



Univerzitet u Novom Sadu

Fakultet tehničkih nauka

Odsek za računarsku tehniku i
računarske komunikacije



Operativni Sistem Linuks u Namenskim Računarima

UVOD

2023/2024



Operativni Sistem Linuks u Namenskim Računarima

OSNOVNE INFORMACIJE



Opšte informacije (1/2)



- ❖ Predmet: Operativni Sistem Linuks u Namenskim Računarima
- ❖ Fond:
 - ❖ Predavanja: 60
 - ❖ Vežbe: 60
- ❖ Nastavnik:
 - ❖ Doc. dr. Vladimir Marinković vladimir.marinkovic@rt-rk.uns.ac.rs



Opšte informacije (2/2)



- ❖ Asistenti:
 - ❖ Dario Perić dario.peric@tttech-auto.com
 - ❖ Simeon Lagundžin simeon.lagundzin@tttech-auto.com
 - ❖ Marko Govedar marko.govedar@rt-rk.com



Obrazovni cilj



- ❖ Detaljan pregled unutrašnje strukture i rada operativnog sistema Linuks
- ❖ Poseban naglasak na upotrebi i specifičnostima Linuksa u namenskim računarima (ugrađenim u automobile, telefone, televizore...), a ne samo u sistemima opšte namene.



Stečena znanja



- ❖ Duboko poznavanje rada i organizacije operativnog sistema Linuks
- ❖ Sposobnost za modifikovanje i održavanje operativnog sistema Linuks, kako samostalno, tako i na većim projektima otvorenog koda



Predmet obuhvata (1/2)



- ❖ Upoznavanje sa bash skriptama
- ❖ Upoznavanje sa MAKE alatom i MAKEFILE datotekama
- ❖ Upoznavanje sa GIT-om
- ❖ Pregled jezgra (kernela) operativnog sistema Linuks
- ❖ Upoznavanje sa izvornim kodom: prevođenje i pokretanje Linuks sistema
- ❖ Pregled i izbor korenskog sistema datoteka



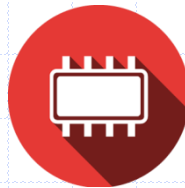
Predmet obuhvata (2/2)



- ❖ Upoznavanje sa konceptom uređaja (karakter uređaj, blokovski uređaj, itd)
- ❖ Razvoj rukovalaca
- ❖ Linuks uređaj i model rukovaoca
- ❖ Primer Linuks uređaja - komunikacija sa I2C uređajem
- ❖ Radni okviri kernela za rukovaoce uređaja
- ❖ Razvoj aplikacija za drugu (odredišnu) platformu
- ❖ Debugovanje na odredišnoj platformi

Primena u oblastima

- ❖ Digitalna obrada signala (multimedijalni sistemi)
- ❖ Softver za automobilsku industriju
- ❖ Internet of Things
- ❖ Digitalna TV





Zahvalnica



- ❖ Materijali su bazirani na kursevima kompanije Free Electronics:
 - ❖ Embedded Linux
 - ❖ Linux kernel and driver development



Načini ocenjivanja

- ❖ Student može maksimalno da osvoji 100 poena
 - ❖ 10 poena za pohađanje nastave (prisustvo na laboratorijskim vežbama)
 - ❖ 60 poena za zadatke (3 termina u laboratoriji)
 - ❖ 30 poena za ispit iz teorije (u predroku i prvom roku pismeno, u ostalim rokovima polaže se usmeno)
- ❖ Napomene:
 - ❖ Predispitne obaveze nose 70% i mogu se realizovati isključivo u toku bloka
 - ❖ Mora se realizovati >50% predispitnih obaveza i >50% na ispitu
 - ❖ U slučaju više od 1 neopravdanog izostanka sa predavanja, gubi se pravo na pismeno polaganje ispita

Platforma korišćena na kursu

- ❖ Osim na prve 3 vežbe, koristi se Raspberry Pi 2
 - ❖ Broadcom BCM2836 SoC
 - ❖ 900MHz ARMv7 Quad Core, Broadcom VideoCore IV GPU
 - ❖ 1 GB RAM
 - ❖ Proširiv 40-pinski GPIO konektor
 - ❖ Video/Audio izlaz (3.5mm, HDMI)
 - ❖ Memorija: microSD
 - ❖ 4 x USB2.0, 10/100 Ethernet (RJ45)
 - ❖ 27 x GPIO, UART, I2C bus, SPI bus, +3.3V, +5V, Ground
 - ❖ Napajanje: 5V @ 600 mA
- ❖ Linux kernel, alati, dokumentacija, dizajn i dr:
 - ❖ <https://github.com/raspberrypi>





Pažljivo rukujte sa RPI



- ❖ **Ništa od dodataka ne priključujte dok je RPI pod napajanjem**

- ❖ **Ne isključujte ploču samo otkačivanjem napajanja:**
 - ❖ Ako je sistem aktivan, uvek koristite komandu `reboot` za restart
 - ❖ Ako je sistem aktivan, uvek koristite komandu `halt` za isključivanje, pa potom isključite napajanje

Komponente koriščene na kursu

- ❖ Raspberry Pi 2:
 - ❖ <http://bit.ly/1EMd405>
- ❖ Nintendo Nunchuck sa adapterom:
 - ❖ <http://bit.ly/2eCsPkH>
 - ❖ <http://bit.ly/2f76UTj>
- ❖ Źice za prespajanje (“ženski” konektor):
 - ❖ <http://bit.ly/2frzijt>
- ❖ USB serijski kabel/adaptar (“ženski” konektor):
 - ❖ <http://bit.ly/2eCs1w0>
- ❖ USB Ethernet adapter:
 - ❖ <http://bit.ly/2fsLezs>





Učestvujte



- ❖ Za vreme predavanja i vežbi...
 - ❖ Ne ustručavajte se da postavite pitanje. Ostali možda imaju sličnu nedoumicu.
 - ❖ Ovo pomaže i nastavnicima da otkriju objašnjenje koje nije bilo dovoljno jasno ili detaljno.
 - ❖ Ne ustručavajte se da podelite i vaše iskustvo na Linuxs ili drugom OS.
 - ❖ Vaš pogled na probleme je najbitniji jer je sličan pogledu kolega, a različit od pogleda nastavnika.
 - ❖ Vaše učešće može kurs učiniti interaktivnijim, zanimljivijim, te lakšim za savladati.

Savet – zapisujte vaše komande!

- ❖ Za vreme vežbi, zapisujte sve bitne komande u tekstualnu datoteku:
 - ❖ Može vam uštedeti dosta vremena zbog ponovnog korišćenja komandi na kasnijim vežbama.
 - ❖ Pravite referencu za pamćenje komandi u budućnosti.
 - ❖ Naročito je korisno za zadržavanje podešavanja komandne linije koja ste koristili ranije.
 - ❖ Takođe je pogodno i prilikom traženja pomoći od asistenta koji tada može da vidi sve komande koje ste pokretali.

Lab commands

Cross-compiling kernel:

```
export ARCH=arm  
export CROSS_COMPILE=arm-linux-  
make sama5_defconfig
```

Booting kernel through tftp:

```
setenv bootargs console=ttyS0 root=/dev/nfs  
setenv bootcmd tftp 0x21000000 zImage; tftp  
0x22000000 dtb; bootz 0x21000000 - 0x2200...
```

Making ubifs images:

```
mkfs.ubifs -d rootfs -o root.ubifs -e 124KiB  
-m 2048 -c 1024
```

Encountered issues:

Restart NFS server after editing /etc/exports!



Saradujte



- ❖ Saradnja za vreme vežbi je bitna za ovaj kurs, kao što je bitna u Free Software i Open Source zajednici:
 - ❖ Ukoliko završite vežbe pre ostalih, ne ustručavajte se da pomognete drugim kolegama i istražite probleme sa kojima se oni suočavaju.
 - ❖ Što brže napredujete kao grupa, više vremena će ostajati za istraživanje dodatnih stvari.
 - ❖ Kada je to potrebno, objasnite drugima kako ste vi nešto razumeli. To takođe pomaže i vama da učvrstite svoje znanje.
 - ❖ Ne ustručavajte se da svom asistentu prijavite potencijalne greške.
 - ❖ Ne ustručavajte se da rešenje problema potražite i na Internetu.



Operativni Sistem Linuks u Namenskim Računarima

RASPORED



Satnica



- ❖ Predavanja od 27.11.2023 (NTP418):
 - ❖ 09:00 – 12:00

- ❖ Vežbe od 28.11.2023:
 - ❖ G1 13:00 – 16:00 NTP505
 - ❖ G2 14:00 – 17:00 NTP504
 - ❖ G3 16:15 – 19:15 NTP505



Agenda – prva nedelja radna nedelja 48



Datum	Aktivnost	Predavanja	Vežbe
27.11.2023 ponedeljak	Dan01	P1.1 Uvod P1.2 Uvod u Linuks - ponavljanje	
28.11.2023 utorak	Dan02	P2 Linuks u namenskim sistemima	L1 Uvod u Linuks terminal (vežba 1)
29.11.2023 sreda	Dan03	P3.1 Upoznavanje sa BASH skriptama P3.2 Upoznavanje sa MAKE alatom i MAKEFILE datotekama P3.3 Uvod u GIT	L2 Uvod u Linuks terminal (vežba 2 i 3)
30.11.2023 četvrtak	Dan04	P4.1 Upoznavanje sa Linuks kernelom P4.2 Prevođenje Linuks kernela	L3.1 Upoznavanje sa BASH skriptama L3.2 Upoznavanje sa MAKE alatom i MAKEFILE datotekama
01.12.2023 petak	Dan05	P5 Detalji konfigurisanja, prevođenja i pokretanja kernela	L4.1 Priključivanje i konfigurisanje RPI platforme i okruženja L4.2 Upoznavanje sa Linuks kernelom i prevođenje kernela



Agenda – druga nedelja radna nedelja 49



Datum	Aktivnost	Predavanja	Vežbe
04.12.2023 ponedeljak	Dan06	P6.2 Razvoj rukovalaca (I deo - Osnove razvoja rukovalaca) P7 Razvoj rukovalaca (II deo - karakter rukovaoci)	L5 Konfigurisanje i prevođenje kernela
05.12.2023 utorak	Dan07		L6 Pisanje i prevođenje modula
06.12.2023 sreda	Dan08	P7 Razvoj rukovalaca (II deo - memorija, mmap) P8.1 Razvoj rukovalaca (III deo - debugovanje)	L7 Debugovanje rukovalaca i kernela
07.12.2023 četvrtak	Dan09	P6.1 Razvoj ugrađenih sistema P8.2 Linuks uređaj i model rukovaoca	Zadatak 1
08.12.2023 petak	Dan10	P9.1 Primer Linuks uređaja - komunikacija sa I2C uređajem P9.2 Radni okviri kernela za rukovaoca uređaja	L8 Pravljenje i pokretanje ugrađenog sistema



Agenda – treća nedelja radna nedelja 50



Datum	Aktivnost	Predavanja	Vežbe
11.12.2023 ponedeljak	Dan11		L9 Upoznavanje sa buildroot alatom i U-boot-om
12.12.2023 utorak	Dan12		Zadatak 2
13.12.2023 sreda	Dan13		L10 Model uređaja – I2C uređaj (nunchuck vežba 1)
14.12.2023 četvrtak	Dan14		L11.1 Korišćenje I2C magistrale (nunchuck vežba 2) L11.2 Sprega sa ulaznim podsistemom (nunchuck vežba 3)
15.12.2023 petak	Dan15		Zadatak 3