



České vysoké učení technické v Praze
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
katedra počítačových systémů

ve spolupráci se společností

IKT Advanced Technologies s.r.o.

Embedded Linux
a možnosti zrychlení startu zařízení

Jiří Smítka

`jiri.smitka@fit.cvut.cz`



Popis problému

- Každé zařízení by mělo ihned po zapnutí fungovat na plný výkon.
- Málokteré zařízení s moderním operačním systémem je toho schopné.
- Vývoj softwaru stojí peníze.
- Zkrácení doby startu \equiv investice na straně výrobce.
- Klíčové je uhádnout, kolik uživatel snese.
... a důsledky ?



Telefon E66 (Symbian): bootuje **50 sekund !!!** (30 sekund boot + 20 sekund různé animace)



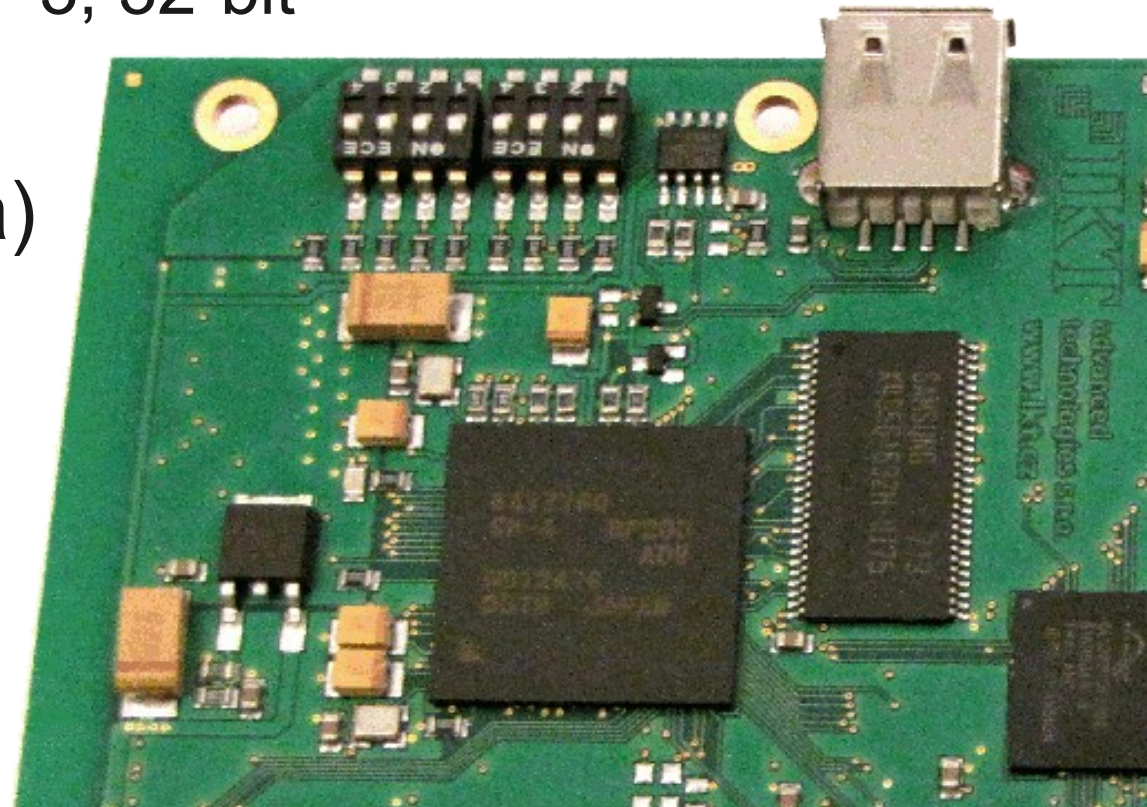
Další příklady

- IP kamera DM365 (Linux)
originální firmware: **20 sekund**
firmware upravený skupinou nadšenců:
2,5 sekundy
- Satelitní přijímač
Dreambox DM800HD
(Linux): **90 sekund**
- CISCO routery (IOS):
třeba i 10 minut !!!



Náš boj: Linux na SH4

- Použitý HW:
 - procesor SH7760 na 200 MHz
 - SDRAM 133 MHz, CL=3, 32-bit
 - FLASH 100 ns, 32-bit
- Linux 2.6.36.2 (vanilla)
- Podpůrný SW:
 - uBoot
 - TFTPBoot
 - stub (Renesas)





První spuštění

- Naše zařízení poprvé nabootovalo za **1 minutu a 49 sekund.**
 - 5 sekund uBoot
 - 7 sekund TFTPboot
 - 25 sekund stub (kopírování jádra)
 - 57 sekund stub (kopírování initrd)
 - 11 sekund dekomprese kernelu
 - 4 sekundy boot kernelu



Jednotlivé fáze bootování

- uBoot – nastaví registry a spustí TFTPBoot (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)
- TFTPBoot – spustí stub (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)
- Stub zkopíruje jádro a initrd do RAM a spustí kernel
- Kernel nejdříve provede dekompresi.
- Kernel nabootuje.



Vylepšení: Jádro nebude komprimováno

- uBoot – nastaví registry a spustí TFTPBoot (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)
- TFTPBoot – spustí stub (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)
- Stub zkopíruje jádro a initrd do RAM a spustí kernel
- ~~Kernel nejdříve provede dekompresi.~~
- Kernel nabootuje. **-11 sekund**



Vylepšení: Necháme jen kernel :-)

- ~~• uBoot – nastaví registry a spustí TFTPBoot (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)~~
- ~~• TFTPBoot – spustí stub (čeká 5 sekund na stisk klávesy → menu)~~
- ~~• Stub zkopíruje jádro a initrd do RAM a spustí kernel~~

-1:45

- ~~• Kernel nejdříve provede dekompresi.~~

- Kernel nabootuje. **Kdo ale spustí kernel ?
A jak naprogramovat flash ?**



Vylepšení: Nový bootloader

- IKTBoot – nastaví registry, otestuje paměť, zkopíruje jádro a initrd do RAM a nastaví prostředí a spustí jádro
(stisk klávesy během testu paměti → menu)
- Kernel nabootuje.

celkový čas bootování < 5,5 sekundy

z toho: 1,5 sekundy test paměti

1,2 sekunda kopírování

3,2 sekundy boot kernelu



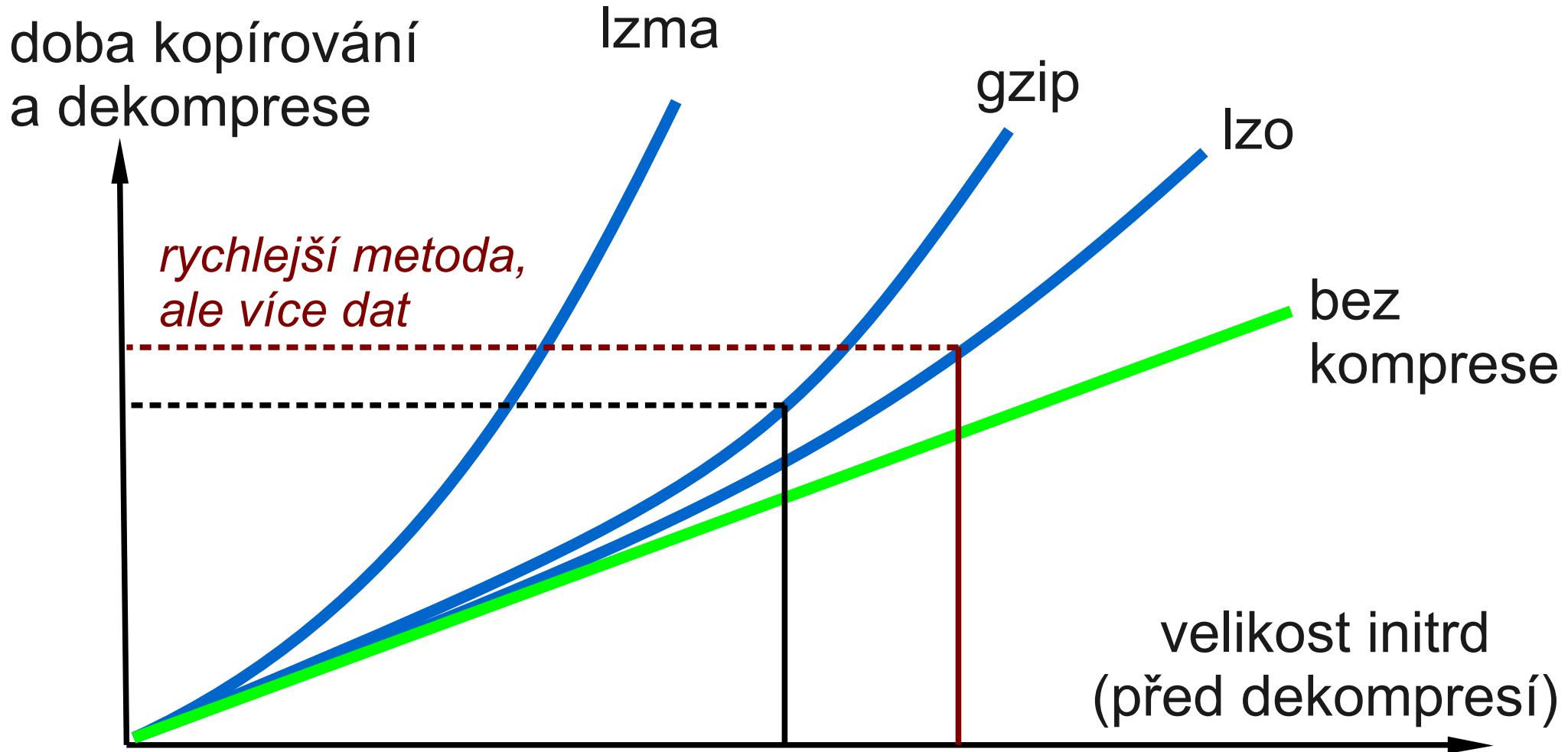
Jak na boot za 1 sekundu ?

- Zrušit testování paměti SDRAM: -1,5 s sekundy (teoreticky lze paměť testovat za běhu)
 - Zmenšit jádro: cca -0,2 s
 - Zmenšit initrd, ponechat některá data a programy ve FLASH ve zvláštním filesystemu: kopírování cca -1 s, při montování ještě cca -0,5 s
 - Zrychlit paměť FLASH (100ns → 90ns): -0,1 s
 - Zrychlit paměť SDRAM (133MHz → 166MHz): -0,7 s
 - Zrychlit montování initrd - nyní trvá 2 s, převážně dekomprese (metoda GZIP). Změna na LZO: cca -1 s (neověřeno)
- CELKEM: **boottime < 1s** (ale cena za vývoj a součástky !!)



Poznámka ke kompresi initrd

Rychlejší metoda dekomprese → větší soubor → delší kopírování !!





Podobné projekty

- Bootup Time Working Group
http://elinux.org/Bootup_Time_Working_Group
ARM9, 168 MHz: **5 sekund**
- 2net Limited
<http://www.2net.co.uk>
Freescale i.MX515, 800 MHz: **5,5 sekundy**
- swiftBoot
<http://www.swiftboot.com>
Renesas SH7724, 500 MHz: **1 sekunda**



Shrnutí – jak zrychlit start ?

- Minimalizujte velikost jádra.
- Minimalizujte initrd, ne všechny programy a data musí být ihned zavedeny do RAM.
- Zkuste použít jinou/žádnou kompresi.
- Podívejte se, kde má Váš bootloader prostoje a co dělá pomalu.
- Nastavuje bootloader dobře časování paměti ?
- Využijte faktu, že se HW nemění.



Děkuji za pozornost !

**Please, wait.
Booting the kernel...**

