FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

## Projekt iz predmeta Raspoznavanje uzoraka

## Ak. god. 2012/13

# Detekcija i „meko“ raspoznavanje na temelju siluete osoba

Autori:  
Igor Jerković  
Petar Alilović

Matija Bagić

Tena Dominko

Daniel Ćuk  
Viktor Skolan

Martin Šošić

Matija Šošić

siječanj, 2013.

# Sadržaj:

[1.1Projekt iz predmeta Raspoznavanje uzoraka 1](#__RefHeading__467_1286014612)

[1.2Ak. god. 2012/13 1](#__RefHeading__469_1286014612)

[2.Detekcija i „meko“ raspoznavanje na temelju siluete osoba 1](#__RefHeading__593_1388340781)

[3.Sadržaj: 3](#__RefHeading__595_1388340781)

[1.Projektni zadatak 3](#__RefHeading__597_1388340781)

[1.1Opis projektnog zadatka 3](#__RefHeading__599_1388340781)

[1.2Pregled i opis srodnih rješenja 3](#__RefHeading__601_1388340781)

[1.3Konceptualno rješenje zadatka 3](#__RefHeading__603_1388340781)

[2.Postupak rješavanja zadatka 4](#__RefHeading__471_1286014612)

[2.1Naziv prvog koraka 4](#__RefHeading__607_1388340781)

[2.1.1Naziv prvog algoritma 4](#__RefHeading__609_1388340781)

[2.1.2Naziv drugog algoritma 4](#__RefHeading__611_1388340781)

[2.2Izlučivanje značajki 4](#__RefHeading__546_189280669)

[2.2.1Granlundovi koeficijenti 4](#__RefHeading__548_189280669)

[2.2.1.1Računanje Fourierovih koeficijenata 4](#__RefHeading__550_189280669)

[2.2.1.2Računanje Granlundovih koeficijenata 4](#__RefHeading__552_189280669)

[2.2.2. Izlučivanje bazičnih značajki iz siluete 4](#__RefHeading__504_1514969475)

[3.Ispitivanje rješenja 5](#__RefHeading__615_1388340781)

[3.1Ispitna baza 5](#__RefHeading__617_1388340781)

[3.2Rezultati učenja i ispitivanja 5](#__RefHeading__619_1388340781)

[3.3Analiza rezultata 5](#__RefHeading__621_1388340781)

[4.Opis programske implementacije rješenja 6](#__RefHeading__623_1388340781)

[5.Zaključak 7](#__RefHeading__625_1388340781)

[6.Literatura 8](#__RefHeading__627_1388340781)

[1.2Ak. god. 2012/13 1](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.Detekcija i „meko“ raspoznavanje na temelju siluete osoba 1](#__RefHeading__467_1286014612)

[3.Sadržaj: 3](#__RefHeading__467_1286014612)

[1.Projektni zadatak 3](#__RefHeading__467_1286014612)

[1.1Opis projektnog zadatka 3](#__RefHeading__467_1286014612)

[1.2Pregled i opis srodnih rješenja 3](#__RefHeading__467_1286014612)

[1.3Konceptualno rješenje zadatka 3](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.Postupak rješavanja zadatka 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.1Naziv prvog koraka 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.1.1Naziv prvog algoritma 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.1.2Naziv drugog algoritma 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.2Izlučivanje značajki 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.2.1Granlundovi koeficijenti 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.2.1.1Računanje Fourierovih koeficijenata 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[2.2.1.2Računanje Granlundovih koeficijenata 4](#__RefHeading__467_1286014612)

[3.Ispitivanje rješenja 5](#__RefHeading__467_1286014612)

[3.1Ispitna baza 5](#__RefHeading__467_1286014612)

[3.2Rezultati učenja i ispitivanja 5](#__RefHeading__467_1286014612)

[3.3Analiza rezultata 5](#__RefHeading__467_1286014612)

[4.Opis programske implementacije rješenja 6](#__RefHeading__467_1286014612)

[5.Zaključak 7](#__RefHeading__467_1286014612)

[6.Literatura 8](#__RefHeading__467_1286014612)

# Projektni zadatak

## Opis projektnog zadatka

Prvi dio projektnog zadatka je detekcija osobe i izlučivanje njezine siluete iz slike. Detekcija osobe je dosta zahtjevan zadatak s obzirom da je ulazni podatak statična slika osobe, a ne video sekvenca kretanja osobe. Dodatno, osoba može biti tako odjevena da bude više ili manje uklopljena u pozadinu, što naravno otežava proces same detekcije. Različite mogućnosti izgleda pozadine zahtijevaju dovoljno dobre načine obradbe ulazne slike radi što boljeg dohvaćanja siluete osobe. Silueta osobe je na slici prezentirana skupom bijelih piksela, dok je pozadina crne boje. Silueta odražava figuru osobe i njezine posebnosti vezane uz građu tijela i frizure (posebno se očituje ako osoba ima dugu raspuštenu kosu). Sva ostala svojstva su izgubljena. Upravo zbog te činjenice da se barata sa siluetama koje su binarne (crno - bijele) slike potrebno je dosta eksperimentiranja oko pronalaska algoritma koji će uspjeti obuhvatiti najbolje značajke iz silueta.

Nakon što je dohvaćena silueta osobe prelazi se na fazu raspoznavanja. „Meko“ raspoznavanje odnosi se na pojam nepotpunog, odnosno nepreciznog raspoznavanja. Nepreciznost raspoznavanja nastaje zbog vrlo malo značajki koje su posebne samo za tu osobu, kao što ih ima na primjer kod otiska dlana, slike lica, otiska prstiju i ostalih biometrijskih značajki, koje jedinstveno određuju tu osobu. Kao što je i ljudskom oku vrlo teško raspoznati osobu na ulici kad vidi samo njenu sjenu, tako je i računalu vrlo teško odrediti kojoj osobi pripada ta silueta. Iz navedenih razloga treba problemu pristupiti sa stajališta da je rezultat identifikacije osobe s obzirom na njenu siluetu vrlo zahtjevan problem kojem treba pristupiti iz više aspekata i na više načina.

Što se samog izbora algoritma tiče tu nema nikakvog ograničenja što je u slučaju ovog projekta povoljna situacija jer omogućava isprobavanje različitih metoda i razvoj drugačijih algoritama koji će možda unaprijediti neke postojeće algoritme ili, još bolje, implementirati će se novi algoritmi koji s obzirom na ulazne slike silueta osoba izluče najvažnije značajke koje će omogućiti što bolje raspoznavanje i identifikaciju osobe.

## Pregled i opis srodnih rješenja

Iako na području raspoznavanja silueta nema relevantnih rješenja ni članaka, na području raspoznavanja oblika postoje neka. Jedno od takvih rješenja opisano je u Granlundovom članku [REF], gdje je potonji autor napravio sustav te predložio nadogradnje istog u svrhu raspoznavanja rukom pisanih velikih tiskanih slova.

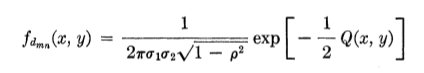
## Granlundov sustav za raspoznavanje slova

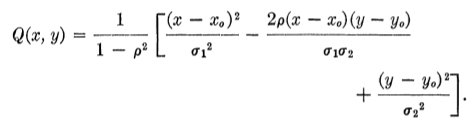
Baza koja se koristila tijekom provođenja eksperimenta sadržavala je 175 uzorka, za svako slovo u bazi, od njih 25, postojalo je po 7 rukom napisanih uzoraka. Pošto navedeni pokus datira iz 1972. godine, iz ere kada su još u uporabi bile bušene kartice te je izrada većeg skupa uzoraka bila vrlo vremenski zahtijevna, autor je koristio isti skup i za učenje i za testiranje.

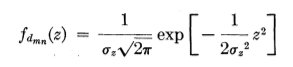
Navedena činjenica rezultirata je vrlo optimističnom procjenom uspješnosti klasificiranja koja u praksi ne bi bila takva. Za svako slovo na bušenoj kartici postupak se provodio jednako u nekoliko koraka:

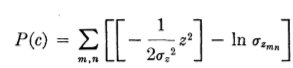
* bušena kartica sa matricom dimenzije 35 \* 35 učitava se u računalo
* računalo procesira bušenu karticu te izračunava konturu slova
* potom se računaju Fourierovi koeficijenti
* u zadnjem koraku računaju se Granlundovi koeficijenti, po njih sedam za svako slovo (d11,d22,d21,d12,d31,d13,d44)

Kako sam autor navodi, nije poznato da navedeni koeficijenti predstavljaju najbolje značajke za uzorke nego su izabrani nakon jednostavnog kvalitativnog razmatranja. Nakon učitavanja cijelog skupa za učenje te izračunavanja koeficijenata, idući korak je priprema klasifikatora. Odabrani klasifikator u članku je probabilisticke prirode, a klasificira na temelju najmanje udaljenosti. Pretpostavka koja je korištena u članku pretpostavlja da se vrijednosti Granlundovih koeficijenata jednog slova mogu predstaviti dvodimenzionalnom Gaussovom distribucijom

gdje

U prikazanoj formuli x i y predstavljau realni imaginarni dio koeficijenta, x0 i y0 su srednje vrijednosti dobivene na cijelom skupu za učenje; σ1 i σ2 su varijance varijabli na skupu za učenje, a *ρ* je korelacijski koeficijent. Nadalje, u fazi testiranja, računali su se koeficijenti sada nepoznatih slova. Uz pomoć formule REF računale su se udaljenosti između tih izračunatih vrijednosti i srednje vrijednosti dobivene ranije.

Uz pretpostavku da su različiti dmn koeficijenti nezavisni, računa se MLE (Maximum Likehood Estimator) za svaku klasu. Uzorak se klasificira u najizgledniju klasu, tj. klasu sa najvećom vrijednošću.

Rezultati pokusa, kao što je navedeno, vrlo su optimistični. Od 175 slova u skupu, u fazi testiranja samo njih četiri je bilo pogrešno klasificirano.

## Konceptualno rješenje zadatka

Opisati niz algoritama i koncepata koji će se koristiti u rješavanju i to redom kojim će se koristiti. Nabrojiti ulazne podatke u niz i sve međurezultate do rješenja.

Za rješavanje zadatka koristi se baza slika koja obuhvaća barem 5 slika svake od 24 osoba u bazi. Prvi korak je detekcija osobe na slici, to jest odvajanje pozadine. Algoritam prima dvije slike (sliku pozadine i sliku iste te pozadine sa osobom na slici) te stvara novu binarnu sliku na kojoj pikseli s vrijednošću 0 predstavljaju pozadinu (crno područje), a pikseli s vrijednošću 1 osobu (bijelo područje). Dobivene slike spremaju se u bazu i koriste u daljnjim koracima.

Sljedeći koraci su izlučivanje i odabir značajki za što se koristi više različitih tehnika. Jedna od njih je računanje Granlundovih koeficijenata. Iz binarne slike dobivene u prethodnom koraku izdvoji se kontura koja predstavlja osobu na slici. Za dobivenu konturu računaju se Granlundovi koeficijenti koji predstavljaju vektor značajki. Značajke se dalje prosljeđuju na dva načina: kao mapa svih vektora značajki koji se sastoje od izračunatih koeficijenata i kao matrica nastala korištenjem algoritma PCA na mapu vektora značajki.

# Postupak rješavanja zadatka

(do 10 stranica)

Navesti numerirani slijed koraka rješavanja. Npr.: 1. Dobivanje binarne slike iz slike u boji, 2. Segmentacija objekata na slici, 3. Nalaženje rubova u slici ...

## Naziv prvog koraka

Za svaki korak napisati što su ulazi i što su izlazi. Popisati sve algoritme/ koncepte koji se u tom koraku koriste za pretvorbu ulaza u izlaz. Navesti sve probleme koji su se pojavili u pojedinom koraku i kako su riješeni. Pojedinačno opisati svaki korišteni algoritam/koncept:

### Naziv prvog algoritma

Opis/koraci/matematička formulacija, prednosti i mane, ulazi i izlazi te korišteni parametri.

### Naziv drugog algoritma

Opis/koraci/matematička formulacija, prednosti i mane, ulazi i izlazi te korišteni parametri.

## Izlučivanje značajki

## Granlundovi koeficijenti

Vrlo važan problem u postupku raspoznavanja uzoraka predstavlja pronalaženje optimalnih značajki. Kod problema raspoznavanje različitih oblika na slici općenito postoje dva postupka:

* postupak raspoznavanja oblika na temelju regije koje zauzima
* postupak raspoznavanja oblika na temelju njegove konture

Potonji postupak ekstrahira značajke koje su vezane samo za rub objekta (konturu). Jedan od najpopularnijih načina za raspoznavanje na temelju konture temelji se na upotrebi Fourierovih koeficijenata. Svoju popularnost duguju vrlo dobrom raspoznavanju oblika, jednostavnošću implementacije te jednostavnošću interpretacije. Interpretacija koeficijenata jednostavno se može objasniti uz pomoć slike REF\*. Slika je dobivena uporabom Fourireove transformacije sa različitim brojem koeficijenata te potom rekonstrukcijom konture na temelju istih koeficijenata. Sa slike se vidi kako broj koeficijenata uzetih u obzir utječe na reprezentaciju slike. Dok koeficijenti sa nižim indeksom (niske frekvencije) sadrže informacije o općenitom / generalnom obliku konture, oni koeficijenti sa višim indeksom (visoke frekvencije) sadrže informacije o finim detaljima konture.

No, fourierovi koeficijenti imaju i nedostataka, a to su: ovisnost o rotaciji, translaciji, skaliranju konture i odabiru početne točke kod njihovog računanja. Navedene nedostatke rješava upotreba Granlundovih koeficijenata.A description...

## Računanje Fourierovih koeficijenata

Kontura u navedenom problemu predstavlja uzorak koji je potrebno klasificirati. Svaka kontura može se shvatiti kao zatvorena krivulja u kompleksoj ravnini, kao što je prikazano na slici REF\*. Kontura se zapisuje jednodimenzionalnom kompleksnom periodičnom funkcijom koja crpi vrijednosti iz skupa kompleksnih brojeva:gdje je točka na konturi, a broj točaka konture. Funkciju moguće je izraziti Fourierovom transformacijom. Koeficijenti Fourierove diskretne transformacije su tadaA description...

a funkcija je jednaka

Vrlo važna činjenica kod računanja Fourierovih koeficijenata predstavlja smjer kretanja po krivulji. Jednom kada je odabran smjer kretanja, isti se smjer mora upotrijebiti i za računanje koeficijenata ostalih kontura.

## Računanje Granlundovih koeficijenata

Budući da su Fourierovi koeficijenti zavisni, ne samo o obliku konture, već i o izboru početne točke, translaciji, rotaciji i povećanju konture, G. H. Granlund je u svom članku [1] definirao funkcije Fourierovih koeficijenata koje eliminiraju sve te utjecaje:

gdje , a

Prikazani koeficijenti predstavljaju značajke u ovom postupku raspoznavanja siluete. Granlundovi koeficijenti ne pate od nedostataka Fourierovih koeficijenata no ne sadrže informaciju koju je lagano interpretirati. Kao značajka može se koristiti samo jedan ili više Granlundovih koeficijenata U fazi učenja računaju se Granlundovi koeficijenti za sve slike iz seta za učenje. Korišteni Granlundovi koeficijenti su , , , , , , , , , , , , , , , , , , , . Izračunati koeficijenti predstavljaju vektor značajki za svaku sliku i spremaju se u mapu.

## 2.2.2. Izlučivanje bazičnih značajki iz siluete

Glavne značajke koje se mogu izlučiti iz siluete su svakako visina i širina siluete. Jedna od najvažnijih značajki je visina jer je njome vrlo lako razlikovati dvije siluete, već i za relativno male razlike. No, osim same visine i širine siluete, izlučujemo još i visinu glave, širinu glave, te širinu ramena.

A description...A description...

Izlučene značajke potom koristimo za klasificiranje, te koristimo nekoliko klasifikatora za rješavanje tog problema:  
- obično uspoređivanje sa kvadratnom greškom pri kažnjavanju  
- Bayesova mreža  
- SVM  
- k najbližih susjeda  
- Random Forest

# Ispitivanje rješenja

(do 10 stranica)

## Ispitna baza

Opisati ispitnu bazu, tipove i broj različitih uzoraka u bazi te na koji su način uzorci iz baze korišteni prilikom učenja i ispitivanja rješenja projektnog zadatka.

Baza slika bila je izrađena za namjenu ovog projekta. Ona uključuje slike od XX osoba i YY poza i to s iste udaljenosti. Te slike slikane su u unutarnjem prostoru dok je za 8 osoba uzeto još po ZZ slika u vanjskom prostoru, također s otprilike iste udaljenosti. Ukupan broj slika u bazi iznosi onda WW što je dovoljno za potrebe ovog projekta.

Za sve metode i algoritme raspoznavanja korišten je isti skup slika tako da se mogu što bolje usporediti rezultati pojedine metode i algoritma. Broj slika koji se uzimao za testiranje je XX s time da su uzete slike osoba u unutarnjem i vanjskom prostoru kako bi se potvrdila raznovrsnost algoritma za detekciju osobe i izlučivanje siluete.

Testne slike koje su odabrane su različite od onih od onih koje su korištene u skupu za učenje. Ukupan broj slika koje su korištene za testiranje je YY. Također uzete su slike osoba iz unutranjeg i vanjskog prostora.

Slike iz baze koje su korištene prilikom treniranja i testiranja prvo su bile odabrane i obrađene tako da se iz njih samo dobije silueta osoba koje su potom spremljene kao nove slike. Takve (binarne) slike koje samo sadrže samo siluete osoba su onda bile korištene direktno u fazi treniranja i potom testiranja.

## Rezultati učenja i ispitivanja

Prikazati statističke podatke o uspješnosti rješenja prilikom učenja/ispitivanja te opisati eksperimente na temelju kojih su podaci dobiveni.

## Analiza rezultata

Analizirati uzroke rezultata ispitivanja, povezati sa uzorcima u bazi i algoritmima korištenim u rješenju. Raspraviti moguća poboljšanja.

# Opis programske implementacije rješenja

(do 5 stranice)

Opisati sučelje programske implementacije i način korištenja implementacije.

# Zaključak

(do 2 stranice)

Ocijeniti uspješnost implementacije, navesti budući rad u smislu potrebnih poboljšanja.

# Literatura

1. G. H. Granlund: „Fourier Preprocessing for Hand Print Character Recogniton“, Computers, IEEE Transactions on, C-21, veljača 1972., pp 195 - 201

1. Ime i prezime autora: Naziv časopisa vol. br. godina izdanja, pp od-do (npr. pp 486-492)/knjige/članka/web resursa (s linkom i datumom pristupa web resursu)

...

**DVD/CD**

* kompletan tekst projekta
* izvorni kod projekta
* exe verzija
* readme file – upute za korištenje i pokretanje programa
* baze slika (sve koje su korištene)
* E-oblik članaka koji su korišteni za izradu projekta
* primjeri obrade