

Architektura počítačů

Studijní materiál pro předmět Architektury počítačů

Ing. Petr Olivka
katedra informatiky FEI VŠB-TU Ostrava
email: petr.olivka@vsb.cz

Ostrava, 2010

1 Architektura počítačů

Pojem architektura je převzat z jiného oboru lidské činnosti, než počítače. Neurčuje jednoznačné definice, schémata či principy. Hovoří o tom, že počítač se skládá z menších částí a teprve jejich vzájemné propojení a soulad vytváří funkční celek. Většina konstrukčních hledisek je neměřitelných a vychází ze zkušeností, technického citu, fantazie a tvůrčí invence autorů.

Architekturu musíme moderně chápat jako pohled na podstatné vlastnosti počítačů. Ty můžeme rozdělit do čtyř základních kategorií:

- **struktura, uspořádání:** popis jednotlivých funkčních částí a jejich propojení,
- **součinnost, interakce:** popis řízení dynamické komunikace mezi funkčními bloky,
- **realizace, provedení:** popisuje vnitřní strukturu jednotlivých funkčních bloků,
- **funkcionalita, činnost:** výsledné chování počítače jako celku.

Lidé z různých oborů se budou na počítač dívat samozřejmě s preferováním různých hledisek. Pro většinu uživatelů však bude asi nejdůležitější poslední výše jmenované hledisko.

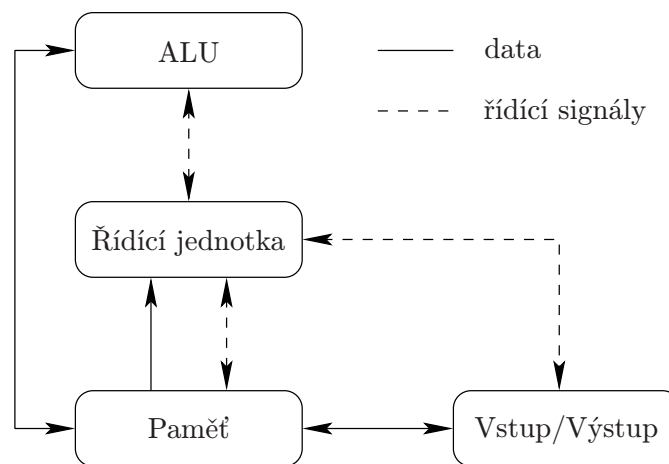
Pokud je ale naším cílem pochopit principy činnosti počítače, musíme se zabývat všemi uvedenými hledisky.

1.1 Základní koncepce

Americký matematik maďarského původu John von Neumann definoval v roce 1945 základní koncepci počítače EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer). Byl to výsledek výzkumu týmu odborníků Univerzity státu Pensylvánie ve Filadelfii, kteří tak položili základ koncepce počítače řízeného obsahem paměti. Od té doby se objevilo několik různých modifikací i odlišných modelů, ale v podstatě se počítače, tak jak je známe v dnešní době, konstruují podle tohoto modelu. Jednotlivé části a jejich vzájemné propojení je na obrázku 1.

Ve svém projektu si von Neumann stanovil určitá kritéria a principy, které musí počítač splňovat, aby byl použitelný univerzálně. Můžeme je ve stručnosti shrnout do následujících bodů:

1. Počítač se skládá z paměti, řídicí jednotky, aritmetické jednotky, vstupní a výstupní jednotky.
2. Struktura počítače je nezávislá na typu řešené úlohy, počítač se programuje obsahem paměti.



Obrázek 1: Základní schéma počítače podle von Neumanna

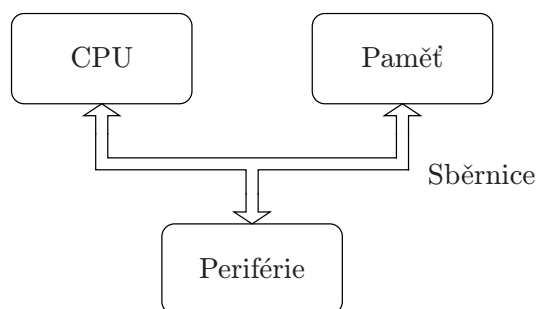
3. Následující krok počítače je závislý na kroku předchozím.
4. Instrukce a operandy (data) jsou v téže paměti.
5. Paměť je rozdělena do buněk stejné velikosti, jejich pořadová čísla se využívají jako adresy.
6. Program je tvořen posloupností instrukcí, ty se vykonávají jednotlivě v pořadí, v jakém jsou zapsány do paměti.
7. Změna pořadí provádění instrukcí se provede instrukcí podmíněného či nepodmíněného skoku.
8. Pro reprezentaci instrukcí, čísel, adres a znaků, se používá dvojková číselná soustava.

1.2 Vlastnosti základních koncepcí počítače

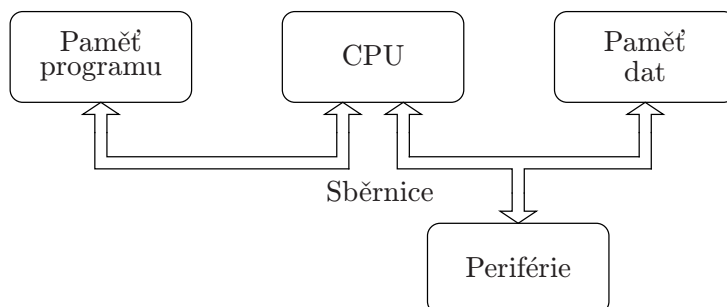
Několik let po von Neumannovi, přišel vývojový tým odborníků z Harvardské univerzity s vlastní koncepcí počítače, která se sice od Neumannovy příliš nelišila, ale odstraňovala některé její nedostatky. V podstatě jde pouze o oddělení paměti pro data a program.

Abychom si mohli obě koncepce porovnat, můžeme vycházet ze zjednodušených schémat. Na obrázku 2 je schéma počítače podle von Neumanna a na obrázku 3 je schéma počítače podle harvardské koncepce.

Základním nedostatkem obou koncepcí je sekvenční vykonávání instrukcí, které sice umožňuje snadnou implementaci systému, ale nepovoluje dnes tolik potřebné paralelní zpracování. Paralelizmy se musí simulovat až na úrovni



Obrázek 2: Počítač podle von Neumanna



Obrázek 3: Harvardská architektura počítače

operačního systému. Úzké místo systému je také ve sběrnících, které nedovolují přistupovat současně do více míst paměti současně a navíc dovolují v daném okamžiku přenos dat jen jedním směrem.

Porovnání vlastností obou koncepcí jednotlivě:

- von Neumann
 - Výhody:
 - * rozdělení paměti pro kód a data určuje programátor,
 - * řídicí jednotka procesoru přistupuje do paměti pro data i pro instrukce jednotným způsobem,
 - * jedna sběrnice - jednodušší výroba.
 - Nevýhody:
 - * společné úložení dat a kódu může mít při chybě za následek přepsání vlastního programu,
 - * jediná sběrnice tvoří úzké místo.
- harvardská koncepce

- Výhody:
 - * oddělení paměti dat a programu přináší výhody:
 - program nemůže přepsat sám sebe,
 - paměti mohou být vyrobeny odlišnými technologiemi,
 - každá paměť může mít jinou velikost nejmenší adresovací jednotky,
 - dvě sběrnice umožňují jednoduchý paralelizmus, kdy lze přistupovat pro instrukce i data současně.
- Nevýhody:
 - * dvě sběrnice kladou vyšší nároky na vývoj řídicí jednotky procesoru a zvyšují i náklady na výrobu výsledného počítače,
 - * nevyužitou část paměti dat nelze použít pro program a obráceně.

1.3 Kapacita paměti

Jednotky pro vyjádření paměťové kapacity:

- byte [B] - 8 bitů, slabika, obvykle nejmenší adresovatelná jednotka
- $1kB = 2^{10}B = 1024B$
- $1MB = 2^{20}B = 1048576B$
- $1GB = 2^{30}B = 1073741824B$
- $1TB = 2^{40}B = 1099511627776B$

V praxi se velmi často používá přepočítání kapacity v dekadické soustavě, kdy se vychází z přibližného vztahu:

$$2^{10} \cong 10^3, \text{ tedy } 1024 \cong 1000.$$

Dochází tak k rozdílu mezi údaji uvedenými v technických parametrech některých zařízení, jako jsou např. disky, a kapacitou, kterou je schopen efektivně využít operační systém. V případě údaje v *MB* je tato odchylka skoro 5%, u kapacity udávané v *GB* už ale přesahuje 7%.

2 Historie počítačů

2.1 Generace počítačů

Vývoj počítačů je členěn do několika generací v závislosti na použité technologii výroby. Členění na jednotlivé generace je v historickém významu spíše obchodní záležitostí, aby mohli výrobci lépe zařadit své počítače při propagaci, či uvedení na trh.

Generace	1	2	3	3.5	4
Rok	1951	1957	1964	1971	1981
Prvky	elektronky	tranzistory	SSI	MSI	LSI
Paměť	buben	ferity	ferity	MSI	LSI
Kapacita paměti	1kB	10kB	1MB	1MB	10MB
Řízení periférií	CPU syn.	CPU as.	kanály	adaptéry	perif. proc

Tabulka 1: Generace počítačů

Z tabulky 1 je patrný vývoj v oblasti komunikace s perifériemi, který zásadním způsobem ovlivňuje průchodnost celého systému. Je zde také vidět postupný nárůst objemu operační paměti a využívání vyššího stupně integrace pro výrobu jednotlivých prvků počítače.

2.2 Historie počítačů IBM PC

Vývoj počítačů můžeme sledovat z mnoha hledisek. U personálních počítačů, které nás provázejí již více než dvě desetiletí, se můžeme podívat na historii podle vývojové řady procesoru Intel 8086 a všech následných typů.

Rok	Značení	Frekvence	Adresovatelná RAM
1980	8086, 8088	4 - 8MHz	1 MB
1982	80186, 80188	6 - 10MHz	1 MB
1984	80286	8 - 25 MHz	16 MB
1987	80386DX	20 - 40 MHz	4GB / 64TB
1989	80486DX	25 - 120 MHz	-
1992	Pentium	60 - 233 MHz	-
1996-04	PPro, II, III, IV	150 MHz - 3GHz	-

Tabulka 2: Historie procesorů Intel 8086 - Pentium IV

U vývojové řady procesorů uvedených v tabulce 2 stojí za pozornost fakt, že se výpočetní výkon procesorů ztrojnásobuje přibližně každé dva roky.