

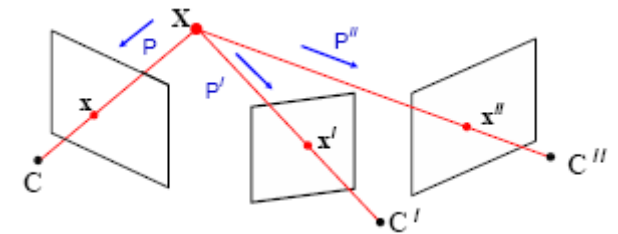
# Primjene 3D rekonstrukcije scene iz slijeda slika

Student: Ivan Šakić

Voditelj: Doc.dr.sc. Siniša Šegvić

# Uvod

- Automatsko obnavljanje 3D informacija o sceni iz slijeda slika
- Stvaranje slike: 3D → 2D  
(npr. Perspektivnom projekcijom)
- 2D → 3D ??
- Zašto nam je ovo korisno?
  - Autonomna navigacija  
(kretanje robota, vozila)
  - Proširena stvarnost  
(dodavanje virtualnih objekata u scenu)
  - Modeliranje  
(reverse engineering)



# Građevni elementi za ostvarivanje 3D rekonstrukcije iz slika

- Kalibracija (umjeravanje) kamere
  - Definiranje veze k.s. kamere i k.s. scene
  - Određivanje koja zraka pripada pojedinom pikselu
- Određivanje korespodencija
  - Točke na ravninama slika nastale od iste fizičke točke u sceni
- Estimacija kretnje
  - Iz dobivenih korespodencija odrediti rotaciju ( $R$ ) i translaciju ( $t$ )
- Estimacija strukture
  - Triangulacija: iz  $R$ ,  $t$  i korespodentnih točaka odrediti 3D strukturu
- Iterativno poboljšanje
  - Dobivanje dodatnih korespodencija
  - Optimizacija (smanjivanje pogreške triangulacije uzrokovane šumom)

# Pristupi za ostvarenje rekonstrukcije

- Podjela s obzirom na ograničenja položaja kamera:
  - Poznati položaj kamera
  - Gibanje kamere u vremenu
  - Proizvoljni položaj kamera
- Podjela s obzirom na dostupnost slika
  - Obrada svih slika scene odjednom
  - Slijedna obrada u skladu s redoslijedom pristizanja slika

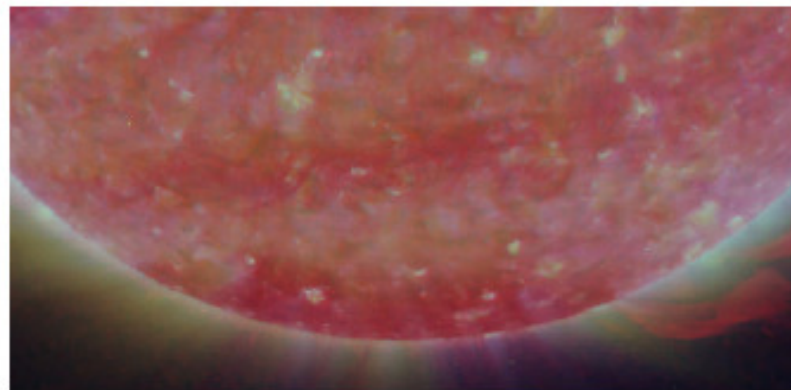
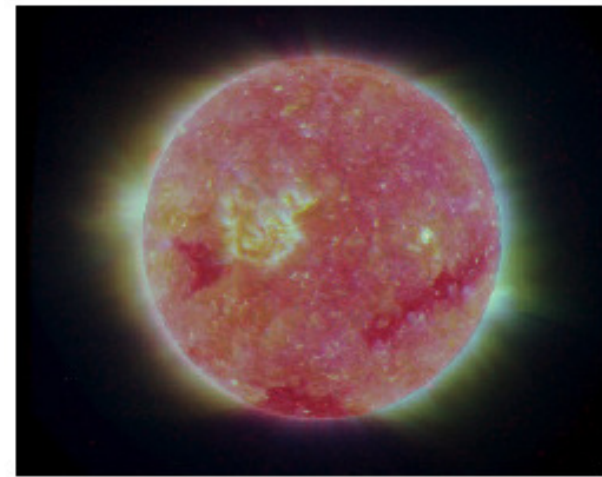
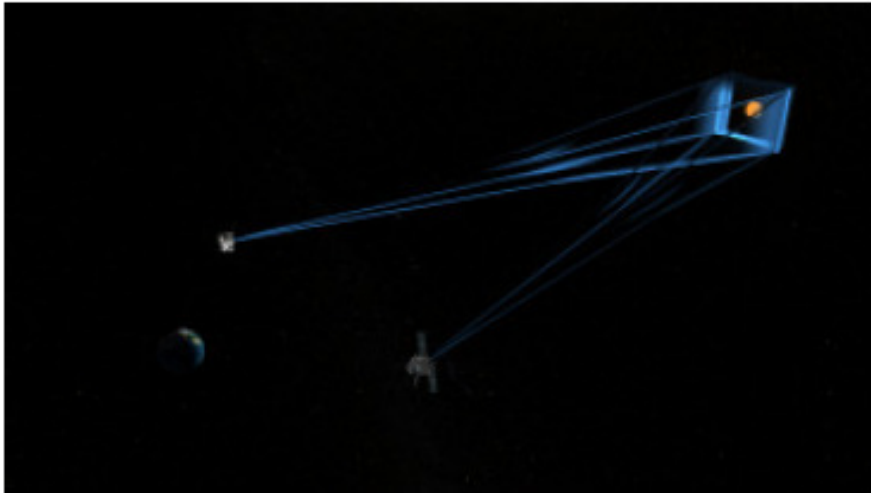
# [ Pregled postojećih rješenja i postignutih rezultata ]

- Poznat položaj kamera
  - STEREO
  - STARFLAG
  - Virtual Earth
- Gibanje kamere u vremenu
  - iSM
  - The Oxford team's machine
- Proizvoljan položaj kamera
  - MVS
  - Photosynth

# [ STEREO ]

- NASAIN istraživački program
  - Cilj: istraživanje sunčanih oluja
- Satelitski par STEREO
  - Položaj kamera je poznat: 6DoF (satelitska navigacija, radar)
- 3D rekonstrukcija:
  - Omogućuje mjerenja brzine, trajektorije i oblik Sunčanih oluja
  - Prva 3D rekonstrukcija Sunca!
  - Novi pristup proučavanja sunčanih oluja

# [ STEREO: prikaz rezultata ]

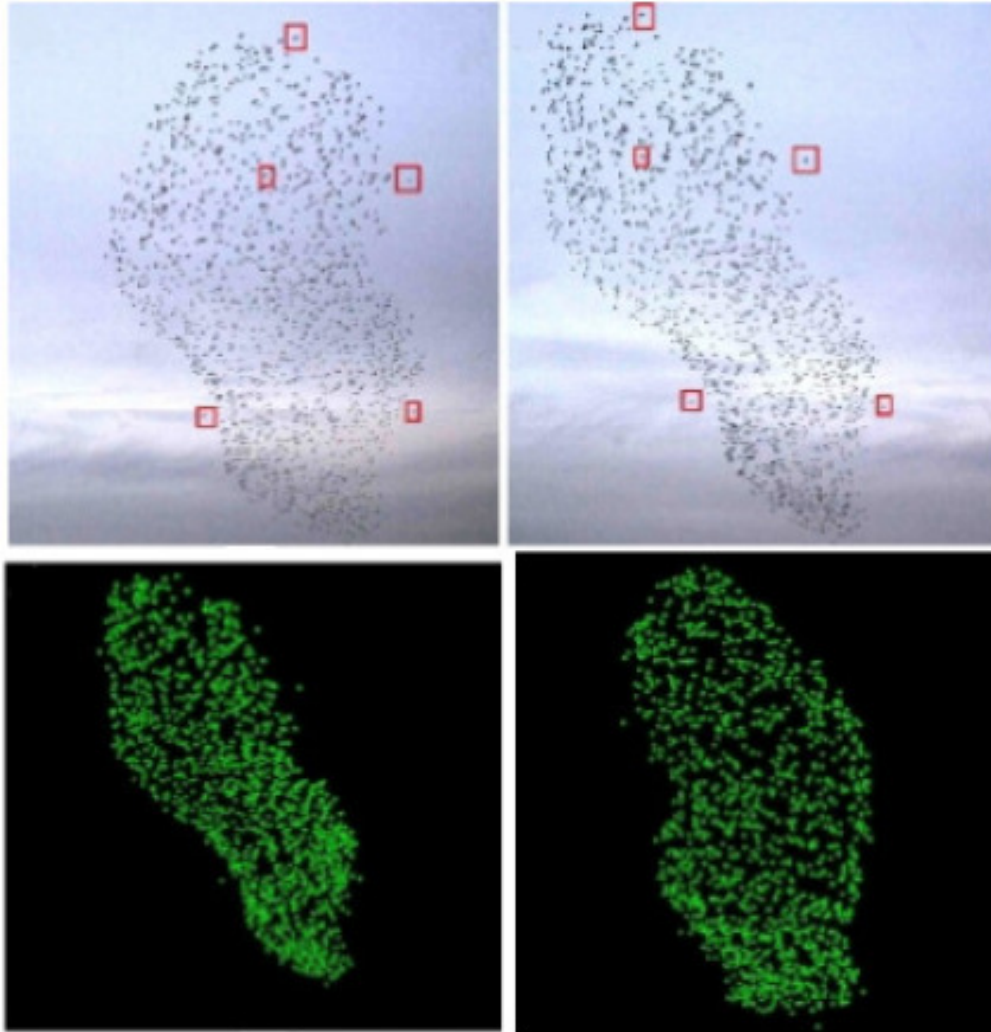


# [ STARFLAG ]

- Fenomen kolektivnog ponašanja životinja (npr. jata ptica)
  - Cilj: odrediti trajektoriju kretanja svake ptice
- Stereo par kamera
  - Položaj kamera je poznati: 6DoF
- 3D rekonstrukcija:
  - Uspješna (preko 90% uparenih ptica) za 1. par slika
  - Samo 12% za 20. par slika
- Projekt nije dovršen
  - Nastavak razvoja sustava temelji se na metodama statističke fizike (gibanje čestica u plinovima)



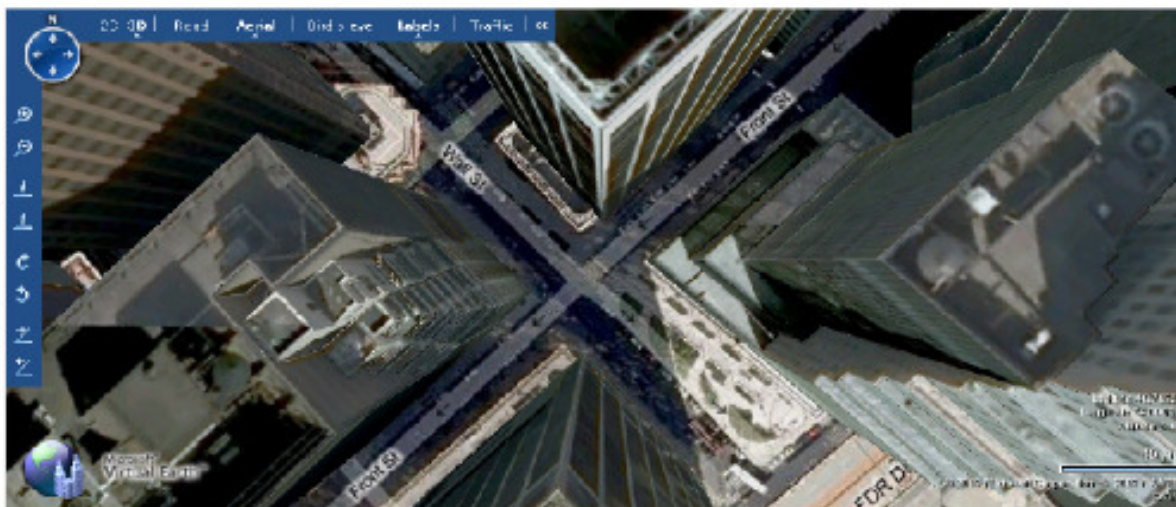
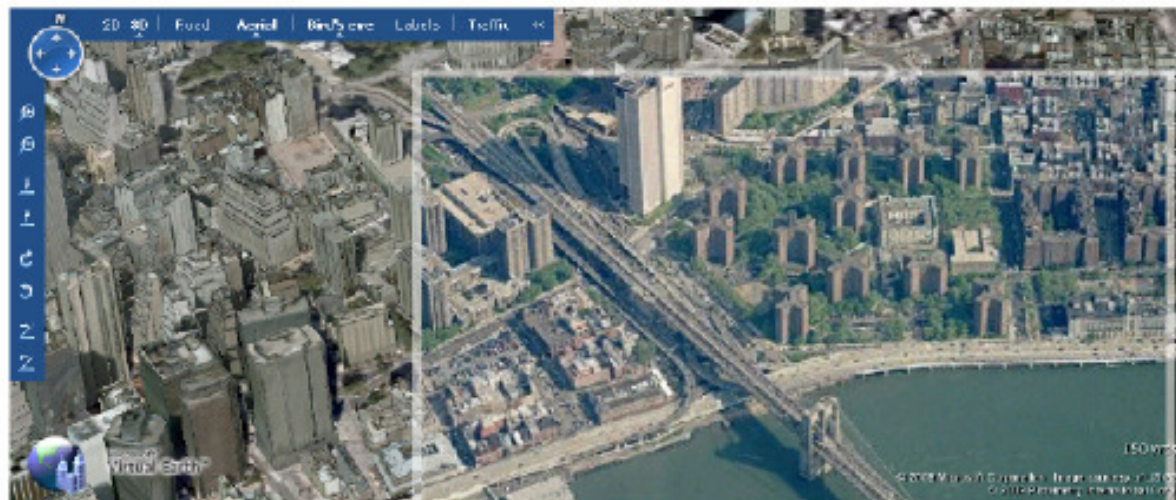
# [ STARFLAG: prikaz rezultata ]



# Virtual Earth

- Microsoftov projekt
  - Cilj: napraviti 3D virtualnu kartu Zemlje
- Kompanija Vexcel
  - Vodeća na području fotogrametrije
  - Proizvodnja specijalizirane opreme (UltraCam kamera)
- Više (>2) pogleda na scenu
  - Izazov prikupljanja slika (zračno i snimanje iz vozila)
  - Položaj se određuje GPS-om
- 3D rekonstrukcija:
  - Fotorealistična rekonstrukcija gradova
  - Razne mogućnosti kretanja kroz rekonstrukciju
- Novi način oglašavanja
  - Prodaja stanova, rezervacija restorana...

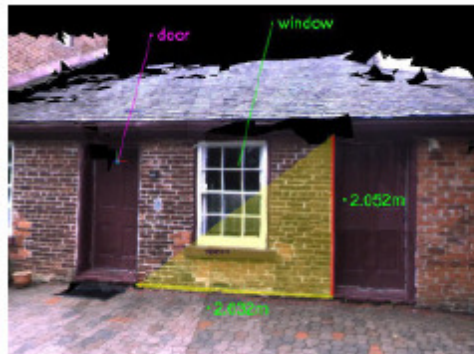
# Virtual Earth: prikaz rezultata



# iSM (engl. instant Scene Modeler)

- Pokretni stereo par kamera
  - Položaj kamera je poznat
  - Globalno mjerilo dostupno (kalibrirani stereo par)
- 3D rekonstrukcija:
  - Trajektorija kretanja kamere
  - Mogućnost povećanja odabranog objekta u sceni
  - Mjerenje udaljenosti među objektima
  - Pogled iz različitih kutova
  - Foto-realističan izgled
- Upotreba:
  - Istraživanje i pregled područja opasnog po ljudski život (minska polja, ozračena područja...)
  - 3D model scene potrebno je imati u npr. sudnici...

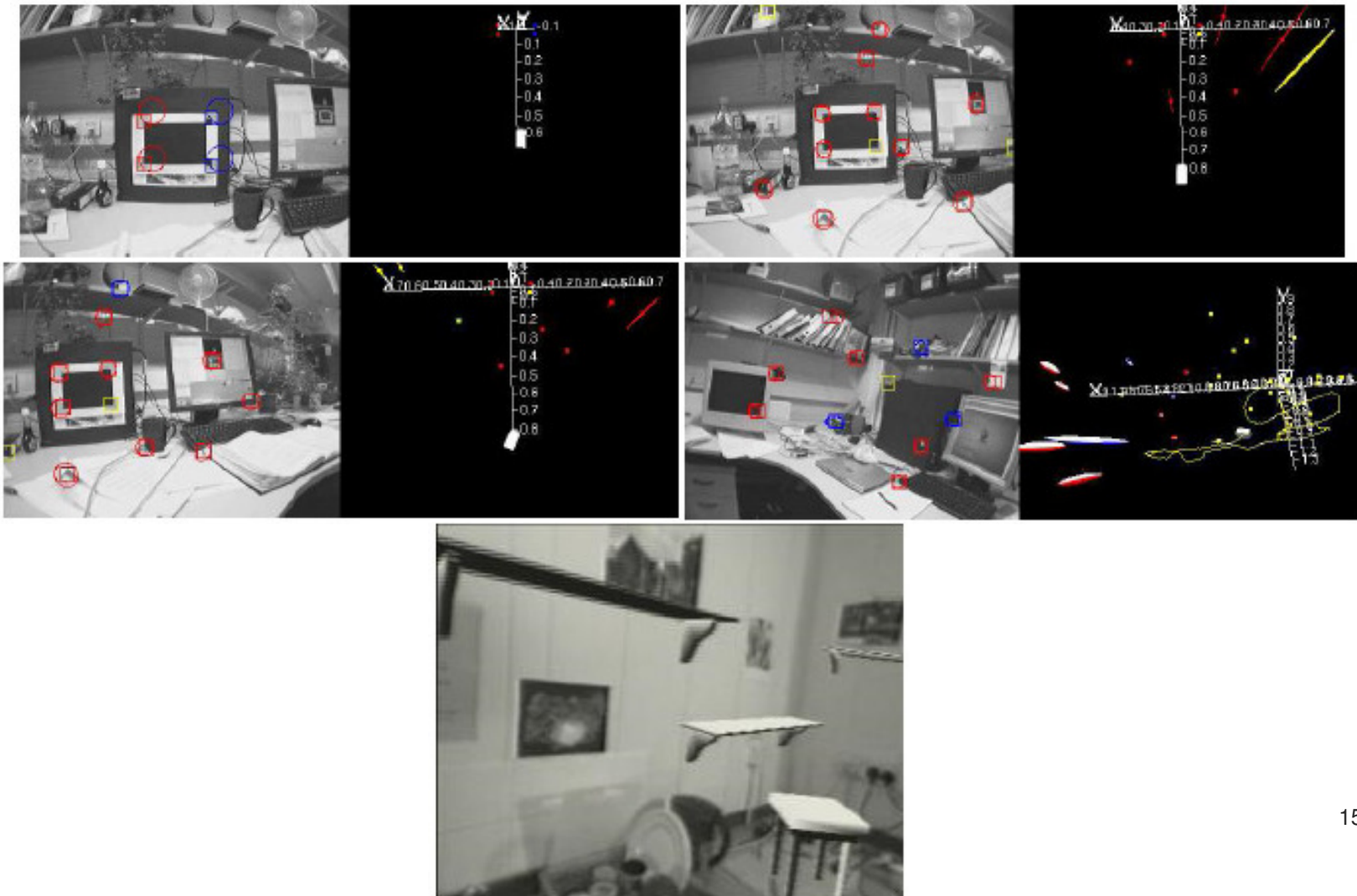
# [ iSM:prikaz rezultata ]



# [ The Oxford team's machine ]

- Jedna kamera u pokretu
  - Slijedna obrada slika
  - Rezultati se popravljaju nakon svake obrađene slike (tehnika SLAM)
  - Globalno mjerilo dobivamo u fazi inicijalizacije (4 točke)
- 3D rekonstrukcija:
  - Trajektorija kretanja kamere
  - specijalni efekti poput dodavanja virtualnih predmeta koji se ne nalaze u sceni
- Upotreba:
  - Virtualno dizajniranje interijera
  - Kretanje robota

# The Oxford team's machine: prikaz rezultata

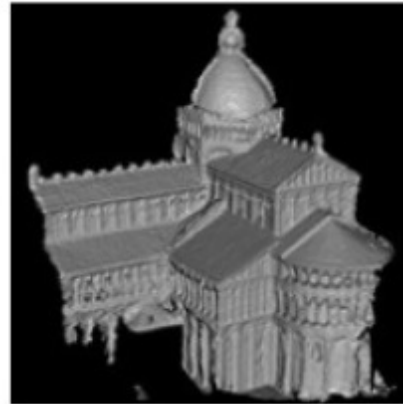
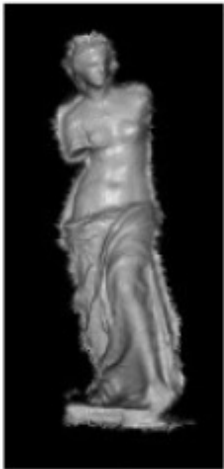


# MVS for CPC (multi-view stereo for community public collection)

- Nepoznati položaj kamera
- Prednost: pribavljanje slika iz javno dostupnih baza (CPC) (npr. servis Flickr)
- Problem izbora podskupa slika
  - Različiti kriteriji (osvijetljenost, uvećanje, rotacija, vremenski uvjeti, rezolucija i sl.)
- 3D rekonstrukcija
  - Pogled pod različitim kutovima
  - Povećanje slike



# [ MVS: prikaz rezultata ]



# [ Photosynth ]

---

- Istraživački projekt Photo Tourism
  - Pregledavanje znamenitosti gradova
- Položaj kamera nepoznat
- 3D rekonstrukcija
  - Kretanje kroz rekonstrukciju
  - Pogled pod različitim kutovima
  - Povećanje slike
- Dostupan kao mrežni servis (<http://photosynth.net/>)
  - Omogućeno pravljenje vlastitih 3D rekonstrukcija

# [ Photosynth: prikaz rezultata ]



# Zaključak

- 2D→3D ☺
  - (korespodencija, estimacija kretnje, estimacija strukture)
- Primjene:
  - Znanost (promatranje Sunca, kolektivno ponašanje životinja...)
  - Industrija (dizajniranje interijera, računalne igre...)
  - Oglašavanje (...)
  - Svakodnevni život (vlastite rekonstrukcije...)