

Operační systémy

Mikroprocesory

© Milan Keršláger

20.1.2010

<http://www.pslib.cz/ke/slajdy>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

Processor

- CPU – Central Processing Unit
 - česky „hlavní výkonná jednotka“
 - vykonává aritmetické, logické a řídicí instrukce
 - instrukce uloženy v operační paměti (dnes typicky RAM)
- 1883 – Charles Babbage
 - navrhl mechanický (dřevěný) počítač
 - CPU → mlýnice, RAM → sklad
- původně CPU složen z diskrétních součástí
 - sálové počítače → i několik skříní
 - elektronky → tranzistory → integrované obvody

Mikroprocesor

- sloučena zhruba desítka integrovaných obvodů
 - vzniká univerzální integrovaný obvod
 - jeho činnost je řízena programem
- obsahuje několik základních součástí
 - řadič → řídí činnost CPU (sám taktován hodinami)
 - registry → paměť přímo v CPU (velmi rychlé)
 - ALU → aritmeticko-logická jednotka
 - provádí operace (nad registrem A → akumulátor)
 - dekodér strojových instrukcí
 - řadič paměti → řídí přístupy do paměti
 - převod fyzických a virtuálních adres

Vlastnosti CPU

- bitovost – šířka akumulátoru (registr)
 - 4, 8, 16, 32, 64, ... 512 bitů
 - v jednom kroku zpracuje příslušně velké číslo
 - větší čísla se zpracovávají několika instrukcemi
- architektura
 - RISC – omezená instrukční sada
 - CISC – rozšířená instrukční sada
- specializace
 - jednočipové CPU → vestavěné systémy
 - DSP – digitální převodníky

Strojová instrukce

- elementární operace procesoru
 - je nedělitelná (atomická), uložena v operační paměti
 - strojový kód → více strojových instrukcí
- různé typy instrukcí
 - aritmetické, logické, operace s pamětí, řídicí, ...
- operandy (umístěny v paměti za instrukcí)
 - data, se kterými bude instrukce pracovat
 - operand může být číslo, registr, adresa v paměti
- mnemonika → symbolický zápis instrukcí
 - jazyk symbolických adres (JSA, Assembly language)

RISC

- procesory s „redukovanou instrukční sadou“
- snaha o zjednodušení procesoru:
 - jednotný formát instrukcí
 - málo univerzálních registrů (dnes větší počet)
 - eliminace složených instrukcí → jen základní
 - 1 instrukce trvá 1 přístup do paměti (1 cyklus)
- úspěch mají ARM, MIPS (ale i další)
 - mobilní telefony, PDA, vestavěná zařízení, ...
- typicky spíše Harvardské schéma
 - zjednodušení logiky a vyšší úspěšnost (L1) cache

CISC

- procesory s „rozšířenou instrukční sadou“
- používány v PC (x86)
- obsahují komplikované (složené) instrukce
 - nestejně dlouhé instrukce
 - jak do počtů bajtů, tak doba trvání v cyklech (hodin)
 - 1 instrukce několik přístupů do paměti
 - podpora pro komplexní čísla a další
- dnes evidentně méně efektivní
 - horší rychlost i spotřeba elektrické energie
- Pozn: RISC může mít fakticky více instrukcí, než CISC

RISC × CISC

- CISC dříve usnadňoval programování
 - programátor ručně zapisoval strojový kód
 - dnes již CISC není výhodnější
 - ve strojovém kódu či JSA se již téměř neprogramuje
 - překladač sám vygeneruje sofistikovaný kód
 - rozšiřující instrukce nepřinášejí vyšší výkon
 - v MMX, SSE atd. je málo významných perliček
- naopak RISC těží z jednoduchého designu
 - lacinější vývoj, menší čip, nižší výrobní náklady
 - nižší spotřeba, snadné přizpůsobení zákazníkovi

Mikrokód

- procesor řízen programem (mikrokódem)
- typicky dnešní x86 CISC
 - interně RISC
 - CISC instrukce provádí mikrokód
- aktualizace mikrokódu
 - zavádí buď BIOS nebo sám OS (Windows i Linux)
 - jsou zašifrovány a nelze je volně měnit
 - oprava jen částí mikrokódu
 - např. Intel má omezený počet slotů pro opravy

CPU pro IBM PC

- tj. Intel a kompatibilní (AMD, Cyrix, VIA, ...)
 - 16bitové – 8086, 8088
 - 1981 → Intel vybrán pro IBM PC, Motorola odmítnuta
 - nevhodný návrh Intelu limituje využitelnou paměť (1 MiB)
 - Microsoft exkluzivní smlouvu s IBM → koupil QDOS
 - 32bitové – 80386
 - 1985 → dotaženy schopnosti CPU (instrukční sada)
 - opět nedostatečný rozsah využitelné paměti (4 GiB)
 - 64bitové – x86-64
 - 2003 → AMD odstranilo limity adresních omezení Intelu
- provoz různých operačních systémů
 - DOS, Windows, Linux, BSD, Solaris, Mac OS X

Kompatibilita x86

- původní IBM PC mělo 16bitový CPU
- 80286 → procesor je stále 16bitový
 - rozšířený režim → dostupných 16 MiB paměti
 - speciální rozšíření uvnitř OS nebo programu
- 80386 → 32bitový chráněný režim
 - procesor startuje v 16bitovém režimu
 - aplikace nebo OS přepne do 32bitového režimu
 - zachována 100% zpětná kompatibilita HW
- x86-64
 - stejně jako 80386 → 3 různé režimy + kombinace

Intel kompatibilní CPU

Rok	CPU	Bitovost	Adresní sběrnice	Max. RAM
1974	8080	8	16	64 kiB
1978	8086 8088	16	20	1 MiB
1982	80286	16	24	16 MiB
1985	80386	32	32	4 GiB
2003	x86-64	64	64	16 EiB

Požadavky OS na CPU

- ochrana paměti, privilegovaný režim
 - v PC poskytuje až 32bitový 80386
 - využívá Windows NT, Linux, ...
- přímá adresace dostatku paměti
 - 8086 → jen 1 MiB RAM
 - záhy málo pro tabulkové procesory
 - nepoužitelná segmentace, bez ochrany paměti
 - 80386 → jen 4 GiB RAM
 - málo RAM pro zpracování multimédií, servery, databáze
 - podporuje stránkování, virtuální adresy, ochranu paměti, privilegovaný režim, softwarovou virtualizaci

Schopnosti OS – 1.

- DOS
 - 16bitový, bez správy paměti, není víceúlohový
 - procesor 8086 měl omezené schopnosti
 - slíbená vylepšení nebyla nikdy realizována
- Windows (16bitové)
 - verze 3.11 už jen pro 32bitový CPU (1993)
 - interně 16bitové, 32bitová rozšíření
 - ovladače, pro aplikace Win32s
 - ani Win'95, 98, ME stále nejsou plně 32bitové
 - stále plně nevyužívány schopnosti 32bitového CPU

Schopnosti OS – 2.

- Windows NT
 - verze 3.1 v roce 1993, použitelná 3.51 v roce 1995
 - plně 32bitové jádro → využity schopnosti CPU
 - paměťový model 2 + 2 GiB (proces + jádro)
 - zbytečně mnoho pro jádro (důvodem design jádra OS)
 - kvůli zpětné kompatibilitě nesnadné využití 3 + 1 GiB
 - PAE využitelné jen pro serverové edice
 - RAM nad 4GiB využitelná pro diskovou cache, databáze
 - aplikace pro desktop PAE nevyužívají
 - řešením je 64bitová verze Windows NT
 - XP v roce 2005, Vista v roce 2007

Schopnosti OS – 3.

- unixové systémy
 - zaměření server nebo workstation
 - od roku 1991 přechod na 64bitové CPU
 - SGI MIPS, DEC Alpha, Sun UltraSPARC, ...
- IBM
 - OS/360, OS/390, z/OS (též linie DOS, VM, TPF)
 - HW i SW zpětně kompatibilní (téměř „navždy“)
 - udává evoluční směr ostatních OS
 - multitasking, databázový základ, zero downtime, transakční RTOS, ...

Schopnosti OS – 4.

- Linux
 - 1991 – první verze pro 80386
 - 32bitový OS → plně využity schopnosti CPU
 - podpora pro PAE bez omezení
 - podpora různých modelů adresace paměti
 - 2+2, 3+1, 4+4, aplikace bez problémů (rekompilace)
 - 64bitová verze funkční před vydáním CPU (2001)
 - testováno na emulátorech AMD64, CPU v roce 2003
 - některé aplikace musely být opraveny (např. OOo)
 - porty pro další architektury
 - Alpha, PPC, SPARC, UltraSPARC, ARM, MIPS, ...

Historie CPU – 1.

- 1970 – Four Phase Systems AL1
 - procesor byl součástí produktu, ne samostatně
 - firmu později koupila Motorola
- 1971 – Intel 4004
 - první komerčně prodávaný mikroprocesor
 - 4bitový, 740 kHz, 2300 tranzistorů
- 1974 – Intel 8080
 - základem 8bitových počítačů
- 1976 – Zilog Z80 (vylepšený 8080)
 - Sinclair ZX Spectrum → úspěšný domácí počítač

Historie CPU – 2.

- 1978 – Intel 8086, 8088
 - 16bitový, 1 MB paměti, první z architektury x86
- 1979 – Motorola 68000
 - 32bitový, další v řadě zpětně kompatibilní
 - Apple Macintosh, Atari ST, Commodore Amiga
- 1980 – Intel 8051
 - 8bitový, vestavěné systémy
- 1982 – Intel 80286
 - 16bitový, 16 MB paměti

Historie CPU – 3.

- 1985 – Intel 80386
 - 32bitový, 4 GB paměti (AMD v roce 1991)
 - dokáže ochránit OS, SW virtualizace
- 1989 – Intel 80486
 - integrován matematický koprocessor
- 1991 – SGI MIPS R4000
 - 64bitový RISC
- 1992 – DEC Alpha
 - 64bitový, 32bitové MS Windows NT (1993 – 1999)

Historie CPU – 4.

- 1993 – Intel Pentium
 - 32bitový, ochranná známka (AMD K5 v roce 1996)
- 1995 – Sun UltraSPARC
 - 64bitový RISC
- 2001 – Intel Itanium
 - 64bitový, zpětně pouze emulace → neúspěch
- 2003 – AMD Athlon 64
 - 64bitový, zpětně kompatibilní s 32 a 16bitovým x86
 - 64bitový Intel Xeon v roce 2004

Očekávaný vývoj

- GPU (CPU pro grafické karty)
 - již dnes 512bitové
 - budou využívány pro výpočty paralelně k CPU
- CPU v počítačích zůstanou delší dobu 64bitové
 - větší čísla se zpracovávají několika instrukcemi
 - zvýšení bitovosti
 - prodlužuje binárky
 - načítání dat do RAM je limitujícím faktorem
 - nepřináší vyšší výkon
 - na platformě PC malý benefit přechodem na 64bitové CPU
 - význam pouze v přímé využitelnosti paměti nad 3 GiB