



**Univerzitet u Novom Sadu**

Fakultet tehničkih nauka

Odsek za računarsku tehniku i  
računarske komunikacije



# **Linux u ugrađenim sistemima i razvoj rukovalaca**

Razvoj ugrađenih sistema

# Sadržaj

- ❖ Razvoj ugrađenih sistema
  - ❖ Alati za prevođenje za drugu platformu
  - ❖ Emulatori
  - ❖ Razni alati
  - ❖ Busybox
  - ❖ http i ssh poslužioc
  - ❖ U-boot



Alati za prevođenje za drugu platformu

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

# Obezbeđivanje alata za prevođenje

- ❖ Samostalno pravljenje alata za unakrsno prevođenje
  - ❖ Težak i naporan zadatak
  - ❖ Može da traje danima ili nedeljama!
  - ❖ Treba naučiti dosta detalja, mnogo odluka
  - ❖ Potrebna su kernel zaglavlja i izvorni kod C biblioteka
  - ❖ Potrebno je poznavanje trenutnih `gcc` problema i zakrpa
- ❖ Preuzmanje prevedenog alata za prevođenje
  - ❖ Prednost: najjednostavnije i najzgodnije rešenje
  - ❖ Mane: ne postoji mogućnost za fina podešavanja alata prema potrebama
  - ❖ Treba se uveriti da pronađeni alat odgovara zahtevima



# Alati za prevođenje sa uClibc bibliotekom



- ❖ <http://free-electrons.com/community/tools/uclibc>
- ❖ Pokreću se na i386 arhitekturi
- ❖ Podržane platforme
  - ❖ Arm, armeb, i386, m68k, ppc, mips, mipsel, sh

# Alati za prevođenje za specifičnu platformu

## ❖ ARM

- ❖ Code Sourcery (podržava GNU/Linuks, EABI i uClinux)
  - ❖ [http://www.codesourcery.com/gnu\\_toolchains/arm](http://www.codesourcery.com/gnu_toolchains/arm)
  - ❖ Dostupni i alati koji se pokreću na Windows platformama

## ❖ MIPS

- ❖ <http://www.linux-mips.org/wiki/Toolchains/>

# Alati za generisanje prevodioca

## ❖ Buildroot

- ❖ <http://buildroot.uclibc.org/>
- ❖ Sistem za prevođenje zasnovan na make-u
- ❖ Generiše alate za prevođenje sa uClibc bibliotekom ili čitave korenske sisteme datoteka

## ❖ Crosstool

- ❖ <http://www.kegel.com/crosstool/>
- ❖ Sistem za prevođenje zasnovan na skriptama
- ❖ Generiše alate za prevođenje sa glibc bibliotekom
- ❖ Dobavlja izvorni kod i primenjuje zakrpe

# Pravljenje korenskog sistema datoteka pomoću buildroot-a

- ❖ Podržava većinu arhitektura
- ❖ Automatski dobavlja izvorne kodove, primenjuje zakrpe i instalira programe koji su mu potrebni
- ❖ Pored korisničkih programa može da prevede većinu standardnih, često korišćenih programa
  - ❖ BusyBox, bzip2, Cairo, dbus, Dillo, DirectFB, Dropbear, lighthttpd, Python, Qtopia4, sqlite, thttpd, tinyX, xorg...
- ❖ Veoma lak za korišćenje
  - ❖ make menuconfig
  - ❖ make



# Alati za prevođenje za drugu platformu - pregled

- ❖ Samostalno pravljenje alata za prevođenje
  - ❖ Težak posao
  - ❖ Zahteva mnogo vremena da se savlada u potpunosti
- ❖ Spemni alati za prevođenje za različite platforme
  - ❖ Mogu se pronaći na više lokacija
  - ❖ Većina platformi je podržana
- ❖ Alati za pomoć pri generisanju
  - ❖ Buildroot i Crosstool
  - ❖ Olakšavaju generisanje alata za prevođenje
  - ❖ Mogu da generišu i korenske sisteme datoteka
- ❖ Korisni materijali vezani za alate za prevođenje
  - ❖ [http://elinux.org/Tool\\_Chain](http://elinux.org/Tool_Chain)



Emulatori

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

# qemu - korisnička emulacija

## ❖ Korisnička emulacija

- ❖ Može da pokreće programe prevedene za drugu platformu
  - ❖ Podržane arhitekture: x86, ppc, arm, sparc, mips, m68k
- ❖ Primer pokretanja BusyBox-a za arm arhitekturu na i386 GNU/Linuksu
  - ❖ `qemu-arm -L /usr/local/arm/3.3.2 \`  
`/home/bart/arm/busybox-1.4.1/busybox ls`
  - ❖ `-L`: putanja do C biblioteke na odredištu (u ovom slučaju putanja do alata za prevođenje)

# ARM emulatori

- ❖ Samo besplatni programi
- ❖ SkyEye: <http://skyeye.sourceforge.net>
  - ❖ Emulira nekoliko ARM platformi i može da pokrene nekoliko različitih operativnih sistema (Linux, uClinux...)
- ❖ Softgun: <http://softgun.sourceforge.net>
  - ❖ Virtualni ARM sistem sa velikim brojem periferija
  - ❖ Pokreće Linux
- ❖ SWARM: Softverski ARM - arm7 emulator
  - ❖ <http://www.cl.cam.ac.uk/~mwd24/phd/swarm.html>
  - ❖ Može da pokreće uClinux

# Drugi emulatori

- ❖ ColdFire emulator
  - ❖ <http://www.slicer.ca/coldfire/>
  - ❖ Може да pokреће uClinux

# Emulatori - pregled

- ❖ Emulatori sistema
  - ❖ Korisni za isporbavanje čitavih sistema, uključujući i kernel
  - ❖ qemu: x86, x86\_64, am, sparc, ppc, mips
  - ❖ SkyEye: nekoliko arm arhitektura
- ❖ Korisnički emulatori
  - ❖ Korisni za pokretanje i debugovanje korisničkih programa namenjenih drugim arhitekturama
  - ❖ qemu: x86, arm, sparc, ppc, mips



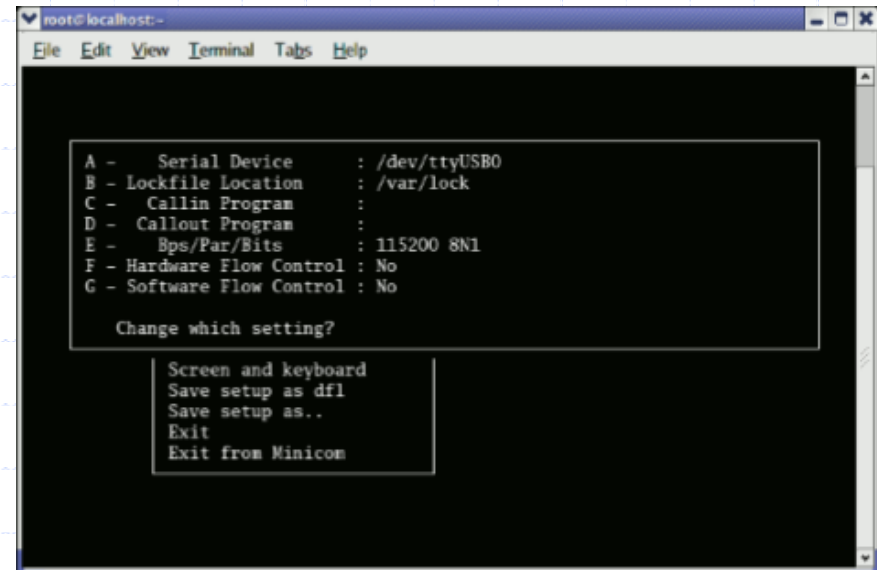
Razni alati

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

- ❖ Dostupan u svim GNU/Linux distribucijama
- ❖ Korišćenje
  - ❖ `chroot <dir> [komanda]`
- ❖ Izvršava komande sa specijalnim korenskim direktorijumom
- ❖ Standardno korišćenje - internet serveri
  - ❖ Servisi se izvršavaju u zatvornom chroot okruženju: ukoliko dođe do greške servis ne može da pristupa ostatku sistema, pa ne može ni da ga ugrozi
- ❖ Korišćenje za ugrađene sisteme
  - ❖ Razvoj i testiranje novog korenskog sistema datoteka na lokalnom računaru
  - ❖ Jako lako za korišćenje kada lokalni i ciljni uređaj imaju isti set instrukcija



- ❖ Program za serijsku komunikaciju
- ❖ Dostupan u svim GNU/Linux distribucijama
- ❖ Mogućnosti (sve se izvršava preko serijske veze):
  - ❖ Konzola na udaljenoj platformi
  - ❖ Transfer datoteka
  - ❖ Kontrola modema i dial-up
  - ❖ Konfiguracija serijske veze



```
root@localhost:~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
A - Serial Device      : /dev/ttyUSB0  
B - Lockfile Location  : /var/lock  
C - Callin Program    :  
D - Callout Program   :  
E - Bps/Par/Bits       : 115200 8N1  
F - Hardware Flow Control : No  
G - Software Flow Control : No  
  
Change which setting?  
Screen and keyboard  
Save setup as dfl  
Save setup as..  
Exit  
Exit from Minicom
```

# Drugi terminal emulatori

- ❖ GTKTerm: <http://www.jls-info.com/julien/linux/>
  - ❖ Grafički emulator
  - ❖ Jednostavniji i atraktivniji izgled u odnosu na Minicom ali manje mogućnosti
- ❖ CuteCom: <http://cutecom.sourceforge.net/>
  - ❖ Grafički emulator
  - ❖ Lak za korišćenje za nove korisnike
- ❖ GNU Screen: može da se koristi preko serijske veze
  - ❖ `screen <device> <baudrate>`
  - ❖ Primer
    - ❖ `screen /dev/ttyS0 115200`



BusyBox

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

# BusyBox

- ❖ <http://www.busybox.net/>
- ❖ Većina komandi Unix komandne linije u jednoj izvršnoj datoteci
- ❖ Uključuje i web server
- ❖ Veličina:
  - ❖ ~ 800 KB (statički povezana sa uClibc)
  - ❖ ~ 1200 KB (statički povezana sa eglibc)
- ❖ Lako se konfigurise
- ❖ Najbolji izbor za
  - ❖ Initramfs/initrd sa kompleksnim skriptama
  - ❖ Male i srednje ugrađene sisteme

# BusyBox komande

- ❖ addgroup, adduser, adjtimex, ar, arping, ash, awk, basename, bunzip2, bzip2, cal, cat, chgrp, chmod, chown, chroot, chvt, clear, cmp, cp, cpio, crond, crontab, cut, date, dc, dd, deallocvt, delgroup, deluser, devfsd, df, dirname, dmesg, dos2unix, dpkg, dpkgdeb, du, dumpkmap, dumpleases, echo, egrep, env, expr, false, fbset, fdflush, fdformat, fdisk, fgrep, find, fold, free, freeramdisk, fsck.minix, ftpget, ftpput, getopt, getty, grep, gunzip, gzip, halt, hdparm, head, hexdump, hostid, hostname, httpd, hush, hwclock, id, ifconfig, ifdown, ifup, inetd, init, insmod, install, ip, ipaddr, ipcalc, iplink, iproute, iptunnel, kill, killall, klogd, lash, last, length, linuxrc, ln, loadfont, loadkmap, logger, login, logname, logread, losetup, ls, lsmod, makedevs, md5sum, mesg, mkdir, mkfifo, mkfs.minix, mknod, mkswap, mktemp, modprobe, more, mount, msh, mt, mv, nameif, nc, netstat, nslookup, od, openvt, passwd, patch, pidof, ping, ping6, pipe\_progress, pivot\_root, poweroff, printf, ps, pwd, rdate, readlink, realpath, reboot, renice, reset, rm, rmdir, rmmod, route, rpm, rpm2cpio, run-parts, rx, sed, seq, setkeycodes, sha1sum, sleep, sort, start-stop-daemon, strings, stty, su, sulogin, swapoff, swapon, sync, sysctl, syslogd, tail, tar, tee, telnet, telnetd, test, tftp, time, top, touch, tr, traceroute, true, tty, udhcpc, udhcpd, umount, uname, uncompress, uniq, unix2dos, unzip, uptime, usleep, uudecode, uuencode, vconfig, vi, vlock, watch, watchdog, wc, wget, which, who, whoami, xargs, yes, zcat

# Konfiguracija BusyBox-a

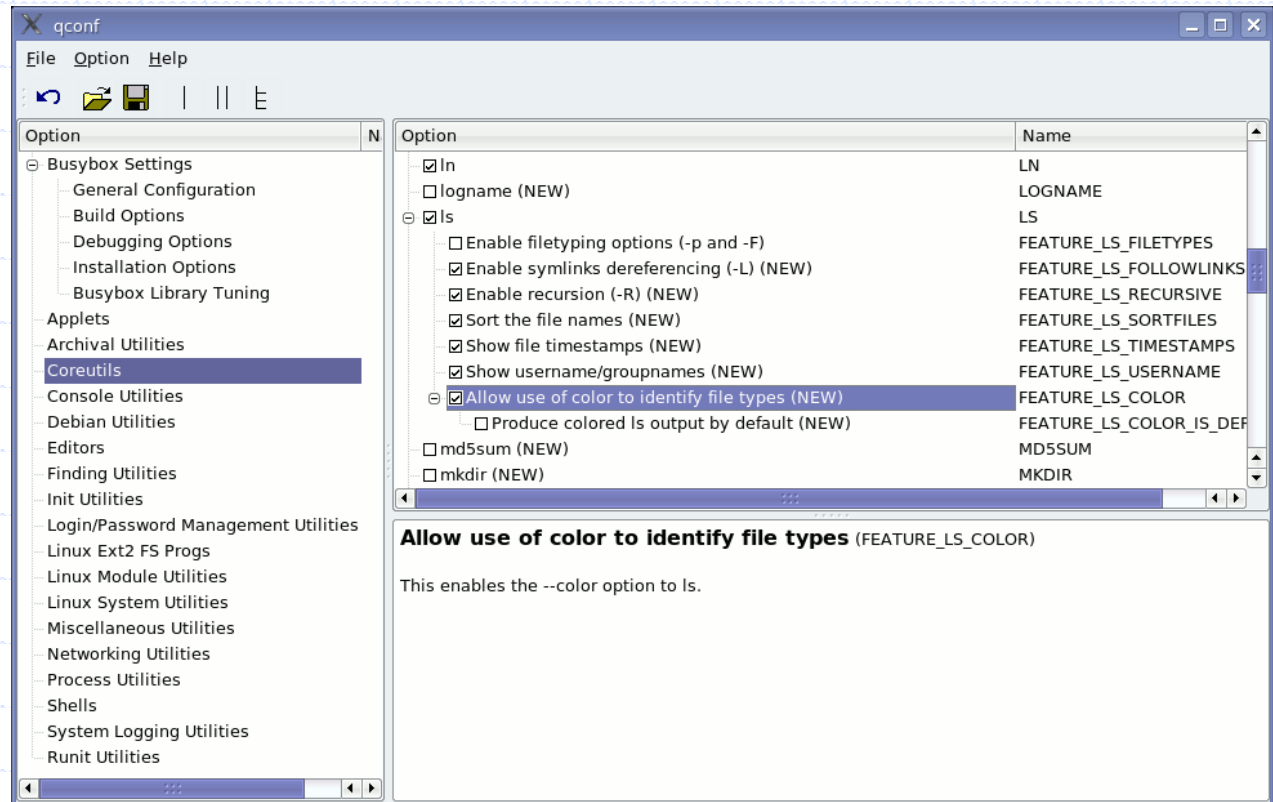
- ❖ Najnoviji izvorni kod se može pronaći na <http://busybox.net>
- ❖ Konfiguracija BusyBox-a (stvara .config datoteku)
  - ❖ make defconfig
    - ❖ Dobra opcija za početak korišćenja BusyBox-a
    - ❖ Konfiguriše BusyBox sa svim opcijama za običnog korisnika
  - ❖ make allnoconfig
    - ❖ Isključuje sve opcije
    - ❖ Koristi se kad se traži minimalni skup (posle ove komande se uključe samo opcije koje su potrebne)
  - ❖ make xconfig (grafički) ili make menuconfig (tekstualni)
    - ❖ Isti alati za konfiguraciju koji se koriste i za Linuks kernel

# BusyBox - make xconfig

❖ Mogu da se biraju

❖ komande koje se uključuju

❖ opcije komandi i mogućnosti





# Prevođenje BusyBox-a

- ❖ Ukoliko se prevodi za drugu platformu, potrebno je izabrati odgovarajuću arhitekturu ciljne platforme
  - ❖ ARCH ?= arm
  - ❖ CROSS\_COMPILE ?= arm-linux-
- ❖ Dodati putanju do alata za prevođenje u varijablu okruženja PATH
  - ❖ export PATH=/usr/local/arm/3.3.2/bin:\$PATH
- ❖ Prevođenje BusyBox-a
  - ❖ make
- ❖ Instalacija (stvara strukturu direktorijuma u \_install sa simboličkim linkovima na busybox izvršnu datoteku)
  - ❖ make install
- ❖ Posle logovanja mauntuje se slika sistema datoteka (npr. /mnt/rootfs) u ime korenskog korisnika
  - ❖ rsync -a \_install/ /mnt/rootfs/



# Pravljenje novog BusyBox apleta

- ❖ Korisno za pravljenje sopstvenih malih izvršnih datoteka
- ❖ Mogu da se koriste sve prednosti koje donosi BusyBox
- ❖ Dobijaju se manje datoteke nego kada bismo pravili izolovanu izvršnu datoteku
- ❖ Koriste se i prednosti koje pruža BusyBox vezane za konfiguraciju i prevođenje za druge platforme
- ❖ Licenca aplikacije će morati da bude GPL

# Novi BusyBox aplet - readahead primer (1/3)

- ❖ Dodate linije u (testirano sa BusyBox verzijom 1.21.1):
- ❖ include/applets.src.h:  
IF\_READAHEAD(APPLET(readahead, BB\_DIR\_USR\_BIN,  
BB\_SUID\_DROP))
- ❖ include/usage.src.h:  
#define readahead\_trivial\_usage \  
"[FILE]... "  
#define readahead\_full\_usage \  
"Preloads FILE(s) in RAM cache so that subsequent reads for  
those files do not block on disk I/O."

# Novi BusyBox applet - readahead primer (2/3)

- ❖ miscutils/Config.src  
config CONFIG\_READAHEAD  
bool "readahead"  
default n  
depends on LFS  
help

Preload the given list of files in RAM cache so that subsequent reads on these files will not block on disk I/O.

This applet just calls the readahead(2) system call on each file.

- ❖ miscutils/Kbuild.src  
lib-\$(CONFIG\_READAHEAD) += readahead.o

# Novi BusyBox aplet - readahead primer (3/3)

## ❖ miscutils/readahead.c

```
/*  
 * readahead implementation for BusyBox  
 * Copyright (C) 2006 Michael Opdenacker <michael@free-electrons.com>  
 * Licensed under GPLv2 or later, see file License in this tarball for details.  
 */  
  
#include "busybox.h"  
  
int readahead_main(int argc, char **argv)  
{  
    FILE *f;  
    int retval = EXIT_SUCCESS;  
  
    if (argc == 1) bb_show_usage();  
  
    while (*++argv) {  
        if ((f = fopen_or_warn(*argv, "r")) != NULL) {  
            int r, fd=fileno(f);  
            r = readahead(fd, 0, fdlength(fd));  
            fclose(f);  
            if (r >= 0) continue;  
        }  
        retval = EXIT_FAILURE;  
    }  
    return retval;  
}
```

# Alternativa BusyBox-u: embutils

- ❖ <http://www.fefe.de/embutils/>
- ❖ Razvijen od strane kreatora diet libc
- ❖ Mali skup osnovnih komandi za komandnu liniju namenjen ugrađenim sistemima
- ❖ Isključivo se prevodi sa diet libc-om i povezuje se statički
- ❖ U poređenju sa BusyBox-om manje je rasprostranjen i fale mu neke od osnovnih komandi i mogućnosti
- ❖ Postižu se manje veličine izolovanih izvršnih datoteka



http i ssh poslužioc

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

# ssh poslužilac i korisnik - dropbear

- ❖ <http://matt.ucc.asn.au/dropbear/dropbear.html>
- ❖ Mali memorjski otisak
- ❖ Sadrži i korisnika i poslužioca
- ❖ Namenjen za ugrađene sisteme
  
- ❖ Veličina
  - ❖ 110 KB (statički povezan sa uClibc na i386 arhitekturi)
  - ❖ OpenSSH korisnik i poslužilac: oko 1200 KB
  
- ❖ Omogućava
  - ❖ Udaljenu konzolu na ciljnoj platformi
  - ❖ Kopiranje datoteka na i sa ciljne platforme (scp ili rsync -e ssh)

# tthttpd

- ❖ <http://acme.com/software/tthttpd> ( *Tiny/Turbo/Throttling HTTP server* )
- ❖ Jednostavan
  - ❖ implementira HTTP/1.1 minimum
  - ❖ jednostavan za konfiguraciju i pokretanje
- ❖ Mali
  - ❖ Izvršna datoteka - 88 KB
- ❖ Prenosiv
  - ❖ Prevodi se bez problema na većini UNIX zasnovanih operativnih sistema
- ❖ Brz
  - ❖ Približne brzine kao i veći poslužioc
- ❖ Siguran
  - ❖ Dizajniran da štiti mašinu od napada



# Drugi web poslužioc (1/2)

- ❖ BusyBox http poslužilac: <http://busybox.net>
  - ❖ Mali poslužilac (dodaje samo 9 KB veličini BusyBox-a)
  - ❖ Dovoljan set mogućnosti za većinu uređaja
  - ❖ Licenca: GPL
- ❖ Klone: <http://koanlogic.com/kl/cont/gb/html/klone.html>
  - ❖ Mali web poslužilac sa punom funkcionalnošću namenjen ugrađenim sistemima
  - ❖ Veličina - oko 150 KB
  - ❖ Licenca: Dvostruka GPL/Commercial

# Drugi web poslužioc (2/2)

- ❖ Boa: <http://www.boa.org/>
  - ❖ Dizajniran da bude jednostavan, brz i siguran
  - ❖ Za razliku od tthttpd ne vodi računa o memorijskom otisku
  - ❖ Prilično popularan u ugrađenim sistemima
- ❖ lighthttpd: <http://lighthttpd.net>
  - ❖ Mali memorijski otisak
  - ❖ Dobro podnosi velika opterećenja
  - ❖ Može biti koristan u ugrađenim sistemima



U-boot

# RAZVOJ UGRAĐENIH SISTEMA

# Priprema slike kernela za U-boot

- ❖ U-boot mora da ima dodatne informacije u slici kernela ili initrd-a
- ❖ mkimage - alat za pripremu slike kernela koji se nalazi u sklopu U-boot izvornog koda
- ❖ Pravljenje odgovarajuće slike kernela
  - ❖ make uImage

# Priprema slike initrd-a za U-boot

## ❖ mkimage

-n initrd \	Ime
-A arm \	Arhitektura
-O linux \	Operativni sistem
-T ramdisk \	Tip
-C gzip \	Kompresija
-d rd-ext2.gz \	Ulazna datoteka
uInitrd	Izlazna datoteka

# Prevođenje U-boot-a

- ❖ Izvorni kod U-boot-a se može preuzeti sa adrese <http://www.denx.de/wiki/UBoot>
- ❖ U direktorijumu sa izvornim kodom U-boot-a
  - ❖ Pronaći ime konfiguracije za željenu platformu u direktorijum include/configs (npr. omap1710h3.h)
- ❖ Konfiguracija U-boot-a
  - ❖ make omap1710h3\_config (.h se zameni sa \_config)
- ❖ Ukoliko je potrebno promeniti alate za prevođenje u Makefile datoteci
  - ❖ ifeq (\$(ARCH),arm)  
CROSS\_COMPILE = arm-linux-  
endif
- ❖ Prevođenje
  - ❖ make

# Prevođenje U-boot mkimage-a

- ❖ Ukoliko je U-boot već instaliran i potrebno je instalirati samo mkimage
- ❖ mkimage je u potpunosti nezavistan od arhitekture i platforme
- ❖ Konfigurisati U-boot za bilo koju arhitekturu i platformu
- ❖ Prevođenje
  - ❖ make
- ❖ Instalacija mkimage-a
  - ❖ `cp tools/mkimage /usr/local/bin/`

# Konfiguracija tftp-a (1/2)

- ❖ Česta pojava u toku razvoja je preuzimanje slike kernela preko mreže
- ❖ Instrukcije za xinetd bazirane sisteme
- ❖ Instalirati tftp-server paket ako je potrebno
- ❖ Ukloniti disable = yes u datoteci /etc/xinetd.d/tftp
- ❖ Kopirati datoteke u /tftpboot/ direktorijum (ili na drugu lokaciju ukoliko je tako navedeno u /etc/xinetd.d/tftp datoteci)
- ❖ Može se desiti da mora da se isključi SELinux u /etc/selinux/config datoteci
- ❖ Restartovati xinetd
  - ❖ /etc/init.d/xinetd restart



## Konfiguracija tftp-a (2/2)

- ❖ Instrukcije za GNU/Linux sisteme bazirane na Debian-u
- ❖ **Instalirati tftpd-hpa paket** ako je potrebno
- ❖ Postaviti RUN\_DAEMON="yes" u datoteci /etc/default/tftpd-hpa
- ❖ **Kopirati datoteke u direktorijum**  
/var/lib/tftpboot
- ❖ U datoteci /etc/hosts.allow zameniti ALL : ALL@ALL : DENY sa ALL : ALL@ALL : ALLOW
- ❖ U datoteci /etc/hosts.deny zakomentarisati ALL : PARANOID
- ❖ **Restartovati poslužioca**
  - ❖ /etc/init.d/tftpd-hpa restart

# U-boot - terminal

- ❖ Povezati ciljnu platformu i lokalni računar serijskom vezom
- ❖ Nakon paljenja ploče u serijskoj konzoli bi trebalo da se dobije ovakav (ili sličan) ispis
  - ❖ U-Boot 1.1.2 (Aug 3 2004 - 17:31:20)  
RAM Configuration:  
Bank #0: 00000000 8 MB  
Flash: 2 MB  
In: serial  
Out: serial  
Err: serial  
u-boot #

# U-boot - Informacije o ploči

❖ u-boot # bdfinfo  
DRAM bank = 0x00000000  
-> start = 0x00000000  
-> size = 0x00800000  
ethaddr = 00:40:95:36:35:33  
ip\_addr = 10.0.0.11  
baudrate = 19200 bps

# U-boot - Varijable okruženja (1/2)

❖ u-boot # printenv  
baudrate=19200  
ethaddr=00:40:95:36:35:33  
netmask=255.255.255.0  
ipaddr=10.0.0.11  
serverip=10.0.0.1  
stdin=serial  
stdout=serial  
stderr=serial  
u-boot # setenv serverip 10.0.0.2  
u-boot # printenv serverip  
serverip=10.0.0.2

Podešavanja mreže  
za TFTP  
i NFS

# U-boot - Varijable okruženja (2/2)

- ❖ Varijable okruženja mogu biti trajno sačuvane sa komandom `saveenv`
- ❖ Može se čak napraviti i mala šel skripta u varijabli okruženja
  - ❖ `setenv myscript 'tftp 0x21400000 uImage; bootm 0x21400000'`
- ❖ Ovakva skripta se može pokrenuti sa
  - ❖ `run myscript`
- ❖ Složenije skripte zahtevaju posebne datoteke za skripte koje se obrađuju sa `mkimage`-om

# U-boot - Mrežne komande

- ❖ u-boot # tftp 8000 u-boot.bin  
From server 10.0.0.1; our IP address is 10.0.0.11  
Filename 'u-boot.bin'.  
Load address: 0x8000  
Loading: #####  
done  
Bytes transferred = 95032 (17338 hex)
- ❖ Adresa i veličina prenešene datoteke se čuvaju u varijablama okruženja fileaddr i filesize

# U-boot - Rad sa SD karticom (1/3)

## ❖ Izlistavanje svih particija

```
mmc part
```

## ❖ Izlistavanje sadržaja particije

### ❖ Za ext4 particije

```
ext4ls mmc 0:<broj particije>
```

### ❖ Za fat particije

```
fatls mmc 0:<broj particije>
```

## ❖ Upis na postojeću particiju

```
fatwrite mmc 0:<broj particije> <adresa iz  
memorije sa koje čitamo> <ime datoteke>  
<koliko bajta upisujemo>
```

```
ext4write ...
```

# U-boot - Rad sa SD karticom (2/3)

## ❖ Čitanje sa particije u RAM memoriju

### ❖ Za ext4 particije

```
ext4load mmc 0:<broj particije> <adresa u  
memoriji na koju učitavamo> <ime datoteke>  
<broj bajta koliko iščitavamo> (broj bajta i adresa  
se unose u hexa obliku uvek)
```

### ❖ Za fat particije

```
fatload mmc 0:<broj particije> <adresa u  
memoriji na koju učitavamo> <ime datoteke>  
<broj bajta koliko iščitavamo>
```



# U-boot - Rad sa SD karticom (3/3)

- ❖ Prženje image-a particije
  - ❖ učitati image preko tftp na neku adresu - X (po završenom preuzimanju ispiše se veličina datoteke - Y)
  - ❖ izlistati particije i videti gde počinje particija koju hoćemo da pržimo - Z (adrese su prikazane u decimalnom obliku, a posle ih koristimo u hex)
  - ❖ Komanda za prženje

```
mmc write <X> <Z u hexa obliku> <Y u hexa obliku izrazena kroz broj blokova od 512 bajta>
```

# Komande za pokretanje kernela

- ❖ Podešavanje parametara kernela pri pokretanju
  - ❖ u-boot # setenv bootargs mem=64M \ console=ttyS0,115200 init=/sbin/init \ root=/dev/mtdblock0
- ❖ Pokretanje kernela sa date adrese (RAM)
  - ❖ bootz 0x01000000 - 0x02000000

# Korisni linkovi

- ❖ U-boot stranica:
  - ❖ <http://www.denx.de/wiki/UBoot/WebHome>
- ❖ Lep pregled U-boot-a:
  - ❖ <http://linuxdevices.com/articles/AT5085702347.html>
- ❖ U-boot priručnik:
  - ❖ <http://www.denx.de/wiki/view/DULG/UBoot>