

Paměti

Cílem kapitoly je seznámit studenta s paměti. Jejich minulostí, současností a hlavním parametry.

Klíčové pojmy: *paměť, RAM, rozdělení pamětí, ROM, vnitřní paměť, vnější paměť.*

Úvod

Operační paměť je jednou ze základních dílů, ze kterých se skládá každý počítač. Stačí se podívat na John von Neumannovu nebo Harvardskou architekturu. V paměti se mohou nacházet programy nebo uživatelská data.

Paměti můžeme rozdělit z řady hledisek. Od přístupu k buňkám paměti, podle možnosti změny dat (možnosti zápisu), podle technologie realizace paměťové buňky nebo technologie výroby, podle organizace paměti a řady dalších kritérií.

Operační paměť má obvykle rychlejší přístup, než vnější paměť (např. pevný disk). Za paměť tedy můžeme označit to nejmenší „registr“, až po například pevné disky.

Paměť

Paměť je součástka, zařízení nebo materiál, který umožní uložit obsah informace (zápis do paměti), uchovat ji po požadovanou dobu a znovu ji získat pro další použití (čtení paměti). Informace je obvykle vyjádřena jako číselná hodnota.

Základní jednotkou ukládané informace je jeden **bit** (binary digit), jedna dvojková číslice. Tato číslice může nabývat dvou hodnot, které nazýváme „logická nula“ a „logická jednička“.

Logická hodnota bitu může být reprezentována různými fyzikálními veličinami:

- přítomnost nebo velikost elektrického náboje
- stav elektrického obvodu (otevřený tranzistor)
- směr nebo přítomnost magnetického toku (pro kódování informace do mag. toku se častěji používají složitější modulace)
- různá propustnost nebo odrazivost světla (CD-ROM, ale i děrný štítek)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Rozdělení pamětí:

1) Podle materiálu a fyzikálních principů

- **magnetické** – založené na magnetických vlastnostech materiálu, informaci uchovává směr magnetizace.
- **optické** – využívá optických vlastností materiálu, např. odraz světla.
- **polovodičové** – využívá vlastností polovodičových tranzistorů, buď se realizují klopnými obvody (technologie TTL), nebo obnovováním elektrického náboje (CMOS)
- **magnetooptické** – pomocí světla (laser) se mění magnetické vlastnosti materiálu
- **feritové** – jako nosič jednoho bitu je používáno feritové jádro o rozměru cca 0,8 mm, magnetická orientace se překlápí proudovým impulsem (zastaralé)
- **paměť se zpoždovací linkou** – využívá pomalejšího průchodu vlny speciálním prostředím

2) Režim činnosti polovodičových pamětí

- **dynamické** – informace se musí periodicky obnovovat cyklem čtení, náročnější na řídicí logiku
- **statické** – informace zůstává uchována i bez obnovování, mají vyšší cenu za bit

3) Podle závislosti na napájení

- **napěťově závislé** (volatilní) – pro uchování a přístup k informacím potřebuje paměť napájecí napětí, při odpojení se informace ztrácí
- **napěťově nezávislé** (nevolatilní) – potřebuje napájení pro činnost (čtení, zápis), ale při odpojení napájení se informace uchová

4) Podle přístupu

- **RAM** (Random Access Memory) – s libovolným přístupem, doba přístupu k obsahu není závislá na umístění (adrese). Počítačové disky jsou považovány za paměti typu RAM, i když to není přesné.
- **sekvenční** – doba přístupu k obsahu je závislá na umístění, například páska
- **asociativní** – adresovaná obsahem, adresou je klíčová hodnota ukládaná s informací
- **sériový** – například fronta FIFO

5) Podle schopnosti zápisu

- **RWM** (Read Write Memory) – Paměť pro zápis i čtení (Termín RAM obvykle označuje tento typ paměti - název RWM se neuchytil).
- **ROM** (Read Only Memory) – Paměť pouze pro čtení. Informace je do paměti uložena jednorázově při výrobním procesu.
- **PROM** (Programmable Read Only Memory) – Paměť se vyrobí bez informace a pomocí speciálního zařízení (programátor) si ji naprogramuje uživatel.
- **EPROM** (Eraseable Programmable Read Only Memory) – Paměť je možné vymazat speciálním způsobem (např. ultrafialovým zářením) a znovu přeprogramovat.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

- **WMM** (Write Mostly Memory), někdy uváděna jako **WOM** (*Write Only Memory*) – Při provozu je používána jen pro zápis, informace je čtena jednorázově na konci provozního cyklu. Mívá speciální využití (černá skříňka).
- **WOM** (Write Only Memory) – Nerealizované nesmyslné zařízení, jež se stalo součástí inženýrského folklóru.
- **EEPROM** (E2PROM) (Electric Erasable PROM) – Obdoba EPROM, mazání však probíhá pomocí elektrického „impulsu,“ maže se buňka po buňce. Počet zápisů je omezen – cca 100 000 přepisů.
- **Flash EPROM** (Paměť EPROM s rychlým mazáním) – Obdoba EEPROM, mazání však probíhá po blocích buněk. Lze ji smazat pouze celou (1ms) nebo po částech – ne po jednotlivých buňkách. Má výrazně omezený počet zápisů - cca 1000

Poznámka: Všechny paměti xROM jsou statické a Non-Volatile – jednou zapsaná informace zůstává trvale uložena. Volatilita je schopnost paměťové buňky udržet si informaci i bez napájení.

6) Podle určení

- **Vnitřní paměť** (primární)
 - **Akumulátor**
 - registr v procesoru o velikosti délky slova CPU (8, 16, 32, 64 bitů)
 - může být rychlejší než ostatní registry (kratší kód instrukcí)
 - s akumulátorem pracuje většina instrukcí (aritmetické a logické operace)
 - **Registry procesoru**
 - několik (až desítky) registrů
 - součást procesoru
 - ukládání operandů a výsledků aritmetických a logických operací
 - nejrychlejší paměť připojená k procesoru (stejně rychlá, jako procesor)
 - **Cache**
 - pro urychlení komunikace s pamětí
 - rychlá statická paměť
 - u novějších procesorů velikost stovky kB az MB
 - více úrovní, přičemž číslo určuje vzdálenost od procesoru
 - L1 – typicky přímo na procesoru
 - L2 – například na destičce s procesorem (tzv. boxované procesory)
 - L3 – na základní desce
 - write through – data se zapisují ihned (čeká se na dokončení zápisu)
 - write back – data se zapisují později (na dokončení zápisu se nečeká)
 - **Operační paměť RAM**
 - pomalejší než procesor, ale rychlejší, než ostatní vnitřní paměti
 - velikost desítky až stovky MB (až GB)
 - u Von Neumannova schéma počítače použita pro program i pro data

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

- typicky dynamická paměť
- **Vnější paměť**
 - **Sekundární paměti**
 - Pevný disk
 - je na nich systém souborů (struktura adresářů)
 - obsahuje obvykle statickou nebo dynamickou cache pro urychlení čtení/zápisu
 - **Terciární paměti**
 - zařízení k zálohování dat
 - CD a DVD, Optické disky, ...

7) Podle provedení

- pásková paměť
- disková paměť
 - disketa
 - pevný disk
- CD-ROM, DVD
- polovodičová paměť
 - flash paměť
 - SIMM, DIMM, ...

8) Podle rychlosti a ceny za bit

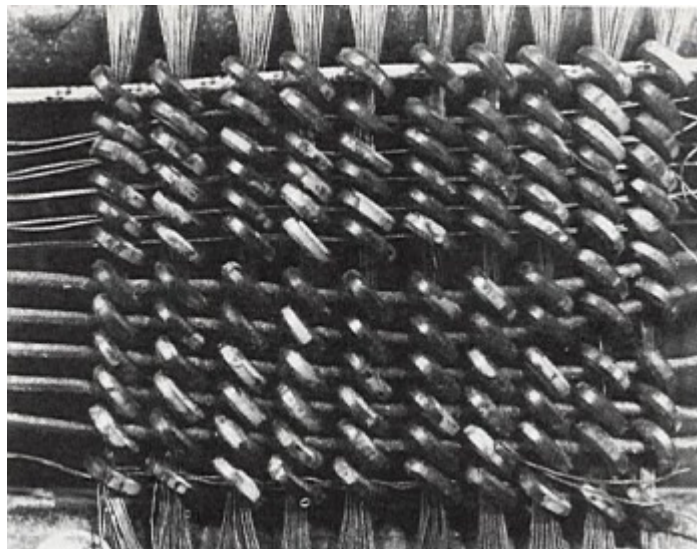
- Paměti s nejrychlejším přístupem jsou polovodičové paměti, které jsou součástí procesorů, nebo používané pro cache procesorů. Obvykle mají menší kapacitu než operační paměť. Mají nejvyšší cenu za bit.
- Operační paměti jsou kompromisem mezi rychlostí, cenou a kapacitou. Dnes se používají výhradně polovodičové paměti. V minulosti se používaly i feromagnetické paměti a bubnové magnetické paměti.
- Pro vnější paměti se používají pomalé ale laciné paměti, u kterých je možné dosahovat velké kapacity. Rozdíly mezi paměťovými periferiemi jsou v závislosti na technologii a ceně za bit značné. Používají se media od pomalé diskety s malou kapacitou až po rychlé SCSI pevné disky a disková pole s obrovským paměťovým prostorem. Tato datová média jsou obvykle s magnetickým nebo optickým záznamem informace, v poslední době se začínají prosazovat i polovodičové paměti.[2]

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Historie

Paměť počítačů prošla dlouhým vývojem, zejména s ohledem na dostupné technologie, které jsou pro výrobu a konstrukci paměti nezbytné. Z historie RAM pamětí můžeme jmenovat například Williams-Kilburnovy trubice a feritové nebo bubnové paměti. Každá ze zmiňovaných pamětí měla svého času jisté výhody (většina tehdejších pamětí byla nevolatilní - informace byla uchována i po výpadku elektrického proudu), ale postupně došlo k jejich ústupu ve prospěch novějších technologií. K rychlému rozvoji paměti RAM došlo až s vynálezem DRAM paměti, tehdy tvořené pomocí technologie PMOS, která později dovolila výrazné snížení ceny a zároveň zvýšení kapacity a rychlosti paměti samotné.

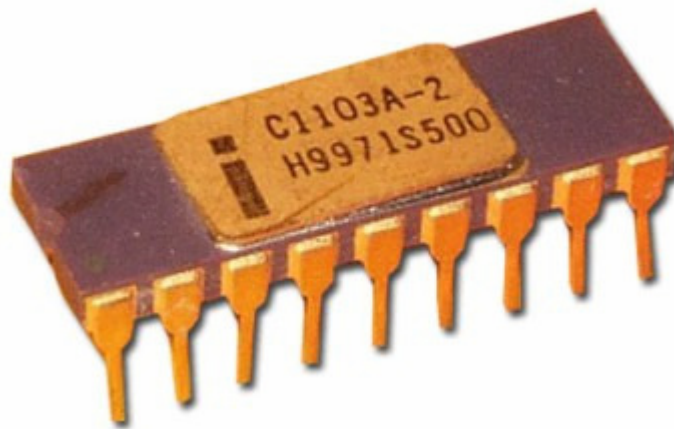


Pohled do historie pamětí – feritová paměť z IBM 405

Vynálezcem dynamické paměti RAM je Robert Dennard, ačkoliv paměť samotná by samozřejmě nemohla vzniknout bez objevů jako tranzistor nebo kondenzátor. Informace je v paměti DRAM uložena pomocí elektrického náboje v kondenzátoru a jedná se tedy o přechodnou paměť (volatilní paměť), která musí být v pravidelných intervalech obnovována (tak zvaný „refresh“), jinak by došlo ke ztrátě informace. Paměť na základě kondenzátoru a tranzistoru, jak ji známe dnes, byla objevena v roce 1967 a její objev započal novou etapu vývoje kalkulátorů a osobních počítačů. V počítačích se paměť DRAM používá zhruba od roku 1970, kdy byl na trh uveden DRAM čip Intel 1103. Jednalo se o 1 kbit čip (integrováný obvod), vyrobený technologií PMOS.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky



Intel 1103 – 1Kbit DRAM

U moderních pamětí dochází k neustálému růstu kapacity, ale zvyšování rychlosti pamětí je problémovou záležitostí. Nové technologie jsou sice efektivnější a rychlejší než kdy předtím, ale rychlost pamětí roste stále podstatně pomaleji než výkon samotných procesorů. Výrobci a návrháři dnešních architektur procesorů musí tyto problémy řešit nejčastěji na úrovni jádra, například přidáním větší cache (a lepší predikcí), umístěním více modulů paměti do páru a přístup do paměti zprostředkovat po dvou kanálech (tak zvaný „Dual-channel“, který efektivně zdvojnásobí šířku pásma přístupu do paměti), nebo například integrací řadiče paměti do jádra procesoru. Rychlé paměti a paměťové čipy jsou nezbytné pro výkonné systémy, stále rychlejší procesory, grafické karty a řadu dalších zařízení.[1]

Shrnutí:

Jak je vidět, tak problematika pamětí je rozsáhlá a existuje mnoho pohledů. Je to neustálý souboj mezi cenou, kapacitou a výkonem. A i tento výčet není konečný. Vývoj kapacity čipů, respektive pamětí, je závislý na dostupné výrobní technologii, která dovolí produkovat čipy jen s omezenou kapacitou. Problémy s výkonem (a zejména propustností) pamětí jsou dlouho známy - architektury osobních počítačů se s nimi potýkají více či méně již od svého vzniku, ale lepší řešení si zatím nemůžeme dovolit.

Literatura:

[1] [www.svethardware.cz; http://www.svethardware.cz/art_doc-53D8F3993772ECFBC1257205005DA285.html](http://www.svethardware.cz/art_doc-53D8F3993772ECFBC1257205005DA285.html); 6.11.2010

[2] [cs.wikipedia.org; http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A1_pam%C4%9B%C5%A5](http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronick%C3%A1_pam%C4%9B%C5%A5); 6.11.2010