Uvod u računarstvo
1. predavanje

Saša Singer

singer@math.hr
web.math.hr/~singer

PMF – Matematički odjel, Zagreb

Dobar dan, dobro došli

Sadržaj predavanja

- Uvod u kolegij:
  - Tko sam, što sam i kako do mene.
  - Pravila lijepog ponašanja.
  - Računarski kolegiji na preddiplomskom studiju.
  - Cilj kolegija "Uvod u računarstvo".
  - Pregled sadržaja kolegija.
- Uvod u algoritme:
  - Pojam algoritma.
  - Primjeri aloritama.
  - Osnovna svojstva algoritma.

Na samom početku

- Moja malenkost (u punom "sjaju"):

  doc. dr. sc. Saša Singer

- Službeni osobni podaci:
  - ured (soba, kabinet): 227, drugi kat,
  - e–mail: singer@math.hr
  - web stranica: `http://web.math.hr/~singer`
- Konzultacije (zasad):

  petak, 12–14 sati.

Osnovna pravila "lijepog" ponašanja (1)

Imam nekoliko lijepih zamolbi u rubrici "kultura".

- Prva i osnovna je

  razumna tišina,

  tako da me svi koji me žele čuti, zaista i mogu čuti.

  - Realizacija toga ide puno bolje bez mikrofona.

- Mobilne telefone, molim, utišajte.

  - Kviz pitanje: Kad će prvi "zazvoniti"?

  Odgovor za prošle dvije godine: oko pola drugog predavanja.

Osnovna pravila "lijepog" ponašanja (2)

Nadalje, održavajte razuman red u predavaonici.

- Ne lijepite žvakaće gume na klupe i sl.
  (Moj sin je pred dvije godine uredno sjeo na to i . . .).
- Ne ostavljajte plastične boce i papire na podu
  (ili negdje drugdje, gdje im nije mjesto).

Za sve takve stvari postoji koš za otpatke.

Priznajem da oni papiri na vratima ne zvuče lijepo.

- Nažalost, ni to nije dovoljno.

Ukratko o kolegijima iz računarstva

Uvod u računarstvo (skraćeno UuR) je prvi od (barem) 4 računarska kolegija na dodiplomskom studiju:

- Uvod u računarstvo (UuR),
- Programiranje (C),
- Strukture podataka i algoritmi (SPA),
- Računarski praktikum I (RP1).

Napomena: Raniji kolegiji su preduvjet za kasnije (navedenim redom, od 1. do 4. semestra).

UuR je osnovni kolegij iz računarstva. Dakle, ne šalite se.

- Tko ima problema s UuR, vrlo će teško "preživjeti" ostatak.

Cilj kolegija UuR

Ukratko, glavni cilj ili zadaća UuR-a je

- oblikovanje, pisanje i analiziranje osnovnih algoritama,

ili, drugim riječima,

- usvajanje algoritamskog načina mišljenja i izražavanja.

To je ono što Vi morate naučiti, napraviti i/ili savladati, da biste položili UuR.

Što se "skriva" iza toga, a posebno što su "osnovni" algoritmi — o tome malo kasnije.

Pregled sadržaja kolegija (1)

Što sve moramo napraviti? Za početak:

- Uvod u algoritme — što je algoritam?
- Matematičke osnove računarstva (računanja):
  - brojevni sustavi (posebno, binarni),
  - Booleova (logička) algebra i logički sklopovi.
- Principi rada računala (izvršavanja algoritama):
  - instrukcije (naredbe) — operacije, podaci.
- Građa računala — osnovni funkcionalni dijelovi
  - procesor, memorija.
- Osnovni podaci u računalu — njihov prikaz i operacije:
  - adrese, cijeli brojevi, "realni" brojevi, znakovi.

Pregled sadržaja kolegija (2)

Ovo zadnje se može nazvati i ovako:

- osnovne operacije s osnovnim podacima.

Tj., elementarni "algoritmi" na elementarnim "podacima" (baza za SPA).

Nakon toga prelazimo na sastavljanje složenijih ("pravih") algoritama.

- Osnovne naredbe — dodjeljivanje, čitanje, pisanje.
- Složene naredbe za kontrolu postupaka:
  - uvjetne naredbe, petlje.
- Kombinacije ovih naredbi — osnovni algoritmi na brojevima (traženje, selekcija ili izbor prema uvjetima).

Pregled sadržaja kolegija (3)

Tek sada dolaze prve složenije strukture podataka i pripadni algoritmi.

- Struktura niza (polja) podataka.
- Obrada nizova — kombinacije petlji i pretraživanja.
- Operacije s nizovima podataka:
  - pretraživanje u nesortiranom i sortiranom nizu,
  - algoritmi za sortiranje nizova.

Tu je negdje kraj.

Dakle, sasvim lijepa količina posla. I to nije sve!

Pregled sadržaja kolegija (4)

Trebaju nam još i jezici za zapisivanje i analizu algoritama:

- tzv. "pseudo–jezik" — u fazi oblikovanja algoritma,
- korektne osnove programskog jezika C — za konačni zapis algoritma (pomoć za drugi semestar),
- osnovni "matematički" jezik — za analizu algoritma.

Napomene:

- otvoriti račun za računala na odjelu,
- koristiti DevC++ (ili cc, gcc), nabaviti CD za C,
- probati programe s predavanja i vježbi (bit će dostupni na Webu).

Kako položiti UuR?

Ocjena se sastoji iz 3 dijela:

- 5% — "obavezne" domaće zadaće (ukupno 3),
- 45% — 1. kolokvij,
- 50% — 2. kolokvij.

Prolaz = 45%, tj. 45 bodova, od čega barem 15 mora biti na drugom kolokviju.

Usmenog NEMA (osim po želji, u okviru završnog ispita).

Ovdje ide priča da "nema šale".

Literatura za UuR

Nažalost, nema jedne knjige koja bi pokrivala cijeli sadržaj kolegija.

Osnovna literatura su, naravno,

- predavanja i vježbe,

s popratnim materijalima (na pr. programi na Webu).

Dodatna literatura za programski jezik C.

Uvod u algoritme

Sadržaj

- Uvod u algoritme:
  - Pojam algoritma,
  - Primjeri algoritama,
  - Osnovna svojstva algoritma.

Pojam algoritma

Što je algoritam? Grubo rečeno:

- Algoritam = metoda, postupak, pravilo za rješenje nekog problema ili dostizanje nekog cilja.

Ovo nije precizna definicija u matematičkom smislu, već samo opis preko drugih, sličnih pojmova, pri čemu je postupak najbliži.

- Postupak asocira na konačan niz koraka koje treba napraviti za rješenje nekog problema.
- Metoda se kao izraz često koristi u matematici, ali obično uključuje i tzv. beskonačne "postupke" — koji tek na limesu daju rješenje (mat. analiza, numer. mat.).

Pojam algoritma (nastavak)

Zašto je bitno znati što je algoritam?!

- Osnovni cilj: razvoj efikasnih i točnih algoritama.
- Intuitivno je jasno da efikasno znači brzo, a točno da je rješenje blizu "pravom" rješenju. Detaljnije — poslije.
- Postoji i precizna matematička definicija pojma algoritam, ali ona nije sasvim jednostavna – potrebna onima koji će se baviti svojstvima algoritama.
- Budući da je cilj kolegija naučiti koristiti algoritme za rješavanje raznih problema, dovoljno je umjesto definicije opisati osnovna svojstva algoritama.

Primjer algoritma 1

- Sva moderna tehnička pomagala imaju upute za uporabu, korištenje, rukovanje ... ili kako vam drago.
- Dakle, upravo mi je dojadilo slušanje zaštićenih glazbenih CD-ova na računalu, jer prvo se javi odurni "player", a nakon toga počne glazba kodirana u MP3 formatu nevjerojatne nekvalitete od 56 KB u sekundi.
- Prvo rješenje: tehničko i nije za javno predavanje.
- Drugo rješenje: kupio sam priglupu glazbenu CD liniju (inače se može dogoditi sličan problem kao na računalu — recimo, takvi su CD-playeri za automobile).

Primjer algoritma 1 (nastavak)

I gdje je tu algoritam?

- Što dolazi uz glazbenu liniju?
- Upute = kako pospajati sve razne dijelove, kablove i ostalo u funkcionalno radeću stvar!

Dakle, dotične upute su

- algoritam za postizanje cilja = kako iz hrpe dijelova sastaviti radeću glazbenu liniju.

Primjer algoritma 1 (nastavak)

- To može izgledati ovako:
  - Kabel A (slijedi sličica) treba izvaditi iz vrećice,
  - utaknuti otraga u CD jedinicu u rupu B (vidi sličicu),
  - pažljivo stisnuti konektore,
  - zavinuti kabel,
  - prisloniti ga na stražnju površinu CD-jedinice
  - i na kraju ga (ipak) utaknuti u rupu C na pojačalu (nova sličica).
  - ...
- Sad se sličan postupak ponavlja jedno desetak puta! Za sat dva, možda linija i proradi!

Opis algoritma

- Općenito kako moraju izgledati upute i iz čega se sastoje? Ovako:

  1. korak
  2. korak

  ⋮

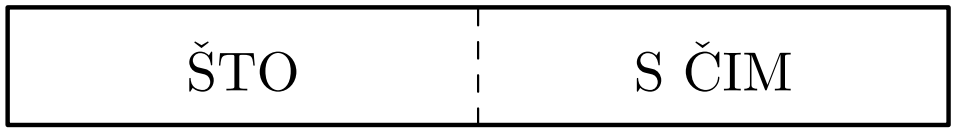
  zadnji korak

- Drugim riječima:
  Algoritam se sastoji iz niza koraka i to, naravno konačnog broja, koje treba izvršiti da bi se postigao cilj, odnosno rješenje problema.

- Svaki pojedini korak algoritma je instrukcija ili naredba (može i akcija) koju treba napraviti (izvršiti).

Izgled instrukcije

- Svaka instrukcija ima sličan oblik i sastoji se iz 2 dijela:
  - što treba napraviti = operacija
  - nad čim to treba izvršiti = objekt nad kojim se obavlja operacija
- Primjer: izvadi kabel (sličica) iz vrećice.
- Isti oblik imaju i instrukcije na računalu:



- Primijetite da se ista instrukcija može obavljati nad raznim podacima.

Opis algoritma (nastavak)

- Algoritam bi trebao raditi nad "općenitim" podacima, tj. bitno je da se samo radi o istom postupku.
- Na primjer, puno je bolje napisati algoritam koji nalazi rješenja kvadratne jednadžbe

$$ax^2 + bx + c = 0$$

za proizvoljne $a, b, c \in \mathbb{R}$, $a \neq 0$ nego onaj koji nalazi rješenja jednadžbe

$$x^2 - 3x + 2 = 0.$$

Opis algoritma (nastavak)

- U slučaju već spomenute kvadratne jednadžbe, rješenja su dana formulom:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

- Primijetite da izračunata rješenja mogu biti kompleksna.
- Što su ovdje instrukcije?
- Napomene o točnosti (bolje rješenje — kasnije)!
- Rješivost jednadžbi višeg stupnja.

Svojstva algoritma

- Dakle, algoritam izvodi neke operacije nad nekim podacima u obliku niza koraka i daje neko rješenje.
- Gruba skica:

- Svojstva algoritma su:
  - ima (ili nema) ulazne podatke,
  - ima izlazne podatke,
  - završava u konačnom vremenu,
  - uvijek je nedvosmisleno definiran,
  - mora biti efikasan (završiti u razumnom vremenu).

Ulaz/izlaz

- Ulaz:
  - Svaki algoritam ima 0 ili više, ali konačno mnogo ulaznih podataka.
  - Njih moramo izabrati iz neke dozvoljene klase ulaznih objekata.
  - Algoritmi s 0 ulaza nisu česti, ali ima ih. Opisuju fiksni postupak. Recimo: provjeri je li 327 prost broj ili riješi konkretnu kvadratnu jednadžbu.
  - Ako algoritam ima više različitih objekata na ulazu, kažemo da je općenit, jer rješava cijelu klasu problema. Recimo: kvadratna jednadžba s općim a, b i c.

Ulaz/izlaz (nastavak)

- Izlaz:
  - Svaki algoritam mora imati bar jedan izlaz, jer inače nije ostavio trag svog izvršavanja.
- Ova prva dva svojstva pričaju o objektima na ulazu i izlazu, ali ništa ne kažu o tome kako se iz jednog dolazi do drugog.
- Ostala svojstva nešto govore o "crnoj kutiji" na ranijoj skici

Konačnost

- Konačnost:
  - Svaki algoritam mora završiti u konačno mnogo koraka za svaki ulaz.
  - U programu uvijek treba provjeriti je li ulaz korektno zadan. Na primjer, u kvadratnoj jednadžbi koeficijent a može biti 0. U tom slučaju jednadžba nije kvadratna, a u formuli za rješenje pojavit će se dijeljenje s 0!
  - U praksi treba predvidjeti sva moguća korisna ograničenja i ugraditi ih u program. Na primjer program koji očitava temperaturu T vode u posudi trebao bi imati ograničenje da je $0 \leq T \leq 100$.

Definiranost i nedvosmislenost

- Kad projektiramo algoritam, ne znamo odmah na početku od kojih se koraka sastoji čitav postupak za rješenje problema.
- Obično sa problem rastavi na nekoliko većih cjelina, koje rješavamo pazeći na međuovisnost potproblema. Ako su cjeline velike, one se mogu rastavljati na manje dijelove ... Ovakva se metoda obično zove metoda postupnog profinjavanja (engl. stepwise refinement).
- Dokle treba postupno profinjavati? Ovisi o izvršitelju algoritma, tj. koje instrukcije on prepoznaje i koje može izvršavati.

Definiranost i nedvosmislenost (nastavak)

- Definiranost i nedvosmislenost:
  - Algoritam se sastoji od niza osnovnih (elementarnih, primitivnih) instrukcija i mora biti jednoznačno i nedvosmisleno definiran za izvršitelja algoritma.
  - Primjer: Ja volim tropetinsku (3/5 jabuka i 2/5 tijesta) pitu od jabuka. Ako je moja "bolja polovica" kod kuće, onda će moja molba: "Napravi mi pitu od jabuka" biti uslišena. Za nju je pravljenje pite od jabuka elementarna instrukcija, (jer je ona dovoljno moćan izvršitelj). Dakle, za moj algoritam kako se dočepati pite to je elementarna instrukcija.

Definiranost i nedvosmislenost (nastavak)

- Naravno, postoji i lošije rješenje (po mene). Ako ona nije u blizini, a ja ipak želim pitu od jabuka, onda je instrukcija "ispeci pitu od jabuka" za mene presložena, pa moram zaviriti u kuharicu, gdje su dane jednostavne instrukcije (vidi prilog).
- Dakle, kad za rješavanje problema koristimo računalo, potrebno je znati što ono zna i može napraviti.
- Za zapisivanje algoritam postoje jezici ključno određeni snagom računala.

Efikasnost

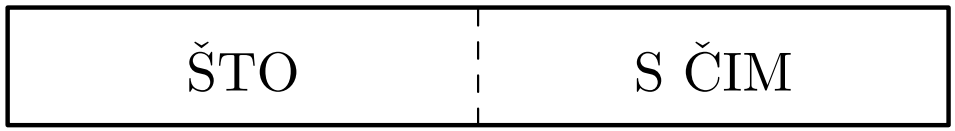
- Efikasnost:
  - Algoritam mora završiti u razumnom vremenu, što je bitno jači zahjev od konačnosti.
  - Recimo 500 godina nije razumno vrijeme!
  - Ima li takvih algoritama? Ima!
  - Tzv. NP–potpuni problemi, za koje ne postoje efikasni algoritmi. Primjer: trgovački putnik.
- Napomena: postoje problemi za koje ne postoji algoritam za njihovo rješenje — tzv. algoritamski nerješivi problemi. (Primjer.)

Vrste instrukcija

- Uobičajeno instrukcije se pišu jedna ispod druge i izvršavaju se tim redom.
- Ipak postoje i instrukcije koje mijenjaju standardni redoslijed izvršavanja. One su ključne u programiranju. One su tipa: ako se dogodi "to i to", onda otiđi na korak "taj i taj".
- Postoje dvije vrste kontrola redoslijeda operacija:
  - Uvjetne = izbor jedne od mogućih alternativa.
  - Petlje = ponavljanje nekog bloka naredbi pod kontrolom uvjeta ili brojača.

Graa i funkcioniranje računala

- Što je računalo?
  - Računalo = stroj za izvršavanje algoritama.
- Prisjetimo se oblika instrukcija:



što = operacija s čim = podatak ili operand.

- Operacije koje računalo izvršava su osnovne strojne instrukcije.
- Podaci s kojima "zna" raditi su osnovni ili elementarni podaci.

Graa i funkcioniranje računala (nastavak)

- Želja: imati računalo koje dozvoljava složene instrukcije na složenim podacima.
- Problem: čisto tehnološki kako to brzo realizirati. Zbog toga postoje ograničenja koja diktiraju opći izgled današnjih računala.
- Zašto matematičar uopće mora nešto znati o građi računala — zato da bi ih mogao efikasno koristiti, pisati brze i točne algoritme (ograničenja proizlaze iz fizičke građe).

Ulaz, izlaz, memorija

- Budući da algoritam ima ulaz i izlaz, mora to imati i računalo.
- Ulazni dio: čita podatke s nekog medija.
- Izlazni dio: mehanizam koji će na neki medij napisati podatke.
- Algoritam izvršava neke instrukcije nad podacima koje je učitao, tj. iz njih pravi nove podatke koje može više puta koristiti. Prema tome, računalo mora moći te podatke negdje spremiti — treba imati neku memoriju u koju može spremiti podatke i iz nje čitati.

Izvršni dio računala

- Potrebno imati i izvršni dio koji izvršava instrukcije nad podacima.
- Dilema: trebe li mi poseban stroj za svaki algoritam posebno ili je bolje imati stroj opće namjene?
- Poseban stroj izvršava samo jedan algoritam koji je tvrdo ugrađen u arhitekturu stroja. Nije besmisleno imati takav stroj. Ako malo šire gledamo to nas asocira na upravljačke sklopove u ulazno–izlaznim jedinicama poput CD čitača ili "pržilice".
- Računalo opće namjene je složenije jer s algoritmom mora postupati slično kao s podacima. Svaki algoritam mora učitati, spremiti, izvršiti.

Izvršni dio računala (nastavak)

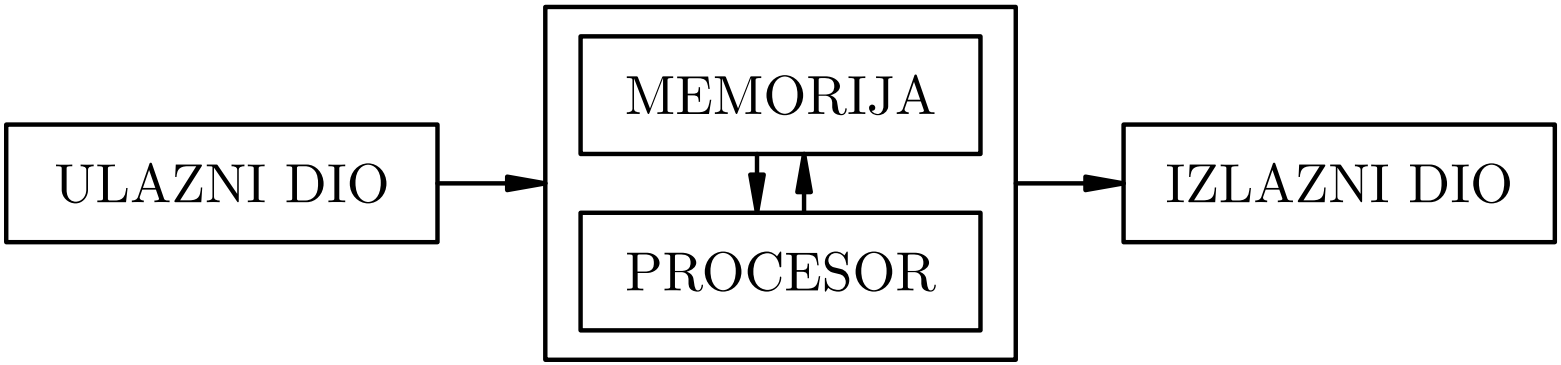
- Svako računalo opće namjene stalno izvršava jedan meta-algoritam (jer se stalno vrti – ne završava izvođenje dok ne ugasimo stroj). To je ono što obično zovemo operativni sustav.
- Pitanje: gdje se spremaju algoritmi, odnosno programi?
- Mogli bismo imati posebnu memoriju za programe, ali nema potrebe za tim, pa se programi spremaju u istu memoriju kao i podaci.
- Spremanje podataka i algoritama u istu memoriju ključna je stvar von Neumannovog modela računala.

von Neumannov model

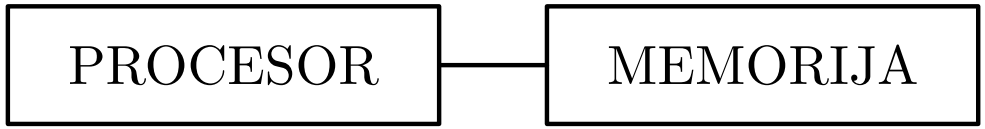
- Ideja je nastala početkom četrdesetih godina prošlog stoljeća, a objavljena je tek nakon 2. svjetskog rata.
- Za vrijeme rata poslužila je kao podloga za gradnju prvih računala opće namjene, koja su računala balističke tablice (posebno za brodove) i jasno je da je bila strogo čuvana tajna.

Izvršni dio računala (nastavak)

- Sasvim općenito, ako izvršni dio računala zovemo standardnim imenom – procesor, onda shematski model računala izgleda ovako:



- Skraćena slika bitnog dijela računala:



To je bilo to! Za danas!

Hvala

na pažnji.

Ima li pitanja?

Drage volje ću odgovoriti.