

Operační systémy 1

# Architektura a historie operačních systémů

Petr Krajča



Katedra informatiky  
Univerzita Palackého v Olomouci

# Architektura OS

- od operačního systému očekáváme:
  - správu a sdílení procesoru (možnost spouštět více procesů současně)
  - správu paměti (procesy jsou v paměti odděleny)
  - komunikaci mezi procesy (IPC)
  - obsluhu zařízení a organizaci dat (souborový systém, síťové rozhraní, uživatelské rozhraní)
- není žádoucí, aby:
  - každý proces implementoval tuto funkcionality po svém
  - každý proces měl přístup ke všem možnostem hardwaru
- ⇒ jádro operačního systému
- CPU různé režimy práce:
  - privilegovaný (kernel mode)
  - neprivilegovaný (user mode)
- přechod mezi režimy pomocí systémových volání (SW přerušení, speciální instrukce, speciální volání)

# Architektura jádra (1/2)

## Monolitické jádro

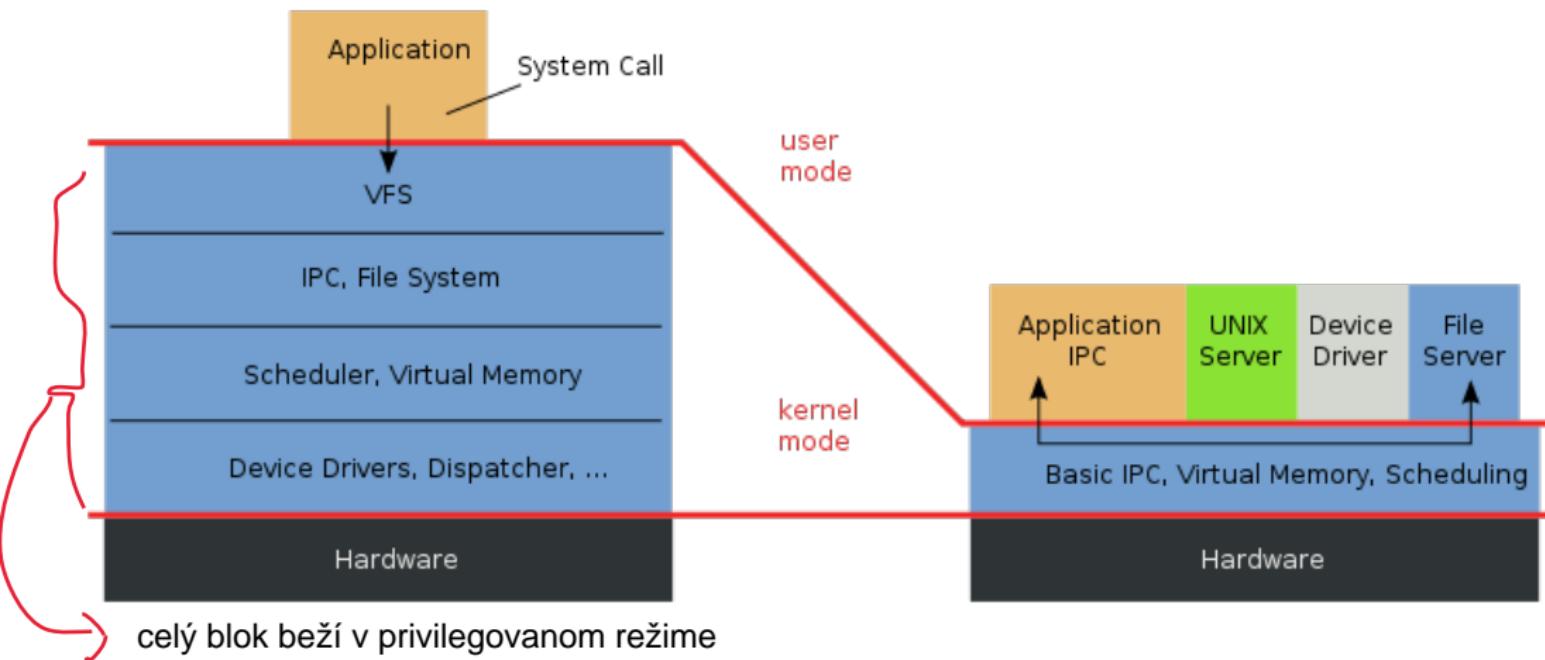
- vrstvená architektura
- moduly
- všechny služby pohromadě  $\implies$  lepší výkon
- problém s chybnými ovladači
- Linux, \*BSD

## Mikrojádro

- poskytuje správu adresního prostoru, procesů, IPC 
- oddělení serverů (služeb systému); běžné procesy se speciálními právy  $\implies$  bezpečnost
- možnost restartu serverů
- pomalé IPC (přepínání kontextu) 
- zavedení systému
- MINIX, QNX

## Monolithic Kernel based Operating System

## Microkernel based Operating System



# Architektura jádra (2/2)

## Hybridní jádro

- kombinují prvky obou přístupů
- část funkcionality v jádře, část mimo
- Windows NT

## Exokernel

- řeší jen to nejnutnější  $\Rightarrow$  přidělování HW zdrojů
- neposkytuje HW abstrakci  $\Rightarrow$  knihovny v uživatelském prostoru

# Historie operačních systémů

- 1. generace (1945-1955): relátka, elektronky a program zadrátovaný do počítače
- 2. generace (1955-1965): tranzistory, děrné štítky, dávkové zpracování a FORTRAN
- 3. generace (1965-1980): integrované obvody, IBM System/360 a minipočítače PDP
  - multiprogramming
  - timesharing (CTSS – MIT)
  - současná práce více uživatelů, ale pořád prvky dávkového zpracování
  - spooling (sdílení periferií)
  - virtuální paměť; první sítě
- 4. generace (1980-současnost): vysoký stupeň integrace; Intel 8080, x86; CP/M, DOS, Windows 95/NT, Unix, GNU/Linux
- řada dalších OS, často se specifickým účelem

# Problémy s návrhem OS

- je potřeba mít vizi a cíl
- definovat primitiva, datové abstrakce, izolace
- způsob provádění programů
  - algoritmicky
  - událostmi řízené
- přístup k datům
  - všechno je páška (původní FORTRAN)
  - soubor (UNIX)
  - objekt (Windows)
  - dokument (Web)
- souběžný přístup
- použitelnost SW/designu OS vs. vývoj HW
- správa hardware („nespočetné“ množství)
- přenositelnost, specifické záležitosti
- ⇒ KISS, jen to nejnutnější ⇒ omezení počtu volání; (exec vs. CreateProcess)

# Disproporce mezi vývojem HW a SW

## ASCI Red

- rok výroby 1996
- určen pro jaderný výzkum
- první počítač, který překonal 1 TFLOPS (1.3 TFLOPS)
- plocha 150 m<sup>2</sup>, spotřeba 850 kW
- cena 46 mil. USD
- odstaven v roce 2006

## SONY PS3

- rok výroby 2006
- určen pro domácí zábavu (hry)
- výkon 1.84 TFLOPS
- velikost 325 mm × 98 mm, 5 kg, spotřeba 380 W
- cena 499/599 USD

## CP/M

- pro procesory Intel 8080, 8085, Zilog 80
- basic input/output system, basic disk operating system (rezidentní)
- console command processor
- jednoduchý přístup k diskům (disketám)

## MS-DOS

- navržen pro procesory Intel 8088, 8086
- jednouživatelský, jednoúlohový
- omezené možnosti práce s pamětí (problém s ovladači)
- více paměti přes rozšíření  $\Rightarrow$  DOS Protected Mode Interface

## Historie unixů (1/3)

- MULTICS (MULTIplexed Information and Computing Service): MIT + Bell Labs + GE
  - „výpočetní výkon ze zásuvky“ (1964)
  - současná práce více uživatelů
  - jednotná paměť: výlučné mapování souborů do paměti; paměť procesu součástí FS
  - segmentace a stránkování
  - dynamické linkování
- Thompson ⇒ UNICS (UNiplexed Information Computing Service) – okleštěný MULTICS pro PDP-7
  - + Ritchie, Kernighan ⇒ port na počítače PDP-11
  - snažší psaní a portování ⇒ vznik C
  - počítače PDP-11 populární na univerzitách UNIX
  - ARPA/DARPA + UCB ⇒ First Berkeley Software Distribution
    - dále vyvíjené ⇒ 3BSD, 4BSD
    - stránkování, FS s dlouhými názvy, TCP/IP
    - řada nástrojů vi, csh, překladače

## Historie unixů (2/3)

- BSD základ pro další unixy  $\Rightarrow$  SUN
- současně s BSD vydává v polovině 80.let AT&T  $\Rightarrow$  System III a System V
- vzniká řada implementací unixu – HP-UX, AIX, SunOS, atd.
- nekompatibility mezi různými verzemi unixů
- snaha o jednotnost
  - System V Interface Definition
  - POSIX (Portable Operating System Interface for UniX; IEEE 1003.1) – nepopisuje jádro, ale funkce std. knihovny a funkcí (průnik funkcionality)
  - Open Software Foundation (OSF) – snaha specifikovat i zbylé části systému (X11); neujal se
- jazyk C standardizován jako ISO i ANSI
- 1987 Tanenbaum vydáva MINIX – výukový OS založený na mikrokernelu; kompatibilní s POSIX
- začátek 90.let  $\Rightarrow$  386BSD  $\Rightarrow$  NetBSD, FreeBSD, OpenBSD

# Richard M. Stallman



## Historie unixů (3/3)

- 1984: Richard Stallman  $\Rightarrow$  GNU's Not Unix
- pokus o svobodnou reimplementaci Unixu
- General Public License
- vývoj základních nástrojů včetně editoru Emacs, GNU C Compileru
- dlouho chybělo jádro
- pokus použít 4.4BSD nebo vyvinout vlastní (Hurd)
- 1991: Linus Torvalds  $\Rightarrow$  jádro Linux 0.01
- původně vyvíjeno na MINIXu s GCC
- spojení GNU + Linux  $\Rightarrow$  GNU/Linux
- možnost použít i jiné kombinace GNU/Hurd, GNU/kFreeBSD
- řada aplikací portována na GNU/Linux  $\Rightarrow$  de facto standard

## Základní vlastnosti unixů (1/2)

- od začátku počítá s víceuživatelským přístupem
- počítá se spolupracujícími uživateli
- počítá se zkušeným uživatelem (nejlépe programátorem)
- snaha být jednoduchý, elegantní, důsledný  $\Rightarrow$  např. všechno je soubor; (textový soubor  $\Rightarrow$  protokoly)
- snaha omezit redundanci
- možnost komponovat věci do větších celků
- transparentnost  $\Rightarrow$  debugování
- není jeden způsob, jak dělat věci správně
- Eric S. Raymond: The Art of Unix Programming

# Základní vlastnosti unixů (2/2)

## Rozhraní v unixu

- vrstvená architektura a pojící prvky
  - 1 systémová volání
  - 2 volání knihoven
  - 3 systémové nástroje
  - 4 uživatelské aplikace (utility – práce se soubory, filtry, vývojové nástroje, administrace)
- ⇒ schopnost přežít 50 let

# Další unixy (1/2)

## BSD

- volnější licence
- monolitické jádro
- základní nástroje vyvíjené společně; adopce GNU nástrojů
- FreeBSD
- NetBSD – podporuje 59 platforem
- OpenBSD – odvozeno z NetBSD; zaměřeno na bezpečnost
- oddělený vývoj – nejedná se o distribuce

## Další unixy (2/2)

### (GNU) Mach

- „unixový“ mikrokernel
- základní jednotka je task skládající se z vláken
- komunikace přes porty (fronty zpráv) – tasky získávají oprávnění k jednotlivým portů
- podpora paralelismu
- problémy s výkonem (přepínání kontextu, validace zpráv)

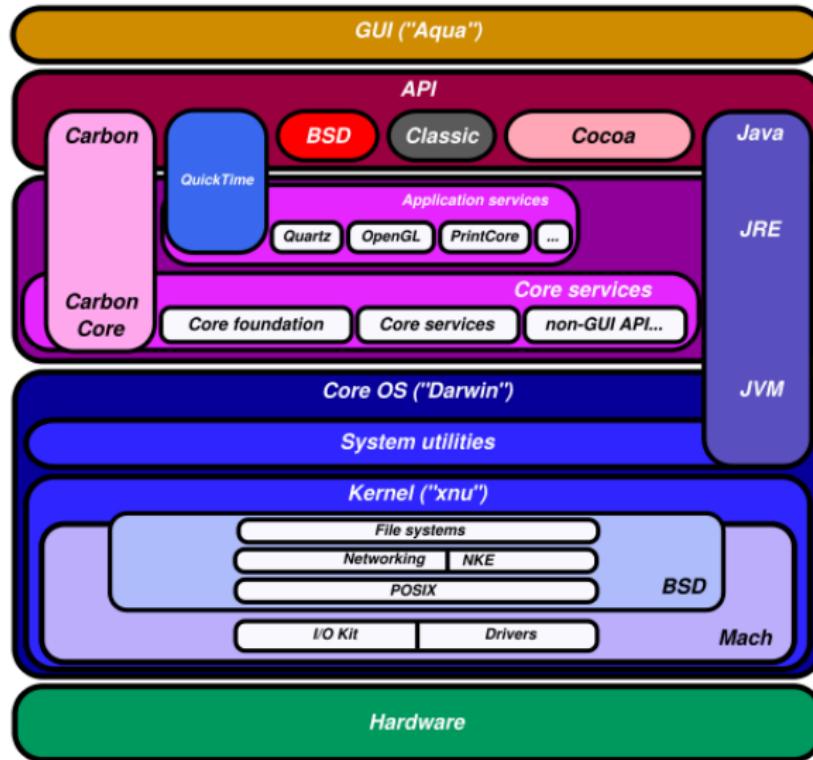
### GNU Hurd

- původně zamýšleno jako jádro pro GNU
- k Mach přidává servery (sloužící jako ovladače; autorizace, spouštění aplikací, implementace FS, atd.)
- pokus přeportovat na jiný typ jádra – L4, Coyotos

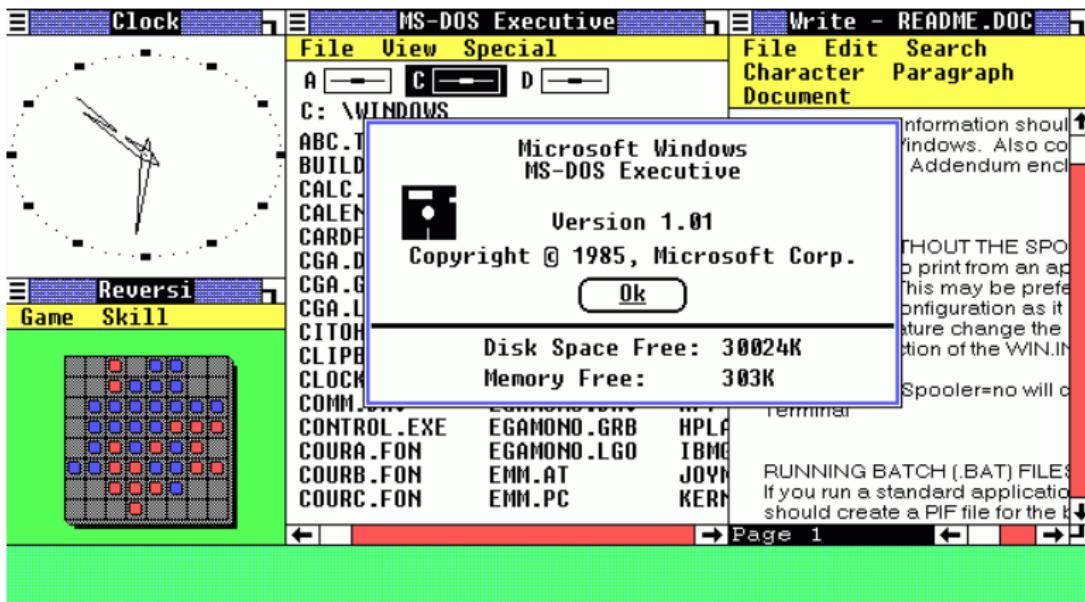
# XNU/Darwin

- X is Not Unix
- část Darwinu, část MacOS X
- hybridní kernel
- slučuje jádro Mach a FreeBSD
- z Mach si bere převážně správu procesoru, paměť, IPC
- z BSD bere POSIX API, síťování, souborový systém
- macOS certifikovaný jako UNIX
- rozhraní nad jádrem (*frameworky, kity*)
  - Cocoa (Objective-C)
  - Carbon (zpětná kompatibilita)
  - Quartz 2D, OpenGL

# Architektura MacOS X



Zdroj: Wikipedia.org



# Historie Windows

## Windows 1.0, 2.x

- nádstavba nad MS-DOSem
- kooperativní multitasking
- softwarová virtualní paměť založená na segmentaci

## Windows 3.x

- přidávají lepší práci s pamětí
- lepší ovladače a další funkcionality: práce s fonty, video, síťování (bez TCP/IP), SMB

## Windows 9x

- integrace MS-DOSu + GUI
- paměť a přístup k zařízením si řeší po svém (32 bitů)
- preemptivní multitasking
- zpětná kompatibilita
- stále jednouživatelský OS

# Windows NT

- vychází z OS/2
- kompatibilita s ostatními verzemi (W9x, atd.)
- několik obecných principů
  - bezpečnost (certifikace pro armádu)
  - spolehlivost (interní testování)
  - kompatibilita s ostatními systémy (OS/2, POSIX)
  - přenositelnost (HAL)
  - rozšiřitelnost (s ohledem na vývoj HW)
  - výkon
- objektový přístup
- implementovaný v C/C++
- hybridní architektura
  - oddělené procesy pro subsystémy (mikrokernel)
  - spousta funkcionality v jaderném prostoru (monolitický kernel)

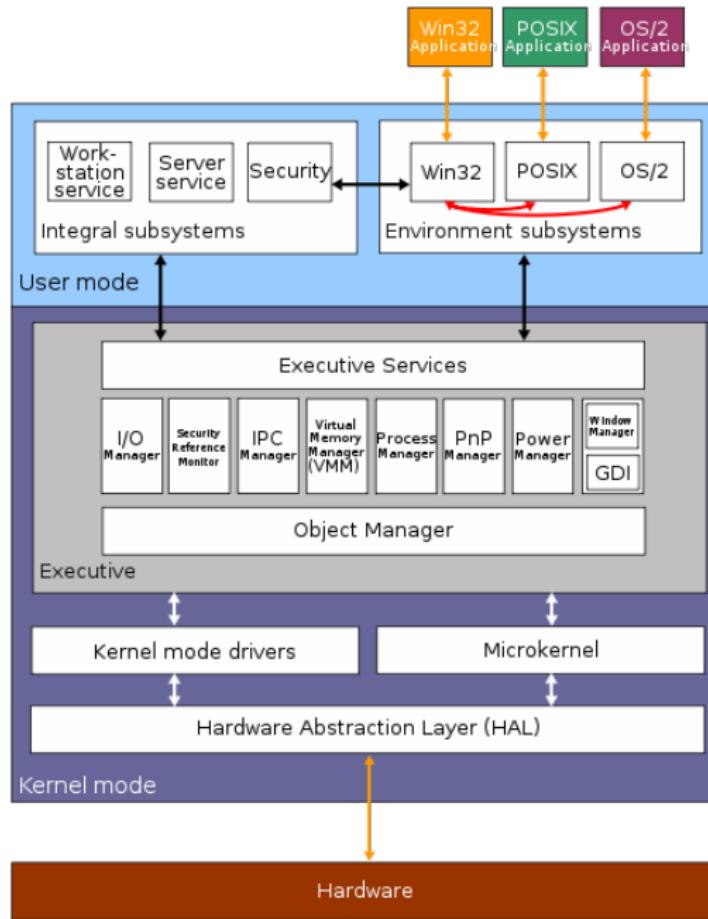
# Windows NT: Architektura

## Windows Executive

- klíčová část OS: přes Ntdll.dll poskytuje funkce do uživatelského prostoru
- obsahuje jednotlivé části jádra
  - configuration manager (registry)
  - process thread manager
  - I/O manager
  - security reference manager
  - PnP manager
  - cache manager
  - memory manager
  - object manager
  - a další (mj. Windows, GDI, USER)

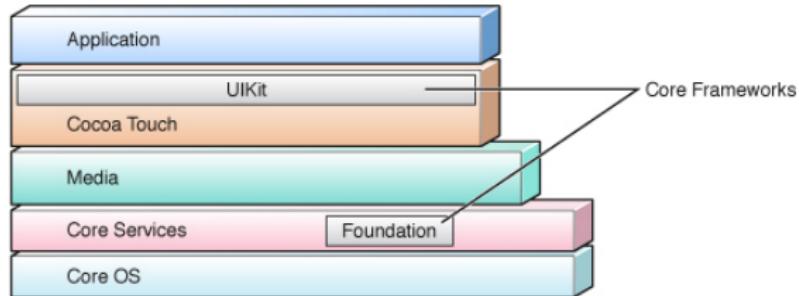
## Subsystémy

- „pohled“ na funkce poskytované Windows executive (Tan. 794)
- jeden subsystém Windows (csrss.exe), další pro POSIX, OS/2, ...
- další systémové procesy (Session Manager—smss.exe, atd.)



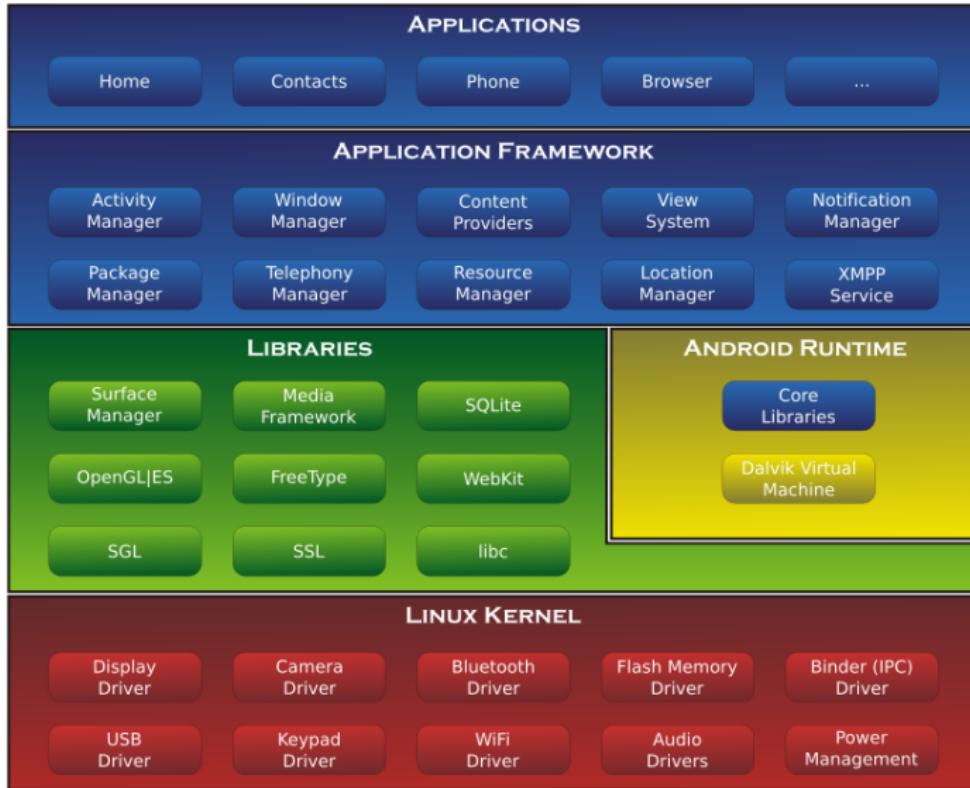
## Android & iOS (1/2)

- jejich jádra vychází z existujících systémů (Linux, resp. Darwin)
- jiný userland



Zdroj: [developer.apple.com](https://developer.apple.com)

# Android & iOS (2/2)



Zdroj: Wikipedia.org