Linux board bringup

Előző előadás emlékeztető

Linux alapok

- Alapfogalmak:
  - Operációs rendszer rétegei
  - Kernel és user space
  - Device tree
- Driverfejlesztés alapok – ebből lesz a labor is
  - Kernel modul
  - Hardverelérés

Nem volt szó a Linux „élesztéséről”.

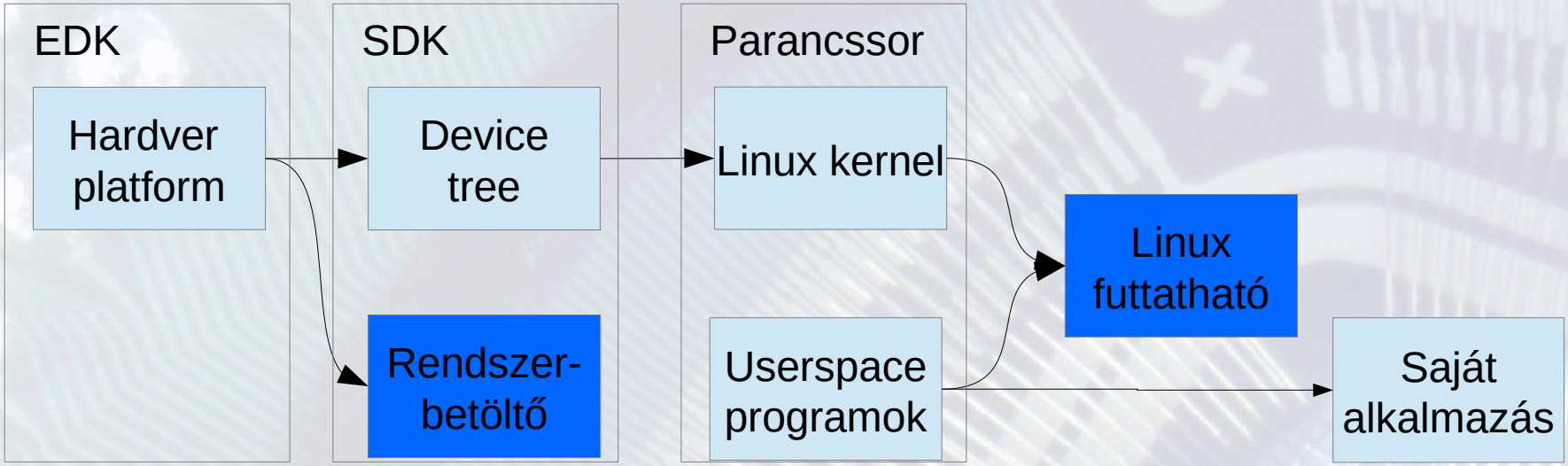
Mai előadás

Cél

- Egy olyan, Digilent Atlys panelen futó hardverkörnyezet létrehozása, mely rendelkezik
  - ~~Soros~~ serial porttal
  - Hálózat támogatással
  - GPIO portokkal
  - SD kártya olvasóval
- és ezeken túl Linux operációs rendszert futtat.
  - Rendszerbetöltővel nem fogunk foglalkozni.
- Ráadásként később szeretnénk rá saját szoftvert is fejleszteni.
- Érdemes tudni, hogy a használt szoftverek folyamatosan frissülhetnek
  - Amint elkészülnek a slideok, már el is avul a tudás :-(
    - Fontosabb egy átfogó rálátást szerezni (hogy szükség esetén tudj alkalmazkodni), mint bemagolni a részleteket

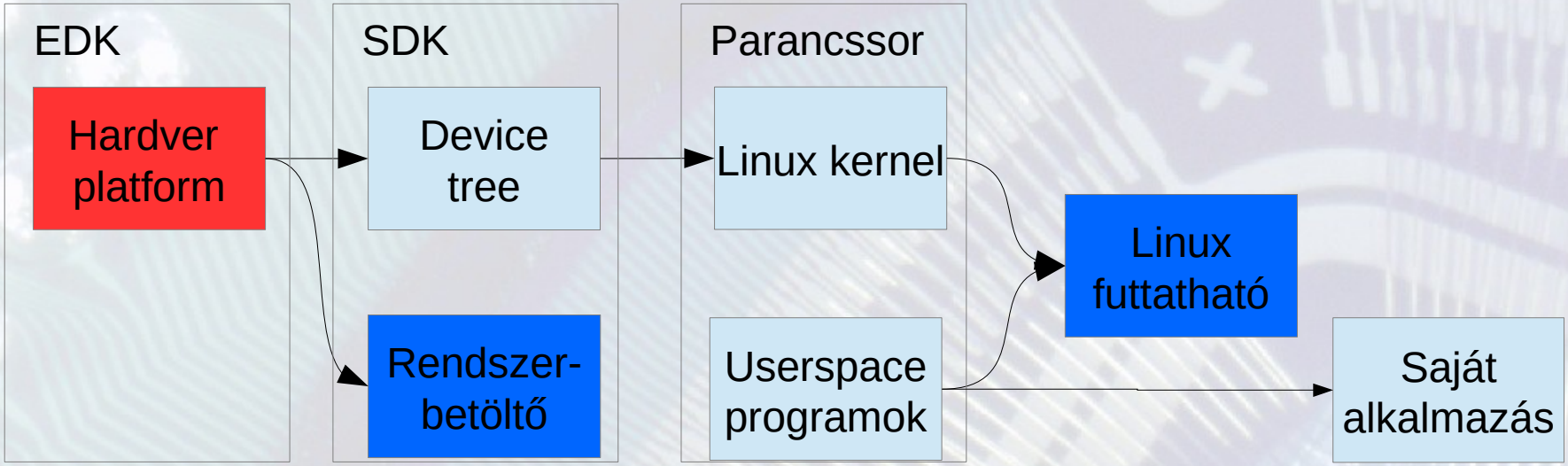
MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



Hardver platform létrehozása

Új projekt

- Ugyanúgy létrehozhatjuk a BSB wizard segítségével a projektünket, amire oda kell figyelni:
  - Legyen timer a rendszerben, és mindkét timer engedélyezve legyen benne
  - Legyen külső (DDR vagy SD RAM) memória
  - Cache nem árt – sebesség!
  - Blokk RAM memória nem lényeges a Linux szempontjából, a bootloadernek, ha használunk, viszont kell.
  - Minden egység megszakításos legyen
    - A MicroBlaze Debug Module kivételével – ez utóbbit ki is hagyhatjuk, Linux rendszer alatt általában nem sokra megyünk vele.
  - Hogy lássuk a boot folyamatot, serial portra szükségünk van

Hardver platform létrehozása

MicroBlaze beállítások

- A MicroBlaze beállításoknál „Linux with MMU” alapbeállítás
  - Ez megdobja az erőforrásigényt!
- „Megjegyzendő” adatok
  - Memória fizikai címe
  - Bekapcsolt processzortulajdonságok (osztó, barrel shifter, stb.)

→ ezeket később használni kell

Hardver platform létrehozása

SD kártya

- Az SD kártyát SPI módban fogjuk használni, ehhez SPI vezérlőt helyezünk el a projektben
  - A szokásos módon történik a bekötés, adatlapból ki kell nézni a lábkiosztást
    - https://reference.digilentinc.com/_media/atlys:atlys:atlys_rm.pdf
    - https://reference.digilentinc.com/_media/reference/pmod/pmodsd/pmodsd_rm.pdf
    - SS - T3
    - MOSI - R3
    - MISO - P6
    - SCK- N5
  - Fontos paraméter, hogy az SPI órajele mekkora legyen a rendszer órajeléhez képest, ehhez konzultálni kell az SD kártya adatlapjával

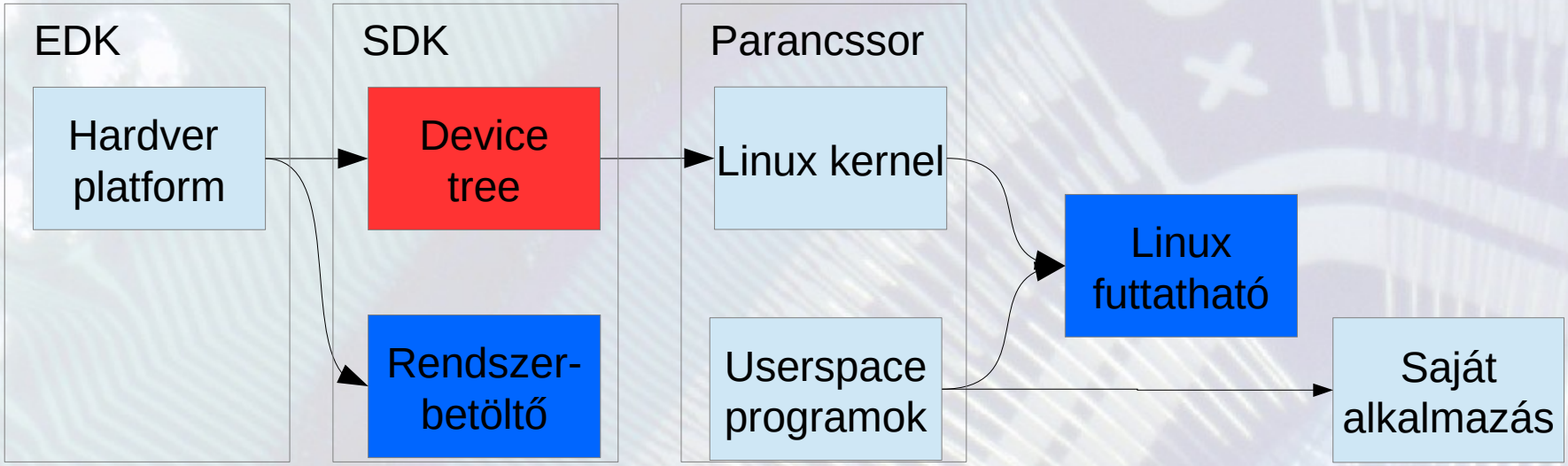
Hardver platform létrehozása

Szintézis

- A következő lépést már SDK-ban hajtjuk végre → Export to SDK
  - Célszerű először bitfájl nélkül exportálunk, és úgy indítani az SDK-t
    - Mert utána már tudunk SDK-zni, míg szintetizálódik a projekt

MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



Az eszközfa generálása

Eszközfa exportált hardver projektből

- A device tree olyan BSP, mint a „standalone” vagy a „xilkernel”, csak az alaptelepítés nem tartalmazza, külön kell letölteni, git verziókezelővel
  - *git clone git://github.com/Xilinx/device-tree.git bsp/device-tree_v0_00_x*
    - *Újabban már az EDK-éra támogatása kiment belőle, egy mirror található itt: https://github.com/wachag/device-tree-xlnx*
- Hozzá kell majd adni a Xilinx SDK elérési útvonalához
- Automatikusan generál a leírásból egy device tree-t.
  - Ami utólag módosítható
  - Maga a generáló program TCL programnyelven íródott, adott esetben kézzel továbbfejleszthető
    - Esetenként ez visszafejlesztést jelent, mert a régi EDK-s eszközöket kidobták belőle.

Az eszközfa generálása

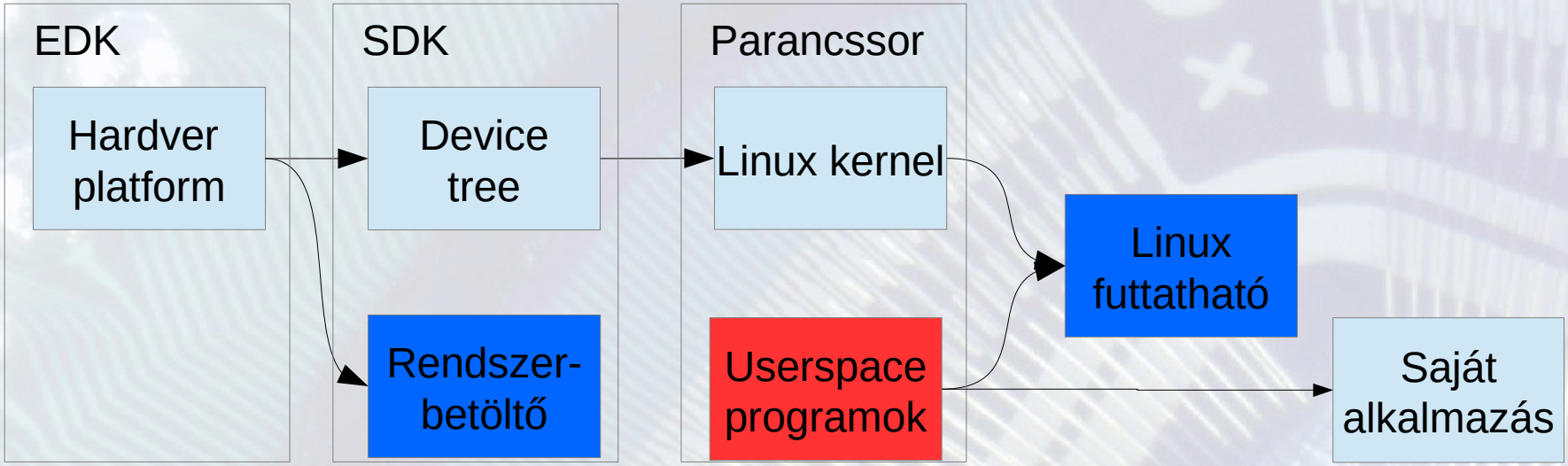
Paraméterek

- Boot console: hova írja ki a kernel a boot üzeneteket
  - Xilinx Uartlite, Xilinx MDM vagy Xilinx Uart16550
- Build project hatására az eszközfa *xilinx.dts* néven előáll
  - Ebbe az SPI-ra illesztett SD-kártya miatt kézzel bele kell nyúlni és az SPI vezérlő csomópontjába befűzni a következőt:

```
mmc_spi@0{
  compatible = "mmc-spi-slot";
  spi-max-frequency = < 2000000 >;
  reg = < 0x00000000 >;
  voltage-ranges = < 3300 3300 >;
};
```

MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



Root fájlrendszer fordítása

A root fájlrendszer elkészítésének általános szempontjai

- Mekkora méretű lesz a kész fájlrendszer?
  - Sokszor nincs adathordozó (pl. SD kártya) a hardverben, így a fő memóriába töltődik a root lemez (ramdisk)
- Milyen alkalmazásokat tartalmazzon?
  - Sokféle alkalmazás – nagy méret
  - Kevés alkalmazás – kevesebb szolgáltatás
- Milyen formátumban készüljön el?
  - Pl. ISO CD-lemez kép, vagy ext2 (szabványos Linux fájlrendszer)
- Hogyan tudunk majd a kész userspace alkalmazásokhoz saját alkalmazást hozzátenni?

Root fájlrendszer fordítása

A root fájlrendszer elkészítésének szoftveres szempontjai

- Kiemelkedően fontos a C programkönyvtár
  - Hiszen ez lesz, ami a userspace alkalmazás és a kernel közötti interfészt kezeli
  - Sokféle megvalósítása létezik, szolgáltatásban és optimalizáltságban különbözőek
    - glibc – legösszetettebb, asztali számítógépeken
    - eglibc – nagyobb beágyazott rendszereken
    - uclibc – mikrokontrollereken
  - A választás sokszor azon múlik, hogy melyik van kéznél :-)

Root fájlrendszer fordítása

A root fájlrendszer elkészítésének szoftveres szempontjai

- Eszközkezelés
  - Alapértelmezésben a különböző hardveres eszközökhöz nem jönnek létre a fájlrendszer bejegyzések
    - Kézzel kéne létrehozni
  - Létezik viszont olyan szoftver, amely értesül a kerneltől ha egy új eszközt csatlakoztatnak, és akkor létrehozza a fájlrendszerbejegyzéseket
    - devtmpfs – kernel hozza létre a bejegyzéseket, nagyon kis méretű, nem konfigurálható
    - mdev – beágyazott, kis méretű
    - udev – nagyobb méretű, „okosabb”
    - Választási szempont: van-e elég szabad helyünk?

Root fájlrendszer fordítása

A root fájlrendszer elkészítésének szoftveres szempontjai

- *init*: első processz, ami elindul
  - Ez indítja el a userspace szolgáltatásokat (hálózatot konfigurál, stb.)
  - Itt is több választási lehetőség van, a „klasszikus” init a System V (sysv) init
    - A választási szempont itt is lényegében a méret
- Felhasználói segédprogramok
  - *busybox*: az általában használt userspace programok

Root fájlrendszer fordítása

Fordítás módszerei

- Kézzel
  - Ember letölti a forráskódokat, beállítja, mi szükséges neki, aztán lefordítja → nehézkes
- Buildroot
  - Egy konfigurációs felületen megadjuk, mire van szükségünk, aztán automatikusan letölti a forrást, fordít, installál
- Petalinux
  - Xilinx specifikus, kernel és root fájlrendszer automatizált fordítása, viszont kevéssé konfigurálható, Yocto alapú
- Yocto
  - Hasonló a Buildroot-hoz, de sokkal nehezebben tanulható (viszont egyre többen támogatják)

Root fájlrendszer fordítása

Buildroot – http://buildroot.uclibc.org/

- Átlátható, menüvezérelt konfiguráció
- Automatikus letöltés és fordítás
  - Automatikusan letölti az architektúrához szükséges fordítóprogramot
  - Több architektúrára, nem csak MicroBlaze-re
    - ! A MicroBlaze támogatás a 2014-es release-ekben hibás, lefordul, de a hardveren futás közben „elszáll” !
- Képes a Linux kernel lefordítására is: bekonfiguráljuk, és elkészít mindent
- Kimeneti formátum választható:
  - ISO image, ext2, CPIO (standard kernel root fájlrendszer formátum)
- Eclipse támogatás: a lefordított root fájlrendszerhez Eclipse-ből könnyű saját alkalmazást fejleszteni

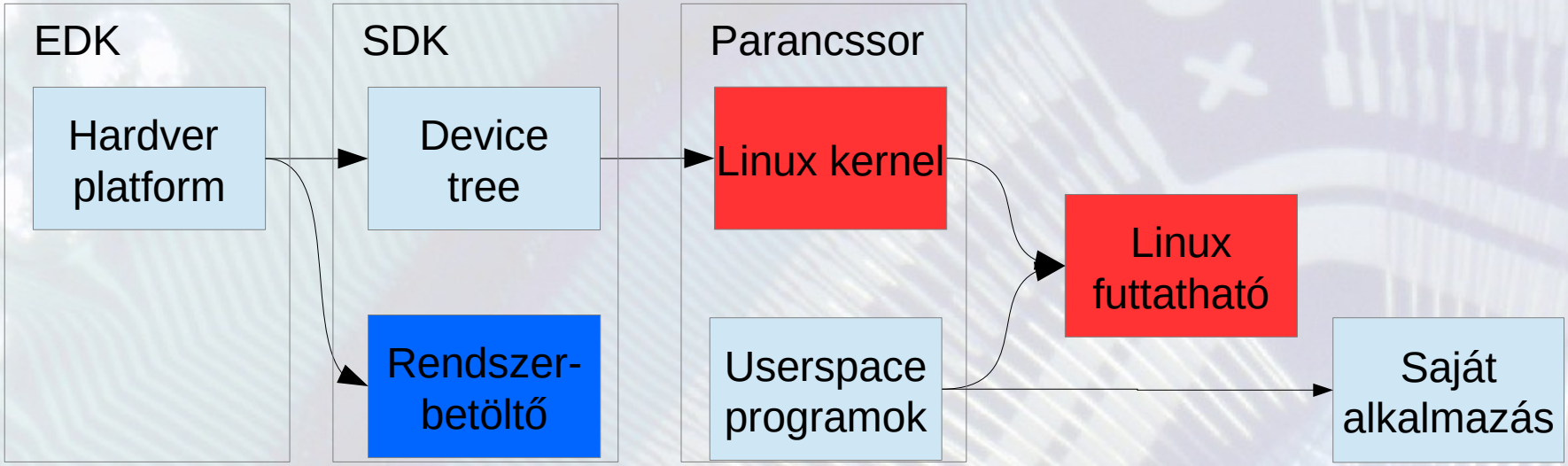
Root fájlrendszer fordítása

A fordítás lépései

- A fordítás alapvetően parancssorból történik :-(
- Konfiguráció: letöltött és kitömörített Buildroot forrásban a *make menuconfig* paranccsal
- Fordítás: konfiguráció után a *make* paranccsal történik.
- A lefordított kimenet az *output/images* könyvtárban jelenik meg

MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



Linux kernel fordítása

A Linux kernel fordításának általános szempontjai

- Milyen architektúrára fordítunk?
  - Esetünkben *microblaze*
- Milyen fordítóprogrammal végezzük a fordítást?
- Milyen hardvereket szeretnénk támogatni?
  - Mihez szeretnénk drivert fordítani?
  - Milyen platformra fejlesztünk?
    - Device tree
- Milyen egyéb kernel oldali szolgáltatásokat szeretnénk?

Linux kernel fordítása

A kernel forrása

- A Linux kernel forrása letölthető a www.kernel.org weboldalról
  - A Xilinx IP-k drivereit csak részben tartalmazza (GPIO, UART, intc, ethernet), a Xilinx driverek egy része még nem vált „hivatalossá”
- Xilinx-módosított kernel források verziókezelőzve
  - *git clone git://github.com/Xilinx/linux-xlnx.git*
  - A főbb Xilinx IP-khez (GPIO, UART, DMA, intc, ethernet) teljes körű támogatás

Linux kernel fordítása

Kicsomagolt forráskód főbb alkönyvtárai

- *arch* – alacsony szintű támogatás (megszakításkezelés, boot inicializálás, stb.)
- *arch/microblaze* – a MicroBlaze-specifikus alacsony szintű rutinok
- *arch/microblaze/boot* – a bootolható kimenet ide generálódik
- *arch/microblaze/boot/dts* – ide szükséges helyezni a device tree fájlt, ami a platformot írja le

Linux kernel fordítása

Kicsomagolt forráskód főbb alkönyvtárai

- *Documentation*: egész használható leírások az egyes részekről
- *drivers*: meghajtóprogramok
- *fs*: fájlrendszer kezelő részek
- *net*: hálózati protokollok
- *samples*: néhány példaprogram

Linux kernel fordítása

Előkészítés

- A fordítás előkészítéseként szükséges
  - a device tree
    - Az *arch/microblaze/boot/dts* könyvtárba helyezendő
  - a root fájlrendszer CPIO formátumban
    - Tipikusan a kitömörített kernel forrás könyvtárába helyezhető
  - C fordító, amely az adott processzorhoz fordít
    - Például a Xilinx MicroBlaze fordító

Linux kernel fordítása

Konfiguráció

- A szükséges szolgáltatások és driverek kiválasztása
- A root fájlrendszer kiválasztása
- A platform specifikus tulajdonságok beállítása
  - Memória báziscíme
  - Barrel shifter, osztó, hardveres szorzó, FPU
    - Ezek a tulajdonságok a device tree-ben megtalálhatóak, azokkal kell egyeznie

Linux kernel fordítása

Konfiguráció

- A konfiguráció a Buildroot-hoz hasonlóan menüvezérelt
- *make ARCH=microblaze CROSS_COMPILE=microblaze-xilinx-linux-gnu- menuconfig*
- Itt kiválaszthatóak a támogatott tulajdonságok, elmenthető és betölthető a konfiguráció

Linux kernel fordítása

Konfiguráció

- Általában nehéz „nulláról” konfigurálni egy rendszert
- Érdemes egy „default” konfigurációt módosítani
  - MicroBlaze-nél *mmu_defconfig*
- *make ARCH=microblaze CROSS_COMPILE=microblaze-xilinx-linux-gnu- mmu_defconfig*

Linux kernel fordítása

Fordítás

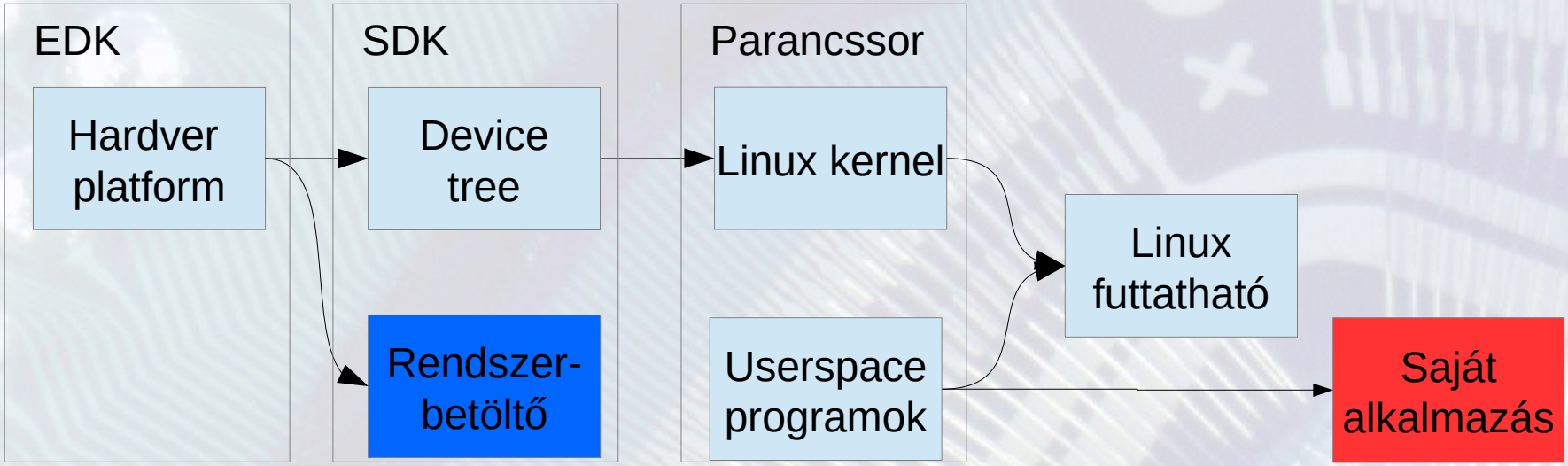
- Fordítani a

  make ARCH=microblaze CROSS_COMPILE=microblaze-xilinx-linux-gnu- simpleImage.[devicetree neve]

  paranccsal lehet.
- A simpleImage magában hordozza majd a device tree-t és a root fájlrendszert, letöltve a panelra a Linux bebootol
  - Ha bebootol. Ha nem: hibakeresés...

MicroBlaze alapú Linux rendszer

Linux rendszer létrehozásának lépései



Saját alkalmazás fejlesztése

Saját alkalmazás fejlesztése

- Ez az leggyakoribb feladat
- Szükséges követelmények
  - Hol található meg a fordítóprogram?
  - Milyen programkönyvtárak találhatóak meg?
  - Hol érhetőek el ezek?
- Hogyan töltjük fel az alkalmazást?
  - Belefordítva a root fájlrendszerbe
  - Hálózatról
  - SD kártyáról
  - Stb.

Saját alkalmazás fejlesztése

Segédeszközök

- A legtöbb board bringup eszköz Eclipse-integrációval rendelkezik
  - Kiválasztható, hogy melyik platformhoz szeretnék fordítani
- Az Eclipse támogat ún. remote target-eket, tehát hálózaton megtalálható eszközre telepíthető az alkalmazás

Saját alkalmazás fejlesztése

Buildroot Eclipse plugin

- Telepíthető:
- https://github.com/mbats/eclipse-buildroot-bundle/wiki/Tutorial-:-How-to-activate-and-install-the-Buildroot-Eclipse-plugin-%3F
  - Folyton frissülő információ
- Új projekt létrehozásakor kiválasztható a létrehozott Buildroot rendszer
- Innentől kezdve „klasszikus” szoftverfejlesztés
  - Debugger nélkül...

Gyorsítási lehetőségek

A JTAG-letöltés lassú

- Bootloader használata: hálózatról vagy SD kártyáról történő betöltés
  - Egyszerű SD-kártya bootloader
  - U-boot
  - Ez hosszadalmasabb, nem nézzük meg
- Kernel futtatható méretének csökkentése
  - Root fájlrendszer az SD-kártyára, ne a kernel binárisba

Gyorsítási lehetőségek

Szükséges konfiguráció

- Kernel boot paraméterek
  - *root=/dev/mmcblk0p1*
  - A kernel az SD kártya első partícióját használja root fájlrendszernek
- Kernelbe nem kell a root fájlrendszert belefordítani
- A Buildroot-tal generáltatni kell a root filerendszer ext2 lemezképét és SD kártyára írni