

Systemy operacyjne czasu rzeczywistego.

Przykłady systemów wbudowanych - wykład 15

Adam Szmigielski
aszmigie@pjwstk.edu.pl

System Operacyjny OS (ang. *Operating System*) - definicja

- *System Operacyjny* – Oprogramowanie (zbiór programów) zarządzające zasobami komputera, tworzące środowisko do uruchamiania i kontroli zadań użytkownika (*aplikacji*),

System operacyjny - podstawowe zadania

Główne zadania systemu operacyjnego:

- Zarządzanie zasobami systemu w tym: *czasem procesora, pamięcią operacyjną,*
- Dostarcza mechanizmów do synchronizacji zadań i komunikacji pomiędzy zadaniami,
- Przydzielanie zasobów poszczególnym procesom,
- Zapewnienia równolegle wykonywanym zadaniom jednolity, wolny od interferencji dostęp do sprzętu,
- Zarządzanie bezpieczeństwem (np. dostępem do zasobów),
- Inne, np. ustalanie połączeń sieciowych, zarządzanie plikami.

Budowa systemu operacyjnego

- *Jądro systemu* - wykonuje i kontroluje zadania.

Jądro składa się z następujących elementów

- *planisty czasu procesora* - ustalającego które zadanie i jak długo będzie wykonywane,
 - *przełącznika zadań* - odpowiedzialnego za przełączanie pomiędzy uruchomionymi zadaniami,
 - *moduł synchronizacji i komunikacji* pomiędzy zadaniami,
 - *moduł obsługi przerwań i zarządzania urządzeniami*,
 - *modułu obsługi pamięci* - zapewnia przydział i ochronę pamięci,
 - *inne.*
- *powłoka* – specjalny program komunikujący użytkownika z systemem operacyjnym,
 - *system plików*

Podział systemów operacyjnych

Ze względu na planowanie i przydział czasu procesora poszczególnym zadaniom

- *System Operacyjny Czasu Rzeczywistego* RTOS (ang. Real Time OS),
- Systemy operacyjne czasowo niedeterministyczne.

Ze względu na sposób realizacji przełączania zadań

- Systemy z *wywłaszczeniem*,
- Systemy *bez wywłaszczenia*.

Ze względu na sposób implementacji OS

- *Otwarte* systemy operacyjne,
- *Wbudowane* systemy operacyjne.

Maszyna wirtualna

Maszyna wirtualna (ang. virtual machine, VM) - ogólna nazwa dla programów tworzących środowisko uruchomieniowe dla innych programów.

- *Maszyna wirtualna* kontroluje wszystkie odwołania uruchamianego programu bezpośrednio do sprzętu lub systemu operacyjnego i zapewnia ich obsługę.
- Z punktu widzenia aplikacji nie ma więc różnicy, czy program uruchamiany jest na maszynie wirtualnej czy na systemie operacyjnym,
- Maszyna wirtualna pełnić może rolę systemu operacyjnego.

System Operacyjny a maszyna wirtualna

- Możliwe jest uruchomienie systemu operacyjnego na maszynie wirtualnej (Argante, Inferno)
- Systemy wirtualne dzielone są na para-wirtualne i w pełni wirtualne.
- W pełni wirtualne systemy umożliwiają pracę niemodyfikowanego OS w środku innego systemu OS.

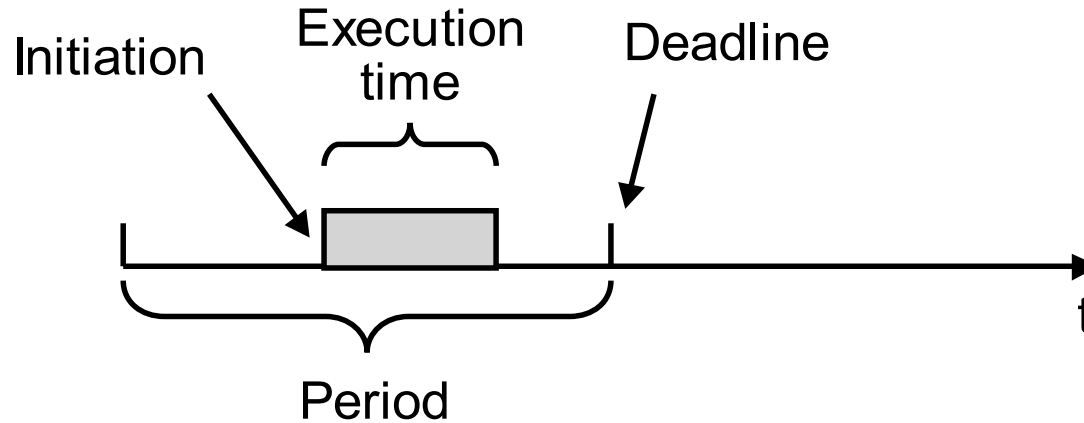
Język programowania a system operacyjny

- Funkcję systemu operacyjnego spełniać może Implementacja określonego języka programowania. Rolę powłoki systemu operacyjnego spełnia w tym przypadku interpreter poleceń języka. Funkcję takiego systemu może pełnić implementacja danego języka oparta na interpretacji lub mieszana (interpretacyjno-kompilacyjna).
- W komputerach 8-bitowych często interpreter języka był przechowywany w pamięci ROM i stanowił podstawowy system operacyjny. Najbardziej znanym przykładem takiego języka jest BASIC stosowany szeroko w komputerach 8-bitowych.

System Operacyjny Czasu Rzeczywistego

System Operacyjny Czasu Rzeczywistego (ang. Real-Time Operating System) - system operacyjny, spełniające wymogi związane z czasem wykonywanych przez niego zadań. **System zapewnia rozpoczęcie i obsługę zadań w ciągu określonego czasu.**

Model zadań w RTOS

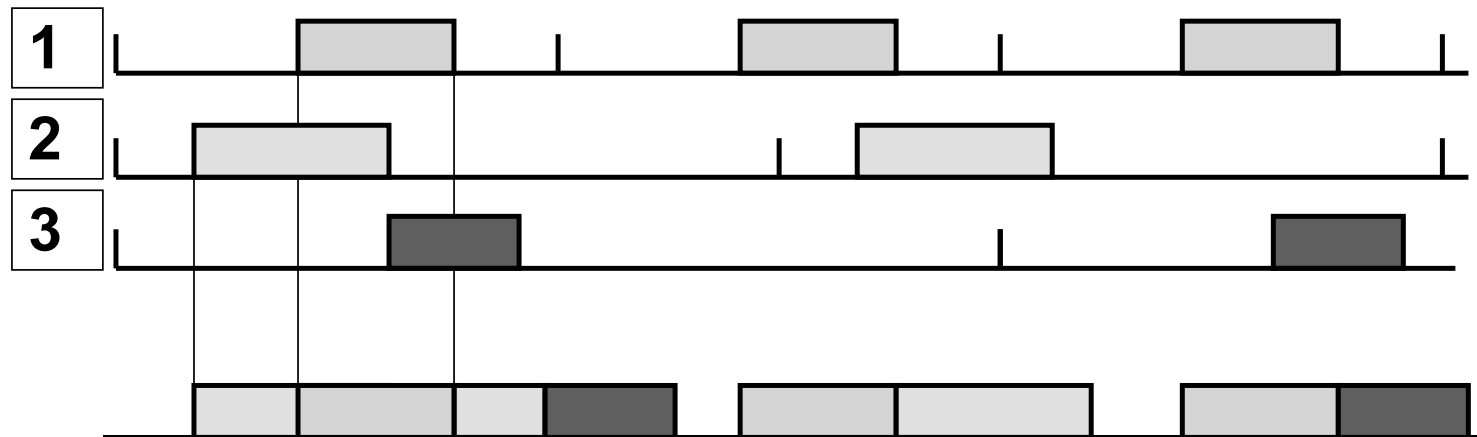


- Każde zadanie można rozważać jako trójkę:
 - *czas rozpoczęcia* (ang. execution time),
 - *okres* (ang. period),
 - *deadline*
- Zazwyczaj *deadline* może być utożsamiany z *okresem*

Zarządzanie procesami

- *Synchronizacja procesów* - w klasycznym systemie operacyjnym proces synchronizacji odbywa się z wykorzystaniem *semaforów*
- W Systemach Czasu Rzeczywistego również za pomocą *semaforów* oraz mechanizmów zintegrowanych z kolejkowaniem (np. priority inheritance protocols).

Wykonanie zadań z uwzględnieniem priorytetu



- Zawsze jest wykonywane zadanie o najwyższym priorytecie

Własności Systemu Operacyjnego w systemach wbudowanych

- *mały* - minimalna zajmowana pamięć,
- *otwarty* - wiele interfejsów, protokołów i standardów,
- *modułowość* - łatwa integracja komponentów,
- *przenośny* na różne urządzenia,
- *Real-time* wspomaga sprzętowe deadliney, synchronizacja zadań,
- *pobór mocy* - zintegrowany,
- *odporny* wyjątki, CRC, . . . ,
- *konfigurowalny* w zależności od potrzeb.

Systemy wbudowane z systemami operacyjnymi

Główne *systemy operacyjne* stosowane w *systemach wbudowanych*

- *QNX* - system czasu rzeczywistego,
- *Embedded Linux*,
- *Windows CE*,
- *VxWorks*.

Procesory wspierane przez systemy operacyjne

- *QNX*: all generic x86 based processors(386+),
- *Linux*: procesory ogólnego przeznaczenia - ARM, StrongARM, MIPS, Hitachi SH, PowerPC, x86,
- *Windows CE*: x86, MIPS, Hitachi SH3 and SH4, PowerPC and StrongArm processors
- *VxWorks*: PowerPc, 68K, CPU32, ColdFire, MCore, 80x86 and Pentium, i960, ARM and StrongARM, MIPS, SH, SPARC, NECV8xx, M32 R/D, RAD6000, ST 20, TriCore

Minimalne wymagania pamięci

Dla *systemów operacyjnych* stosowanych w *systemach wbudowanych* wymaga się następujących zasobów pamięci:

- *QNX*: ma najmniejsze wymagania od ok. $10KB$,
- *Windows CE*: wymaga minimum $350KB$,
- *Linux*: wymaga $125 - 256KB$ dla sensownej konfiguracji jądra,
- *VxWorks*: kilka kilobajtów najprostszego systemu wbudowanego.

Dokładniejsza charakterystyka systemów operacyjnych (w kontekście systemów wbudowanych) na następnych wykładach.

Dziedziny zastosowań systemów wbudowanych

- *Motoryzacja* - układy sterujące pracą silnika samochodowego i ABS, komputery pokładowe,
- *W przemyśle* do sterowania i kontroli procesów i maszyn produkcyjnych,
- *Sterowniki* do wszelkiego rodzaju robotów mechanicznych,
- *Systemy alarmowe i monitorujące* do ochrony osób i mienia np. antywłamaniowe, przeciwpożarowe,
- *Telefony komórkowe i centrale telefoniczne*,
- *Sprzęt biurowy* - drukarki, kserokopiarki, kalkulatory

Dziedziny zastosowań systemów wbudowanych - cd.

- *Sprzęt medyczny* np. monitory holterowskie,
- *Sprzęt pomiarowy* np. oscyloskopy, analizatory widma,
- *Sprzęt AGD* - zmywarki, kuchenki mikrofalowe, pralki, termostaty, klimatyzatory,
- *Sprzęt komputerowy* - sterowniki dysków twardych, napędy optyczne, routery, serwery,
- *Sprzęt multimedialny* - konsole i automaty do gier, telewizory, odtwarzacze DVD, kamery cyfrowe, magnetowidy itp.
- *Bankomaty* i inne urządzenia ATM
- *Technika wojskowa* - sterowanie samolotami, pociskami itp.

Motoryzacja

- MFA jest to komputer pokładowy stosowany w samochodach grupy VAG (zwykle jako wyposażenie dodatkowe). Dostarcza on użytkownikowi dodatkowych informacji takich jak:
aktualny czas, dystans dzienny, czas podróży, ilość chwilowa/średnia spalanej paliwa, średnia prędkość, temperatura oleju, temperatura powietrza,
- FIS - to komputer pokładowy stosowany w samochodach Audi, montowany jako wyposażenie dodatkowe. Dostarcza kierowcy informacji takich jak:
Czas jazdy, spalanie chwilowe, spalanie średnie, prędkość średnia, temperatura na zewnątrz pojazdu, liczbę kilometrów jaką można przejechać do następnego tankowania. Oprócz tego FIS wyświetla symbole informujące o usterce, wyróżniając dwa priorytety usterek.

Produkcja przemysłowa

- *ECK-161BSF-WD* - wydajne bezwentylatorowe systemy wbudowane. Ze względu na znaczną oszczędność miejsca, systemy wbudowane zyskują coraz większą popularność nie tylko w aplikacjach przemysłowych, ale także w bardziej pospolitych zastosowaniach coraz częściej stając się alternatywą dla zwykłego komputera PC.



Systemy monitoringu i alarmowe



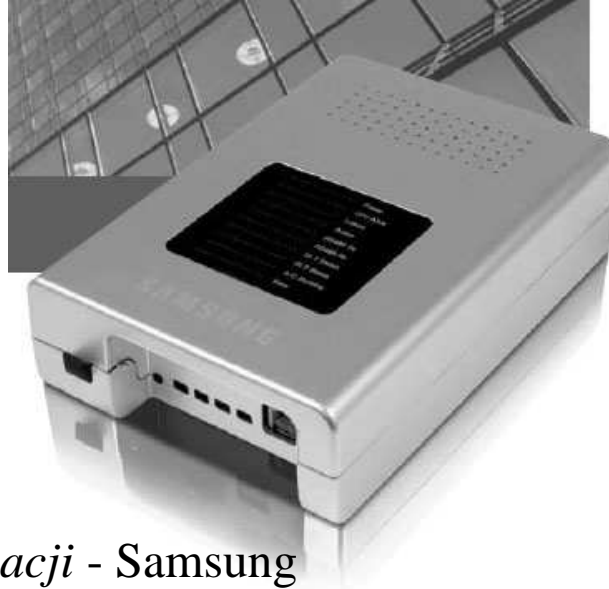
- *Rejestrator mobilny Mobile 168* - narzędzie monitoringu pojazdów 4 kołowych. Integracja z lokalizacją GPS oraz siecią 3G, jak również wbudowany sensor G-force,
- Budowa urządzenia Embedded RTOS - system wbudowany 100% ciągłość pracy. Obsługa 4 kamer z prędkością 100 klatek na sekundę,
- Funkcjonalność oprogramowania - Integracja z Google Maps (przy połączenia online 3G) Integracja z własną mapą
Możliwość podglądu: obrazu, dźwięku oraz trasy pojazdu,
- Wbudowana obsługa połączenia z autem poprzez sieć 3G! - Obraz z auta w czasie rzeczywistym. Lokalizacja auta na bieżąco Odczyt zdalny dziennika.

Telefonia komórkowa



- *OpenMoko* - projekt informatyczny, którego celem jest stworzenie platformy, dla telefonów GSM typu smartphone, zgodnej z ideą FLOSS (Otwartego/Wolnego Oprogramowania). Dystrybucja powstaje w oparciu o platformę OpenEmbedded systemu operacyjnego GNU/Linux.
- Parametry: Linux 2.6.20.1 . X.Org Server 7.1 . Matchbox (menedżer okien) . GTK+ 2.6.10 / Portowane na QT . Evolution Data Server Referencyjny
- Sprzęt dla platformy OpenMoko jest realizowany jako Open Hardware.

Sprzęt powszechnego użytku



DMS Serwer Systemu Klimatyzacji - Samsung

- Wbudowany serwer sieciowy — sterowany za pośrednictwem internetu lub sieci lokalnej,
- Możliwość obsługi za pomocą przeglądarki stron www,
- Zarządzanie pamięcią historii błędów,
- 2 wejścia cyfrowe, 2 wyjścia cyfrowe,
- Ważne dane są zapisywane w pamięci wbudowanej.

Ciekawsze i ważniejsze projekty

Contiki



- *Contiki* jest przenośnym, wielozadaniowym systemem operacyjnym znajdującym zastosowanie w systemach wbudowanych wykorzystywanych w technice sieciowej,
- Typowa konfiguracja: *Contiki* ma $2kB$ RAM i $40kB$ ROM-u,
- Zastosowanie: między innymi w przeciwpożarowym monitorowaniu tuneli, systemy antywłamaniowe, monitoring wody w Bałtyku, w sieciach radarowych,
- Twórca: *Adam Dunkels* z *Swedish Institute of Computer Science*,
- Źródło: <http://www.sics.se/contiki/about-contiki.html>.

Coreboot - LinuxBIOS

Coreboot jest projektem mającym zastąpić tradycyjny BIOS, otwartym oprogramowaniem. Coreboot jest w stanie załadować 32 i 64-bitowe systemy operacyjne, jednakże nie wspiera bezpośrednio funkcji BIOS.

- *Coreboot* potrafi załadować jądro Linuksa lub plik ELF - w tym również Etherboot, pozwalający załadować jądro poprzez sieć,
- Istnieje mechanizm umożliwiający ładowanie innych systemów operacyjnych, które korzystają funkcji BIOS-u,
- Daje to możliwość takiej budowy laptopów, by posiadał on "wbudowany" system Linuksowy, który np. w kilka sekund umożliwi skorzystanie z przeglądarki w środowisku graficznym, nawet bez dysku twardego.

Moblin - Connection Manager

- Projekt *Connection Manager* dostarcza daemona do zarządzania połączeniami internetowymi w ramach systemów wbudowanych używających Linuxa. W założeniu *Connection Manager* powinien być możliwie mały i używać jak najmniejszą liczbę zasobów, tak by łatwo go było zintegrować z innym, tego typu systemem.
- Elementy składowe systemu *Connection Manager*
 - *connman* - rdzeń daemona *Connection Manager* oraz pluginów (wtyczek) do Ethernet, WiFi, Bluetooth, DHCP (*udhcpc* i *dhclient*), *resolvconf*, DNS proxy i *PolicyKit*,
 - *connman-gnome* - interfejs użytkownika oparty na *GTK+*,
- Źródło: <http://moblin.org/projects/connection-manager>

Poky

Poky jest projektem open source, dostarczającym oprogramowania do budowy urządzeń i systemów pracujących z systemem Linux. Umożliwia ono projektowanie, rozbudowę, budowanie, debugowanie i testowanie oprogramowania używającego Linuxa, w tym aplikacje X-Window i Mobile Gnome na procesory x86 i ARM.

- Pozwala zbudować w ciągu doby własną dystrybucję GNU/Linux na dowolną platformę osadzoną
- Sprawa zazwyczaj sprowadza się do napisania bootloader-a.
- Najnowsze, stabilne pakiety, tworzące spójne środowisko od jądra po system graficzny na dowolną, popularną platformę osadzoną (np. Sharp Zaurus).
- Źródło: <http://pokylinux.org/>

Elektronika + opensource + projekty typu "zrób to sam" (DIY)

- <http://dev.emcelettronica.com/>
- Lista przykładowych systemów typu embedded LECZ o charakterze systemu komputerowego ogólnego przeznaczenia zaprojektowanych pod Linuksa (NOWE podejście do systemów osadzonych, możliwe dzięki nowym cechom jądra (Linuksa)).

Tutaj: <http://dev.emcelettronica.com/boards-running-linux>

Strona projektu "Linux na mikrokontrolerze":

<http://www.uclinux.org/> Procesory stworzone z myślą o "ucLinux":

<http://www.analog.com/en/embedded-processing-dsp/blackfin/content/index.html>

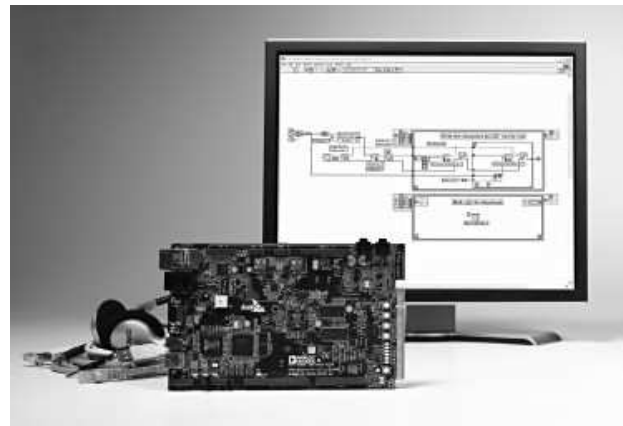
Procesory *Analog Devices Blackfin*

Blackfin to rodzina 16/32 bitowych mikroprocesorów z wbudowanym DSP (tak jak μC) umożliwiającą zainstalowanie systemu operacyjnego oraz równoległe wykonywanie obliczeń numerycznych (jak video encoding w czasie rzeczywistym).

- Produkowany w różnych wariantach przez *Analog Devices* z dodatkowymi narzędziami programistycznym, jak:
 - VisualDSP++ Development Software
 - Evaluation Kits
 - Software and Reference Designs
 - uClinux (Open Source)
 - LabVIEW Embedded Module

Procesory *Analog Devices Blackfin* - cd.

- *LabVIEW Embedded Module*
 - projektowanie systemów wbudowanych,
 - VisualDSP++,
 - ok. 140 algorytmów.



- Procesory oraz całe środowisko stworzone z myślą o Linuxie na μC ("ucLinux")
- Źródło:

<http://www.analog.com/en/embedded-processing-dsp/blackfin/content/index.html>

Systemy wbudowane **jako system komputerowy ogólnego przeznaczenia**

- Lista przykładowych systemów wbudowanych o charakterze systemu komputerowego ogólnego przeznaczenia zaprojektowanych pod Linuksa - nowe podejście do systemów osadzonych, możliwe dzięki nowym cechom jądra (Linuksa).
- Źródła:
 - <http://dev.emcelettronica.com/boards-running-linux>
 - Źródło: <http://www.uclinux.org/>

Strony internetowe, które warto odwiedzić

- <http://dev.emcelettronica.com/embedded-linux-linux-operating-system-microcontrollers>
 - <http://delicious.com/xsub/embedded>
 - (w celu łatwego przeglądania proszę wybrać ten link:
<http://delicious.com/xsub/embedded?setcount=100>).
- <http://linuxdevices.com/>
- <http://ecast.opensystemsmedia.com/>

Zadania na ćwiczenia

1. Tak jak na poprzednich ćwiczeniach: zrealizuj system, złożony z serwa i czujnika odległości (alternatywnie światła), który będzie monitorował przestrzeń w poszukiwaniu najbliższej odległości (alternatywnie najmocniejszego źródła światła).
2. Dane z pomiarów należy przesłać do komputera PC, który powinien przeliczyć przesłane informacje (zmierzone napięcie) na interesujące wielkości tj. odległość (alternatywnie natężenie światła)^a. Mile widziana wizualizacja.

^aCharakterystyki czujników poda osoba prowadząca ćwiczenia