SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

BIOINFORMATIKA

Računanje optimalnog praga za q-gram filtre

Antun Flaš, Manuela Kajkara, Marija Kaselj

Zagreb, siječanj, 2016.

Sadržaj

[1. Uvod 2](#_Toc440567448)

[2. Osnovni pojmovi 2](#_Toc440567449)

[2.1. Nepotpuni q-gram 2](#_Toc440567450)

[2.2. Prag 3](#_Toc440567451)

[2.2.1. Optimalan prag 3](#_Toc440567452)

[2.2.2. Skup Q 4](#_Toc440567453)

[3. Implemetacija 5](#_Toc440567454)

[4. Testiranje 6](#_Toc440567455)

[4.1. Zauzeće memorije 6](#_Toc440567456)

[4.2. Vrijeme izvođenja 8](#_Toc440567457)

[5. Zaključak 10](#_Toc440567458)

[6. Literatura 11](#_Toc440567459)

[7. Sažetak 12](#_Toc440567460)

+ literatura je u Hardvard formatu

+ opisati zadani algoritam/problem

- objasniti algoritma/problem kroz korake na jednostavnom primjeru

+ **prikazati** rezultate testiranja (vrijeme izvođenja i količina zauzete memorije ako nije drugačije navedeno)

+napisati zaključak

+obvezno navesti korištenu literature

? dodati usporedbu mjerenja za rekurzivno-dinamičko ?

* Ako ne, maknuti iz zaključka

# Uvod

Pretraživanje teksta bitan je dio informacijsko komunikacijske infrastrukture. Do danas je najpopularnije pretraživanje teksta uspoređivanjem kontinuiranog niza znakova, dok je  pretraživanje nepotpunog niza znakova zanemareno. Prve rezultate iz tog području dali su Stefan Burkhardt i Juha Kärkäinen na čijem radu se i temelji ovaj seminar.

U nastavku je dan kratak pregled teorije vezan uz q-grame i algoritam izračuna optimalnog praga za q-gram filtre uz jednostavan primjer, te opis vlastite implementacije navedenog.

# Osnovni pojmovi

Za dani uzorak *P*, niz znakova *T* i Hammingovu udaljenost *k* (broj razlika između dva niza) potrebno je pronaći sve podnizove znakova *S* koji zadovoljavaju navedene uvjete. Kako bi se taj proces ubrzao radi se filtriranje. Filtriranje je algoritam koji provjerava tekst prema uvjetima filtriranja te potom odbacuje višak teksta ostavljajući samo moguće „pogotke” kako bi se provjerili algoritmom uspoređivanja teksta. Mnogi filtri koriste q-grame, podnizove duljine q.

Sličnost između niza znakova definiramo pragom *t* koji predstavlja minimalni broj q-grama koje mogući podniz *S* niza *T* treba imati s uzorkom *P*.

Kako bi se filtriranje ubrzalo i kako bi se moglo koristiti mnogo različitih oblika uzoraka (eng. *shapes*) koriste se nepotpuni q-grami.

## Nepotpuni q-gram

Skup Q definira uzorak filtriranja. Sastoji se od brojeva koji predstavljaju indekse na kojima provjeravamo postojanje uzorka u podnizu.

Definirajmo skup Q i poziciju i:

te niz znakova:

Za , Q-gram na poziciji *i* u nizu S je gdje je

Q-gram definiramo i kao (q,s) gram.

*Primjer:*

Za uzorak je # # \_ \_ #\_#, q=4, s = 7 te se radi o (4,7) gramu.

## Prag

Prag *t*  predstavlja Q-gram sličnost sa uzorkom *P*.

Previsoki prag može rezultirati gubitcima*,* no s višim pragom se povećava i učinkovitost filtriranja. Iz tih razloga veoma je bitno postići optimalan prag.

### Optimalan prag

Optimalan prag je najveći prag kod kojeg ne dolazi do gubljenja podataka odnosno najmanja Q-gram sličnost bilo koja dva niza znakova duljine *m*  i Hammingove udaljenosti *k*.

Moguće ga je izračunati iscrpnom pretragom svih kombinacija *k* razlika koristeći (\*) no to je vrlo skupa operacija za velike vrijednosti *m* i *k*. Postupak se bitno ubrza korištenjem dinamičkog programiranja.

#### Rekurzivan izračun optimalnog praga

Definiramo:

Za *I* kao skup cjelobrojnih numeričkih vrijednosti vrijedi sljedeća notacija:

kao , isto tako kao ,

je 1 ako je *cond* istinit odnosno 0 ako je *cond* neistinit.

Vrijedi:

Za , i , definiramo optimalan prag kao:

**Dokaz:**

Ako je , je uvijek 0 jer niz znakova koji je kraći od duljine q grama ne može ga niti sadržavati.

Ako je , promatramo varijablu i ako ju želim izračunati iz za neki *j\** i *M\** moramo obratiti pažnju na tri situacije:

1. ili ovisno o tome da li postoji podudaranje na poziciji *i* (da li M sadrži s-1). Ovo promatramo je *i* povećavamo za jedan pa možemo uvesti samo jednu novu razliku.
2. Prag je ili jednak ako ne postoji nova razlika, ili +1 ako postoji nova razlika.
3. Skup M\* se mora podudarat sa skupom M na s-2 pozicije  
   .

Uvjeti kombinirani s minimizacijom rezultiraju ispravnim izračunom optimalnog praga.

#### Izračun optimalnog praga dinamičkim programiranjem

Izračun započinjemo računanjem za sve pogreške , za sve postojeće skupove M koji se podudaraju na zadnjih s-1 pozicija te za . Od svih dobivenih vrijednost za biramo najmanji .

Kako bi smo ubrzali izračun su pohranjene u jednodimenzionalnom polju. Za svaku moguću pogrešku *j* između 0 i *k* sadrži za sve skupove M čiji broj pogrešaka je između 0 i *j*. Prema tome veličina tog polja je:

Kako bi se polje mijenjalo da sadrži nove vrijednosti za potrebno je rekurzivnu formulu definiranu u 2.2.1.1 pozivati za svaki element. Rezultat se dobiva u konstantnom vremenu jer su moguće samo dvije opcije. Kako bi se izračunao polje se mora izmijeniti O(m) puta.

Iako je algoritam dinamičkog programiranja izuzetno brz, do usporavanja dolazi izračunom za sve moguće uzorke

### Skup Q

Učinkovito generiranje novih skupova Q postže se na sljedeći način. Prvo je potrebno podijeliti (*q-1,s*) uzorke s pozitivnim pragom u skupine kojima je jedina razlika element na predzadnjoj poziciji (q-2).

i pripadaju istom skupu ako .

Novi skup je . Veličine *q* je jer sadrži sve elemente iz skupa i jedan dodatan element iz .

# Implemetacija

● objasniti algoritma/problem kroz korake na jednostavnom primjeru

# Testiranje

Testiranje je provedeno za broj razlika , duljinu niza te za . Zbog značajnog usporenja izvođenja programa povećanjem *q*  i *s*, prikazani su rezultati mjerenja za .

## Zauzeće memorije

Tablica 1 Mjerenje zauzeća memorije.

Iz Tablice 1 vidljivo je postojanje rasta zauzete memorije. Taj rast bolje je uočljiv u Tablicama 2 i 3.

Tablica 2 Zauzeće memorije za q=2.

Tablica 3 Zauzeće memorije za q=3.

## Vrijeme izvođenja

Tablica 4 Vrijeme izvođenja programa

Tablica 4 pokazuje da vrijeme izvršavanje programa raste eksponencijalno. U Tablicama 5 i 6 izdvojen je prikaz rasta za q=2 odnosno q=3.

Tablica 5 Rast vremena izvođenja za q=2.

Tablica 6 Rast vremena izvođenja za q=3.

# Zaključak

Rad je dao kratak uvid u izračun optimalnog praga kod Q-gram algoritma. Testiranje je potvrdilo očekivanja, izračun dinamičkim programiranjem mnogostruko je brži od rekurzivnog. Suprotno očekivanjima, smanjenje skupa uzoraka nad kojima se algoritam obavlja rezultiralo je iako točnim, vrlo sporim izračunima.

Ovo nadasve interesantno područje nije još pretjerano istraženo te se autori nadaju da će ovaj rad pobuditi zanimanje čitatelja.

# Literatura

[1] Burkhardt, Stefan i Kärkkäinen, Juha. *Better Filtering with Gapped q-Grams*. (2003): 1001-1020 Preuzeto: 16.10.2015., Poveznica: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.13.5942&rep=rep1&type=pdf>

# Sažetak

Kako bi se ubrzao proces pretraživanja teksta prvo se obavlja filtriranje, a jedno od mogućih je **Q-gram filtriranje**. **Q-gram** je podniz duljine q. **Optimalan prag** je najveći prag kod kojeg ne dolazi do gubitka podataka. Računanje optimalnog praga q-gram algoritma moguće je postići na dva načina**, rekurzivnim izračunom** te **dinamičkim programiranjem**. implementacija oba načina napravljena je u **C++** programu. Testiranjem je utvrđeno da oscilacije u zauzeću memorije postoje, no nisu pretjerano izražene. Vrijeme izvođenja je pokazalo **eksponencijalan** **rast**.