



# Zaznavanje ovir pri avtonomni plovbi

**Janez Perš**

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

Avtorji gradiva

**Laboratorij za strojno  
inteligenco,**  
Fakulteta za elektrotehniko  
Univerza v Ljubljani

**Laboratorij za umetne vizualne  
sisteme**  
Fakulteta za računalništvo in  
informatiko  
Univerza v Ljubljani

**Harpha Sea, d.o.o.**  
Koper  
**Sirio, d.o.o.**  
Koper



# Senzorji, ki spadajo zraven

---

## Navadne in specializirane barvne kamere

---



RGB kamera



Stereo RGB (globinska) kamera

## Napredni senzori

---



LIDAR



Polarizacijska kamera



RADAR



Termalna kamera



# Dolgoročni cilj zaznave okolice



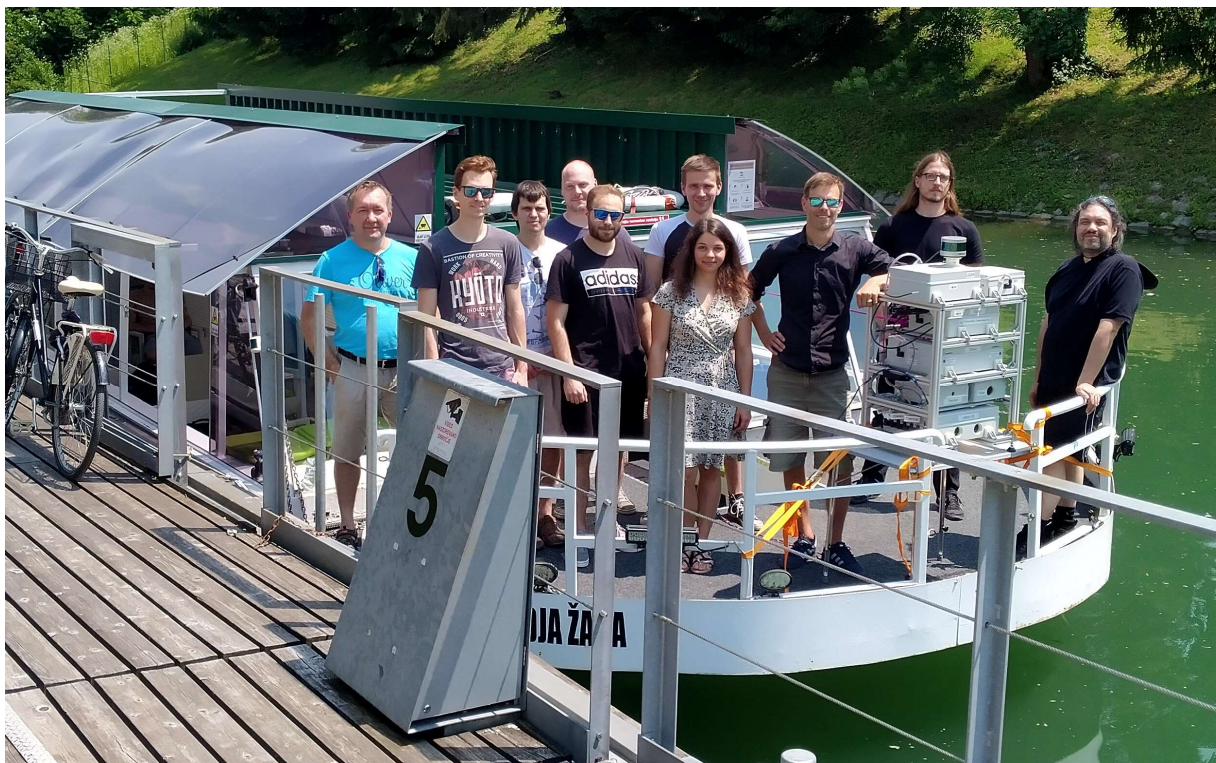
Slika: Harshit Kumar, 2021

- **panoptična segmentacija prizora**
- Vsaka točka na sliki ima oznako, čemu pripada (avto, kolo, drevo, cesta, pločnik, človek)
- Vsaka točka na sliki ima tudi dodatno oznako indeksa: oseba 1, oseba 2, avto 1, avto 2, motor 1, motor 2...



# Kako se lotiti tega problema?

---



- Zajem podatkov na Ljubljani
- Senzorski sistem
- Raziskovalci ter študenti (poletni projekt 2020).



# Algoritmi zaznavanja okolice: računalniški vid

---

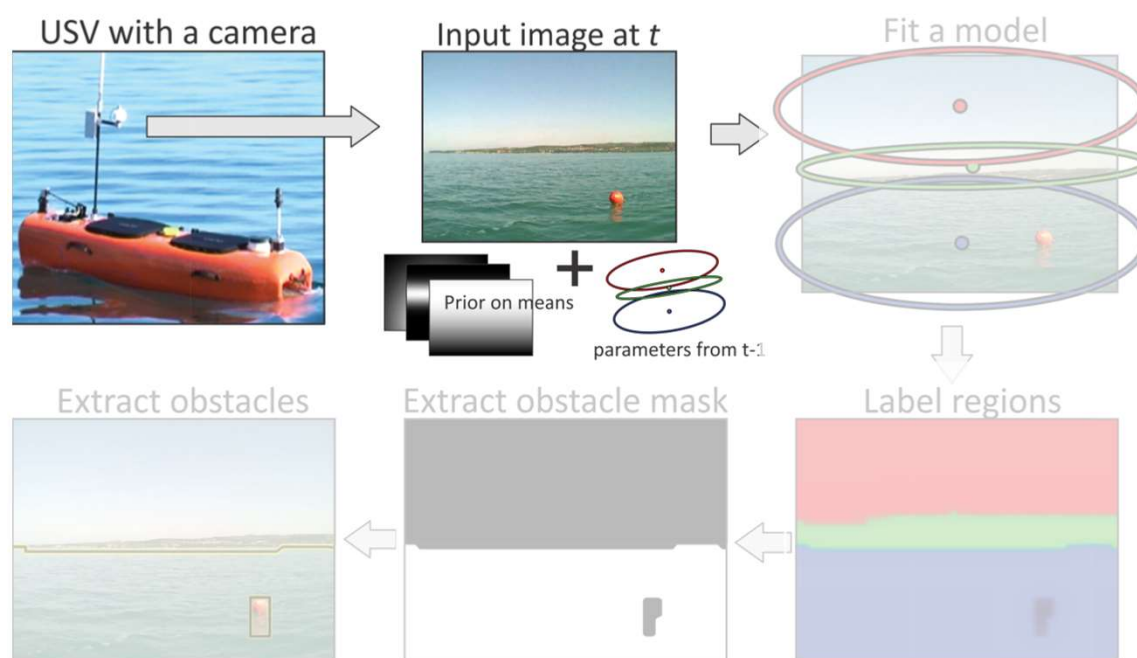
V računalniškem vidu poznamo v glavnem dva pristopa:

- „**Ročno programirani**“ algoritmi
  - Pogosto v uporabi v kontroli kvalitete v industrijskih procesih
  - Potrebujejo ekspertno znanje (programer mora vedeti, kako izgleda npr. izdelek, ki ga kontroliramo)
  - Rabijo malo podatkov
- Algoritmi na podlagi **globokega učenja**
  - Rabijo specialista za globoko učenje
  - Rabijo veliko količino podatkov za učenje (in znanje dobijo iz podatkov)





# Ročno programiran 2D algoritem za semantično segmentacijo (2016 FE+FRI)

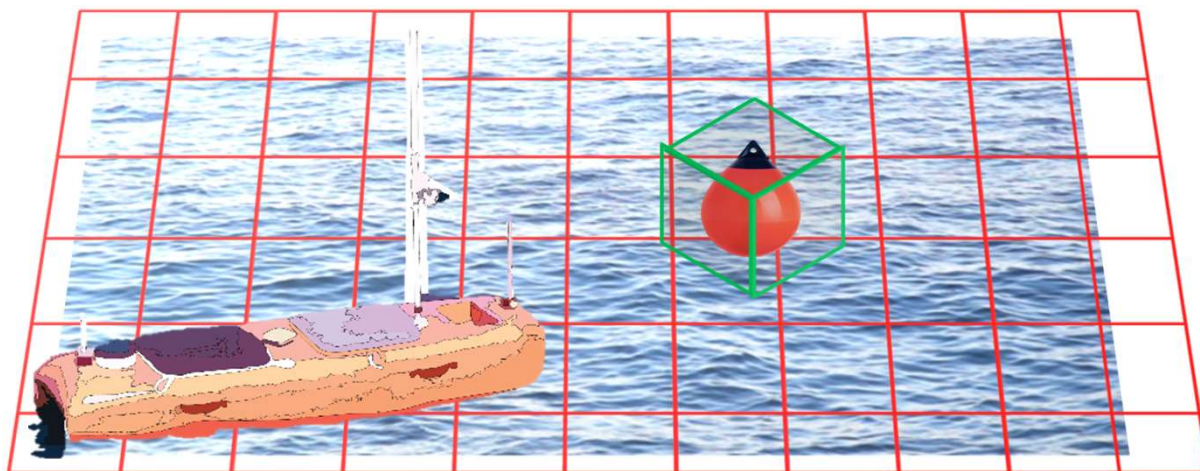


- Vhod: **RGB slika** iz barvne kamere
- Na sliki išče semantično sktrukturo (nebo, obala, morje)
- Ostali dve področji zavrže, ohrani samo **področje vode**.
- “lise” ki odstopajo od modela barve vode razglasi za **ovire**.

M. Kristan, V. Sulič Kenk, S. Kovačič, J. Perš. Fast image-based obstacle detection from unmanned surface vehicles. IEEE transactions on cybernetics. Mar. 2016, vol. 46, no. 3, str. 641-654



# Ročno programiran 3D algoritem (2019 FE)



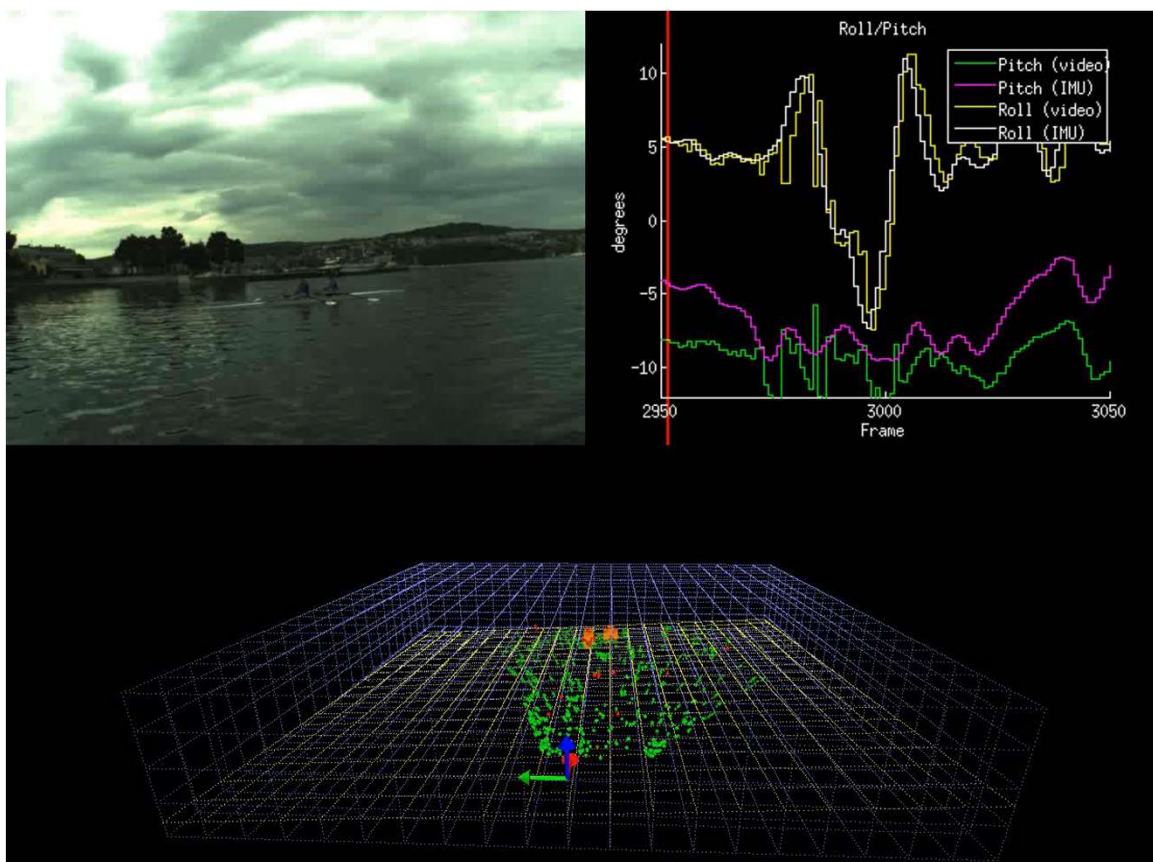
- Vhod: **3D oblak točk** iz stereo kamere
- Prileganje ravnine oblaku točk (= površina morja)
- Odstopanja **and** površino morja so označena kot ovire.
- Delovanje v živo na plovilu: sledenje gumenjaka z 0.5 m/s, 10 slik na sekundo.

J. Muhovič, R. Mandeljc, B. Bovcon, M. Kristan and J. Perš, "Obstacle Tracking for Unmanned Surface Vessels Using 3-D Point Cloud," in *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, vol. 45, no. 3, pp. 786-798, July 202

Blueware Slovenija, 11.5.2023



# Ročno programiran 3D algoritem (2019 FE)

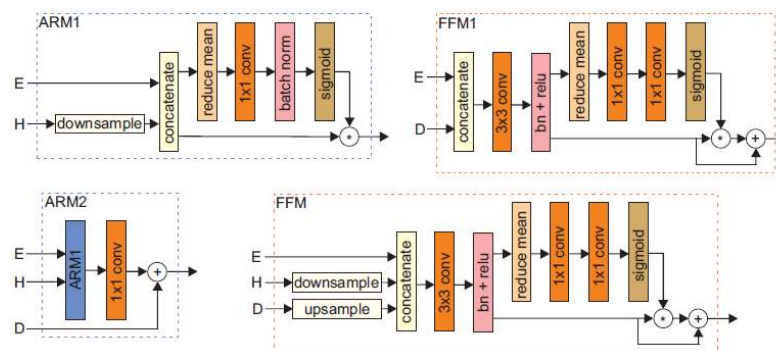
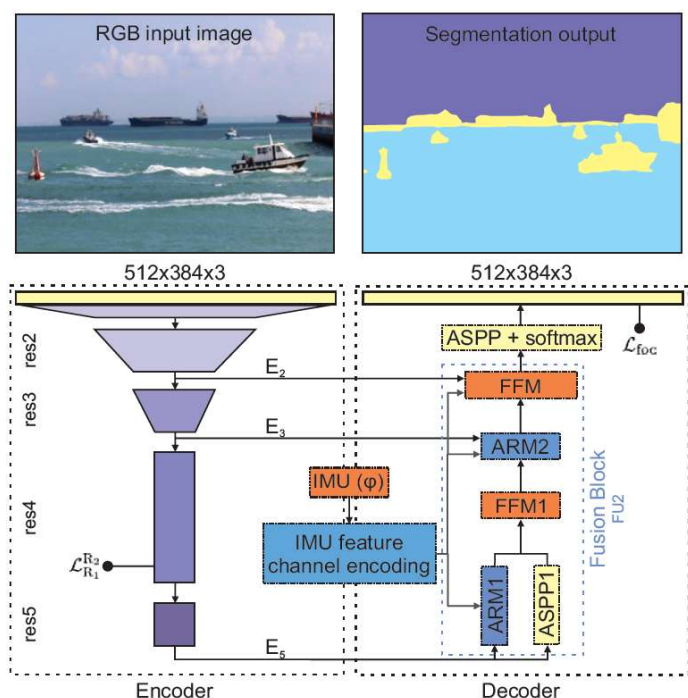


- Dobro deluje na bližnjih ovirah (do 20 metrov)
- Podatki iz inercialnega senzorja (pitch/roll) poveča natančnost izračuna parametrov ravnine
- **Problem: oddaljene ovire**





# Globoko učenje: 2D segmentacija (2021 FRI)

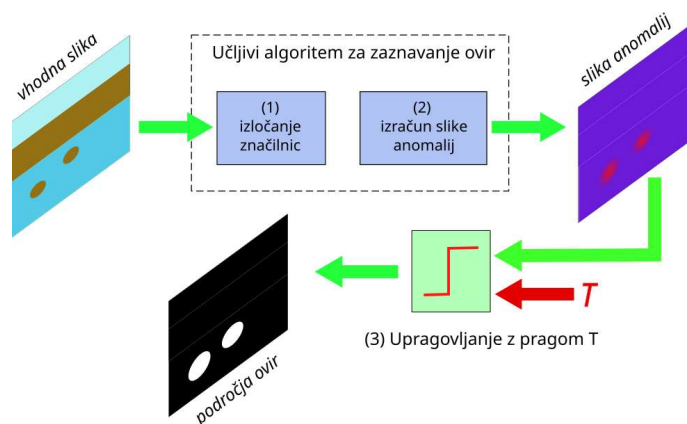


- WaSR – “water-obstacle separation and refinement maritime obstacle detection network”
- **Vhod:** barvna slika, roll (nagib) iz inercialnega senzorja
- **Enkoder** izloči bogate opisnike iz slike (barva/tekstura)
- **Dekoder** naredi segmentacijo na področja in fuzijo
- Globoka nevronska mreža se lahko nauči **širok razpon različnih izgledov vode!**

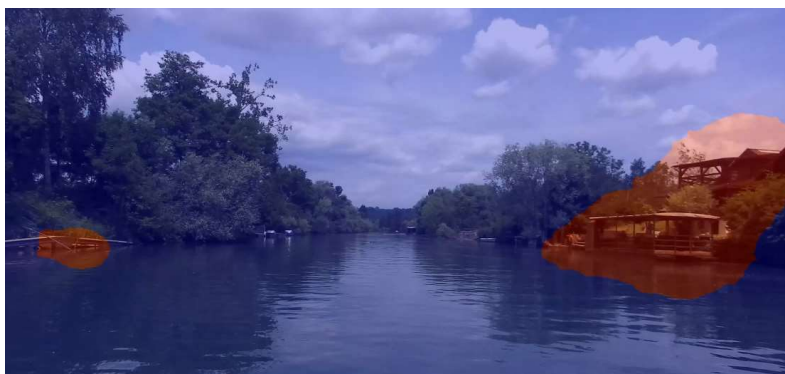
B. Bovcon, M. Kristan. WaSR-a water segmentation and refinement maritime obstacle detection network. IEEE transactions on cybernetics. 2021, str. 1-14



# Globoko učenje: 2D detekcija anomalij (2023 FE)



- Algoritem naučimo **senzorsko modaliteto** (RGB, IR, LWIR) na nepovezanem problemu (npr. cestna vožnja)
- Algoritem naučimo na **normalni** izgled nekega **omejenega** okolja (npr. Ljubljana od Livade do avtocestnega mostu – zelenje in drevesa) v izbrani modaliteti
- Algoritem uporabimo, da nam zazna **anomalije** v slikah – stvari, ki jih ni srečal med učenjem: ovire, ljudi, hiše, mostove, pomole...
- Prednost: zahteva **izjemno malo** ročnega dela



Blueware Slovenija, 11.5.2023





---

# Hvala

