

IDENTIFIKACIONI SISTEMI

PREPOZNAVANJE LICA I GLASA



PREPOZNAVANJE LICA

Lice je dio spoljašnjosti na osnovu kojeg se ljudi međusobno prepoznaju.

U poslednjih desetak godina čine se intezivni naponi da se takva sposobnost razvije i kod kompjutera.

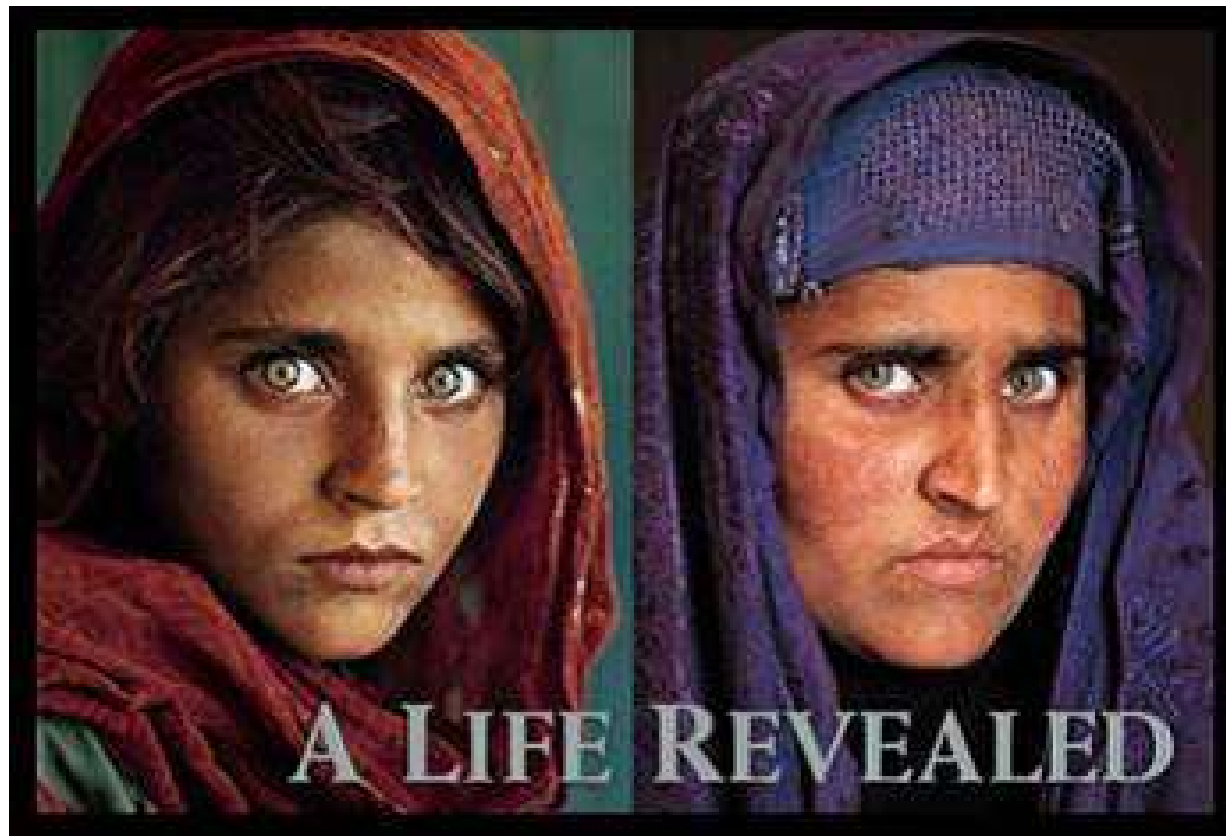
U procesu prepoznavanja lica ne zahtijeva se fizički kontakt sa skenerom.

Jednostavna za korištenje - Može se koristiti postojeća oprema kao što je web kamera, sigurnosna kamera itd..

PREPOZNAVANJE LICA

Lice nije u toj mjeri jedinstveno kao što je to slučaj sa otiskom prsta ili dužicom oka.

Mijenja se sa protokom vremena.



"Afghan girl", 1984. i 17 godina poslije

PREPOZNAVANJE LICA – KLJUČNI DETALJI

Karakteristike lica koje se mogu mjeriti i koristiti za kasniju identifikaciju nazivaju se ključni detalji.

Postoji oko 80 ključnih detalja na ljudskom licu. Neki od tih detalja su:

- Rastojanje između očiju,
- Širina nosa,
- Dubina očnih udubljenja,
- Jagodice,
- Vilična linija,

itd...



PREPOZNAVANJE LICA - POSTUPAK

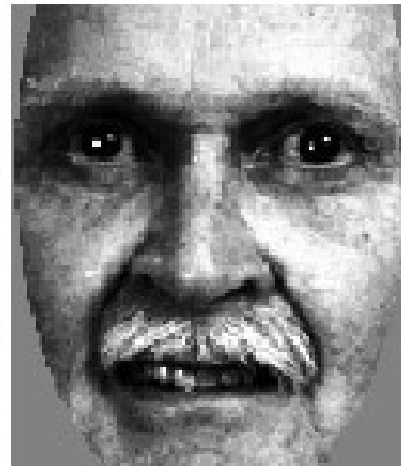
Postupak prepoznavanja lica sastoji se iz sljedećih koraka:

- Detekcije
- Podešavanja
- Normalizacije
- Kodiranja i
- Komparacije

DETEKCIJA LICA

U najkraćem:

- Lociranje lica na slici.
- Izdvajanje iz scene



Vrše se sljedeća podešavanja:

- Izražaj
- Rotacija
- Osvjetljaj
- Scale
- Head tilt (Zakretanje glave)
 - Položaj očiju (lociranje oka)



NORMALIZACIJA

“Mirna slika“ - frontalna slika, sa uobičajenim izrazom čovječijeg lica.

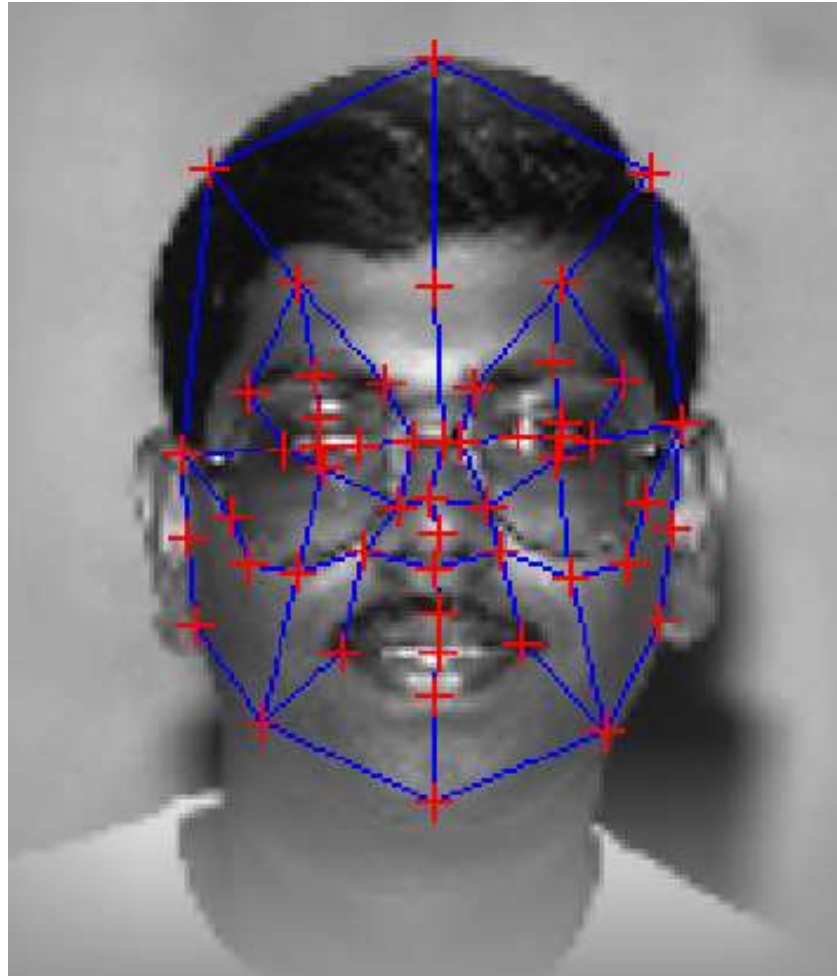
Manji numerički kod za predstavljanje lica u bazi podataka.

Normalizacija - korekcija razlika u licu istog čovjeka na različitim slikama.

Normalizacione korekcije donekle umanjuju razlike i između različitih lica.

KODIRANJE

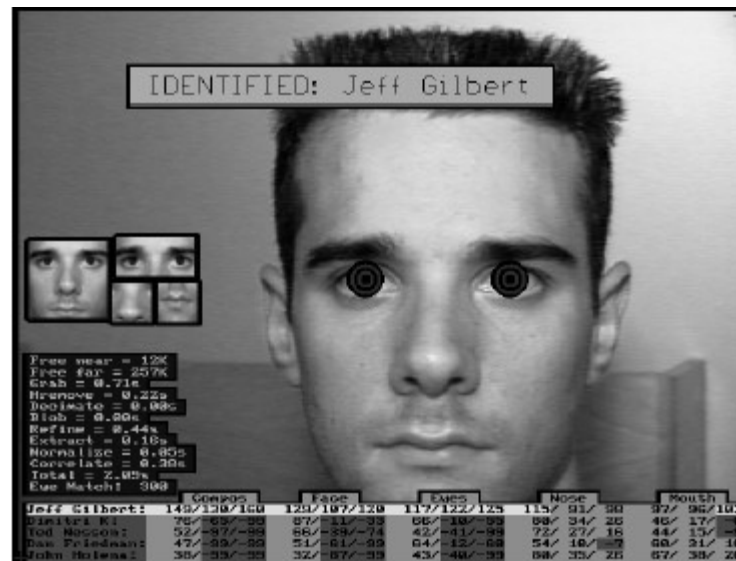
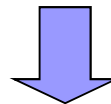
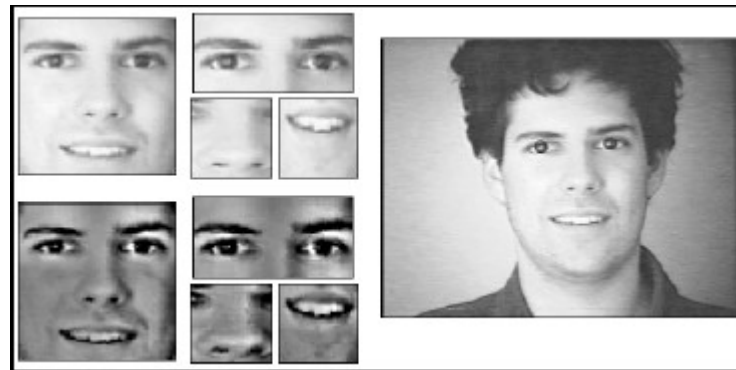
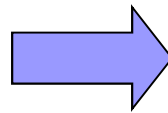
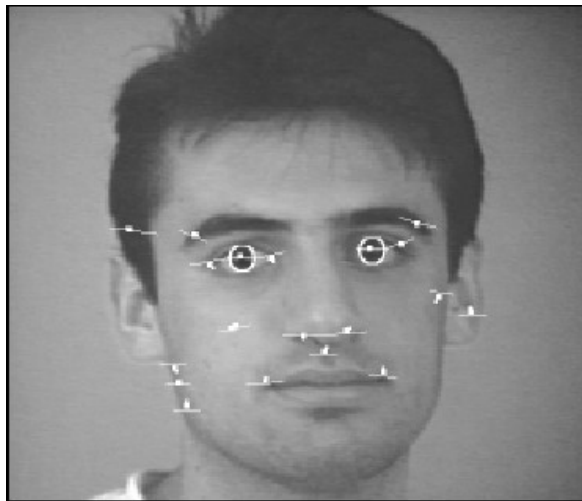
Ključni detalji se mjere i formira se numerički kod, odnosno niz brojeva, koji predstavlja lice u bazi podataka -"faceprint".



Mjerenje ključnih detalja lica

KOMPARACIJA

Dobijeni digitalni kod (faceprint), se u fazi komparacije koristi za poređenje sa drugim raspoloživim kodovima iz baze podataka.



IDENTIFIED: Jeff Gilbert

Free shear = 12K
Free flip = 257K
Grab = 0.71s
Remove = 0.22s
Recreate = 0.99s
Diab = 0.90s
Refine = 0.44s
Extract = 0.18s
Normalize = 0.82s
Calculate = 0.30s
Total = 2.80s
Eye Match = 300

| | Compos | Face | EYES | Nose | Mouth |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Jeff Gilbert: | 149/120/100 | 129/107/120 | 117/122/125 | 115/ 91/ 90 | 97/ 96/102 |
| Dimitri Nj. | 76/ 69/ 90 | 87/ 81/ 99 | 86/ 80/ 93 | 88/ 84/ 26 | 46/ 17/ 96 |
| Tom Maccari: | 92/ 97/ 99 | 86/ 83/ 74 | 82/ 81/ 99 | 72/ 27/ 16 | 44/ 13/ 98 |
| Dan Friedmann: | 47/ 99/ 90 | 51/ 61/ 99 | 64/ 12/ 89 | 54/ 10/ 99 | 60/ 31/ 16 |
| John Williams: | 38/ 99/ 90 | 32/ 87/ 99 | 43/ 40/ 99 | 68/ 35/ 26 | 87/ 38/ 26 |

TEŠKOĆE:

- Varijacije u osvjetljaju
- Varijacije u orijentaciji (pozicija lica)
- Varijacije u veličini
- Jačina procesora
- Velike baze podataka



PREPOZNAVANJE LICA – TEŠKOĆE

Margina greške.

Već broj korisnika – veći FAR.

Velika baza podataka može uzrokovati isuviše veliki FAR.

Multi-biometrijski koncept predstavlja dobro rješenje za obezbjeđenje visoke pouzdanosti identifikacije.

Prepoznavanje lica - dopuna osnovne metode identifikacije

Pouzdanost sistema za prepoznavanja lica je funkcija:

- **Demografskih karakteristika populacije koja koristi sistem.**



PREPOZNAVANJE LICA

Experimenti su pokazali da je lakše prepoznati muškarce nego žene, kao i da je lakše prepoznati starije nego mlađe ljude.

Rezultati takođe pokazuju da razlike u lakoći prepoznavanja, muškaraca i žena, opadaju sa njihovim starenjem.

Kao i u slučaju tehnologije prepoznavanja otiska prsta i tehnologija prepoznavanja lica je prilično ugrožena mogućnošću falsifikovanja.



PREPOZNAVANJE LICA

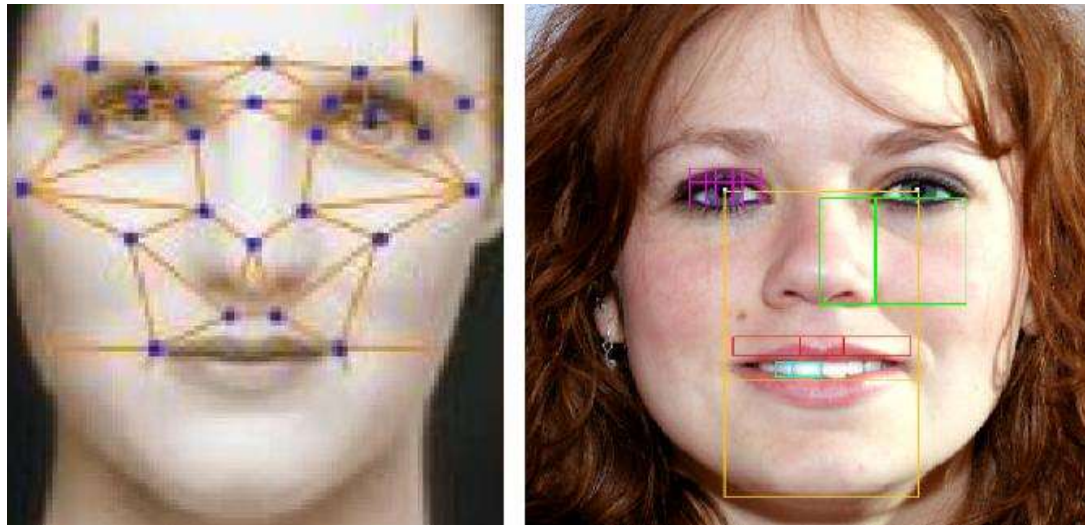
Metode prepoznavanja lica:

- Geometrijski metod identifikacije lica (facial metrics),
- Fotometrijski metod identifikacije lica (eigenfaces) i
- Trodimenzionalni metod prepoznavanja lica

GEOMETRIJSKI METOD

Geometrijskim metodom prepoznavanje se vrši na osnovu ključnih detalja lica.

Osobine i geometrijski odnosi (površine, udaljenosti, uglovi) između određenih tačaka na licu se koriste kao karakteristike od interesa



U ključne detalje lica spadaju:

- Karakteristicni detalji lica,
- Površine između karakteristiknih detalja lica,
- Udaljenost između karakteristiknih detalja:
- Rastojanje između ociju
- Širina nosa
- Vilicna linija, ...



GEOMETRIJSKI METOD

Postupak prepoznavanja sprovodi se kroz 5 faza i to:

- faze detekcije lica,
- faze podešavanja,
- faze normalizacije,
- faze ekstrakcije karakteristika i
- faze komparacije.

FOTOMETRIJSKI METOD

Fotometrijskim sistemima prepoznavanje se vrši na osnovu cjelokupnog izgleda lica.

Slika lica se poredi sa svojstvenim licima (eigenfaces).

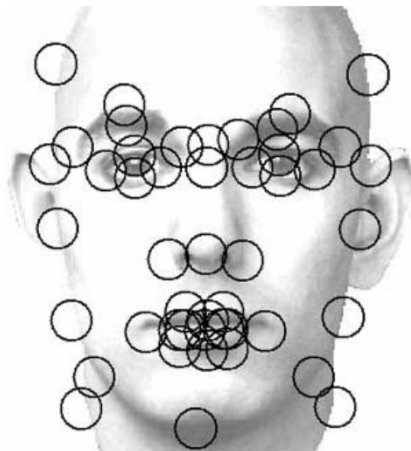
Svojstvena lica predstavljaju set svojstvenih vektora koji se koriste u kompjuterskoj viziji za rješavanje problema prepoznavanja.

Svojstvena lica se generišu primjenom matematičkog postupka poznatog kao PCA (principal component analysis – analiza principnih komponenti) na veliki broj slika različitih ljudskih lica.

Analiza principnih komponenti se bazira na smanjivanju varijacija na slici ljudskog lica.

Kompresijom podataka eliminišu se nepotrebne informacije i smanjuje broj varijabli.

U suštini ljudsko lice se može predstaviti gradivnim jedinicama (128 gradivnih jedinica)



FOTOMETRIJSKI METOD

U sistem se najprije učitava veliki broj fotografija različitih lica.

Ove fotografije služe za treniranje sistema.

Iz njih sistem ekstrahuje određene gradivne jedinice.

Gradivne jedinice se skladište u sistemu i služe za kasnija poređenja.

Dvodimenziona slika svake gradivne jedinice se naziva svojstveno lice (eigenface).



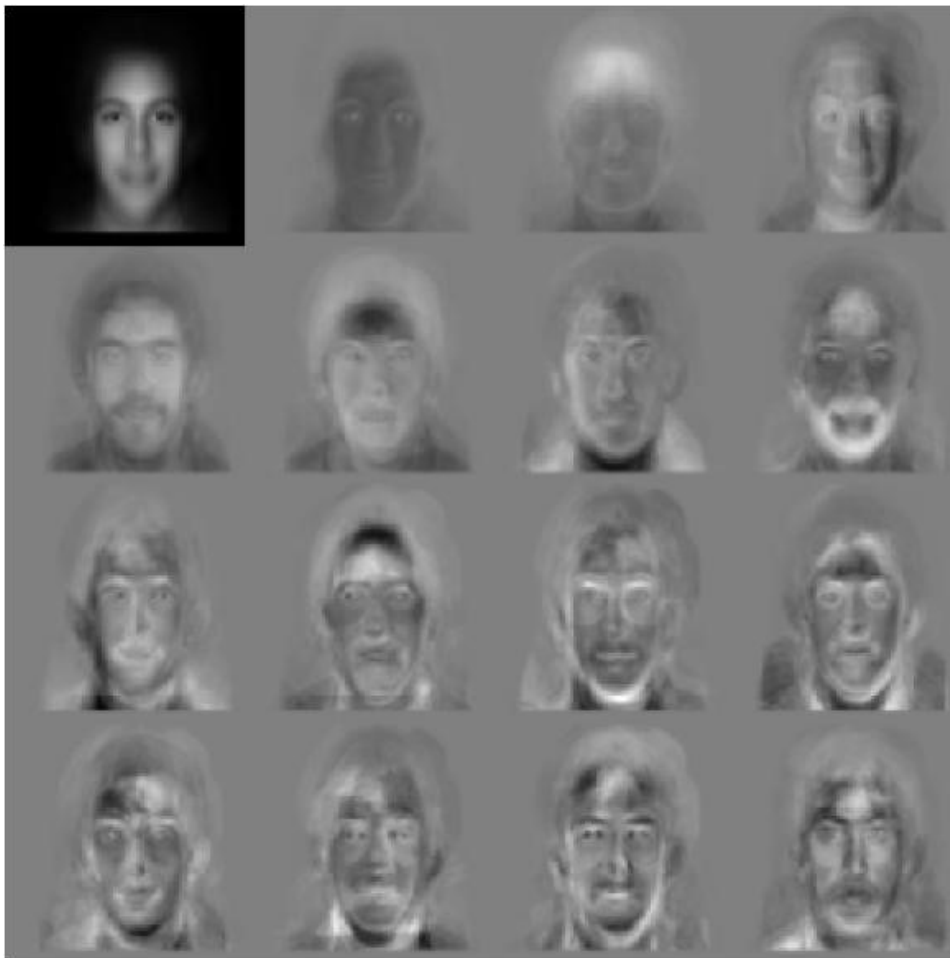
Svojstvena lica podsjećaju na utvare i svako potencira određenu karakteristiku:

- Simetrija lica
- Brada i brkovi
- Ivica kose
- Velicina nosa
- Velicina usta. ...

FOTOMETRIJSKI METOD

Svako ljudsko lice se može predstaviti kao kombinacija gradivnih jedinica, odnosno, svojstvenih lica.

Na primer, jedno lice može biti izgrađeno od 55% svojstvenog lica 1, 10% svojstvenog lica 2, itd.



Ljudsko lice i svojstvena lica iz kojih se može izvesti



FOTOMETRIJSKI METOD

Da bi se moglo vršiti poređenje slike sa svojstvenim licima, moraju biti iste veličine.

Potrebno je izvršiti normalizaciju kako bi se podudarile pozicije očiju i usta na slikama.

Na osnovu numerickih vrednosti koje nosi svako svojstveno lice, sistem poredi sliku lica upita i sliku lica šablona iz baze podataka, proizvodeci skor podudarnosti.

Skor podudarnosti predstavlja otisak lica (faceprint) lica u fotometrijskim sistemima. To je lista vrijednosti, jedna vrijednost za svako svojstveno lice.



TRODIMENZIONALNI METOD

Trodimanzijski model predstavlja glavnu novost ovog metoda.

Model je u velikoj mjeri nezavistan od prirodnih promjena izražaja lica, orijentacije glave i šminke - poznata ograničenja 2D metoda.

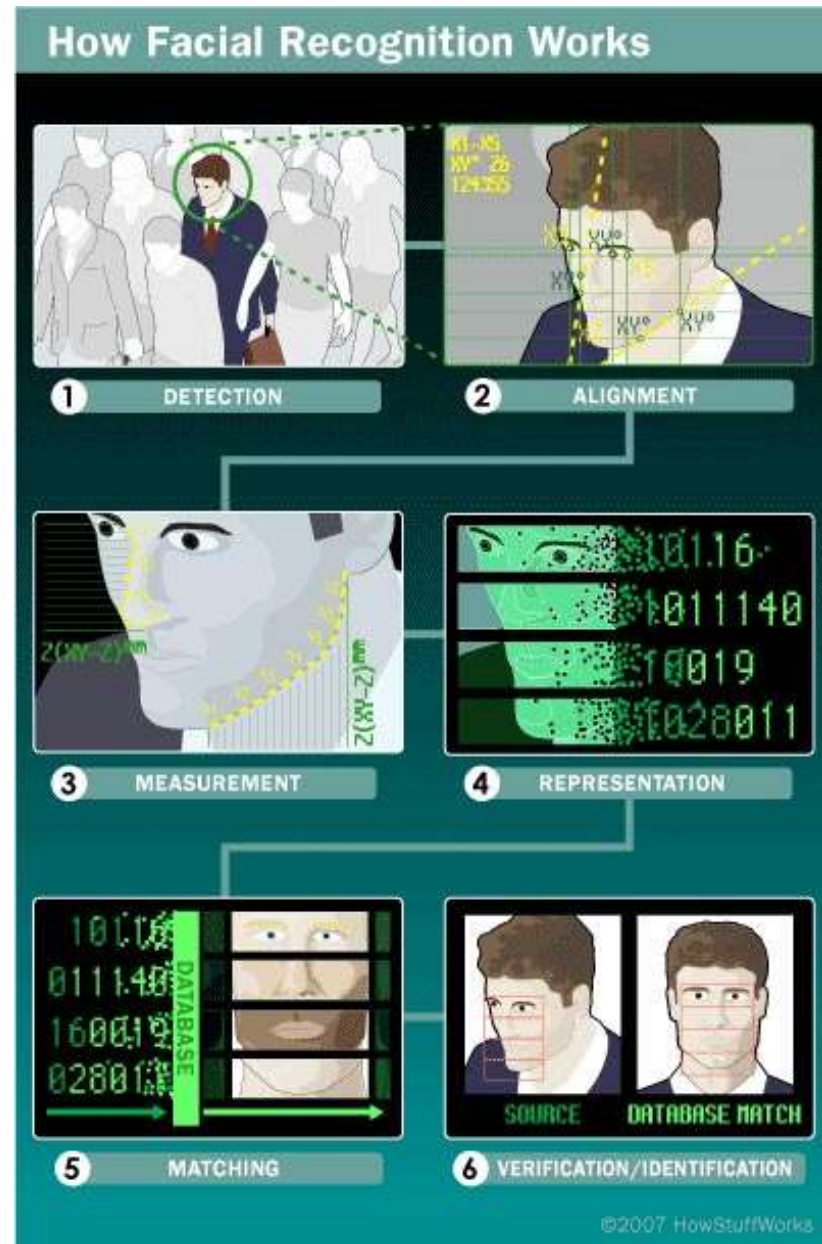
3D informacije nezavisne su od ugla posmatranja i osvjetljaja - metod ne pati od osnovnih nedostataka 2D pristupa.

U 3D metodi površina lica je konvertovana u prezentaciju, koja je praktično nezavistna od stava lica.

TRODIMENZIONALNI METOD

Postupak prepoznavanje lica u 3D sistemima sastoji se iz sljedećih koraka:

1. detekcija
2. poravnavanje,
3. mjerenje,
4. kodiranje,
5. kompatibilnost i
6. verifikacija ili identifikacija.





TRODIMENZIONALNI METOD

U fazi detekcije izdvaja se lice iz teksture slike.

U fazi poravnavanja sistem određuje poziciju veličinu i položaj glave. Uklanja određene djelove (kosu, na primjer) koji mogu komplikovati proces prepoznavanja.

U fazi mjerenja, linije kanaoničkog oblika površine lica se mjere i stvara se šablon.

U fazi kodiranja sistem prevodi šablon u jedinstveni kod. Kodiranjem šablona dobija se niz brojeva, odnosno 3D kod lica.

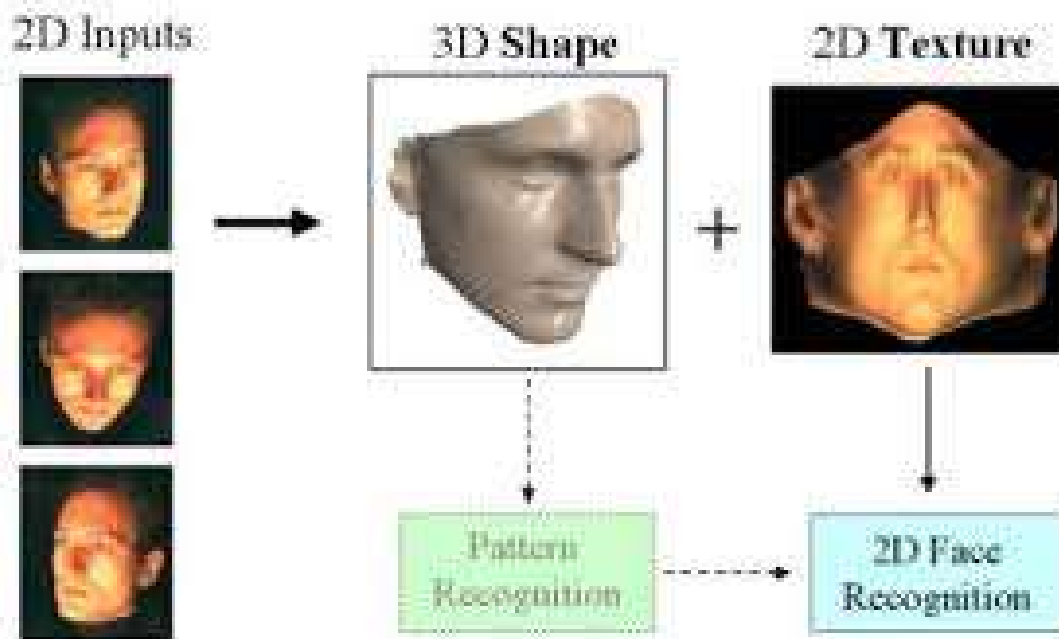
Faza kompatibilnosti se provodi samo u slučaju ukoliko se podaci dobijeni iz 3D modela moraju porediti sa 2D podacima baze podataka.

U poslednjoj fazi 3D postupka prepoznavanja lica vrši se poređenje dobijenog koda lica sa kodovima iz baze podataka.

TRODIMENZIONALNI METOD

Snimanje 3D oblika ljudskog lica iz niza 2D snimaka dobijenih iz više kamera,

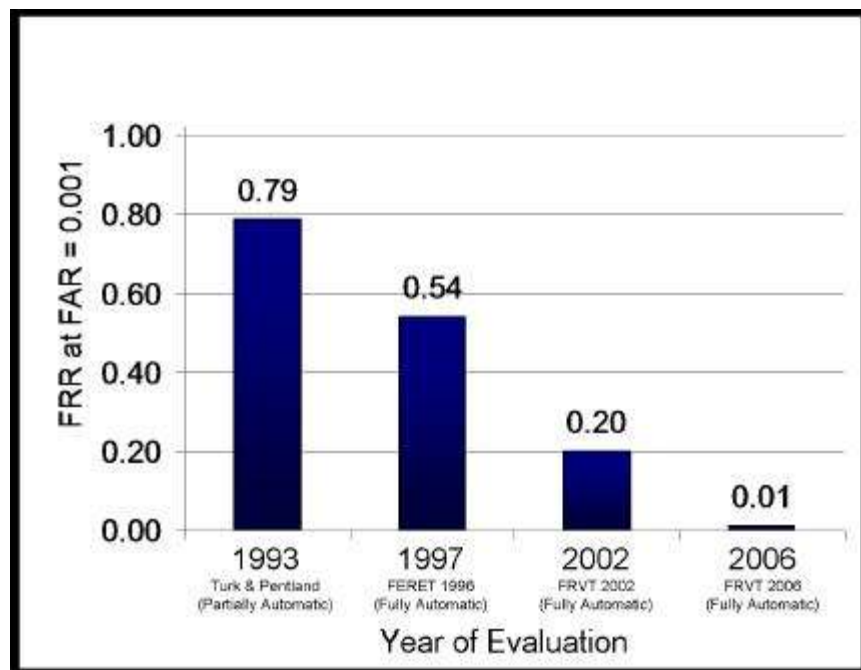
Muti-view sistem za prepoznavanje lica - koristi trodimentionalne podatke (3D) podatke o licu, zajedno sa podacima teksture lica.



VREDNOVANJE SISTEMA ZA PREPOZNAVANJE LICA

Neki od zaključaka do kojih se došlo na temelju testiranja na sve većim bazama su slijedeći:

- performanse prepoznavanja ne opadaju značajno do otklona glave od +/- 25 stepeni, ali značajno opada kod otklona većih od 40 stepeni;
- prelazak iz spoljašnjeg osvjetljenja na unutrašnje značajno utiče na performanse prepoznavanja;
- svako udvostučavanje baze smanjuje stopu prepoznavanja 2-3%;
- prepoznavanje muškaraca je bolje nego žena;
- prepoznavanje starijih osoba je bolje nego mladih.



Procenti grešaka u prepoznavanju tokom perioda od 1993. godine do 2006. godine.

PREPOZNAVANJE LICA - PRIMJENE

Prvi korisnici sistema za prepoznavanje lica bili su policija, sudovi itd..

Policija ove sisteme koristi za nadzor određenih prostora.

Nadzor se sastoji u provjeri identiteta slučajno odabranog lica iz mase.



PREPOZNAVANJE LICA - PRIMJENE

Poznatiji sistemi za sigurnosni nadzor koji koriste tehnologiju prepoznavanja lica su:

- Virginia Beach Surveillance,
- City of Brentwood Police Department,
- Zurich Airport Face,
- Manchester NH Viisage, itd.



PREPOZNAVANJE LICA - PRIMJENE

Biometrijska tehnologija prepoznavanja lica može se upotrijebiti i za kontrolu pristupa kompjuteru.

Montiranjem web kamere na kompjuter i instalacijom softvera, korisnikovo lice može zamijeniti lozinku za pristup kompjuteru



PREPOZNAVANJE LICA - PRIMJENE

Provjera identiteta na automatu za keširanje novca.



Bankomati opremljeni sistemom za prepoznavanje lica.

PREPOZNAVANJE GLASA

Karakteristika ponašanja - najveći se naponi se ulažu u razvoj tehnologije prepoznavanja glasa.

Upotreba sistema za prepoznavanje glasa je veoma jednostavna i jeftina.

Intefejs između korisnika i sistema, može biti bilo koji audio uređaj, uključujući mobilne/fiksne telefone, PC mikrofone itd..

Dobro prihvatanje od strane korisnika - glas najprirodniji način komunikacije.

Najčešće se koristi tamo gdje je glas jedini raspoloživi biometrijski identifikator.



PREPOZNAVANJE GLASA

Prepoznavanje glasa \neq Prepoznavanje govora

Tehnologija prepoznavanja govora prevodi što je korisnik rekao.

Tehnologija prepoznavanja glasa, verifikuje identitet individue koja govori.

Tehnologije su često povezane.



*Speech Recognition or
Voice Recognition?*

Speech Recognition Interprets *Voice Recognition Verifies*

"Voice biometrics are uniquely yours!" 

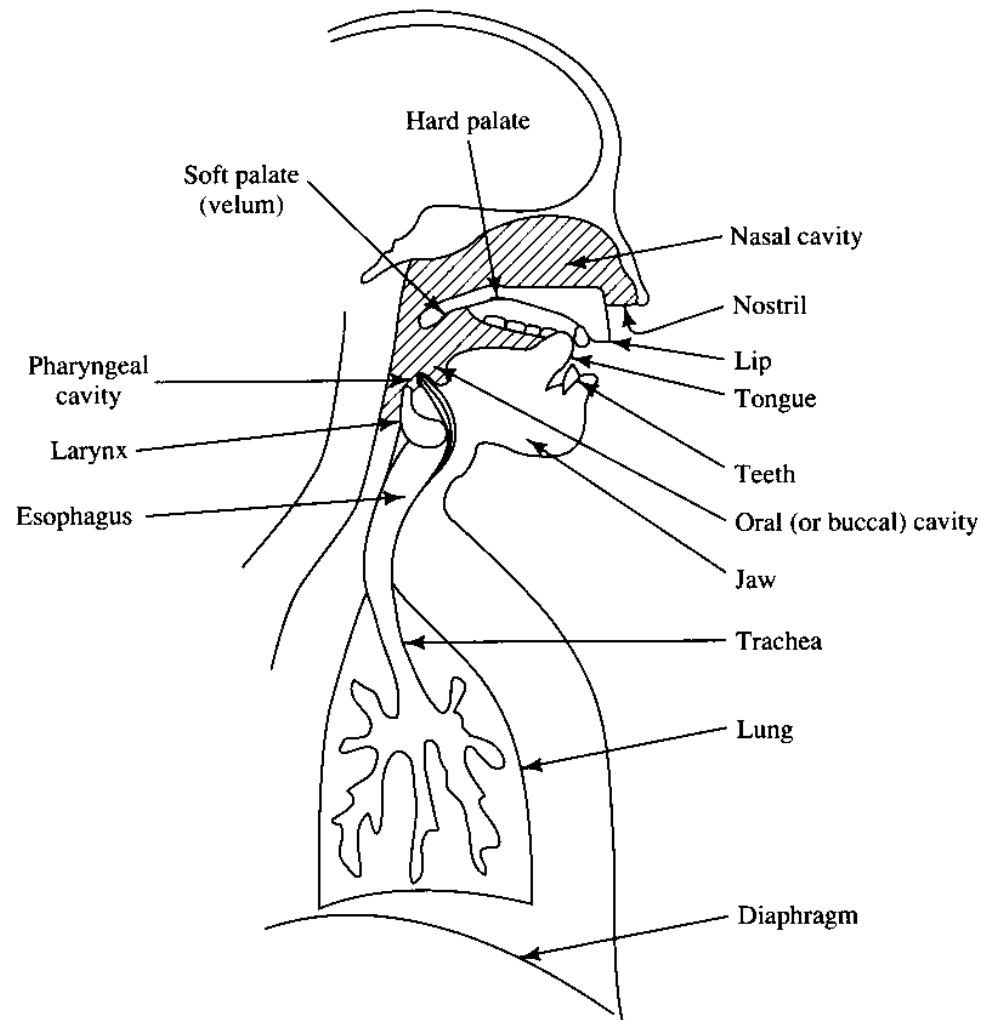
What is being said *Who is saying it*



 Improving security by authenticating identity

PREPOZNAVANJE GLASA

Osobine glasa dominantno su zavisne od oblika vokalnog trakta.



PREPOZNAVANJE GLASA

Generisanje glasa započinje na glasnim žicama.

Između glasnih žica postoje prorezi.

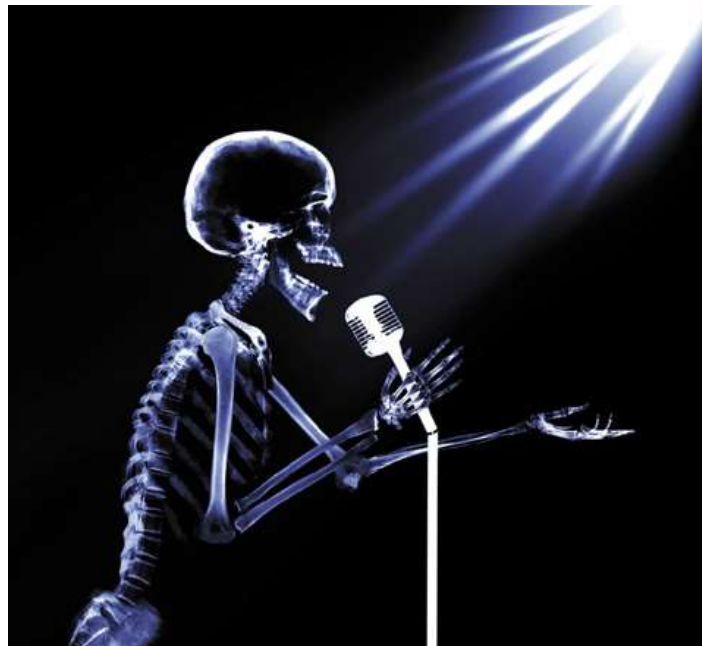
Kada započnemo sa govorom, mišići koji kontrolišu glasne žice, zatežu se.

Glasne žice se sužavaju.

Prolazak daha kroz proreze glasnih između žica proizvodi glas.

Jedinstvene karakteristike glasa oblikuju se u vokalnom traktu.

Vokalni trakt modifikuje spektralni sadržaj glasa – neke harmonike pojačava, druge prigušuje.



PREPOZNAVANJE GLASA

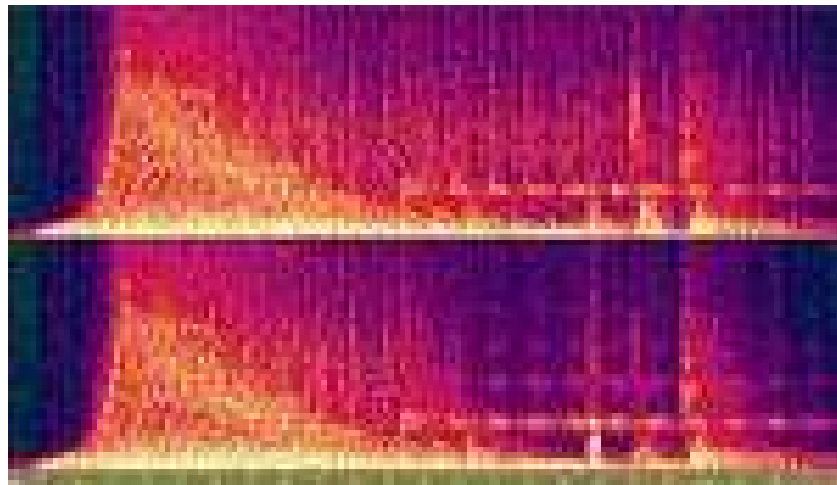
Digitalizacija karakteristika ljudskog glasa - stvaranje niza digitalnih podataka koji opisuju glas.

"Voice print" ili "Profil glasa"

Digitalizacijom se svaka izgovorena riječ svodi na segmente sastavljene od dominantnih frekvencija (formanta).

Svaki segment ima nekoliko formanta.

Svi formanti zajedno predstavljaju jedinstveni profil glasa





PREPOZNAVANJE GLASA

Sistemi za prepoznavanje glasa mogu biti:

- **tekst zavisni,**
- **tekst nezavisni ili**
- **kombinacija ove dvije vrste.**

TEKST ZAVISNI SISTEMI

- Korisnik izgovara unaprijed definisane riječi ili rečenice.
- Mjesto rođenja, omiljene boje, niz brojeva, ...
- Dobijeni glasovni profil poredi se sa glasovnim profilom istih tih rečenica dobijenom u procesu upisivanja

TEKST NEZAVISNI SISTEMI

- Ne koriste se unaprijed definisne rečenice.
- Govor dužeg trajanja.
- Prepoznaju se glasovne karakteristike: jačina, takt, tonalitet, ...

PREPOZNAVANJE GLASA - PROBLEMI

- **Profil ljudskog glasa veoma je zavistan od zdravlja i emocionalnog stanja čovjeka.**
- **Pozadinski šum i loš kvalitet ulaznog uređaja (mikrofona) mogu stvoriti probleme.**
- **Sistemi za prepoznavanje glasa ugroženi su i od pokušaja lažne identifikacije.**

Lažna identifikacija, na osnovu snimljenog glasa regularnog korisnika, je jedan on najčešćih slučajeva.

Razvijeni su mnogi sofisticirani algoritmi kojima se nastoji što pouzdanije provjeriti da li se radi o živom glasu ili snimku.

VIVA

IBM razvija sistem za prepoznavanje glasa VIVA (Voice Identification and Verification Agent)

Namjena ovog sistema je da omogući identifikaciju korisnika preko telefona.

Dva izvora za autentifikaciju:

- 1) biometrika glasa (the voice-print) i**
- 2) korisnikovo znanje (lozinka i lične informacije)**

Procenat pogrešno prihvaćenih je 0.00001%.

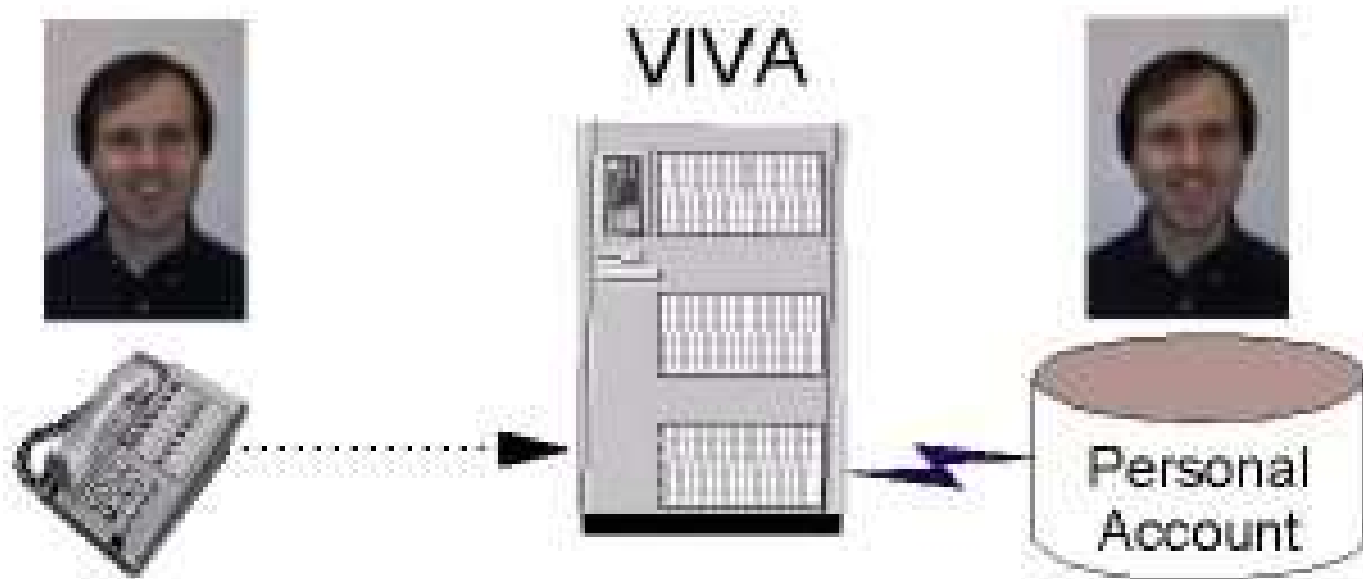
Procenat pogrešno odbijenih 3%.

PREPOZNAVANJE GLASA - PRIMJENE

Prvi slučaj: Pravi korisnik pristupa svom računu.

VIVA je u stanju akustički verifikovati korisnika.

Zbog dobre podudarnosti glasa – u intervjuu samo jedno pitanje.

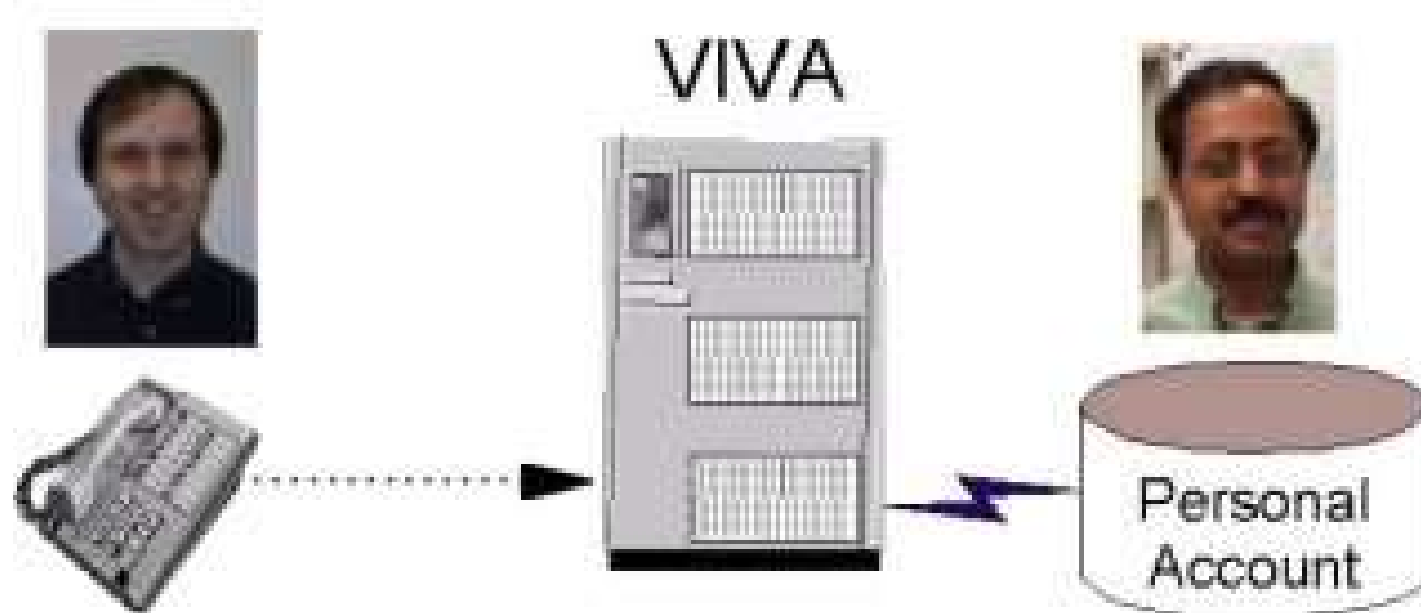


Slučaj I: 📢

PREPOZNAVANJE GLASA - PRIMJENE

Drugi slučaj: Prevarant pokušava da “provali” u tuđ račun.

Pored nepodudaranja glasovnih karakteristika, prevarant ne zna da odgovori na pitanja iz intervjua.



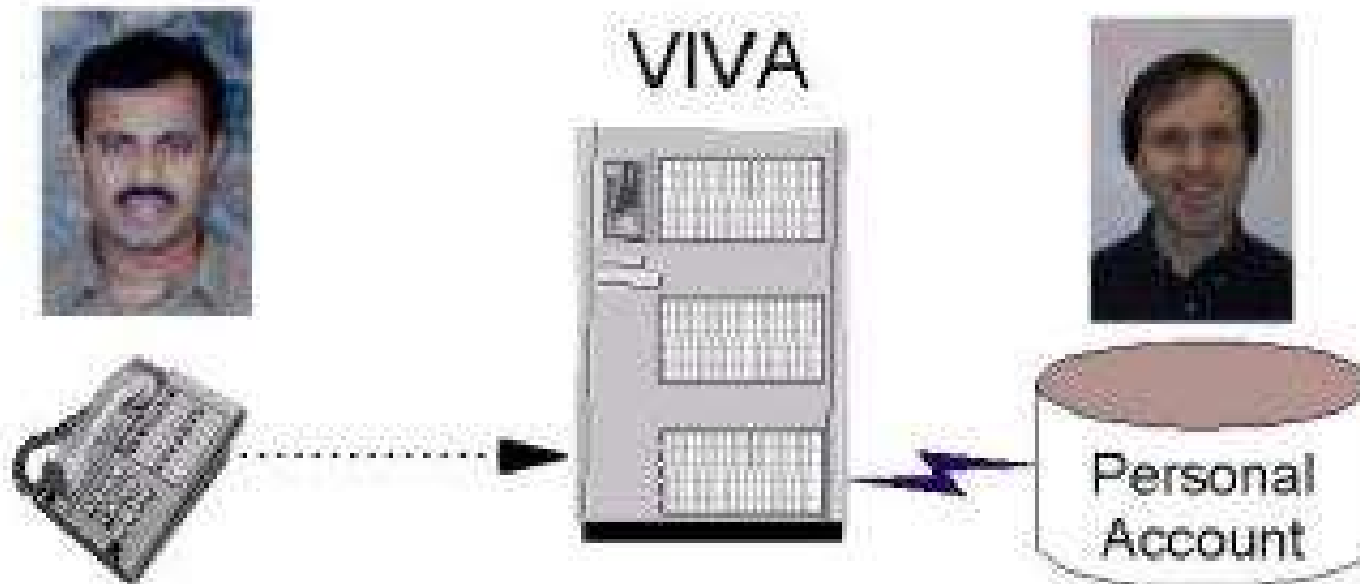
Slučaj II: 📢

PREPOZNAVANJE GLASA - PRIMJENE

Treći slučaj: Dobro informisani prevarant pokušava da “provali” u tuđ račun.

Imposter zna odgovore na sva pitanja iz intervjuja.

Randomizacija intervjuja – različita pitanja u svakoj uzastopnoj sesiji.



Slučaj III: 📢