



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za *elektrotehniko*

Računalniški vid 2013/2014

Stanislav Kovačič



<http://vision.fe.uni-lj.si/>



Kaj je računalniški vid?

Računalniški vid (RV) je vid računalnika.

RV je znanstveno, raziskovalno, razvojno področje, je tehnologija.

RV se ukvarja s pridobivanjem simboličnega opisa prizora (sveta) iz ene ali več slik.

RV se pogosto enači s strojnim vidom (SV), kar vzeto nekoliko bolj dosledno, ne drži.

Motivacija: da bi stroj videl kot človek



Cilji predmeta

- Spoznavanje osnovnih načel umetnih vidnih zaznavnih sistemov
- Spoznavanje nekaterih tehnologij vidnega zaznavanja s primeri iz avtomatike, industrijske informatike in robotike.
- Osvojiti nekatera temeljna znanja, ki so potrebna za razumevanje, načrtovanje, razvoj in uporabo sistemov računalniškega oz strojnega vida.



Kdaj in kje se je začel RV?

1966: Marvin Minsky izbere problem RV za dodiplomsko poletno šolo.

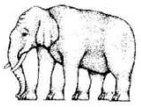
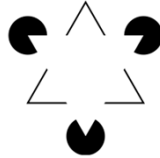
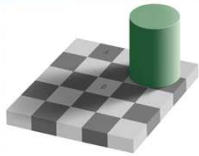
Cilj: rešiti problem računalniškega vida

2013: Konference: ICCV, ECCV, CVPR, ICPR, ACCV, ...
Revije: IJCV, IEEE T-PAMI, PR, CVIU, ...

Vprašanje: smo rešili problem? [DA/NE]



Je RV zahteven?



How many legs does this elephant have?



Optimizem?

- RV pridobiva širšo prepoznavnost
 - Mobilniki
 - Splet
 - Avtomobilska industrija
 - Zabavna industrija
 - Šport
 - Zdravstvo, medicina
 - Varnost, promet
 - Prehrana
 - Biometrija
 - Kinect
 - ...
- RV postaja široko dostopen RR
 - "nekaj se bo zgodilo" in enkrat bo stroj videl (skoraj) kot človek 😊



Do kje smo prišli?



Ali je nujno/potrebno,
da stroj vidi kot človek?
Ali stroj lahko vidi bolje
kot človek?

RV ponuja rešitve na ozkih področjih uporabe

Na primer industrija:

merjenje, pozicioniranje, kontrola površine, kontrola
oblike, barve, ...

Ni splošen, rešitve niso direktno prenosljive

Ni robusten, ne deluje v različnih (vsakih) okoliščinah



Izoblikovana (pod)področja RV

- Izboljšanje slik in videa
- Segmentacija slik in videa (razčlenjevanje, razgradnja)
- Analiza slik in videa (kvantitativna, kvalitativna)
- Poravnavanje (registracija, usklajevanje)
- 3D rekonstrukcija
- Prepoznavanje objektov
- Kategorizacija
- Vizualno sledenje
- Analiza, razumevanje gibanja
- Razumevanje človeškega vida
- Kognitivni sistemi
- idr



Sorodna področja

Razpoznavanje vzorcev (Pattern Recognition)

Obdelava signalov, obdelava slik, obdelava videa

Umetna inteligenca, inteligentni sistemi, robotika

Računališka grafika

Večpredstavitvenost - Multimedia

Ali RV sploh spada na elektrotehniko? [D/N]

Zakaj na A+I?

Brez elektrotehnike RV ne bi bilo ☺



Literatura

Knjige:

- Trucco, E., Verri, A., Introductory techniques for 3-D computer vision, Prentice Hall, 1998.
- Forsyth, D., Ponce, J., Computer Vision: A Modern Approach, Prentice Hall, 2011.
- Sonka, M., Hlavac, V., Boyle, R., Image Processing, Analysis, and Machine Vision, 2007.
- Szeliski, R., Computer vision, Algorithms and Applications, Springer 2011

Revije:

- IEEE T-PAMI, IEEE T-SMC, ...
- IJCV
- PR, PRL
- CVIU, IVC, ...

Na spletu cel kup zelo dobrih vsebin

- Computer vision compendium;
<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/>
- LSV stran vision.fe.uni-lj.si in spletna stran našega predmeta



Potrebna znanja

Matematika, fizika, računalništvo, signali, sistemi

linearna algebra

numerična matematika

optimizacijske metode

optika, tudi nekaj o človeškem vidu

algoritmi in podatkovne strukture

Matlab, C, OS

konvolucija, korelacija, FFT

naključni sistemi, verjetnostni račun in statistika

teorija informacij

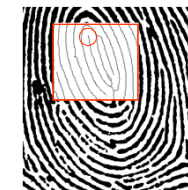
.....



RV pri nas, sedemdeseta leta

Razpoznavanje tipkopisov, rokopisov in prstnih odtisov,
UL FE, ~ 1974 - 1981.

Na roke digitaliziran
prstni odtis ~1977



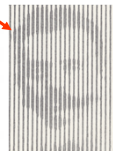


Pozna sedemdeseta leta

- Spomenik Ivanu Cankarju, Cankarjev dom, Ljubljana
- Gorazd Kandus, IJS, 1980
- Slavko Tihec, 1982, (1928 - 1993)



Skenirano na UL FE



Izjemen primer RV v umetnosti tistega časa



Devetdeseta in kasneje

- Industrijski vid
 - vizualno preverjanje keramičnih ploščic
 - vizualno preverjanje livarskih orodij
 - odčitavanje odklonskih inštrumentov
 - vizualno preverjanje zapork (zamaškov)
 - dimenzijsko merjenje kolotov (varnostnega pasu)
 - detekcija oznak vozil s posebnim tovorom
 - površinska kontrola valja motorja
 - Detekcija oči
 - ...



OCR, ICR, Biometrija danes

- Razpoznavanje znakov, "OCR"
 - danes "pride" OCR zastoj skupaj s skenerjem
- Razpoznavanje rokopisov
 - danes "pride" kot dodatek k OS
 - je pa bolj specifična (zahtevna) oblika uporabe
- Razpoznavanje prstnih odtisov
 - danes "cel kup" komercialnih rešitev
 - forenzika, biometrija, kontrola pristopa, ...
 - ponudniki tudi pri nas.



Devetdeseta in kasneje

- "Industrijski OCR"
 - Prvič že leta 1985, sledilo je več diplomskih nalog
 - Danes na tržišču zelo velika ponudba, tudi v Sloveniji
 - Technix, Tech-com, Tensor, TechTrade, Digitech,
 - Vprašanje, koliko slovenskega znanja (RV) je v teh rešitvah?



1995



2000



2005

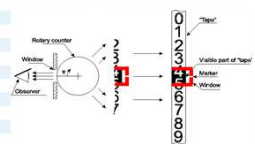



Devetdeseta leta

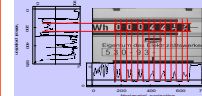
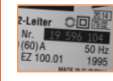
Odčitavanje / Umerjanje električnih števecv

UL FE za Iskra Merilne naprave za Iskraemeco, 1996 - 1998

M. Šalej, Magistrska naloga UL FE, 2005

000441,95
Branje stanja števca

19 596 104
Branje serijske številke

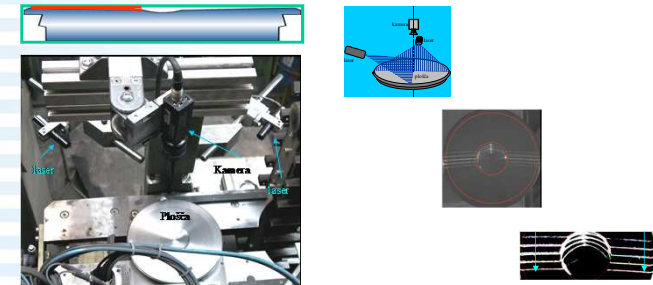
M.Kniewald, P. Rogelj, B.Murovec, 96/99



Devetdeseta leta

Kontrola podstruženosti, 0° - 0,5° določiti na deset razdelkov (0,05°)

UL FE skupaj z Eta Cerkno za Eta Cerkno



Lahajnar 1998-2000



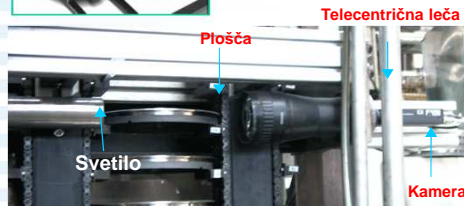
Devetdeseta leta

Optično merjenje dimenzij plošč: 200 x 20 mm ± 0.15 mm

UL FE skupaj z Eta Cerkno za Eta Cerkno



Ponovljivost 1/10 T
Točnost 1/5 T
Čas < 2 s
T = ± 0.15 mm



Lahajnar 1997-1999

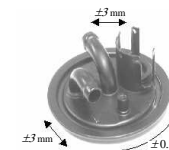
Zdaleč največja uspešnica
tistega časa "pred časom"



Devetdeseta leta

Pozicioniranje in preverjanje tipa oljnih filtrov ≈ 0,5°

UL FE skupaj z Eta Cerkno za tretjega naročnika



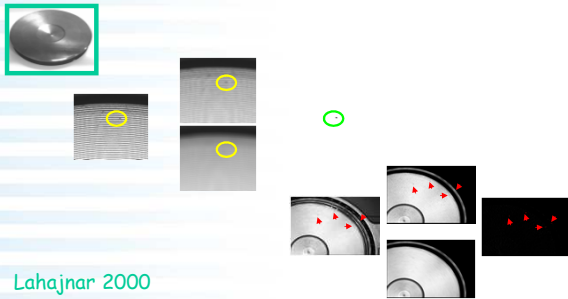
Lahajnar 1999

Zelo napredna rešitev še danes



Devetdeseta in potem

Detekcija različnih površinskih napak $\approx 0,3$ mm
UL FE in BM Vision skupaj z Eta Cerkno za Eta Cerkno



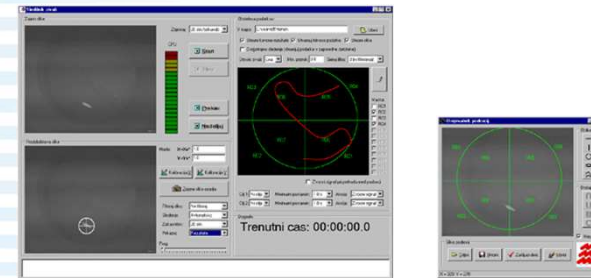
Lahajnar 2000
MB Vision, UL FE Rogelj (2005)

Predlog, nikoli realiziran



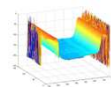
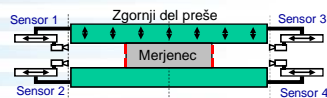
2000 in potem

Sledenje laboratorijskih živali
UL FE z in za UL MF, Inštitut za patološko fiziologijo, Perš ~ 2000



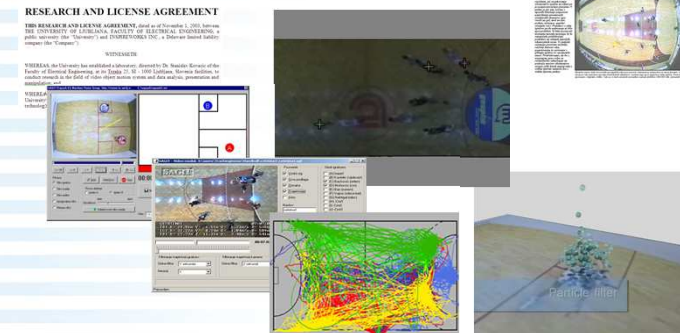
2000 in potem

Projekt Eureka EI 3450, Q-SPAI 2004-2007
Trimo, iS Mainz, UL FRI, UL FE
Merjenje spojnih profilov



2000 in naprej

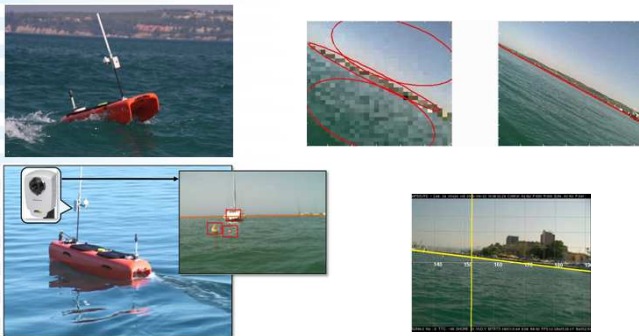
Sledenje v športu, skupinske in individualne športne igre
Zčetek že leta 1998 (Marta Bon, Janez Perš)
InspireWorks, Inc., 2004-2005





TP-MIR APSIS

Avtomatsko plovilo za meritve in logistiko ~ 2007 - 2008
Harpha Sea, Ames, IFB, Acorn, Xenya, PINT, UL FE
Razvoj do prototipov



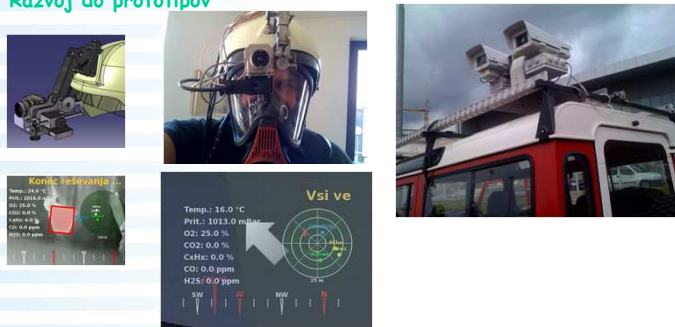
SRRP

Kontrola vinjet na cestninski postaji
UL FE za oziroma z Iskra sistemi in partnerji
Potrditev koncepta, do izvedbe ni prišlo.



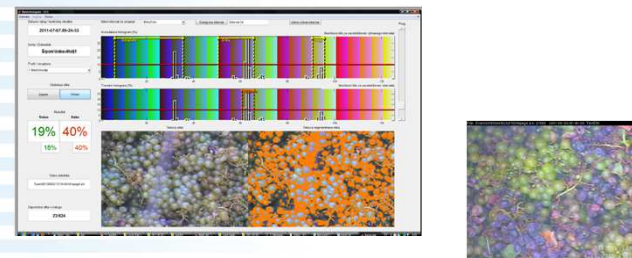
TP-MIR SOVZO

Sistem za spremljanje oseb in vozil v zahtevnih okoljih ~ 2009-2010
Harpha Sea, Ames, IFB, Acorn, Xenya, Visport, UL FE, UL FGG
Razvoj do prototipov



2010 in potem

Kontrola kmetijskih izdelkov ~ 2011
UL FE za oziroma s PACE (inegrator), skupaj s partnerji TGA in P&F (naročnik)
Lep primer sodelovanja UNI z gospodarstvom





Pogled nazaj

- Računalniški vid (znanstveno, tehnološko in tržno) fragmentiran (-)
 - RV ni samozadostna, temveč podporna tehnologija
 - RV razpršen, ni koncentriran (-)
 - Le nekaj podjetij izrazito RV, na primer FDS Research, ...
 - Zelo veliko podjetij, ki dopolnjujejo ponudbo z RV
 - Predvsem ponudniki rešitev na tuji opremi
 - Sicer pa v industriji bistven napredek glede na deset let nazaj
- Naše konference
 - CVWW
 - ERK
 - ROSUS
 - ISPA

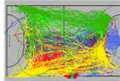


Kdo smo



Kaj delamo danes?

- RV v športu

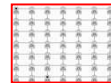


- Industrijske aplikacije



- Videonadzor

- Vizualna senzorska omrežja



- Vgrajeni RV



Iz vsebine predmeta

1. Računalniški vid: kaj je RV, Razvoj RV v svetu in pri nas, področja uporabe in smeri razvoja
2. Nastanek slike: centralno projekcijski model kamere, projekcijska matrika, kalibracija kamere
3. Svetloba, človeško oko, barve, bravni prostori
4. Obdelava in analiza slike: točkovne operacije, histogram, konvolucijsko filtriranje, gauss, mediana
5. Obdelava in analiza slike: robovi, robni operatorji (Canny), oglisca
6. Obdelava in analiza slike: tekstura
7. Obdelava in analiza slike: analiza področij (segmentacija), morfološko filtriranje, analiza (2D) oblik, kače
8. Obdelava in analiza slike: mere podobnosti, primerjanje slik, poravnavanje slik
9. Slikovna piramida, prostor skaliranja
10. Stereo, epipolarna geometrija
11. Gibanje, optični tok
12. Sledenje
13. Aplikacije