


Rappel: Ingrédients d'un ordinateur



des controleurs de périphériques

+





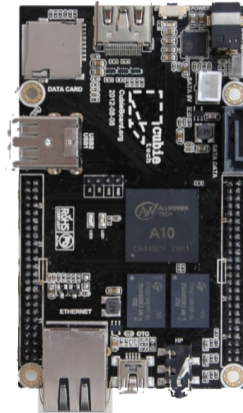
CPU, SoCs et microcontrôleurs

Carte mère ALIX 1C



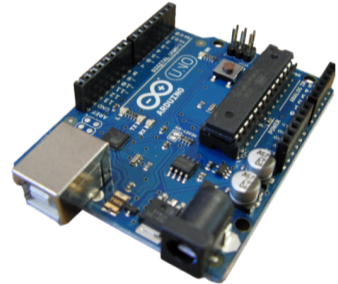
Source: Jan Joris Vereijken sur Wikimedia Commons

CubieBoard

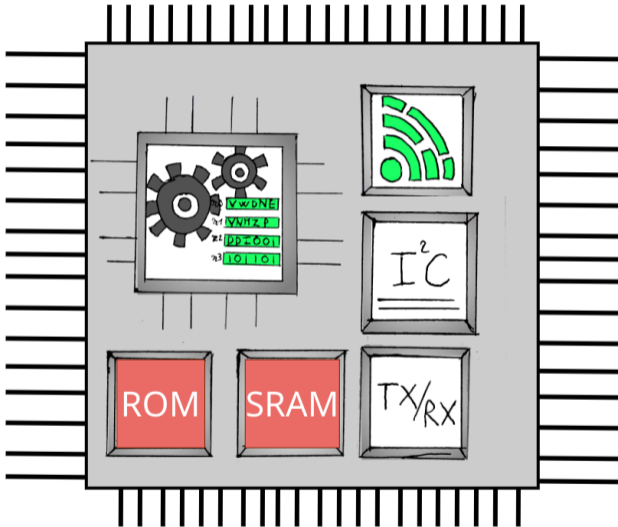


Source: embarcados.com.br

Arduino Uno



Source: JotaCartas sur Wikimedia Commons



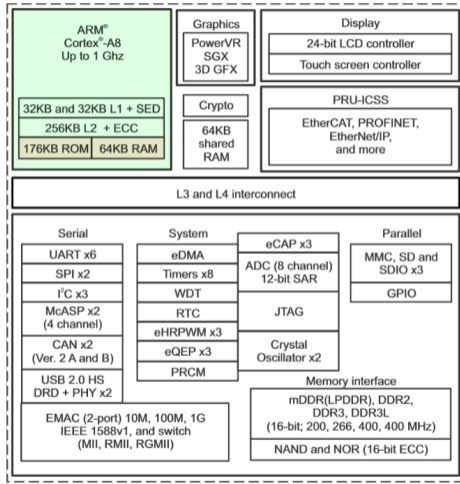
SoC

(System on Chip)

Processeur
+
contrôleurs de
périphériques



Exemple: plateforme TI AM335x



Source:

www.ti.com

AM335x Sitara™
Processors - Texas
Instruments India



Un démarrage en trois temps



Gravé dans le SoC en usine.
Ne doit normalement pas être modifié.

Parcourt une liste prédéfinie de périphériques susceptibles de contenir un système.

Installé dans une mémoire non-volatile sur la carte.

Offre plus de fonctionnalités que le code ROM.

Charge le noyau en RAM externe depuis un emplacement préconfiguré.

Installé dans une mémoire non-volatile de la carte, souvent à proximité du bootloader.

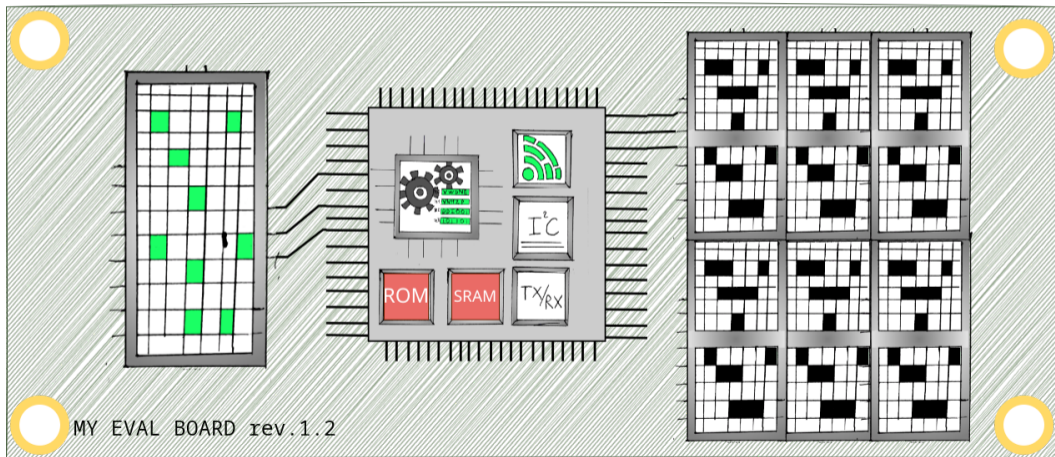
Initialise les drivers du système et lance le programme `/sbin/init` contenu dans le `rootfs`.



RAM externe

SoC

Mémoire non-volatile





Étape 1: code ROM

Cherche un en-tête magique dans plusieurs périphériques de stockage sur la carte:

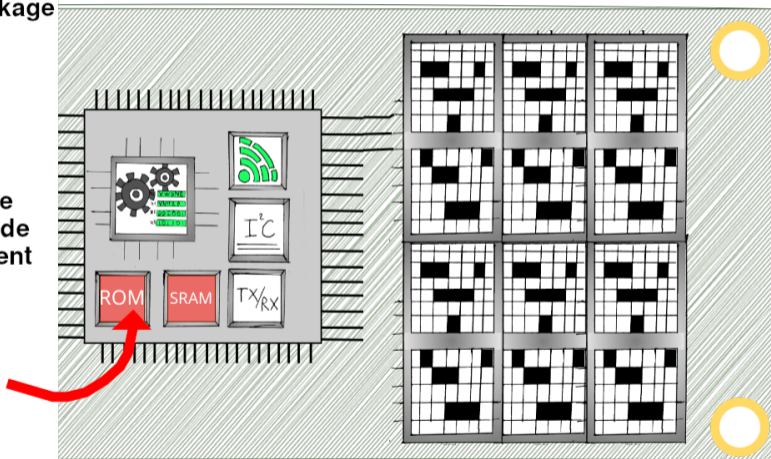
- eMMC
- carte SD
- SPI Flash
- ...

So aucun en-tête valide n'est trouvé, un mode de récupération est souvent déclenché:

- DFU
- Samba Monitor
- FEL
- ...

SoC

Mémoire non-volatile

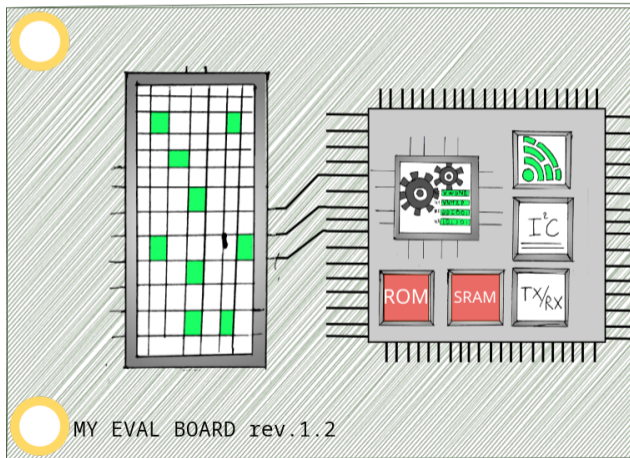




Étape 1: code ROM

RAM externe

SoC



L'étape suivante est de charger le premier étage du système en RAM externe.

Problème: le code ROM ne sait pas forcément initialiser la RAM externe!

Le processus d'initialisation n'est pas forcément simple (e.g. calibration)

Le modèle de la RAM n'est pas connu à l'avance lors de l'écriture du code ROM.

Donc, le code ROM peut seulement charger un bout du système en SRAM.



Étape 2: Bootloader (étage 1)

Si un en-tête valide est trouvé, le premier étage du bootloader est chargé en SRAM.

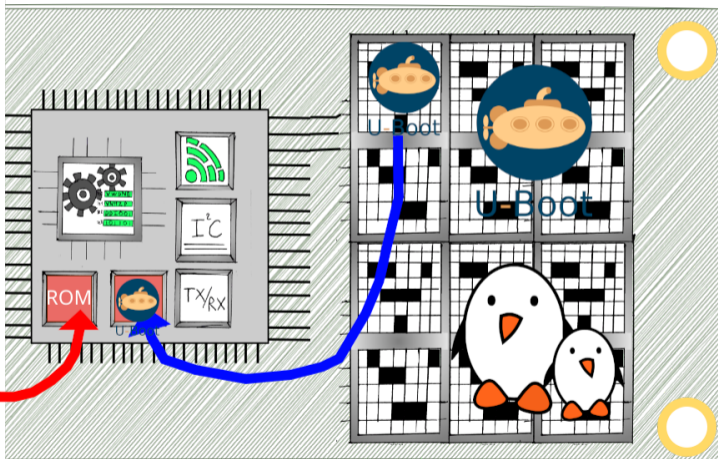
Premier étage de bootloader typique: U-Boot SPL.



Initialise la RAM externe puis charge le deuxième étage.

SoC

Mémoire non-volatile



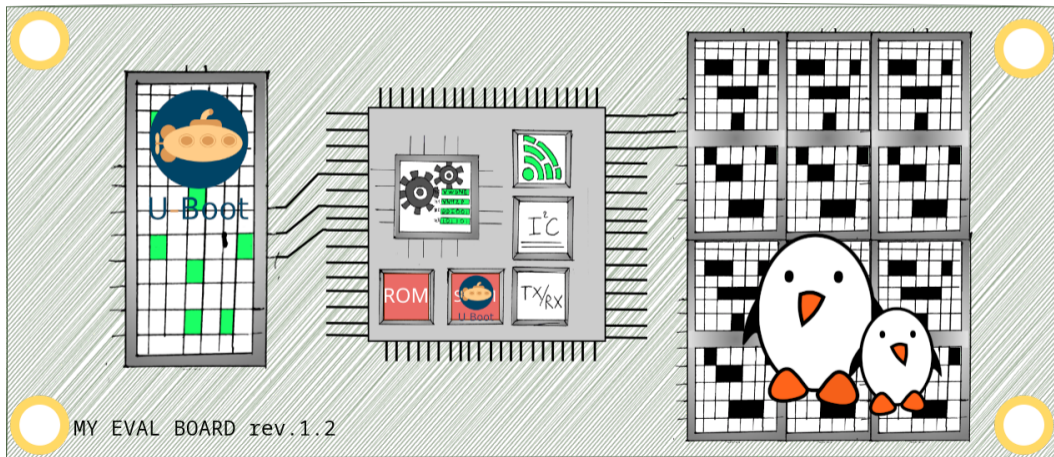


Étape 2: Bootloader (étage 2)

RAM externe

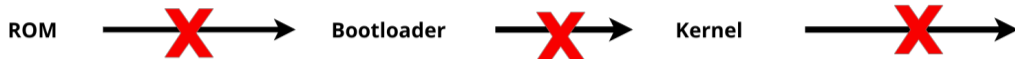
SoC

Mémoire non-volatile





En cas de problème



Le code ROM ne parvient pas à détecter un système sur l'un des périphériques dans sa liste.

Il peut déclencher un mode de récupération, qui exploite souvent une connexion USB.

Le bootloader subit une erreur fatale.

Il faut:

1. Empêcher le code ROM de charger ce bootloader au démarrage.
2. Faire en sorte que le code ROM charge un nouveau bootloader.

le noyau subit une erreur fatale.

On peut en général charger un nouveau noyau depuis le bootloader sans trop de difficulté.

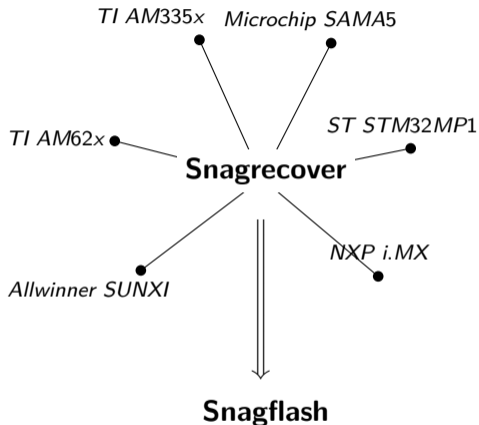


Le projet Snagboot

- ▶ Un projet open-source de Bootlin, publié en 2023 sous GPLv2
- ▶ Capable de récupérer différents modèles de SoCs
- ▶ Composé d'un outil de récupération et d'un outil de reflashage

Source:

<https://github.com/bootlin/snagboot>



DFU | Fastboot | UMS



En conclusion

Les processus de démarrage des systèmes Linux sur ARM sont variés mais suivent une structure commune.

code ROM -> Bootloader -> Kernel

L'installation d'un système Linux sur une carte peut être plus ou moins facile selon les choix de conception du fabricant de cette carte.

Des méthodes de récupération existent en cas de problème. Les deux principales sont:

1. La carte SD
2. La récupération par USB



Merci!

Quelques offres de stage pour 2024:

Drivers et support matériel dans Linux ou U-Boot

Implémentation de référence d'un OS Linux embarqué sécurisé

Ajout du support USB des gadgets composites dans U-Boot

Plus de détails sur bootlin.com

Et on embauche!

Romain Gantois

romain.gantois@bootlin.com

Slides under CC-BY-SA 3.0

<https://bootlin.com/pub/conferences/>