



Линукс курс 2016/2017



Модел уређаја – I²C уређај

ЦИЉ

Савладати декларисање I²C уређаја и основних функција руковаоца које се позивају када је уређај детектован.

ИСХОД

Кроз наредне вежбе имплементираћемо руковалац једног I²C уређаја, који омогућава функционалност I²C punchuk-a.

Након ове вежбе ћете моћи да:

- Додајете I²C уређаје (и сличне) у стабло уређаја (device tree).
- Имплементирате основне функције руковаоца probe() и remove(), те да се уверите да су поменуте функције позване када постоји поклапање доступног уређаја и руковаоца.
- Пронађете ваш руковалац и уређај на путањи /sys.

ПОСТАВКА

Позиционирајте се у директоријум ~/linux-kernel-labs/src и затим од полазне гране master направите нову грану dan10 и позиционирајте се у исту:

```
git checkout master
git checkout -b dan10
```

Позиционирајте се у директоријум ~/linux-kernel-labs/src/linux који садржи кернел за RPI са github репозиторијума <https://github.com/raspberrypi/linux> и затим од полазне гране rpi-4.4.y направите нову грану dan10 и позиционирајте се у исту:

```
git checkout rpi-4.4.y
```

```
git checkout -b dan10
```

ПОВЕЗИВАЊЕ NUNCHUK-A

Узмите `nunchuk` уређај који сте добили од асистента.

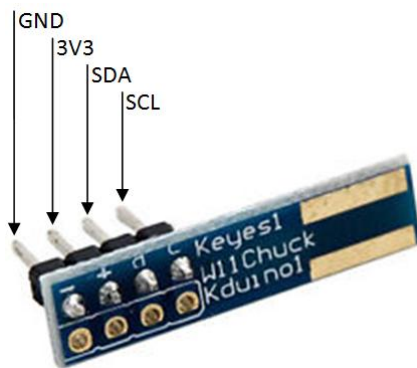
Повезаћемо га на други I²C пролаз процесора (i2c1), чији су пинови доступни на конектору J8.

Документ са корисним детаљима о `nunchuk`-у и конекторима можете преузети са адресе:

<http://free-electrons.com/labs/doc/nunchuk.pdf>

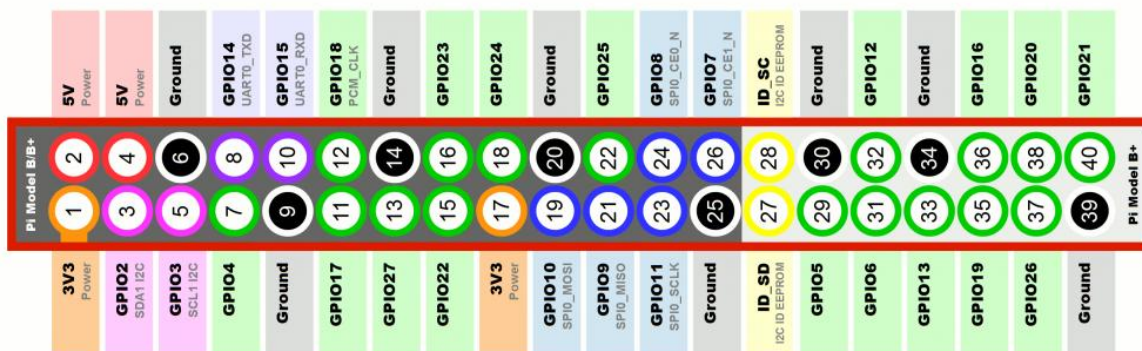
<http://www.robotshop.com/media/files/PDF/inex-zx-nunchuck-datasheet.pdf>

Сада можемо да идентификујемо 4 пина на `nunchuk` конектору:



Слика 1 Распоред пинова на конектору `Nunchuk` I²C уређаја

Отворите документ `BCM2835 ARM Peripherals` (<https://github.com/raspberrypi/documentation/blob/master/hardware/raspberrypi/bcm2835/BCM2835-ARM-Peripherals.pdf>) и пронађите SDA и SCL линије I²C1 периферије (SDA1 и SCL1) у табели 6-31 (GPIO Pins Alternative Function Assignment) где ћете пронаћи које се GPIO линије могу искористити у ове сврхе, а на слици испод видећете и који су то пинови на конектору J8.

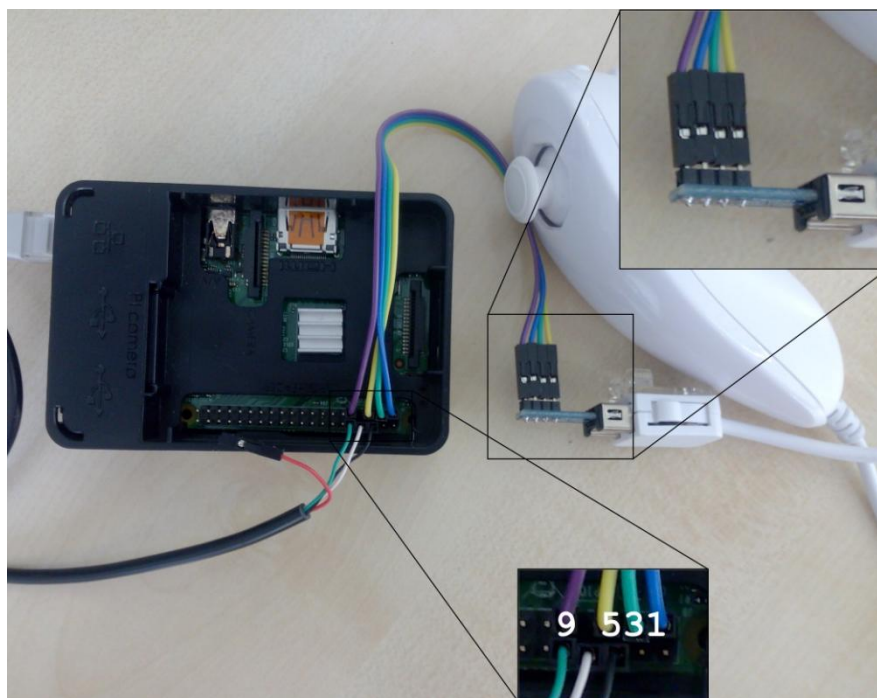


www.raspberrypi-spy.co.uk

Слика 2 Распоред пинова конектора J8 на Raspberry Pi 2 плочи

Сада повежите nunchuk конектор и Raspberry Pi 2 плочу на следећи начин, а исто је приказано и на слици испод:

- GND пин на J8 пин 9 (GND)
- 3V3 пин на J8 пин 1 (3V3)
- SCL пин на J8 пин 5 (GPIO3 / SCL1 I2C)
- SDA пин на J8 пин 3 (GPIO2 / SDA1 I2C)



Слика 3 Повезивање Nunchuk I²S уређаја и Raspberry Pi 2 плоче



Линукс курс 2016/2017



ПРАВЉЕЊЕ ПОСЕБНОГ СТАБЛА УРЕЂАЈА (DEVICE TREE)

Да бисмо Линукс језгру омогућили да рукује новим уређајем, морамо додати опис овог уређаја у стабло уређаја плоче (board device tree).

Како је стабло уређаја за Raspberry Pi 2 већ укључено у кернел и наставља да се развија за себе, ми нећемо правити измене директно на датотеци која се користи за ову плочу. Најбоље решење је да направимо посебно стабло уређаја за нашу плочу са нашим уређајем. На крају крајева, плочу са додатим било којим уређајем можемо посматрати као посебну плочу.

Дакле, наслеђивањем кода од Raspberry Pi 2 DTS, направите `bcm2709-rpi-2-b-custom.dts` датотеку. За сада из постојеће датотеке можете задржати само DTS include директиве, дефиницију модела, `compatible` подешавање, а од дефиниције уређаја задржите само оно што се тиче `uart-a` и `core-a`. Све остало можете обрисати.

Сада модификујте одговарајући Makefile да бисте били сигурни да ће се нова DTS датотека компајлирати аутоматски.

УКЉУЧИВАЊЕ ДРУГЕ I²C МАГИСТРАЛЕ

Пре свега треба да омогућимо и конфигуришемо другу I²C магистралу (`i2c1`). Најпре пронађите DT дефиниције за `i2c1`.

Која је базна адреса њихових регистара? Пронађите исту адресу у документу BCM2835 ARM Peripherals¹.

Потом направите референцу на ову дефиницију у вашој DTS датотеци и омогућите ову магистралу. Такође, конфигуришите је да ради на 100 KHz. То је довољно за сада.

ДЕКЛАРАЦИЈА NUNCHUK УРЕЂАЈА У СТАБЛУ

¹ Претражујте I²C, али адресу периферије односно I²C контролера ћете пронаћи под називом Broadcom Serial Controller (BSC), па је други контролер у документу означен са BSC1.



Линукс курс 2016/2017



Декларишите `nunchuk` уређај као чвор потомак `i2c1` магистрале, одабирајући `nintendo,nunchuk` за `compatible` подешавање. I²C slave адресу `nunchuk` уређаја можете проверити у поменутом `nunchuk` документу².

ПРОВЕРА СТАБЛА УРЕЂАЈА У ПОКРЕНУТОМ СИСТЕМУ

Сада само преведите ваш DTB тражећи од Makefile језгра да поново преведе само DTB датотеке.

```
make dtbs
```

Ископирајте нову DTB датотеку на home директоријум `tftp server-a` (`/var/lib/tftpboot/`) и промените име DTB датотеке у U-Boot конфигурацији³ и покрените поново Raspberry Pi плочу.

Кроз директоријум `/proc/device-tree` можемо проверити Device Tree подешавања која је наш систем учитао. То је корисно када нисмо потпуно сигурни која су подешавања заправо учитана.

Нпр, можемо проверити присуство `nunchuk` чвора у стаблу уређаја:

```
# find /proc/device-tree/ -name "*nunchuk*"
/proc/device-tree/soc/i2c@7e804000/nunchuk@52
```

Неко од подешавања уређаја након тога можете прочитати помоћу

```
cat /proc/device-tree/soc/i2c@7e804000/nunchuk@52/status
```

Користећи Device Tree Compiler (`dtc`, који је додат у `root filesystem`), можете такође проверити целу Device Tree структуру. То је бољи начин од провере изворних и `include` датотека у `source` директоријуму!

```
# dtc -I fs /proc/device-tree/
```

Потражите `i2c1` и `nunchuk` у излазу након ове команде и уочите где су чворови инстанцирани.

² Ова I²C slave адреса је одређена самим уређајем. Не можете је променити.

³ Савет: треба само да покренете `editenv bootcmd`, направите измене и сачувајте са `saveenv`.



Линукс курс 2016/2017



ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ОСНОВНОГ I²C РУКОВОАЦА ЗА NUNCHUK

Најпре је потребно инсталирати модуле преведеног кернела у `nfsroot` командама:

```
sudo chown -R rtrk.rtrk <putanja do nfsroot
direktorijuma>/lib/
```

```
make modules_install INSTALL_MOD_PATH=<putanja do nfsroot
direktorijuma>
```

```
sudo chown -R root.root <putanja do nfsroot
direktorijuma>/lib/
```

Сада можемо кренути са писањем првих градивних блокова I²C руковаоца за наш `nunchuk` уређај.

У новом терминалу се позиционирајте на путању `~/linux-kernel-labs/modules/nfsroot/root/nunchuk/`. Овај директоријум садржи `Makefile` и скоро празну `nunchuk.c` датотеку.

Можете превести модул командом `make` (не заборавите да предходно подесите променљиве `ARCH` и `CROSS_COMPILE`). Како је тренутни директоријум део NFS root-а који се boot-ује на плочу, добијена `.ko` датотека ће одмах бити видљива и на плочи.

Ослањајући се на објашњења добијена у току предавања, попуните `nunchuk.c` датотеку да бисте имплементирали:

- `probe()` и `remove()` функције које ће бити позване када је `nunchuk` пронађен. За сада само искористите позив `pr_info()` унутар функција да бисте потврдили да су функције позване.
- Иницијализујте `i2c_driver` структуру и региструјте I²C руковалац користећи исту. Уверите се да користите `compatible` подешавање које одговара истом које сте додали у Device Tree.



Линукс курс 2016/2017



Сада можете превести модул и поново покренути плочу да бисте је покренули са измењеном DTB датотеком (уколико сте правили измене од претходног покретања).

ТЕСТИРАЊЕ РУКОВОАЦА

Сада можете учитати `/root/nunchuk/nunchuk.ko` датотеку. Проверите да ли је тада позвана функција `probe()`, и да ли је функција `remove()` позвана када уклоните модул.

ПРЕТРАГА /SYS

Уложите мало времена у претраживање `/sys`:

- Пронађите репрезентацију вашег руковаоца. То је и начин проналажења одговарајућих уређаја.
- Пронађите репрезентацију вашег уређаја која садржи његово име. Пронаћи ћете и везу (link) до руковаоца

САЧУВАЈТЕ СВЕ ИЗМЕНЕ

Да бисте потврдили и сачували све измене, најбоље је да их додате, а потом и локално комитујете на GIT, док сте позиционирани у неки од директоријума репозиторијума који је мењан, нпр. `~/linux-kernel-labs` и исто за `~/linux-kernel-labs/src/linux`:

```
git add -A
```

```
git commit -as -m "dan10 završen"
```

Да би измене постале видљиве и у репозиторијуму на серверу, потребно би још било урадити нпр. `git push`, али то у овом случају није неопходно нити имамо неопходна права за то.