

Základy počítačovej grafiky a spracovania obrazu

Úvodná prednáška

Doc. RNDr. Milan Ftáčnik, CSc.

RNDr. Júlia Kučerová

Obsah prednášky

- Počítačová grafika
- Spracovanie obrazu

- Stránka prednášok a cvičení
 - <https://dai.fmph.uniba.sk/w/ZPGSO/sk>

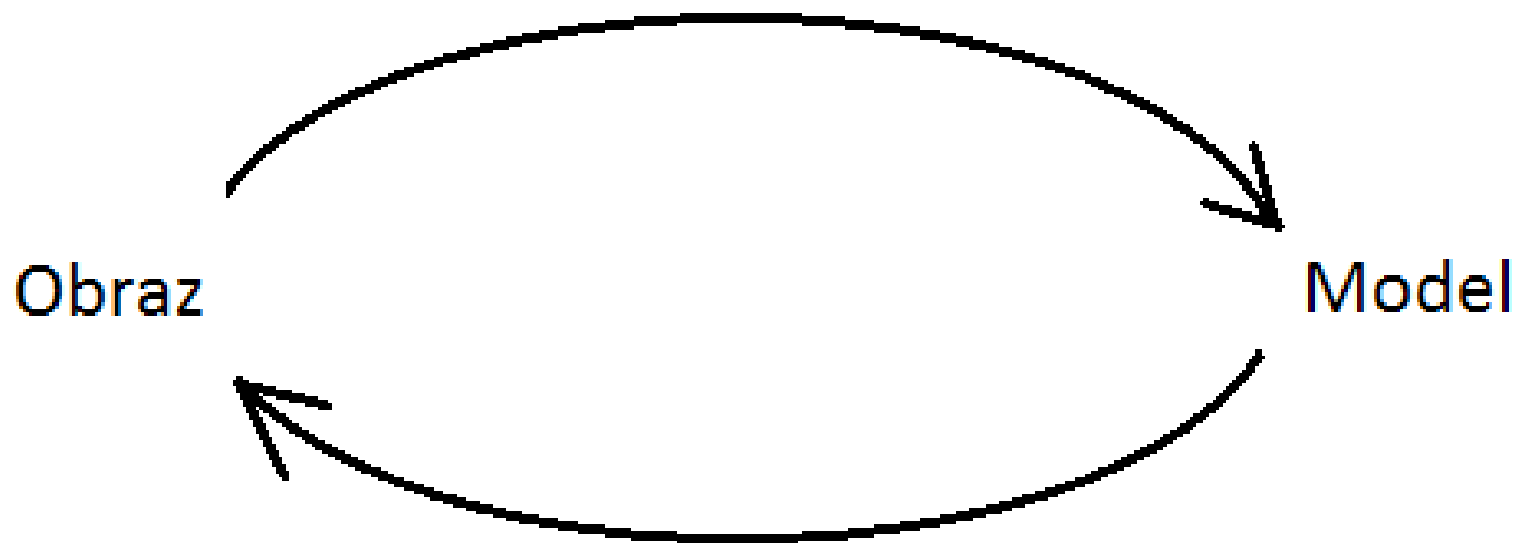
Kontakty I.

- Doc. RNDr. Milan Ftáčnik, CSc. (M159, I 4)
 - www.sccg.sk/~ftacnik
 - ftacnik@sccg.sk
 - Konzultácie: Streda od 10:00 do 12:00

Kontakty II.

- RNDr. Júlia Kučerová (I 4)
 - www.sccg.sk/~kucerova
 - kucerova@sccg.sk
 - Konzultácie: po dohode e-mailom
 - Subjekt e-mailu: ZPGSO

Počítačová grafika a videnie ?



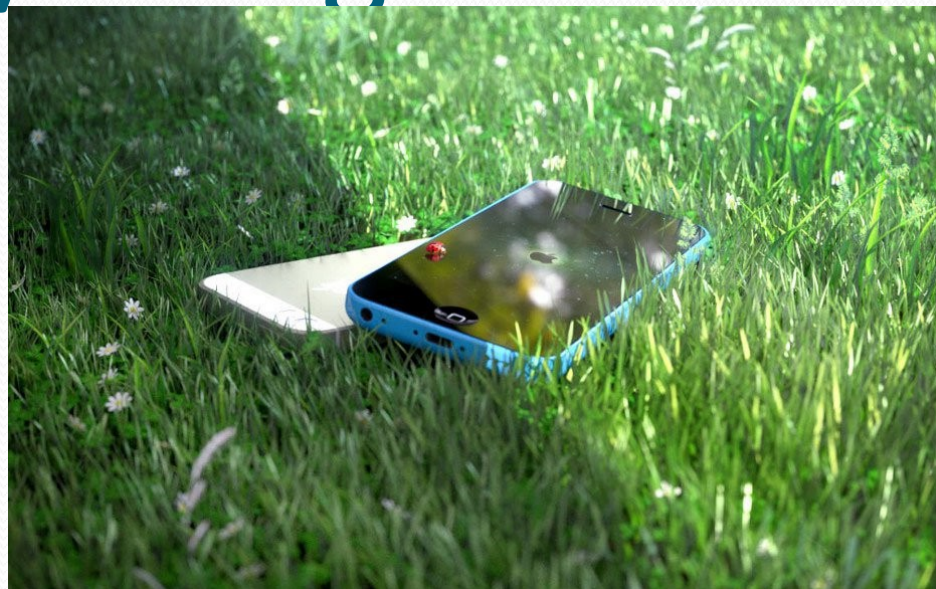
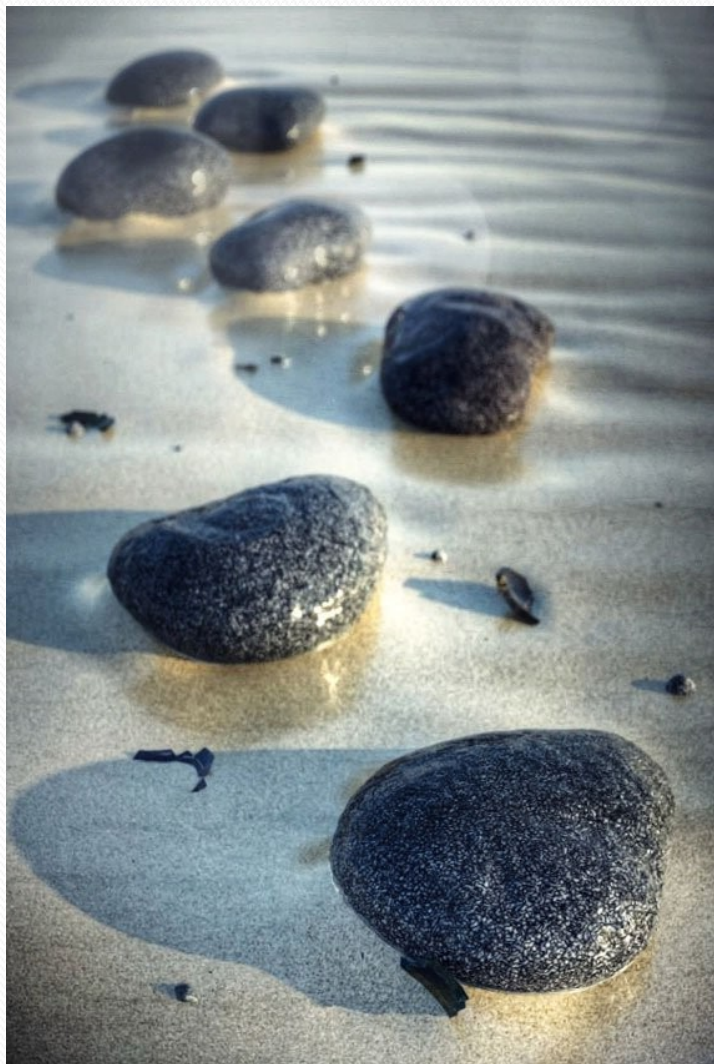
Počítačová grafika a videnie ?





Počítačová grafika

Render / fotografia?





- **Grafické systémy**

- Renderovanie, interakcia, 3D objekty, animácia
- API, referenčný model počítačovej grafiky, rendering pipeline

- **Multimédiá**

- Audio/video formáty
- Nové: virtuálna realita & rozšírená realita

Počítačová grafika na FMFI UK

- Fyzikálne simulácie, 3D grafika



Počítačová grafika na FMFI UK

- Virtual Bratislava, Multimedia Historic Bratislava
- MUVIS



Počítačová grafika na FMFI UK

- Photoneo
 - 3D rekonštrukcia



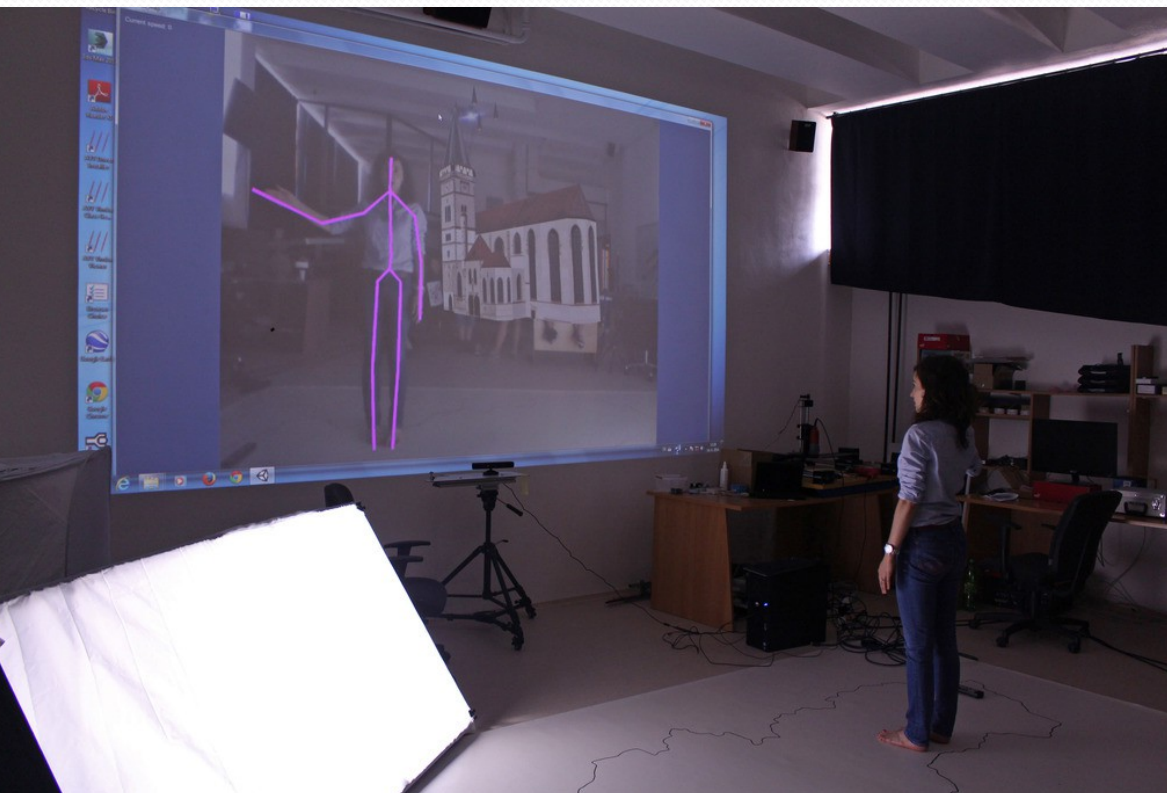
Počítačová grafika na FMFI UK

- Comeniana - metódy a prostriedky digitalizácie a prezentácie 3D objektov kultúrneho dedičstva



Počítačová grafika na FMFI UK

- Rozšírená realita
 - Spojenie počítačovej grafiky a počítačového videnia



Vývoj počítačovej grafiky vo filmoch

- História

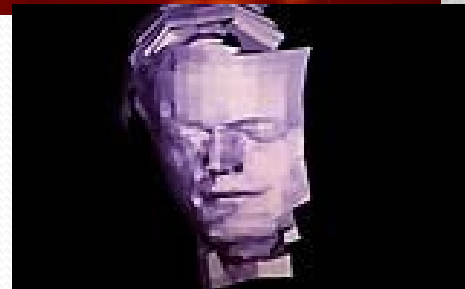
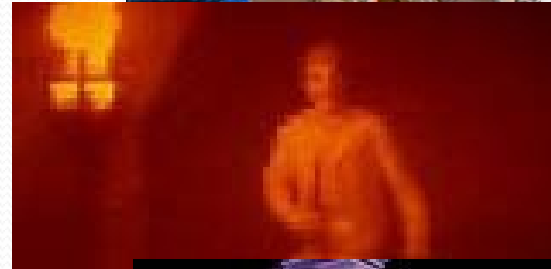
- Od 1985
- Stop-motion, miniatúry
- maskovanie

- Westworld

- Prvá 2D CG

- Futureworld (1976)

- Prvé 3D



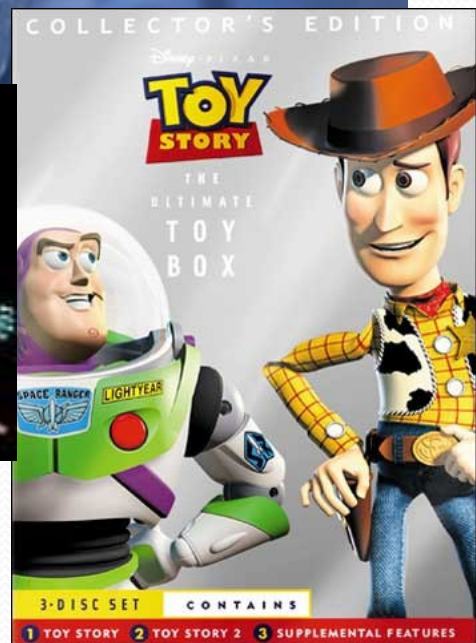
Vývoj počítačovej grafiky vo filmoch

- Star Wars (1977)
 - prvá 3D animácia
- Tron (1982)
 - 15 minút CGI
- Wrath of Khan (1982)
 - Častice, fraktály
- Luxo Jr. (1986)
 - Tiene
 - Emócie



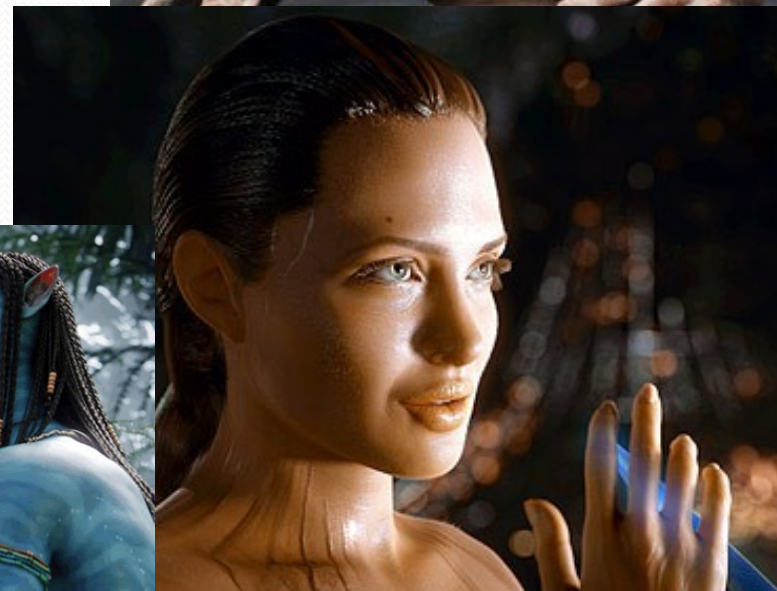
Vývoj počítačovej grafiky vo filmoch

- Tin Toy (1988)
 - animated Oscar
- Abyss (1989)
 - Renderovanie vody
- Total Recall (1990)
 - motion capture
- Toy Story (1995)
 - celovečerný CG film



Vývoj počítačovej grafiky vo filmoch

- Lord of The Rings (2001)
 - Masové scény
 - facial motion capture
- Beowulf (2007)
 - Digitálne kópie hercov
- Avatar (2009)
 - 3D



Vývoj počítačovej grafiky vo filmoch

- Teraz
 - Motion capture
 - Artificial actors?
- WETA
 - <https://www.wetafx.co.nz/>



Uncanny valley



THAT'S PRETTY
CUTE



I'D WATCH
A MOVIE
ABOUT THAT



UH WAIT,
WHAT?



IN MY
RESTLESS
DREAMS, I
SEE THAT
TOASTER...



I'M OKAY
WITH THIS
AGAIN.

THIS IS THE
UNCANNY
VALLEY.

Vývoj počítačovej grafiky v hrách

- Tennis For Two (1958)

- oscilloscope

- Spacewar! (1961)

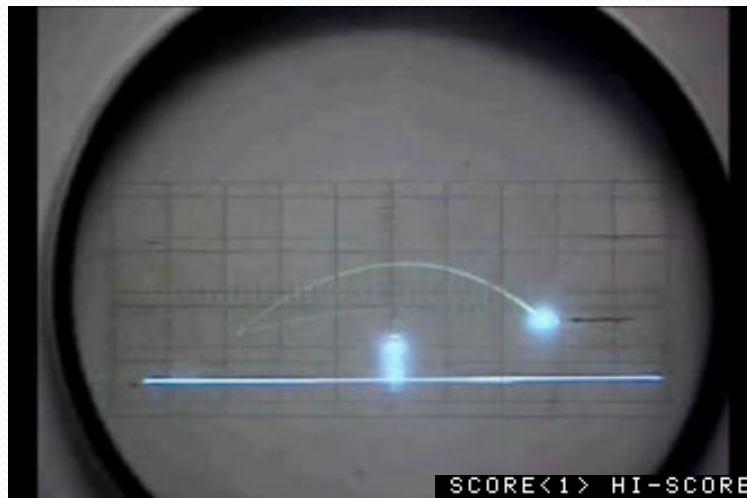
- Space Invaders (1978)

- raster graphics

- Lunar Lander, Asteroids (1979)

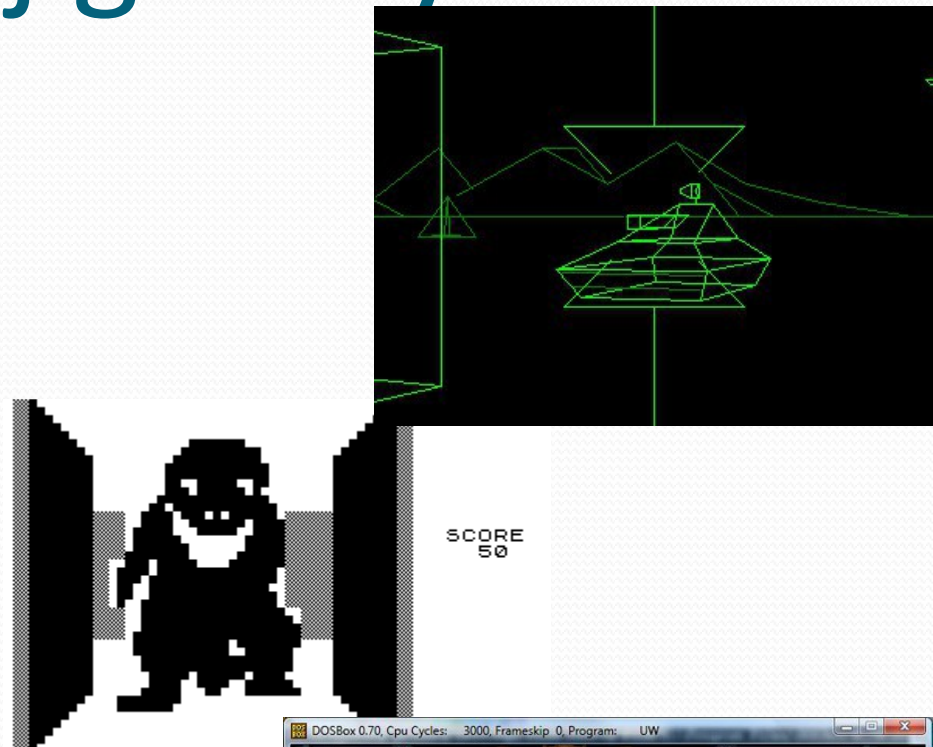
- vector graphics

- vector displays



Vývoj počítačovej grafiky v hrách

- Battlezone (1980)
 - Prvá 3D vektorová hra
- 3D Monster Maze (1981)
 - prvá 3D rastrová hra
- Hovortank3D (1981)
 - Raycasting
- Ultima Underworld (1982)
 - Texture mapping



Vývoj počítačovej grafiky v hrách



- Quake (1996)
 - real 3D (vertical axis look)
 - Lightmaps

Vývoj počítačové grafiky v hrách

- Dnes - Dynamic lights, soft shadows, shader effects, normal maps, tessellation, parallax mapping, environment mapping,...



Lara Croft

- 1996 - 2014



Hry dnes vs Filmy predtým



Heavy Rain (2010), PS₃ 50 fps

Final Fantasy (2001)
90 minút na frame



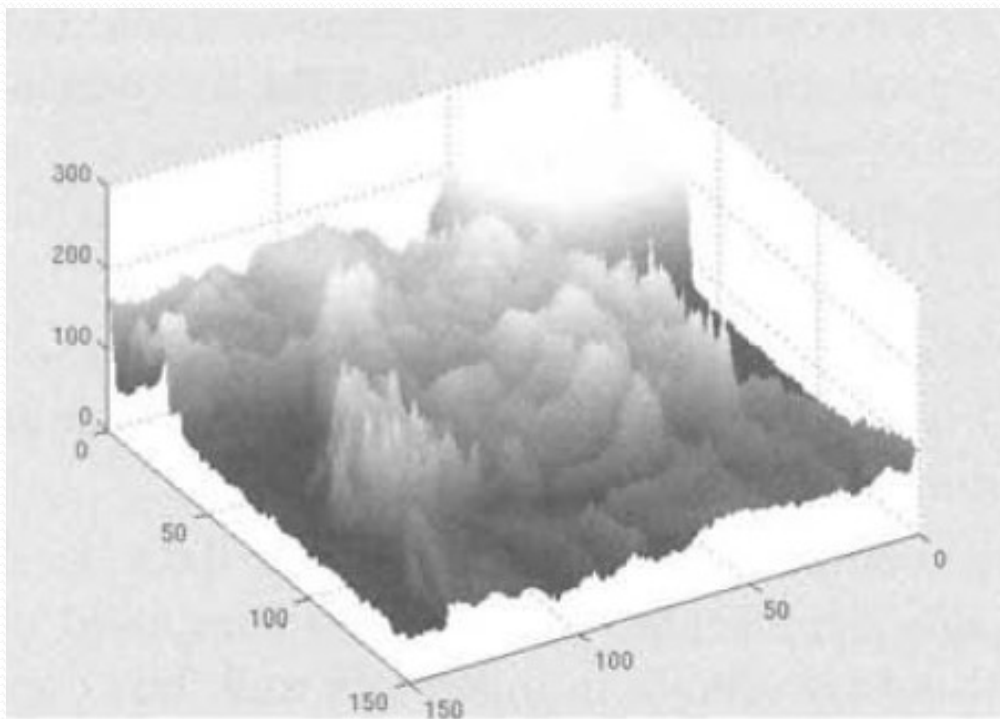
Spracovanie obrazu

Z histórie spracovania obrazu

- Prvýkrát v roku 1920 – pri prenose obrazu z Európy do NYC podmorským káblom
- Rozvoj od r. 1960 – satelitné snímky, medicínske obrazy, rozpoznávanie znakov
- Od r. 1970 – lacnejšie počítače a špecializovaný HW na spracovanie obrazu
- Od r. 2000 – počítače nahradili HW a pridali sa nové senzory

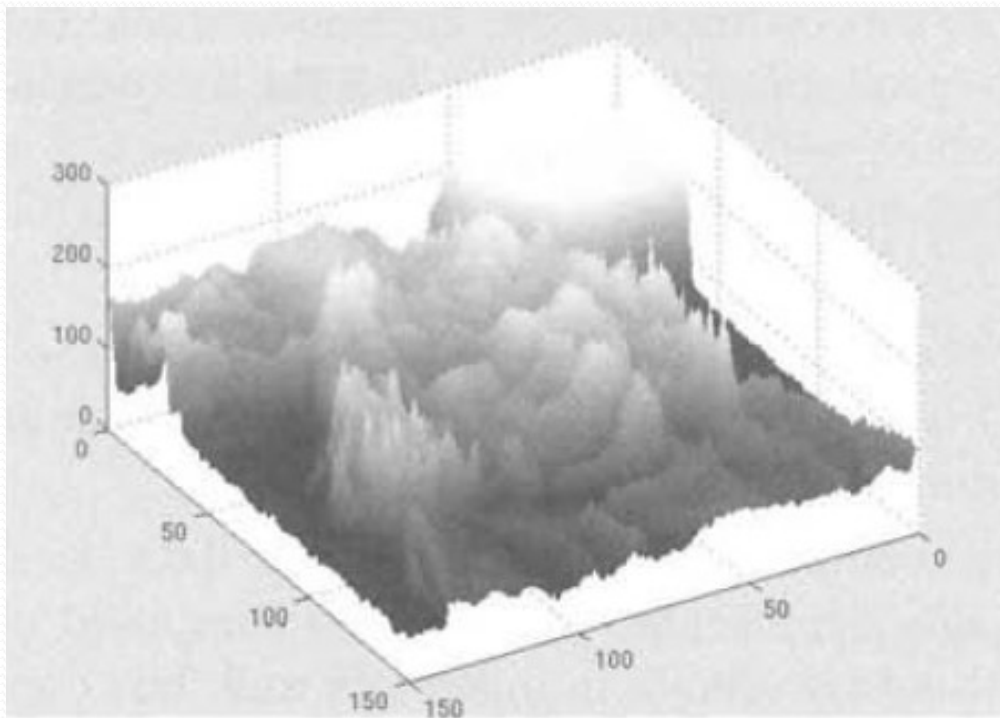
Počítačové videnie je zložité

- Počítač pracuje s intenzitami jasů



Počítačové videnie je zložité

- Počítač pracuje s intenzitami jasů



Počítačové videnie je zložité II

- Videnie umožňuje ľuďom vnímať a rozumieť svetu okolo nich.
- Počítačom to chceme napodobniť.
- Paradox umelej inteligencie: To, čo sa ľudia učia prirodzene a veľmi rýchlo, to sa počítače učia pomaly a naopak

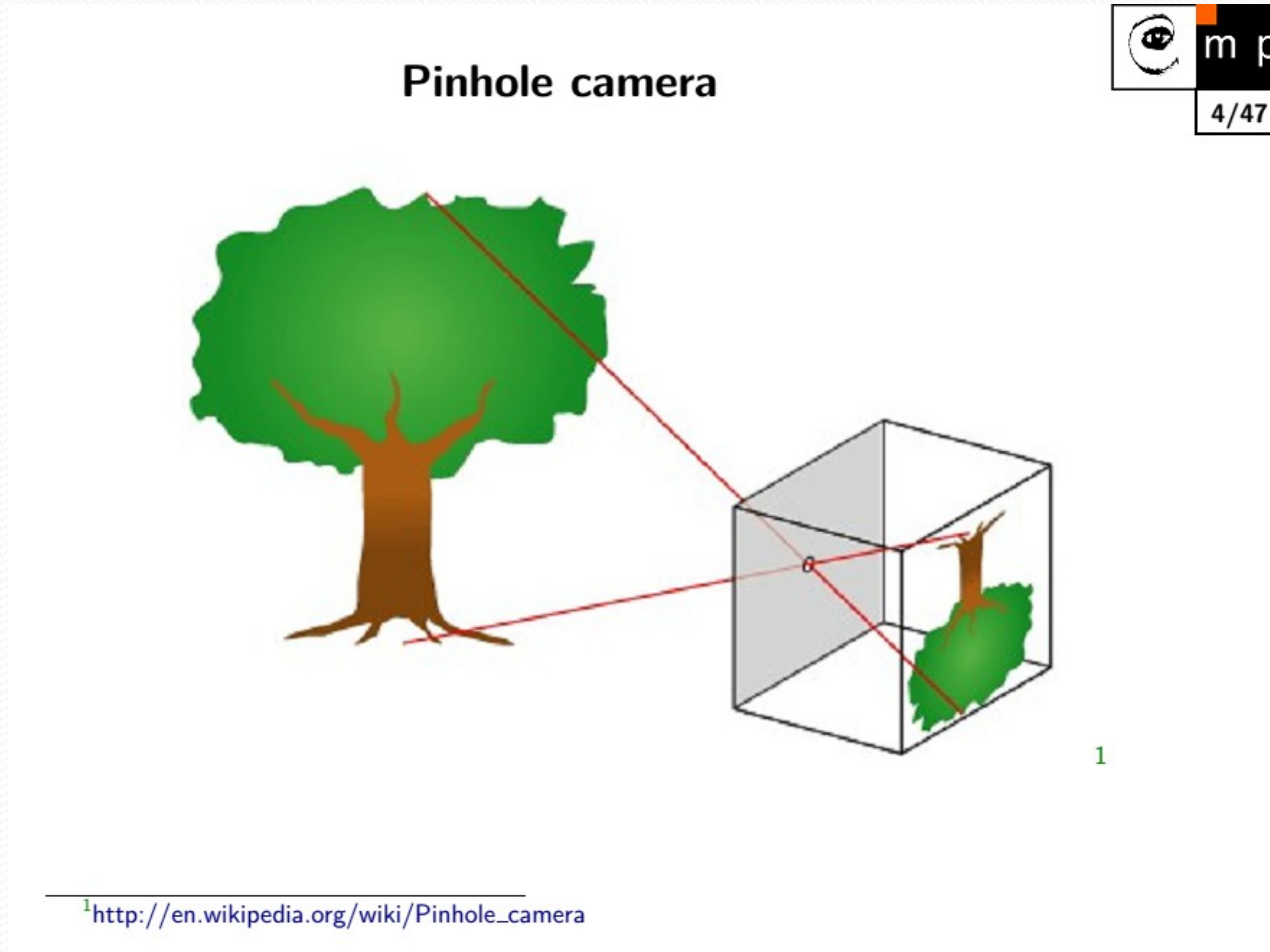
Počítačové videnie je zložité III

- Svet je 3D a vstup pre počítač je 2D
- Do jednej jasovej hodnoty sa prejavlia:
 -
 -
 -
 -

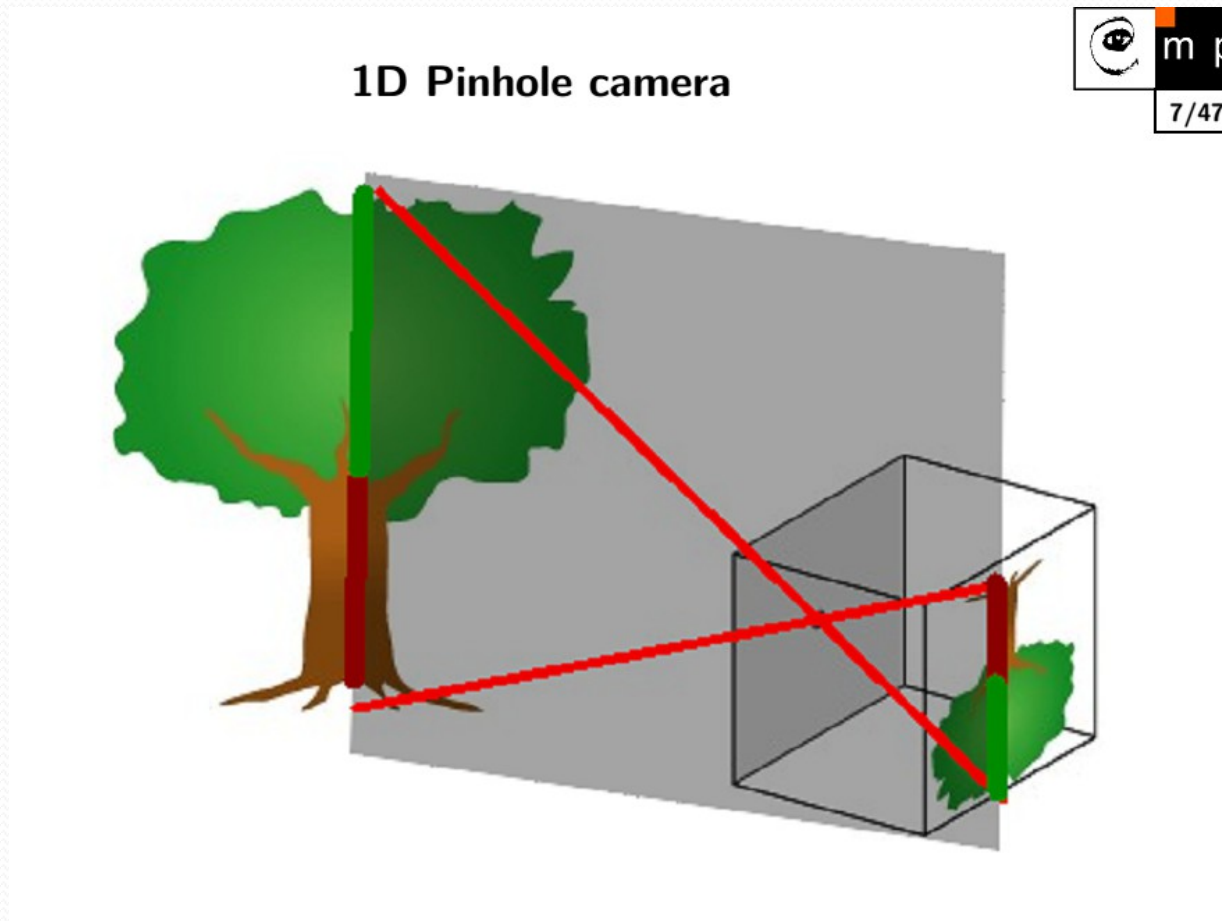
Počítačové videnie je zložité III

- Svet je 3D a vstup pre počítač je 2D
- Do jednej jasovej hodnoty sa prejavlia:
 - Geometrické vlastnosti
 - Koeficient odrazivosti viditeľných plôch
 - Osvetlenie scény
 - Pozícia pozorovateľa

Perspektívne zobrazenie

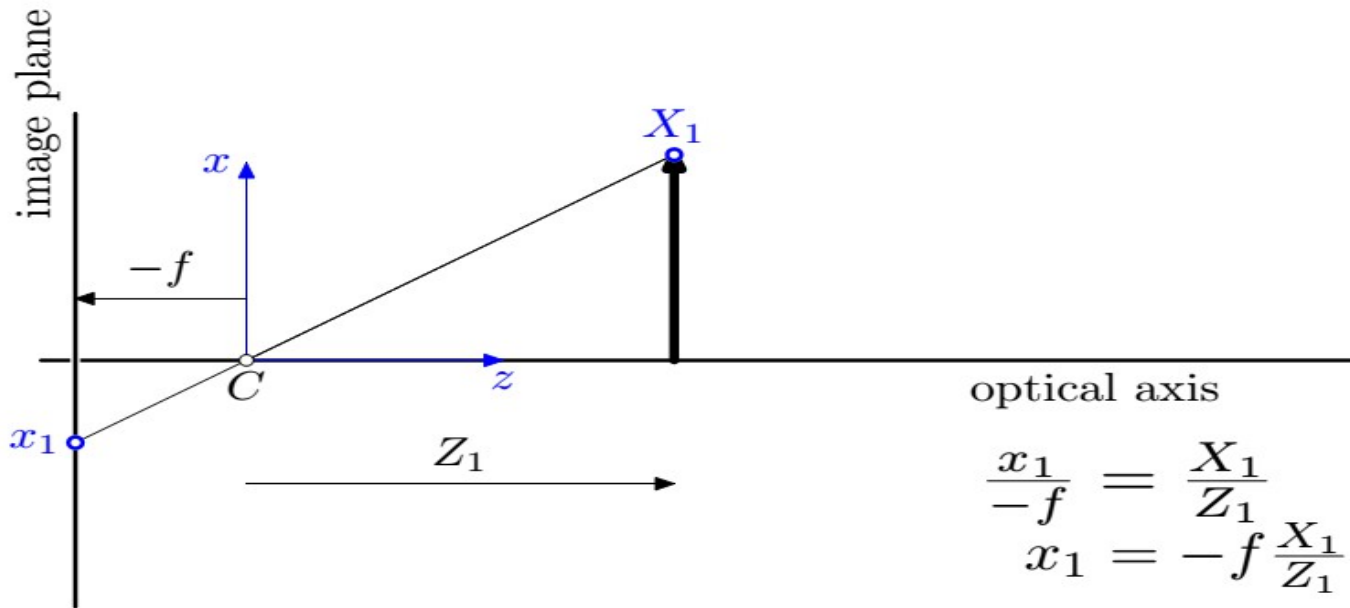


Perspektívne zobrazenie II



Perspektívne zobrazenie III

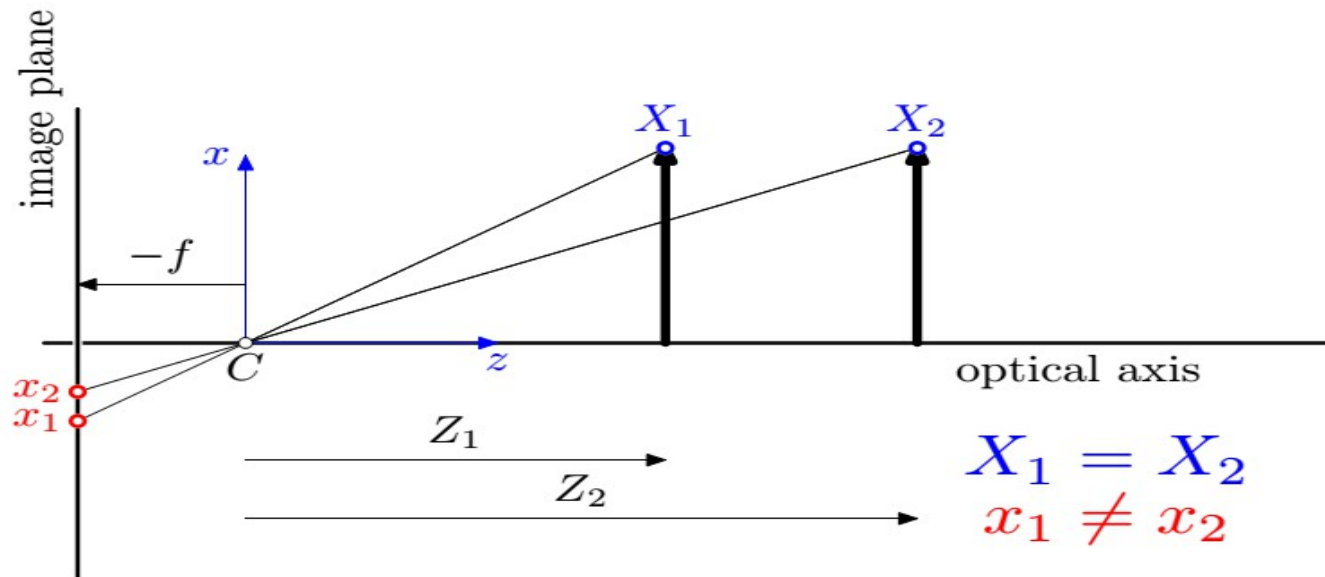
1D Pinhole camera projects 2D to 1D



Perspektívne zobrazenie IV

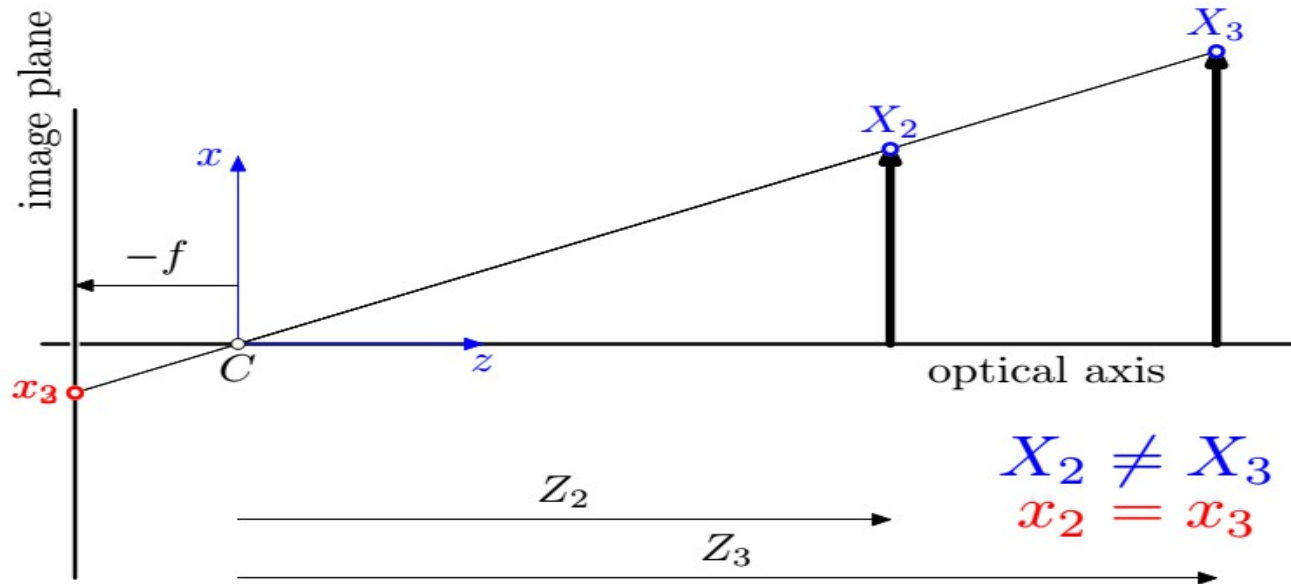
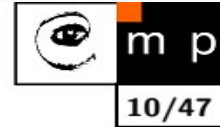


Problems with perspective I

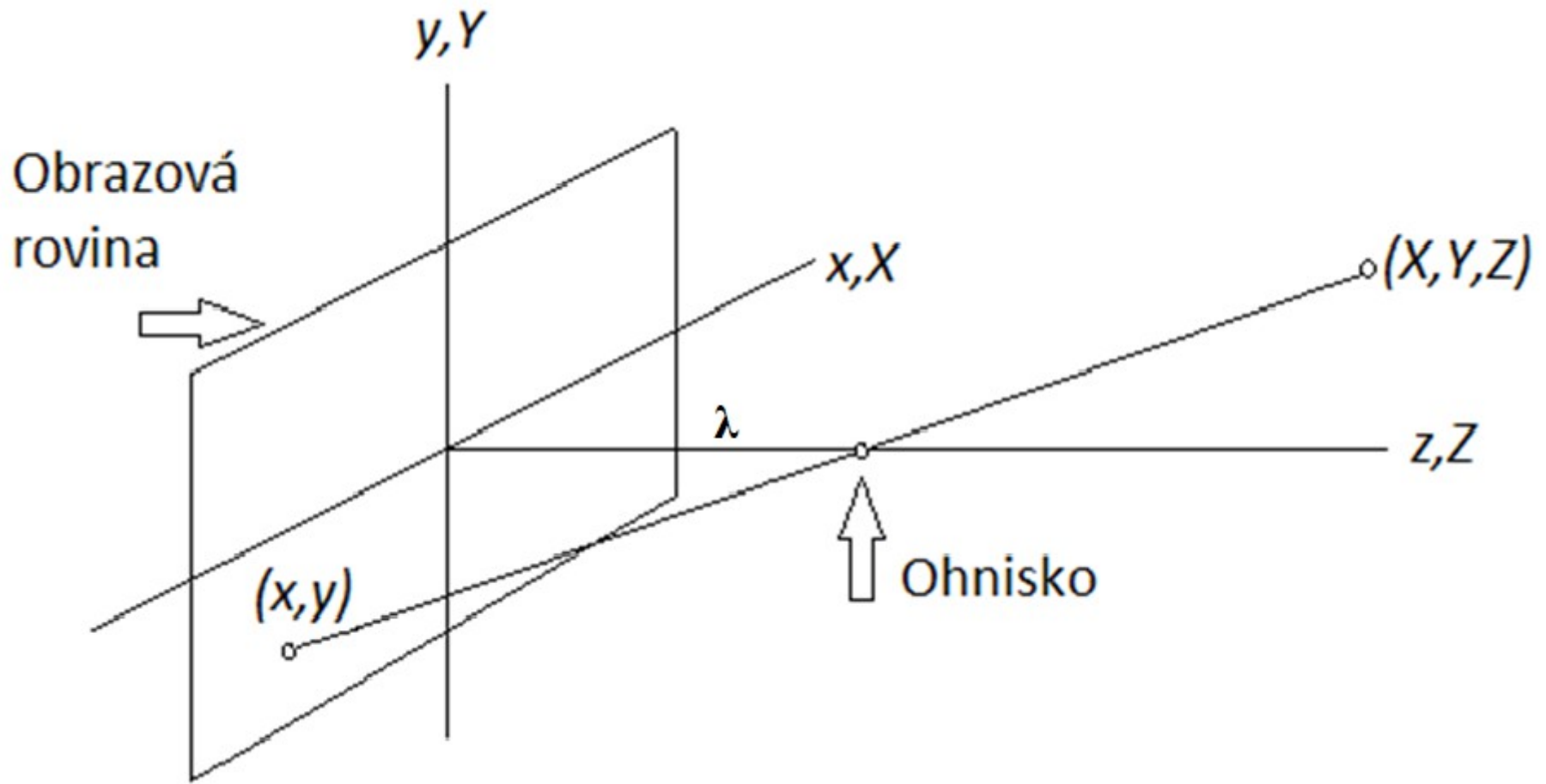


Perspektívne zobrazenie V

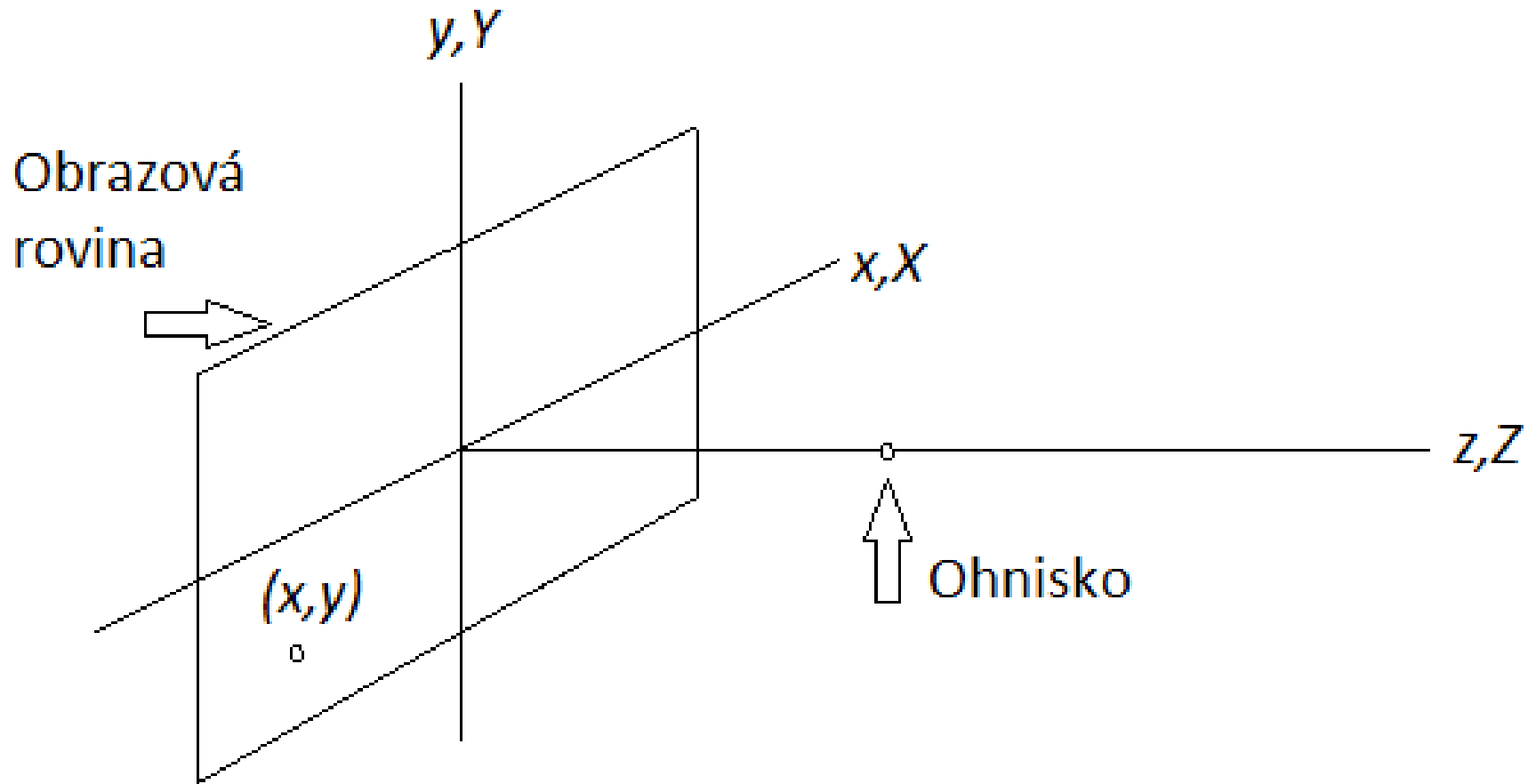
Problems with perspective II



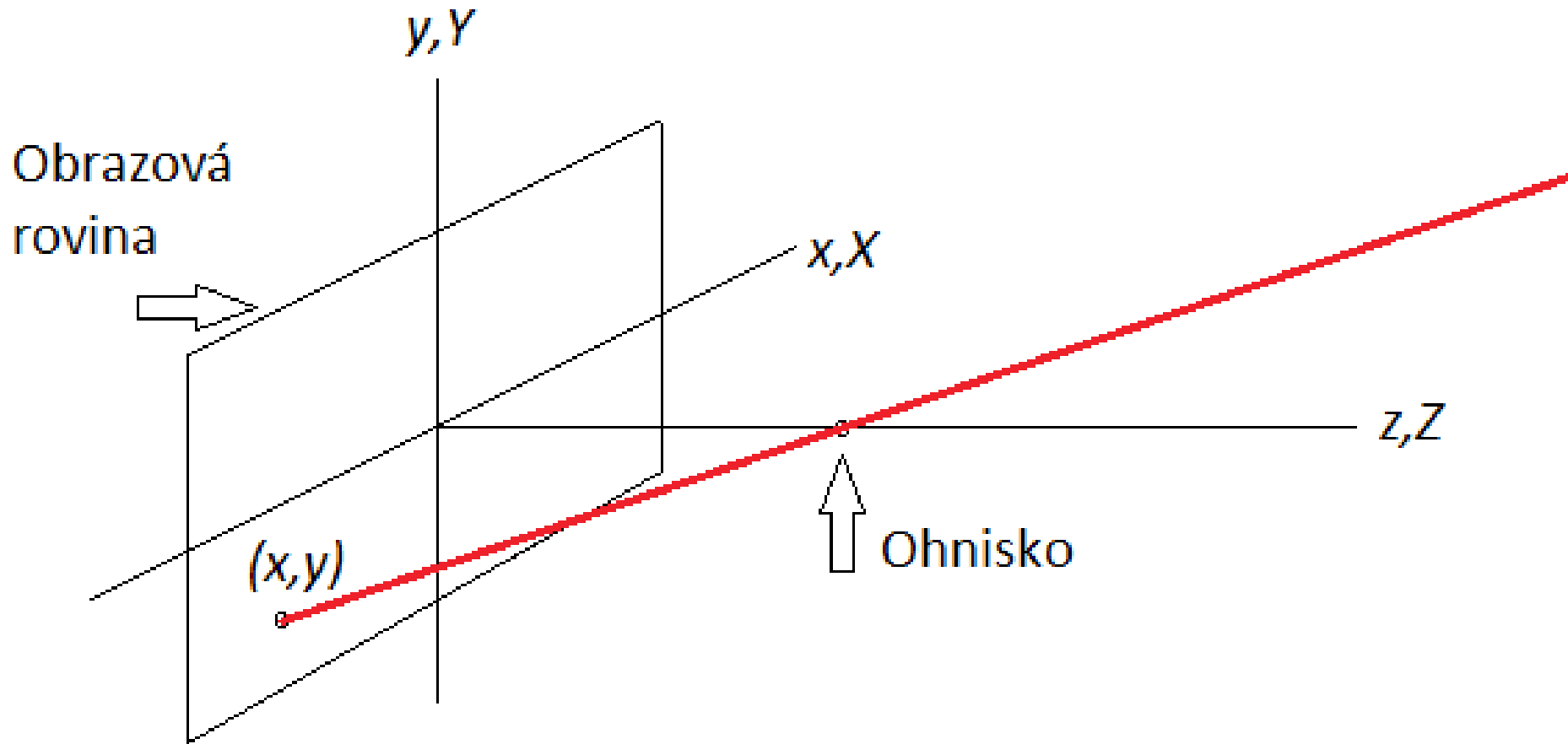
Perspektívne zobrazenie VI



Čo vieme z 2D povedať o 3D?



Čo vieme z 2D povedať o 3D?



Úrovne počítačového videnia

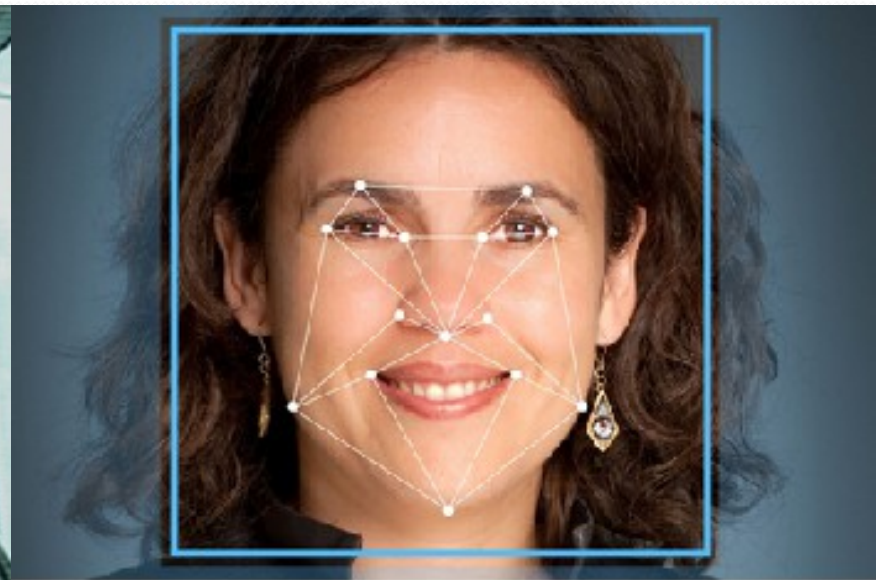
- Nižšia úroveň
 - Snímanie, predspracovanie
- Stredná úroveň
 - Segmentácia
- Vyššia úroveň
 - Popis, rozpoznávanie, porozumenie

Spracovanie obrazu

- **Image processing** – (snímanie, pred-spracovanie, segmentácia)
- **Analýza obrazu** (Image Analysis)
- **Rozpoznávanie obrazcov** (Pattern recognition)
- **Počítačové videnie** (Computer Vision)

Aplikácie počítačového videnia

- 1. **Skúmanie človeka** (rozpoznávanie tváre, pohybu, reči, znakovkej reči, ...)



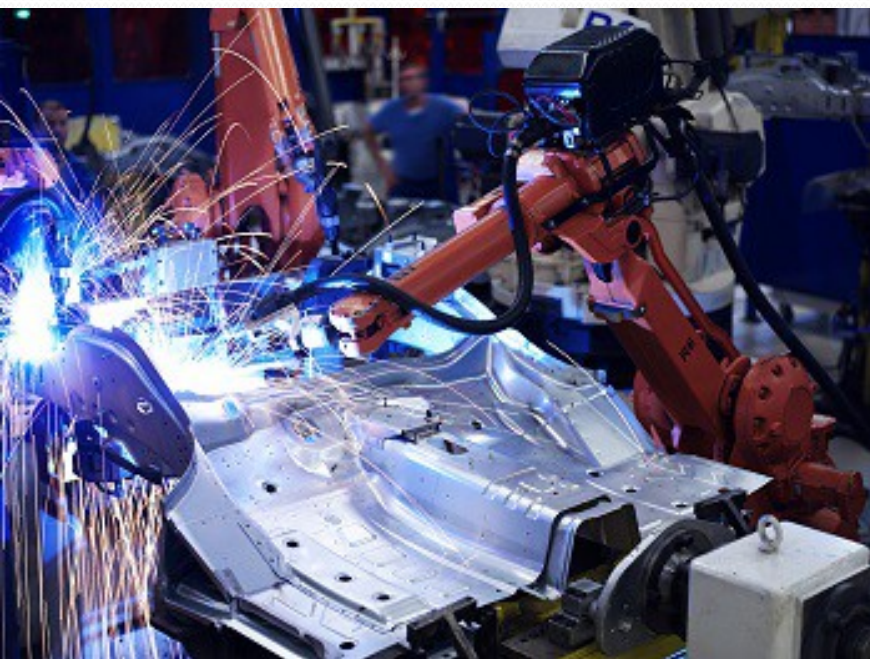
Aplikácie počítačového videnia

- 2. Pôdohospodárstvo (triedenie potravín, zrelosť úrody, kontrola pri balení)



Aplikácie počítačového videnia

- 3. Priemyselné aplikácie (kontrola pri montáži, robotické zváranie, ...)



Aplikácie počítačového videnia

- 4. **Doprava** (počet vozidiel, ŠPZ, jazdné pruhy, autonómne auto, ...)



Aplikácie počítačového videnia

- 5. Robotika (humanoidné roboty, hasičské, nanorobotika, robotfutbal)



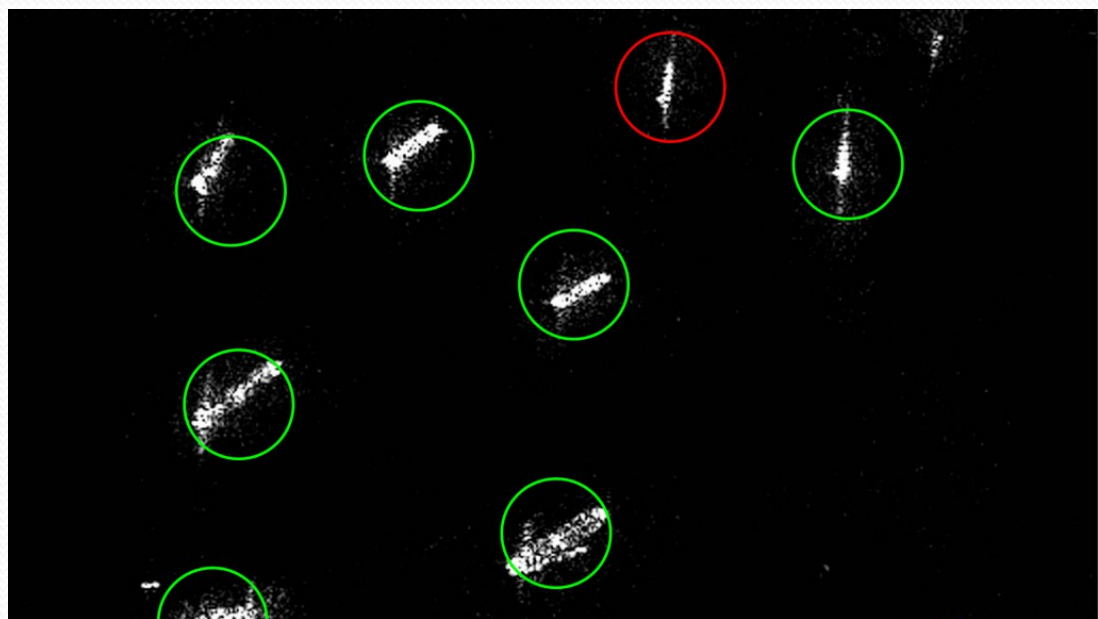
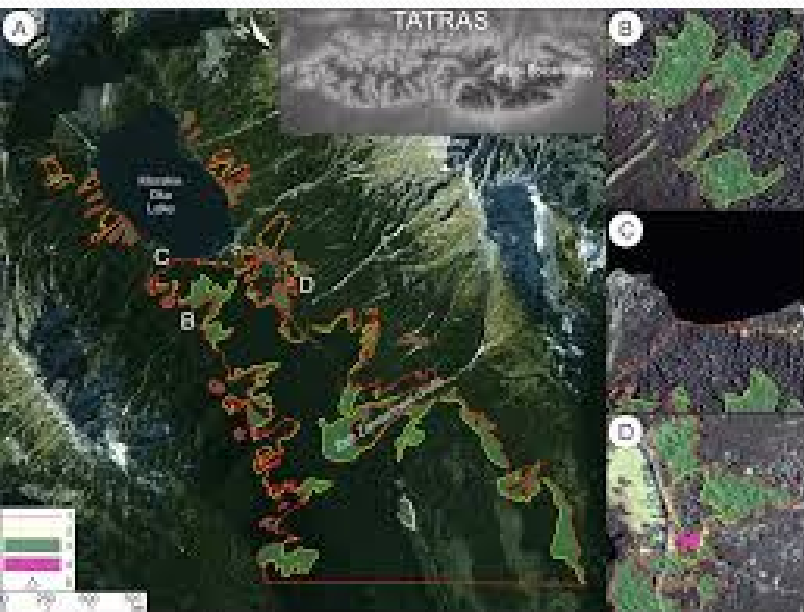
Aplikácie počítačového videnia

- 6. **Meteorológia** (predpoveď počasia, predpoveď cyklónov a veľkých búrok)



Aplikácie počítačového videnia

- 7. Diaľkový prieskum zeme (poškodenie lesa vo VT, rozsah rybolovu, ...)



Aplikácie počítačového videnia

- 8. **Kriminalistika** (rozpoznávanie odtlačkov prstov, topánok, ...)



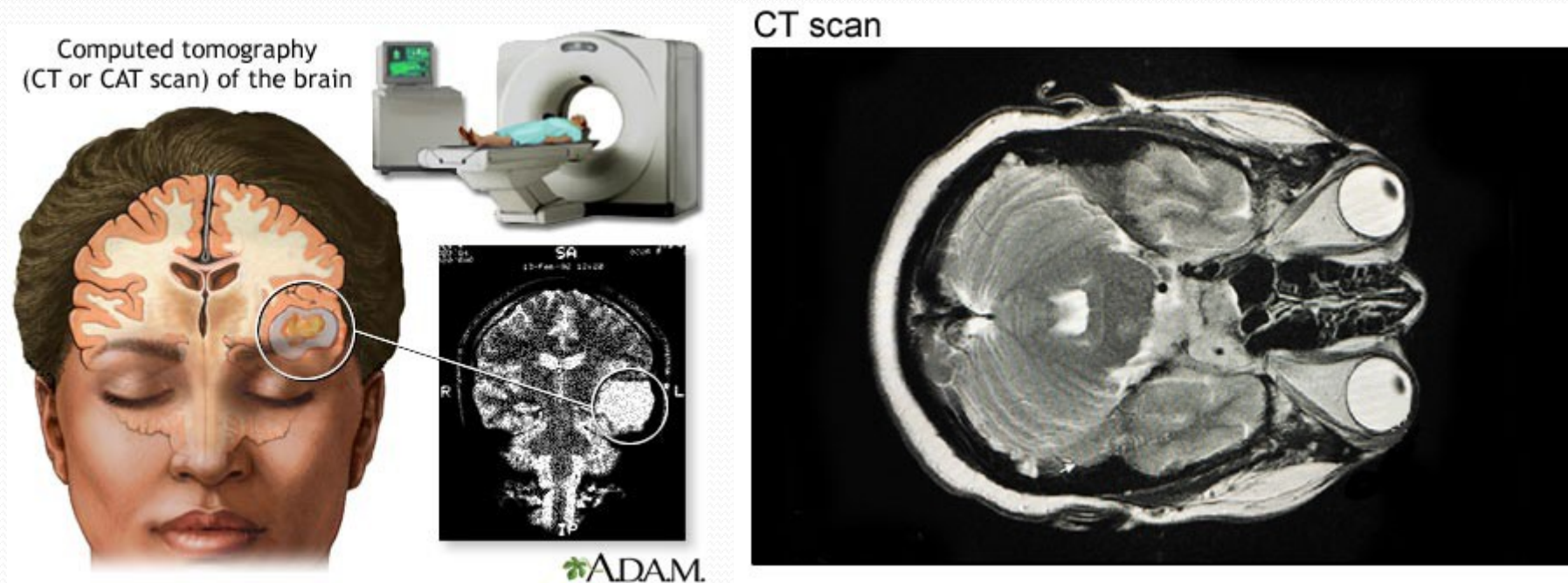
Aplikácie počítačového videnia

- 9. **Bezpečnosť** (vizuálna kontrola priestorov, autentifikácia vstupu, ...)



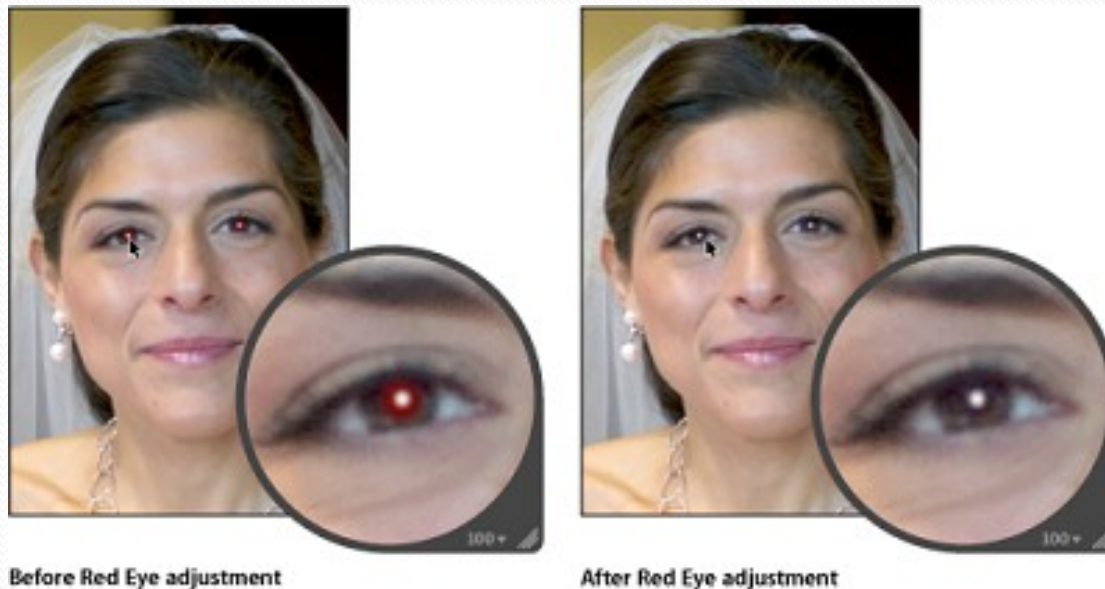
Aplikácie počítačového videnia

- 10. **Medicína** (CT, NMR, RTG a ultrazvukové snímky, analýza orgánov, ...)



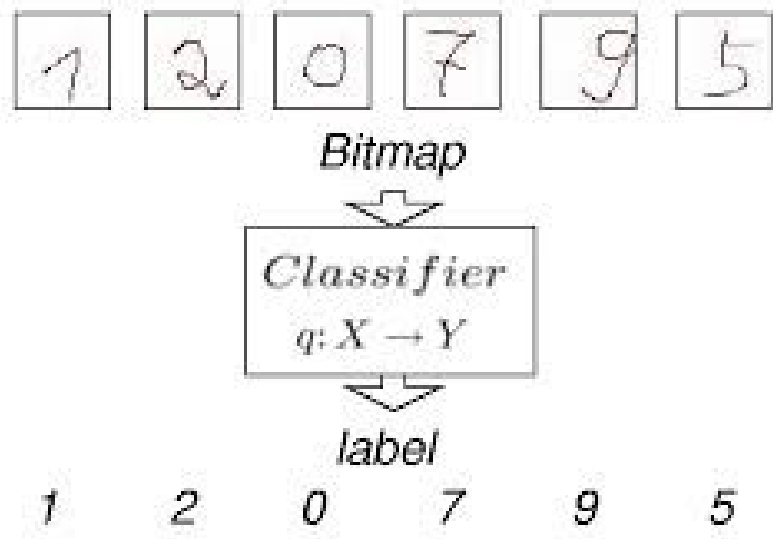
Aplikácie počítačového videnia

- 11. Zlepšenie obrazu a videa (korekcia rozostrenia, pohybu, červené oči, ...)



Aplikácie počítačového videnia

- 12. **OCR** (tlačené, ručne písané písmo, arabské, čínske, rímske, latinské, ...)



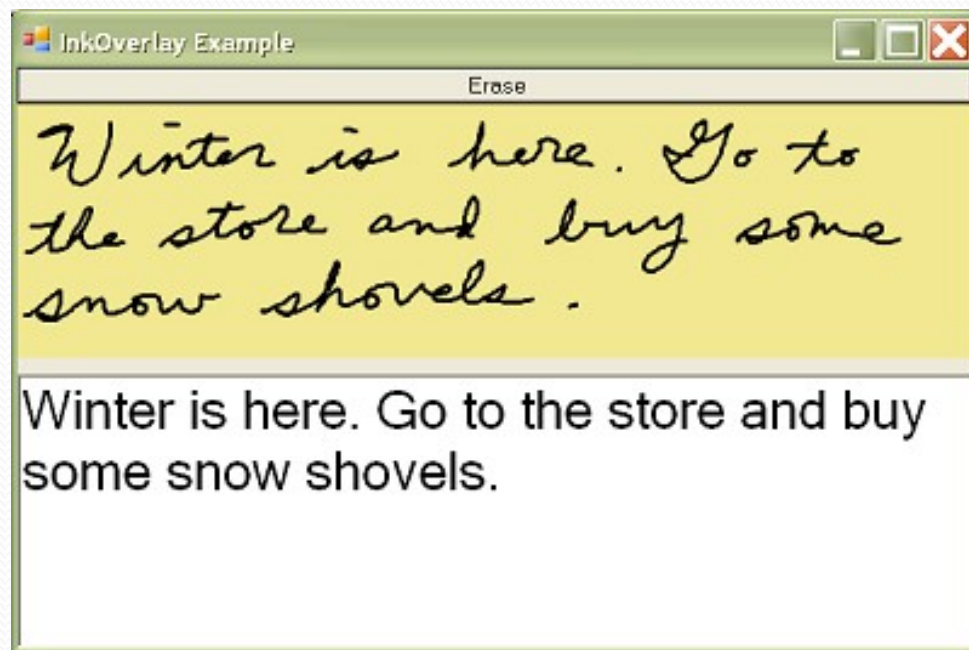
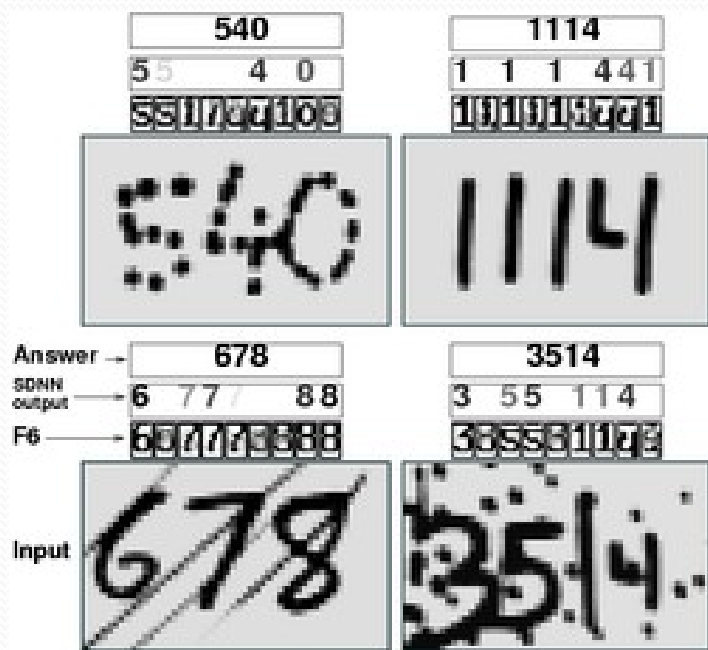
Aplikácie počítačového videnia

- 13. **Komerčné aplikácie** (kontrola bankoviek, čítačka EAN a QR kódu, ...)



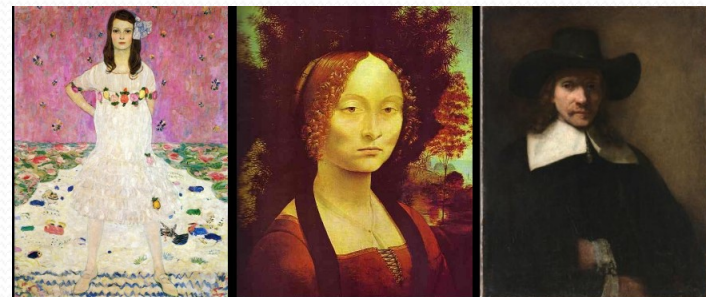
Aplikácie počítačového videnia

- 14. Spracovanie dokumentov (rozpoznanie PSČ, schéma, podpisu, ...)



Aplikácie počítačového videnia

- 15. Kultúra a šport (kultúrne dedičstvo, určenie obrazu, anotácia zápasu)



Softvér na výučbu – počítačové videnie

- Akademický open source softvér – **ImageJ** – teraz vo verzii ImageJ2
- Stále viac algoritmov je v **MATLAB**-e, v ktorom budeme mať cvičenia
- Knižnica **OpenCV** a mnohé iné, kde sú hotové procedúry do C alebo C++

Literatúra

- Šonka M., Hlaváč V., Boyle R.: **Image processing, Analysis and Machine Vision**, 4th edition, 2014, USA
- Gonzalez R., Woods G.: **Digital Image Processing**, Addison Wesley, 3rd edition, 2009

Slovenská a česká literatúra

- Žára a kol. Moderní počítačová grafika
- <http://pg.netgraphics.sk/>



Slovenská a česká literatúra

- Ružický E., Ferko A.: **Počítačová grafika a spracovanie obrazu**, SAPIENTIA, Bratislava, 1995
- Šikudová E., Černeková Z., Benešová W., Haladová Z., Kučerová J.: **Počítačové videnie, detekcia a rozpoznávanie objektov**, WIKINA, Praha, 2014

Cvičenia – Grafická časť

- Teoretické cvičenia zamerané na prácu a pochopenie algoritmov počítačovej grafiky
- Praktické domáce úlohy zamerané na aplikáciu teoretických cvičení

Cvičenia – obrazárska časť

- Zvládnutie základov MATLABu, narábania s obrazmi ako aj jednoduchých algoritmov
- Projekty zamerané na vybrané problémy, ktoré má študent naprogramovať a vysvetliť dosiahnutý výsledok z hľadiska použitých metód spracovania obrazu

Obsah prednášky

- 1. Farebné priestory
- 2. Dátové štruktúry
- 3. Renderovanie 3D grafiky, výpočet svetla a tieňov, fotorealizmus
- 4. Modelovacie techniky
- 5. Počítačová animácia

Obsah prednášky II

- 6. Rastrová a vektorová grafika
- 7. Multimédiá a kompresia obrazu
- 8. Snímanie obrazu a jeho vlastnosti
- 9. Predspracovanie obrazu
- 10. Obrazové transformácie

Obsah prednášky III

- 11. Segmentácia (základné prístupy)
- 12. Prípadové štúdie a vybrané aplikácie

- Ďalšie prednášky sú na magisterskom štúdiu, vrátane zamerania počítačová grafika a videnie

Pokračovanie – ďalšie prednášky

• Blok S1: Počítačová grafika a videnie

- 2-MPG-125/15 Počítačové videnie
- 2-AIN-112/15 Pokročilé spracovanie obrazu
- 2-AIN-134/14 Geometrické modelovanie v grafike
- 2-AIN-128/15 Grafika v reálnom čase a výpočty na GPU
- 2-AIN-127/15 Pokročilá počítačová grafika
- 2-AIN-204/10 Rozpoznávanie obrazcov
- 2-AIN-223/15 Virtuálna a rozšírená realita
- 2-MPG-101/00 Počítačová grafika (1)
- 2-AIN-221/00 Grafické systémy a normy
- 2-AIN-126/00 Kompresia dát
- 2-AIN-270/00 Spracovanie farebného obrazu

Požiadavky na ukončenie

- Cvičenia/skúška: 50/50 bodov
- Hodnotenie z cvičení
 - Účasť + Domáce úlohy PG + projekty SO
- Písomná skúška
 - V prípade nerozhodnosti známky ústne doskúšanie