Aplikativna uporaba segmentacije osnovane na globokem učenju

Danijel Skočaj, Domen Tabernik, Borja Bovcon,
Vitjan Zavrtanik, Matej Kristan

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

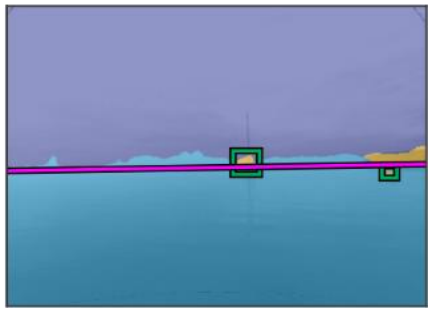
ROSUS, Maribor, 21. 3. 2019

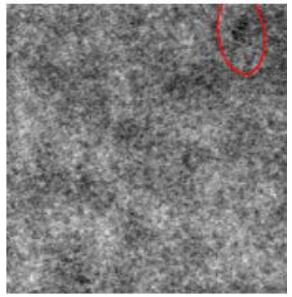
Univerza *v Ljubljani*
Fakulteta *za računalništvo*
in informatiko

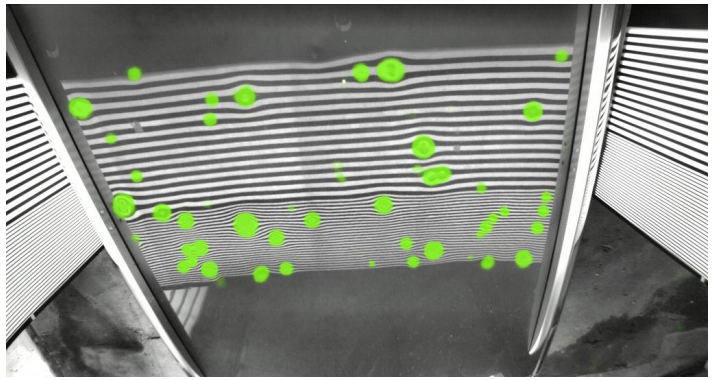
Segmentacija slik za različne aplikacije

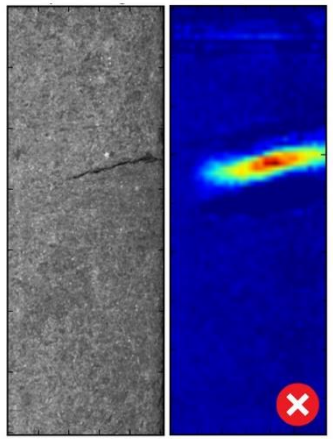
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko

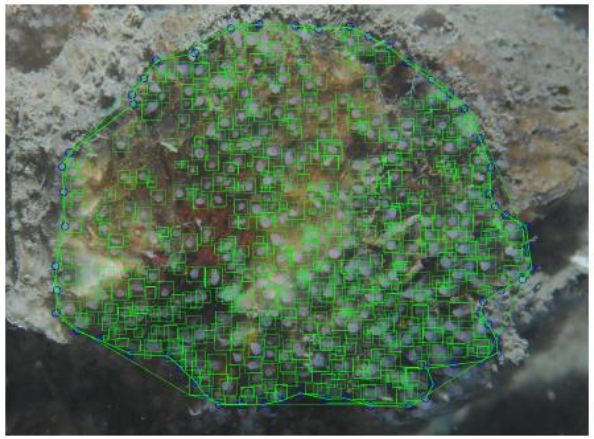
- Detekcija ovir na vodni površini
- Detekcija vizualnih defektov na površinah
  - Tablete v farmaciji
  - Industrijski izdelki
  - Poškodbe na avtomobilu
- Štetje polipov





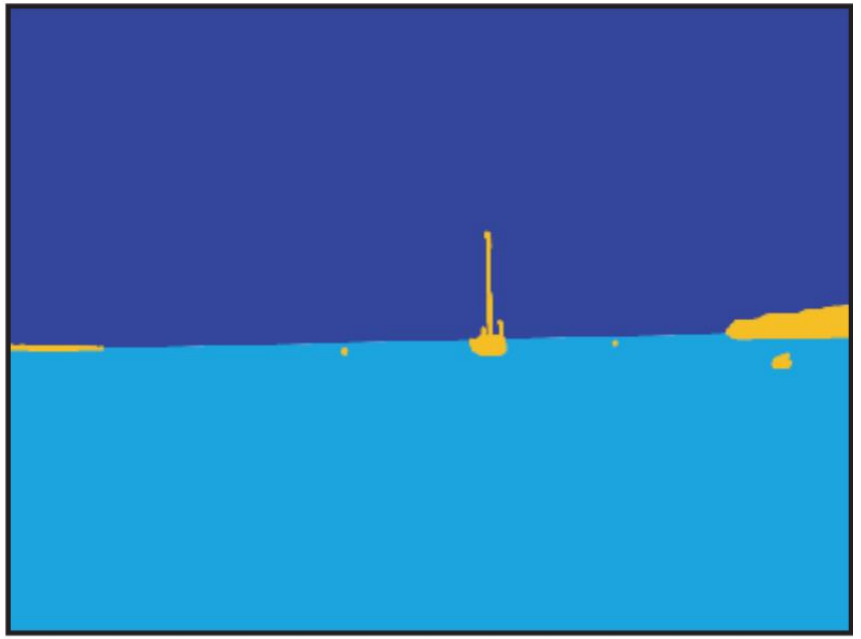






Semantična segmentacija

- Učne slike in segmentacijske maske
- Cilj učenja: izhod segmentacijskega procesa naj bo čim bolj podoben podani segmentacijski maski



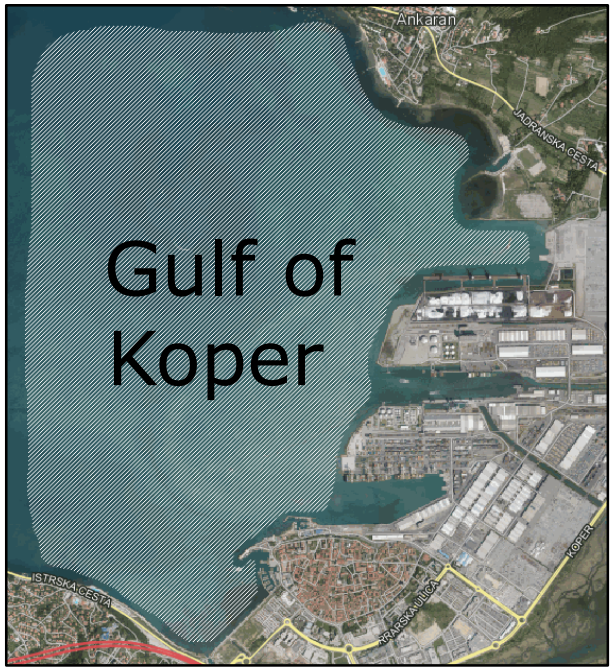
Detekcija ovir na vodni površini

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko

- Detekcija na osnovi segmentacije
- Testna množica slik (Modd2 dataset)
  - 28 sekvenc različnih dolžin (11675 slik)
  - HD ločljivost (1278x958)
  - Različni vremenski pogoji in čas zajemanja

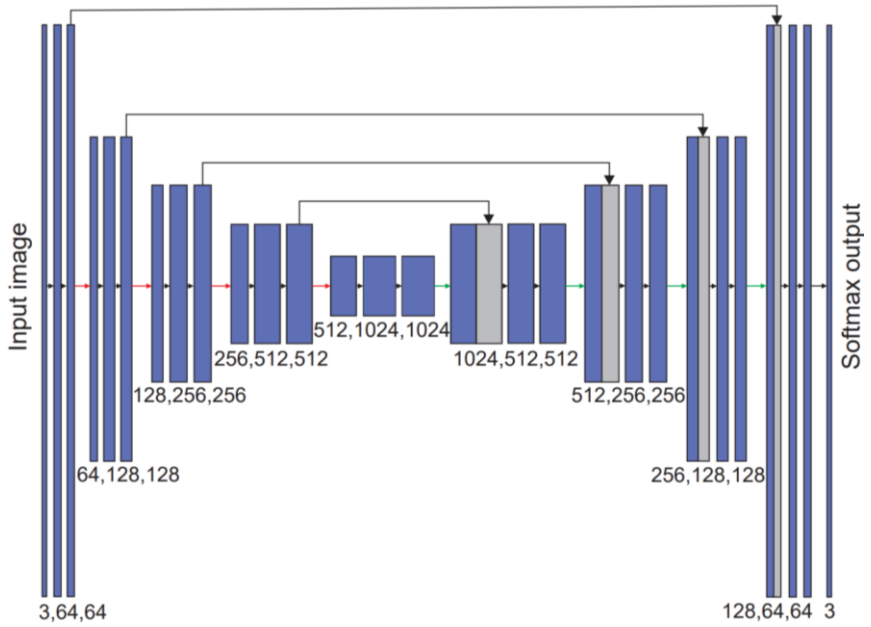
Projekt ViAMaRo (2017-2020)

[Bovcon et al., RAS 2018]

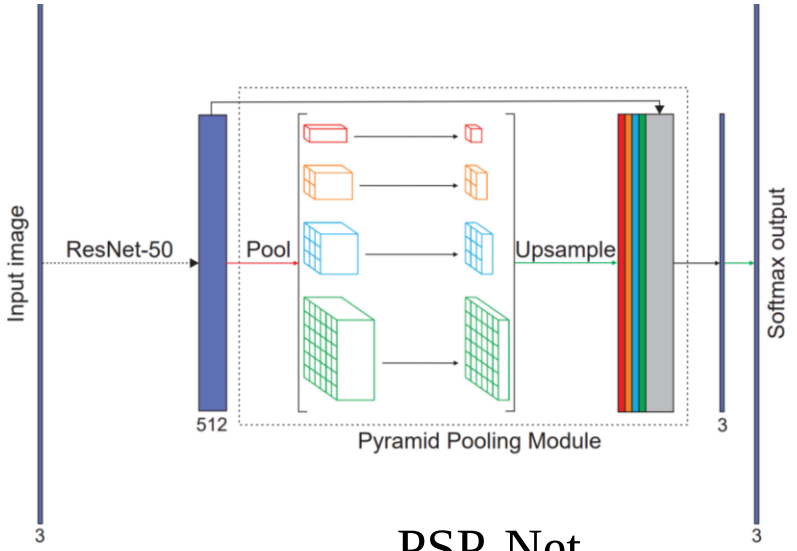


Segmentacijske arhitekture

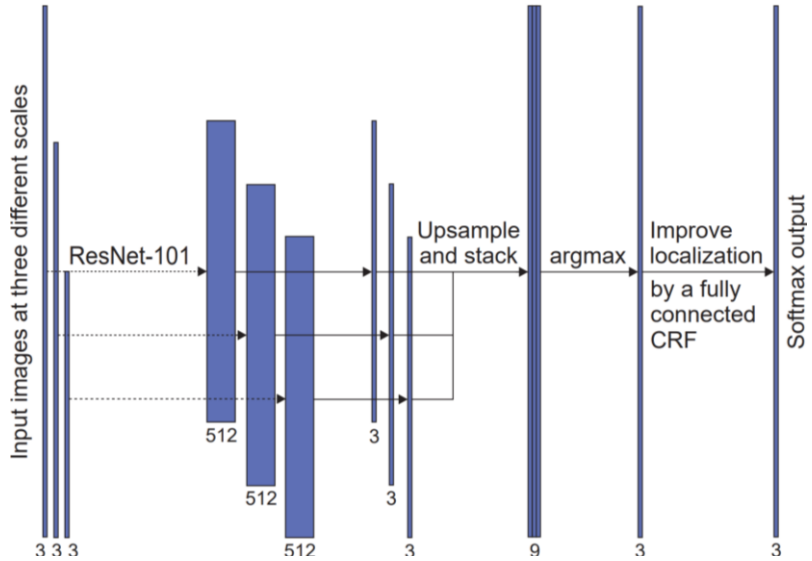
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko



U-Net
[Ronneberger et al., MICCAI 2015]



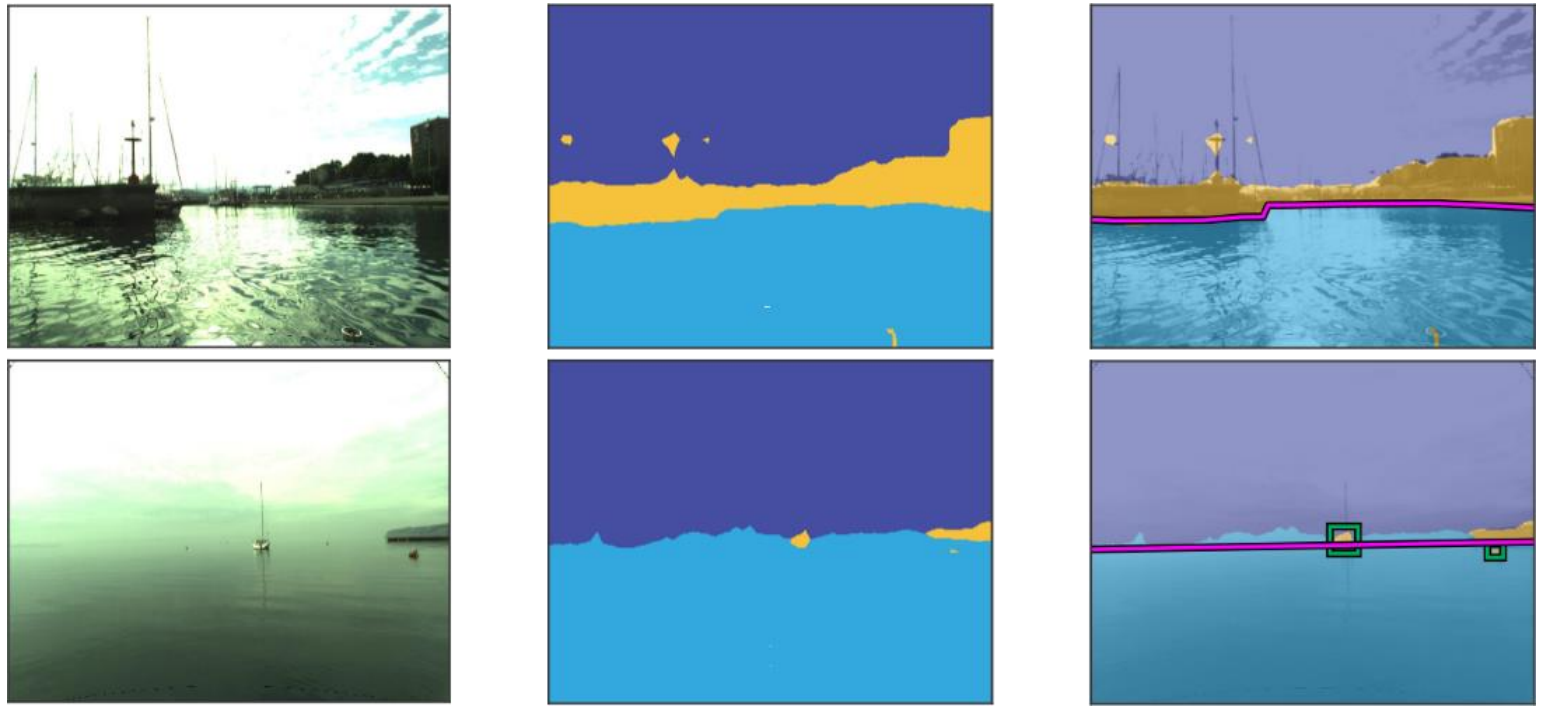
PSP-Net
[Zhao et al., CVPR 2017]



DeepLab2-CRF
[Chen et al., TPAMI 2018]

Eksperimentalni rezultati

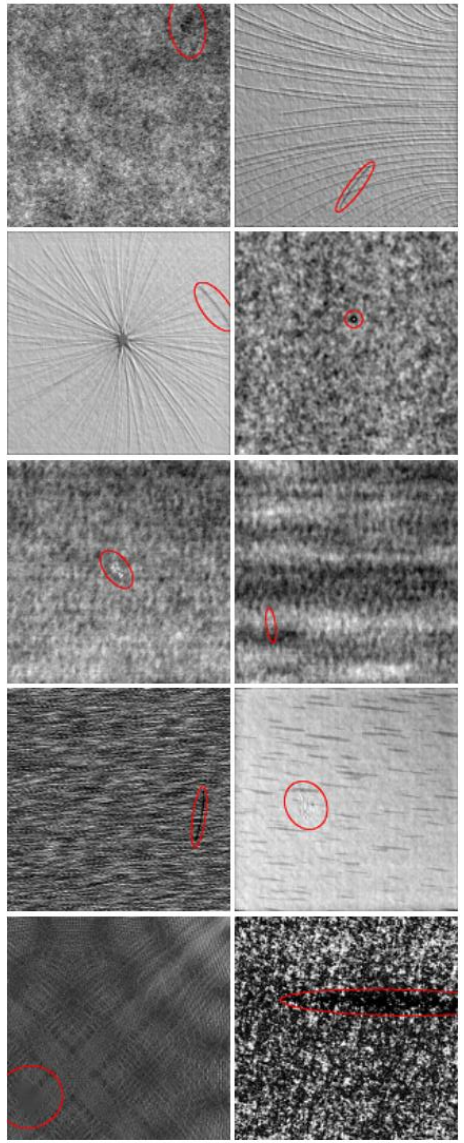
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko

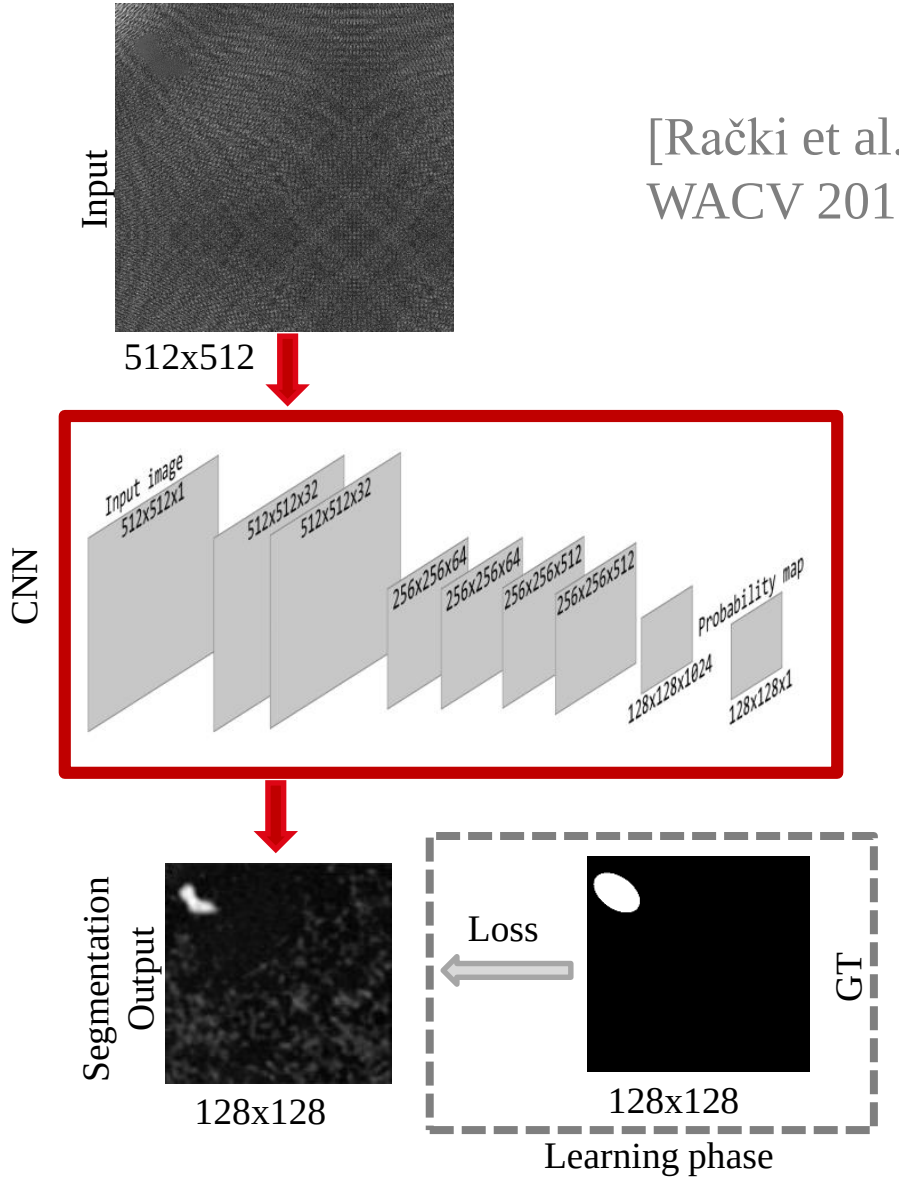


	RMSE	TP	FP	FN	F-measure
U-Net	0.128 (0.115)	153	4686	526	0.055
PSP-Net	0.073 (0.101)	318	**94**	361	0.583
DeepLab-v2S	**0.045 (0.065)**	**388**	447	**291**	0.513
DeepLab-v2M	0.044 (0.058)	361	117	318	**0.624**

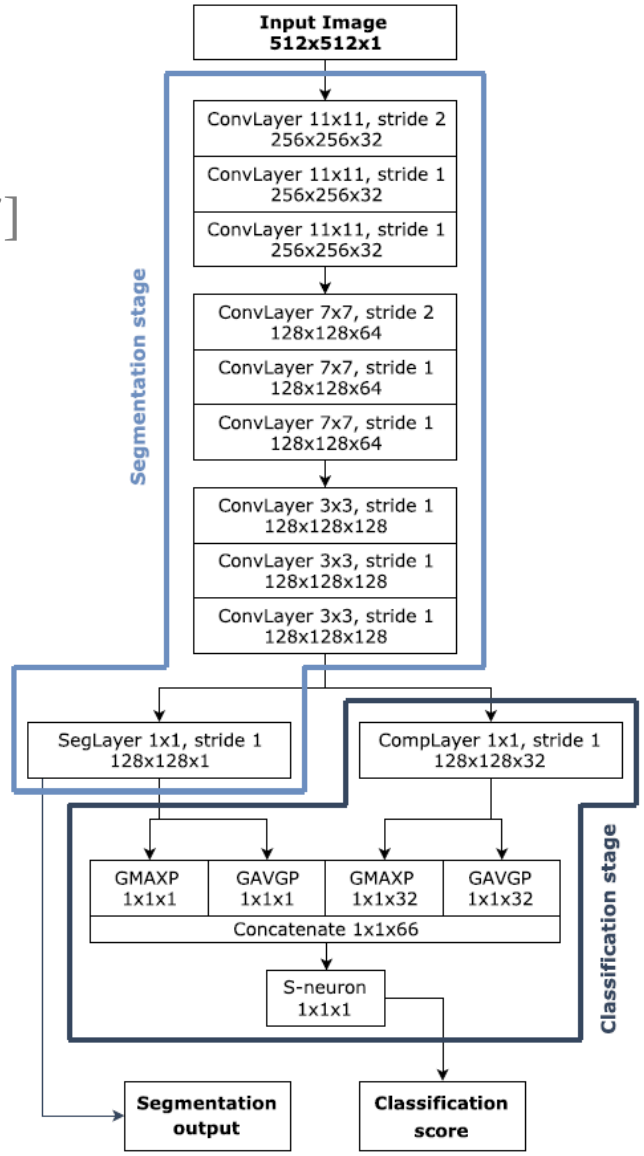
Detekcija anomalij na površinah

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko





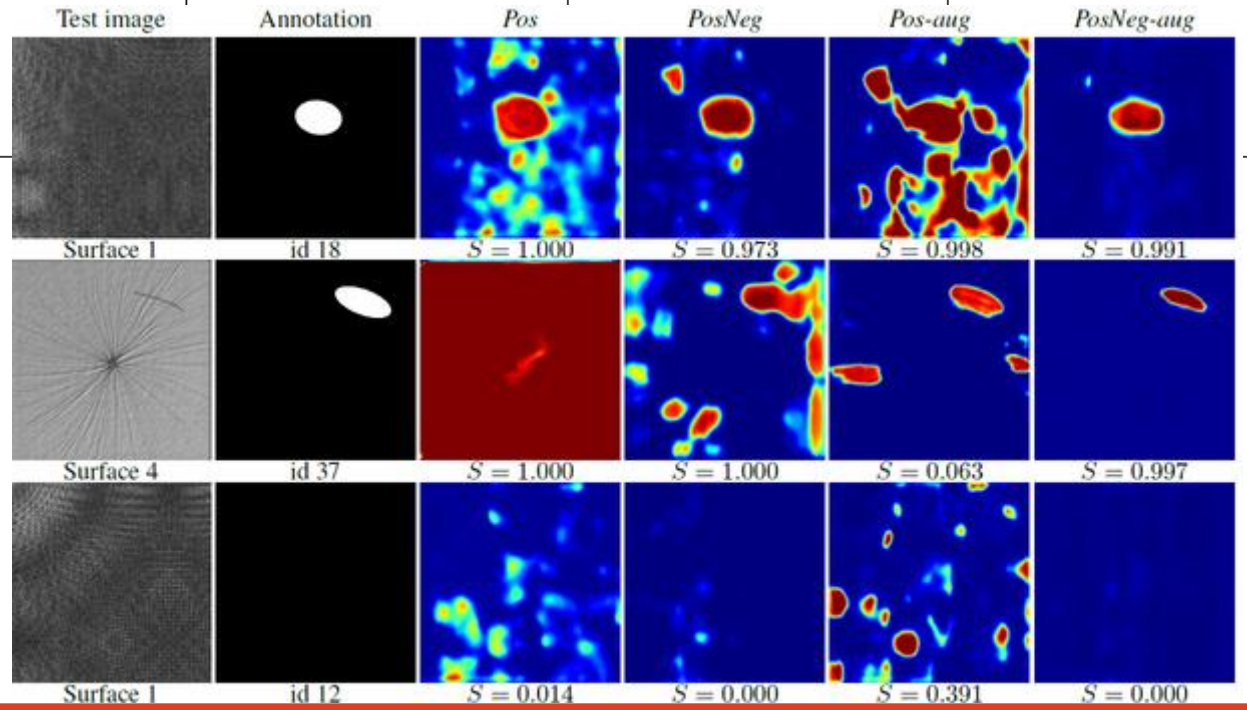
[Rački et al., WACV 2017]



Detekcija anomalij na površinah

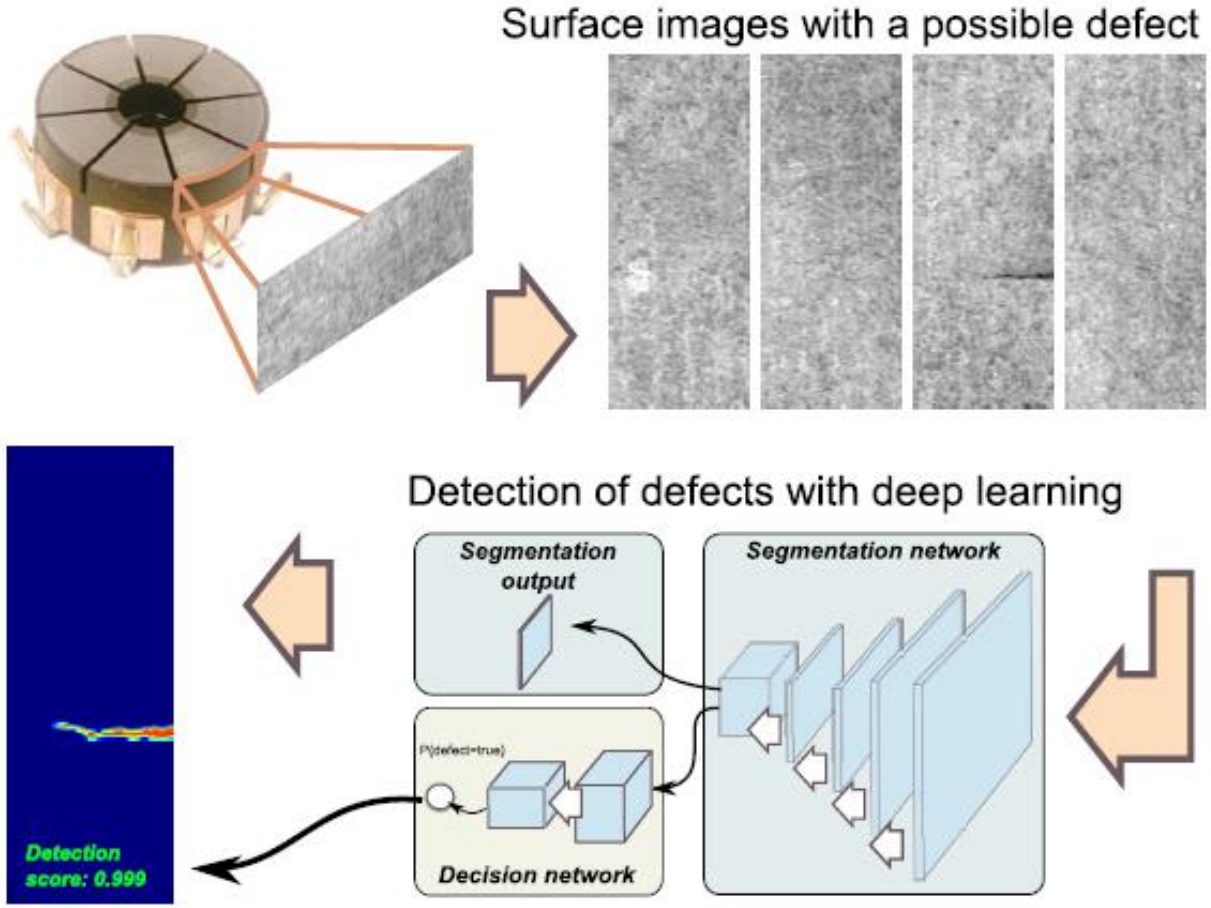
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

Surface	*Ours*		*Weimer et. al. [24]*		*Statistical feat. [20]*		*SIFT and ANN [25]*		*Weibull feat. [23]*	
	TPR	TNR	TPR	TNR	TPR	TNR	TPR	TNR	TPR	TNR
1	100	98.8	100	100	99.7	99.4	100	98.9	98.0	87.0
2	100	99.8	97.3	100	80.0	94.3	91.3	95.7	-	-
3	100	96.3	100	95.5	100	99.5	100	98.5	100	99.8
4	98.5	99.8	98.7	100	96.1	92.5	-	-	-	-
5	100	100	100	98.8	96.1	96.9	100	98.2	100	97.2
6	100	100	99.5	100	96.1	100	100	99.8	100	94.9
7	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-
8	100	100	-							
9	100	99.9	-							
10	100	100	-							

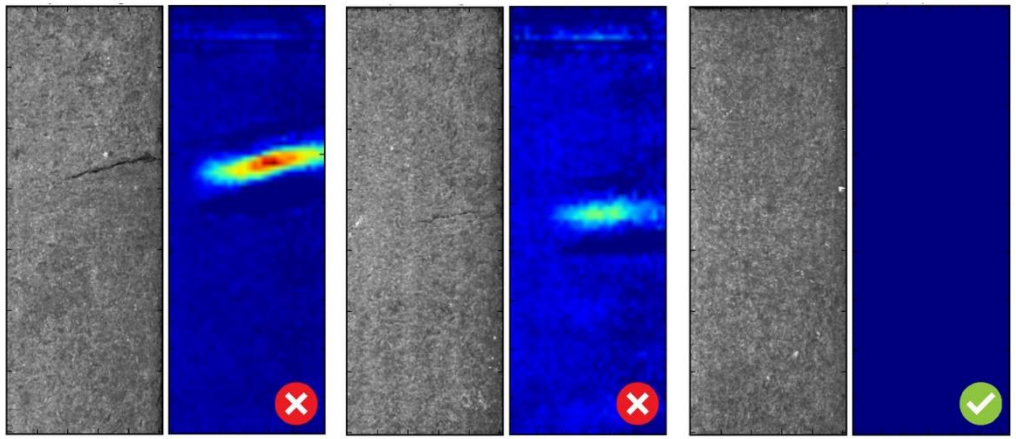


Detekcija površinskih napak

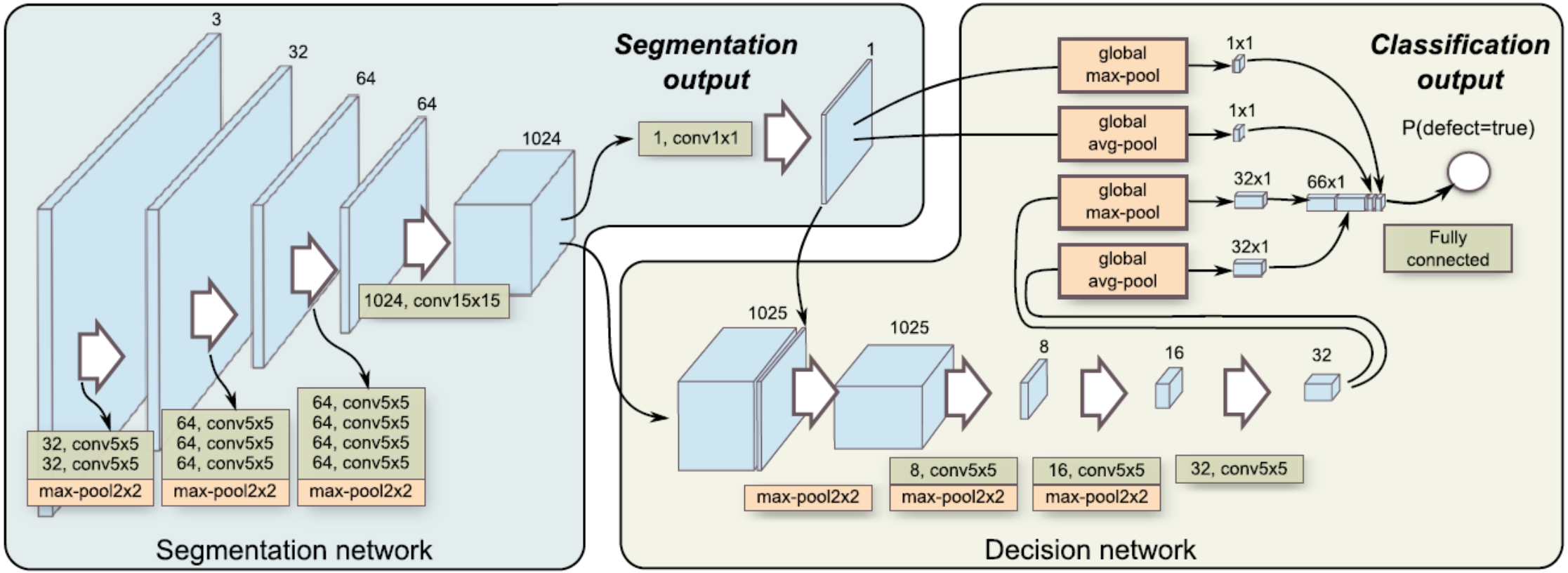
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko



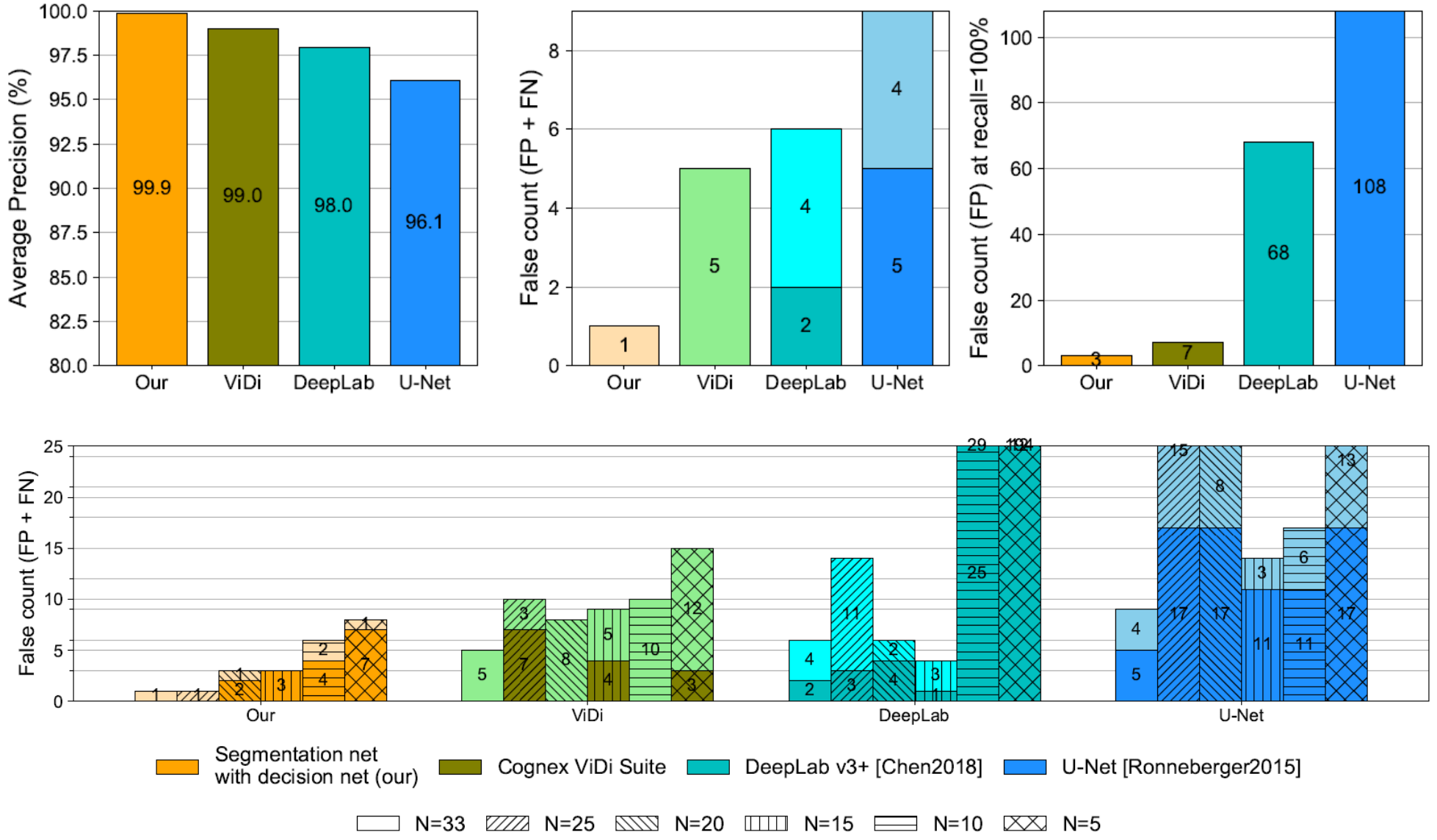
Projekt GOSTOP (2016-2020)



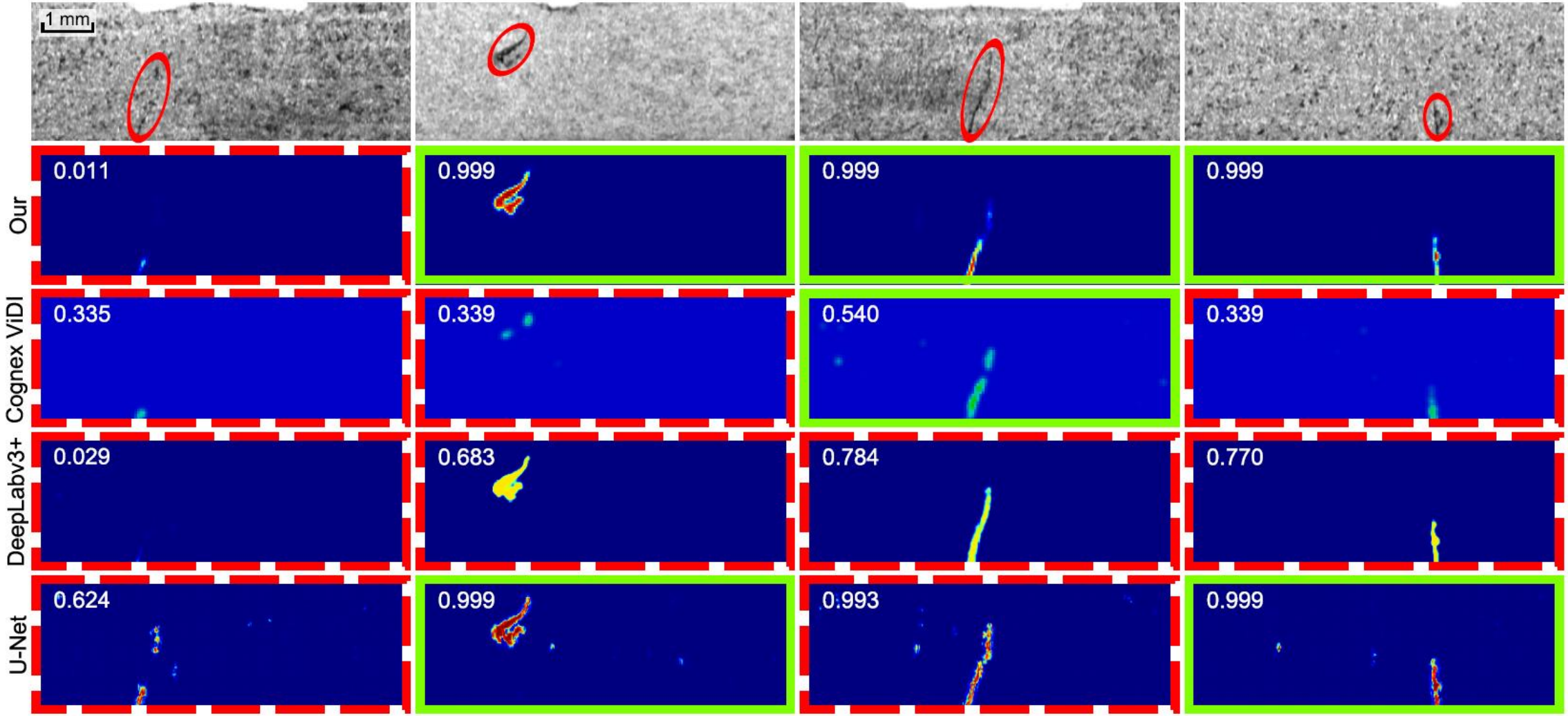
Arhitektura rešitve



Kvantitativni rezultati



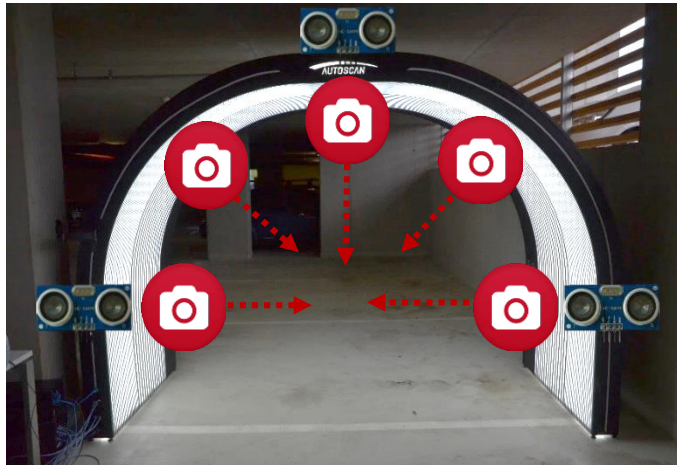
Kvalitativni rezultati

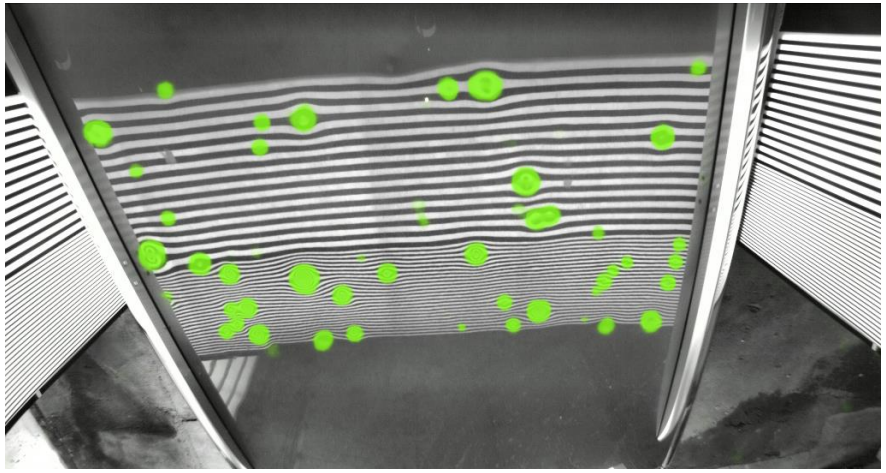


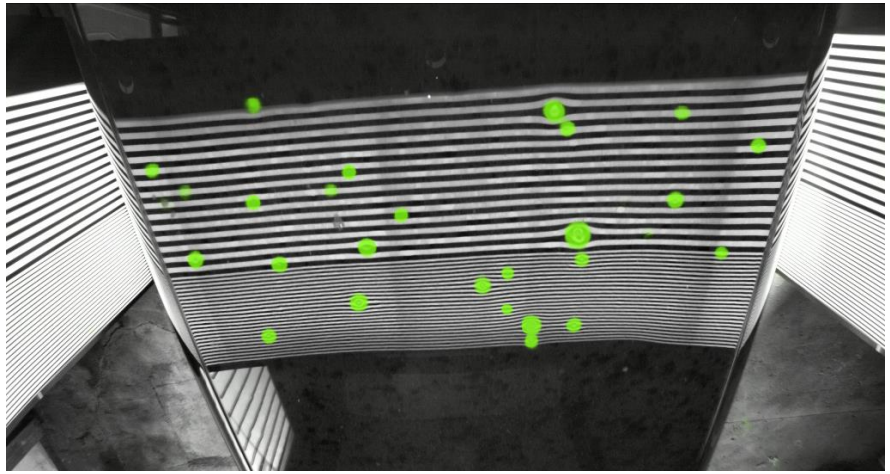
Detekcija in segmentacija udrtin

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

Projekt AutoScan (2016-2017)

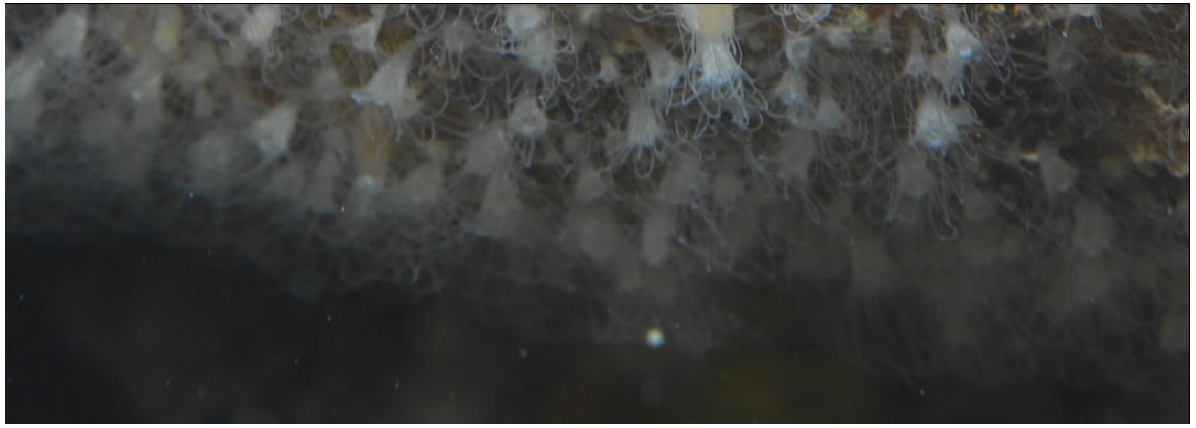


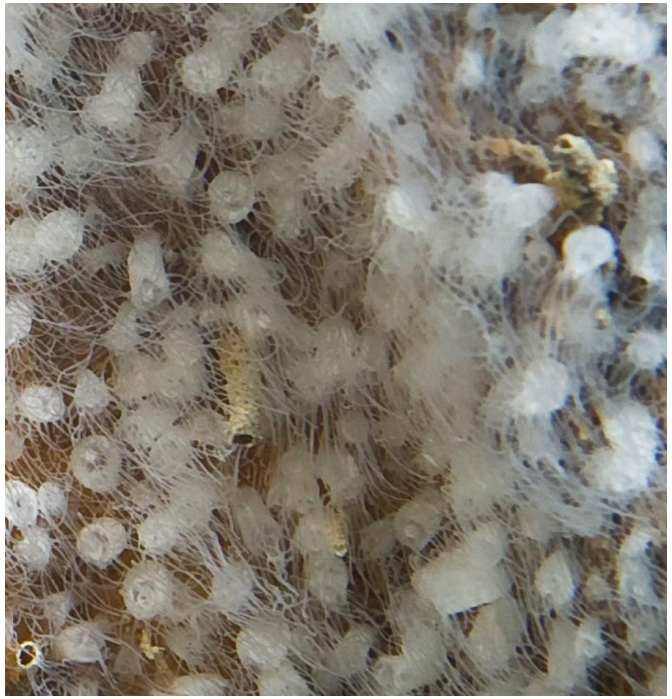


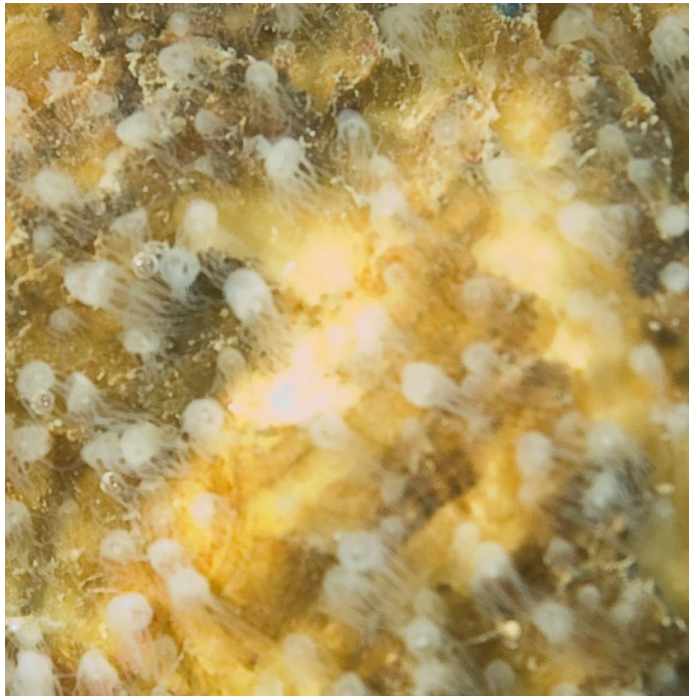


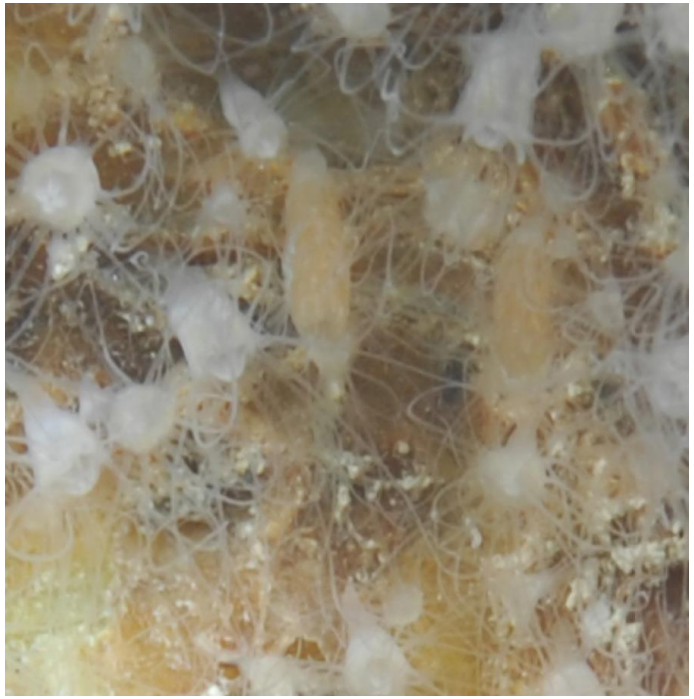
Štetje polipov

- Štetje na osnovi segmentacije
- Izzivi avtomatskega štetja
  - Variabilnost izgleda
  - Prisotnost meglenja
  - Močna prekrivanja





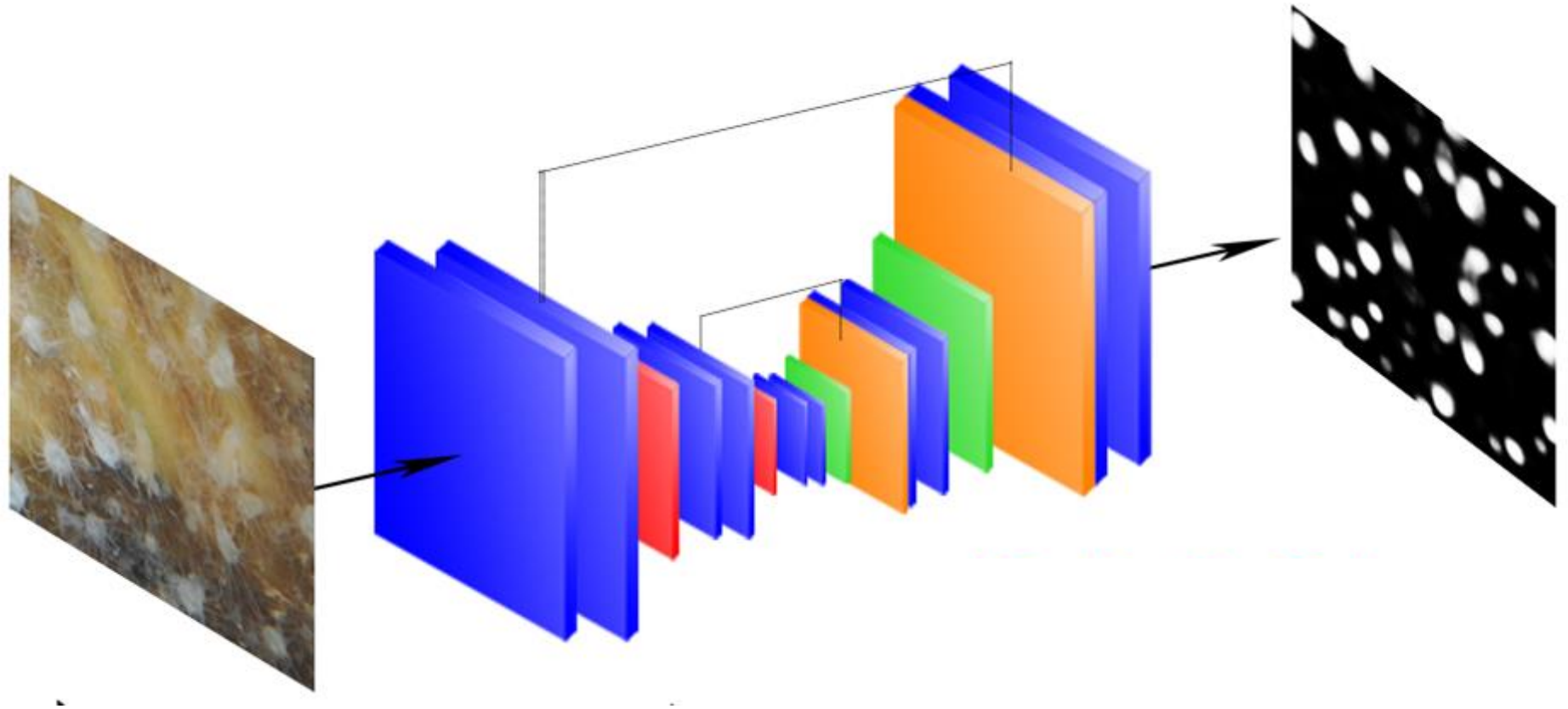




Pristop PoCo v2.0 – preslikovalna funkcija

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo in informatiko

- Segmentacijska arhitektura tipa U-Net za modeliranje $f(slika)$:

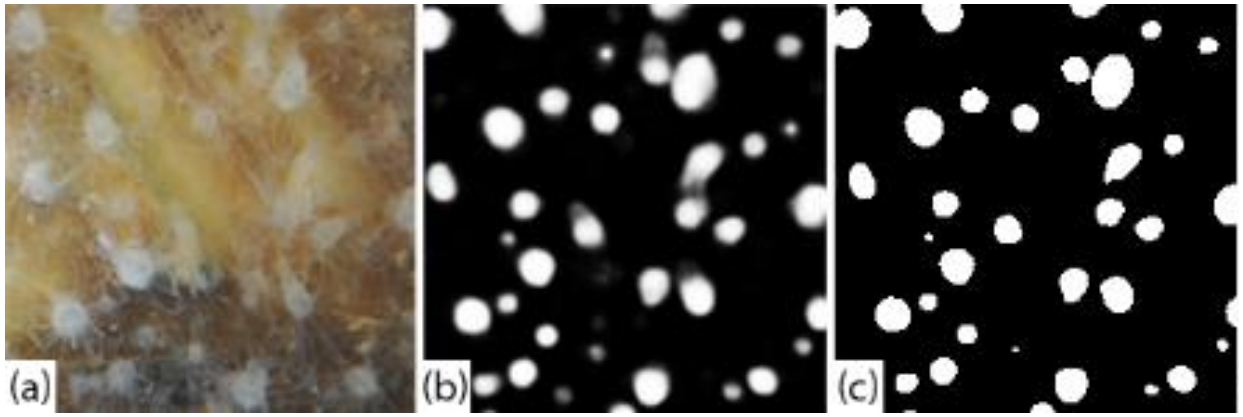


- Za vsak slikovni element naredi predikcijo verjetnosti, da pripada polipu

Pristop PoCo v2.0 – lokalizacija

- Upragovanje mape verjetnosti pripadnosti = binarna maska

Input image CNN seg $p > \theta$



- Razvoj algoritma za detekcijo lokacij in radijev cirkularnih simetrij

Zavrtanik, Vodopivec, Kristan, *A segmentation-based approach for polyp counting in the wild*, submitted (2019)

Podatkovna zbirka za evalvacijo

- Učna množica: 37 slik ostrig (488x2844)
  - Enkratna anotacija ~40k polipov
- Testna množica: 7 slik ostrig
  - Več anotatorjev anotiralo vseh 7 slik, anotacije združili, nato zopet preverili

Image	Volunteer 1			
	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4
#5	490	472	576	597

Image	Expert diver	Expert annotator	Volunteer	Ground truth	Relative error (max.)
#1	358	378	397	455	17 %
#2	617	571	561	655	14 %
#3	455	453	462	543	17 %
#4	637	678	715	770	17 %
#5	622	676	744	723	14 %
#6	336	296	270	350	23 %
#7	384	304	323	398	24 %

- Povprečna relativna napaka 18% ($\sigma = 4\%$) – max 24%!

Primerjava PoCo 2.0 vs SOTA

- Primerjava z najboljšimi obstoječimi metodami
- Uspešnost napovedovanja lokacije polipov (AR)
- Uspešnost napovedovanja števila polipov (Ratio)

Method	Ratio	Rel. err.	AP	AR	*F-1*
PoCo2$^{(4,64)}$[3]	**0.99 ± 0.02**	**0.01 ± 0.02**	0.95 ± 0.02	**0.94 ± 0.01**	**0.94 ± 0.01**
PoCo2$^{(4,16)}$[3]	0.96 ± 0.03	0.04 ± 0.03	**0.96 ± 0.02**	0.92 ± 0.03	**0.94 ± 0.01**
PoCo[1]	0.82 ± 0.16	0.23 ± 0.08	0.79 ± 0.08	0.63 ± 0.06	0.70 ± 0.03
RetinaNet[2]	0.92 ± 0.05	0.08 ± 0.05	**0.96 ± 0.02**	0.89 ± 0.04	0.92 ± 0.01

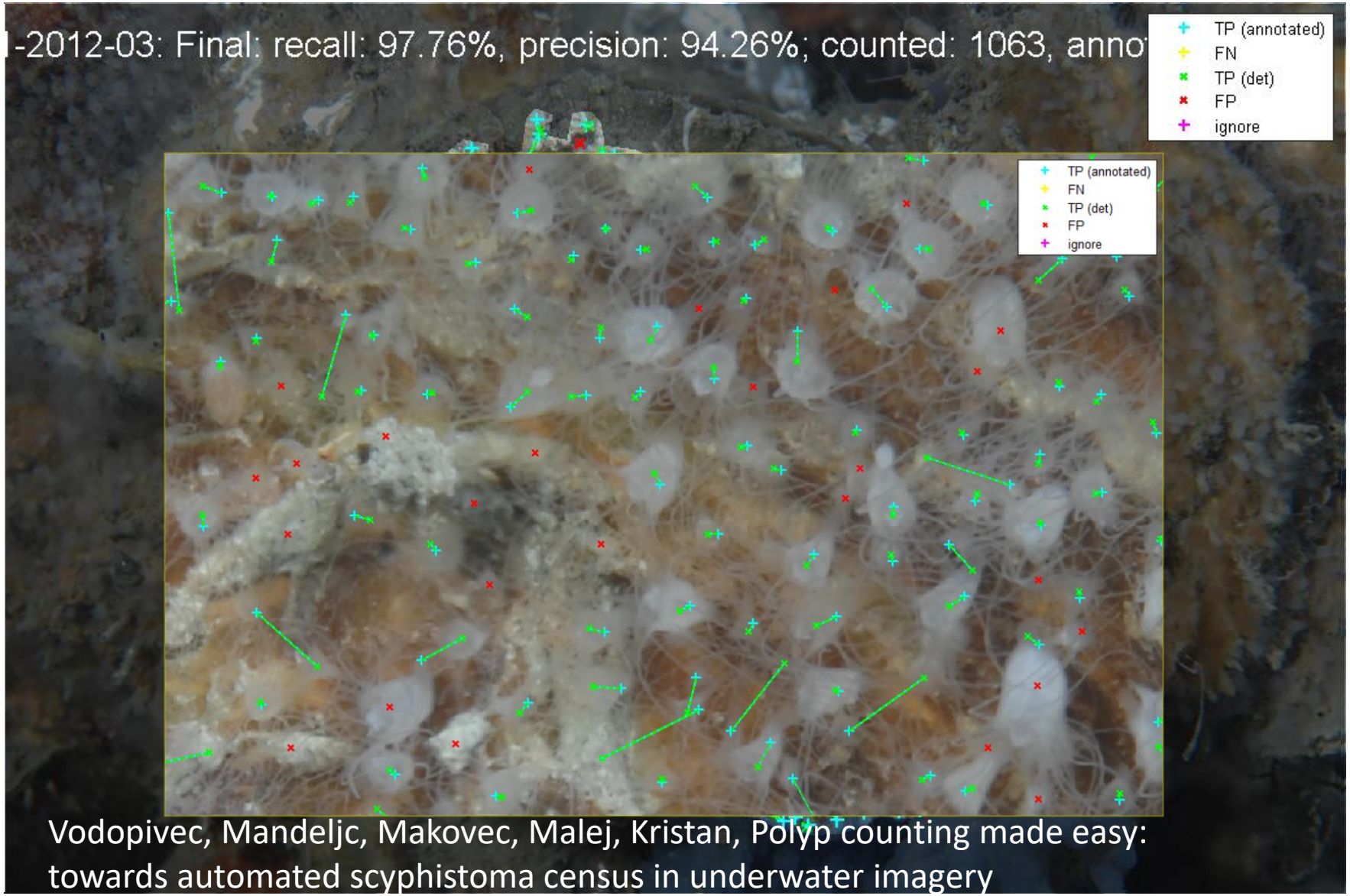
"Human level" ~0.80 ?

[1] Vodopivec, Mandeljc, Makovec, Malej, Kristan, Towards automated scyphistoma census in underwater imagery: a useful research and monitoring tool, Journal of Sea Research, 2018

[2] Lin, Goyal, Girshick, He, Dollár, Focal Loss for Dense Object Detection, ICCV 2017

[3] Zavrtanik, Vodopivec, Kristan, *A segmentation-based approach for polyp counting in the wild*, submitted (2019)

Štetje (polipov)



Vodopivec, Mandeljc, Makovec, Malej, Kristan, Polyp counting made easy: towards automated scyphistoma census in underwater imagery

Zaključek

- Velika možnost uporabe segmentacije
  - Za različne aplikacije
- V kombinaciji s klasifikacijo in drugimi kriterijskimi funkcijami
  - Eleganten/splošen način reševanja problemov
- Reševanje problemov z učenjem na osnovi podatkov
  - Ključna kvaliteta učne množice