

Raspoznavanje preklapajućih 2D objekata

Projekt iz Računalnog vida

Tomislav Babić Mateja Čuljak Đorđe Grbić Ivan Krišto Maja
Šverko

Fakultet Elektrotehnike i Računarstva
Sveučilište u Zagrebu

28.01.2011.

Pregled prezentacije

- 1 Opis rješavanog problema
- 2 Razvijeno rješenje
 - Rješenja podproblema
- 3 Rezultati
 - Analiza rezultata
- 4 Izdvojeni problemi
- 5 Moguća poboljšanja

Opis rješavanog problema

Problem: Izgradnja sustava računalnog vida za klasifikaciju preklapajućih 2D objekata.

Skup objekata koji se klasificiraju je unaprijed poznat.

Problem: Izgradnja sustava računalnog vida za klasifikaciju preklapajućih 2D objekata.

Skup objekata koji se klasificiraju je unaprijed poznat.

Pojam “preklapanje” podrazumjeva pravila:

- objekti se međusobno preklapaju,
- moguće je da objekt ne sudjeluje u preklapanju (tj. objekt je samostalan),
- svaki objekt prekriven je najviše jednim objektom,
- razine preklapanja su proizvoljne,
- rotacija, skaliranje i pomak objekata su proizvoljni,
- boja objekta je proizvoljna.

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Skica postupka:

- ➊ **Inicijalizacija:** Segmentacija svakog modela (osnovni objekti).

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Skica postupka:

- ➊ **Inicijalizacija:** Segmentacija svakog modela (osnovni objekti).
- ➋ **Ulaz:** Segmentacija scene (slika sa preklapanjem).

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Skica postupka:

- ➊ **Inicijalizacija:** Segmentacija svakog modela (osnovni objekti).
- ➋ **Ulaz:** Segmentacija scene (slika sa preklapanjem).
- ➌ **Generiranje hipoteza:** kombiniranje svih segmenata svakog modela i scene.

HIPOTEZA: uređena trojka afinih transformacija $\rightarrow H = (k, (tx, ty), \beta)$

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Skica postupka:

- ➊ **Inicijalizacija:** Segmentacija svakog modela (osnovni objekti).
- ➋ **Ulaz:** Segmentacija scene (slika sa preklapanjem).
- ➌ **Generiranje hipoteza:** kombiniranje svih segmenata svakog modela i scene.
HIPOTEZA: uređena trojka afinih transformacija $\rightarrow H = (k, (tx, ty), \beta)$
- ➍ **Evaluacija hipoteza:** računanje postotka preklapanja transformiranih modela i scene.
Prilikom sparivanja segmenata hipoteza H se ažurira metodom najmanjih kvadrata.

Razvijeno rješenje

Rješenje se temelji na radu *HYPER: A new approach for the recognition and positioning of two-dimensional objects* (Ayache, N. i Faugeras, O.D.).

Skica postupka:

- ➊ **Inicijalizacija:** Segmentacija svakog modela (osnovni objekti).
- ➋ **Ulaz:** Segmentacija scene (slika sa preklapanjem).
- ➌ **Generiranje hipoteza:** kombiniranje svih segmenata svakog modela i scene.
HIPOTEZA: uređena trojka afinih transformacija $\rightarrow H = (k, (tx, ty), \beta)$
- ➍ **Evaluacija hipoteza:** računanje postotka preklapanja transformiranih modela i scene.
Prilikom sparivanja segmenata hipoteza H se ažurira metodom najmanjih kvadrata.
- ➎ **Izlaz:** Vjerojatnosti da se određeni model nalazi na sceni.

Razvijeno rješenje

Rješenja podproblema (1)

Segmentacija:

- 1 binarizacija slike (jednostavne scene – usporedba s fiksnim pragom),
- 2 određivanje granica (*Boundary Following Algorithm*),
- 3 određivanje segmenata (*Divide and conquer* algoritam, $\tau = 10$),
- 4 stapanje segmenata koji leže na bliskim pravcima (prag: $\alpha = 15^\circ$).

Razvijeno rješenje

Rješenja podproblema (1)

Segmentacija:

- 1 binarizacija slike (jednostavne scene – usporedba s fiksnim pragom),
- 2 određivanje granica (*Boundary Following Algorithm*),
- 3 određivanje segmenata (*Divide and conquer* algoritam, $\tau = 10$),
- 4 stapanje segmenata koji leže na bliskim pravcima (prag: $\alpha = 15^\circ$).

Generiranje hipoteza:

- Za svaki model m :
 - ▶ Svaki segment od m upari sa svakim segmentom scene preko hipoteze H :

$$x^* = tx + x \cdot k \cdot \cos(\beta) - y \cdot k \cdot \sin(\beta),$$

$$y^* = ty + y \cdot k \cdot \cos(\beta) + x \cdot k \cdot \sin(\beta).$$

Točka modela (x, y) se preslikava u točku scene (x^*, y^*) preko transformacija od H .

Razvijeno rješenje

Rješenja podproblema (1)

Segmentacija:

- 1 binarizacija slike (jednostavne scene – usporedba s fiksnim pragom),
- 2 određivanje granica (*Boundary Following Algorithm*),
- 3 određivanje segmenata (*Divide and conquer* algoritam, $\tau = 10$),
- 4 stapanje segmenata koji leže na bliskim pravcima (prag: $\alpha = 15^\circ$).

Generiranje hipoteza:

- Za svaki model m :
 - ▶ Svaki segment od m upari sa svakim segmentom scene preko hipoteze H :

$$x^* = tx + x \cdot k \cdot \cos(\beta) - y \cdot k \cdot \sin(\beta),$$

$$y^* = ty + y \cdot k \cdot \cos(\beta) + x \cdot k \cdot \sin(\beta).$$

Točka modela (x, y) se preslikava u točku scene (x^*, y^*) preko transformacija od H .

(ako model ima 4 segmenta (npr. kvadrat), a scena 10 za taj model se generira 40 hipoteza!)

Razvijeno rješenje

Rješenja podproblema (2)

Evaluacija hipoteza:

- Za svaki par modela i hipoteze (m, H) :
 - ▶ Iterativno se uspoređuju preostali linearni segmenti modela sa segmentima scene.
 - ▶ Računa se različitost između segmenta modela i scene.
Linearna kombinacija:
 - ★ razlike duljina,
 - ★ udaljenosti središnjih točki,
 - ★ relativne udaljenosti između duljina segmenata.
 - ▶ **Ažuriranje hipoteze:** tražimo transformaciju T koja minimizira kriterij

$$R = \sum_i \frac{l_i}{K} \Delta^2(T(m_i), s_{ji}).$$

Koristimo metodu najmanjih kvadrata.

Razvijeno rješenje

Rješenja podproblema (2)

Evaluacija hipoteza:

- Za svaki par modela i hipoteze (m, H) :
 - ▶ Iterativno se uspoređuju preostali linearni segmenti modela sa segmentima scene.
 - ▶ Računa se različitost između segmenta modela i scene.
Linearna kombinacija:
 - ★ razlike duljina,
 - ★ udaljenosti središnjih točki,
 - ★ relativne udaljenosti između duljina segmenata.
 - ▶ **Ažuriranje hipoteze:** tražimo transformaciju T koja minimizira kriterij

$$R = \sum_i \frac{l_i}{K} \Delta^2(T(m_i), s_{ji}).$$

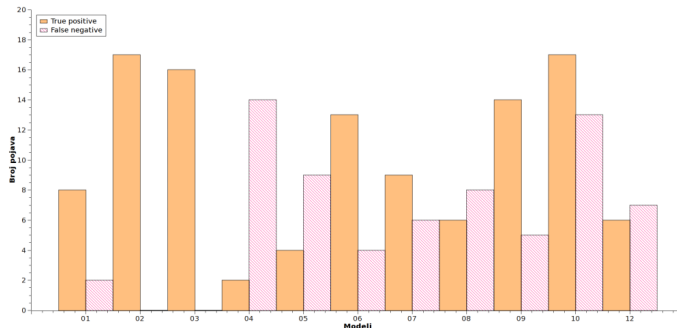
Koristimo metodu najmanjih kvadrata.

Mjera kvalitete hipoteze: Omjer duljine segmenata modela sparenih s odgovarajućim segmentima u sceni i duljine svih segmenata modela.

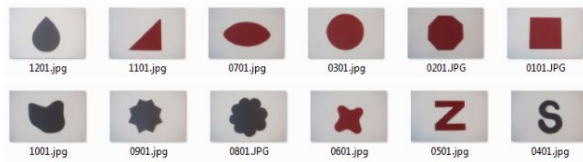
- Evaluacija je rađena nad 11 modela i sveukupno 105 slika.
- Svi objekti na sceni prepoznaju se u 40% slučajeva.
- Barem jedan objekt na sceni prepozna se u 86.7% slučajeva.
- Uspješnost referentne metode nije poznata!

Tablica: Uspješnost prepoznavanja po objektima.

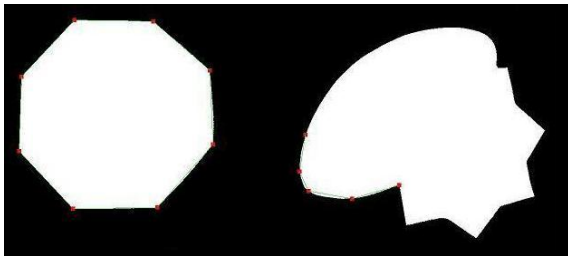
	1 od 1	0 od 1	2 od 2	1 od 2	0 od 2
Broj:	21/22	1/28	21/83	49/83	7/83
Postotak:	95.4%	3.6%	25.3%	59.0%	8.4%



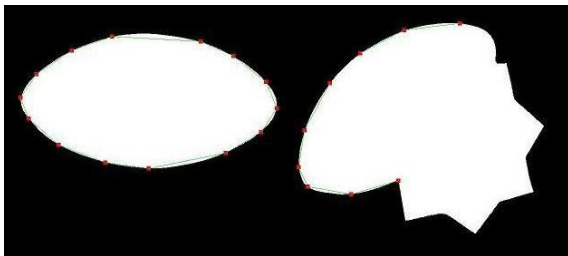
Slika: Graf uspješnih i neuspješnih prepoznavanja po modelima.



Slika: Prikaz objekata za klasifikaciju.



Slika: Spajanje segmenata (kvaliteta 50.3%).



Slika: Utjecaj skaliranja i rotacije (kvaliteta 49.5%).

- *Divide and conquer* algoritam nije invarijantan na rotaciju.
- Bilo je potrebno stopiti dio segmenata nakon prolaska *divide and conquer* algoritma.
- Postupak je dosta osjetljiv na šum pri određivanju segmenata.
- Postupak ne daje odgovor na pitanje “*Koliko je objekata na sceni?*”
- Likovi u bazi su nakon određivanja segmenata postali previše slični (primjerice, oktagon i krug).

Moguća poboljšanja, nastavak rada

- Evaluiranje drugih metoda aproksimiranja konture (segmentiranja).
- Korišćenje drugih transformacija pri generiranju hipoteza.
- Uvođenje dodatnih mjera za određivanje kvalitete hipoteza.
- Izgradnja heurističkih pravila za određivanje broja objekata koji se pojavljuju na slici.
- Proširenje metode za raspoznavanje preklapanja više od 2 objekta.