

Вградени операционни системи

Васил Георгиев, ФМИ 110

v.georgiev@fmi.uni-sofia.bg
is.fmi.uni-sofia.bg

Съдържание

1. Обща архитектура на ОС
2. Многозадачност
3. Системни средства за реално време
4. Задания, нишки, процеси
5. Параметри на ОС за BAC
6. Embedded Linux/eLinux, LynxOS RTOS
7. FreeDOS, FreeRTOS
8. Windows NT, Windows CE, Windows XP Embedded
9. SymbianOS

BAC 3. Вградени ОС

2

Обща архитектура на ОС

- ОС включват основно хардуерни интерфейси за преносимост на приложенията (+ помощни програми)
- Приложението може да се разработи специализирано за конкретна платформа и имплементира само наличните интерфейси
- Обръщания към ОС – блок параметри по зададен формат
- еднозадачните ОС поддържат само едно приложение и следователно
 - ◆ само един потребител в даден момент
 - ◆ големите приложения се разделят на части, които се изпълняват последователно а не конкурентно
- многозадачните ОС осигуряват преносимост поради възможността за изпълнение на конкурентни задания, обменящи съобщения или записи в общи файлове

BAC 3. Вградени ОС

3

Многозадачни ОС

- разделяне на процесорното време на периоди и изпълнение на заданията в режим на времеделение прозрачно едно за друго
- за превключване на заданията е необходимо съхраняване на техния процесорен контекст в TCB (task control block)
- превключването се управлява от системния таймер и се изпълнява от ОС режим на ядрото (подмяна на процесорния контекст)
- ядрото на ОС е процес с достъп до контекста на останалите процеси, който
 - ◆ поддържа таблица с активните задания, алоцира области в паметта и управлява достъпа до тях на заданията
 - ◆ възможно е общо ползване на програмни сегменти между заданията (HLL RTL)
- защитения достъп до периферните устройства (дискове и др.) е през ядрото

BAC 3. Вградени ОС

4

Планиращи алгоритми за РВ

- монотонно планиране в прекъсваща приоритетна ОС – заданията са с фиксирани приоритети и се повтарят периодично (напр. периодичен запис в буфера за данни на ПУ) и по-висок приоритет получават
- RBOC поддържат макс. закъсн. за изпълнение на заявка за достъп (при произволен системен товар) – превключване на задание или прекъсване от ПУ – напр. 10мкс
- асинхронно управление
 - ◆ с времеинтервали на активност на заданията – обикновено е фиксиран времеинтервал от порядъка на милисекунди; ОС изпълняват асинхронните заявки след изтичане на времеинтервала на текущото задание, поради което той е важен оптимизационен параметър
 - ◆ с прекъсващ приоритет (**най-често** приложение при RBOC) – изпълнява се високоприоритетното задание до край и след това се възстановяват по-ниско приоритетните по реда на приоритет
 - ◆ с вградени времеинтервали в приложението – кооперативно мултипрограмиране. Времеинтервала на прекъсване се залага в приложението и на практика отразява неговия приоритет – Windows 3.1 – приложим е за изолирани автономни системи

BAC 3. Вградени ОС

5

Приоритетно планиране

- приоритетна инверсия: блокиране на общ ресурс от нископриоритетен процес, при което високо приоритетните процеси – макар и разрешени, са де-факто блокирани докато не се изпълни нископриоритетния блокиращ процес (пример с марсохода Mars Pathfinder, 04. юли 1997.)
 - ◆ преодолява се с watchdog timer или наследствени приоритети
- watchdog timer – всеки активен процес инициализира апаратен таймер, който - ако изтече - рестартира системата в начално или безопасно състояние
- наследен приоритет: протокол за преодоляване на приоритетната инверсия – нископриоритетните процеси получават най-висок приоритет докато изпълняват критичните си зони за да освободят общия ресурс (не да бъдат прекъснати преди да са го освободили); проблеми:
 - ◆ взаимно блокиране
 - ◆ верижно забавяне (без блокиране)

BAC 3. Вградени ОС

6

Задания, процеси, нишки

- В РВОС изпълнението на заданията (в потребителски режим) се осъществява чрез процеси и нишки
- процесът е процесорният статус на изпълнимото задание + картата на ползваната от него памет (вкл. файлове и др. периферни процедури – напр. съобщенията в транзит)
- процесите се състоят от една или повече нишки (ако могат да се изпълняват с разделима област на данните)
- превключване на процесния и нишковия контекст
- многонишкови приложения/процеси – фиг. 3.1

Избор на ОС за ВАС

- ОС и приложения на HLL за ROM (асемблерите се считат за преодолян етап)
- Планиране: времеинтервали/приоритети
 - ♦ приоритетите може да са променят от
 - самото приложение (покачване при заявка за прекъсване и понижаване след извършване на времекритичните операции)
 - от ОС
- Обмен: IP/Ethernet/Serial
- за модулност и преносимост – ОС с микроядро и драйвери
- размер на картата на паметта
- размер на заредения код (и време на зареждане)

Linux

- системна структура – фиг. 3.2
- изисква значителна ОП и поне 40МБ диск + пространство за виртуални записи
- планирането му не е с РВ
- бавна интерпретация на ПУ като файлове /dev/mem (не с директно адресиране на контролните им блокове)
- няма достъп до системните прекъсвания – програмно сканиране на състоянието
- управлението на паметта
 - ♦ оптимизирано за превключване на по-голям контекст – >10МБ, при малки програми неефективно
 - ♦ не е подходящо за системи с несигурно захранване, тъй като съхранява временно в ОП данните за запис на диск (понякога и файловата структура)
- тези ограничения да преодолими при по-висок клас ВАС
- РВ изисквания могат да се реализират при подходящи приложения и драйвери (за гарантиране на достъпа)
- при нормална работа на ср. клас система е постижим 60 мкс квант време на задание
- езици: Shell скриптинг (също напр. Tcl/Tk) и HLL (C, Fortran)

Embedded Linux

- Linux версия с
 - ♦ 2МВ инсталация в сист. памет
 - ♦ включва ядро, съкратен набор от оптимизирани драйвери и помощни приложения (<http://elks.sourceforge.net/>)
 - ♦ голяма библиотека приложения за ВАС (<http://alllinuxdevices.com>)
 - ♦ устойчиви версии (над 10 г. приложения в персонални преносими устройства)
 - ♦ не РВ-планиране, многозадачно/многопотребителско

LynxOS

- <http://www.linuxworks.com/rtos/>
- съвместимост с Linux и MC/Pentium/PowerPC(RISC)
- твърдо РВ планиране с гарантирано макс. време за отговор – базирано на прекъсващи приоритети (Multiple Priority Light Weight kernel Task-based Interrupt Handling)
- управлява виртуална памет до 1GB
- линейна многозадачност
- приложения в авиониката вкл. A380 Superjumbo
- РВ-мрежа със IPSec/IPv6

FreeDOS

- <http://freedos.sourceforge.net/>
- съвместимост с MS-DOS приложения и IBM-PC (вкл. Pentium)
- файлова система FAT32 и приложение
- делим COMMAND.COM (зарежда части в ОП)
- няма собствена поддръжка на USB
- еднозадачна система

FreeRTOS

- <http://www.freertos.org/>
- специализирана за микроконтролери (ARM, AVR, MicroBlaze, PIC microcontroller, x86, 8052)
- настройваеми прекъсващи приоритети за РВ (но опростен вариант на планиране и бързо превключване на контекста чрез леки процеси - coroutines)

Windows NT

- многозадачна с прекъсващо приоритетно планиране и РВ – 32 нива на приоритети – фиг. 3.4
- приложенията имат базов приоритет а техните нишки - ± 2 приоритет
- не-РВ приоритетите са динамични – в два основни (high/normal foreground) или два фонови (normal/low background) режима – в по текущия статус на приложението

Windows CE

- CE = Compact and Efficient^{MS} (<http://www.microsoft.com/windows/embedded/eval/wince/techs/pecs.mspx>)
- компонентно базирана PBOC за BAC
- поддържа x86, MIPS(RISC/Toshiba), ARM (RISC – мобилни устр. с ниска консумация), SuperH (Hitachi микроконтролери)
- оптимизирано Windows ядро, изпълнимо до 1 MB ОП, евентуално без диск
- поддържа едно API, функционално наподобяващо Win32
- детерминистично РВ-планиране с 256 прекъсващи наследени приоритети
- последна версия **Windows Embedded CE 6.0**

Windows XT Embedded

- компонентно-базирана версия на XP Professional (<http://msdn.microsoft.com/embedded/windowsxp/embedded/default.aspx>)
- изпълнима на устройства с 32 MB ОП и 200MHz процесор – по-висок клас от CE, но поддържа повечето Win32 APIs, драйверите и съществуващите приложения за XP
- приложение: банкомати, игрални автомати, мултимедийни автомати и игри, индустриални роботи, тънки клиенти (заредими от сървер), мрежови дискови сървери и РСТА (но не е лицензирана за тях)

SymbianOS

- специализирана ОС за мобилни устройства с **ARM (Advanced RISC Machine)**, - 326 RISC процесор с ниска консумация, преобладаващ при MT), (<http://www.symbian.com/about/index.html>)
- собственост на Nokia, Sony Ericsson, Panasonic, и Samsung
- нисък разход на памет, продължителна устойчивост (месеци), flash-дискове
- управление и планиране по събития
- автоматично изключване на CPU
- C++ базирана, но поддържа OPL, Python, Visual Basic, Simkin, Perl и диалектни Java-приложения (Java ME/Personal Java)
- модулност, динамични библиотеки (DLL)
- високи изисквания за РВ
- поддържа общ процесор за приложенията и сигналния стек при мобилните телефони

Symbian – квази-твърдо РВ планиране

- адаптивно многозадачно планиране с прекъсващ и кооперативен режими
- приоритетното прекъсване въвежда голям системен свръхтовар от превключване на процесите
- кооперативното планиране се поддържа от активните обекти, характерни за Symbian; АО са
 - ♦ форма на асинхронни междубектни комуникации (със системна поддръжка от ОС – вж. ПРС-6.12.) – приложението се състои от обекти
 - ♦ заявката към сървер от даден негов обект не блокира процеса в периода за отговор и той може да извършва други операции или да се деактивира
 - ♦ при отговор от сървера се активира процеса и управлението се предава на съответния обект
- компромис с РВ-изисквания
- желателно е разделянето на дългите итерации в приложните процеси на части

Инфраструктура на Symbian

- база: включва микроядро, библиотека приложни интерфейси към него, файлова система (синтаксис като DOS) с интерфейс към "диските" FLASH-драйвери
 - ◆ микроядрото изпълнява планиране на процесите и управление на паметта
- библиотека UI с поддържане на графика и прозорци
- системна библиотека: конверсия на кодови таблици, DBMS, файлова система (FAT32, Symbian, NOR FLASH)
- библиотека комуникации: модули с вградими протоколи за три типа комуникации
 - ◆ ETEL (EPOC телефонен обмен)
 - ◆ ESOCK (EPOC sockets)
 - ◆ C32 (за серийни комуникации – RS232, USB, Bluetooth, IrDA)

ВАС 3. Вградени ОС

19

Symbian приложения и помощни програми

- приложенията се проектират като
 - ◆ опаковат DLL и графични библиотечни функции
 - DLLs – календар, указател, списък задачи и др.
 - ◆ на базата на стандартни APIs с plug-ins за Symbian – напр. Helix player codec и др. мултимедийни приложения – еднакъв графичен интерфейс за различните платформи
 - ◆ SDK платформи – напр. Java Wireless Toolkit за Java ME (Java Micro Edition)
- помощни програми:
 - ◆ PuTTY – SSH, Telnet, rlogin, raw TCP клиент.
 - ◆ Internet Radio клиент
 - ◆ Ruby интерпретатор (ОО език с черти от Perl, Smalltalk, Python, Lisp)
 - ◆ SymTorrent/Symella – BitTorrent/Gnutella клиенти
 - ◆ Apache HTTP сървер

ВАС 3. Вградени ОС

20