

Aplikace počítačového vidění

Ilona Janáková



Rozvrh přednášky:

1. Úvod.
2. Metodika vývoje zakázky.
3. Aplikace.

Aplikace počítačového vidění

Ilona Janáková



Rozvrh přednášky:

- 1. Úvod.**
2. Metodika vývoje zakázky.
3. Aplikace.

Definice počítačového vidění

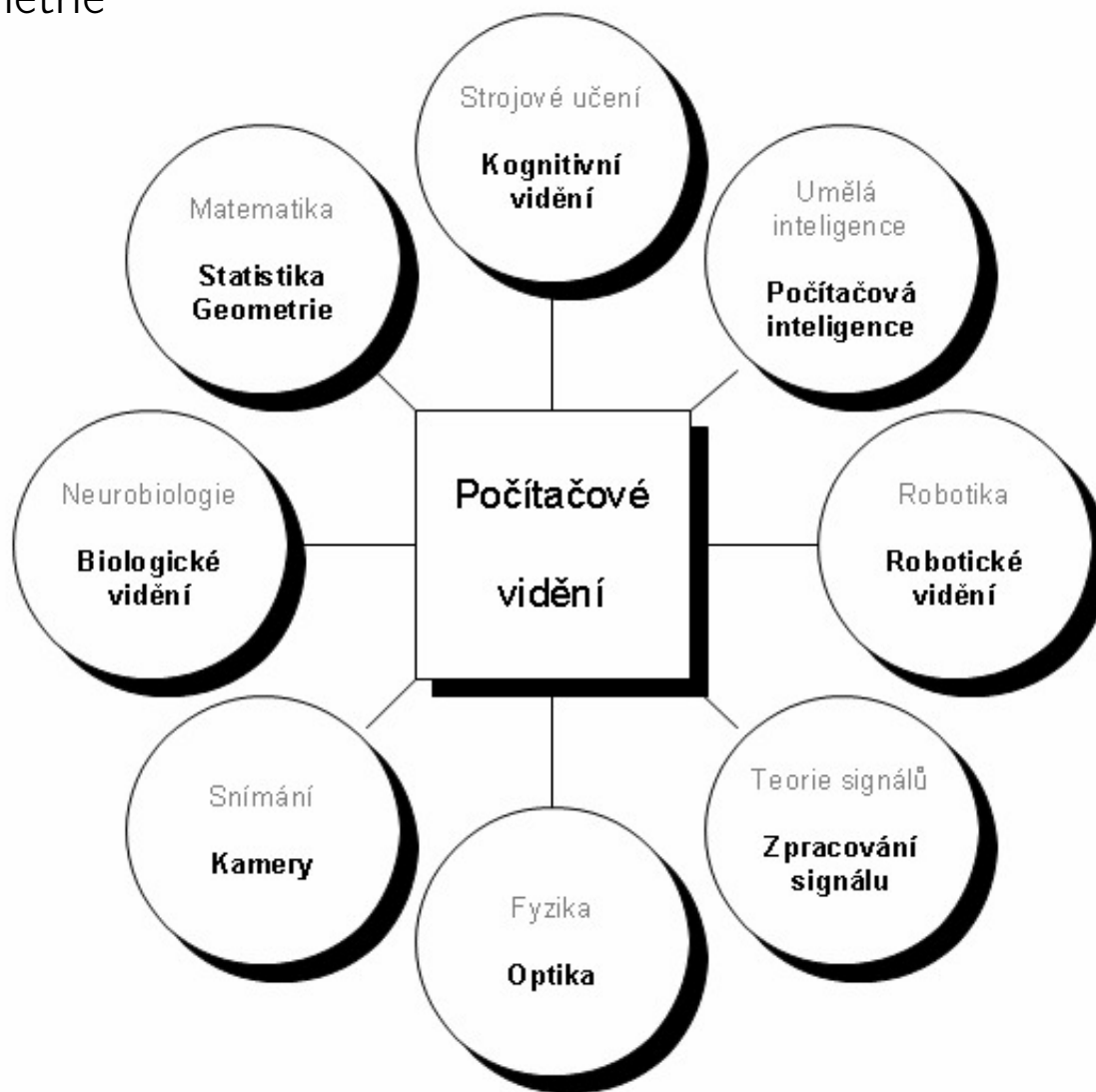
Systemy počítačového vidění ... systémy strojového vnímání ... systémy pro zpracování obrazu ... kamerové systémy ... vizuální systémy

- Disciplína, která se snaží technickými prostředky alespoň částečně napodobit lidské vidění – kvalitu lidského senzoru (oka) a kvalitu analýzy obrazu (inteligence, znalosti, zkušenosti)
- Obor, který pomocí technických prostředků usiluje o získání smysluplného popisu objektů vyskytujících se v obraze

Z \langle jednoho \rangle obrazu \langle stojícího \otimes objektu \rangle sledovaného \langle jedním \otimes stojícím \rangle pozorovatelem POROZUMĚT \langle objektu \rangle a jeho (3D) vlastnostem

Příbuzné obory

- Fyzika – optika
- Matematika – statistika, geometrie
- Umělá inteligence
- Teorie řízení
- Zpracování signálů
- Biologie, neurofyzologie
- ...



Počítačové vidění x počítačová grafika

► Počítačová grafika

- používá počítače k tvorbě umělých grafických objektů - skládá obraz z velmi jednoduchých objektů (primitiv - ve 2D nejčastěji z úseček, kružnic a jednoduchých křivek)
- vytváří obrazová data z informací popisujících zachycené objekty
- cílem je člověku zobrazit (vizualizovat) informaci z počítače
- data jsou nezatížena šumem

► Počítačové vidění

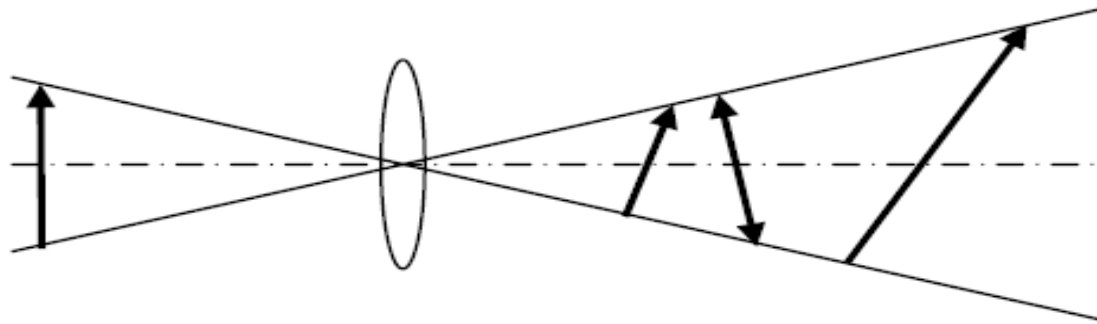
- věnuje se vstupu obrazové informace o skutečném světě a jejímu vyhodnocení
- obrazová informace může být zatížena šumem či zkreslením
- práce směřuje nejčastěji k porozumění obrazu, ale může i k vizualizaci

► Pomezí = **rozšířená realita** (augmented reality)

- doplnění obrazu reálného prostředí o umělé objekty či jiné informace zkonstruované v paralelním digitálním světě
- mezistupeň mezi realitou skutečnou a realitou virtuální

Proč je vidění těžké ?

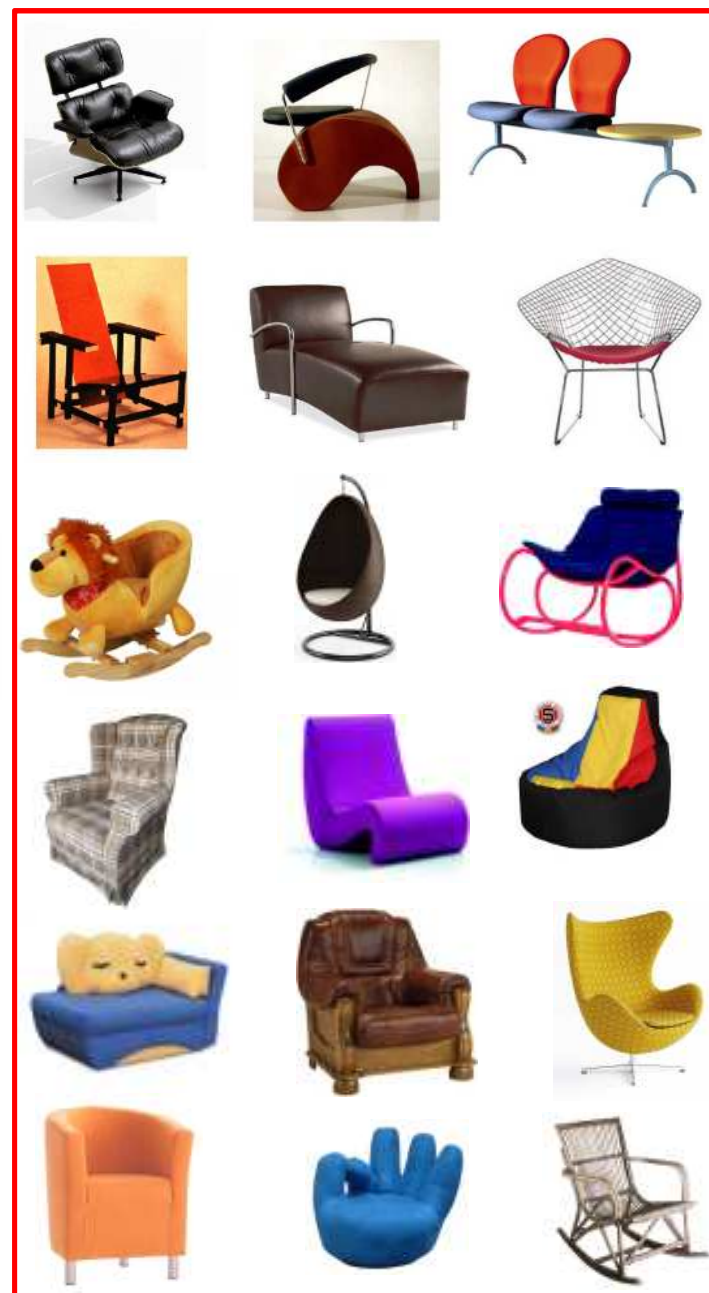
- ▶ Ztráta informace díky perspektivní projekci, 3D => 2D + digitalizace



- ▶ Měřená jednotka (nejčastěji jas) závisí na:
 - barvě povrchu,
 - odrazivosti povrchu,
 - tvaru povrchu a jeho orientaci (natočení),
 - poloze kamery,
 - poloze a typu světelného zdroje, ...
- ▶ Nejistota – přítomnost šumu, zkreslení, poruch
- ▶ Množství dat:
 - Př.: statický obraz 512 x 512 bodů, 1 bod = 1B (256 jas. úrovní) => 256kB
 - stejný barevný obraz, 1 bod = 3B => 768kB
 - stejný barevný obraz při 25 snímcích za sekundu (TV signál) => 18,75MB/s

Proč je vidění těžké ?

- ▮ Rozmanitost světa:
 - barvy, tvary, textury, velikosti,
 - množství kategorií, rozmanitost uvnitř kategorie,
 - úhly pohledu, světla, pozadí, kontrast, kontext,
 - deformace, částečná viditelnost, ...
- ▮ Napodobení lidského vidění



Rozpoznávání

▮ Rozpoznávání:

- detekce,
- identifikace,
- kategorizace objektů,
- kategorizace scény a kontextu,
- sledování (tracking),
- rozpoznání akce, události, ...

▮ Kategorizace objektu:

- reprezentace – jak reprezentovat objekt, jak reprezentovat kategorii
- učení – jak zformulovat klasifikátor, dodaná trénovací data
- rozpoznání – jak bude klasifikátor pracovat na nových datech

Aplikace počítačového vidění

Ilona Janáková



Rozvrh přednášky:

1. Úvod.
- 2. Metodika vývoje zakázky.**
3. Aplikace.

Metodika vývoje zakázky

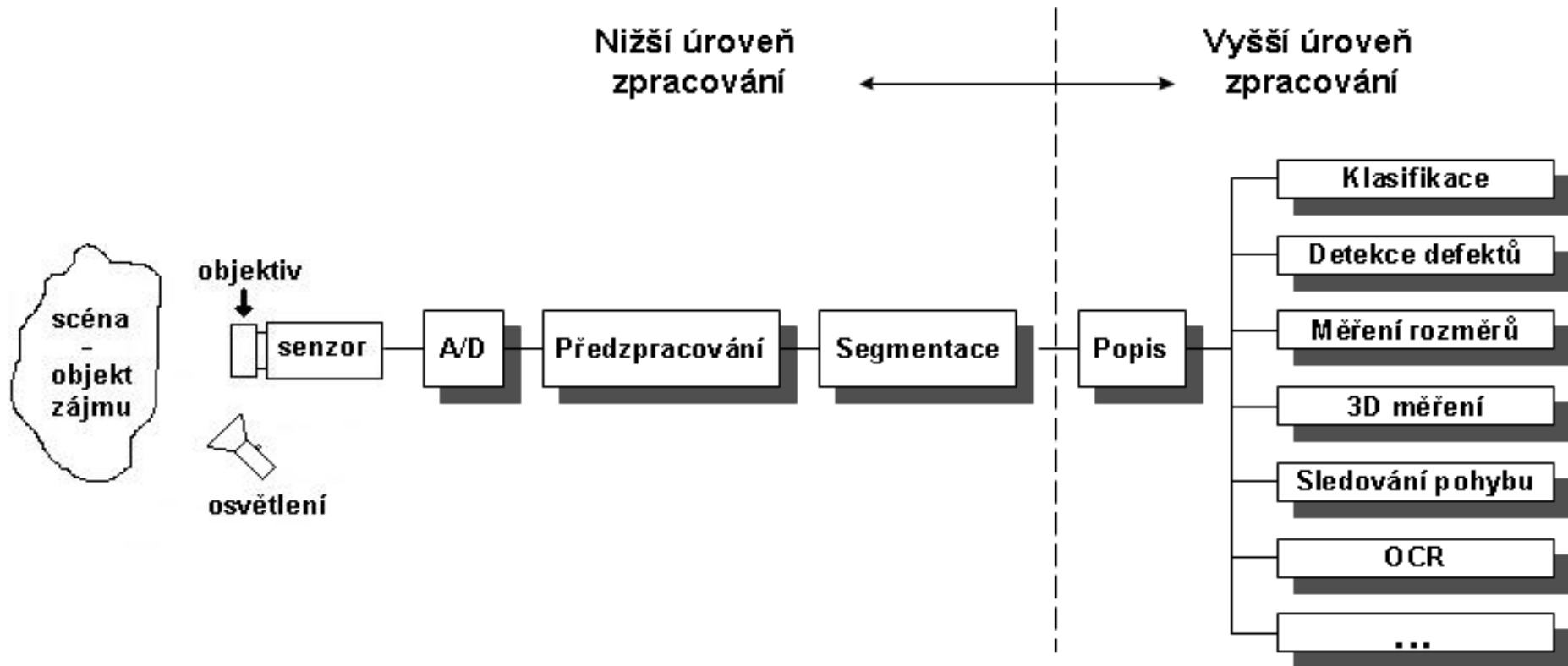
- ▶ **Myšlenka** aplikace kamerového systému
 - ze strany zákazníka → **kontaktování** firmy zabývající se počítačovým viděním nebo systémového integrátora
 - ze strany odborníka/řešitele
- ▶ **Hrubé posouzení realizovatelnosti projektu** – nejlépe návštěva provozu, pochopení problému, posouzení vhodnosti nasazení počítačového vidění, hrubý návrh metody měření
- ▶ **Podrobná analýza problému** – návrh řešení celého systému - nejlépe podrobná studie
 - diskuze s pracovníky (manažery, tech. pracovníky, ...) - definice požadavků zákazníka
 - experimenty s reálnými vzorky (např. výrobků s vadami i bez vad) - návrh a zhodnocení různých metod měření a vyhodnocení, odhad přesnosti měření, rychlosti,...
 - odhad potřebného HW a nutných úprav stávajícího zařízení, odhad náročnosti vývoje
 - odhad ceny a časové náročnosti
- ▶ **Řešení projektu**
 - výběr vhodného HW, návrh konkrétní mechaniky, výroba, instalace zařízení
 - pořízení testovacích snímků, vývoj algoritmů
 - specifikace a vývoj uživatelského rozhraní
 - testy funkčnosti a spolehlivosti
- ▶ **Zkušební provoz** – doladění detailů, vyhodnocení kvality měření (statistiky)
- ▶ **Reálný provoz** – sledování stavu zařízení a kvality měření, servis

model
prototyp

Volba způsobu měření

- ▶ sledovaná vlastnost
- ▶ rozměry zkoumaného předmětu a jeho vzdálenost
- ▶ požadovaná přesnost měření
- ▶ vlastnosti povrchu předmětu (nerovnost, drsnost, odrazivost světla)
- ▶ vlastnosti okolních zdrojů světla (intenzita, spektrum, koherence)
- ▶ možná doba měření X odhadovaná časová náročnost snímání a zpracování
- ▶ přístupnost k měřenému objektu a maximální možné rozměry měřicího systému (aby jej bylo možné například umístit na stávající linku)
- ▶ způsob vystavení měřeného objektu do vhodné měřicí pozice – mechanické díly, polohování, dopravníky, ... - odhad potřebného HW a nutných úprav stávajícího zařízení
- ▶ možnost kalibrace systému
- ▶ možnost konfigurace systému i pro jiné, podobné výrobky
- ▶ přesná definice požadavků na systém a definice výstupů měření
- ▶ náročnost výzkumu a vývoje
- ▶ cena

Řetězec zpracování obrazu



Výhody

- ▶ přesnost
- ▶ spolehlivost, měření s konstantními parametry, neunavitelnost, nezkorumpovatelnost
- ▶ rychlost
- ▶ paralelně může probíhat více kontrolních úloh, třeba měření rozměrů a zároveň kontrola barvy - kontrola prakticky jakéhokoliv parametru, který má optickou vazbu na vzhled nebo charakter snímané scény
- ▶ měření je bezkontaktní, nedestruktivní
- ▶ velké množství informací v podobě, která je pro člověka nejlépe srozumitelná - vizuální cestou člověk přijímá téměř 90 % informací
- ▶ nastavení systému je rychlé a nevyžaduje složité mechanické konstrukce
- ▶ možnost změnou konfigurace softwaru prakticky okamžitě přepínat mezi podobnými typy měření – není nutné složitě a nákladně měnit hardwarovou konfiguraci
- ▶ cena - vyšší počáteční náklady jsou kompenzovány nižšími náklady provozními a úsporami času i materiálu ve výrobě

Aplikace počítačového vidění

Ilona Janáková



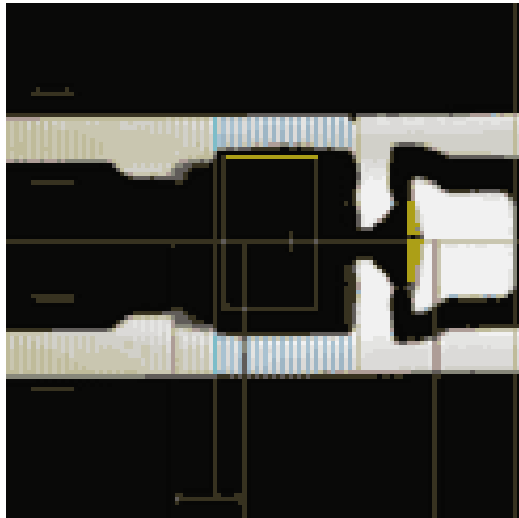
Rozvrh přednášky:

1. Úvod.
2. Metodika vývoje zakázky.
- 3. Aplikace.**

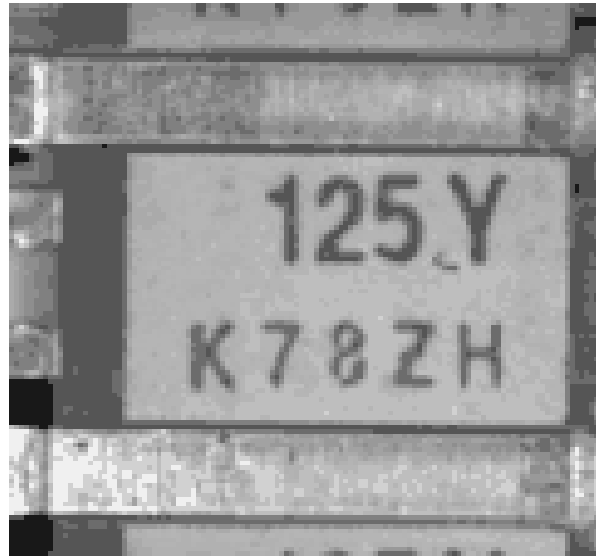
Možné aplikace – použití počítačového vidění

- ▶ Detekce přítomnosti a kompletnosti výrobků, počítání objektů v obraze
- ▶ Úlohy měření v rovině – přesná měření rozměrů, polohy, orientace
- ▶ Klasifikace - podle tvaru (obrysu), barvy, povrchových vlastností atd.
- ▶ Defektoskopie, defektometrie, inspekční systémy, měření deformací
- ▶ OCR – převod textu, SPZ, čtení kódů
- ▶ Měření 3D rozměrů, měření objemu, 3D digitální modely
- ▶ Navigace v prostoru, polohování robotů
- ▶ Pohyb – detekce pohybu, střežení objektů, sledování trajektorie, rozpoznání akce, gesta
- ▶ Dopravní úlohy – měření rychlosti, průjezd na červenou, detekce krizových stavů
- ▶ Analýza lékařských obrazů
- ▶ Měření biometrických údajů
- ▶ Bezkontaktní měření teploty (termokamery)
- ▶ Analýza leteckých snímků, analýza snímků hvězdné oblohy
- ▶ Rozšířená (augmented) realita, virtualizovaná realita
- ▶ Spojování obrazů, porovnávání obrazů, korespondence
- ▶ ...

Inspekce SMD součástek

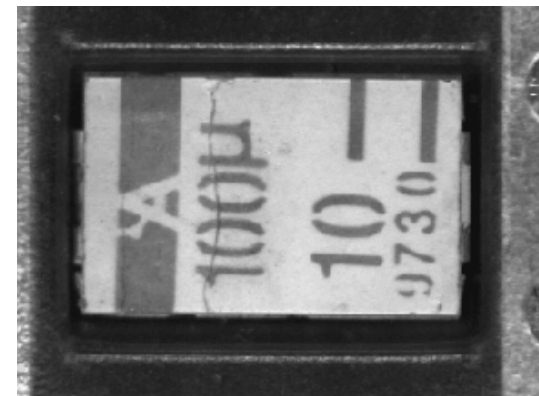


kvalita sváření,
rozměry, pozice, struktura

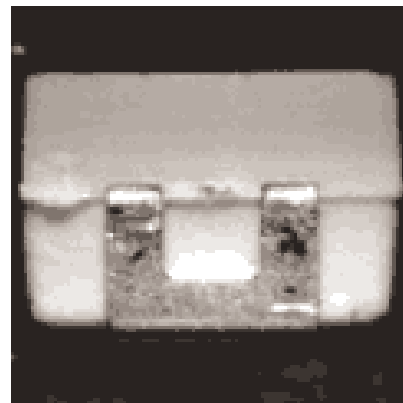


potisk – kontrola, polarita,
poškození

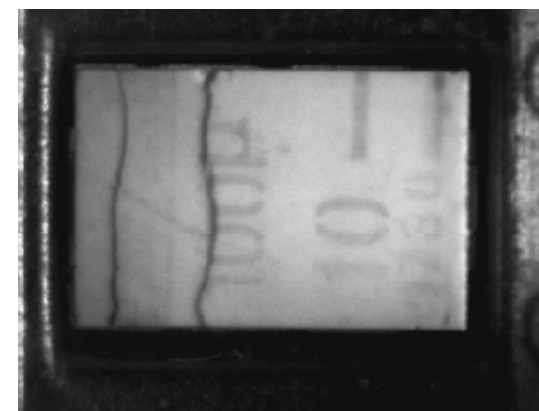
špína, cizí
předměty



kontakty –
rozměry, úhel
natočení, ohyb,
kvalita spoje

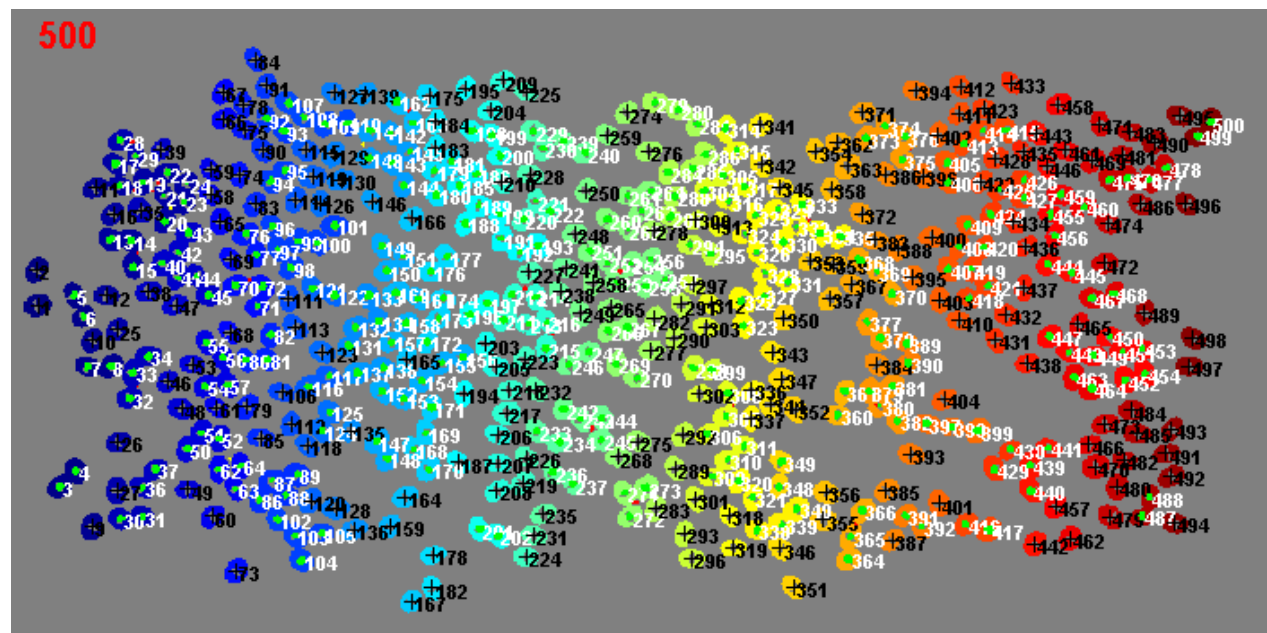
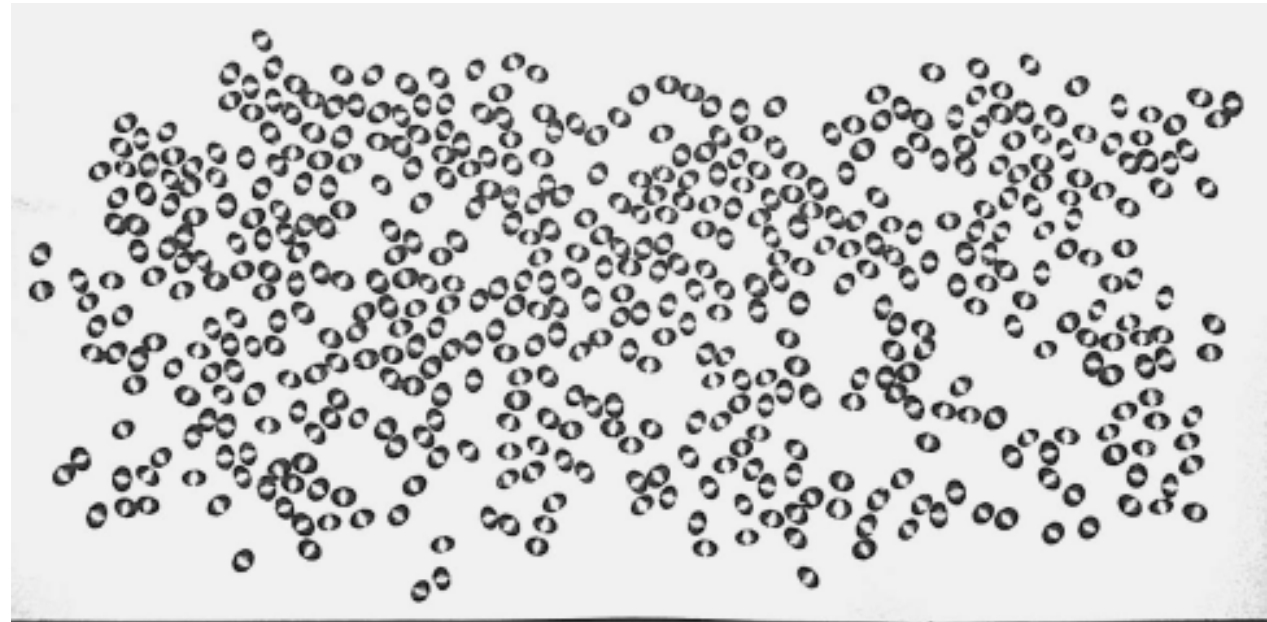
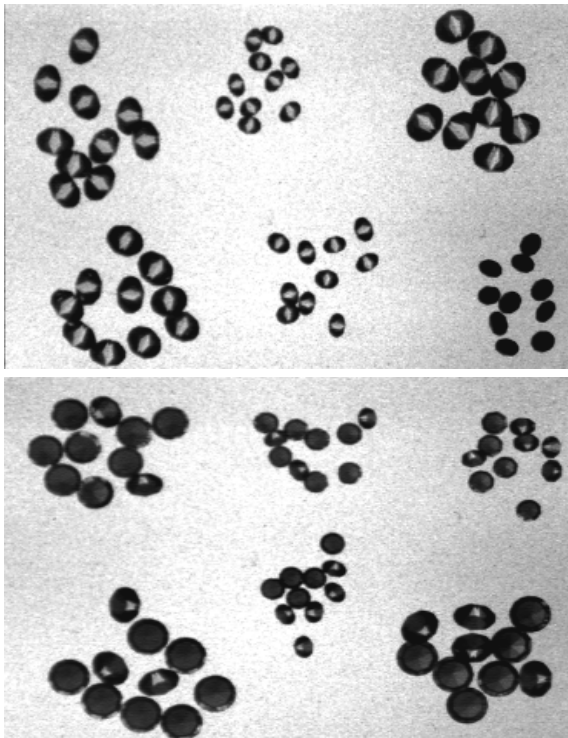


detekce
prasklin

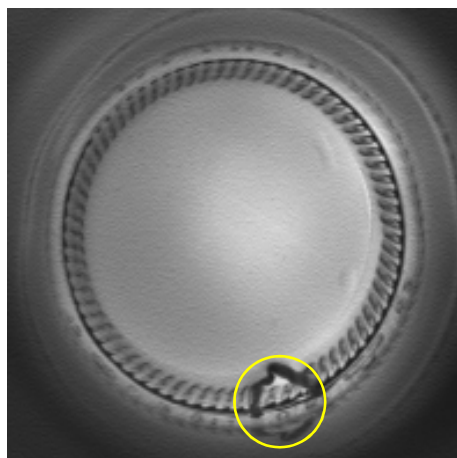


Počítání objektů ve scéně

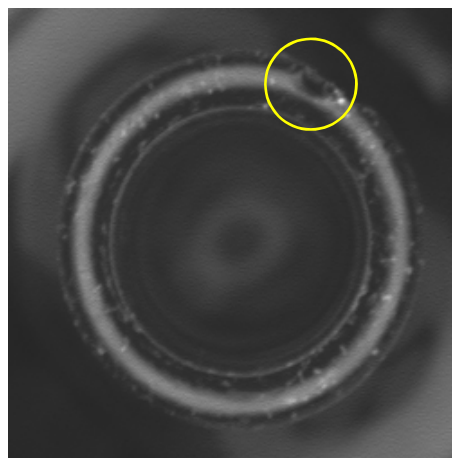
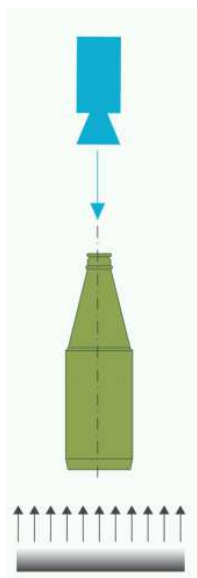
- automatické počítání různě orientovaných náhodně rozmístěných skleněných broušených kamenů
- návrh způsobu osvětlení, návrh software



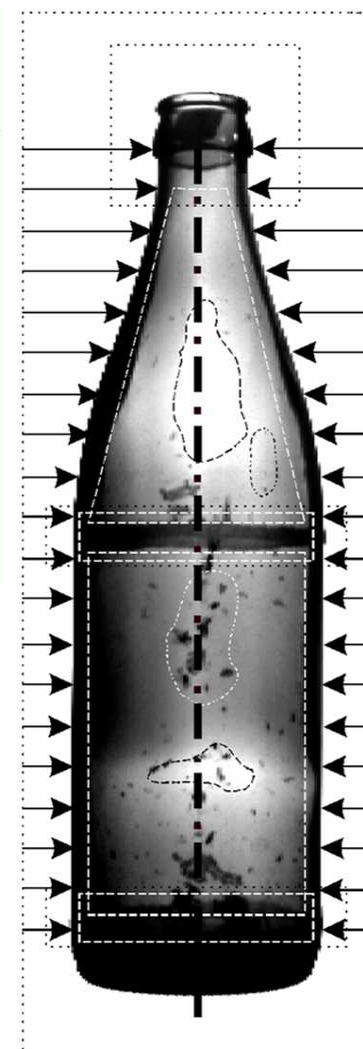
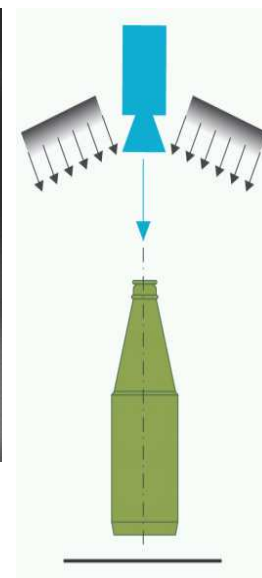
Inspekce transparentních materiálů (pivních lahví)



dno láhve

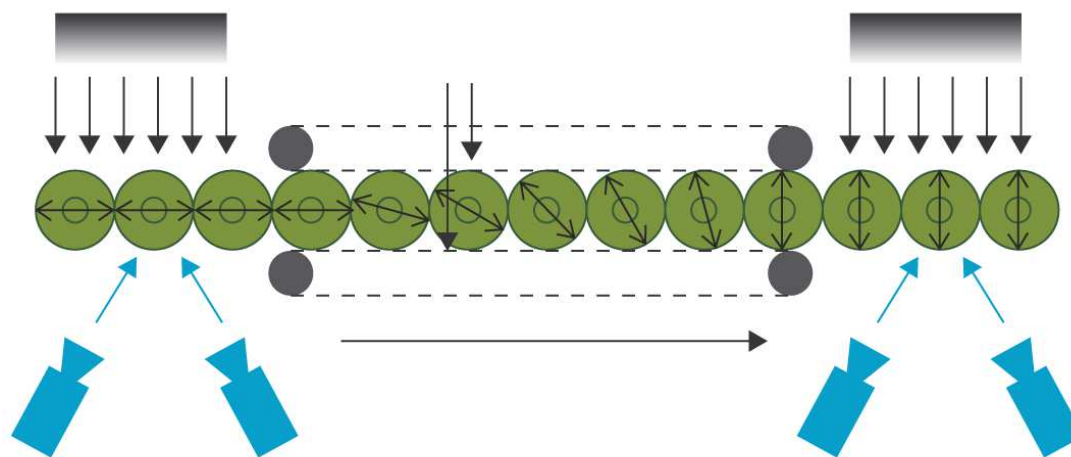


hrdlo láhve

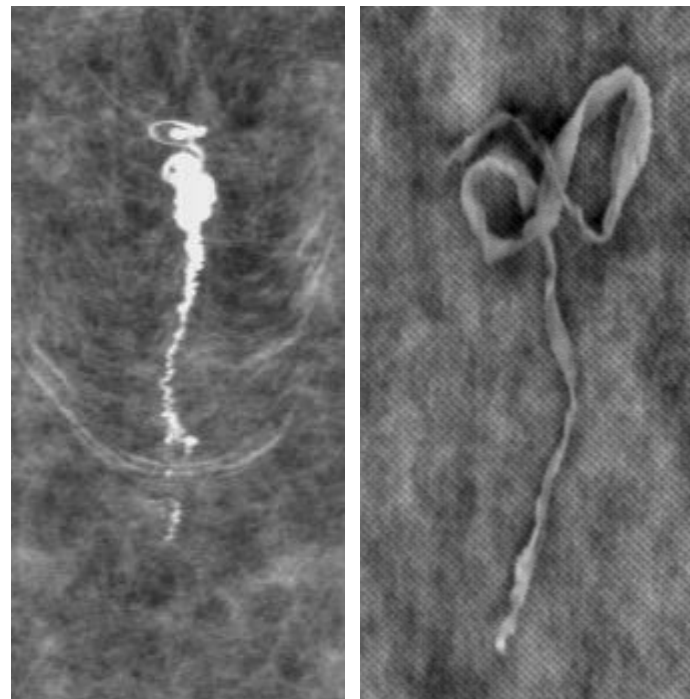
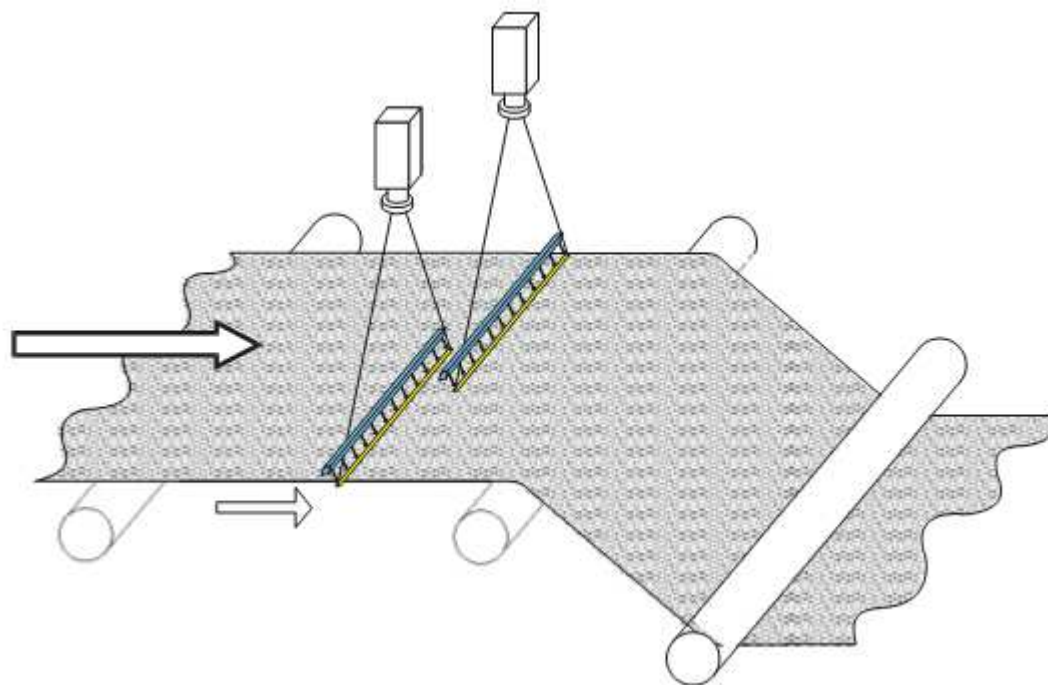


stěna láhve

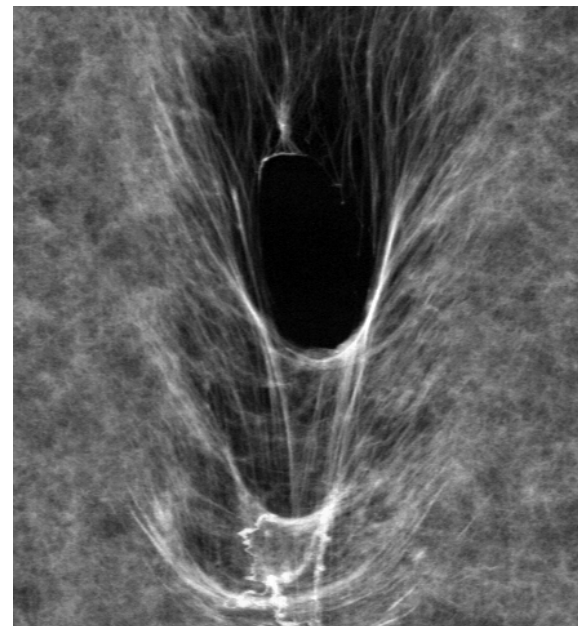
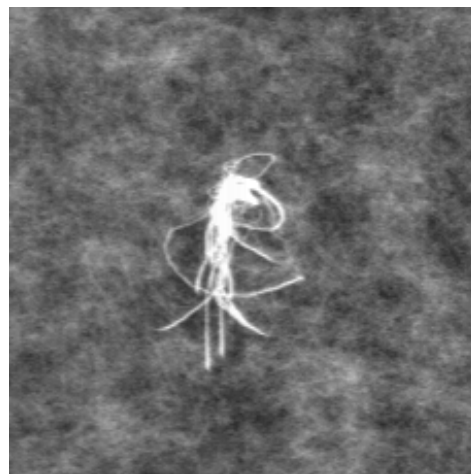
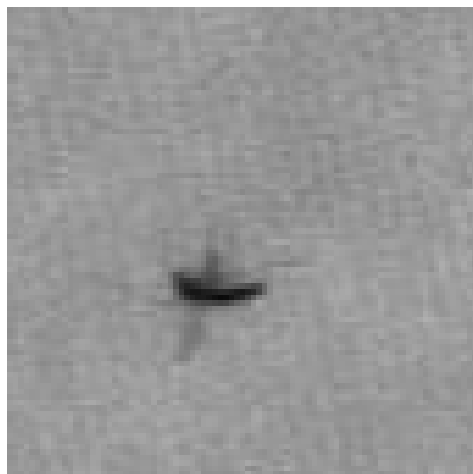
- zbytky etiket
- cizí objekty
- špína
- plíseň
- škrábance



Inspekce netkaných textilií

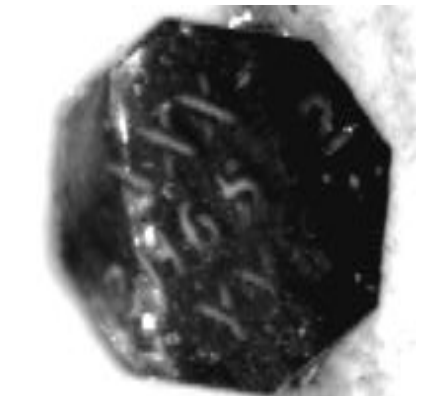
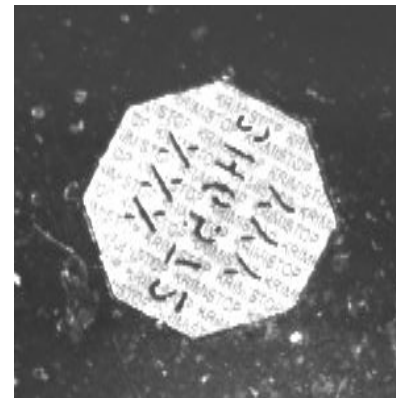
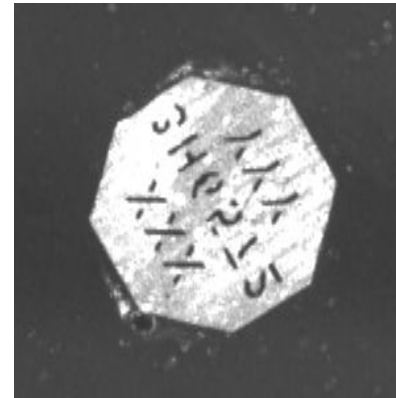


- díry
- výkapky
- hmyz



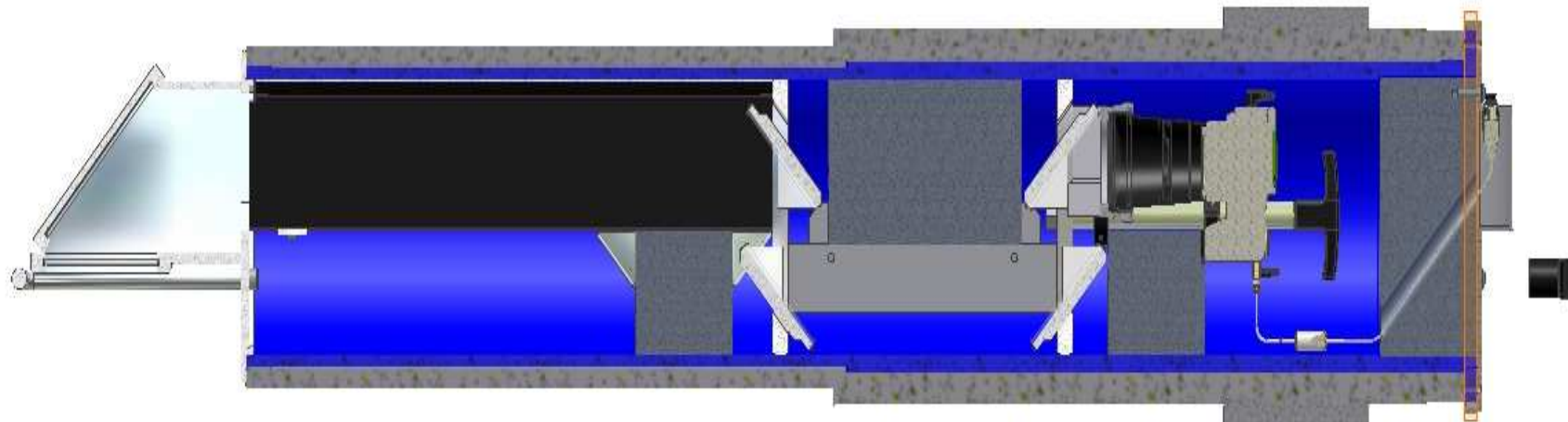
Čtecí zařízení mikroteček

- analýza optických vlastností mikroteček
- návrh HW řešení čtečky
- algoritmy pro lokalizaci mikrotečky ve snímku
- algoritmy pro čtení znaků mikroteček



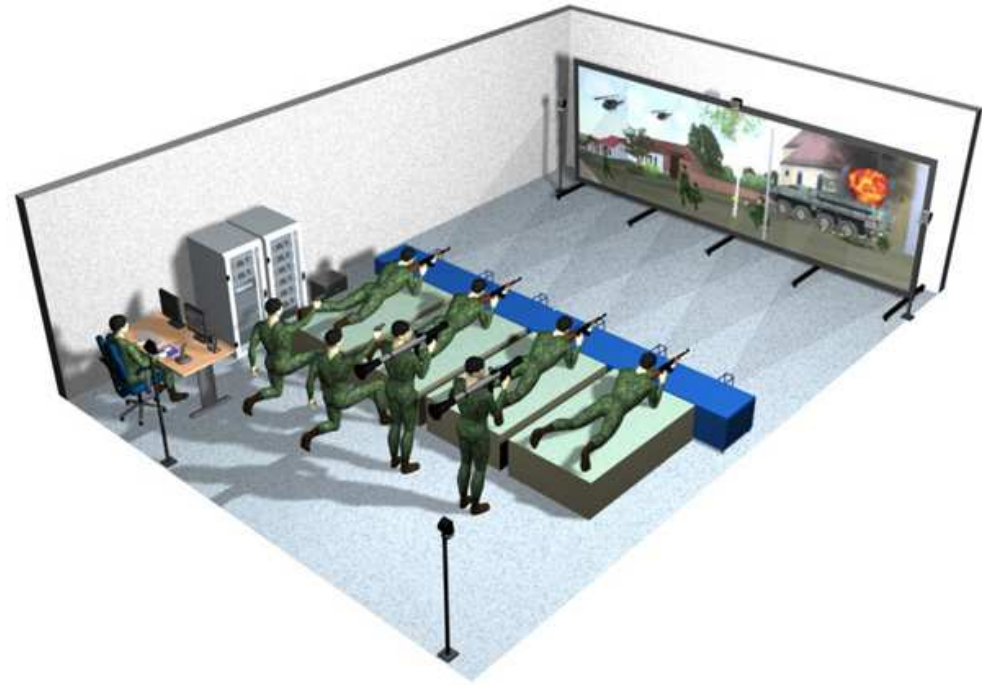
Kamerový systém do komory ionizujícího záření

- sledování prováděných operací v komoře
- záření nebezpečné jednak pro člověka, jednak pro elektroniku a optiku
- návrh počtu a umístění kamer
- návrh geometrického uspořádání optické soustavy zrcadel periskopu



Rychloběžná kamera

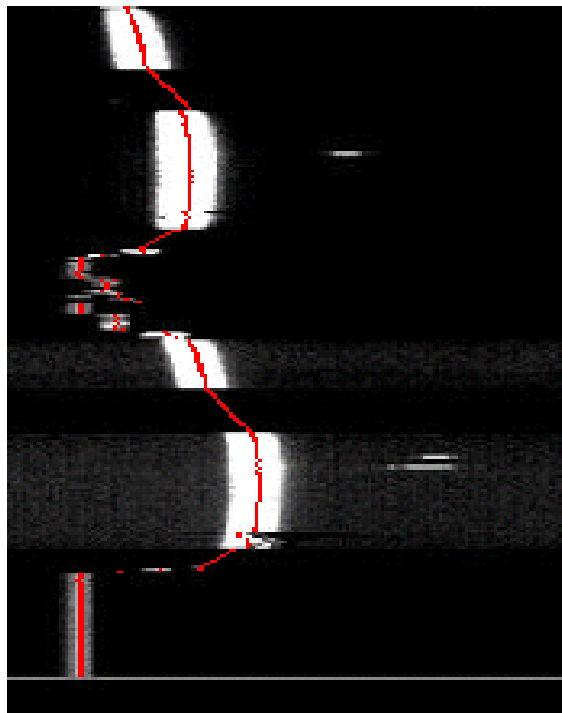
- lokalizace pozice infračerveného laserového paprsku mířidla zbraně na projekční ploše
- vyhodnocení správnosti míření vojáků při interaktivním tréninku při simulaci bojové scény
- časový multiplex s 10 kanály (paralelně lze vyhodnocovat až 10 mířidel)
- parametry kamery: 500 fps / 1280x1024 / 10 bit
- paralelní vyhodnocení obrazu v FPGA (výstupem je poloha laserového svazku na plátně)



zaměřovací IR laser



3D měření

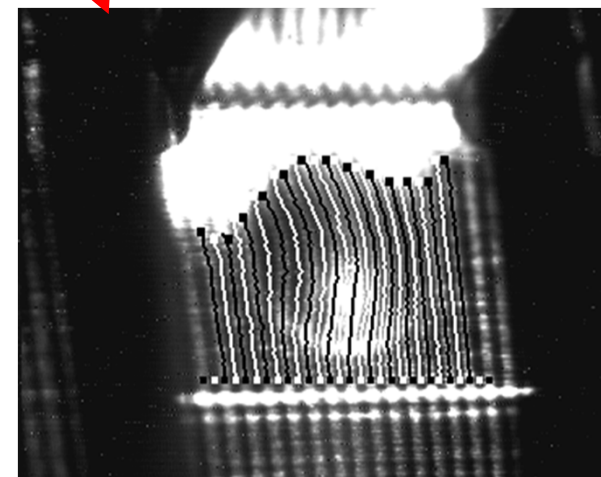
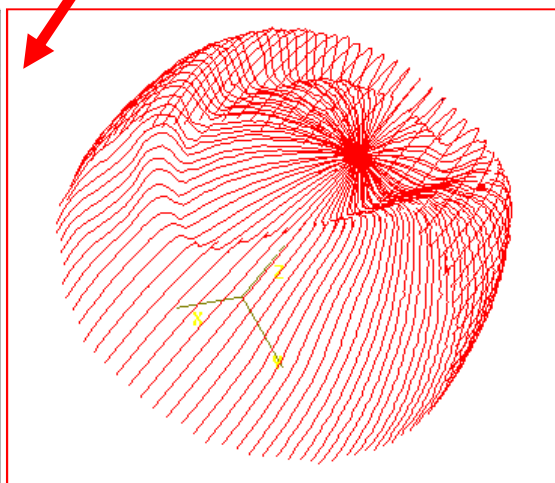
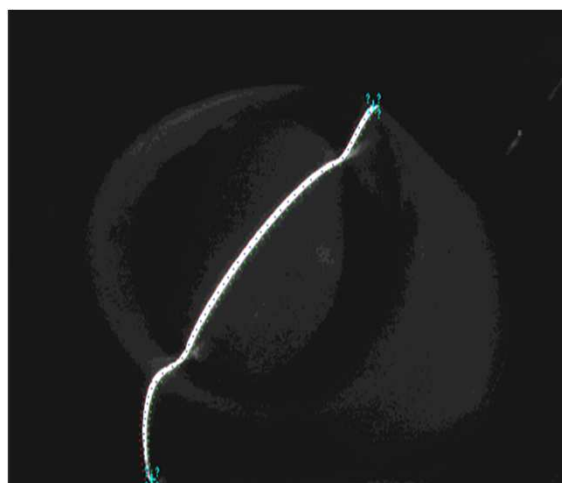
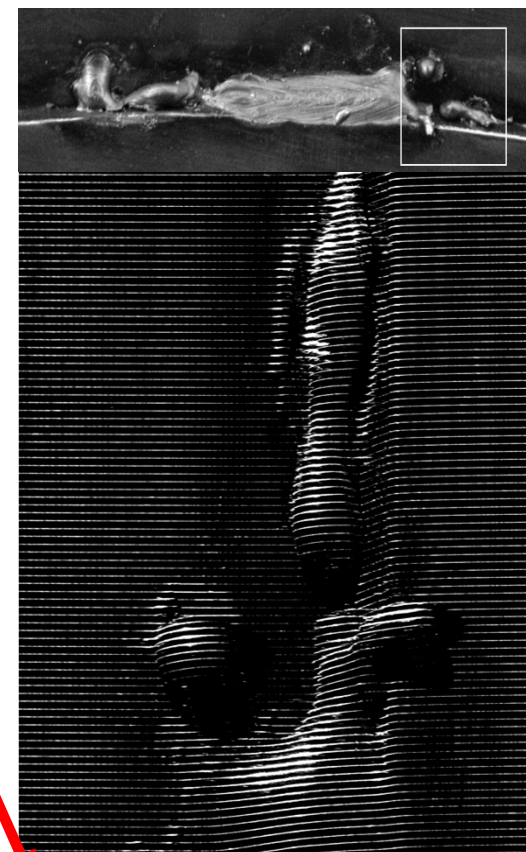


Detekce a klasifikace vozidel

Kontrola kvality svarů automobil. disků

Měření objemu kapky viskózního lepidla

Pořízení 3D modelu kopyta klobouku



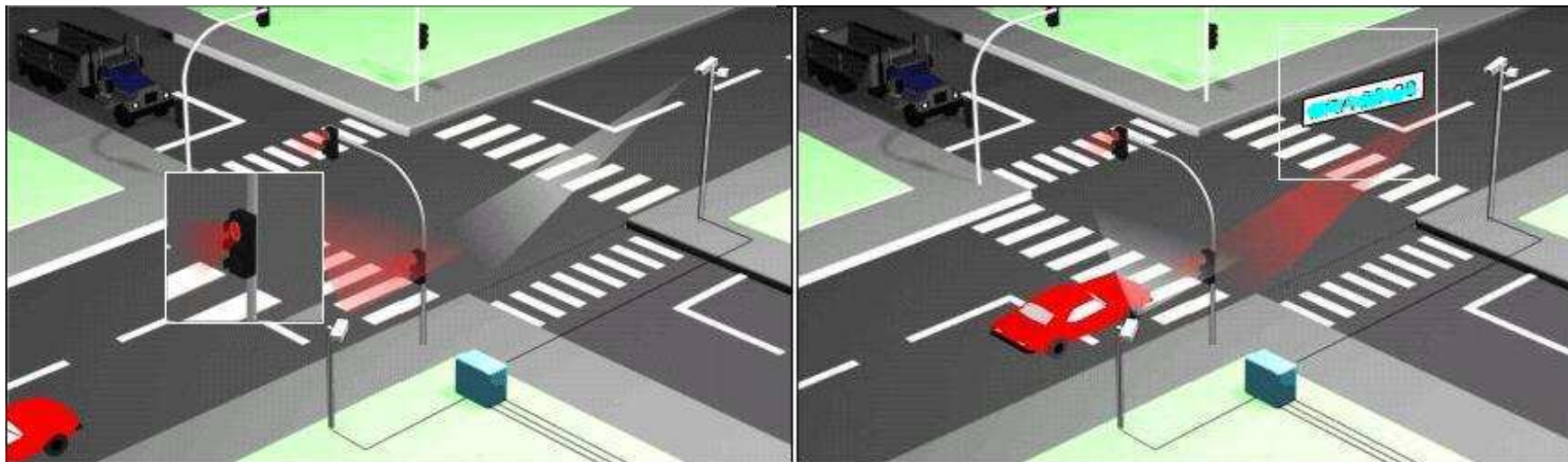
Metro – počítání osob

- počítání osob vstupujících a vystupujících z technických prostor metra
- zlepšení kontrastu sledovaných objektů volbou pozadí

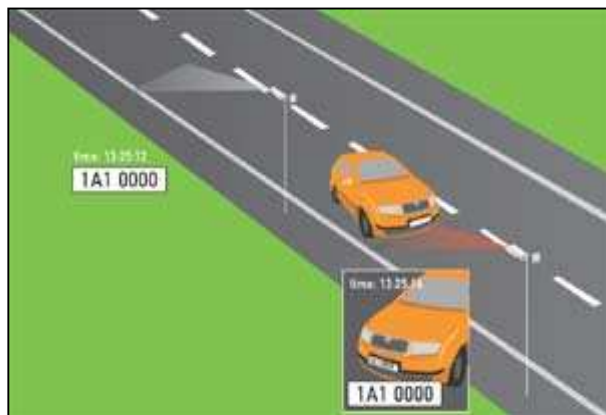
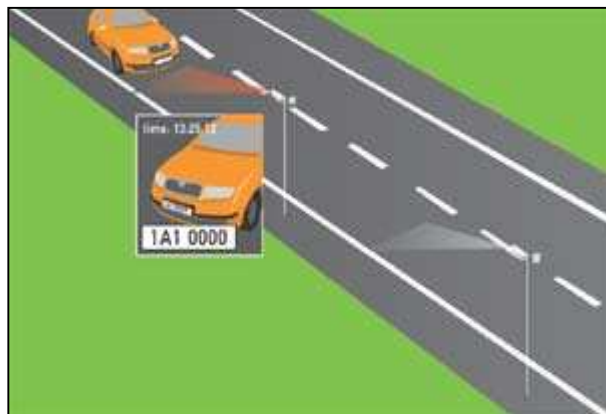


Dopravní úlohy – detekce průjezdu na červenou

- **Lokalizace SPZ**
- **OCR**



Dopravní úlohy – měření průměrné rychlosti v úseku



UnicambROWSER 1.2

Umístění přestupků

- r:\vdzin\app\veveyone\vyuk...
- RA
- HORAK
- Galerie
- Unicam
- offences

Detail - Přijedový snímek

Demonstrační snímek

2003-3-30 14:13:07.5 ZR-MR-11
Zlíchov-Radlická, směr Mrázovka, příjezd, pruh č. 1

Přestupek

—Nameřená rychlost (km/h):
86

—Maximální povolená rychlost (km/h):
70

Automatické prohlázení

Přijedový snímek

Jas: 0

Kontrast: 1

Zrušit

LNH 56

Odjezdový snímek

Jas: 0

Kontrast: 1

Zrušit

LNH 56

2003-3-30 14:13:07.5 ZR-MR-11
Zlíchov-Radlická, směr Mrázovka, příjezd, pruh č. 1

2003-3-30 14:13:25.2 ZR-MR-01
Zlíchov-Radlická, směr Mrázovka, příjezd, pruh č. 1



Dopravní úlohy

Detekce kritických stavů - nehoda, zácpa

**Statistiky provozu - počet průjezdů,
obsazenost jízdniho pruhu,
dojezdové doby atd.**



Mobilní detekce – kradená vozidla



Asistenční systémy řidiče

Rozpoznání značek

- segmentace značek v komplexní scéně (test)



- asistenční RT videa (159 základních značek)



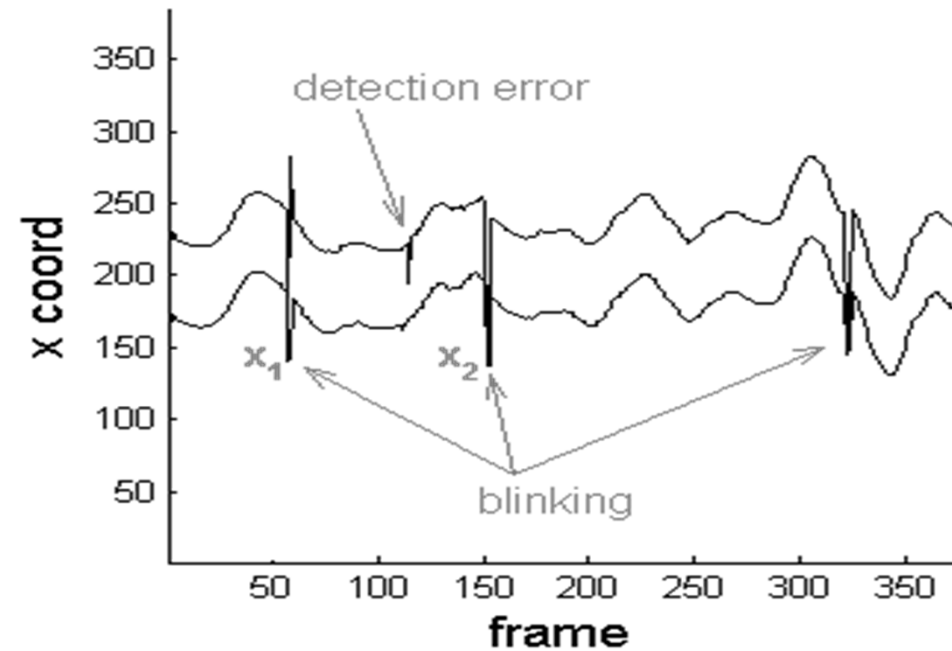
Únava řidiče – detekce pozornosti

- zábleskové IR osvětlení řidiče = zvýraznění očního pozadí – detekce zorniček



- rozpoznání mrkání / frekvence mrkání / zavření očí

Pupil's positions



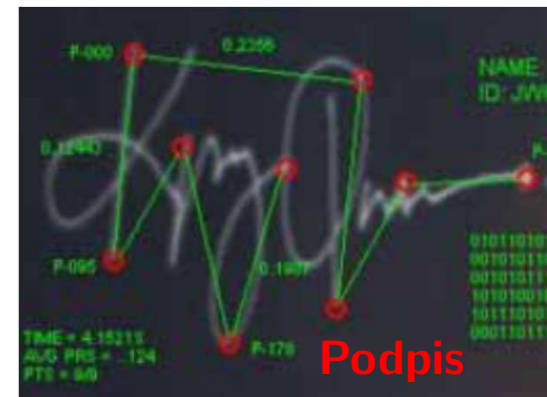
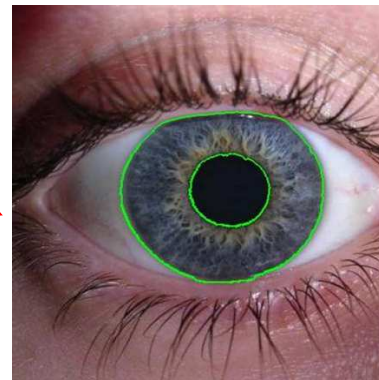
Měření biometrických údajů - statické



← **Otisk prstu**

Duhovka oka

→ **Geometrie ruky**



Podpis

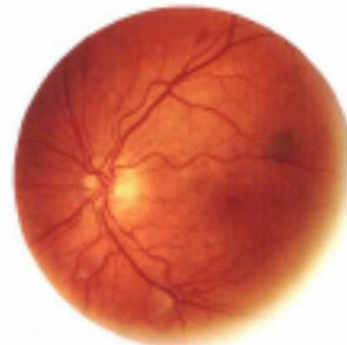


← **Sítnice oka**

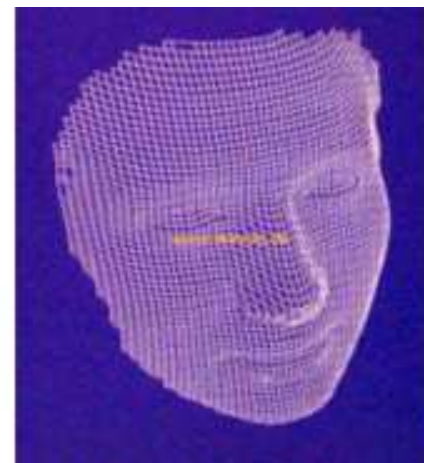
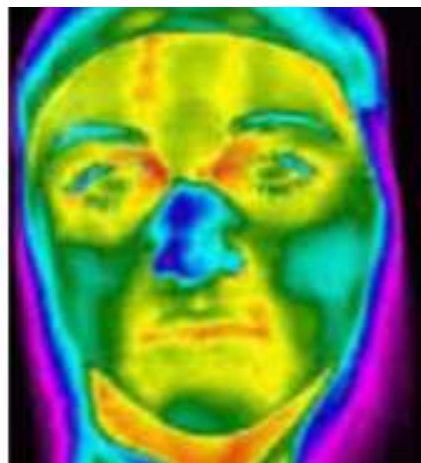
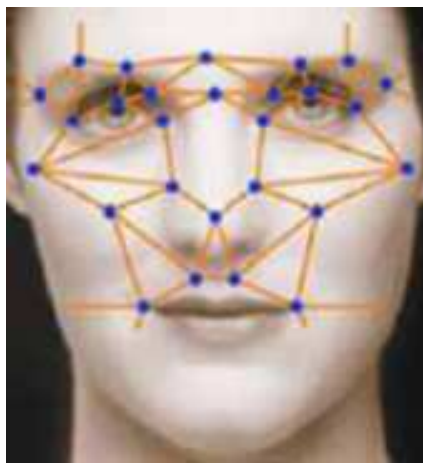
→ **Obličej**

← **Termogram obličeje**

→ **3D obličeje**



Dentální obraz



Tvar ucha

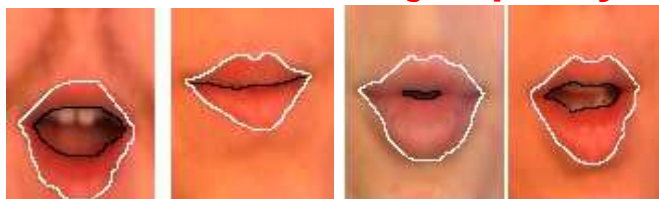
Měření biometrických údajů - dynamické

**Hlas/řeč; dynamika podpisu;
dynamika pohybu myši; psaní
na klávesnici**

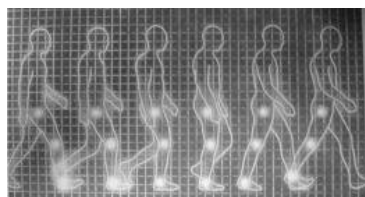
Gestikulace těla



Gestikulace v obličeji – př. rty

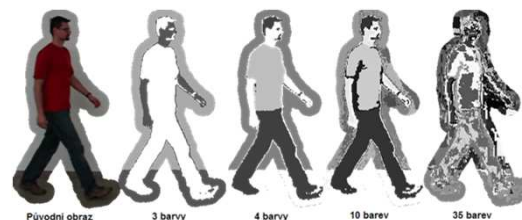


Lokomoce - chůze



Identifikace osob pomocí bipedální lokomoce

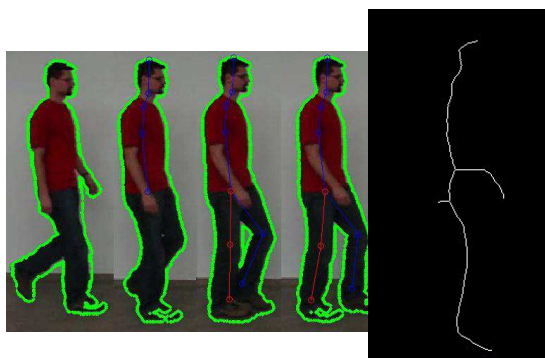
1. segmentace pohybu v jednoduché / komplexní scéně



2. rozpoznání pohybu lidí



3. detekce kloubů: kyčelní, kolenní a hlezenní



4. časové průběhy
→ komparace → identifikace



Termovizní měření

Průmysl

- odhalování skrytých vad, kontrola výroby, údržba, výzkum vlastností materiálu, kontrola tepelných poměrů v systémech, hledání míst úniku plynů

Stavebnictví

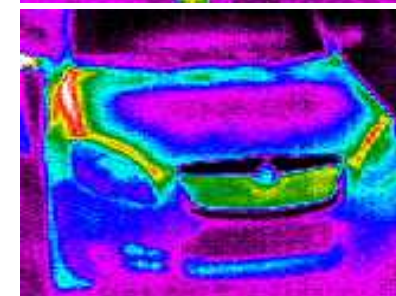
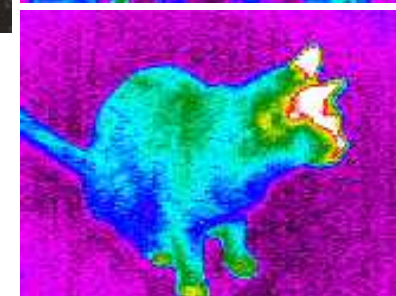
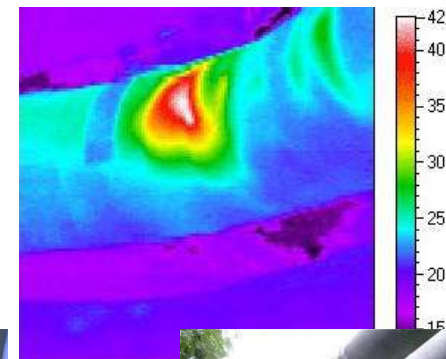
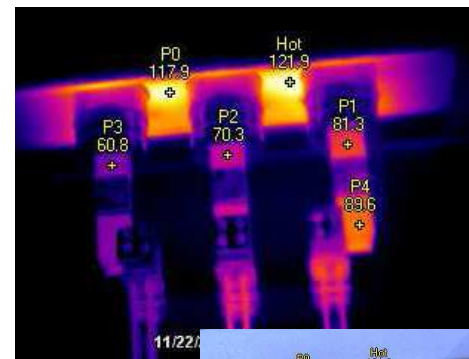
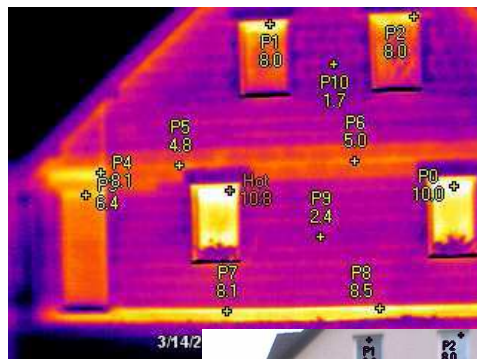
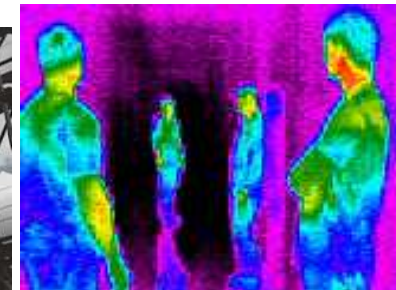
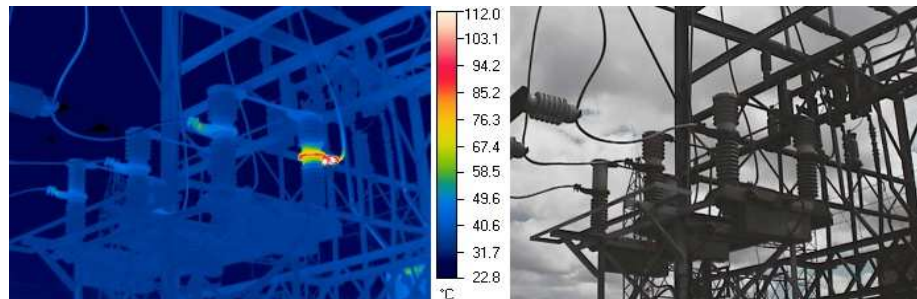
- měření úniku tepla, kontrola tepelných poměrů v systémech, výzkum vlastností materiálů

Vojenské a záchranářské účely

Bezpečnostní aplikace

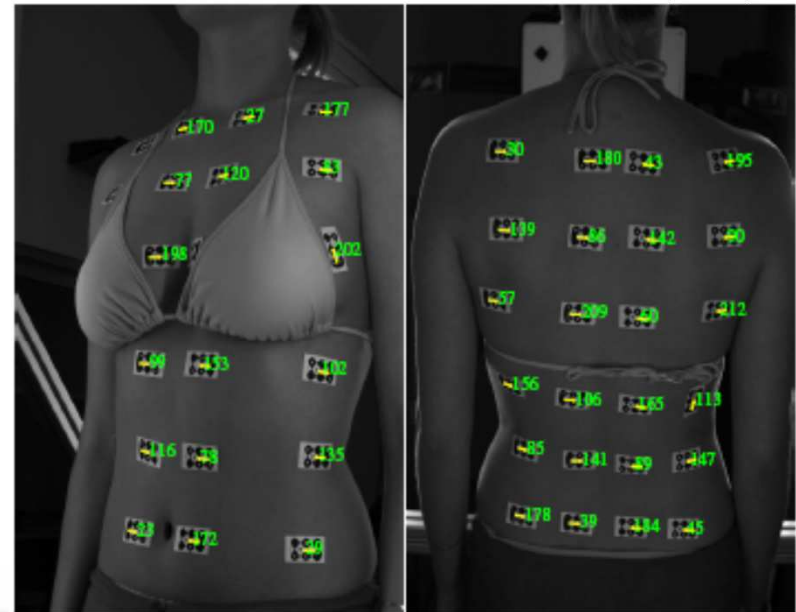
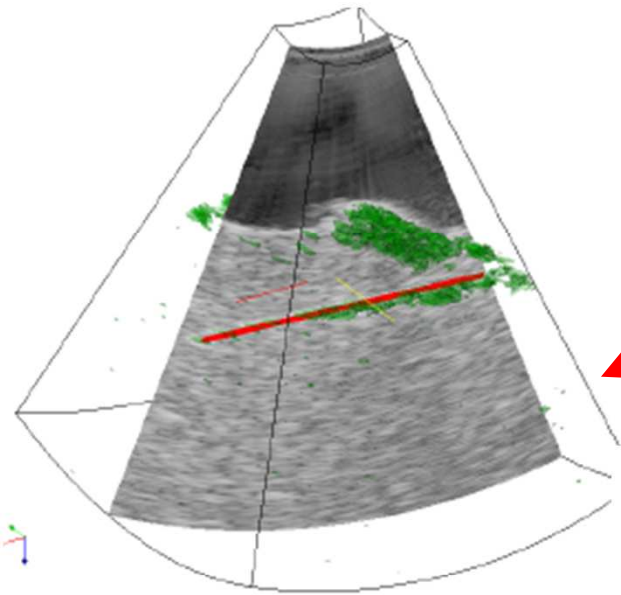
Medicína

Výzkum



Lékařské aplikace

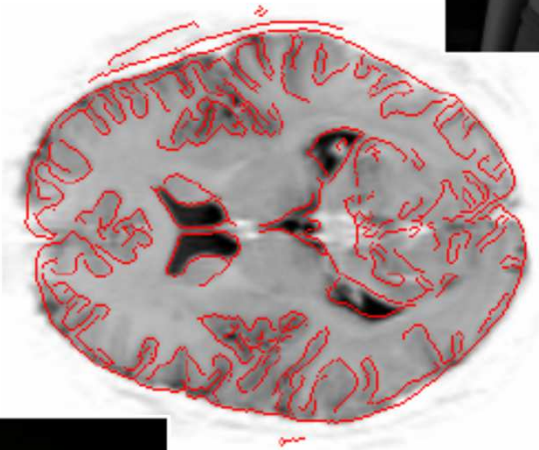
Určování polohy chirurgických nástrojů z 3D ultrazvukového přístroje



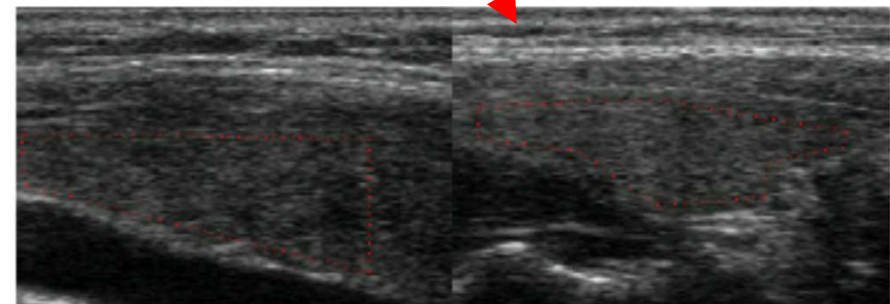
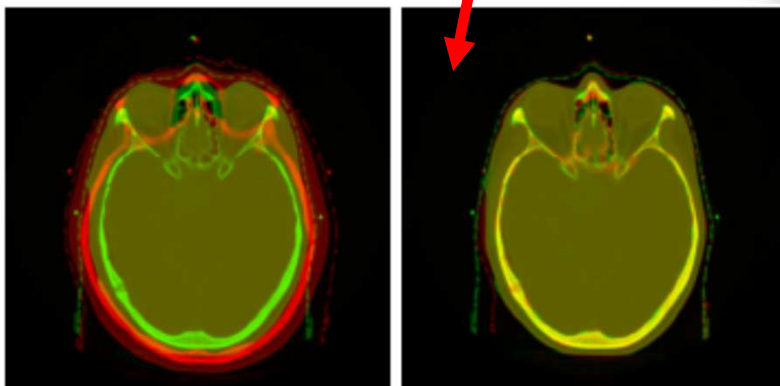
3D měření dýchacích pohybů

Geometrické srovnání odpovídajících si obrazů

- z jiných přístrojů
- před a po operaci (léčbě)



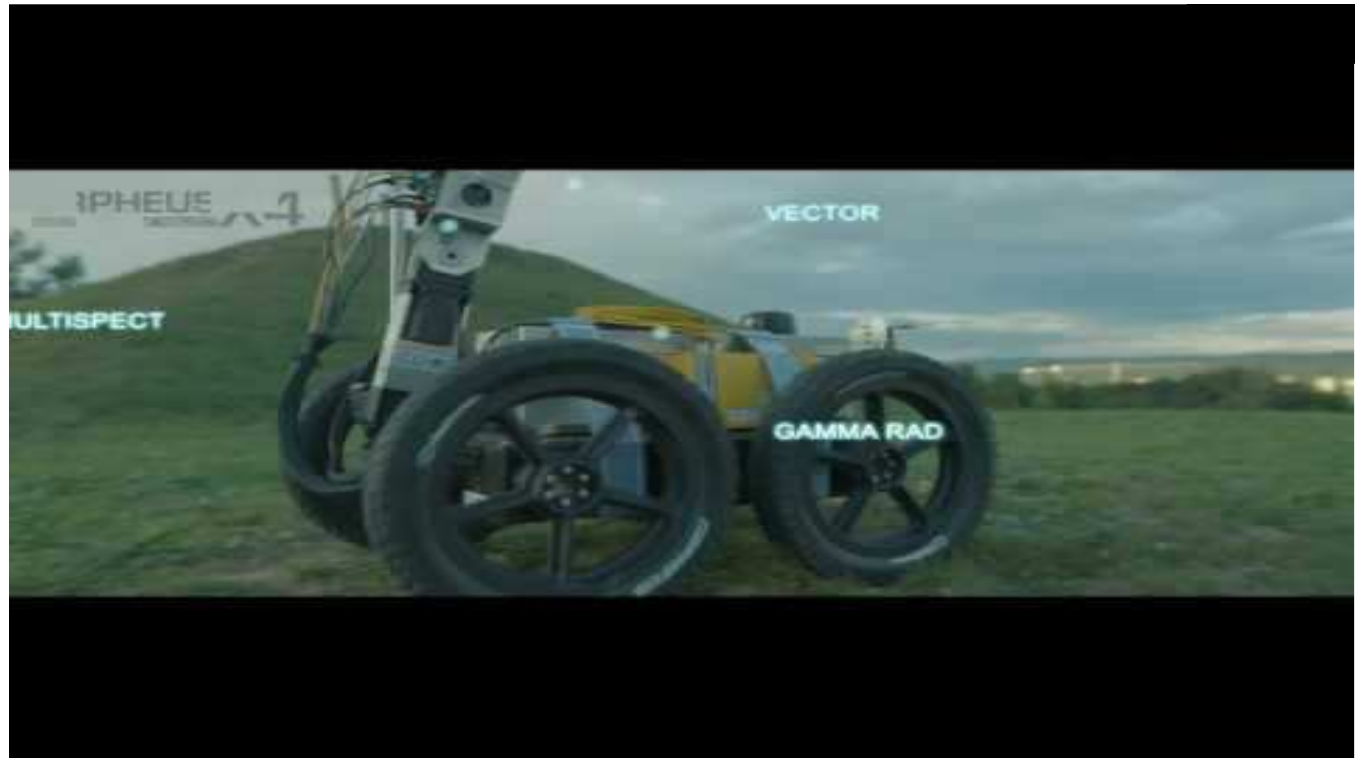
Diagnostika ultrazvukových obrazů



Sledování pohybu, trajektorie



Navádění robotů



<http://cmp.felk.cvut.cz>



<https://www.youtube.com/watch?v=6eNDTeJj-mA>



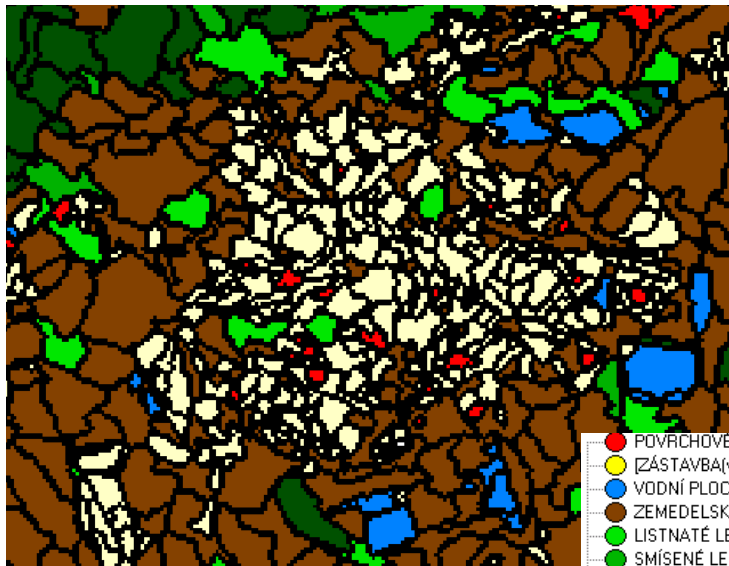
Letecké, satelitní snímky



Aktualizace map



Vojenské, špionážní průzkumy

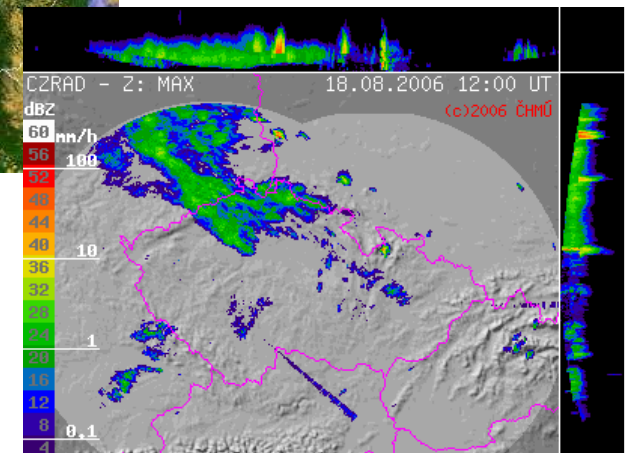


Klasifikace urbanizovaného území

- POVRCHOVÉ DOLY
- [ZÁSTAVBA(vyšší)]
- VODNÍ PLOCHY
- ZEMĚDELSKÁ PŮDA+LOUKY
- LISTNATÉ LESY
- SMÍŠENÉ LESY
- JEHLICNATÉ LESY
- ZÁSTAVBA(nižší)
- velmi zastavěno
- středně zastavěno
- málo zastavěno



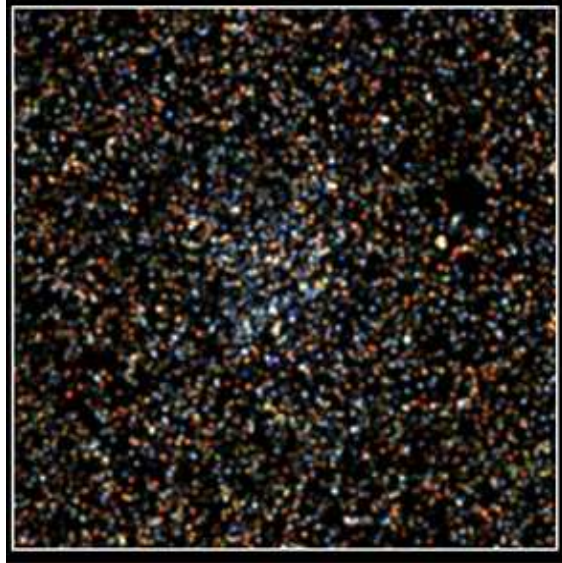
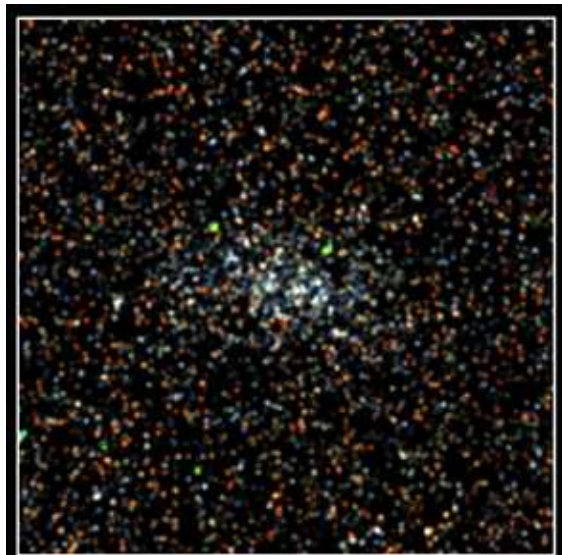
Sledování počasí, předpovědi



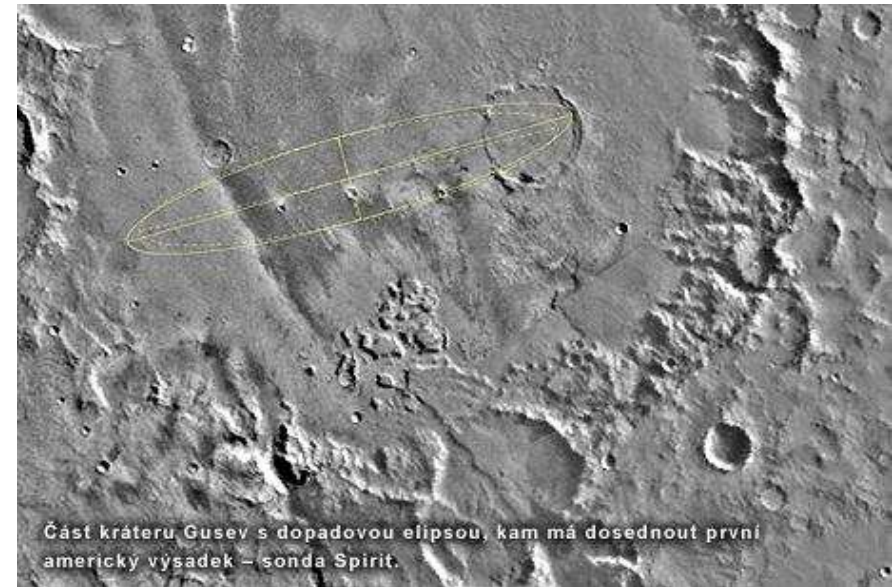
radarový snímek

Studování vesmíru

Analýza snímků hvězdné oblohy – objevování nových hvězd, galaxií,...



„Tvář na Marsu“



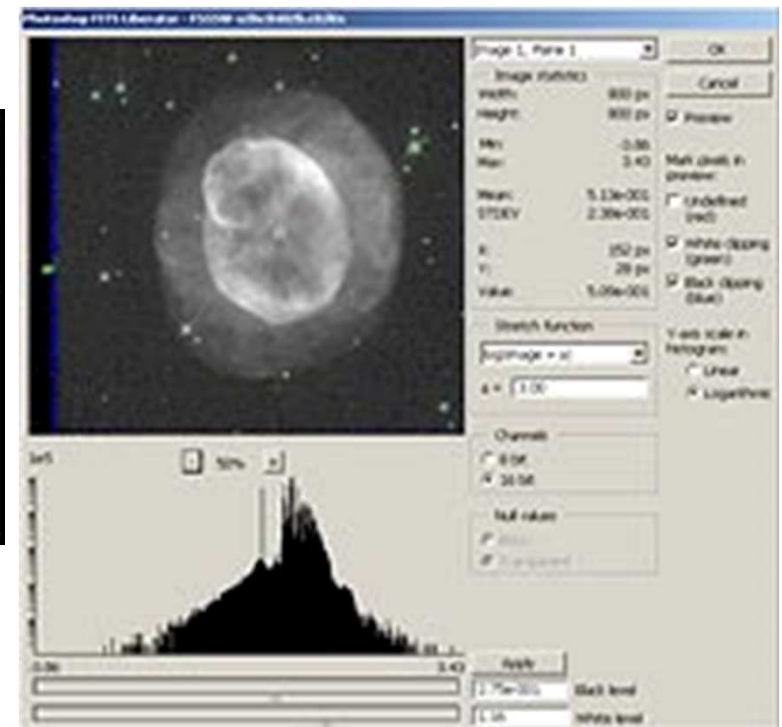
Část kráteru Gusev s dopadovou elipsou, kam má dosednout první americký výsadek – sonda Spirit.

Zkoumání okolních planet, vesmírné výpravy

Specializovaný SW – volně dostupný

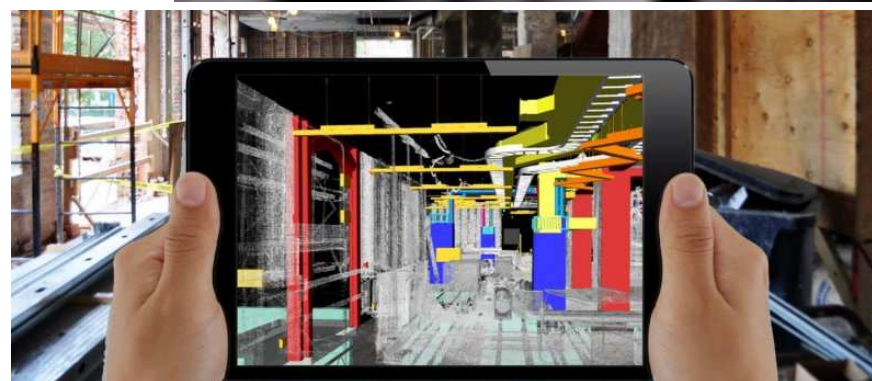


Sledování procesů ve vesmíru - vzplanutí mladé hvězdy (RTG snímek)



Rozšířená realita

Reklama, nákupy, navigace, design, 3D modelování, servis, interaktivní manuály, vzdělávání, hry a zábava



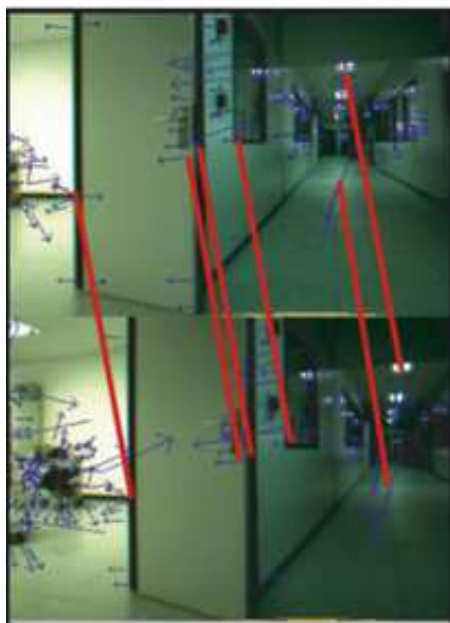
Korespondence



Stereovidění

Rozpoznávání

**Spojování
obrazů**

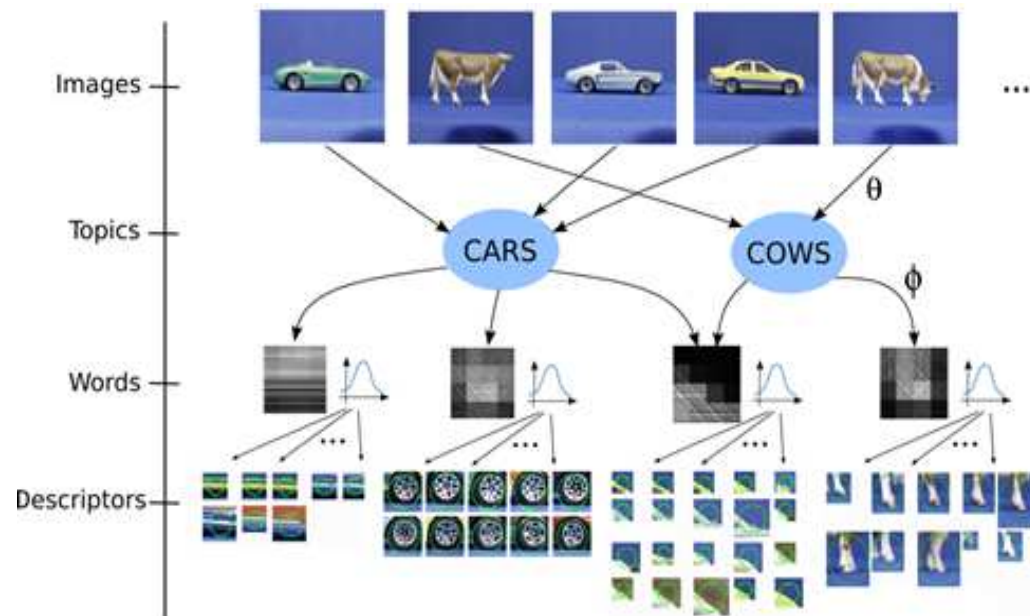


Porovnání obrazů, vyhledávání

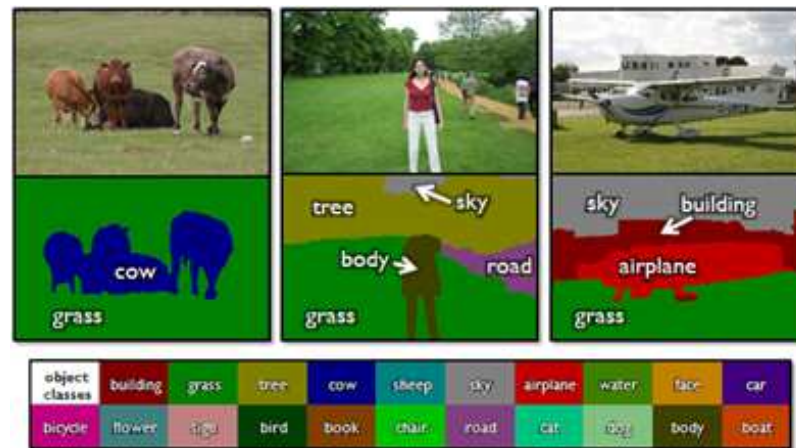


<https://www.youtube.com/watch?v=x2VjOva4pFg&feature=youtu.be>

Kategorizace objektů



<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00203721/document>



<http://jamie.shotton.org/work/research.html>