

WhyCon: Přesný, rychlý a levný lokalizační systém

Tomáš Krajník, Matías Nitsche, Peter Lightbody

ČVUT Praha
Univ. of Buenos Aires, Argentina
Univ. of Lincoln, UK

Apr 2018



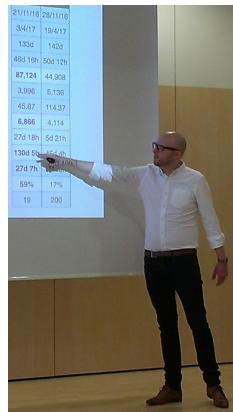
Spolehlivé vizuální systémy pro UAV - MBZIRC



Mapovací systém pro čtyřtulký soutěžící
v Mohammad bin Zayed Robotics Challenge.



Modely prostoročasu pro roboty - EU FP7 STRANDS

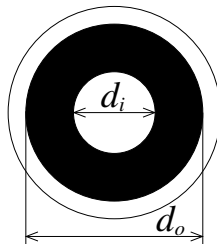
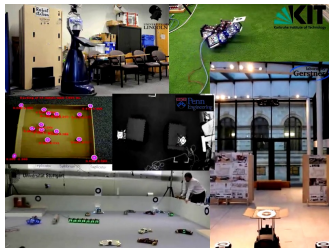


Zcela samostatná činnosť mobilného robota v inštitúte pre výskum stárnutí (Viedeň) po dobu delší 4 mesíců.



Lokalizace kruhových vzorů v obraze - WhyCon

- | | | |
|--------------|---|--|
| jednoduchá | - | snadná použitelnost, |
| přesná | - | relativní chyba je 0.1%-1% s levnými webkamerami, |
| robustní | - | funkční i v místech s proměnlivým osvětlením, |
| rychlá | - | dokáže sledovat 25000 vzorů/s na běžném PC, |
| škálovatelná | - | doba zpracování je nezávislá na velikosti obrazu, |
| populární | - | používaná v řadě robotických projektů, |
| zdarma | - | ke stažení na " http://github.com/gestom/whycon-orig ". |



Motivace

Zjednodušení, zpřesnění nebo zvýšení spolehlivosti určení pozice objektů v operačním prostoru robotu:

- Boston dynamics:
dodatečná informace na klíčových místech operačního prostředí,
AprilTag: poměrně přesné, relativně pomalé, velká značka
- GRASP, UPENN:
vyloučení vlivu neurčitosti lokalizace při experimentech s rychle manévrujícími UAV,
ViCon/Optitrack: velmi přesné, velmi rychlé, velmi malé značky, ale nefunguje na slunci, drahé, složitá instalace
- ČVUT FEL:
posouzení přesnosti navigace malých robotů,
WhyCon: rychlé, přesné, levné, ale relativně velká značka



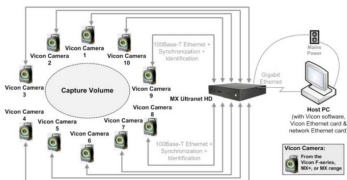
Princip funkce - ViCon

ViCon:

- značky odrazivé v infračerveném oboru spektra,
- soustava silných infračervených zářičů,
- soustava více kamer,
- jednoduchá segmentace, pozice značek vypočtená triangulací
- identifikace značek ve skupinách



How does it work?

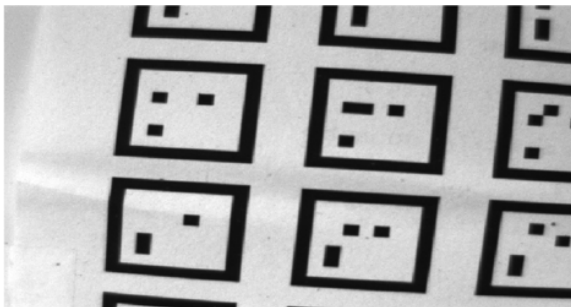


9

Princip funkce - čtvercové vzory

AR Tag:

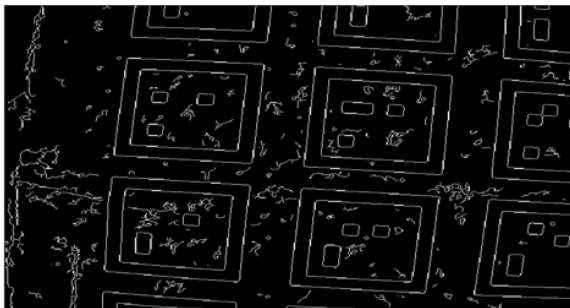
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, test rovnoběžnosti,
- identifikace rohů a přečtení binárního kódu,
- výpočetně náročné v komplexních scénách,
- malá vzdálenost detekce,



Princip funkce - čtvercové vzory

AR Tag:

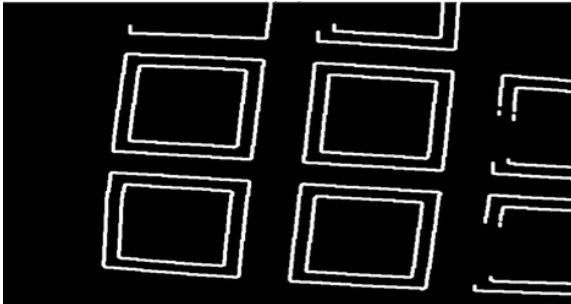
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, test rovnoběžnosti,
- identifikace rohů a přečtení binárního kódu,
- výpočetně náročné v komplexních scénách,
- malá vzdálenost detekce,



Princip funkce - čtvercové vzory

AR Tag:

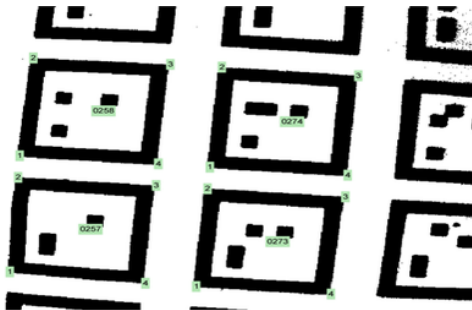
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, test rovnoběžnosti,
- identifikace rohů a přečtení binárního kódu,
- výpočetně náročné v komplexních scénách,
- malá vzdálenost detekce,



Princip funkce - čtvercové vzory

AR Tag:

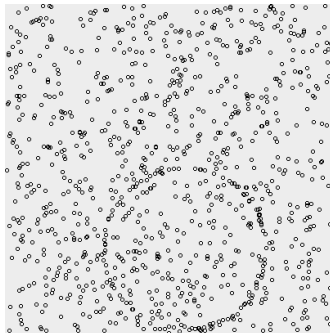
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, test rovnoběžnosti,
- identifikace rohů a přečtení binárního kódu,
- výpočetně náročné v komplexních scénách,
- malá vzdálenost detekce,



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

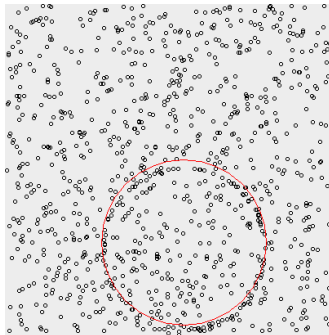
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

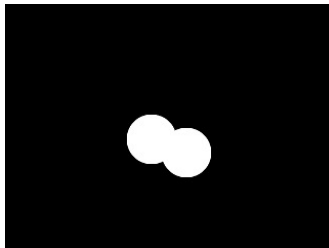
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

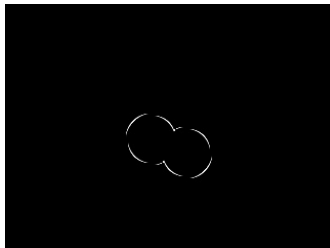
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

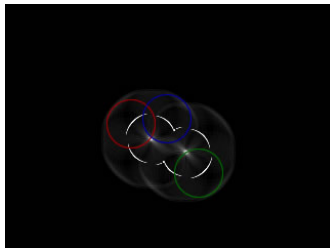
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

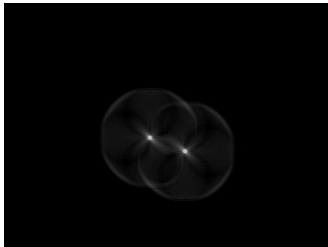
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - kruhové vzory

TRIP:

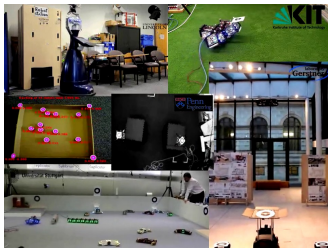
- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- extrakce hran, hledání elips (RANSAC nebo Hough),
- málo robustní vůči deformaci obrazu (video),



Princip funkce - WhyCon

WhyCon:

- tištěná značka známé velikosti a jedna kamera,
- hledání souvislých segmentů prohledáváním do šířky,
- rychlé vyhodnocování tvaru segmentu,
- lokalizace založená na analýze vlastních čísel,



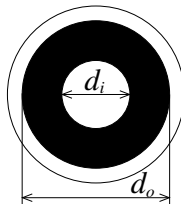
Popis metody

Vstup : barevný nebo černobílý obrázek z jedné kamery,

Výstup : pozice kruhových značek v prostoru,

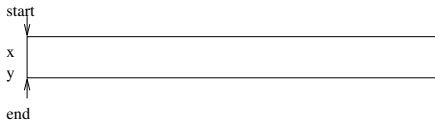
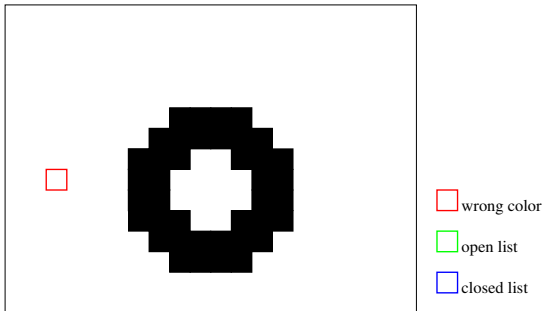
Postup zpracování:

1. segmentace prohledáváním do šířky,
 2. filtrace výsledků (kruhovost, soustřednost, poměr barev atd),
 3. přesné parametry 2d vzoru,
 4. reprojekce do 3d,
 5. transformace to určeného souřadného systému.
- Inicializace hledání na poslední pozici v obraze,
 - zpracování pouze relevantních pixelů,
 - uložené mezivýsledky ve frontě pozic.



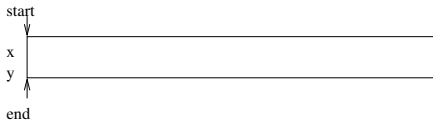
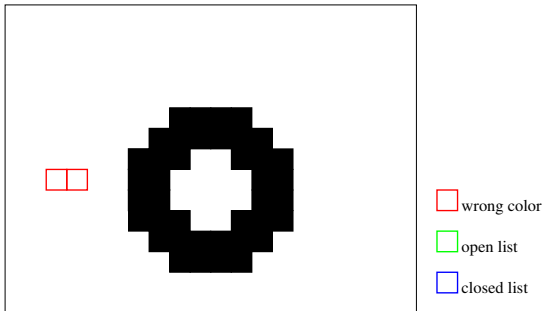
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



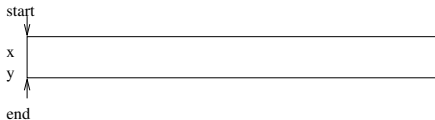
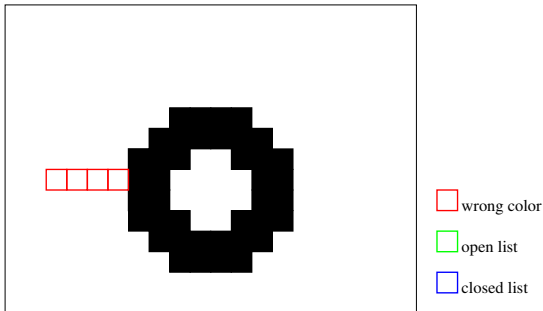
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



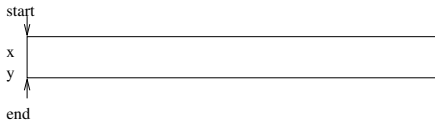
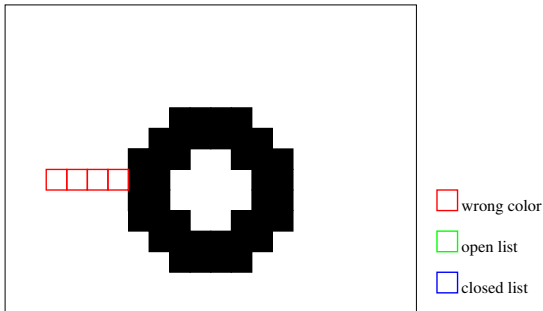
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



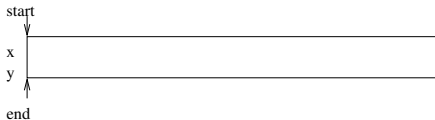
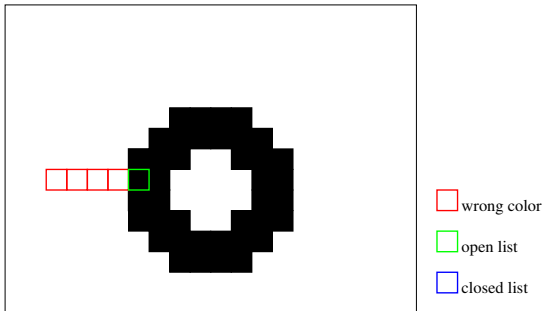
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



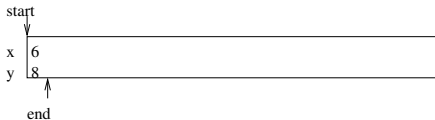
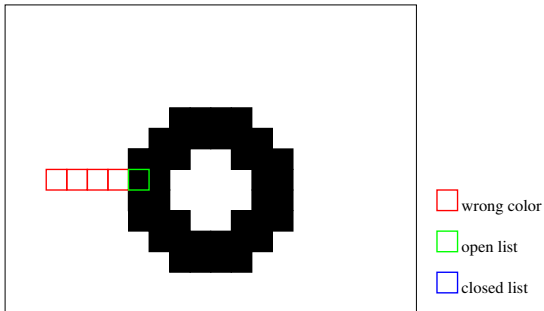
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



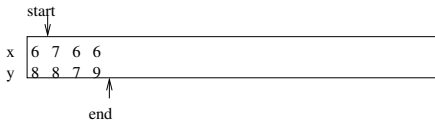
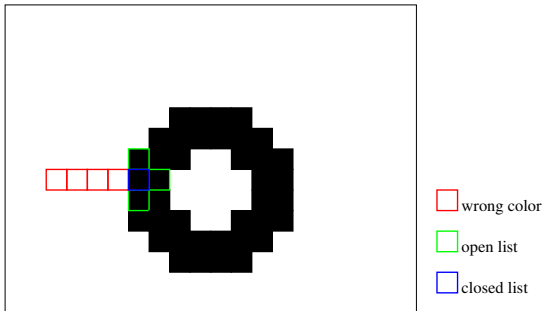
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



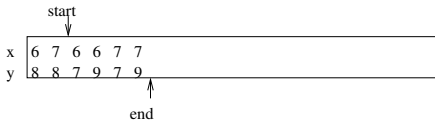
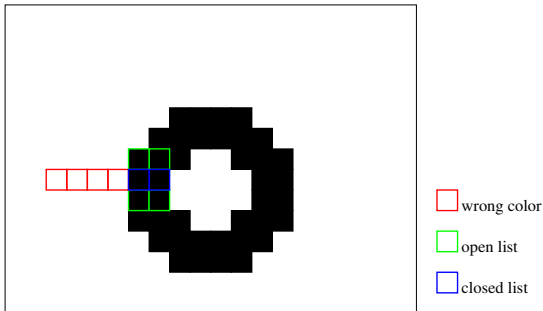
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



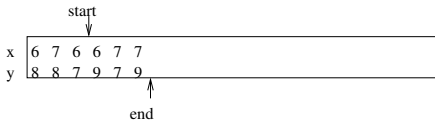
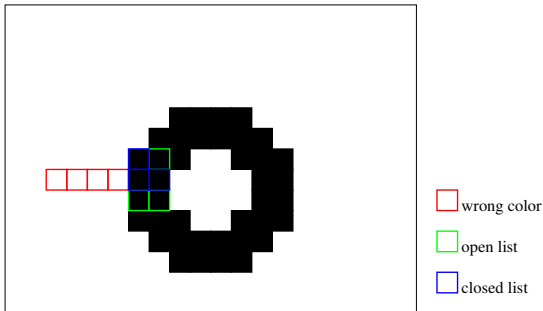
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



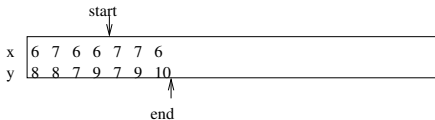
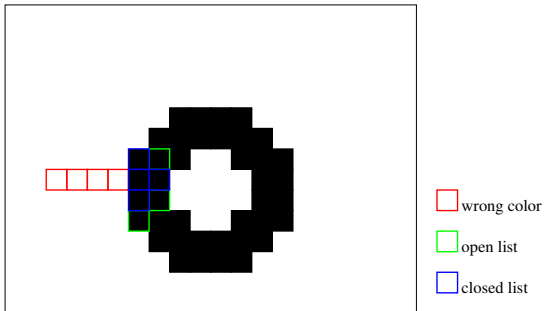
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



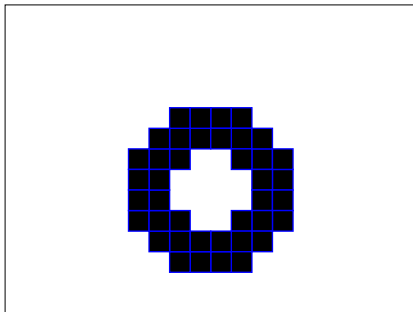
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,

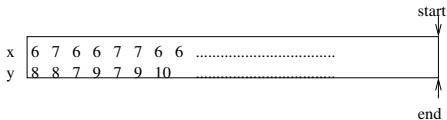


Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,

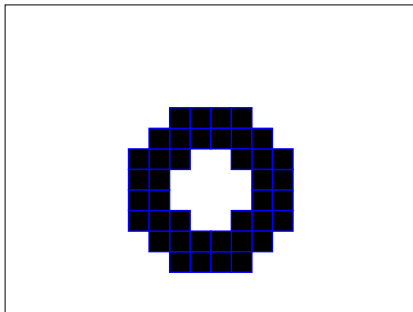


- wrong color
- open list
- closed list

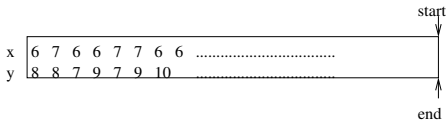


Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,

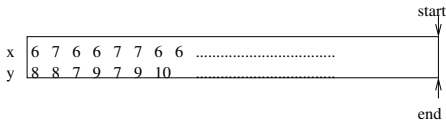
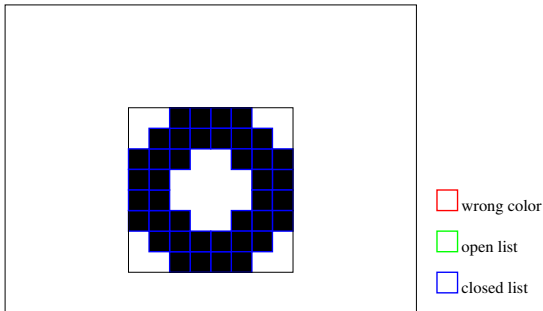


- wrong color
- open list
- closed list



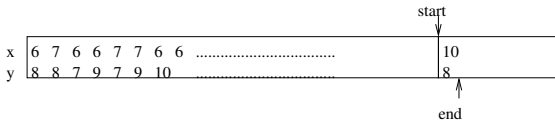
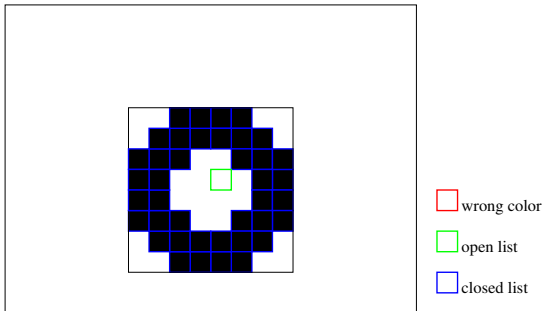
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



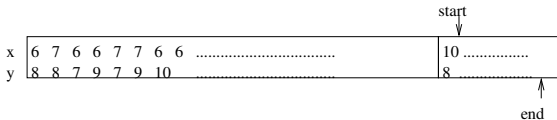
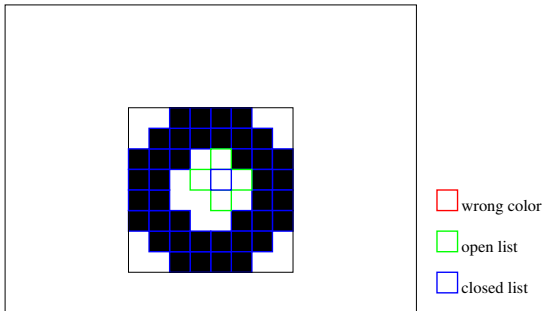
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



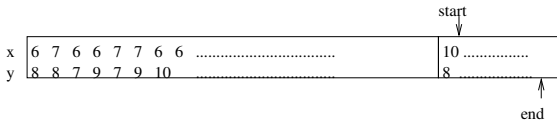
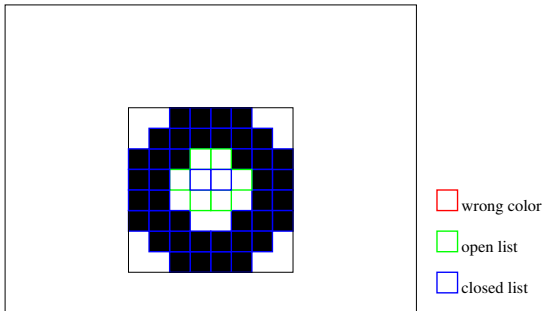
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



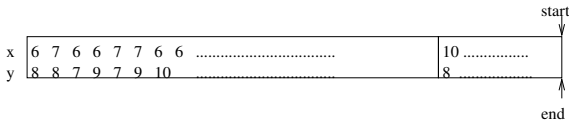
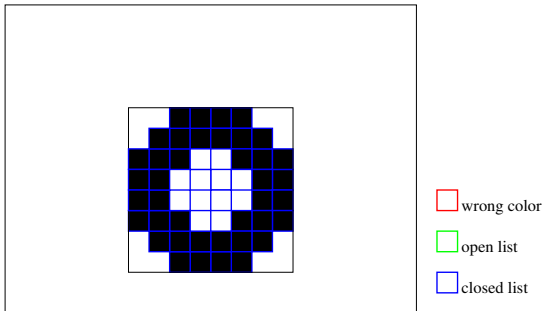
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



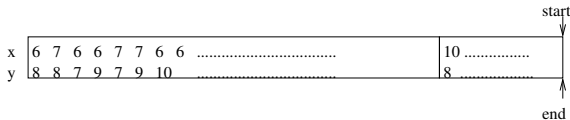
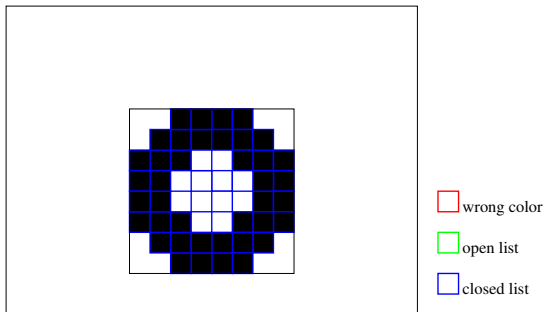
Segmentace prohledáváním do šířky

- prohledávání do šířky po nalezení prvního tmavého pixelu,
- pozice pixelů do fronty se dvěma ukazateli,



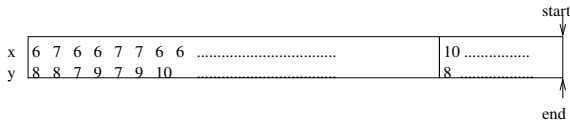
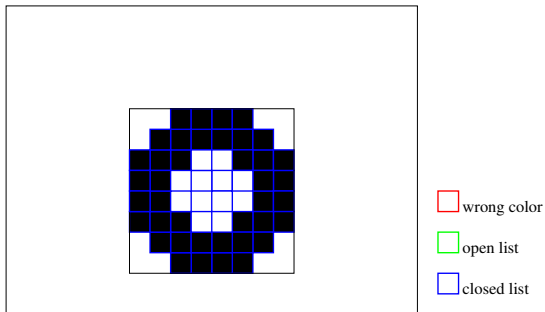
Filtrace výsledků

- počet pixelů vs. bounding box,
- počet bílých vs. černých pixelů, soustřednost segmentů,



Parametry ve 2d

- jednoduchý výpočet kovarianční matice segmentu: (x^*x , x^*y , y^*y)
- vlastní čísla matice udávají přesný rozměr elipsy,



- nutná kalibrace kamery a známá velikost vzoru,
- vychází z rovnice elipsy vypočtené v předchozím kroku,

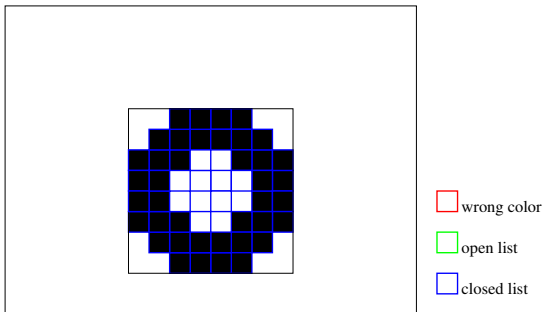


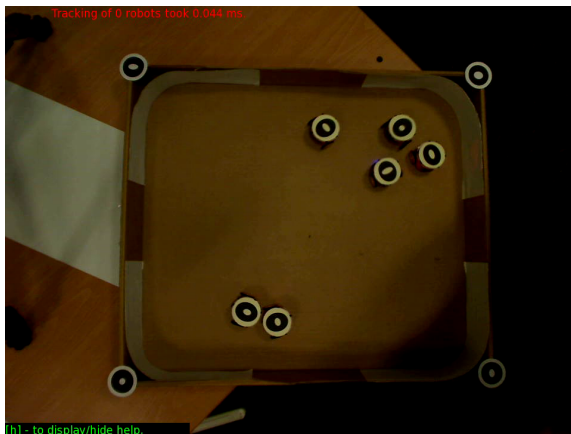
Diagram illustrating a memory stack structure. The stack grows downwards from the 'start' address (top) to the 'end' address (bottom). The stack contains two rows of data:

Address	Value
x	6 7 6 6 7 7 6 6 10
y	8 8 7 9 7 9 10 8



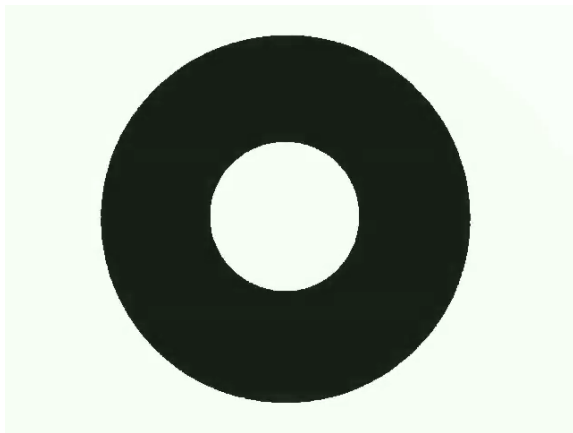
Transformace do zadaného souřadného systému

- umístění 4 dalších vzorů na známé pozice,
- pozice ve 2d (homografie) i 3d (plná 3d transformace),



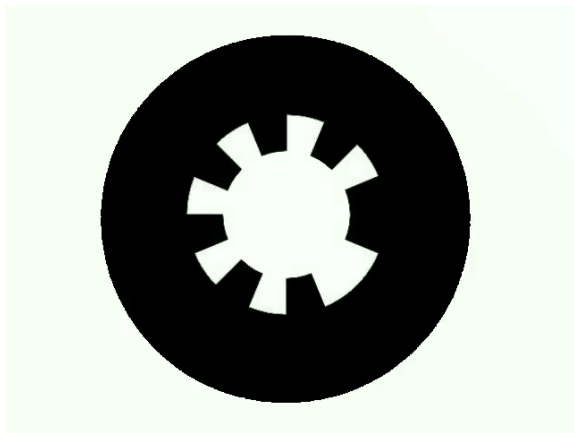
Identifikace a orientace vzoru

- zápis tzv. Necklace kódu do vnitřku,
- kód udává i natočení vzoru,



Identifikace a orientace vzoru

- zápis tzv. Necklace kódu do vnitřku,
- kód udává i natočení vzoru,



Otázky

Děkuji za pozornost
Otázky ?

Detaily na
”<http://github.com/gestom/whycon-orig>”,



Instalace a kompilace

Knihovny: `sudo apt-get install git libsdl1.2-dev
libsdl-ttf2.0-dev libncurses5-dev guvcview.`

Test kamery: `guvcview -d /dev/video0.`

Stažení WhyConu: `git clone
http://github.com/gestom/whycon-orig.`

Úprava rozměrů obrazu: v adresáři **src** editovat `vim main/whycon.cpp`.

Kompilace: v adresáři **src** stačí zadat **make**.



První spuštění

Tisk vzoru: vytisknout vzor v **etc/test.pdf**.

Spuštění: z adresáře **bin** spustit **./dev/whycon /dev/video0 1**

Test segmentace: stisk **D**

Parametry kamery: stisk **b,e,c** zvyšuje a se **shift** snižuje expozici, jas a kontrast

Data z lokalizace: v internetovém prohlížeči otevřete **localhost:6666**

