

Predavanje 1 (20. 1. 2026)

Uvod

- Arhitektura rac. == racunalnik z vidika programerja
- Organizacija rac. == dejanska zgradba, sestavni deli, povezave (t.i. mikroarhitektura)
- Ista arhitektura -> vec organizacij

Kaj je rac. arhitektura?

- Ta doloca *nivoje abstrakcije*:
 1. Aplikacija
 2. Algoritem
 3. Programski jezik
 4. Zbirni jezik
 5. Ukazna arhitektura
 6. Mikroarhitektura
 7. RTL (registri?)
 8. Logicna vrata
 9. Naprave (tranzistorji)
 10. Fizika

Aplikacija

- Te zahtevajo izboljšanje arhitekture
- Le tehnologija omejuje ucinkovitost

Zakaj se to sploh uciti?

- Poznavanje delovanja sistema -> boljsa gradnja aplikacij
 - gradnja je cenejsa, hitrejsa, ucinkovitejsa

Razlogi za strojno racunanje

- Rocno racunanje je pocasno in nezanesljivo

Povezava med strojnim in racnim racunanjem:

- Rocno racunanje:
 - papir -> pomnilnik
 - mozgani -> procesor
- Papir:
 - ukazi/algoritem -> navodila (ukazni pomnilnik)
 - operandi -> npr. stevila (operandni pomnilnik)
- Mozgani (2 funkciji)

- kontrolna fun. (kontrolna enota)
- izvršilna fun. (aritmetična-logična enota)

Dejanska arhitektura

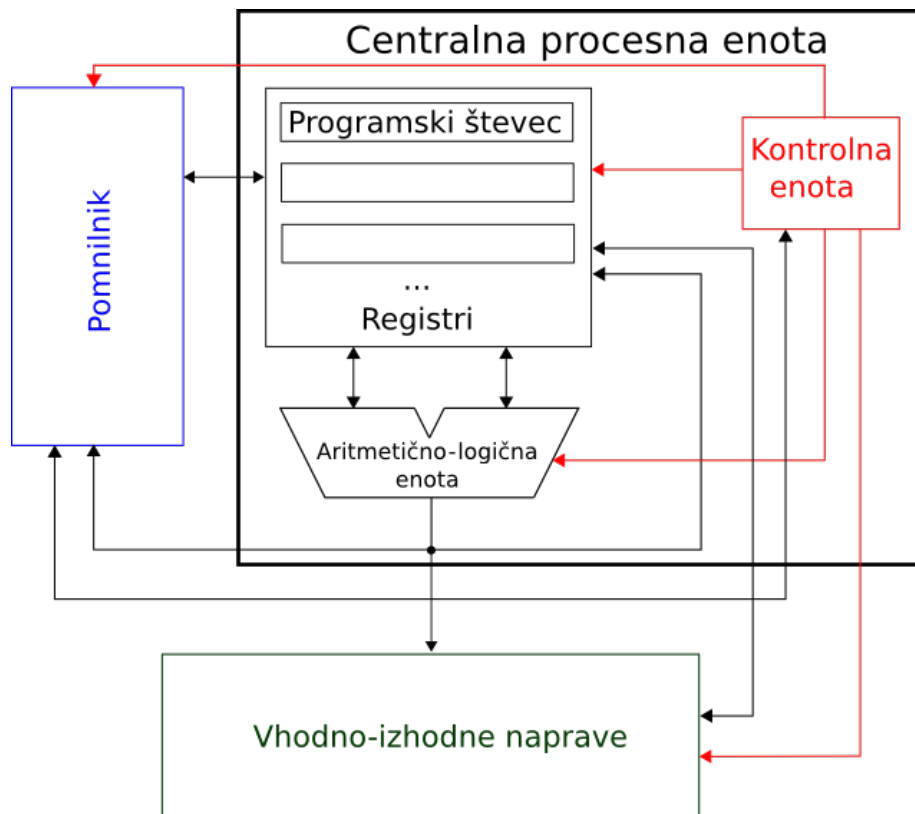


Figure 1: Von Neumannova arhitektura

- Glavni pomnilnik shranjuje tako ukaze kot operande

Zgodovina

Digitalni princip

- Digit == prst (en)
- *Omejeno* stevilo stanj

Analogni princip

- Fizikalna velicina zvezno predstavlja vrednosti/stevila
- Omejena natančnost, ampak **neomejeno** st. stanj

- Analognih računalnikov danes (praktično) ni več
 - Lahko pride do veliko napak (npr. zaradi kakega suma)
- Primer: logaritmično računalno (t.i. Rechenschieber)

Kako dobimo različna stanja (npr. 0 in 1)

- Lahko z napetostno, npr.:
 - od 3.5V do 5.0V je 1
 - od 1.5V do 3.0V je 0
 - (večja območja zaradi suma)
 - Večje število stanj dobimo z *vzemanjem več bitov!!!* -> 4 biti == 16 stanj itd.
- Problem z analogno -> če je *najmanjši* sum, je že **drugo stanje**

Diferenčni stroj (Charles Babbage)

- Stroj je podoben današnjim
- Lastnosti:
 - Aproksimira funkcije s polinomi (končne difference)
 - zaporedje fiksnih operacij
 - speciliziran stroj -> ni splošen

Analitični stroj (isto)

- Prvi računalnik (le načrtovan)
- Sestava:
 - Mlin -> CPE
 - Pomnilnik -> komunicira z luknjanimi karticami (s tam dobi podatke)
 - Program:
 - * Ukazne kartice (posljejo ukaze mlinu)
 - * Operandne kartice (posljejo operande pomnilniku)

Elektromehanski stroji

- Rele (Relay)
 - električno-krmiljeno stikalo
 - če je tok -> zaprto, druge odprto
 - deluje na principu magnetne sile (indukcija?)

Prvi delujoč računalnik

- Sestavil **Konrad Zuse**
- Bili so Z1, Z2, Z3, Z4 (najnovejši/najnaprednejši)
- Lastnosti:
 - veliko relejev
 - 8-bitni ukazi
 - luknjan trak

- plavajoca vejica
- tipkovnica
- frekvenca == 5-10 Hz

Harvard Mark I

- IBM
- Dolg (15 m)
- elektromehanska desetiska stevna kolesa
- luknjan trak
- pomnilnik 72 x 23 desetiskih mest
- Oblika ukaza -> A1 A2 OP

Vpliv Babbagea in vpliv modela

- Vsi ti stroji so nastali z zamisli Charlesa
- Problem je bil mehanika, ki prinaša omejitve:
 - hitrost (giblivi deli)
 - zanesljivost (zobniki, vzvodi -> zgubi natančnost)
- V tem času so začeli razvijati elektroniko, ki reši te probleme:
 - **Elektronke**
 - **Tranzistorji** (boljši)

Prvi elektronski računalniki

- Elektronika je bistveno hitrejša od mehanike -> zato so se na to bolj usredotočili
- Prvi je bil ENIAC (programabilen, vendar ročno -> pretikanje stikal)
- Lastnosti:
 - velik
 - drag (veliko elektrike, veliko elektronk)
 - težak
- Programiranje je trajalo več dni -> Von Neumann začel razmišljati o novem modelu

(Elektronski) računalnik s shranjenim programom

- Von Neumann predlagal EDVAC:
 - Voden od znotraj -> notri je shranjen jezik
- Prednosti:
 - Ista hitrost za dostop do ukazov in operandov
 - Izhod enega programa lahko uporabimo kot vhod drugega

Razvoj po letu 1950

- Serijska proizvodnja -> nižja cena

- Uporaba ni več samo za numerične probleme (urejevanje tekst, igre, banke itd.)

Razvoj tehnologije

1. Tranzistorji
2. Integrirani cipi

Moorov zakon

- Pravi, da se na ~18 mesecev podvoji število tranzistorjev na cipih, ampak uporabijo enako količino energije
- Včasih je veljal (70., 80. leta), zdaj ne več toliko

Dennardovo skaliranje

- Z zmanjševanjem dimenzij tranzistorjev ostane poraba energije na površino konstantna
 - napetost in tok se *manjšata*, a tranzistorjev je *več*
- Tok odtekanja je manjši (manj elektrike z njih gre stran?) -> **pregrevanje**

Vgrajeni sistemi (angl. Embedded Systems)

- Sistemi, ki so vgrajeni v nekaj in namenski za to stvar
- To so npr.:
 - telefoni, kamere
 - konzole, igrice
 - (avtonomna) vozila
 - dvigalo

Razvoj programiranja

- Nekdanjih orodij ni bilo (pisali 0 in 1)
- Nalagali program iz zunanjega v glavni pomnilnik (v 50. letih)
 - bootstrap-anje ali bootloader omogoča zagon dejanskega OS
- Simbolični zapis
 - Zbirni jezik (Assembly language)
 - Zbirnik (Assembler) -> pretvarja zbirni jezik v strojni (0 in 1)
- V 60ih se pojavijo visji programski jeziki:
 - prvi: FORTRAN, ALGOL, COBOL, Lisp, ...
 - kasneje: C, Pascal, C++, Java, Python, ...
 - Primerjava:
 - * zbirni jezik -> hitreje izvaja, vendar počasneje piše
- IBM -> IBM 360 ISA == prvi prenosljiv ukazni nabor

Racunalniška zgradba

Von Neumannov racunalniški model

- Sestavljen iz:
 - centralna procesna enota (CPE)
 - glavni pomnilnik (GP)
 - vhodno/izhodni sistem
- Program ima shranjen v GP
- CPE jemlje ukaze iz GP in jih izvršuje zaporedoma
- (Slika od prej)

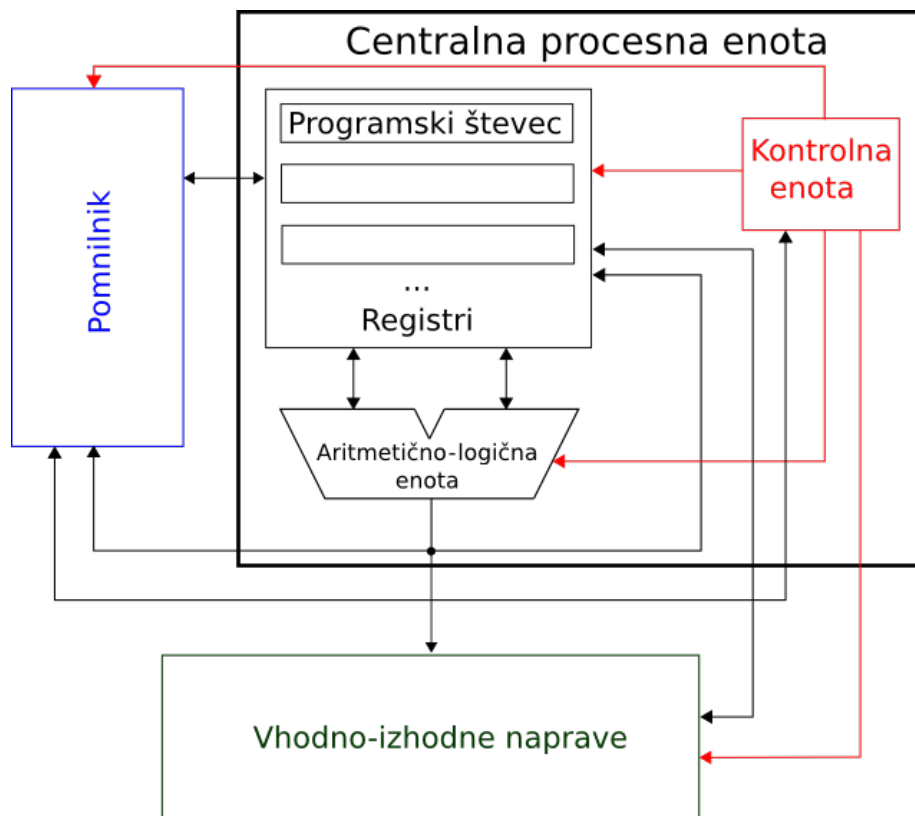


Figure 2: Von Neumannova arhitektura

- Povezava med deli se imenuje most, bridge ali chipset

Glavni deli modela

1. CPE oz. procesor
- mikroprocesor

- vodi dogajanje v rač.
- jemlje ukaze iz GP in jih izvršuje
- tri sestavni deli
- **kontrolna enota**:
 - prevzema ukaze in operacije
 - aktivira operacije
- **aritmetično-logična enota** (ALE) -> izvršuje ukaze
- **registri** začasno shranjujejo podatke

2. Glavni pomnilnik

- v njem shranjeni ukazi in operandi
- sestavljajo ga pomnilniške besede (vsaka s svojim naslovom)
- tehnologija DRAM

3. Vhodno/izhodno sistem (angl. I/O)

- prenos informacij iz zunanosti
- fizično najvidnejši del računalnika (*periferne* naprave)
- prevarjajo informacijo iz CPE v cloveku-razumljivo oz. za drugo napravo
- (tudi zunanji pomnilniki)

Ukaz

- Shranjen v eni ali več pomnilniških besedah
- Vsebuje:
 - **Operacijsko kodo** (katera operacija)
 - **Informacija o operandih** (reg., naslovi, konstante, ...)
- Primer:
 - Imamo 8-bitno pomnilniško besedo, ukaz pa je 32-bitni, rabimo **4 besede**
 - Te besede morajo biti *sosednje*
- 2 koraka pri izvrševanju ukaza:
 1. Prevzem iz pomnilnika (fetch)
 - 2.