

ARHITEKTURA I ORGANIZACIJA RAČUNARA

MEMORIJSKI SISTEM (1)

UVOD

RAČUNARSKA MEMORIJA

- **Mada je naizgled konceptualno jednostavna, računarska memorija ima možda najširi opseg tipova, tehnologija, organizacije, performansi i cena od svih računarskih komponenti.**
- **Posedica:** računarski sistem je opremljen hijerarhijom memorija, od kojih su neke unutrašnje (direktno pristupačne procesoru), a neke spoljašnje (pristupačne procesoru preko U/I modula).

KLJUČNE KARAKTERISTIKE MEMORIJSKIH SISTEMA

- **Lokacija**
- **Kapacitet**
- **Jedinica prenosa**
- **Metoda pristupa**
- **Vremenske performanse**
- **Parametri memorije**
- **Fizička vrsta**
- **Fizičke karakteristike**
- **Organizacija**

LOKACIJA

- * **Pojam lokacija odnosi se na to da li je memorija unutrašnja ili spoljašnja.**
- * **U okviru same centralne procesorske jedinice (registri CPU)**
- * **Unutrašnja (keš memorija, glavna memorija)**
- * **Spoljašnja memorija (diskovi, optičke memorije ...)**

KAPACITET

- **Veličina reči**
- **Prirodna jedinica organizacije**
- **Obično jednaka broju bitova za predstavljanje celog broja i dužini instrukcije; mnogo izuzetaka!**
- **Uobičajene dužine reči su 8, 16 i 32 bita**
- **Broj reči**
- **ili bajtova**

JEDINICA PRENOSA

- **Ono što može odjednom da se prenese**
- **Unutrašnja memorija**
 - Obično uslovljena širinom magistrale podataka tj. jednaka je broju linija za podatke koji vode u memorijski modul i iz njega
- **Spoljašnja memorija**
 - Obično blok koji je mnogo veći od reči
- **Adresabilna jedinica**
 - Najmanja lokacija koja može jedinstveno da se adresira
 - **Reč ili (češće) bajt**
 - **Odnos između adrese u bitovima A i broja adresabilnih jedinica N je $2^A=N$**
 - **Blok na diskovima**

METODA PRISTUPA (1)

- **Sekvencijalni pristup**

- Koristi se deljivi mehanizam za čitanje/upisivanje
- Start na početku i čitanje „potpuno“, po redosledu
- Vreme pristupa zavisi od lokacije podatka i prethodne lokacije
- Primer: magnetna traka

- **Direktni pristup**

- Koristi se deljeni mehanizam za čitanje/upisivanje
- Individualni blokovi imaju jedinstvene adrese, zasnovane na fizičkoj lokaciji
- Pristup je pomoću skokova u blizini plus sekvencijalno pretraživanje
- Vreme pristupa zavisi od lokacije i prethodne lokacije
- Primer: Disk

METODA PRISTUPA (2)

- **Slučajni pristup**

- Individualne adrese tačno identifikuju lokacije
- Vreme pristupa ne zavisi od lokacije ili prethodnog pristupa
- Primer: RAM memorija

- **Asocijativan pristup**

- Podatak se locira poređenjem sa sadržajem dela memorije
- Vreme pristupa ne zavisi od lokacije ili prethodnog pristupa
- Primjer: Keš memorije

PERFORMANSE

- **Sa stanovišta korisnika, pored kapaciteta, najvažnija karakteristika memorija**
- **Koriste se tri parametra performanse:**
 1. **Vreme pristupa (kašnjenje, latencija memorije)**
 2. **Vreme ciklusa memorije**
 3. **Brzina prenosa (propusnost memorije)**

Vreme pristupa (kašnjenje)

- **Za memoriju sa slučajnim pristupom: Vreme potrebno da se izvede operacija čitanja/upisivanja (od trenutka kada se predstavi adresa, do trenutka kada se podatak uskladišti ili stavi na raspolaganje za upotrebu)**
- **Za memoriju koja nema slučajni pristup: Vreme potrebno da se zauzme položaj mehanizma za čitanje/upisivanje na željenoj lokaciji**

Vreme ciklusa memorije

- Koncept prvenstveno za memorije sa slučajnim pristupom
- Vreme pristupa + svako dodatno vreme koje se zahtjeva prije nego što može da počne sledeći pristup (za prelazna stanja na signalnim linijama, ili za obnavljanje podataka ako se oni destruktivno čitaju)
- Najkraća perioda sa kojom memorija može uspešno prihvati uzastopna obraćanja
- Vreme ciklusa memorije je u vezi sa sistemskom magistralom, a ne sa procesorom

Brzina prenosa

Brzina kojom se podaci prenose u memorijsku jedinicu ili iz nje.

Za memoriju sa slučajnim pristupom:

$$\frac{1}{(\text{Vreme ciklusa})}$$

Za memoriju koja nije sa slučajnim pristupom:

$$T_N = T_A + \frac{n}{R}$$

T_N = srednje vreme čitanja ili upisivanja n bitova

T_A = srednje vreme pristupa

n = broj bitova

R = brzina prenosa, u bitovima u sekundi (b/s)

PARAMETRI MEMORIJA

* **Pored kapaciteta i tri parametra vremenskih performansi važni kvantitativni parametri memorija su:**

- Snaga disipacije predstavlja snagu koju zahteva memorija za svoj rad
- Specifična cena memorije koja se izražava odnosom cene memorije i njenog kapaciteta
- Pouzdanost koja se meri srednjim vremenom između otkaza

FIZIČKE VRSTE MEMORIJA

* **Poluprovodnička memorija**

- RAM (DRAM, SRAM), ROM (PROM, EPROM, EEPROM), fleš, itd.

* **Magnetna memorija**

- Čvrsti disk i magnetna traka

* **Optička memorija**

- CD i DVD

FIZIČKE KARAKTERISTIKE

- **Gubitak informacije: u nepostojanoj memoriji, informacija propada prirodnim putem, ili se gubi kada se isključi napajanje električnom energijom.**
- **U trajnoj memoriji, jednom zapisana informacija opstaje bez oštećenja, dok je korisnik namerno ne promeni; nije potrebna električna energija da bi se zadržala informacija.**
- **Memorija sa magnetnom površinom su trajne.**
- **Poluprovodnička memorija može da bude nepostojana ili trajna.**
- **Izbrisivost: EPROM, EEPROM**

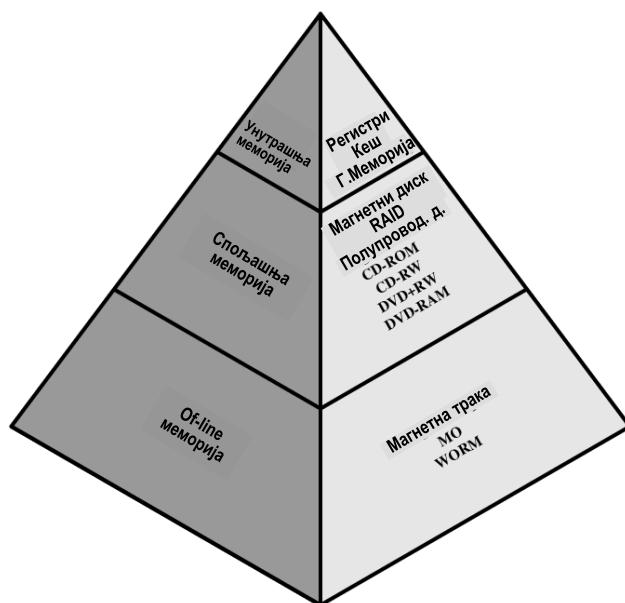
Organizacija

- * **Ključno pitanje za memoriju sa slučajnim/proizvoljnim pristupom.**
- * **Organizacija: fizički raspored bitova da bi se formirale reči**
- * **Ne koristi se uvijek očigledan raspored**

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (1)

- **Konstruktivna ograničenja memorijske hijerarhije**
- **Koliko je ima?**
 - Stalno otvoreno; kapacitet će se uvek iskoristiti za nove aplikacije
- **Koliko je brza?**
 - Memorija mora biti u stanju da drži korak sa procesorom
- **Koliko košta?**
 - Cena sistema mora da bude razumna u odnosu na druge komponente

MEMORIJSKA HIJERARHIJA- DIJAGRAM



HIJERARHIJSKA LISTA MEMORIJA

- 1. Registri**
- 2. Keš memorija nivoa L1**
- 3. Keš memorija nivoa L2**
- 4. Glavna memorija**
- 5. Keš diska (deo glavne memorije, za podatke koji se upisuju na disk)**
- 6. Disk**
- 7. Optička memorija**
- 8. Magnetna traka**

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (2)

* Kako se ide niz tipičnu hijerarhiju ilustrovanu na slici moguće je primetiti:

- Smanjuje se cijena po bitu
- Povećava se kapacitet
- Povećava se vreme pristupa
- Smanjuje se učestlost pristupa memoriji od strane procesora

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (3)

* Registarska memorija

- uključuje registre unutar procesora
- Uglavnom registri opšte namjene kao i registri za rad sa realnim podacima
- Privremeno čuvanje operanda i instrukcija u procesoru
- Ne unosi zastoje u radu procesora

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (4)

• Keš memorija

- Brza memorija između procesora i glavne memorije
- Aktuelne instrukcije i podaci za aktivne programe
- Procesor se prvo obraća keš memoriji, a ako se podatak ne nalazi u kešu onda se obraća glavnoj memoriji
- Mnogo manji kapacitet od glavne memorije
- Kada procesor iz keša dobija tražene podatke ne unosi zastoje u radu procesora

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (5)

*** Glavna (primarna ili operativna) memorija**

- Velikog kapaciteta
- Sadrži programe i podatke koji se aktivno koriste
- Mnogo sporija od registarske (veći kapacitet, fizička odvojenost od procesora)

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (6)

*** Spoljašnja (sekundarna ili pomoćna) memorija**

*** Čuvaju se sistemski programi, veliki fajlovi podataka, korisnički programi i podaci koji ne zahtevaju stalno prisustvo u memoriji**

- Komunicira sa GM preko UI sistema računara

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (6)

- **Ključ uspeha je da podaci i instrukcije mogu da se rasporede tako da u najvećem delu vremena budu raspoloživi, kada su potrebni, na gornjim nivoima hijerarhije.**
- **Podaci koji se drže u registrima su pod direktnim upravljanjem programera kompjlera ili asemblera.**
- **Sadržajem ostalih nivoa hijerarhije se upravlja automatski:**
 - migracija podataka / instrukcija ka i od keš memorija se izvodi pod hardverskim upravljanjem;
 - migracijom izmedju glavne memorije i spoljnih memorija upravlja OS (uz hardversku podršku).

MEMORIJSKA HIJERARHIJA (7)

- * **Oslonci hijerarhijske organizacije memorije su:**
- **Princip lokalnosti (preciznije lokalnosti obraćanja programa memoriji)**
 - **Fizički zakoni koji se, primjenjeni na hardver računara, mogu formulisati u obliku aksiome: manje je brže**

Princip lokalnosti

- Za vreme izvršenja programa, memorijske reference procesora, kako za instrukcije, tako i za podatke, teže da se grupišu.
- Jednom kada se uđe u neko područje programa, javljaju se ponovljene reference na malom skupu
 - instrukcija (petlje, potprogrami)
 - podataka (komponente strukture podataka, lokalne promenljive ili parametri na steku.)

Vrste lokalnosti

* **Vremenska lokalnost:** ako se poziva neka stavka u memoriji, ona će velika je verovatnoća da uskoro bude opet pozvana.

* **Prostorna lokalnost:** ako se poziva neka stavka u memoriji, velika je verovatnoća da će i druge stavke čije su adrese u blizini uskoro biti pozvane.