

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta *za računalništvo  
in informatiko*



NEJC ŠKERJANC, PETER PEER

**OBOGATENA RESNIČNOST  
GIBANJA UPORABNIKA V  
REALNEM ČASU NA MOBILNI  
NAPRAVI S POMOČJO  
PODATKOV GLOBINSKEGA  
SENZORJA**

ROSUS,  
Maribor,  
23. 3. 2017



# Opis problema

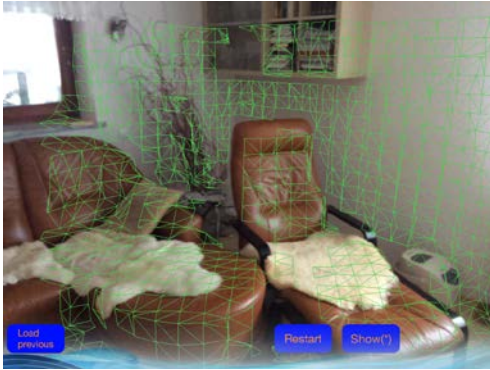
- Apple iPad Mini.
- Structure senzor (Occipital).
- Detekcija človeka (skeletona) v realnem času.
  - RGB podatkovni tok.
  - globinski podatkovni tok.
  - RGB in globinski podatkovni tok.
- Fizikalne zakonitosti človeškega telesa.
- Izris s pomočjo slikovnega atlasa.



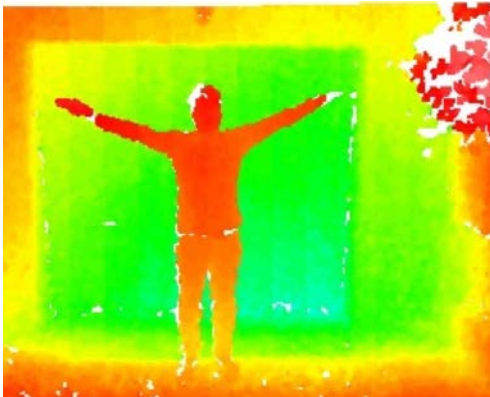


# Zadani cilji

- Implementacija D-SLAM algoritma.



- Detekcija človeka (skeletona) v realnem času (RGB in globinski podatkovni tok).
  - Kvalitativna in kvantitativna analiza.





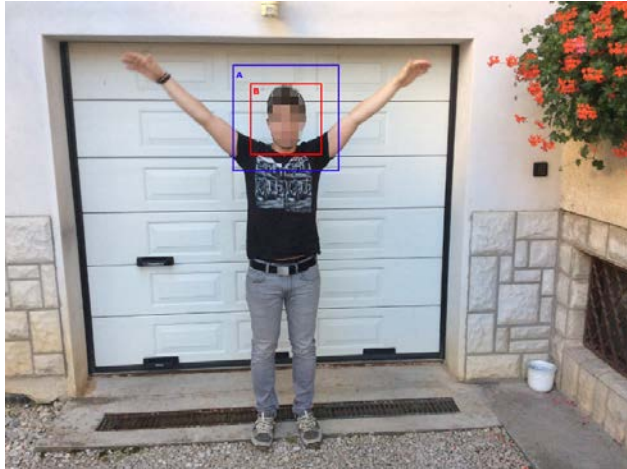
# Algoritem iskanja človeškega telesa

1. Detekcija obraza.
2. Določitev območja zgornjih okončin.
3. Binarizacija območja zgornjih okončin in izvajanje podatkovne redukcije.
4. Postopek tanjšanja.
5. Detekcija zgornjih okončin.
6. Detekcija spodnjih okončin.



# Detekcija obraza (1/6)

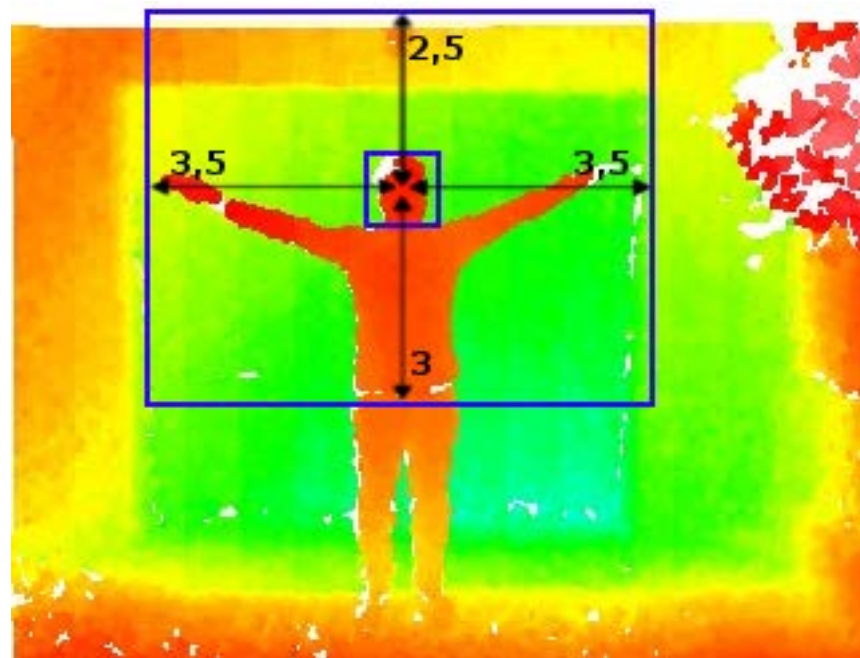
- HAAR kaskadni klasifikator.





# Določitev območja zgornjih okončin (2/6)

- Prehod iz RGB na globinski podatkovni tok.
- Vrednost skalarjev: renesančna predstavitev razmerij človeškega telesa.



# Binarizacija območja zgornjih okončin in izvajanje podatkovne redukcije (3/6)

- Kriterij pripadnosti:
  - Razlika med trenutno točko in njemi sosedi.
  - Razlika med trenutno in referenčno točko (središčna točka glave).
- Redukcija podatkov.





## Postopek tanjšanja (4/6)

- Zhang-Suen algoritem za tanjšanje.







# Detekcija zgornjih okončin (5/6)

1. Število pozitivnih sosedov  $\geq 3 \rightarrow$  stičišče.
2. Preverjanje pozitivne točke na pozicijah P2 do P4 (potencialna točka desne rame).
3. Prestavimo se na potencialno točko. Sledi preverjanje točk od P1 do P5 (desna rama). Če je vsaj ena pozitivna potencialna točka postane koren.
4. Iterativno sledimo črti roke do konca (in preverimo razdaljo).

|  |  |    |    |    |  |
|--|--|----|----|----|--|
|  |  |    |    |    |  |
|  |  | P8 | P1 | P2 |  |
|  |  | P7 |    | P3 |  |
|  |  | P6 | P5 | P4 |  |
|  |  |    |    |    |  |
|  |  |    |    |    |  |

|  |  |    |    |    |  |
|--|--|----|----|----|--|
|  |  |    |    |    |  |
|  |  | P8 | P1 | P2 |  |
|  |  | P7 |    | P3 |  |
|  |  | P6 | P5 | P4 |  |
|  |  |    |    |    |  |
|  |  |    |    |    |  |

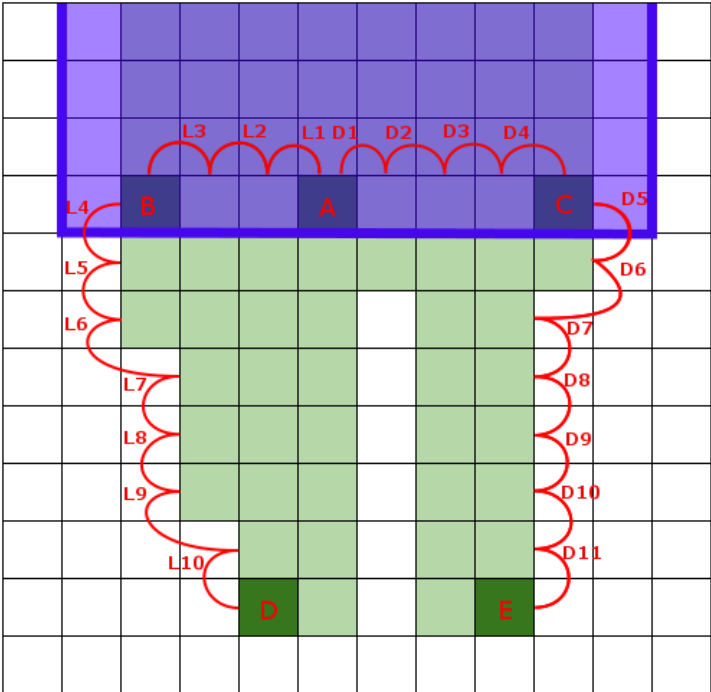
|  |  |  |    |    |    |
|--|--|--|----|----|----|
|  |  |  |    |    |    |
|  |  |  |    |    |    |
|  |  |  | P8 | P1 | P2 |
|  |  |  |    | P7 | P3 |
|  |  |  | P6 | P5 | P4 |
|  |  |  |    |    |    |
|  |  |  |    |    |    |

|    |    |    |
|----|----|----|
| P8 | P1 | P2 |
| P7 |    | P3 |
| P6 | P5 | P4 |



# Detekcija spodnjih okončin (6/6)

- Premik levo/desno na višini kolkov do prve negativne vrednosti.
- Premikanje po robu do tal.
- Merjenje razdalje (skokov) med kolkoma in tlemi.

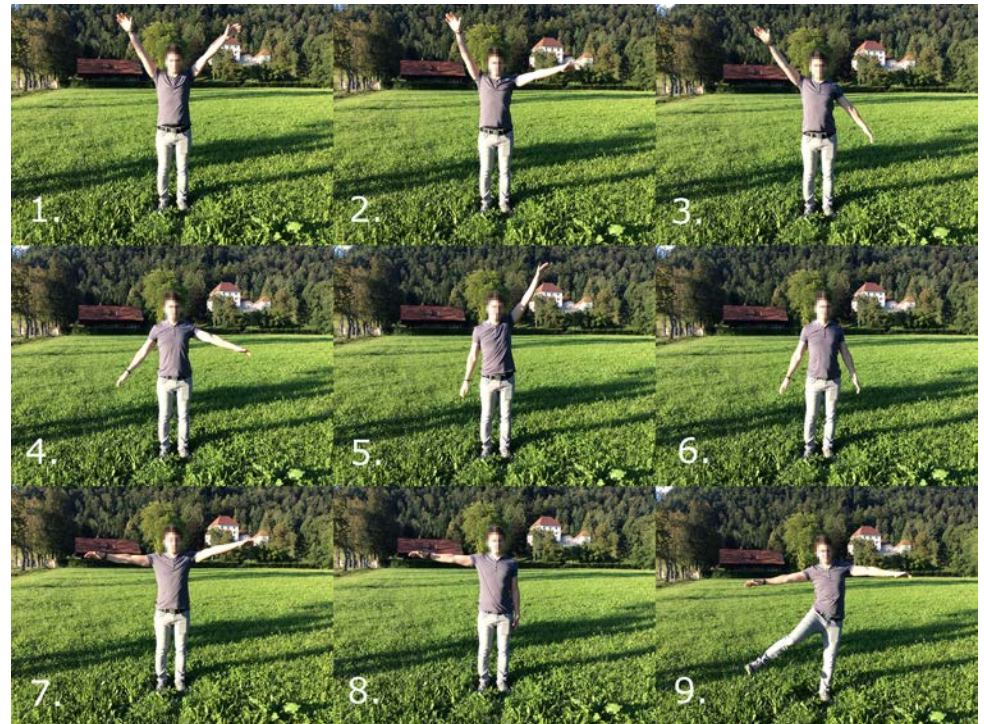




# Analiza

- 4 scenariji:
  - Urbano okolje.
  - Mestni park.
  - Naravno okolje.
  - Notranji prostor.

- 9 poz:





# Scenarij urbanega okolja (1/4)

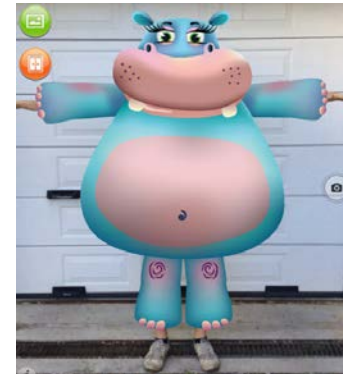
- Barva oblačil (2 tipa).

| podscenarij/algoritem<br>[pravilno detektirane klasifikacije (čas izvajanja)] | Cartoob<br>(RGB p.t.) | Globinski p.t. | RGB & globinski p.t. |
|---|-----------------------|----------------|----------------------|
| 1. temnejša oblačila  | 66 % (41ms)           | 44 % (880ms)   | 88 % (110ms)         |
| 2. svetlejša oblačila   | 66 % (41ms)           | 44 % (850ms)   | 88 % (100ms)         |

1.



2.

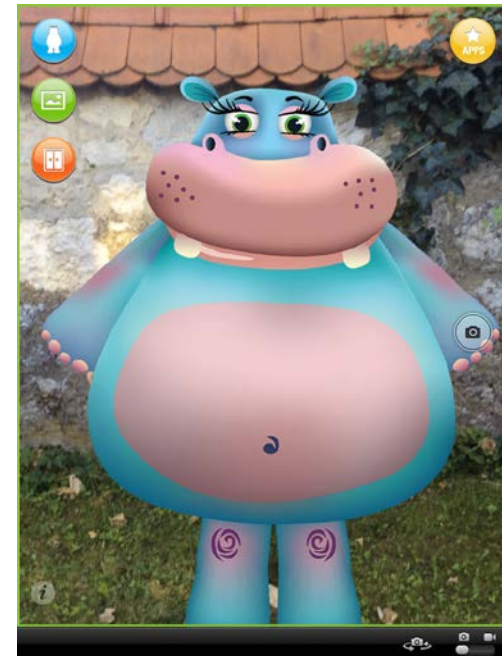




# Scenarij mestnega parka (2/4)

- Ozadje podobno kot je barva kože.

| podscenarij/algoritem<br>[pravilno detektirane klasifikacije (čas izvajanja)] | Cartoob<br>(RGB p.t.) | Globinski p.t. | RGB & globinski p.t. |
|---|-----------------------|----------------|----------------------|
| 1. temnejša oblačila  | 66 % (41ms)           | 22 % (950ms)   | 88 % (130ms)         |

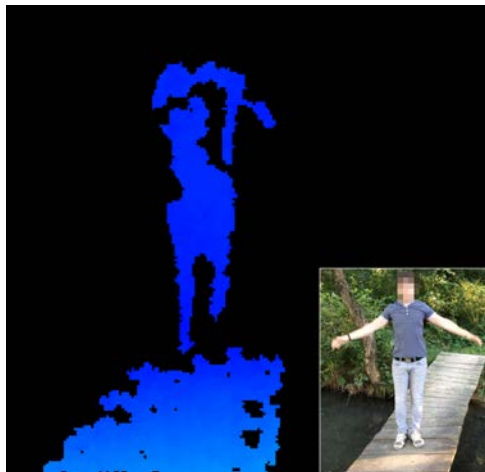




# Scenarij naravnega okolja (3/4)

- Ozadje izven dosega Structure sensorja.
- Dva tipa oblačil.

| podscenarij/algoritem<br>[pravilno detektirane klasifikacije (čas izvajanja)] | Cartoob<br>(RGB p.t.) | Globinski p.t. | RGB & globinski p.t. |
|---|-----------------------|----------------|----------------------|
| 1. temnejša oblačila  | 77 % (41ms)           | 0 % (3000ms)   | 0 % (35ms)           |
| 2. svetlejša oblačila   | 77 % (41ms)           | 0 % (3800ms)   | 0 % (40ms)           |

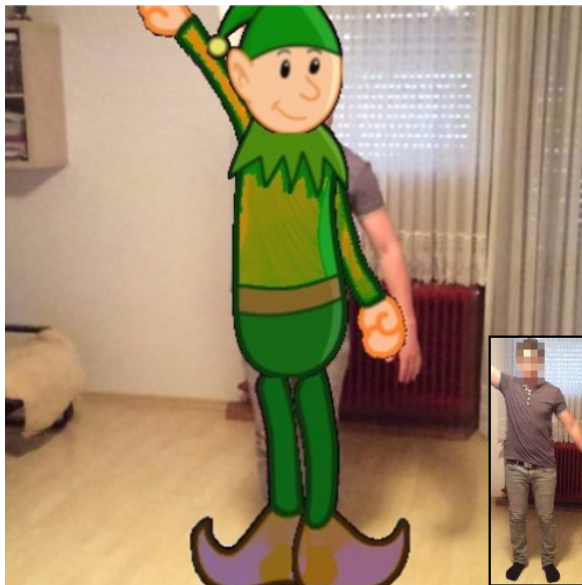




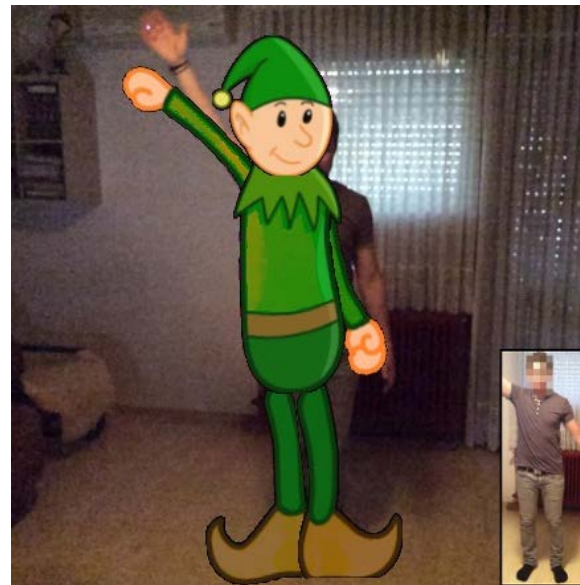
# Scenarij notranjega prostora (4/4)

- Delovanje v slabših svetlobnih pogojih.

| podscenarij/algorithm<br>[pravilno detektirane klasifikacije (čas izvajanja)] | Cartoob<br>(RGB p.t.) | Globinski p.t. | RGB & globinski p.t. |
|---|-----------------------|----------------|----------------------|
| 1. difuzna umetna svetloba  | 66 % (41ms)           | 44 % (3000ms)  | 88 % (35ms)          |
| 2. delno zatemnjen prostor  | 22 % (41ms)           | 33 % (3800ms)  | 88 % (40ms)          |
| 3. zatemnjen prostor  | 0 % (41ms)            | 33 % (3800ms)  | 33 % (40ms)          |



1.



2.



# Primerjava

|  | Cartoob  | Naš algoritem  |
|--|--|--|
| Podatkovni tok                                   | RGB  | RGB in globinski                                     |
| Skupni rezultat - točnost<br>(brez scenarija 3*) | 36%  | 56%  |
| Prekrivanje                                      | Predefinirana množica<br>(27 poz)                  | Na osnovi posameznih<br>delov telesa                 |
| Odzivni čas<br>(brez scenarija 3*)               | Konstantno: 41 ms                                  | Povprečje: 77,5 ms                                   |
| Trepetanje izrisanega lika                       | Malo trepetanja                                    | Nekoliko večje trepetanje<br>posameznega dela telesa |
| Slabši svetlobni pogoji                          | Difuzna umetna svetloba<br>že povzroči nedelovanje | Deluje v zelo temnem<br>prostoru                     |
| Delovanje na prostem                             | Dobra detekcija                                    | Slaba detekcija (problem<br>Structure senzorja*)     |

\* anomalije v podatkih zaradi strojne opreme



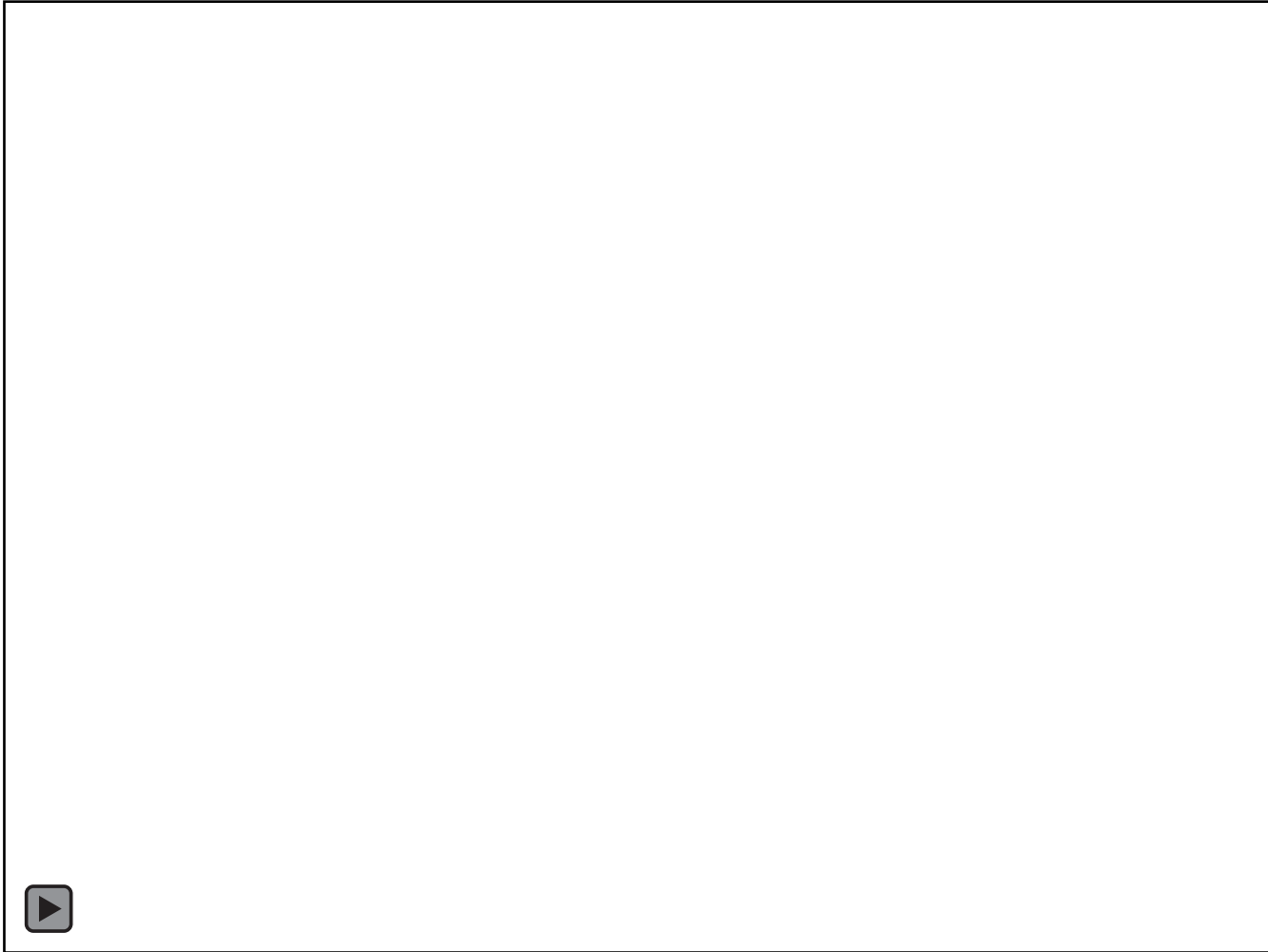


# Testiranje





# Testiranje (video)





# Prihodnost

- Mobilni telefon: Lenovo Phab 2 Pro:
  - Partnerstvo s podjetjem Google.
  - Tango (sistem za zaznavo).
  - Obogatena resničnost.



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za računalništvo  
in informatiko



HVALA ZA POZORNOST

ROSUS,  
Maribor,  
23. 3. 2017