

Podstawy Systemów Wbudowanych

Wykład 9: Systemy operacyjne dla systemów wbudowanych

Angelika Tefelska Dariusz Tefelski

Zakład Fizyki Jądrowej, Wydział Fizyki PW

27 kwietnia 2017



O czym będzie wykład...

- 1 Architektury sprzętowe i systemy operacyjne
- 2 Raspberry Pi - jakie ma możliwości?
- 3 Jak startuje system na Raspberry Pi
- 4 Systemy operacyjne dla Raspberry Pi
- 5 Docker

Architektury sprzętowe

Architektury sprzętowe

Architektury, na których dostępny jest system Linux

- ARM - Advanced RISC Machine
- MIPS - Microprocessor without Interlocked Piped Stages
- SuperH
- x86 - procesory Intel/AMD...np. Intel Atom
- PowerPC
- XScale

Linux bez MMU?

Istnieją wersje Linux-a, które można uruchomić bez jednostki zarządzającej pamięcią MMU, takie jak uClinux <http://www.uclinux.org/>

System operacyjny

System operacyjny

System operacyjny (ang. operating system, skrót OS) – oprogramowanie zarządzające systemem komputerowym, tworzące środowisko do uruchamiania i kontroli zadań użytkownika.

W celu uruchamiania i kontroli zadań użytkownika system operacyjny zajmuje się: planowaniem oraz przydziałem czasu procesora poszczególnym zadaniom, kontrolą i przydziałem pamięci operacyjnej dla uruchomionych zadań, dostarczaniem mechanizmów do synchronizacji zadań i komunikacji pomiędzy zadaniami, obsługą sprzętu oraz zapewnieniem równolegle wykonywanym zadaniom jednolitego, wolnego od interferencji dostępu do sprzętu. ^a

^aŹródło: pl.wikipedia.org

Możliwości

Możliwości

Jakie są możliwości Raspberry Pi?

- Generalnie takie, jak dużych komputerów PC z ograniczeniem co do wymogów dotyczących pamięci RAM i wydajności
- Możliwe jest stosowanie baz danych np. Postgres, MySQL, ...
- Serwery stron internetowych: Apache, Nginx
- Języki programowania C/C++, Python, Octave, ...
- Zaletami w przeciwieństwie do PC są swobodnie programowane linie GPIO, uinterfejsy I²C, SPI, RS232
- Możliwe jest prowadzenie całkiem złożonych symulacji, procedur obróbki danych.
- Małe i energooszczędne moduły nadają się także do tworzenia klastrów obliczeniowych.

Raspberry Pi 3 - pinout

Pin#	NAME		NAME	Pin#
01	3.3v DC Power	■	DC Power 5v	02
03	GPIO02 (SDA1 , I ² C)	●	DC Power 5v	04
05	GPIO03 (SCL1 , I ² C)	●	Ground	06
07	GPIO04 (GPIO_GCLK)	●	(TXD0) GPIO14	08
09	Ground	●	(RXD0) GPIO15	10
11	GPIO17 (GPIO_GEN0)	●	(GPIO_GEN1) GPIO18	12
13	GPIO27 (GPIO_GEN2)	●	Ground	14
15	GPIO22 (GPIO_GEN3)	●	(GPIO_GEN4) GPIO23	16
17	3.3v DC Power	●	(GPIO_GEN5) GPIO24	18
19	GPIO10 (SPI_MOSI)	●	Ground	20
21	GPIO09 (SPI_MISO)	●	(GPIO_GEN6) GPIO25	22
23	GPIO11 (SPI_CLK)	●	(SPI_CE0_N) GPIO08	24
25	Ground	●	(SPI_CE1_N) GPIO07	26
27	ID_SD (I ² C ID EEPROM)	●	(I ² C ID EEPROM) ID_SC	28
29	GPIO05	●	Ground	30
31	GPIO06	●	GPIO12	32
33	GPIO13	●	Ground	34
35	GPIO19	●	GPIO16	36
37	GPIO26	●	GPIO20	38
39	Ground	●	GPIO21	40

29/02/2016

Rysunek: Raspberry Pi 3 - złącze 40-pinowe

Raspberry Pi 3 limity natężenia prądu

Limity natężenia prądu

- Brak jest dokładnych danych technicznych SoC
- Raspberry Pi w wersji 1 miało ograniczenie na linii zasilającej 3,3V, wynoszące 50mA, natomiast na linii 5V 500mA
- Obecnie limity są przesunięte, w górę, ale przyjmuje się, że:
 - Pojedynczy pin GPIO nie powinien dostarczać ani odbierać natężenia prądu większego niż 16 mA
 - Całkowite natężenie prądu dostarczane/odbierane z pinów GPIO nie powinno przekraczać 50 mA.

Akcesoria

Akcesoria

Raspberry Pi do pracy wymaga kilka dodatkowych akcesoriów

- Karta SD / Pendrive lub inny nośnik do bootowania systemu
- Zasilacz 5V o wydajności prądowej 2.5 A ze złączem micro USB
- Monitor z wejściem HDMI + kabel HDMI (ewentualnie przejściówka HDMI → DVI-D).
- Alternatywnie: dedykowany wyświetlacz
- Klawiatura, mysz

Przydać się także mogą:

- Konwerter RS232 (3.3V) na USB
- Obudowa
- Kable ze złączami 40pin
- Dedykowana kamera
- Podłączenie do sieci poprzez ethernet albo wifi
- Urządzenia bluetooth

Boot-owanie systemu

Boot

Termin **boot**-owanie oznacza uruchamianie systemu - jest to proces inicjujący cały system, który realizowany jest tuż po włączeniu zasilania.

Proces bootowania

- 1 Gdy zostanie włączone zasilanie, rdzeń ARM Raspberry Pi (Broadcom BCM2837) jest wyłączony, natomiast startuje rdzeń GPU /Graphics Processing Unit/ (Broadcom VideoCore IV). Pamięć SDRAM jest wyłączona.
- 2 GPU uruchamia bootloader pierwszego rzędu (program wczytujący), który jest zaprogramowany w pamięci ROM układ SoC. Bootloader szuka urządzenia z którego ma bootować system. Standardowo skonfigurowana jest tylko karta SD, ale można to zmodyfikować i boot-ować także z innych urządzeń (SD1, SD2, USB, MSD (Mass Storage Device), LAN (Local Area Network). Z urządzenia wczytywany jest bootloader drugiego rzędu (plik *bootcode.bin*) do pamięci L2 cache a następnie uruchamiany.
- 3 *Bootcode.bin* uruchamia pamięć SDRAM, wczytuje firmware GPU *start.elf* (kod obsługujący procesor graficzny).
- 4 *start.elf* wczytuje pliki konfiguracyjne *config.txt*, plik parametrów jądra *cmdline.txt*, dobiera i przekazuje device tree blob (overlay) - konfiguracja peryferiów dla jądra, wczytuje jądro *kernel.img* i uruchamia jądro na rdzeniu ARM.

Systemy operacyjne

System operacyjny

Systemy operacyjne najczęściej dostarczane są w postaci plików obrazów, które można nagrać na kartę SD albo Pendrive Instalacja zatem polega na:

- Pobranie odpowiedniego archiwum obrazu
- Rozpakowaniu archiwum
- Wykorzystaniu oprogramowania do nagrania obrazu na kartę SD, np. pod Linux-em, można skorzystać z narzędzia dd:

```
dd if=plik_obrazu_karty_sd.img of=/dev/sdb bs=16M
```

UWAGA! Narzędzie dd jest niebezpieczne - pomyłka w składni może bardzo dużo kosztować. Podajemy docelowe urządzenie - którym może być np. dysk komputera. W takim przypadku można stracić wszystkie dane na dysku!. W dodatku narzędzie wykonuje zadane czynności bez pytania (upewniania się) użytkownika. Należy dokładnie sprawdzić nazwę urządzenia docelowego! Opcja bs określa buforowanie zapisu.

- Umieszczeniem nośnika w Raspberry Pi
- Podłączeniem zasilania
- Konfiguracji systemu, rozszerzenia rozmiaru partycji itp.

Rodzaje systemów operacyjnych dla Raspberry Pi

Systemy operacyjne dla Raspberry Pi:

Systemy operacyjne czasu rzeczywistego

Systemy operacyjne czasu rzeczywistego:

- ChibiOS
- FreeRTOS

Systemy operacyjne

Systemy operacyjne:

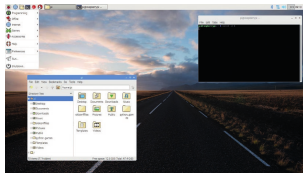
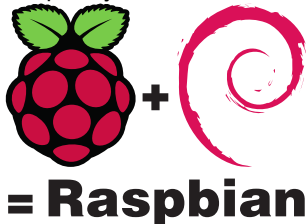
- GNU/Linux - dystrybucje oparte o jądro Linux
- BSD - Unix. FreeBSD, NetBSD, OpenBSD
- ANDROID (RTANDROID)
- RiscOS
- Plan9 / 9front
- Windows 10 IoT

Bez systemu operacyjnego

Możliwe jest także pisanie programów bez systemu operacyjnego, tzw. "bare metal programming".

Dystrybucje GNU/Linux-a

- Raspbian - Dystrybucja GNU/Linux oparta na Debian'ie. Sztandarowy system dla Raspberry Pi



Zalety:

- Oficjalny system. Najlepsze wsparcie hardware.
- Łatwy w użyciu
- Łatwy w instalacji
- Najlepsze wsparcie / dokumentacja

Wady:

- Duży rozmiar obrazu karty SD
- Jest zasobożerny - bardziej niż inne dystrybucje (dotyczy pełnej instalacji a nie Lite)



Dystrybucje GNU/Linux-a

- pi-topOS:Polaris - Dystrybucja GNU/Linux. Przeznaczona dla laptopów edukacyjnych <https://pi-top.com>



Zalety:

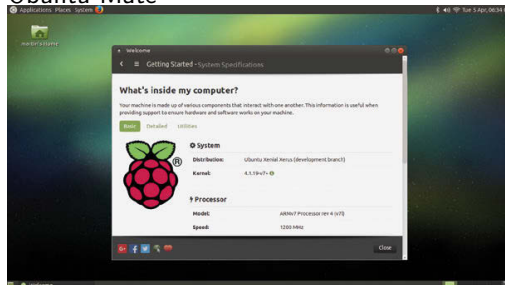
- Interfejs podobny do smartphonów
- Dobry dla celów edukacyjnych / nauki programowania

Wady:

- Brak większej ilości bibliotek programistycznych
- Słaby pulpit

Dystrybucje GNU/Linux-a

• Ubuntu Mate



Zalety:

- Dobra biblioteka oprogramowania
- Dopracowany pulpit
- Łatwy do pobrania
- Dobrze wspierany

Wady:

- Wolniejszy od Raspbiana
- Brak dostępu do niektórych bibliotek programistycznych, dostępnych w Raspbianie



Dystrybucje GNU/Linux-a

- Fedora



Zalety:

- Dla osób przyzwyczajonych do systemu pakietów rpm
- Dopracowany pulpit

Wady:

- Wolniejsza od Raspbiana
- Brak dostępu do niektórych bibliotek programistycznych, dostępnych w Raspbianie

Dystrybucje GNU/Linux-a

● Archlinux

The screenshot shows a terminal window during the Arch Linux installation. The left pane displays the output of the 'pacman' package manager, showing the installation of various packages like 'base', 'base-devel', 'linux', and 'linux-firmware'. The right pane shows a list of installed packages with their versions and architectures. The bottom of the terminal shows the 'systemd' service being started.

Zalety:

- Bardzo szybka dystrybucja przeznaczona dla bardziej doświadczonych użytkowników
- Wygodny i szybki system pakietów pacman
- Duże możliwości „dostrojenia” do potrzeb użytkownika
- Dystrybucja ciągła

Wady:

- Mniejszy zestaw gotowego oprogramowania - wymagana kompilacja
- Wymagane więcej uwagi w kwestiach konfiguracji i aktualizacji
- Instalacja wymaga przygotowania partycji samodzielnie

Dystrybucje GNU/Linux-a

- Gentoo

Zalety:

- Bardzo szybka dystrybucja przeznaczona dla bardziej doświadczonych użytkowników
- Duże możliwości „dostrojenia” do potrzeb użytkownika
- Dystrybucja ciągła

Wady:

- Praktycznie wszystko wymaga kompilacji - która jest dosyć kosztowna czasowo na R-Pi
- Wymagane więcej uwagi w kwestiach konfiguracji i aktualizacji

Dystrybucje GNU/Linux-a

- SARPI

Zalety:

- Cechuje się dużą stabilnością
- Oparta na Slackware Linux
- Prosty system pakietowy

Wady:

- Mała ilość dostarczanego oprogramowania
- System pakietowy nie sprawdza zależności (może być czasem zaletą)

Dystrybucje GNU/Linux-a

Lekkie dystrybucje GNU/Linux-a

- DietPI - oparty na Debianie i lżejszy od Raspbian Lite
- Minibian - zaprojektowany do systemów wbudowanych / serwerów, tylko tekstowy interfejs. Oparty na Rasbianie
- Moebius - ekstremalnie mały. Wystarcza karta SD 128MB, wykorzystuje 20MB pamięci. Niestety także mocno ograniczony.

Dystrybucje typu - WebKiosk - czyli przeglądarka internetowa

- Chromium
- Raspberry Webkiosk

Dystrybucje typu centrum rozrywki, kino domowe...

- OSMC
- LibreELEC
- XBIAN
- SlaXBMC
- RetroPie - system do gier konsolowych

Dystrybucje GNU/Linux-a

Dystrybucje dedykowane dla usług Docker/server/chmura

- Raspberry OwnCloud - tworzy własną chmurę, może stream-ować media
- ResinOS, HypriotOS - System dedykowany do uruchamiania kontenerów Docker'a
- PINET - Centralny serwer dla klasy/laboratorium z Raspberry Pi
- motionEyeOS - system dla kamer przemysłowych CCTV, zdalny monitoring
- NardSDK - przeznaczony dla systemów wbudowanych, ładuje system do pamięci RAM i przechowuje wszystko w pamięci RAM - z tego powodu nie powoduje zużycia/uszkodzenia kart SD
- Kali Linux - system do testów penetracyjnych, sprawdzania dziur w systemach, problemów w sieciach, itp.

1

¹Informacje pochodzą z artykułu "RASPBERRY PI OS GALLERY" MagPI 04/2017

Docker

Docker

Docker - to nowa technologia, która pojawiła się ok. 2 lata temu i ze względu na swoją użyteczność bardzo rozprzestrzeniła się.

Krótko mówiąc, dzięki tej technologii można uprościć proces dystrybucji, wykonywania i instalacji złożonych aplikacji (zawierających wiele komponentów, które wymagają konfiguracji) np. aplikacje Web-owe, w oparciu o bazy danych itp.

Instalacja Dockera

Instalacja Dockera pod Raspberry Pi:

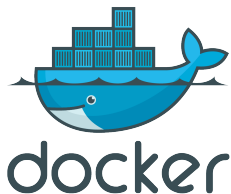
```
curl -sSL https://get.docker.com | sh
```

Docker

Polecenia

Polecenia Docker-a:

- *docker -h* - pokazuje dostępne komendy
- *docker search nazwa* - służy do wyszukiwania gotowych „obrazów” dla Docker-a
- *docker pull uzytkownik/nazwa* - służy do pobrania obrazu dla Dockera
- *docker rmi nazwa* - służy do usunięcia obrazu
- *docker images* - służy do wyświetlenia dostępnych obrazów
- *docker ps* - służy do wyświetlenia kontenerów
- *docker rm nazwa* - służy do usunięcia kontenera
- *docker run ...* - służy do uruchomienia komendy w kontenerze



THAT'S ALL FOR TODAY....
ANY QUESTION??

