

Seminarium specjalnościowe INF INT stopień 2 sem 2

INEU307

Termin Piątek 13.15-15 sala 21 C3

Prowadzący dr inż. Jędrzej Ułasiewicz, pokój 221 C3 jedrzej.ulasiewicz@pwr.edu.pl

1 Tematyka

Tematem seminarium jest konstruowanie i programowanie systemów wbudowanych opartych o procesory ARM i pracujących pod kontrolą systemu operacyjnego Linux i dalej Android. Szczególna uwaga poświęcona będzie dołączaniu urządzeń zewnętrznych i ich programowaniu. Referencyjnym urządzeniem będzie komputer BeagleBone (Black).

2 Terminy

Nr	Data	Temat	Godz.	Osoby
1	02.10	Zajęcia organizacyjne	2	
2	9.10	Procesory ARM część 1 - Architektura	2	
3	16.10	Procesory ARM - część 2, rozkazy, zarządzanie pamięcią	2	
4a	23.10	Mikroprocesor TI AM335x i komputer BeagleBone Black	1	
4b	23.10	Sprzętowe narzędzia uruchomieniowe	1	
5	30.10	System Linux dla komputerów wbudowanych	2	
6	06.11	Tworzenie oprogramowania dla systemów wbudowanych	2	
7	13.11	Tworzenie dedykowanej wersji jądra i bazowy system plików	2	
8a	20.11	Ładowanie systemu operacyjnego, U-Boot	1	
8b	20.11	Czas rzeczywisty w systemach wbudowanych	1	
9	27.11	System operacyjny Android	2	
10	04.12	Programowanie urządzeń wejścia - wyjścia	2	
11	11.12	Interfejsy 1 – I2C	2	
12	18.12	Interfejsy 2 – SPI	2	
13	08.01	Interfejsy 3 – Bluetooth	2	
14	15.01	Urządzenia pamięciowe i systemy plików dla systemów wbudowanych	2	
15	22.01	Zaawansowane układy komunikacji GSM , smartfon - budowa	2	
			30	

3 Zawartość seminarium

Procesory ARM - Architektura część 1 – 2 godz

Ogólna informacja o architekturze ARM w oparciu o prostsze modele (armv4)

- Historia, wersje, modele architektury
- Budowa, rejestry, tryby pracy, rejestr statusowy PSW,
- Wyjątki, przerwania, rejestry konfiguracji
- Tryby wykonywania rozkazów ARM, Thumb
- Rozszerzenia Jazelle, moduł bezpieczeństwa Trust Zone,

Literatura: [4], [5], [14]

Procesory ARM rozkazy, zarządzanie pamięcią - część 2 – 2 godz

Bardziej zaawansowane mechanizmy (armv6), moduł Cortex A8

- Bloki, przetwarzanie potokowe i warunkowe wykonywanie rozkazów
- Lista rozkazów
- Zarządzanie pamięcią: regiony chronione, MMU [5]
- Jednostka mikroprocesorowa ARM Cortex A8
- Narzędzia budowy oprogramowania (np. Code Composer Studio)

Literatura: [4], [5], [14], [3], [9]

Mikroprocesor TI AM335x i komputer BeagleBoneBlack – 1 godz

Kompletny układ mikroprocesora i komputera.

- Układ AM335x: interfejsy szeregowy i równoległy, timery, jednostki PRU, interfejsy pamięci MMC, SD, Flash
- Mikrokomputer BeagleBone (Black): interfejsy, pamięci, kontrola zasilania, kontrola ładowania systemu, łączówki, komunikacja

Literatura: [4], [5], [14], [3]

Narzędzia uruchomieniowe – 1 godz

Sprzętowe narzędzia uruchomieniowe w systemach wbudowanych i procesorach ARM

- Interfejs JTAG
- Sprzętowe wspomaganie uruchamianie i śledzenia programów w procesorach ARM (armv6) koprocessor debugowania

Literatura: [4], [21], [23]

System Linux dla komputerów wbudowanych – 2 godz

Podstawowa struktura systemu Linux z uwzględnieniem systemów wbudowanych

- Składowe systemu
- Jądro
- Procesy
- System plików
- Inicjalizacja i konfiguracja

Literatura: [6], [20], [18], [16]

Tworzenie oprogramowania dla systemów wbudowanych – 2 godz.

Podstawowa metodologia tworzenia oprogramowania dla systemów wbudowanych

- Przenośność programów na poziomie kodu źródłowego, pośredniego, binarnego
- Systemy skrośnego tworzenia oprogramowania, składniki, narzędzia binutils, biblioteki
- Tworzenie systemu tworzenia oprogramowania skrośnego: crosstool, buildroot, OpenWRT
- Tworzenie oprogramowania dla BeagleBone, pożądana demonstracja

Literatura: [6], [1]

Tworzenie dedykowanej wersji jądra i bazowy system plików – 2 godz

Jak utworzyć system Linux dla systemu wbudowanego

- Źródła Linuxa, wspierane architektury
- Tworzenie jądra - pliki źródłowe, narzędzia, proces konfiguracji, proces kompilacji (pożądana demonstracja dla BeagleBone)
- Bazowy system plików – Standard FHS, biblioteki, pliki urządzeń (udev), główne aplikacje (BusyBox), pliki inicjalizacyjne. [6], [8]
- Konfiguracja systemu operacyjnego: procesy, zarządzania, sieć

Literatura: [6], [1]

System operacyjny Android – 2 godz

- Architektura systemu Android
- Środowisko uruchomieniowe
- Struktura aplikacji w systemie Android – activities, services, broadcast receivers, service providers, inne komponenty
- Interfejs aplikacji z użytkownikiem
- Komunikacja wewnątrz i międzyprocesowa, wątki

Literatura: [2], [10], [2]

Programowanie urządzeń wejścia wyjścia – 2 godz

- Programowanie wejścia / wyjścia na poziome rejestrów
- Wirtualne systemy plików sys i proc
- Budowa GPIO w Beaglebone
- Przykłady dołączenia urządzeń: kontroler silnika krokowego
- Przykłady dołączenia – akcelerometr z interfejsem analogowym Freescale MMA7361L

Literatura: [3], [7]

Interfejsy 2 – I2C 2 godz

- Interfejs I2C – zasada działania
- Kontroler I2C
- Urządzenia I2C (przetwornik AD/DA PCF8591, we/wy równoległe PCF8474, pomiar oświetlenia)
- Narzędzie I2C Tools
- Programowanie
- Interfejs w systemach Linux i Android

Literatura: [12], [7], [13], [15]

Interfejsy 3 – SPI 2 godz

- Interfejs SPI – zasada działania
- Kontroler SPI w AM335x, rejestry, transmisje w trybie przerwanym i DMA
- Urządzenia SPI (pamięć, wyświetlacz graficzny)
- Programowanie transmisji SPI
- Interfejs SPI w systemach Linux i Android

Literatura: [22], [3]

Proces ładowania systemu operacyjnego - U-Boot – 1 godz

- Funkcja programu ładującego
- Programy ładujące dla systemów wbudowanych: LILO, GRUB, U-Boot, RedBoot
- Sieciowe ładowanie programu, konfiguracja serwera DHCP, TFTP
- Montowanie systemu plików na serwerze NFS
- Program ładujący U-Boot, pożądana demonstracja

Literatura: [6], [19]

Czas rzeczywisty w systemach wbudowanych – 1 godz

- Wymagania na system czasu rzeczywistego
- Własności czasowe, miary ilościowe
- Wywłaszczenia, dziedziczenie priorytetów
- Linux jako system czasu rzeczywistego, RT Path, Xenomai

Literatura: [6]

Urządzenia pamięciowe i systemy plików dla syst. wbudowanych – 2 godz

- Pamięci dla urządzeń wbudowanych – informacje ogólne, problemy
- Pamięci flash NAND, NOR
- Pamięci CF, MMC, SD, uSD, budowa, interfejsy
- Systemy plików dla systemów wbudowanych: ex2, ex3, JFFS2, FFS2, YAFFS2, UBIFS
- Narzędzia testujące i konfiguracja

Literatura: [6]

Zaawansowane układy komunikacji GSM, smartfon - 2 godz

- Zasady komunikacji GSM
- Przykładowy moduł GSM (np QUECTEL M35)
- Obsługa modułu GSM w systemie Linux i Android
- Budowa smartfona z systemem Android

4 Ocena końcowa

Ocena końcowa zależy od:

- Oceny za prezentację - wystąpienie
- Aktywność w czasie wystąpień innych osób, szczególnie aktywność konstruktywna
- Obecności – dopuszczalne 2 nieobecności (usprawiedliwione lub nie), każda następna obniża ocenę o ½ stopnia.

Przy ocenie prezentacji będą brane pod uwagę następujące czynniki:

- Trafność doboru materiału, powiązanie z innymi tematami
- Stopień zrozumienia materiału – prezentowany materiał ma być rozumiany i powiązany z innymi tematami, nie zarzucać słuchaczy nadmierną liczbą szczegółów (znaczenie bitów, ścieżki do plików itp.)
- Ilustracja tematu przykładami na działającym sprzęcie
- Jakość prezentacji
- Wypełnienie ograniczeń czasowych

5 Literatura

- [1] Abbott Doug, Linux for Embedded and Real-Time Application, Elsevier Inc. 2006.
- [2] Anroid Tutorial, tutorialspoint, <http://www.tutorialspoint.com/android/>
- [3] AM335x ARM Cortex A8 Microprocessors Technical Reference Manual, Texas Instruments, October 2011.
- [4] ARM Architecture Reference Manual, 2005 ARM Limited. https://www.scss.tcd.ie/~waldroj/3d1/arm_arm.pdf
- [5] ARM 7100 Preliminary Data Sheet, http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0035a/DDI0035A_7100_prelim_ds.pdf
- [6] Building Embedded Linux Systems, Karim Yagmour, Jon Masters, O'Reily 2008
- [7] BeagleBoneBlack System Manual, <http://beagleboard.org/>
- [8] Bis Marcin, Linux w systemach Embedded, wyd. BTC Warszawa 2011.
- [9] Code Composer Studio Integrated Development <http://www.ti.com/tool/ccstudio>
- [10] Collins Charlie, Galpin Michael, Kaepler Matthias, Android w praktyce, Helion 2012.
- [11] Darwin Ian F., Android receptury, Helion 2013.
- [12] Skalski Łukasz, Linux podstawy i aplikacje embedded, BTC Legionowo 2012.
- [13] i2c-tools <http://www.lm-sensors.org/wiki/I2CTools>
- [14] Insider guide to the Philips ARM7 based microcontrollers, www.hitex.co.uk
- [15] Interfacing with I2C Devices – dział eLinux.org - http://elinux.org/Interfacing_with_I2C_Devices
- [16] Linux on ARM <http://eewiki.net/display/linuxonarm/BeagleBone+Black>
- [17] Witryna - Linux w systemach wbudowanych <http://elinux.org/>
- [18] Manual systemu Linux, <http://www.kernel.org/doc/man-pages>
- [19] U-boot, universal bootloader, <http://www.denx.de/wiki/U-Boot/WebHome>
- [20] Tannenbaum Andrew, Systemy operacyjne wydanie III, Helion 2010.
- [21] Zbysiński Piotr, JTAG – światowy standard testowania i programowania układów cyfrowych, Elektronika Praktyczna 1/98, <http://ep.com.pl/files/6024.pdf>
- [22] Wikipedia en, Serial Peripheral Interface Bus, http://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface_Bus
- [23] Wstęp do testu obwodów drukowanych systemem XJTAG Boundary Scan, materiały szkoleniowe firmy Quantum, <http://www.quantum.com.pl>
- [24] Układ GPS GlobalTop FGPMOSL3 <http://download.maritex.com.pl/pdfs/wi/FGPMOSL3.pdf>

