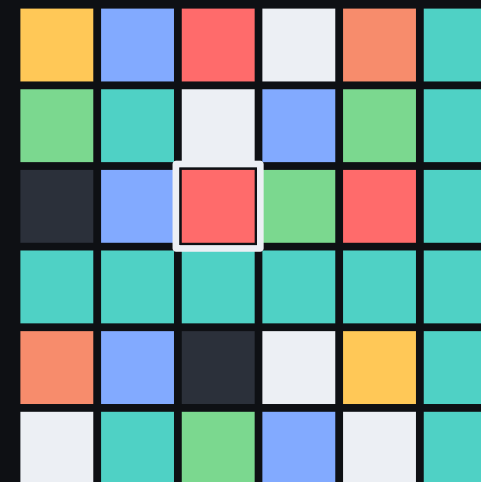


Računarski sistemi

Šta je unutra kad kažemo „računar“ i kako se jedna boja pretvara u brojeve

Danas računamo: koliko bajtova zauzima jedna slika 1920 × 1080



jedan piksel

R	255	1 bajt
G	107	1 bajt
B	107	1 bajt

Tri pitanja za zagrevanje

1 • prošla tema

Kako se programirao ENIAC?

Ručnim prespajanjem kablova i prekidača.

2 • uvod u predmet

Šta je program?

Niz naredbi koje računar izvršava redom.

3 • mešano

Žakarova kartica na jednom mestu ima rupu ili nema rupu. Koliko stanja ima jedno mesto?

Dva: rupa ili bez rupe. Kao 1 ili 0.

Pet novih reči za danas

hardver

fizički delovi računara, ono što možemo da dodirujemo

softver

programi i podaci koji govore hardveru šta da radi

bit

najmanji podatak: 0 ili 1

bajt

8 bitova; jedan bajt zapisuje broj od 0 do 255

drajver

program preko kog operativni sistem upravlja jednim uređajem

Računar čine hardver i softver

Hardver

Procesor, memorija, disk, grafička kartica, monitor, tablet za crtanje. Sve što ima masu i može da se pokvari kad padne.

Softver

Operativni sistem, Krita, Blender, igre, drajveri i podaci sa kojima rade. Bez softvera hardver ne zna šta da radi.

Poređenje: klavir je hardver, a partitura i ono što pijanista svira su softver.

Delovi računara razmenjuju podatke preko magistrale



Hardver

Delovi koje možemo da dodirnemo

Procesor izvršava milijarde naredbi u sekundi

jezgra

Današnji procesori imaju 8 i više jezgara. Svako jezgro može da izvršava svoj deo posla u isto vreme.

radni takt

Meri se u gigahercima (GHz): 3 GHz znači tri milijarde taktova u sekundi.

registri

Najbrža memorija, unutar samog procesora. Današnji registri imaju 64 bita.

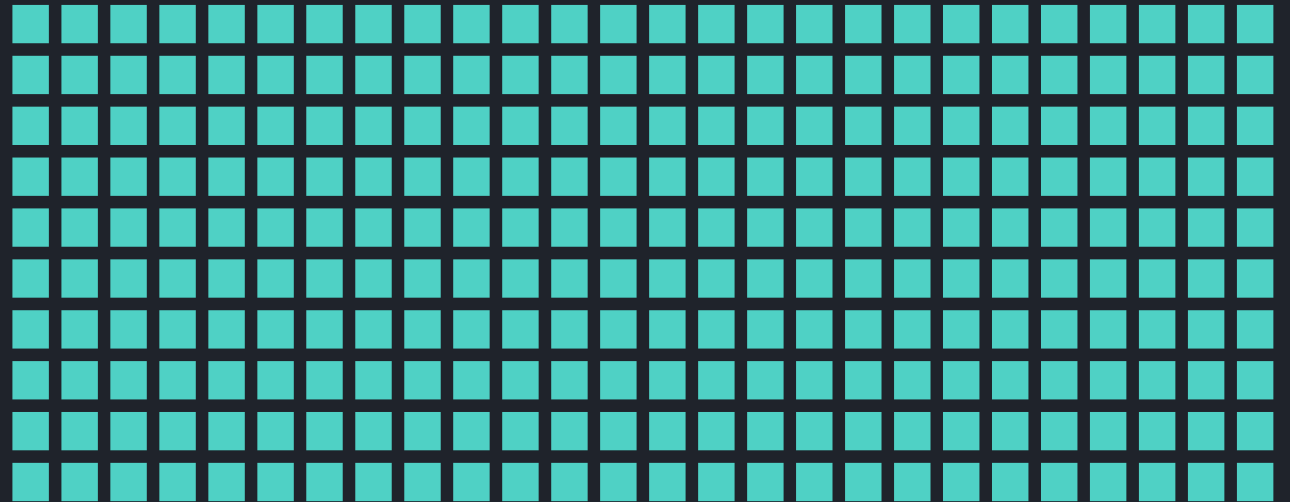
Brzina se meri i ovako: MIPS je milion naredbi u sekundi, a FLOPS broj računanja sa decimalnim brojevima u sekundi (S je već „u sekundi“).

Grafički procesor ima hiljade malih jezgara za piksele

CPU: nekoliko jakih jezgara



GPU: hiljade jednostavnijih jezgara



- Ekran 1920×1080 ima preko dva miliona piksela, a igra ih crta 60 puta u sekundi.
- GPU računa boje mnogo piksela istovremeno. Zato igre i 3D programi traže dobru grafičku karticu.

RAM je radni sto, a SSD i hard disk su ormar

RAM (radna memorija)

Ovde su program i crtež dok radimo. Brz je, ali nestalan: kad nestane struje, sadržaj se briše.

SSD i hard disk

Ovde fajlovi ostaju i kad je računar isključen. Program se pri pokretanju prepisuje odavde u RAM.

SSD: čipovi, bez pokretnih delova, mnogo brži.

Hard disk: magnetni disk koji se okreće; sporiji, ali jeftiniji po gigabajtu.

Nestane struje dok crtate. Šta je izgubljeno?

Crtež ste otvorili sa SSD-a pre sat vremena i sačuvali ga pre 20 minuta. Posle toga ste nacrtali još jednog lika. Onda je nestalo struje.

Prvo razmislite sami, pa glasajte.

A

ništa

B

tačno

samo lik
nacrtan posle
čuvanja

C

ceo crtež, sa
sačuvanim delom

D

ceo crtež i
program za
crtanje

Što je memorija brža, to je skuplja i manja



Koji redosled ide od najbržeg ka najsporijem?

Pažljivo: svi odgovori imaju iste četiri reči, samo u drugom redu.

A

RAM, keš,
SSD, hard disk

B

keš, RAM,
hard disk, SSD

C

tačno

keš, RAM,
SSD, hard disk

D

SSD, RAM,
keš, hard disk

Ulaz i izlaz

Kako podaci ulaze u računar i izlaze iz njega

Uređaj je ulazni, izlazni ili radi oba posla

ulazni

šalju podatke računaru

tastatura i miš
tablet za crtanje
mikrofon i kamera
skener

izlazni

predaju rezultat čoveku

monitor (LCD, OLED)
šampač i 3D šampač
zvučnici i slušalice
projektor

ulazno-izlazni

i primaju i šalju

ekran osetljiv na dodir
tablet sa ekranom
SSD i USB disk
mrežna kartica

Veza sa računarom: kabl (USB, HDMI) ili bežično (Bluetooth, Wi-Fi).

Kontroler koji vibrira kad lik udari u zid je...

Igrač pomera lika palicom na kontroleru. Kad lik udari u zid, igra pošalje kontroleru naredbu i kontroler zavibrira u rukama.

Pitanje: u kom smeru idu podaci?

A

uĹazni ureĹaj

B

izlazni ureĹaj

C

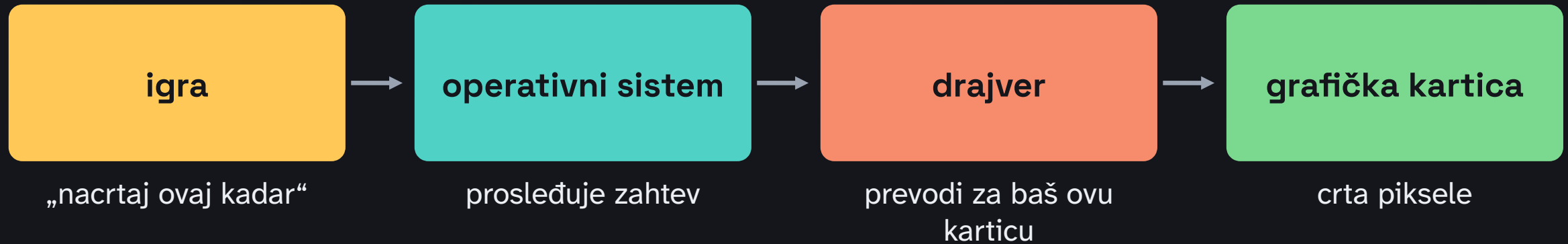
taĹno

uĹazno-izlazni
ureĹaj

D

nije ureĹaj
raĹunara

Drajver prevodi zahtev sistema za jedan uređaj



- Operativni sistem ne zna detalje svakog modela štampača, tableta ili kartice. Te detalje zna drajver.
- Drajver piše proizvođač uređaja. Bez odgovarajućeg drajvera uređaj ne radi ili radi samo delimično.

Nova igra često traži novi drajver za grafičku karticu

1

Igra koristi nove mogućnosti

Novi efekti svetla i senki traže naredbe koje stari drajver ne poznaje.

2

Proizvođač izdaje novi drajver

U njemu su podrška za te naredbe i ubrzanja napravljena baš za tu igru.

3

Bez novog drajvera

Igra se ne pokreće, ruši se ili radi sporo, iako je kartica dovoljno jaka.

Drajver je sistemski softver: deo veze između operativnog sistema i hardvera.

Bitovi i bajtovi

Kako računar zapisuje boju

n bitova daje 2^n različnih vrednosti

1 bit

0 1

$$2^1 = 2$$

2 bita

00 01 10 11

$$2^2 = 4$$

3 bita

000 001 010 011 100 101 110 111

$$2^3 = 8$$

8 bitova = 1 bajt: $2^8 = 256$ vrednosti, od 0 do 255

Bajt ima 8 bitova, a veličina reči zavisi od procesora

bajt

8 bitova. Najmanja jedinica u kojoj se meri memorija: jedno slovo ili jedan kanal boje.

reč (word)

Broj bitova koje procesor obrađuje odjednom. Kod 64-bitnog procesora: 64 bita = 8 bajtova.

veće jedinice

1 KB = 1000 bajtova

1 MB = 1000 KB

1 GB = 1000 MB

Zašto 1 GB nekad piše kao 0,93 GB?

Neki programi računaju sa 1024 umesto 1000 (KiB, MiB, GiB). Broj bajtova je isti, samo je jedinica drugačija.

Boja jednog piksela su tri bajta: crvena, zelena, plava



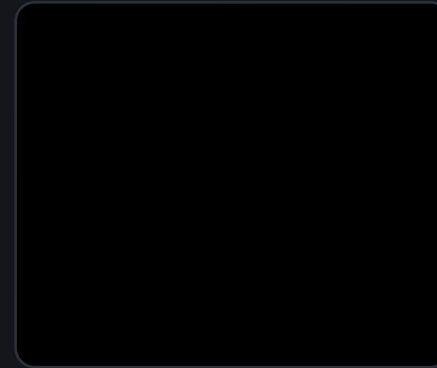
(255, 107, 107)



(255, 200, 87)



(79, 209, 197)



(0, 0, 0)



(255, 255, 255)

- Svaki kanal je jedan bajt: broj od 0 (nimalo svetla) do 255 (puno svetla).
- Sva tri kanala na 0 daju crnu, a sva tri na 255 daju belu boju.

$256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ različitih boja

Koliko različitih vrednosti ima jedan kanal boje?

Kanal R, G ili B zapisan je u jednom bajtu.
Najveća vrednost je 255.

Trik je u jednom broju.

A

255

B

tačno

256

C

8

D

16 777 216

Slika 1920 × 1080 zauzima oko 6,2 MB

Računamo zajedno, korak po korak. Prvo predvidite red veličine: kilobajti, megabajti ili gigabajti?

broj piksela	1920×1080	$= 2\,073\,600$
--------------	--------------------	-----------------

bajtova po pikselu	$\times 3$	(R, G i B)
--------------------	------------	------------

veličina slike	$2\,073\,600 \times 3$	$= 6\,220\,800$ bajtova
----------------	------------------------	-------------------------

u megabajtima	$6\,220\,800 : 1\,000\,000$	$\approx 6,2$ MB
---------------	-----------------------------	------------------

A ako slika ima i providnost?

Sličica za igru u zapisu RGBA ima četvrti bajt (A) za providnost. Koliko bajtova zauzima RGBA slika 1920×1080 ?

Jedan od ponuđenih brojeva je u bitovima.

A

6 220 800

B

tačno

8 294 400

C

2 073 600

D

66 355 200

Softver

Programi koji hardveru govore šta da radi

Softver je sistemski ili aplikativni

aplikativni

programi koje koristimo za svoj posao

Krita, Photoshop, Blender

Godot, igre

veb-pregledač, pošta

programi za zvuk i video

sistemski

upravlja hardverom i služi drugim programima

operativni sistem

drajveri

uslužni programi (zaštita, rezervne kopije)

alati za programiranje

Granica nije kruta: neki programi mogu da se svrstaju u obe grupe.

Operativni sistem stoji između programa i hardvera

aplikacije: Krita, Blender, igra

korisnički interfejs (školjka)

jezgro operativnog sistema

hardver

Jezgro:

- upravlja hardverom preko drajvera
- deli procesorsko vreme i RAM između programa
- čuva i čita fajlove na disku

Računari: Windows, macOS, Linux

Telefoni i tableti: Android, iOS, iPadOS

Pronađi grešku u računu

Student je napisao:

Slika 1920×1080 u RGB zapisu:
 $1920 \times 1080 \times 3 = 6\,220\,800$ bita,
što je oko 6,2 MB.

Jedna reč je pogrešna. Koja?

„bita“ → „bajtova“

Svaki kanal je jedan bajt, pa je rezultat u bajtovima.

Provera: 6 220 800 bita bilo bi samo 777 600 bajtova, dakle oko 0,78 MB. Zato se uvek pitamo: bit ili bajt?

Izaberite nivo i počnite

LEVEL 1

Sličica za igru

Koliko bajtova zauzima sličica 64×64 piksela u zapisu RGBA?

Pomoć: RGBA ima 4 bajta po pikselu.

LEVEL 2

Video u RAM-u

Koliko kadrova 1920×1080 (RGB, bez kompresije) stane u 8 GB RAM-a? Koliko je to sekundi pri 60 kadrova u sekundi?

Pomoć: $1 \text{ GB} = 1000 \cdot 1000 \cdot 1000$ bajtova.

LEVEL 3

Popis mog računara

Pronađite procesor (broj jezgara), RAM, vrstu diska i grafički procesor svog računara. Svrstajte uređaje sa svog stola u tri grupe.

Pomoć: Windows: Podešavanja → Sistem → Osnovni podaci; macOS: meni Apple → About This Mac.

Ovaj račun Python uradi u jednom redu

```
print(1920 * 1080 * 3)
```

ISPIS

6220800

Python je skript jezik. O skript jezicima je sledeća tema, a prvi svoj program pišemo tema posle toga.

Znak * u Pythonu znači množenje. Isti program sa drugim brojevima računa veličinu bilo koje slike.

Rezime

hardver

procesor, GPU, RAM, SSD

RAM je nestalan, SSD i hard disk čuvaju fajlove.

memorijska hijerarhija

registri → keš → RAM → SSD → hard disk

Što je memorija brža, to je skuplja i manja.

ulaz, izlaz i drajver

tablet → računar → monitor

Drajver povezuje operativni sistem sa uređajem.

bit, bajt, piksel

$1920 \times 1080 \times 3 = 6\,220\,800$

Piksel ima tri bajta, svaki od 0 do 255.

Pitanje pre odlaska

Slika 100×100 , RGB zapis

Koliko bajtova zauzima ova slika?

Odgovor pošaljite pre nego što izađete. Jedan broj je dovoljan.



Literatura

- Janičić, P., Marić, F. Programiranje 1, delovi prvog poglavlja (Matematički fakultet, Beograd)
- Pavlović-Lažetić, G. Programiranje I, skripta, prvo i drugo poglavlje:
poincare.matf.bg.ac.rs/~gordana
- Computer History Museum, izložba „Timeline of Computer History“: computerhistory.org

Dodatna literatura i zanimljivi sajtovi

Muzej istorije računara

computerhistory.org/timeline

Istorija računara po godinama, sa fotografijama mašina.

Lospec: palete boja

lospec.com/palette-list

Biblioteka gotovih paleta boja za piksel-art.

Piskel

piskelapp.com

Besplatan editor u pregledaču za piksel-art i animirane sprajtove.

Hvala!

Pitanja su uvek dobrodošla: na času, u četvrtu ili međim.

Slajdovi, primeri i kartica za podsećanje su na sajtu predmeta.

PREDAVANJA

dr Staša Vujičić Stanković

stasa.vujicic.stankovic@math.rs

www.matf.bg.ac.rs/~stasa.vujicic.stankovic

VEŽBE

Nevena Ćirić

poincare.matf.bg.ac.rs/~nevena.ciric/p1uu.html