



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
Fakultet prometnih znanosti
Zavod za inteligentne transportne sustave
Vukelićeva 4, Zagreb, HRVATSKA



Računalstvo

Građa i način rada računala

Doc. dr. sc. Edouard Ivanjko, dipl.ing.

Sadržaj

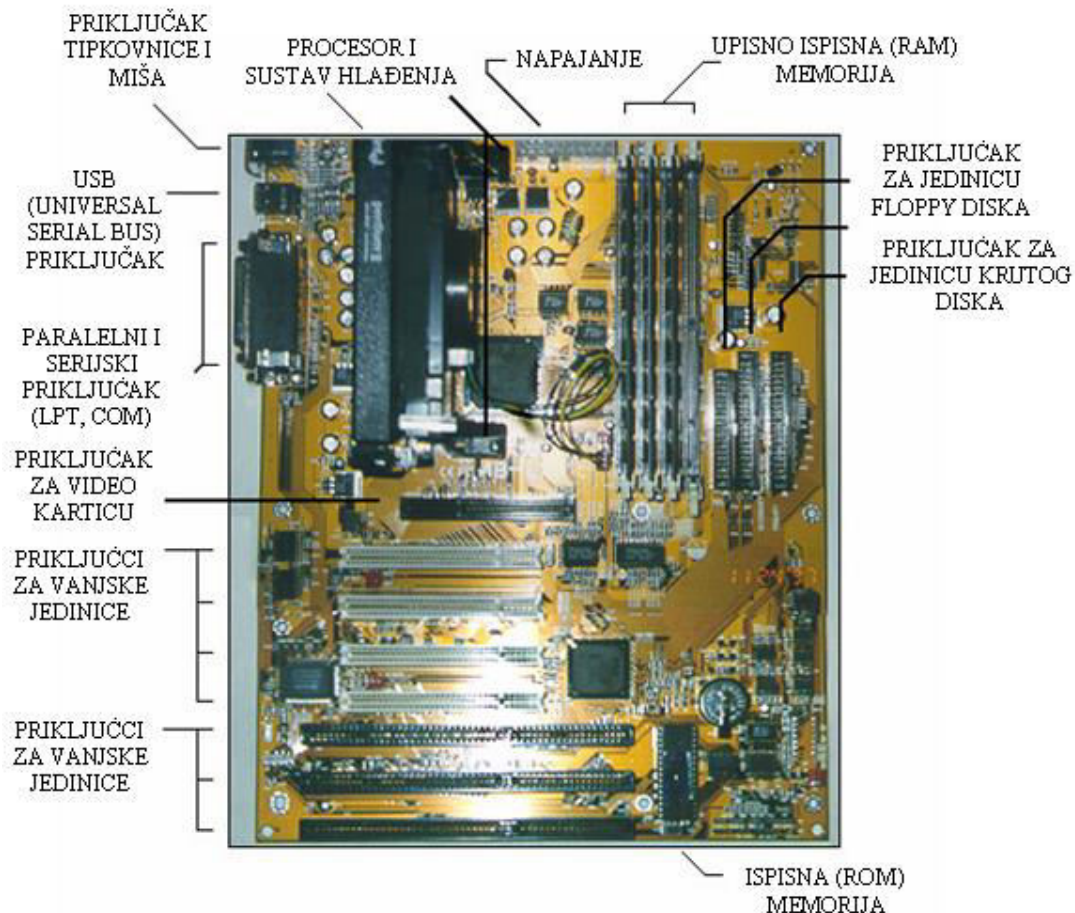
- Uvod
- Von Neumann-ova arhitektura
- Jedinice računala
- Mikroprocesor
- Memorija

Uvod

- Funkcionalni sastavni dijelovi računala
 - Sklopovska podrška
 - Programska podrška
- Sklopovska podrška
 - Pomoćni sklopovi za napajanje
 - Mikroprocesor
 - Memorija
 - Jedinice računala
- Programska podrška
 - Operativni sustav
 - Aplikacije



- Matična ploča je središnji dio računala
 - Povezuje sve sklopove u cjelinu
 - Dio jedinica računala integriran
 - Proširenje računala dodatnim jedinicama
 - Komunikacija pojedinih jedinica preko sabirnica



Uvod

- Sabirnice služe za povezivanje i komunikaciju jedinica računala
 - PCI, AGP, USB, FireWire (IEEE 1394), PCIe
- Sabirnica sadrži više vodova
- Signali na vodovima sinkronizirani
- Vrste po funkciji
 - Adresna sabirnica
 - Prijenos adrese računalne jedinice, podatka ili naredbe
 - Podatkovna sabirnica
 - Prijenos naredbe ili podatka za obradu
 - Upravljačka sabirnica
 - Prijenos upravljačkih signala za upravljanje jedinicama računala

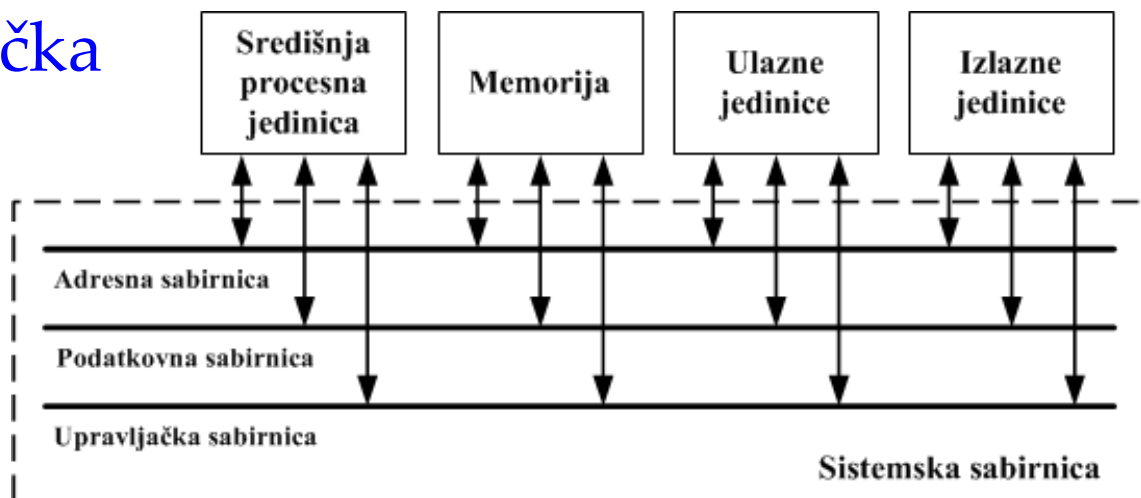
Uvod

- U prometu i transportu česta ugradbena računala (engl. “embedded computers”)
- Mala računala specijalne namjene s ograničenom mogućnošću programiranja
- Primjer
 - Osnovna detekcija gibajućeg vozila u kameri
 - Statistička obrada mjerenja u brojilima prometa
 - Prepoznavanje paketa, kontejnera ili vagona



Von Neumann-ova arhitektura

- Definirao John von Neumann za vrijeme razvoja računala ENIAC
- Omogućuje spremanje programa računala u memoriju i njegovo kasnije izvršavanje
- Središnja procesna jedinica u prvom konceptu
 - Središnja upravljačka jedinica
 - Aritmetičko-logička jedinica



Von Neumann-ova arhitektura

- Naredbe u računalu izvode se u ciklusu
- Osnovni ciklus rada računala
 - Dohvat instrukcije iz memorije (engl. “fetch”)
 - Analiza sadržaja instrukcije (engl. “decode”)
 - Izvođenje instrukcije (engl. “execute”)
- Pojedini dio ciklusa se izvodi na taktu frekvencije rada računala
 - Izvršavanje naredbe sporije od frekvencije takta
 - Izvodi se paralelizacija ciklusa izvođenja naredbe
- Programsko brojilo sadrži adresu sljedeće naredbe

Von Neumann-ova arhitektura

- Dohvat instrukcije iz memorije
 - Korak identičan za sve instrukcije
 - Dohvat instrukcija s memorijske adrese određene programskim brojiлом
 - Instrukcija se sprema u registar instrukcija
 - Posebna memorijska lokacija mikroprocesora
 - Služi isključivo za spremanje instrukcija za izvođenje
 - Na kraju ovog koraka programsko brojilo se uvećava za 1
 - Pokazuje na sljedeću instrukciju programa



Von Neumann-ova arhitektura

- Analiza sadržaja instrukcije
 - Instrukcija u registru instrukcija se prevodi i priprema za izvođenje
 - Prevođenje radi sklop dekođer
 - Koristi se opcode (engl. “operation code”)
 - Dio instrukcije koji definira vrstu ili cijelu naredbu
 - Prepoznaju se naredbe grananja i dohvata dodatnog podatka iz memorije
 - Po potrebi se dohvaća podatak iz memorije ili upisuje nova adresa sljedeće naredbe u programsko brojilo



Von Neumann-ova arhitektura

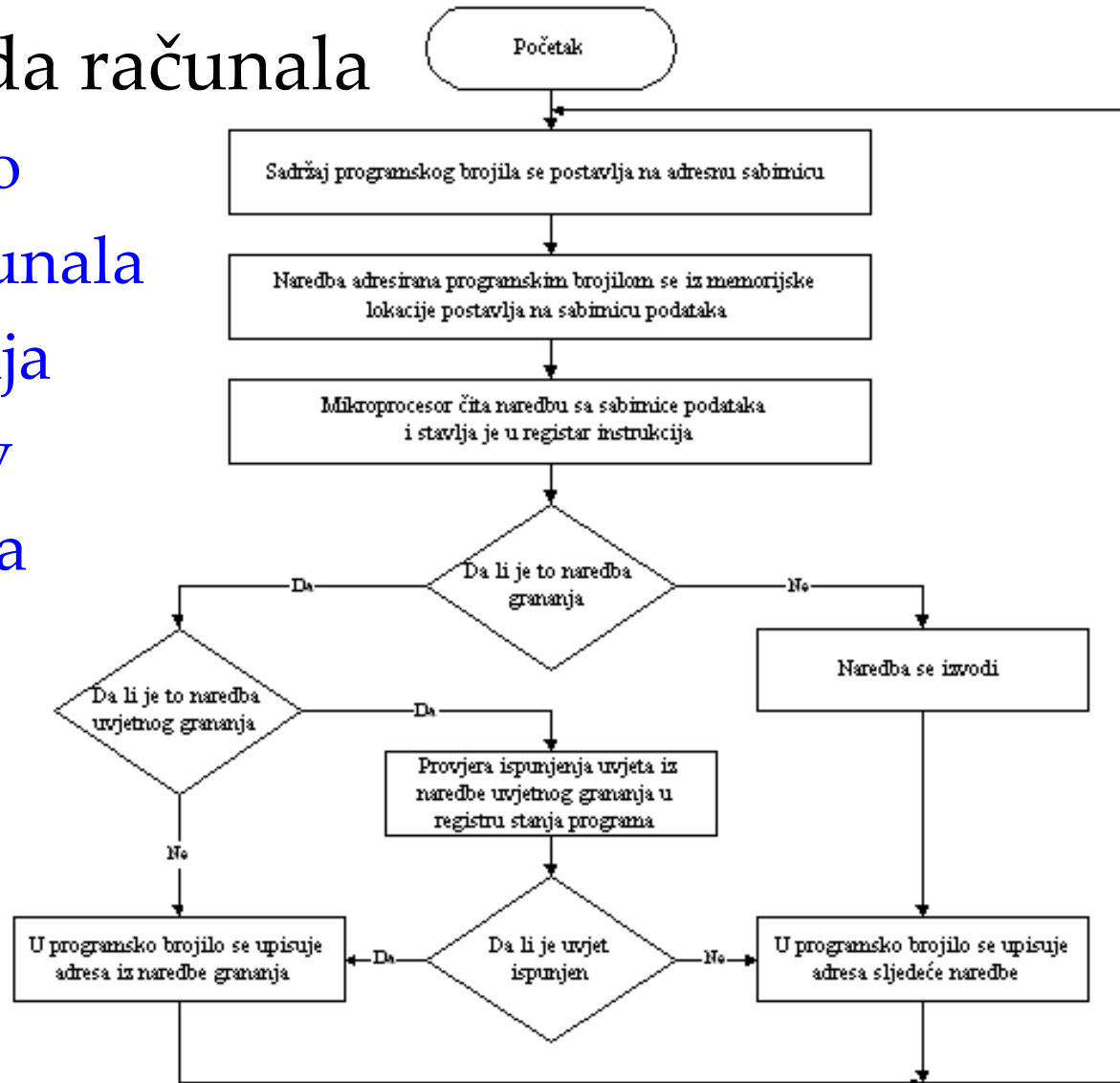
- Izvođenje instrukcije
 - Upravljačka jedinica aktivira pojedine funkcionalne dijelove mikroprocesora
 - Izvodi se potrebna operacija prema upravljačkim signalima dekodera naredbi
 - Operaciju izvodi aritmetičko-logička jedinica
 - Rezultat se sprema u akumulator
 - Poseban registar mikroprocesora
 - Spremanje rezultata operacija
 - Spremanje prvog operanda za aritmetičko-logičke operacije



Von Neumann-ova arhitektura

• Osnovi ciklus rada računala

- Izvodi se za cijelo vrijeme rada računala
- Ciklusom upravlja operativni sustav
- Korisnik računala usmjerava izvođenje programa



Von Neumann-ova arhitektura

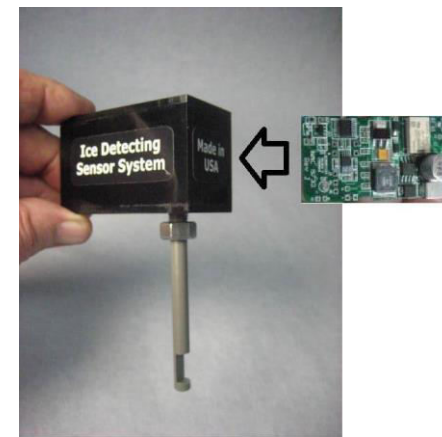
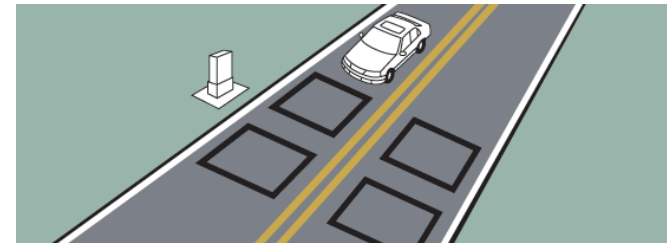
- Problem je usko grlo prijenosa podataka
 - Fenomen “Von Neumann Bottleneck”
- Podatkovna sabirnica prenosi dva tipa podataka iz memorije
 - Naredbe programa
 - Podatke za obradu
- Središnja procesna jedinica čeka na podatke
 - Izvršava naredbu “NOP” (engl. “No operation”)
- Uz središnju procesnu jedinicu smješta se brza priručna memorija (engl. “cache”)
 - Sadrži podatke i naredbe koje će se obraditi u sljedećih nekoliko ciklusa

Jedinice računala

- Povezivanje računala s okolinom
 - Čovjekom, transportnim ili prometnim procesom, drugim računalima
- Podjela ovisno o smjeru podataka
 - Ulazne jedinice
 - Omogućuju unos podataka u računalo
 - Izlazne jedinice
 - Prijenos podataka iz memorije računala njegovoj okolini
 - Ulazno-izlazne jedinice
 - Omogućuju dvosmjerni prijenos podataka
 - Unos podataka u računalo
 - Prosljeđivanje podataka iz računala u njegovu okolinu

Jedinice računala – Ulazne jedinice

- Omogućuju unos različitih oblika podataka
 - Tekstualni podaci
 - Tipkovnica, optički čitač
 - Audio podaci
 - Mikrofon
 - Digitalni podaci
 - CD čitač, DVD čitač
- Omogućuju upravljanje računalom
 - Miš, MS Kinect, grafički tableti
- Omogućuju mjerenje stanja transportnog ili prometnog procesa
 - Detektor paketa, mjerilo cestovnog prometa, mjerenje mase vozila, detekcija zrakoplova



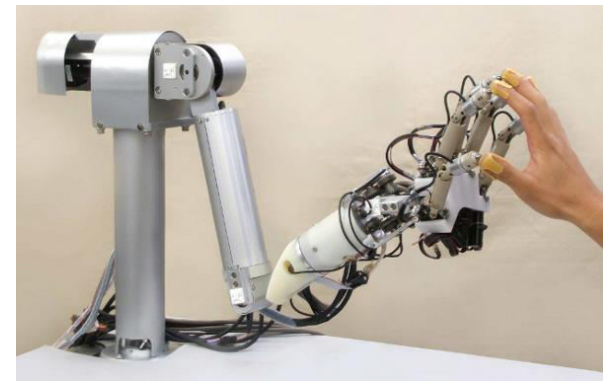
Jedinice računala – Izlazne jedinice

- Omogućuju ispis podataka iz računala
 - Pisač, crtalo (engl. “plotter”)
- Davanje audio signalizacije
 - Zvučnik, sirena
- Djelovanje na prometni ili transportni proces
 - Varijabilni znakovi, semafor, rampe, skretnice



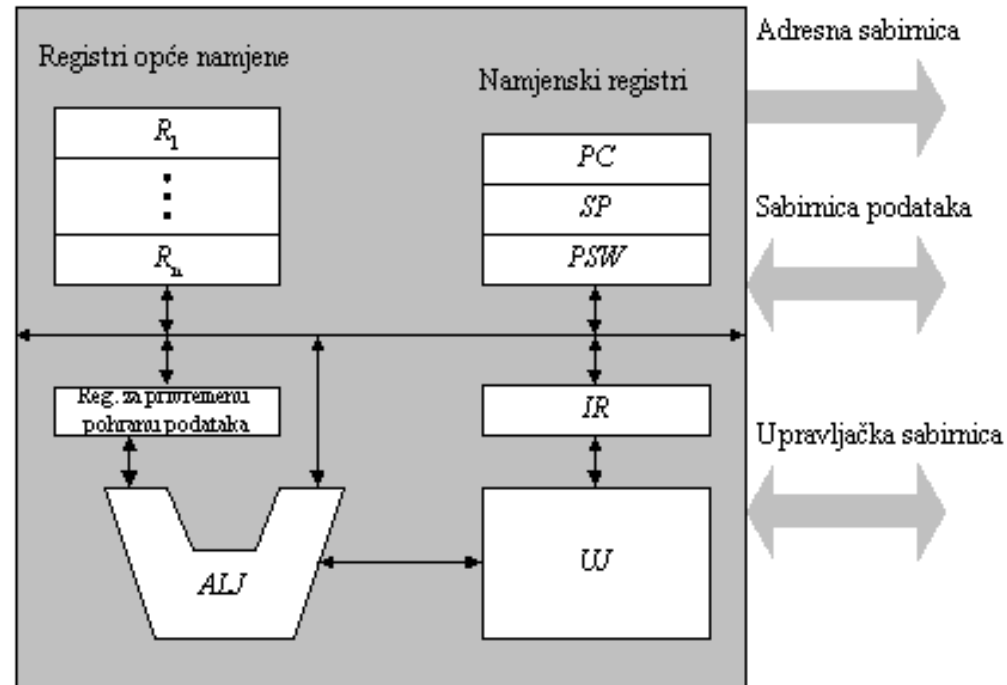
Jedinice računala – Ulazno-izlazne jedinice

- Omogućuju prikaz podataka u računalu i provjeru unesenih podataka
 - Monitor, video-projektor
- Prijenos podataka između računala
 - Komunikacijska sučelja (Ethernet, WLAN, CAN), CD ili DVD snimač i čitač, USB i FireWire (IEEE 1394) sučelje
- Razmjenu podataka s prometnim ili transportnim procesom
 - Kombinirani analogno/digitalni i digitalno/analogni pretvornici, haptička sučelja



Mikroprocesor

- Minijaturna inačica središnje procesne jedinice
 - CPU (engl. “Central Processing Unit”)
- Univerzalna obrada podataka
 - Specijalne inačice za obradu jedne vrste podatka
 - GPU (engl. “Graphical Processing Unit”)
 - DSP (engl. “Digital Signal Processor”)
- Današnja računala sadrže više mikroprocesora ili jezgri



Mikroprocesor

- Aritmetičko-logička jedinica (ALJ)
 - Izvođenje aritmetičkih operacija
 - Zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje
 - Izvođenje logičkih operacija
 - Logičke funkcije: I, uključivo ILI, isključivo ILI, NE
 - Izvođenje uvjetnih operacija usporedbe
 - Utvrđivanje jednakosti, nejednakosti, relacija veće/manje
 - Sve operacije se izvode obradom numeričkih podataka (brojeva)
 - Svaki podatak računalo prikazuje kôdiranim brojem



Mikroprocesor

- Upravljačka jedinica (UJ)
 - Upravlja izvođenjem programa
 - Nadzor nad komunikacijom između jedinica
- Registri
 - Priručne memorijske lokacije mikroprocesora
 - Skup registara opće namjene
 - Privremena pohrana instrukcija, podataka, adresa
 - Skup namjenskih registara
 - Programsko brojilo PC (engl. “Programm Counter”)
 - Pokazivač na stog SP (engl. “Stack Pointer”)
 - Registar stanja programa PSW (engl. “Program Status Word”)
 - Registar instrukcija IR (engl. “Instruction Register”)

Mikroprocesor

- Svaki mikroprocesor ima skup podržanih naredbi
 - RISC procesori (engl. “Reduced Instruction Set Computing”)
 - Mali skup osnovnih naredbi koje se brzo izvode
 - Kompliciranije operacije se izvode pomoću više jednostavnih naredbi
 - CISC procesori (engl. “Complex Instruction Set Computing”)
 - Velik skup naredbi za kompliciranije operacije
 - Kompliciranije operacije se izvode pomoću jedne naredbe
- Današnji mikroprocesori koriste komponente jedne i druge arhitekture
 - Kompliciranije naredbe se izvršavaju kao skup jednostavnih naredbi



Memorija

- Računala sve podatke spremaju u obliku kôdiranih nizova znamenki
- Koristi se binarni brojevni sustav
 - Baza brojevnog sustava **2**
 - Znamenke brojevnog sustava **0, 1**
- Najmanja jedinica prikaza podataka **bit**
 - Skraćenica od engl. “Binary Digit”
 - Prikaz samo jedne binarne znamenke
 - Moguće prikazati dvije različite vrijednosti (broja)
 - Radi lakšeg prikaza radi se grupiranje bitova
 - Grupa od **n** bitova može prikazati **2^n** brojeva

Memorija

- Bitovi se grupiraju u skup od 8 bitova
- Skup od 8 bitova se naziva **byte**
 - Bajt, oktet, slovnjak
- Najmanja lokacija kojoj se u memoriji može pristupiti
- Svaki byte ima svoju jedinstvenu adresu
 - Adresa je redni broj byte-a u memoriji računala
 - Jednoznačan pristup
- Ovisno o podatku radi se grupiranje byte-ova
 - Adresira se uvijek prvi byte skupa

Memorija

- Oznake količine memorije
 - Bit -> b
 - Byte -> B
- Prefiksi jedinica
 - Ovisi o potenciji broja 2
 - Koristi se samo uvećavanje osnovne jedinice
 - Kilo k (10^3) -> kibi - Ki ($2^{10} = 1.024$)
 - Mega M (10^6) -> mebi - Mi ($2^{20} = 1.048.576$)
 - Giga G (10^9) -> gibi - Gi ($2^{30} = 1.073.741.824$)
 - Tera T (10^{12}) -> tebi - Ti ($2^{40} = 1.099.511.627.776$)

Memorija

- Uobičajeno izjednačavanje jedinica u žargonu
 - Npr. kilo = kibi = 1.024 B
 - Koristimo na predmetu zbog jednostavnosti
 - Ne i proizvođači
 - Razlika raste s količinom memorije
 - 1 kB -> razlika 2,4%
 - 1 TB -> razlika 9,95 %
 - Teži se normiranju i jasnom razlikovanju jedinica
- Količina potrebne memorije određuje se zbrajanjem prema tipovima podataka

Memorija

- Primjer

Koliko je bitova potrebno za jednoznačno razlikovanje 100 parkirnih mjesta?

- Rješenje

Brojevni sustav je binaran

Najmanji broj bitova je $\log_2 100 = 6,64$

Uzima se veći cijeli broj 7

$$2^7 = 128$$

$$2^6 = 64$$



Memorija

- Primjer

Kolika je količina memorije potrebna za prikaz slike u boji na promjenjivom svjetlosnom znaku rezolucije 1.366 x 768 u boji pri čemu se koristi 8b za prikaz pojedine komponente boje?

- Rješenje

Računala koriste 3 osnovne boje za prikaz (RGB)

Rezolucija opisuje broj točkica ili piksela (engl. "Pixel") za prikaz slike

Svaki piksel sadrži sve tri komponente boje

Ukupno $1.366 \times 768 \times 3 \times 8b = 25.178.112b$

Ukupno $25.178.112b / 8 = 3.147.264 B / 1.024 = 3.073,5 kB$

Ukupno $3.073,5 kB / 1.024 \approx 3 MB$

Memorija

- Vrste memorije
 - Memorija s nasumičnim pristupom
 - RAM (engl. “Random Access Memory”)
 - Naziva se i upisno-ispisna memorija
 - Izravan pristup sadržaju memorije
 - Spremanje aktivnih programa te informacija potrebnih za trenutčan rad računala
 - Ovisi o napajanju
 - Slijedna memorija
 - Podaci zapisani u nizu
 - Pristupa se postavljanjem glave na početak niza podataka
 - Trajna memorija
 - Tvrđi (kruti) disk, CD i DVD ROM ili RW, magnetska vrpca

Memorija

- RAM smješten na matičnoj ploči
 - Upisno – ispisna memorija
 - Unutarnja memorija
 - Brz pristup podacima i veća cijena
- Slijedna memorija se spaja kao spora vanjska jedinica s mikroprocesorom
 - Vanjska memorija
 - Sporiji pristup i manja cijena
 - Podaci se čitaju u blokovima i spremaju u priručnu memoriju vanjske jedinice
 - Tvrdi disk i optički pogon imaju svoju brzu priručnu memoriju (engl. “cache”)

Memorija – Ispisna memorija

- Podaci koji se rijetko mijenjaju spremaju se u inačice ispisne memorije ili ROM-a (engl. “Read Only Memory”)
 - Podatke upisuju proizvođači memorije ili sklopa
 - Osnovna konfiguracija sklopa
 - Pokretanje procedure učitavanja glavnog programa
 - BIOS -> engl. “Basic Input Output System”
 - FirmWare
 - Kod programabilnih inačica moguće naknadne izmjene
 - PROM, EPROM, EEPROM, FLASH
 - Procedura izmjene podataka spora
 - Nije moguće mijenjati podatke za vrijeme korištenja memorije

Memorija – Ispisna memorija

- PROM-a (engl. “Programmable ROM”)
 - Podatke moguće upisati jednom
 - Upis podataka radi korisnik, a ne proizvođač
- EPROM (engl. “Erasable PROM”)
 - Mogućnost brisanja sadržaja memorije korištenjem sunčeve svjetlosti
- EEPROM (engl. “Electrically Erasable PROM”)
 - Brisanje se postiže dovodenjem povećanog napona na priključke memorije
- Flash memorija
 - Brisanje i zapisivanje podataka po blokovima

Memorija – Spremanje podataka

- Koristi se hijerarhijski sustav
- Struktura stabla
 - Oznaka medija za spremanje korijena stabla
 - Tvrdi disk, USB stick, optički pogon
 - Osnovna (korijenska) mapa
 - Grane označavaju mape
 - Lišće označava krajnje podatke u datotekama
- Organizacija podataka u mape (engl. “directory, folder”)
 - Mapa sadrži druge mape i datoteke
- Podaci spremljeni u datoteke (engl. “file”)
 - Različitog tipa (tekstualni dokument, video ili audio zapis, slike, konfiguracijska, ...)

Memorija – Spremanje podataka

- Mape i datoteke se razlikuju imenima
 - Unutar iste razine ne smije biti isto ime
- Datoteke se označavaju imenom i nastavkom
 - Preporuka znakovi engleske abecede i brojevi
- Nastavak (engl. "extension") nije obavezan
 - Sastoji se od 3 ili 4 znaka
 - Koristan za prepoznavanje tipa
 - Word dokument -> doc / docx
 - MS Visio datoteka -> vsd / vsdx
 - Tekstualna datoteka -> txt
 - Raptor kôd -> rap
 - C# kôd -> cs

