

## 2. Uzorkovanje objekata, putanja i pokreta

- uzorkovanje objekata
- uzorkovanje pokreta MoCap (engl. motion capture) - simulacija i upravljanje

<https://omid.al/projects/mocapjs/>



definiranje objekata  
definiranje putanje  
ostvarivanje prikaza

**Računalna grafika**

obrada slike  
raspoznavanje  
uzoraka

**Računalni vid,  
strojno učenje**

cube: <https://jeeliz.com/demos/faceFilter/demos/threejs/cube/>

vuk <https://jeeliz.com/demos/faceFilter/demos/threejs/werewolf/>

spider [https://jeeliz.com/demos/faceFilter/demos/threejs/halloween\\_spider/](https://jeeliz.com/demos/faceFilter/demos/threejs/halloween_spider/)

pirat <https://jeeliz.com/demos/faceFilter/demos/faceReplacement/image/>

<https://hiukim.github.io/mind-ar-js-doc/more-examples/threejs-face-facemesh/>

<https://www.mixamo.com/#/?page=2&type=Character>

## 2.1. Uzorkovanje objekata

- sklopovska oprema za uzorkovanje (statički objekti)
  - uzorkovanje površine
    - kamere i snop svjetlosti (strukturirano svjetlo)  
<https://www.accasoftware.com/en/point-cloud-viewer>
    - <http://airtightinteractive.com/demos/js/webcammesh/>
    - laserski snop
    - Kinect, LeapMotion, Lidar, <https://sketchfab.com/3d-models/point-cloud-demo-natural-history-museum-london-05940cf8ceaa44b4852bb6f04537cb97>
    - uzorkovanje volumnih podataka
    - CT, MR, ultrazvuk



## Uklanjanje šuma (filtriranje)

- nesavršenost uređaja i/ili rekonstrukcijskog postupka
- smetnje iz okoline (refleksija svjetlosti na površini)

## Obrada uzorkovanih podataka

- putanje (krivulje), niz zadanih koordinata u vremenu
- površina objekta, nalaženje značajki

## Prilagođavanje podataka obliku pogodnom za daljnje korištenje

- kontrolne točke (aproksimacijska B-krivulja)
- triangulacija – na osnovi oblaka točaka potrebno je načiniti trokutnu mrežu veće ili manje gustoće (s bojom)

## Povezivanje uzorkovanih objekata/putanja s modelima u računalu

- pridruživanje dijelova geometrije segmentima objekta
- pridruživanje putanja određenim točkama modela
- <https://tympanus.net/Tutorials/Interactive3DCharacter/>

## Obrada uzorkovanih podataka – površina objekta

- uklanjanje smetnji (šum)

Npr. pročelja, tereni:

- [http://potree.org/demo/potree\\_1.3/showcase/lion\\_head\\_simone\\_garagnani.html](http://potree.org/demo/potree_1.3/showcase/lion_head_simone_garagnani.html)
- [http://potree.org/demo/potree\\_1.3/showcase/ca13.html](http://potree.org/demo/potree_1.3/showcase/ca13.html)



- stapanje više uzorkovanih dijelova u cjelinu (image registration)
  - kalibracija kamere
    - određivanje unutrašnjih i vanjskih parametara kamere
  - određivanje značajki u različitim pogledima, po različitim kriterijima (npr. zakrivljenost, vrhovi i sl.) (engl. feature extraction)
    - karakteristične točke, linije, površine, volumeni
    - upotreba markera na objektu
  - nalaženje zajedničkih točaka u različitim pogledima (engl. feature correspondence)
  - popunjavanje “rupa” ili dodatna informacija (CT, PET)
- interpolacija razasutih podataka
- stvaranje trokutne mreže različite gustoće
  - kriteriji minimalne udaljenosti uzorkovanih točaka od trokuta
  - različite veličine trokuta
  - minimalni maksimalni kut trokuta (izbjegavanje uskih dugačkih trokuta)
- diferencijabilno prikazivanje (engl. differentiable rendering) –  
rekonstrukcija geometrije iz oblaka točaka

# Uzorkovanje površine (boja, temperatura)

3D Fax - ZipPack - omogućuje spajanje niza uzorkovanih dijelova u jednu cjelinu '95 (engl. *Polygon Mesh Zippering Package*)

Veliki modeli - QSplat - prikaz velikih poligonalnih modela u stvarnom

Popunjavanje šupljina - VolFill

Poravnavanje cjelina - Scanalyze ...

## Diferencijabilno prikazivanje

korištenje strojnog učenje za određivanje parametara scene – usporedbom renderirane scene i fotografije iste scene određuju se primjerice mape teksture koje se koriste za prikaz scene (pa čak i geometrija scene)



# Uzorkovanje volumnih podataka

- računalna tomografija, CT
- magnetska rezonancija, MR
- ultrazvuk



[https://threejs.org/examples/#webgl\\_loader\\_nrrd](https://threejs.org/examples/#webgl_loader_nrrd)

<http://www.lebarba.com/WebGL/Index.html>

- VRIP - programski paket za stapanje volumnih podataka (nije za poravnavanje) (engl. *Volumetric Range Image Processing Package*)

Dobiveni modeli mogu poslužiti za npr:

- simulacija protoka fluida (npr. u srcu)
- simulacija opterećenja – raspodjele sila

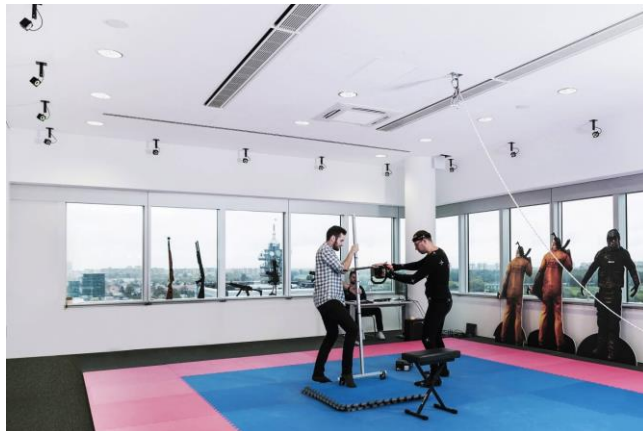
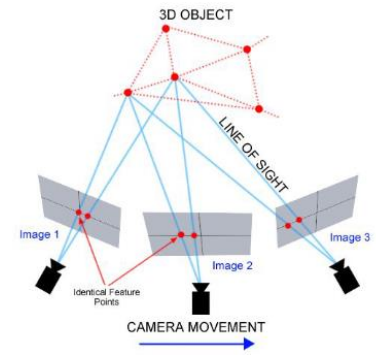
# Fotogrametrija (photogrammetry)

Rekonstrukcija 3D modela objekata (terena) iz niza slika:

- slikanje objekta (veliki broj fotoaparata, video)
- poravnavanje (određivanje koordinatnih sustava kamera i 3D geometrije)
- izrada gustog oblaka točaka
- izrada poligonalnog modela
- izrada pripadnih tekstura

(boja (albedo), visine (height), normale, zrcalnost (specular), glatkoća (smoothness), reflektivnost, emisivnost, AO, metal/izolator)

= visoko-realistični 3D modeli <http://demofox.org/WebGLPBR/>  
<https://snagy.github.io/glTF-WebGL-PBR/>  
<https://sketchfab.com/3d-models/zagreb-cathedral-texture-zagreb-croatia-428075b78320>



ZEMRIS, FER





## 2.2 Uzorkovanje putanja i pokreta (engl. tracker)

### Uzorkovanje upotrebom fizičkih naprava

- određivanje položaja u prostoru
  - potrebna je brzina uzorkovanja veća od brzine pokreta
  - ultrazvučno, mehanički, magnetski ...aktivni markeri (LED)
- određivanje orijentacije objekta (dio objekta)
  - davač orijentacije – žiroskop

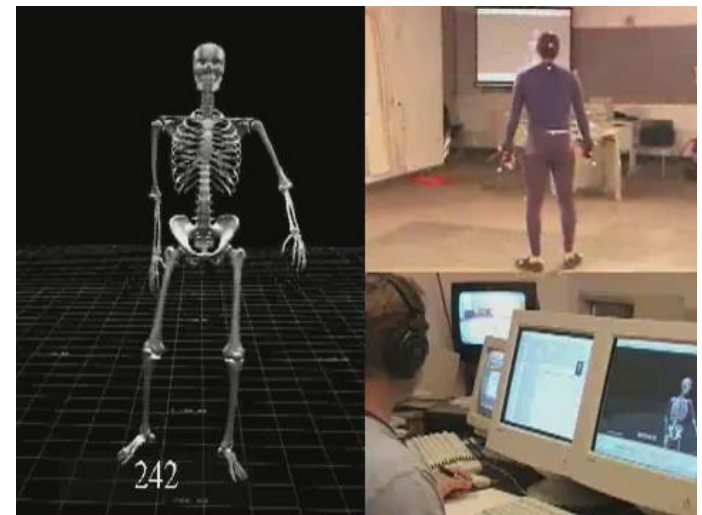


- akcelerometar (inercija), magnetometar, GPS
- međusobna orijentacija dijelova objekta
  - npr. optički, magnetski, mehanički
  - (engl. flock of birds) <http://www.metamotion.com/>
- nedostatak- opterećuju model



# Uzorkovanje upotrebom markera

- markeri na objektu određuju pozicije u prostoru ([1 xma.mpg](#)), ([3 Peharec.avi](#))
  - problem zaklonjenih markera (više kamera)
  - kalibracija sustava ([2 Motion Captor Demo CD Large.mov](#))
  - povezivanje pozicija markera s virtualnim modelom
  - inercijski sustav ([Xsens](#)), optički ([Optitrack](#))
- markeri kojima možemo odrediti pozicije i orijentacije prostoru (ARToolKit)
  - mogućnost definiranja vlastitih markera ([Vuforia](#))  
[http://www.visualiser.fr/page.php?id=AUGMENTED\\_REALITY\\_FP\\_11](http://www.visualiser.fr/page.php?id=AUGMENTED_REALITY_FP_11)

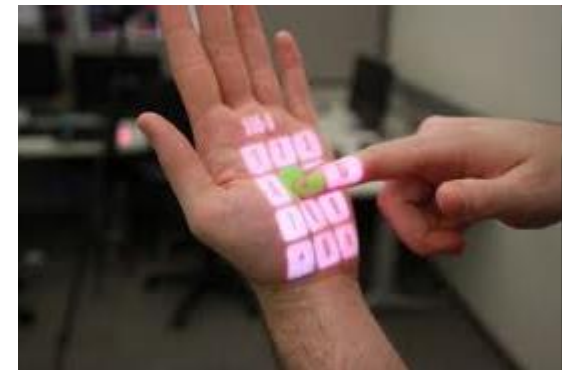
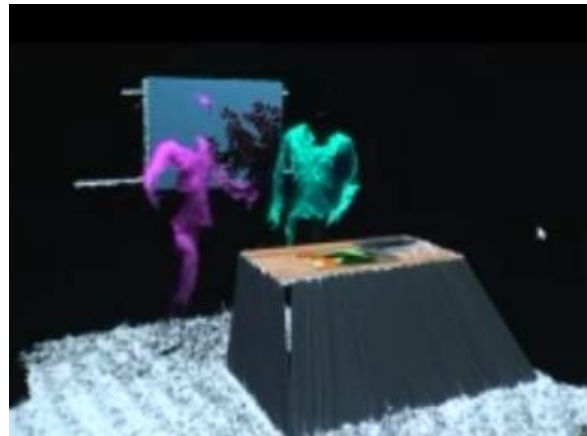


# Uzorkovanje bez markera

- kamera – obrada slike, stereo vid <https://webgl-examples.appspot.com/teddy-regards-you/index.html>
- dubinska slika prostora (refleksija svjetla slično kao ultrazvuk)
- <http://mrdoob.com/lab/javascript/webgl/kinect/>
- strukturirano svjetlo (structured light) (Kinect)
  - projektor emitira jedinstveni uzorak u infracrvenom dijelu spektra a kamera u tom dijelu spektra to snima – 3D uzorkovanje u prostoru svjetla tj. podaci o dubini (u stvarnom vremenu) ↴
  - problem ako je više projektor (više kamera je pogodno)
  - određivanje površina u koordinatnom sustavu kamere
  - interakcija objekata virtualne i stvarne scene (problem primiti virtualni objekt)
  - prepoznavanje [gesti](#) (gesture recognition)
- [LeapMotion](http://stemkoski.github.io/Three.js/LeapMotion.html) <http://stemkoski.github.io/Three.js/LeapMotion.html> (WIN R, "Services.msc ", Leap, desni mis)



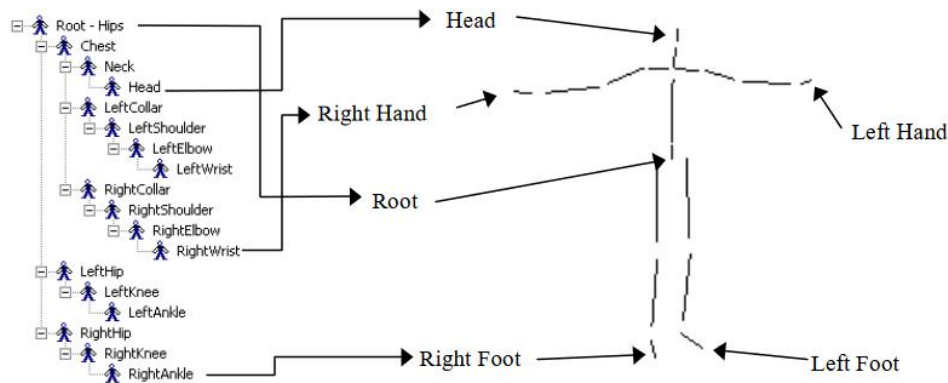
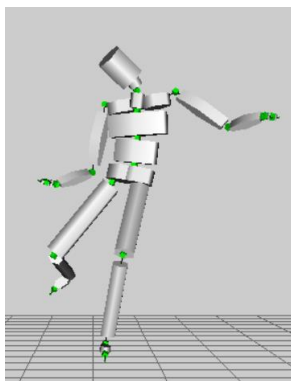
KINECT™  
for XBOX 360.



# Zapisi koji se koriste za spremanje animiranih pokreta

(neki imaju vlastite zapise Unity, UE, Maya, Blender, 3ds MAX)

- BVH (Biovision Hierarchy),
  - <http://www.akjava.com/demo/bvhplayer> (.bvh)
  - [http://lo-th.github.io/olympie/index\\_onkba.html](http://lo-th.github.io/olympie/index_onkba.html)



- COLLADA (COLLABorative Design Activity), XML schema, Khronos Group
  - međufORMAT za prijenos podataka
  - [https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl\\_loader\\_collada\\_skinning](https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl_loader_collada_skinning) (.dae)
- FBX (Filmbox file format), [https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl\\_loader\\_fbx](https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl_loader_fbx)  
[http://rawgit.com/mrdoob/three.js/dev/examples/webgl\\_loader\\_fbx.html](http://rawgit.com/mrdoob/three.js/dev/examples/webgl_loader_fbx.html)
- SEA3D - fizikalne komponente, hijerarhija scene:  
<http://sunag.github.io/sea3d/Examples/Programmer/Three.JS/physics.html>
- glTF (Khronos) Transmission format <https://www.khronos.org/glTF/>
- Drugi formati

npr: [https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl\\_loader\\_mmd](https://threejs.org/examples/?q=loader#webgl_loader_mmd) (mmd)

# Zapis podataka – podaci o kosturu, uzorkovani podaci MoCap

- .amc (Acclaim motion capture)

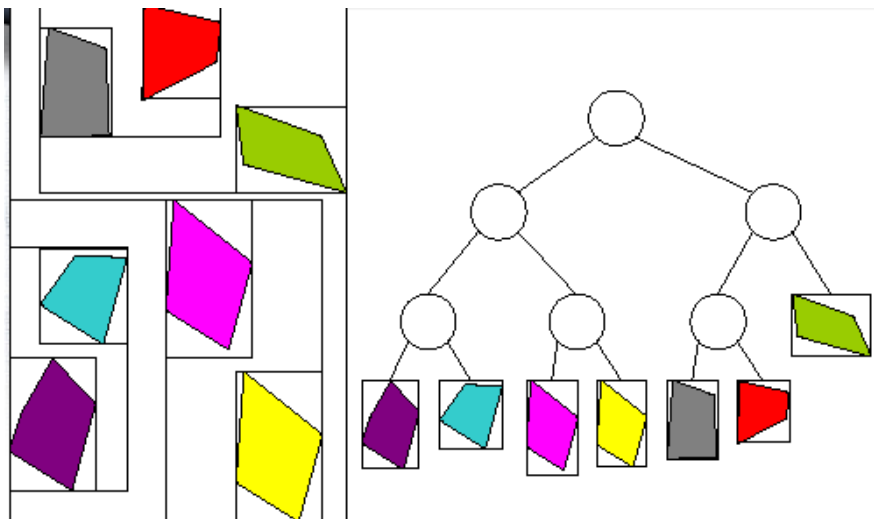
- Bio vid

- .bva (BioVision animation)
- .bvh (BioVision Hierarchical)
  - [http://lo-th.github.io/olymp/BVH\\_player.html](http://lo-th.github.io/olymp/BVH_player.html)
  - <http://game.akjava.com/creator/>

- C3D

- <http://www.c3d.org>

```
HIERARCHY
ROOT Hips
{
  OFFSET 0.0000 0.0000 0.0000
  CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
  JOINT LeftHip
  {
    OFFSET 3.4300 0.0000 0.0000
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
    JOINT LeftKnee
    {
      OFFSET 0.0000 -18.4700 0.0000
      CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
      JOINT LeftAnkle
      {
        OFFSET -0.0000 -17.9500 -0.0000
        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
        End Site
        {
          OFFSET 0.0000 -3.1200 0.0000
        }
      }
    }
  }
}
```



## 2.3 Definiranje izraza na ljudskom licu

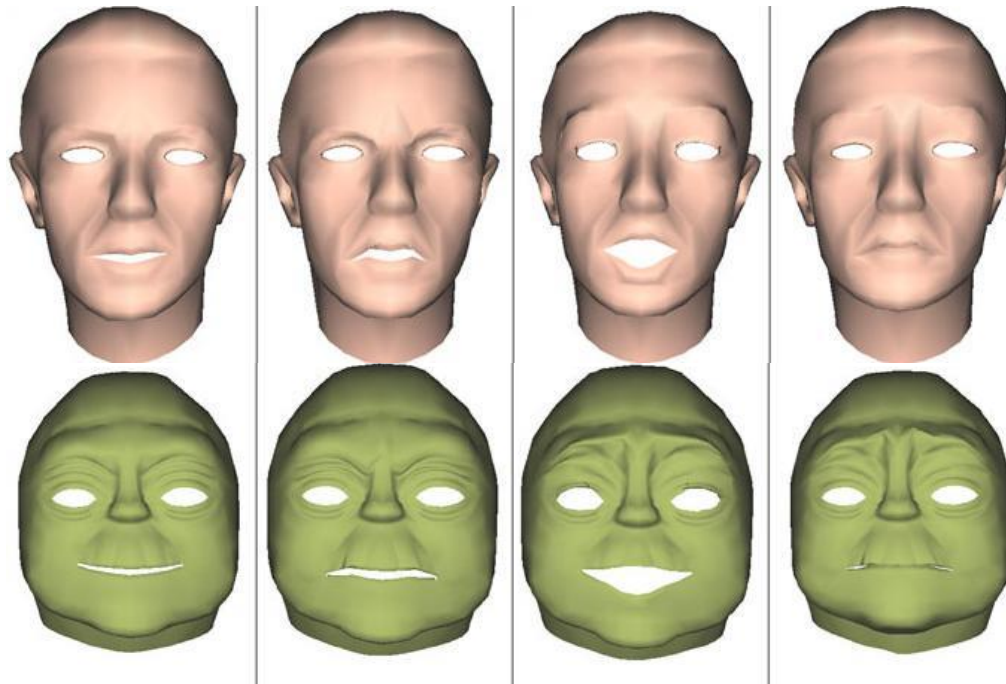
### Kloniranje izraza (pokreta)

- snimanje preobražaja jednog objekta
- nalaženje “zajedničkih” točaka na različitim objektima
- određivanje promjena ključnih točaka jednog objekta i utjecaj na promjene drugog objekta (preobražaj objekta)

<http://lo-th.github.io/labs/index.html> Experim/Human

[http://3dfashlo.free.fr/webgl2013/index\\_morph.html](http://3dfashlo.free.fr/webgl2013/index_morph.html) (izgovor) <http://punkoffice.com/facial/>

<https://jeeliz.com/demos/weboji/demos/threejs/raccoon/>



Oblikovanje ljudskog lica može se ostvariti na temelju nekoliko fotografija ili videa:

Blender Add-on FaceBuilder  
(KeenTools -  
alat je besplatan na 15 dana)

KeenTools – FaceTracker  
omogućuje praćenje lica



Za izradu cijelog 3D modela  
pogodan je besplatan alat MetaHuman  
(UnrealEngine - EpicGames)  
3Lateral Novi Sad

<https://metahuman.unrealengine.com/mhc>

