

Univerzitet u Sarajevu  
Elektrotehnički fakultet  
Odsjek za računarstvo i informatiku  
Računarska grafika i komunikacija čovjek-računar



## SEMINARSKI RAD

# *MOTION CAPTURE*



Maja Vasić  
Irena Serna

---

## SADRŽAJ

|                                                         |                                     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| KAKO JE SVE POČELO.....                                 | 3                                   |
| Uvod .....                                              | 3                                   |
| A kako je to danas?.....                                | 6                                   |
| ŠTA JE TO 'MOTION CAPTURE'?.....                        | 7                                   |
| Osnovna interna struktura .....                         | 7                                   |
| Lista mogućnosti software-a za 'Motion Capturing':..... | 9                                   |
| MAGNETIC 'MOTION CAPTURE' SYSTEMS .....                 | 10                                  |
| OPTICAL 'MOTION CAPTURING' SYSTEMS.....                 | 11                                  |
| ELECTROMECHANICAL 'MOTION CAPTURING' .....              | 12                                  |
| ZAŠTO 'MOTION CAPTURING'? .....                         | 13                                  |
| GDJE SE KORISTI 'MOTION CAPTURING'? .....               | 13                                  |
| Animiranje virtuelnih karaktera .....                   | 13                                  |
| Video and TV .....                                      | 13                                  |
| Film & the arts - Motion Analysis Corporation .....     | 14                                  |
| Games .....                                             | 15                                  |
| Web.....                                                | 17                                  |
| 'Live events' .....                                     | 17                                  |
| 'Scientific research' .....                             | 17                                  |
| 'Biomechanical analysis' .....                          | 17                                  |
| 'Engineering' .....                                     | 17                                  |
| 'Education' .....                                       | 18                                  |
| VR.....                                                 | 18                                  |
| 'MOTION CAPTURING' I 'GOSPODAR PRSTENOVA' .....         | 19                                  |
| Gollum .....                                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

---

## KAKO JE SVE POČELO...

### Uvod

Pojam 'Motion Capturing'-a se relativno skoro počeo upotrebljavati u terminologiji, tačnije 70-tih godina, ali njegov razvoj i značaj počinje tek u današnje doba.

Motion Capture, ili doslovno «hvatanje pokreta», je kao što i samo ime kaže snimanje ljudskih pokreta (ili nekih drugih pokreta) koji će kasnije različitim tehnikama biti analizirani i interpretirani. Informacija o pokretu može biti prosto zabilježena kao položaj tijela u prostoru ili kompleksnije na način bilježenja različitih deformacija lica i muskulature.

Motion Capture koji se provodi za potrebe animacije kompjuterskih likova obuhvata mapiranje ljudskog pokreta na kompjuterski modeliran lik. To mapiranje može se izvršiti direktno npr. da pokret ljudske ruke odgovara pokretu animiranog lika, ili indirektno, npr. da izgled i pokret ljudske ruke ili šake kontrolira boju kože animiranog lika ili čak njegovom emocionalnom stanju.



Ideja da se pokreti čovjeka iskoriste za animiranje kompjuterskih likova nije nova. Tako je npr. **Disney Studio** da bi što realnije prikazao lik snježane u «**Snježani i sedam patuljaka**» koristio se tehnikom poznatom kao **rotoskopija**. To je metoda u kojoj animacija prati izvorne pokrete uhvaćene kod glumaca koji vrše rekonstrukciju određene scene. U drugoj polovini 70' tih godina kada se počela razvijati animacija pomoću kompjutera, animatori su prilagodili stare tehnike uključujući i rotoskopiju za rad na računaru. Tako je **Rebecca Allen** na Institutu za kompjutersku grafiku u **New Yorku** koristila posebna ogledala pri postavljanju video snimaka plesača na kompjuterski ekran u svrhu dobijanja kompjuterskog lika plesača. Kompjuter je pri tome koristio te pokrete kao bazu za dobijanje odgovarajuće animacije. U ovom postupku također je korišten metod rotoskopije, te se ona na neki način može smatrati nekom primitivnom pretečom Motion Capturing-a, gdje je pokret pažljivo «hvatan» ručno.

### 1980-1983: Simon Fraser University

U ovo vrijeme, biomehaničke laboratorije počinju sa korištenjem računara za analizu i prikaz ljudskih pokreta. Ranih 80' tih godina, **Tom Calvert**, profesor kineziologije i kompjuterskih nauka na **Simon Fraser** univerzitetu, izvršio je eksperimente kao pomoć pri kliničkim ispitivanjima abnormalnosti kod kretanja, koristeći se potenciometrima koje bi prikao na ljudsko tijelo i povezao sa izlaznim driver-ima računara.

---

### **1982-1983: MIT — Grafička marioneta**

Nedugo nakon istraživanja Toma Calverta, komercijalni optički sistemi kao što su Op-Eye i SelSpot počeli su se intenzivnije upotrebljavati i u kompjuterskoj grafici. Ranih 80'tih godina i MIT Architecture Machine Group i Institut za kompjutersku grafiku u New Yorku vršili su eksperimente sa optičkim metodama Motion Capturing-a.



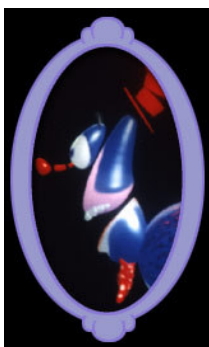
Optička metoda Motion Capturing-a koristi male markere prikačene za tijelo; to su ili LED diode ili svjetleće oznake i par kamera koje snimaju prostorne koordinate. Upotrebom odgovarajućeg hardwar-a i software-a pozicija svakog markera se putem kamera bilježi i nakon toga izračunava 3D pozicija svakog markera u vremenu.

Ograničenja tehnologije u ovoj metodi zasnovana su na ograničenjima brzine kojom svaki od markera može biti ispitan, okluzijom markera na tijelu, te rezolucijom kamere, osobito sposobnošću da se povežu različiti markeri. Raniji sistemi mogli su obuhvatiti svega oko desetak markera u jednom trenutku, dok nešto noviji sistemi mogu uhvatiti i do nekoliko desetaka markera. Problem sa okluzijom može, eventualno biti riješen korištenjem nekoliko kamera, ali i pored toga brzina procesiranja i obrade markera neće biti povećana zbog velikog broja ručne obrade. Problem rezolucije kamere proporcionalan je kako kvaliteti kamere, tako i njenom polju kadra. Što je veća rezolucija kamere to je i njena cijena veća.

Zbog ovih ograničenja upotreba optičke metode 'motion capturing'-a svodi se na analizu i procesiranje podataka prije njihove upotrebe na animiranom karakteru.

1983. godine Ginsberg i Maxwell sa MIT-a predstavili su se tzv. «Grafičkom marionetom», sistem koji je radio po principu "scripting-by-enactment" tj. animator pravi animaciju po izvršenju pokreta. Princip rada se zasnivao kao i kod ranijih Op-Eye sistema na nizu LED dioda. Naime, odijelo je ožičeno LED diodama postavljenim na pregibima i specifičnim mjestima na tijelu. Dvije kamere sa specijalnim foto reaktorima davale su 2-D pozicije svake LED diode u svom krugu prikaza, nakon čega je računar koristio te informacije za izračunavanje 3-D pozicije svake od snimljenih dioda. Ti podaci korišteni su za prikaz karaktera ili su spašavani za eventualne kasnije obrade i rendering. Osnovni razlog zbog kojeg je ova tehnologija ostala poznata samo užim krugovima u to vrijeme je bila sporost pri rendanju ovih karaktera, kao i skupoća hardware-a kojeg je zahtijevao ovaj 'motion capturing'. Otada se naravno brzina rada povećala tako da su i metode Grafičke marionete danas više zastupljene u animaciji likova.

### **1988: Pacific Data Images — Waldo C. Graphic**



Već 1985. godine Jim Henson Productions je nastojao stvoriti svoje prve animirane likove. Pokušaji nisu često urodili plodom, posebno zbog ograničenih resursa i tehnologije u to vrijeme. Ipak, 1988. u saradnji sa stručnjacima iz Pacific Data Images (PDI) i mogućnosti Silicon Graphics 4D tehnologije uspjeli nizom tehnika kontrolirati u realnom vremenu poziciju i kretanje usta animiranog lika. Tako je i nastao Waldo C.- animirani lik kojeg je bilo moguće kontrolirati u realnom vremenu poput ostalih likova. Kompjuterka slika lika bila je ukomponovana sa video slikom ostalih likova tako

---

da je izgledalo kao da one zajedno izvode određene radnje. Kasnije, PDI je razvio svoju tehnologiju, te je na kraju bilo moguće uhvatiti i pokrete ostalih dijelova tijela poput glave ili ramena pomoću potencijometara, nakon čega bi oni bili kompjuterski obrađeni. Zanimljiva je stvar kod Waldo-a što se lik mogao transformirati iz jednog oblika u drugi, od lokomotive do miša.

### **1989: Kleiser-Walczak — Dozo**

Slijedeći korak u tehnologiji 'Motion Capturing'-a bio je Dozo, kompjuterska animacija žene koja je pjevala pred mikrofonom i ujedno plesala. Da bi što realnije prikazali taj lik korišten je 'Motion Capturing' i to zasnovan na eksperimentima Digital Productions-a i Omnibus-a. Osnova ovog metoda su mnogobrojne kamere koje su vršile proračune na slici djelića trake postavljenih na tijelu. Rezultat tih proračunaje 3D trajektorija svakog od tih djelića u prostoru. Kao i kod drugih sistema baziranih na radu kamera i ovaj metod pokazao se skupim zbog zahtjeva za skupom opremom.

### **1991: Videosystem — Mat the Ghost**

Nakon što su bile upoznate mogućnosti animiranih karaktera kroz lik Walda C., zainteresiranost za animirane likove naglo je porasla. Kao rezultat toga nastao je animirani lik u realnom vremenu nazvan Mat The Gost. Koristeći se rukavicom za unos podataka (ulazni uređaj za podatke ili kontroler u obliku rukavice, opremljen senzorima, koji pokrete ruke i prstiju pretvara u komande), joystick-om i MIDI uređajima animatori su modelirali Mata već prema ranijim pokretima snimljenim na pravim glumcima. Mat je bio prijateljski, zeleni duh koji je bio jedan od glavnih likova u dječjoj emisiji zvanoj Canaille Peluche, koja se prikazivala svakog dana preko 3,5 godina.

### **1992: SimGraphics — Mario**

SimGraphics je dugo vremena bio u oblasti istraživanja VR-a, posebno sistema koji su se bazirali na istraživanjima vezanim uz rukavicu za unos podataka. Tako su 1992. godine razvili poseban sistem snimanja pokreta nazvan «Face Waldo». Koristeći mehaničke senzore postavljenim na obraze, usne, bradu i obrve i elektro- mehaničke senzore, bili su u mogućnosti uhvatiti svaki krucijalni pokret lica i mapirati ga na animirane likove izrađene na računaru. Važnost ovog metoda jeste ta što je i sam «glumac» mogao utjecati na izraze lica samog lika jednostavnom mimikom.



Veliki uspjeh «face waldo-a» bio je animirani lik Maria, Nintendove popularne video igre, koji je korišten u raznim najavama i emisijama zabavnog karaktera. Osoba sa

---

koje je «hvatan» pokret iza scene bi upravljao Mariovim pokretima pomoću «face waldoa», dok bi Mario razgovarao i šalio se sa publikom. Otada SimGraphics se nastavio baviti područjem animacije i «face waldoa», posebno u okviru televizije, zabavnih emisija i reklama.

### **1992: Brad deGraf — Alive!**

Oko 1992. DeGraf/Wahrman bavio se projektom nazvanim Alive!. Uz pomoć posebnih senzorskih rukavica kompjuterski animiranom liku, zapravo svemirskom brodu omogućena je animacija «lica». Kao i Mario i ovaj lik je korišten u emisijama zabavnog karaktera.

DeGraf se konačno u projektu ujedinio sa Colossal Pictures kada je stvoren i Moxy, animirani pas, koji je predstavljao voditelja na Cartoon Network. Elektromagnetskim mehanizmima na rukama, stopalima, torzu i glavi «glumca» snimani su pokreti koji su onda dodjeljivani Moxy-u.

### **1993: Acclaim**



SIGGRAPH '93 Acclaim je zadivio javnost kada je prezentirao animaciju, izuzetno kompleksnu i realnu, u potpunosti urađenu metodom Motion Capturinga. U posljednjih nekoliko godina, Acclaim je potpuno razvio optičku metodu 'Motion Capturing'-a, veoma sličnu onoj koja se koristila još za 'Grafičku marionetu' i Dozo-a, ali i vidljivo poboljšanu i ubrzanu; moguće je simultano snimiti i do 100 tačaka u realnom vremenu. I danas Acclaim je poznata po izradi video igrica ovim tehnologijama koje drže u privatnom vlasništvu.

### **A kako je to danas?**

U posljednjih nekoliko godina strahovito su se razvili komercijalni programi za kompjutersku animaciju, kao i softverske tvrtke za njihovu izradu. Neki od njih su na primjer *Ascension*, *Polhemus*, *SuperFluo* i *SoftImage*. Iako još uvijek tehnike 'Motion Capturing'-a predstavljaju nedovoljno istraženo područje, nesumnjivo je da će sa daljnjim razvojem tehnologije i 'Motion Capturing' postati osnovni alat pri izradi animacija.



---

## ŠTA JE TO 'MOTION CAPTURE'?

U knjizi *Capture for Computer Animation and Video Games* od Alberto Menache-a, 'motion capturing' se definiše kao stvaranje 3D prezentacije stvarnih pokreta. Ovo predstavlja suprotnost stvaranju obične animacije «rukom» poznate pod nazivom «keyframing».



Motion capture je proces snimanja pravih “živih” pokreta i njihovo prevođenje u matematički oblik koji se vrši proračunavanjem koordinata ključnih tačaka u vremenu. To je proces snimanja pokreta u 3D prostoru i njihovog bilježenja za vrijeme tog kretanja kao niz X,Y i Z koordinata. Te koordinate zatim se koriste da bi se kompjuterskom liku ili modelu dodijelili ti pokreti. Za objekte snimanja sa kojih se snimaju pokreti uzimaju se ljudi iako se praktično mogu snimati pokreti i sa ostalih živih bića. 'Motion capturing' se prvenstveno koristi zbog vjernog prikaza animiranih likova kojima su dodijeljeni pokreti.

### Osnovna interna struktura

Interna struktura se sastoji od dva entiteta:

- osoba koja pravi pokrete
- pokreti.

Osoba se tretira kao skelet. Da bi se dobili podaci potrebno je postaviti markere na odijelo osobe.

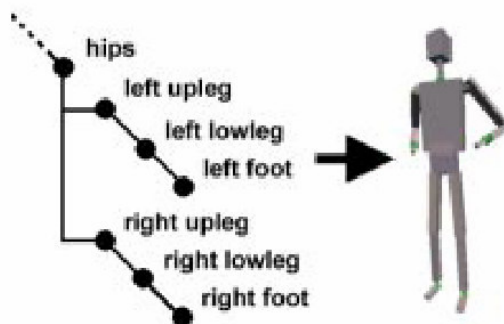


Figure 1: Topological and geometrical description of an actor used in the system.

Pokrete je najlakše opisati kao krive u vremenu.

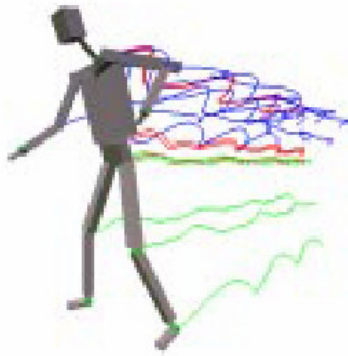


Figure 2: Examples of joint motion curves.

Snimljeni podatak predstavlja pozicije markera i promjene uglova koji su dobijeni pomoću posebnog hardware-a.

Postoje tri vrste alata:

- alati za analizu pokreta,
- alati za manipulisanje podacima i
- alati za ponovnu upotrebu podataka.

Tri osnovna tipa operacija su: filtriranje, 'concatenation' i 'blending'. Njihov cilj je da omoguće efikasno manipulisanje snimljenim podacima.

**FILTRIRANJE:** Filtriranje služi da se smanji šum koji prati snimljene podatke ili da se modificiraju pojedini djelovi pokreta.

**'CONCATENATION' (uvezivanje):** Omogućava nam da duge animacije predstavimo kao kombinovanje nekoliko različitih pokreta u sekvencu.

**'BLENDING' (miješanje):** Omogućava da kombinujemo karakteristike različitih kretanja. Npr. dva različita načina hodanja se mogu kombinovati da se dobije novi način hodanja.

Na sreću, današnji software za 'motion capturing' omogućava jednostavno snimanje i editovanje pokreta.

---

## Lista mogućnosti software-a za 'Motion Capturing':

### ***Za vrijeme snimanja pokreta:***

*Filtriranje* - omogućava da se snimljeni podaci očiste od šuma

*'Foot Planting'* - osigurava da su koraci vezani za tlo. Bez ovoga bi se desio 'Moon walking' efekat (hodanje po Mjesecu)

### ***Za vrijeme snimanja pokreta i poslije:***

*Prilagođavanje* - potrebno je prilagoditi snimljene podatke tako da što bolje odgovaraju određenom virtuelnom liku. Ovo omogućava da snimljeni podatak možemo mapirati na lik čije su dimenzije potpuno različite od dimenzija osobe sa koje je snimljen pokret. Zbog toga je dobro da glumac simulira izgled samog lika, npr. ako animirani lik ima veliki stomak poželjno je da se i kod glumca napravi veliki stomak i sl.

### ***Poslije snimanja:***

*Čišćenje ('clean up')* – uklanjaju se greške koje nastaju kod optičkog 'motion capturing'-a (npr. kada neki od markera budu zaklonjeni nekim dijelom tijela, ...)

*Reduciranje 'keyframe'-ova* – animacija se pojednostavljuje smanjivanjem broja 'keyframe'-ova, posebno onih nebitnih.

*Kontrola setova ('Control-sets')* – "Kaydara Filmbox" omogućava animatoru da kontroliše različite dijelove animacije jednostavnim podešavanjem pokreta preko inverzne kinematike.

*Pravljenje layer-a ('Layering')* – slično je kao kontrola setova. Karakter studio ('Character Studio') omogućava animatoru da kreira novi 'layer' sa pokretom preko originalnog 'layer'-a. Dodani 'layer'-i sadrže samo 'keyframe'-ove koji su dodani glavnom 'layer'-u i imaju mogućnost da budu aktivni ili neaktivni. Kada su u pravljenju animacije korišteni 'layer'-i, moguće je napraviti 'Collapse' da bi se napravila jedna objedinjena animacija.

*'Blending'* – kombiniranje i integriranje različitih 'motion capture'-a je slično integraciji različitih ručno rađenih animacija. 'Character Studio' ovo čini jednostavnijim korištenjem *Flow Control editora* koji omogućava animatoru da lako manipuliše sa različitim 'motion capture' clip-ovima.

Danas postoje tri različite metode koje se koristi u industriji koja se bavi 'motion capturing'-om. To su optička, magnetska i mehanička metoda. Svaka od ovih tehnika ima svoje prednosti, ali i svoje mane.

---

## MAGNETIC 'MOTION CAPTURE' SYSTEMS



Magnetski 'Motion Capturing' koristi senzore postavljene na tijelu sa kojih snima, tj. hvata magnetsko polje niske frekvencije koju emituje transmitter. Ti senzori i izvor transmitera su povezani sa elektroničkim mehanizmima koji bilježe njihove lokacije izvan polja. Elektronička kontrolna jedinica je povezana sa računarom na kojem je postavljen određen software koji te snimljene pozicije prezentira u 3D prostoru.

Ovakav magnetski sistem koristi 6 do 11 senzora na tijelu osobe sa koje se snimaju pokreti. Senzori daju informacije o rotacijama i pokretima pojedinih, specifičnih, mjesta na tijelu. Pri ovim metodama koristi se i inverzna kinematika pomoću koje se izračunavaju uglovi za pojedine dijelove tijela i kompenziraju razlike u udaljenostima senzora i tih dijelova tijela.

Visok procenat frame-ova je velika prednost magnetskih sistema. Razmak između frame-ova je reduciran korištenjem filtera za obradu podataka. Međutim to filtriranje može prouzrokovati i reduciranje frame-ova što dovodi do pojave kašnjenja. Osim toga markeri znaju da se pomjeraju sa svojih pozicija tako da je često potrebno podešavanje i ponovno postavljanje.

Magnetski sistem može također imati i problema sa snimanjem više glumaca u isto vrijeme na bliskim udaljenostima. Signali sa senzora na glumcima mogu se međusobno miješati, dajući tako pogrešne podatke o kretanjima.

Magnetski sistemi imaju veoma negativne reakcije na metale ili magnetska polja u okolini, koji mogu ometati pravilan rad senzora .

Na kraju, važno je istaći da magnetski 'Motion Capturing' sistemi imaju slijedeće nedostatke:

- Preosjetljivost na metal
- Ograničen djelokrug
- Markeri su «klizavi»
- Nemogućnost tačnog proiciranja markera na određena mjesta
- Ponavljanje mjerenja
- Prepreke
- Kašnjenje
- Azimutski problemi
- Distorzija sa više glumaca
- Troškovi, skupoća - cijena elektromagnetnih sistema varira između \$5,000 i \$150,000.

---

## OPTICAL 'MOTION CAPTURING' SYSTEMS

### Vrste



Postoje dvije glavne tehnologije koje se upotrebljavaju u optičkom 'Motion Capturing'-u: refleksija i pulsirajuće LED diode.

Optički 'Motion Capture' sistemi koriste odgovarajuće video kamere da zabilježe kretanje markera koji reflektuju svjetlost, a koji se nalaze na odijelu čovjeka koji pravi pokrete. Sistemi sa jednom ili dvije kamere su pogodni za upotrebu kada se snimaju pokreti lica, dok je za snimanje pokreta cijelog tijela potrebno od 4 do 32 kamere.

Optički 'Motion Capturing' sistemi sa refleksijom koriste infra-crvene LED diode koje se nalaze oko leća kamere i infra-crvene filtere koji se nalaze na lećama kamere.

Optički sistemi koji se baziraju na impulsnim LED diodama mjere infra-crvenu svjetlost koju emituju LED diode.

### Karakteristike



Za optički 'Motion Capture' je potrebno između 4 i 32 kamere koje prate pokrete "glumca" i to brzinom 30 do 100 frame-ova u sekundi. Te kamere su postavljene u području u kojem se vrši snimanje pokreta. Mali sferični markeri sa retro-reflektirajućom supstancom postavljaju se na posebna mjesta subjekta, tj. osobe. Koristeći sofisticiran software i kamere moguće je locirati ove markere u prostoru. Pozicija markera snima se kao 3D koordinate X, Y, i Z. Brzina snimanja tih pozicija ide i do 240 puta u minuti. Snimljene pozicije često se nazivaju translacioni podaci. One se koriste za direktno mapiranje animiranog objekta dok se izvodi 'motion capturing'.

Snimanje pokreta cijelog tijela nešto je komplikovanije. Koristeći se prostom matematikom moguće je izračunati udaljenost markera od tačaka na tijelu čije kretanje je potrebno snimiti. Nakon toga software kreira hijerarhiju linkova između centara ovih tačaka i uglova među njima. Ti uglovi često se nazivaju rotacionim podacima. Kombinirajući translacione i rotacione podatke potpuno ljudsko (ili životinjsko) kretanje može se predstaviti na skeletu koji se može



---

dodijeliti kompjuterskoj animaciji. Rezultat predstavlja 3D lik koji se kreće potpuno jednako kao i osoba sa koje su snimani pokreti.

### ***Prednosti***

Prednost optičkih 'Motion Capturing' sistema je što su veoma prilagodljivi (markeri se mogu staviti na slona, fabriku, bejzbol ili fudbalsku loptu,...). Radna površina zavisi od budžeta i prostornih ograničenja. Optički sistemi se često koriste za snimanje pokreta iz gimnastike. Često se radi izvan kuće, u posebnim studijima, ali je veoma popularna za animaciju u sportskim igricama i filmu.

### ***Neki od nedostataka sistema za optički 'motion capturing'***

- Vidljivost – Ponekad se desi da kamera ne može da vidi neke markere jer su oni prekriveni tijelom ili su van vidokruga kamere.
- Prostorna ograničenja – Kamere imaju određeni dio prostora koji vide
- Računanje tačaka - Problem se javlja kada jedan marker izađe iz vidokruga jedne kamere i tada ga vidi druga kamera. Pri ovome može doći do duplikacije tačaka.
- Zahtjevaju iskusne operatore
- Podaci sa šumom i razne refleksije
- Skupa oprema – od \$150,000 do \$250,000 i više
- Osjetljivost na svjetlost i refleksija
- Većina optičkih sistema nije u realnom vremenu

## **ELECTROMECHANICAL 'MOTION CAPTURING'**



Na elektromehaničkim odijelima se nalazi veliki broj potencijometara koji mjere razne uglove. Zbog relativno brzog pretvaranja iz analogne u digitalnu formu, ovi sistemi se mogu koristiti za predstavljanje u realnom vremenu.

Ovi sistemi su pogodni za upotrebu, zbog odsustva elektromagnetne interferencije. Ali, teška i glomazna oprema često predstavlja problem pri implementaciji ove tehnike. Potencijometri imaju određeni životni vijek i što su stariji to proizvode više elektronskog šuma što rezultira sve lošijim i lošijim podacima. Cijena se kreće između \$5,000 i \$10,000.

---

## ZAŠTO 'MOTION CAPTURING'?

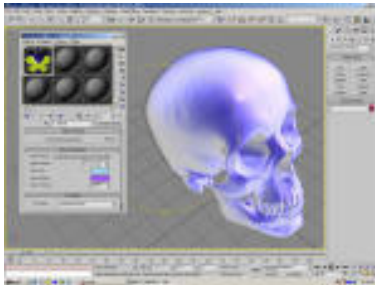
U kompjuterskim projektima, često vrlo skupim i dugotrajnim 'Motion Capturing' je taj koji štedi vrijeme i resurse. Dovoljna je ilustracija slijedećeg primjera: jedna software-ska firma za 15 sati proizvede 197 animacija. Procijenjeno je da bi za taj posao trebala 4 animatora koji bi isti posao radili 4 mjeseca.



'Motion Capturing' čini proces animacije mnogo jednostavnijim, posebno u slučajevima kada je izuzetno važno što realnije prikazati animirani lik (kod interakcije sa likom, ili prikaza lika u sportskim aktivnostima). Čak i jednostavne radnje lika mnogo je jednostavnije i realističnije napraviti 'Motion Capturing'-om nego animirati ručno.

## GDJE SE KORISTI 'MOTION CAPTURING'?

### Animiranje virtuelnih karaktera



Virtuelni karakteri su trodimenzionalni likovi koji su u potpunosti napravljeni na računaru. Oni ne mogu postati 'živi' sve dok se nad njima ne napravi neka animacija. To se može uraditi ručno ili koristeći 'Motion Capturing'. Ručno animiranje je skupo, troši puno vremena i neprocjenjivo je teško. Samo najiskusniji animatori mogu dobro uraditi taj posao.

Nasuprot ovome, 'Motion Capturing' omogućava najrealnije pokrete do kojih se dođe za kratko vrijeme.

Klasični animatori imaju puno problema kada treba napraviti realnu animaciju ili neku animaciju lica. Njihov zadatak nije samo da postave korake po kojima će se karakter kretati, nego mnogo više. 'Motion Capturing' precizno mapira realne korake na virtuelni karakter. Ovo je puno jeftinije i troši neuporedivo manje vremena nego ručna animacija.

### Video and TV



'Motion Capturing' omogućava u TV produkciju generisanje likova koji ne moraju biti u stvarnoj sceni, tj. kompjuterski su generirani, a koji bi zamijenili na ekranu stvarne voditelje ili glumce. Ili moguće je postaviti i virtualnu scenu sa pravim glumcima i virtualne glumce sa pravom scenom. Kada se kombiniraju ovi elementi stvarnosti i

---

virtualnosti potrebno je posebno podesiti i jedne i druge kamere inače naša iluzija prikazivanja stvarnosti ne bi uspjela. 'Motion Capturing' se izuzetno uspješno koristi i u raznim TV serijama, gdje je postala nezamisliva produkcija bez upotrebe 'motion capturing'-a.

## Film & the arts - Motion Analysis Corporation

Producenti filmova su prvi počeli upotrebljavati digitalne karaktere koristeći Motion 'Analysis Corporation Systems'. "Final Fantasy" je film u potpunosti napravljen koristeći 'Motion Capturing'. U njemu se koristilo 16 kamera 'Motion Analysis' sistema u Square USA in Honolulu.



Motion Capturing je korišten i pri izradi mnogih drugih poznatih filmova, uključujući *Ratove zvijezda I*, *Titanic*, *Svemirski marinci*, *Batman*, *Terminator II* i drugi.

Sa prednostima koje im daje 'Motion Capture' u realnom vremenu, redatelji mogu pratiti razvoj karaktera u realnom vremenu. Ovo je od neprocjenjive važnosti kada karakter i čovjek s kojeg je snimljen pokret imaju različite proporcije (npr. velika stopala, kratke noge, duge ruke, zečje uši,...). I redatelj i čovjek s kojeg je sniman pokret mogu gledati animaciju karaktera i praviti potrebna prilagođavanja da bi dobili perfektan 'Motion Capturing'.

**Motion Analysis Corporation** je jedna od vodećih korporacija koja se bavi upotrebom optičkog 'Motion Capture'-a u video igrima, filmovima, virtualnoj realnosti, medicini, sportu...

---

## **Filmovi i projekti koji koriste Motion Analysis System**

|                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <b>LOTR: The Return of the King</b> | WETA Digital                       |
| <b>Matrix: Reloaded</b>             | Warner Bros.                       |
| <b>Matrix: Revolutions</b>          | Warner Bros.                       |
| <b>The Animatrix</b>                |                                    |
| <b>Final Fantasy</b>                | Sony Pictures Entertainment        |
| <b>Biped</b>                        | <u>Merce Cunningham Foundation</u> |
| <b>Ghostcatching</b>                | <u>Bill T. Jones</u>               |

## **Games**



Najveća upotreba 'Motion Capturing'-a je, ni malo iznenađujuće, u izradi kompjuterskih igrica. U utrci velikih kopjuterskih preduzeća za stvaranjem sve savršenijih i savršenijih igara, koje bi donijele i sve veću zaradu, veliku ulogu igra i upotreba 'Motion Capturing'-a.

Da bi nastala jedna visokokvalitetna igra potrebno je koristiti više tehnika i metoda, a posebna pažnja je usmjerena na estetski izgled i samu grafičku pozadinu igre.

Općenito, dva su osnovna tipa 3D animacija koje se koriste u kompjuterskim igrama: »real-time« playback i kinematika. Real time omogućava igraču da od mogućih pokreta lika odabere željeni dajući mu mogućnost da na taj način upravlja likom. Kinematika predstavlja male već izrendane filmiće koji se obično koriste kao uvodi u igrama ili u prelazima između pojedinih nivoa. Sa stanovišta igranja, kinematika nije od nekog prevelikog značaja, ali pomaže u realnijem predstavljanju same igre.

Preko 150 najboljih video igrica u svijetu su koristili 'Motion Capturing' koristeći opremu *Motion Analysis Corporation* (ovdje se misli na proizvođače *Electronic Arts*, *Gremlin*, *RARE*, *Square*, *Konami*, *Namco* i *Capcom*). Upotreba 'Motion Capture' u realnom vremenu je napravila pravi preokret u razvoju video igrica.

## **Video igre koje su rađene pomoću Motion Analysis System**

### **Electronic Arts**

NBA Live 2004

Lord of the Rings: Return of the King

Tiger Woods PGA Tour 2004

Tiger Woods PGA Tour 2003

---

### **Motion Analysis Studios**

ESPN NHL Hockey  
NCAA Basketball  
Lords of Everquest  
Batman: Dark Tomorrow  
NBA Courtside 2002  
Knockout Kings 2002  
Fugitive Hunter  
Bruce Lee: Quest of the Dragon  
American Idol: The Game  
The Scorpion King  
Crimson Order  
Legends of Wrestling 2  
NFL Quarterback Club 2003  
Ultimate Baseball Online  
Grand Theft Auto III  
Ghost Recon: Desert Siege  
Unreal TournamentFreedom  
Tony Hawk Pro Skater

### **Centroid Studios**

Airblade  
Beach Volley Ball  
Hitman 2  
Alias  
Primal  
GTA Vice City  
Club Football  
Race Driver2  
Gladiator-Sword of Avengence  
GhostHunter  
Formula 1 2002  
Freedom Fighters  
Driver3  
This is Football2  
The Getaway  
Purple Heart  
DropShip

### **Monolith**

Tron 2.0

### **Midway Games, Inc.**

Mortal Kombat 4  
NFL Blitz  
Ready to Rumble

---

## Web

'Motion Capture' je idealan za Web bilo da se radi o kreiranju virtualnih likova ili čestitki. Kako i sam internet postaje sve sofisticiraniji i popularniji tako se javlja i potreba unošenja «ljudskog faktora» u formi animiranih likova sa kojima bi korisnici interneta mogli komunicirati.

## 'Live events'

'Motion Capturing' ima svoju primjenu i na raznim predstavama, prezentacijama, pres konferencijama isl. i to u vidu animiranih likova koji unose poseban osjećaj stvarnosti u pomenute sadržaje - posebno kada se kombinira sa stvarnim osobama koje sa tim likovima stupaju u interakciju...

## 'Scientific research'



Osim u svim vidovima zabave koji su do sada navedeni 'Motion Capturing' se nadalje koristi i u mnogobrojnim istraživanjima, koja se tiču projekata oko ljudskih osjetila i kretanja.

## 'Biomechanical analysis'

Biomehaničke analize za svrhe rehabilitacije danas se uglavnom baziraju na 'Motion Capturing'-u, zahvaljujući njegovoj sposobnosti da proizvede pouzdane informacije. Tako se 'Motion Capturing' može koristiti pri različitim mjerenjima i ispitivanjima u toku pacijentove rehabilitacije.



## 'Engineering'

'Motion Capturing' je osnova za proizvodnju produkata koji su po pitanju ergonomskih mjerila izuzetno važni.

---

## 'Education'

Praksa i obuka za rad sa 'Motion Capturing'-om izuzetno su važne da bi se došlo do što kvalitetnijih animatora koji bi uspješno radili sa tehnikama 'Motion Capturing'-a.

## VR

'Motion Capturing' se često koristi i u razvoju projekata VR, gdje pruža nevjerovatne mogućnosti i olakšava sam razvojni proces projekta.

---

## 'MOTION CAPTURING' I 'GOSPODAR PRSTENOVA'

.....  
.....  
.....