

# Natjecateljsko programiranje

2. predavanje:

## **Binarno i ternarno pretraživanje**

Ivo Sluganović

[ivo.sluganovic@gmail.com](mailto:ivo.sluganovic@gmail.com)

# Plan predavanja

## 1. Binarno p.

- Složenost algoritma
- “Jednostavnost” b. p.
- Primjenjivost b. p.
- “BS-anje” rješenja
- Diskretno b. p.
- Kontinuirano b. p.
- Dodatni zadaci

## 2. Ternarno p.

- Osnovna ideja
- Uvjeti za točnost t. p.
- Dokaz točnosti
- Implementacija
- Diskretno i kontinuirano b. p.
- Dodatni zadaci

# Binarno pretraživanje - osnovna ideja

"Although the basic idea of binary search is comparatively straightforward, the details can be surprisingly tricky..." — Professor Donald Knuth

- Pretraga u poredanom nizu brojeva
- Složenost
- “Jednostavna” implementacija?



## Zadatak Rezultati (zadaća)

- Poredak timova nije bitan → sortiranje
- Pretražujemo sortirani niz → binarno p.
- B. p. tražimo najmanji broj (rezultat) veći ili jednak X
- Rješenje je  $N - L$
- Najmanji broj veći ili jednak X → `lower_bound()`

# Zadatak Rezultati

## Pseudokod:

učitaj broj  $N$  i polje  $A$

dodaj na kraj polja stožerni element (1001), povećaj  $n$

poredaj polje  $A$  uzlazno

učitavaj brojeve  $X$  i za svaki učitani  $X$  radi:

$L = 0, U = N - 1$

dok (  $L < U$  ) radi:

$M = ( L + U ) / 2$

ako (  $A[M] \geq X$  ) onda:  $U = M$

inače:  $L = M + 1$

Ispiši(  $N - 1 - L$  )

# Binarno pretraživanje – “stroža” analiza

- Polje možemo predstaviti funkcijom
- Monotona funkcija  $\rightarrow$  možemo koristiti b. p.
- Predikat  $P$



# Binarno pretraživanje – traženje rješenja

- Ako je predikat: “Postoji li konfiguracija takva da je ukupno vrijeme manje ili jednako  $X$ ”, tada točan minimalni  $X$  lako nađemo binarnim pretraživanjem
- NP i dokazivanje

# Implementacija općeg algoritma (na diskretnom skupu)

- Kako da proradi “iz prve”?
- Paziti što nam znače granice!
- Obratiti pažnju na računanje  $M-a \rightarrow (L+U +1?)/2$
- Mijenjanje granica ovisno o  $P(M)$
- Overflow
- Kada izlazimo iz petlje?
- Dovoljno velike početne vrijednosti granica



# Binarno pretraživanje – ugrađene funkcije

- Korisne uglavnom za polja, često sami kodiramo:
- `lower_bound`, `upper_bound`, `binary_search`, `equal_range`
- `Arrays.binary_search`
- `Array.binary_search`

# Zadaci – b. p. na diskretnom skupu

- Zadan je povezan težinski graf, a potrebno je doći iz vrha označenog brojem 1 u vrh označen brojem N. Ispišite koliko iznosi najveća težina brida na optimalnom putu od 1 do N. Optimalan put je onaj kojem je najveća težina brida minimalna.
- Copying Books
- Struja
- Banana
- Virus



# Binarno pretraživanje na kontinuiranom skupu

- Slično kao pretraživanje na diskretnom skupu, ali jednostavnija implementacija
- Ponavljamo postupak dok preciznost nije dovoljno velika ili neki fiksni broj puta (preporučeno)
- Početne vrijednosti granica
- Vrlo česti zadaci u kojima možemo binarnim pretraživanjem pronaći točno rješenje



# Zadaci – kontinuirani skup

- Zadan je polinom  $n$ -tog stupnja koji ima sve realne, jednostruke nultočke. Faktorizirajte ga.
- Crossed Ladders
- Računanje  $n$ -tog korijena zadanog broja
- Barrel
- Doručak
- Špilja

# Ternarno pretraživanje

- Osnovna ideja – usporedba s binarnim p.
- Dokaz točnosti
- Uvjeti:
  - Točno jedan lokalni ekstrem (dovoljan u.)
  - Konveksnost funkcije (dovoljan u., slabiji)
- Složenost ternarnog p.

# Ternarno pretraživanje - implementacija

- Što znače granice intervala?
- Složenost i preciznost kod realnih brojeva
- Dokazivanje da je ternarno pretraživanje “dobro”?



# Ternarno pretraživanje - zadaci

- U ravnini su zadane dužina  $D$  i točka  $T$ . Pronađi točku  $T'$  na dužini  $D$  koja je najbliža točki  $T$
- Center of Mass

# Zadaća

će biti na sustavu danas popodne ili sutra ujutro

- Popis dodatnih zadataka bit će dan na forumu

# Kraj!

- Pitanja
- Prijedlozi
- Komentari i kritike?

Hvala na pažnji! :)