

Mile Srđanović

Virtuelan oblik i virtuelna stvarnost

u Teoriji Oblika i u praktičnoj primjeni

Prerađeni i dopunjeni esej iz predmeta „Elektronska slika i virtuelna stvarnosti“, Post-diplomski studij - Industrijski dizajn, Mašinski fakultet u Sarajevu, prof. Dr. Muftić Osman.

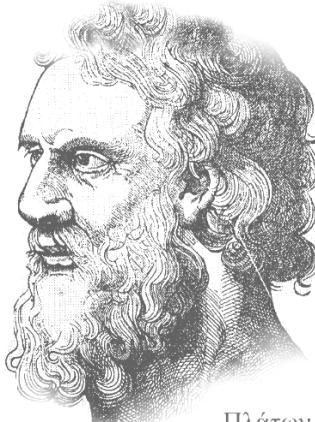
Maja 2007, dopunjeno decembra 2011

Prazna stranica

Sadržaj

Dio prvi - elektronska slika i Virtuelna stvarnost - teorijska razmatranja.....	7
Šta je to Virtuelna stvarnost?	7
Elektronska slika kao digitalni zapis (kōd), kōd kao idealan, nematerijalni oblik.....	7
Digitalni i stvarni svijet, sličnosti i analogije.....	9
Virtuelni oblik u kontekstu teorije oblika.....	11
Zatvoren krug	12
 Dio drugi - virtuelan oblik / virtuelna stvarnost u praktičnoj primjeni.....	16
Virtual reality - od zabave ka ozbiljnoj primjeni	16
Virtual reality u „autentičnoj“ primjeni - imitacija realnih oblika	17
Šta su Fraktali ?	19
Važnost fenomena samosličnosti i fraktalne grafike	22
Postupak pri kreiranju realističnih frakタルnih slika	23
Fraktali u neobičnoj praktičnoj primjeni.....	27
Virtuelna slika u rekonstrukciji živog oblika	28
Virtuelna ljudska slika i direktna animacija	30
Konstruktivni (inžinjerski) Virtual Reality – CAD, preteča stvarnog oblika	32
Vizualizacija nevidljive stvarnosti - postprocesing virtuelnog modela	36
Virtuelna slika u stvarnom vremenu – interaktivni VR.....	37
Virtuelna slika kao posrednik između dva realna prostora	39
 Pitanje za kraj - na što će sve ovo izaći ?.....	41
Pogovor - o literaturi, autorskim pravima i još ponečem	45

Prazna stranica



Uvod

Ovim seminarским radom (post-diplomski studij "Industrijski dizajn", MF Sarajevo 2006/7, predmet "Elektronska slika i virtuelna stvarnost", profesor Muftić Osman¹), želim nastaviti tamo gdje sam stao u prethodnom razmatranju (esej pod naslovom "Idealan, prirodan i vještački oblik", predmet "Prirodni dizajn", isti profesor), jer mi veza ova dva predmeta, zadata tema i nedovršena razmatranja u prethodnom esaju upravo tako nalažu.

Radi se, dakle, o nastavku smjelog upuštanja u fundamentalna pitanja teorije oblika i pozicioniranje virtuelnog oblika u toj teoriji.

Na to sam se odlučio nakon što su me iscrpna pretraživanja uvjerila da ovakva razmatranja ne postoje (ja ih nisam uspio pronaći), što me jako čudi jer se radi o najinteresantnijoj materiji i oblasti koja svoj najbrži razvoj bilježi upravo u sadašnjem trenutku. Naprosto je fascinantan razvoj kompjuterske grafike, „primjenjene“ elektronske slike i virtuelne stvarnosti (Virtual reality-ja) u proteklih nekoliko godina. A nove vijesti pristižu svaki dan. Zbog toga su neke od njih umetnute naknadno u ovaj rad.

Brzina i intenzitet kojom virtuelna stvarnost osvaja naše svakodnevno bivstvovanje ide do te mjere da se moramo zapitati - gdje su zapravo granice? Da li će virtuelna stvarnost potpuno zamjeniti materijalnu?

Da li ćemo stvaranjem virtualne stvarnosti zapravo shvatiti da smo dio stvarne virtualnosti!?

Da se dalje ne poigravam sa ovakvim verbalno - filozofskim egzibicijama, vratit ću se na onaj nivo i na onu razboritost koju mogu kontrolisati.

Vratit ću se „svojoj, Platon-fraktalnoj teoriji oblika“².

U stvarnosti je nemoguć idealan oblik – idealni oblici su nestvarni !

¹ U dopuni ovog esaja (decembar 2011) sa žaljenjem konstatujem da je prof Muftić Osman preminuo jula prošle godine u svojoj 77 godini. Velika mi je satisfakcija što je on ovaj rad pročitao i ocjenio najvećom ocjenom!

² Mada je prvenstveni cilj ove igre sa rječima efektan uvod u materiju, zaista se radi o kombinaciji Platonove teorije oblika („U stvarnosti je nemoguć idealan oblik“) i nečega što nije teorija ali jeste princip i smisao kompjuterski simuliranih prirodnih oblika, a to je “bijeg” od geometrije tj. idealnosti sa ciljem postizanja njihove prirodnosti tj. stvarnosti. Takvo fotorealističko kreiranje prirodnih oblika je uglavnom bazirano naprimjeni fraktala, o čemu će biti više riječi kasnije u tekstu i to je objašnjenje gornje kombinacije.

Prazna stranica

Dio prvi - elektronska slika i Virtuelna stvarnost - teorijska razmatranja

Šta je to Virtuelna stvarnost?

Termin Virtual Reality – Virtuelna stvarnost (VR) je novijeg datuma i vezan je uz pojavu naprednih kompjutera, sa naglaskom „naprednih“ jer su tek takvi, moći kompjuteri, odnosno kompjuteri sa snažnim grafičkim modulima (zbog toga i nazvani „grafičkim radnim stanicama“) omogućili **realističnu vizualizaciju** digitalnih modela.

Već u prvim generacijama GUI³ sučelja bilo je moguće „crtati na kompjuteru“ - kreirati 3D modele u mrežnom (tehničkom) obliku. Međutim, tek sa pojmom snažnih grafičkih platformi i pratećeg softvera omogućeno je **renderiranje** – iscrtavanje stvarnog, optički realističnog izgleda 3d modela do najmanjih detalja i to u interakciji sa ambijentom (svjetlost, izmaglica i sl.) i prema vizuelnim svojstvima materijala (tekstura, refleksija, transparentnost i sl.). To je rezultiralo sa frapantno uvjerljivim slikama koje su davale prizore identične onima koji već postoje u stvarnosti (ako je riječ o virtualizaciji postojećih oblika) ili onima koji će se desiti nakon materijalne realizacije na kompjuteru projektovanog objekta. Ako je, konkretno, riječ o građevinarstvu i arhitekturi, razgledanje virtuelnih prostorija buduće građevine zaista liči na šetnju u stvarnom objektu i taj „**osjećaj kretanja u nečemu što ne postoji**“ možda jeste i najbolja definicija virtuelne stvarnosti.

Zato ću ovdje stati, ko želi više o samoj definiciji VR-a naći će obilje dostupnog materijala.

Elektronska slika kao digitalni zapis (kód), kód kao idealan, nematerijalni oblik

Virtuelna slika je, dakle, elektronska, digitalna kompjuterska slika. Ta slika je najčešće trodimenzionalna (3D) i to čini da se virtuelnim oblikovanjem zaista može stvoriti osjećaj virtuelnog prostora. Tako kreiran virtuelni prostor može sadržavati nivo detalja dovoljno uvjerljiv da stvor

³ U ovom tekstu se govorи о „crtanju na kompjuteru“ a ne о crtном interfejsu, što GUI zapravo jestе (engl. Graphical User Interface - метод олакшане интеракције са рачунаром путем графичких, виртуелних објеката, али је више него јасно да је „crtanje на компјутеру“ немогуће без графичког интерфејса. Prema tome, уопште није погреšно рећи да је GUI био први корак ка ономе што данас зовемо компјутерска графика.

privid stvarnosti i otuda je naziv virtual reality, odnosno **virtuelne stvarnosti** za sve one digitalne oblike nastale u kompjuteru kojima se **simuliraju stvarni prizori**. Bilo da je riječ o kopiranju prirodnih formi ili modeliranju vještačkih objekata.

Podjela na prirodne i vještačke oblike je, u biti, temeljna podjela u Teoriji oblika. Postoje, naravno i druge klasifikacije, ali u ovom kontekstu bitna su ova dva slučaja, koje, kada se prevedu u svijet virtuelnih oblika, tumačimo kao:

- a) **imitacija prirodnog oblika** i
- b) **preteče vještačkog oblika**.

U svakom slučaju, virtualna slika jeste elektronska odnosno digitalna vizualizacija nečega što je realno i nečega što nije, ali bi moglo biti. U oba slučaja je ta slika **realistična** i to je ono što virtualnu stvarnost razlikuje od kompjuterskog geometrijskog konstruiranja.

Radi se, dakle, o slici u digitalnom formatu i taj digitalni karakter je stavlja u rang i problematiku opće fenomenologije **digitalnog zapisa**.

Digitalni zapis - "file", je zaista univerzalan oblik svega što se može intepretirati **binarnim kôdom**. A binarnim kôdom se može interpretirati - sve!

Dolazimo tako izravno do suštine - elektronska slika je elektronski, binarni zapis, zapis je informacija, odnosno kôd, zapisan u neki medij i... ovo je posebno bitno naglasiti, ta informacija ne mora nužno biti zapisana da bi bila informacija!

Ovdje se izravno dotičemo fundamentalnih odnosa materijalnog i nematerijalnog, što i jeste cilj ovog poglavlja. S toga ćemo se malo više zadržati na, naoko nepotrebnoj i neshvatljivoj, ali za ovu temu suštinski bitnoj distinkciji između kôda i zapisa.

Misao, odnosno ideja, odnosno kôd, odnosno informacija...jeste **nečija** (misaona) **kreacija**. Dakle - vještački oblik. I rekli smo, može biti zapisana - materijalna ili nezapisana - nematerijalna.

Pošto je ovo jako bitno, naglasit ćemo još jedanput: digitalni zapis je **materijalna bilješka nematerijalne informacije - kôda**.

U svakodnevnoj informatici materijalnost digitalnog zapisa je irelevantna, jer **materijal** u kojem je zapisana **digitalna** informacija (naglasak na „materijal“ i „digitalna“) ne utiče niti najmanje na sadržaj te informacije. Ali za ovu elaboraciju je veoma bitno da se to dvoje razdvoji.

Naime, iako ne postoje dva identična materijalna nosača informacije (medija), makar na njima bio zapisan isti kôd, sam kôd, odnosno svaka njegova kopija, je uvijek jednak bez obzira od kojeg je **materijala** medij i koji je rang kopije.

Ovo svojstvo digitalnog (binarnog) zapisa je, zapravo, njegova temeljna karakteristika i suštinska razlika u odnosu na analogni zapis gdje se materijalnost medija itekako odražava na samu

informaciju (npr. „pucketanje“ gramofonske vinil ploče).

Uvijek jednak, nematerijalan, univerzalan... **kôd je, dakle, idealan oblik!**

Tačno tako, a pošto ovdje mislimo na informaciju kreiranu od strane inteligentnog bića (čovjeka), nova i upotpunjena definicija kreiranog kôda bi bila – **vještački stvoren idealan oblik.**

Sad se mora naglasiti još jedna distinkcija, odnosno razlikovanje „dva idealna oblika“: Platonov idealni oblik, koji je „fundamentalan“ i koji je preteča svemu materijalnom i ovaj vještački koji je produkt živog - inteligentnog bića⁴ i koji može, ali i ne mora, biti preteča stvarnih vještačkih oblika!

Sa ovim je, nadam se, postalo shvatljivo ovoliko insistiranje na nematerijalnosti kôda i njegovo uporno razdvajanje od zapisa. Sljedeće očekivano pitanje je – da li je uopće moguće **nezapisati** kôd na nešto? Najkraći i najrazumljiviji odgovor na to pitanje je – naravno, kôd je informacija koja je moguća, naprimjer i u obliku radio signala !

Konačno, za pojам kôd postoji još jedan dobro poznat naziv - **software.** A software je po samom svom značenju - "nehardveran", tj. nematerijalan!

Digitalni i stvarni svijet, sličnosti i analogije

Pojavom kompjutera čovječanstvo nije samo učinilo epohalan iskorak u svom tehnološkom razvoju, već je, po svemu sudeći, zakoračilo i u svoju narednu, najvjerovaljnije finalnu, evolucionu fazu!

O fenomenu kompjuterizacije je jako mnogo rečeno, ali čini mi se da ovaj njen dramatičan aspekt nije još dovoljno sagledan i obrađen. Sve se uglavnom svodi na definiciju kompjutera kao naprednog čovjekovog alata ili, još banalnije, kao novog sredstva zabave i komunikacije.

Radi se, ipak, o nečemu mnogo ozbiljnijem. A da bi smo to shvatili moramo primjetiti, u najmanju ruku interesantne analogije na relaciji **čovjek – kompjuter.**

U najpovršnjem pristupu ta relacija se svodi na sljedeće: čovjek, intelligentno biće, je stvoritelj kompjutera – kompjuter, intelligentna mašina, je mjesto nastanka „vještačke inteligencije“.

Ali, prije svega i ispred svega, moramo se vratiti na dobropoznatu definiciju kompjutera kao spoj **Hardware-a i Software-a.** Samo ta činjenica nas mora natjerati da primjetimo frapantnu i nezaobilaznu podudarnost sa fundamentalnom i do sada neokrnjenom definicijom ljudskog bića koje čine, je li, **duša i tijelo!**

Prema tome, nedvojbeno se može izreći sljedeća analogija na relaciji čovjek - kompjuter:

⁴ Ova misao će se se stalno ponavljati u ovom eseju, samo na različite načine interpretirana

KOMPJUTER ČOVJEK

Hardware = Tijelo

Software = Um (duša)

U nastavku ove analize dolazimo do daljih nevjerojatnih podudarnosti:

Procesor = Mozak⁵

Radna memorija = Pamćenje

Zapisna memorija = Pamat

Zapis, File = Misao

Bios = Upravljanje bio-sistemom (refleks)

Napajanje (energija) = Hrana (energija)

Mreža = Društvo

Virus = Virus

Hakeraj = Terorizam

itd.

Postoji naravno još niz izvedenih analogija i sve su one dodatna potvrda nevjerojatne sličnosti između čovjeka i kompjutera. Naravno, ta sličnost nije striktno vizuelna (mada može biti), ovdje je prije svega riječ o „strukturalnoj“ sličnosti.

Ta sličnost nam omogućava da bolje shvatimo konfiguraciju nas samih i... i sve se nekako svodi na zaključak: **čovjek je stvorio kompjuter - na svoju sliku i priliku!**

Što nas podsjeća na jednu drugu sličnu tezu (!) i što se slobodno može pretočiti u jedan univerzalni i „ingeniozni Zakon kreatorstva“:

Kreator kreira kreaciju prema vlastitoj kreaturi !⁶

Ma koliko banalno zvučao, gornji „zakon“ je direktno povezan sa nečim mnogo ozbiljnijim, o čemu će kasnije biti riječi.

Riječ je o **fenomenu samosličnosti**.

⁵ Evo i najnovije analogije između mozga i procesora: "Dual core" procesori - potpuna imitacija oblika mozga (dvije polovice) - "mirror" arhitektura koja omogućava kaskadno procesuiranje - beskonačan broj operacija na principu "prebacivanja" procesa iz jedne polovice u drugu. Prednost je ipak na strani kompjutera jer današnji procesori nisu stali na dvije jezgre!

⁶ Riječ „kreatura“ je u drugom dijelu ove teze uzeta radi jezičkog efekta, a zapravo je treba protumačiti kao „struktura“ čime ova rogovatna teza postaje sasvim prihvatljiva i, zapravo, veoma prosta jer, u biti, njome se izriče općepoznata istina da svaki kreator nesvjesno reflektuje samog sebe u svojoj kreaciji.

Virtuelni oblik u kontekstu teorije oblika

Pošto je kôd dakle nematerijalan oblik koji se ne mora materijalno interpretirati (zapisati) a pogotovo ne i materijalno realizirati, postavlja se pitanje - kako je uopće moguće dokazati postojanje takvog nematerijalnog oblika?

U prethodnom poglavlju je natuknut odgovor – kôd je, naprimjer, i radio signal koji je "odaslan"⁷. On može ostati vječno u tom nematerijalnom stanju, ali može mu se posrećiti da bude negdje prihvaćen, pročitan, protumačen i materijaliziran.

Beskorisnost „neprihvaćenog“ kôda nije ništa manje tragična od beskorisnosti materije koja nije, prema nekom kôdu, pretočena u smislene oblike.

To je nešto slično sjemenu koje nosi genetski kôd i koje tek u susretu sa materijom – zemljom, i tek nakon „prihvaćanja“ od strane tla, čudesnim procesom razmjene materije, prema „instrukcijama zapisanim u sjemenu“, pretvara mrtvu materiju u novi oblik i novi život!

I ovaj primjer treba uzeti uslovno u kontekstu započetog izlaganja jer, striktno gledajući i samo sjeme je jedna materijalna forma, odnosno „medij“ u kojemu je zapisan genetski kôd. Dakle, relacija sasvim podudarna relaciji digitalni kôd – digitalni medij (disk, naprimjer).

Kad već spominjemo genetski kôd, treba svakako navesti najnovije uspijehe u genetskim istraživanjima – tzv. **mapiranja** genetskog kôda, uključujući i čovjekov. Mapiranje je drugačiji naziv za dešifrovanje (iščitavanje) i ispis u razumljivu informaciju. Dakle... digitalizacija!

Digitalizacija živilih organizama otvara neslućene, za sad hipotetske i nevjerovatne, ali teoretski sasvim izvjesne mogućnosti u oblasti genetskog inženjeringu: od jednostavnijih, danas već primjenjivanih, naknadnih korekcija urođenih genetskih greški do, još uvijek nezamislivih, manipulacija kao što je kopiranje i back-up genetskog kôda koji će se ponovo materijalizirati. Time bi se, usput, omogućio i nematerijalni transport žive strukture na daljinu (teleportacija)...i tako dalje.

Ma koliko ovo zvučalo premaštovito, već danas imamo više nego dovoljno opipljivih dokaza da sve ide upravo u tom smjeru!

Ali da ne upadamo preduboko u oblast naučne fantastike, za potrebe ovog elaborata dovoljno je kazati, odnosno ponoviti već rečeno – kôdom se može interpretirati ama baš sve!

⁷ Poznate su teze po kojima će neka daleka civilizacija primiti naše "slike i zvuk", možda kada nas više ne bude! Ovo nije naučna fantastika, već jedna sasvim utemeljena konstatacija. Ali, da bi taj signal uopće mogao biti shvaćen, mora biti prihvaćen nekim kompatibilnim hardware-om. Drugim riječima, da bi ta daleka civilizacija mogla dobiti naše signale mora posjedovati hardware sličan onom koji je te signale protizveo. I mora imati sposobnost prepoznavanja tih signala. Drugim riječima - moramo biti na "istoj talasnoj dužini"! Prema tome, naše signale može primiti samo neko ko je poput nas. Ili neko ko je, zapravo, mi!!

Zatvoren krug

U tezi da je kôd moguć i bez materije, krije se, usput, i odgovor na „pitanje svih pitanja“:

Da, jednako kao što se kôd i materija mogu spojiti, nema razloga da se ne mogu i razdvojiti.

A to nije ništa drugo do reinterpretacija toliko željene teze o razdvajanju duše od tijela!

Sad kada smo dobili smirujući odgovor i potvrdu o vječnosti duše (?) možemo se vratiti temi – virtuelnom obliku u formi kôda i konzervencama proisteklim iz njegove nematerijalnosti.

Da ponovimo: ideja (misao) nastala u našoj glavi je zamišljeni (idealni) oblik i on je zaista nematerijalan ali zaista i veoma realan, jer nastao je u jednoj „veoma opipljivoj glavi“.

Možda još bolji primjer nematerijalnog oblikovanja u našoj glavi je – san! Međutim, san nije isto što i misao/ideja i nije isključivo svojstvo inteligentnog bića. San bih definisao kao nematerijalni nesvjesni oblik, ali u svakom slučaju predstavlja nematerijalnu sliku i otuda njegovo pominjanje.

Pošto ovo uporno insistiranje na nematerijalnosti misli (ideje) koja nastaje u „materijalnoj glavi“ može postati dosadno vratit ćemo se ponovo na Platonovu Teoriju oblika, bolje reći na njenu najčešće navođenu interpretaciju:

"krug je zamišljeni ravanski oblik - kontura načinjena od tačaka koje su jednako udaljene od jedne tačke - centra kruga. Takav oblik u stvarnosti ne postoji, postoje samo kružnice manje ili više precizne ali nijedna nije idealna, jer niti jedna materijalna kružnica ne zadovoljava uvjet da su sve, apsolutno sve njene tačke, jednako udaljene od centra."

...odnosno, nastavljajući istu misao...niko nikada nije niti će imati u rukama idealan oblik. Idealan oblik, je, kako mu samo ime kaže, ideal – definicija, odnosno formula, odnosno instrukcija za tvorbu stvarnih, vještački načinjenih oblika.

Naglasak je na „vještačkih“ jer je u prirodi obilje stvarnih, samonastalih, formi zapanjujuće pravilnog geometrijskog oblika što ih gotovo ne razlikuje od čovjekovom rukom nastalih (vještačkih) oblika.

Otkotrljan grumen lave se zaista može pretvoriti u pravilnu kamenu kuglu, kap kiše kad padne u mirnu vodu pravi fantastične krugove, dno isušenih jezera može biti ravno poput pločnika... ali svi ti „gotovo idealni oblici“ nisu nastali „sa namjerom“ i prema „instrukciji“ već prirodnim putem.

Ipak ni to nije bez veze sa idealnim oblikom, jer svi **prirodni zakoni**, kao što je gravitacija, takođe spadaju u idealne forme (ili formule, svejedno), a upravo je gravitacija „kriva“ za mnoge pravilne prirodne forme. Još jedan dobro poznat „inicijator“ pravilnih prirodnih oblika je molekul, odnosno kristal i kristalizacija. U prirodne sile koje učestvuju u stvaranju pravilnih prirodnih formi spada i magnetizam i još neki prirodni fenomeni koji, kako rekosmo, jesu sveprisutni i idealni, odnosno

predstavljaju izravnu manifestaciju idealnog oblika u materijalnom prostoru.

Pravilan vještački oblik je, dakle, samo težnja da se slijedi idealan oblik. Možemo to nazvati i pokušajem njegovog materijalnog ostvarenja, ali taj pokušaj može samo biti manje ili više uspješan, odnosno njegov rezultat ne može nikad biti idealan. Kratko rečeno - idealan oblik je materijalno neostvariv.

Slika 1:
nekoliko primjera prirodnih oblika koji svojom pravilnom geometrijom naprosto zbuњuju!



Mjerljiv dokaz ovome, odnosno potvrdu neidealnosti svih materijalnih oblika daje disciplina koja se upravo tako i zove – **Mjeriteljstvo***.

Mjeriteljstvo (metrologija, metrology) je naziv za globalno uvezanu infrastrukturu koja se prvenstveno bavi prozaičnim i praktičnim ali veoma važnim zadatkom – globalnom distribucijom jedinstvenih mjernih standarda i kontinuiranim održavanjem njihove tačnosti sa ciljem omogućavanja međusobne razmjene produkata. Ali istoimena nauka se bavi i fundamentalnim pitanjima **materijalnog** oblika, odnosno njegovom **neidealnošću**. Cilj mjeriteljstva u tom kontekstu nije postizanje istovjetnosti oblika, jer je to nemoguće, već postizanje tzv. **sljedivosti** svakog mjerjenja do jednog referentnog oblika (etalona) koji takođe nije idealan, ali je tako „proglašen“!

U kontekstu ove teme, a vezano za nauku o mjerenu, od posebne i direktnе važnosti je činjenica da niti jedno ponovljeno mjerjenje na istom objektu, na istom mjestu i pod istim okolnostima, **nikad ne daje apsolutno jednak rezultat** (govorim o rezultatima ekstremno preciznih mjerena).

Bez obzira da li se radi o „titrajima“ nastalim u objektu mjerena, mjernom prostoru, ili u samom mjerilu, ova činjenica je direktna i praktična potvrda neidealnosti materijalnog prostora.

Ništa, dakle, što se može opipati nije idealno. Idealne mogu biti samo ideje i zamisli.

I kad je, konkretno, riječ o ideji kao idealnom obliku, produktu materijalnog intelligentnog bića,

dolazimo stihijno i neizbjegno do zaključka da je samo inteligentno biće sretan spoj „dvije komponente“: **idealnog svojstva** – inteligencije, sa **neidealnim** živim oblikom - tijelom.

Upravo zbog te „božansko-životinjske“ kombinacije inteligentno biće je u stanju proizvoditi i materijalne i nematerijalne vještačke oblike - ideje. Zapravo, najčešće jedno prethodi drugom i čovjekov djelatni proces se obično izražava frazom - „od ideje do realizacije“.

I „Platonov idealan oblik“, odnosno matematska definicija oblika i ljudska misao odnosno ideja, su nematerijalne, idealne, interpretacije materijalnih, neidealnih oblika. Vrijedi i obratno – materijalni oblici su neidelane realizacije idealnih oblika. Ali mora se primjetiti razlika: „prvi“ odnosno „Platonov idealni oblik“ jeste preteča svega materijalnog, a ovaj „drugi“ idealan oblik (ideja/misao) je jednak nematerijalan, ali je ipak nastao vještački, tj. od strane intelligentnog materijalnog bića.

Idealan oblik se, dakle, nalazi na početku i na kraju materijalnog prostora. Put od „fundamentalnog“ idealnog oblika, onog koji prethodi nastanku materijalne stvarnosti do vještačkog idealnog oblika, koji je nastao u materijalnom svijetu je, zapravo, **zatvaranje kruga!**

Taj krug se može podijeliti na dionice koje započinju „dramatičnim“ momenatima.

Prvi je nastanak samog materijalnog prostora (materije). Cijena materijalnosti je – neidealnost, mada se sva materija i dalje ponaša prema prirodnim zakonima koji jesu idealni. Prisutnost tih zakona je zapravo izravna potvrda i prisutnosti idealnog oblika u materijalnom prostoru.

Novi dramatičan momenat u tom lancu, koji se može i ne mora desiti, jeste – **život**. U tom životu svijetu se, nadalje, može a i ne mora, desiti – **inteligencija**.

Samu inteligenciju možemo takođe smatrati idealnim svojstvom. U svakom slučaju inteligencija je preduslov nastanka vještačkih idealnih oblika i ako se taj izuzetno sretni scenario desi, kao što se nama posrećilo, vještački idealni oblik nastao u materijalnom prostoru se sjedinjuje sa „vanmaterijalnim“ idealnim oblikom i to je taj put „od idealnog ka idealnom“.

Od momenta čarobne inicijacije intelektom, intelligentno-biološko (materijalno) biće postaje sve više intelligentno na uštrb tjelesnog (materijalnog). Ovakav evolutivni proces je više nego evidentan i na našem primjeru. Vrhunac tog procesa je moment nastanka vještačke inteligencije⁸ i virtuelne realnosti.

Taj momenat se upravo dešava. Treba li bolji dokaz tome od činjenice da su trenutno najtraženiji produkti i najjače kompanije upravo u oblasti proizvodnje virtuelne stvarnosti?!

Zaista je vrijeme da se zapitamo da li je virtuelna stvarnost naša poslednja faza? Faza u kojoj

⁸ Kad kažem da je nastanak „vještačke inteligencije“ jedan od „dramatičnih“ i ključnih momenata u ovom nizu, mislim, zapravo, na trenutak kada intelligentno biće ovlada tehnologijom širenja i produženja vlastite inteligencije. Ne nužno na stvaranje „samosvojnih mislećih strojeva“. Misli se, zapravo, na računare i digitalnu tehnologiju kakvu već danas koristimo i mada je naziv „vještačka inteligencija“ možda preuveličavanje u ovom trenutku, on sasvim pristaje uz ono čemu to vodi!

napuštamo naš hardware i potpuno se premještamo u „idealno stanje“, stanje virtuelnog, blaženog i vječnog obitavanja. Amen!

Kako god, krug se mora zatvoriti (i to je jedan od onih idealnih zakona), a kad je riječ o oblicima i oblikovanju, to znači da je idealan, nematerijalan oblik **ishodište i utočište** materijalnog svijeta.

Sve rečeno ću pokušati kazati i slikom – dijagramom koji slijedi i time završiti prvi dio:

Slika 2:

Grafički prikaz prethodnog izlaganja: mjesto Virtuelnog oblika u Teoriji Oblika i vizualizacija teze da prostor materijalnih oblika započinje i završava idealnim oblikom.



Dio drugi - virtuelan oblik / virtuelna stvarnost u praktičnoj primjeni

Za razliku od prvog dijela gdje se mnogo „filozofiralo“, ovaj dio će biti i dalje u postavljenoj temi ali sada ćemo preći u područje konkretnog, područje svakodnevnih, praktičnih primjena virtuelnog oblika i virtuelne stvarnosti.

Zapravo, prvenstveni smisao ovog poglavlja je da se načini jedna, što je moguće sveobuhvatnija, sistematizacija svih poznatih primjena VR-a. I, kao što ćete vidjeti, mnogi primjeri koji slijede će predstaviti veoma poznate stvari – popularne kompjuterske aplikacije koje egzistiraju i razvijaju se zasebno mada je za sve njih zajedničko upravo to što se u svim tim slučajevima radi o suštinski istoj disciplini – stvaranju i praktičnoj primjeni virtuelne stvarnosti.

Virtual reality - od zabave ka ozbiljnoj primjeni

Snažno širenje virtuelne stvarnosti imamo ponajviše zahvaliti, njenoj ne baš korisnoj namjeni – zabavi. Upravo je industrija zabave najzaslužnija za sveukupan i ovako dinamičan razvoj VR tehnologija. Mi, zapravo, danas i ne možemo prepoznati granicu gdje završava zabava a gdje počinje ozbiljna primjena virtuelne stvarnosti.

Na nizu primjera koji slijede u nastavku, ta povezanost je najdirektnije opisana. Ali ispred svega i prije svega treba navesti filmsku industriju. Naime, upravo u Hollywood-u i sličnim centrima se razvijaju najnaprednije VR tehnologije, čiji finalni proizvodi – dijelovi filma ili cijeli filmovi naprosto nadilaze svoju zabavnu svrhu i veoma direktno zalaze u oblast ozbiljne upotrebe virtuelne slike.

U svakom slučaju, neka od nevjeroyatno realističnih filmskih ostvarenja će nas natjerati na razmišljanje ne samo o fenomenu virtuelnih oblika već općenito o fenomenu oblika i oblikovanja, i to u onom filozofskom smislu, nešto slično onome kako urađeno u Prvom dijelu ovog eseja. Drugačije rečeno, virtuelna stvarnost nas tjera da razmišljamo (i shvatimo ?!) i fenomen našeg postojanja i prostora oko nas tj. univerzuma.

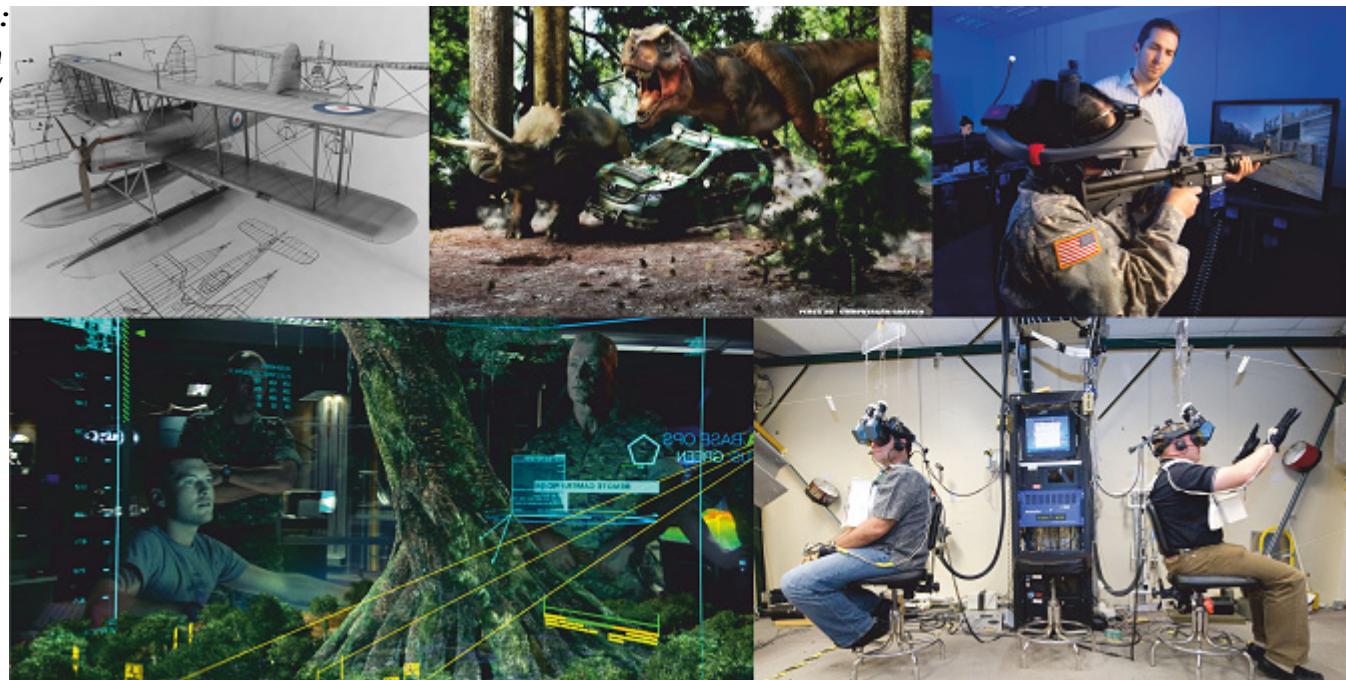
A to nije malo.

Ako ništa drugo, jedan od „nus-efekata“ ove grafičke/video revolucije je i vrhunska vizualizacija (ilustracija) složenih zamisli koje je riječima teško izreći. Ako bi smo se poigrali sa starom i dobro poznatom izrekom da „slika govori više od hiljadu riječi“, njena proširena verzija bi bila: „...a virtuelan oblik kazuje više od hiljadu slika“!

U elaboratu koji govori upravo o tome, o snazi vizulne informacije, nemoguće je izbjegći sliku kao pomoćno sredstvo kazivanja. Obilje grafičkih priloga koji prate ovaj tekst je, prema tome, neizbjegljivo i u neku ruku obavezno. Ipak, nastojao sam da to sve bude u mjeri i sa prvenstvenom namjerom boljeg razumjevanja materije a ne radi fascinacije, mada... mada je sa ovakvima fascinantnim slikama to teško izbjegći!

Slika 3:

*kompozicija nekoliko ilustracija
uz temu Virtual Reality*



Virtual reality u „autentičnoj“ primjeni - imitacija realnih oblika

Izvorna definicija virtuelne stvarnosti je upravo privid (imitacija) realnog prostora. Riječ je, dakle, o vještacki načinjenim prirodnim oblicima i prizorima koji, kako se vremenom unapređuju VR tehnike, postaju sve realističniji. U najnovijim VR ostvarenjima je postignuto savršenstvo – nemoguće je primjetiti razliku između elektronske slike i stvarnog prizora! I, ako govorimo o filmu, nije riječ samo o nekim sekvencama, sve je više filmova iz ove kategorije koji su u cijelosti nastali na kompjuterima, bez ijednog kadra snimljenog kamerom!

Ali, kako rekosmo, to se jedino može izraziti slikom. Slijedi nešto od tog „dokaznog materijala“.



Slika 4:

Pitanje: koji od ova dva prizora je stvaran a koji virtuelan?

(Odgovor: lijevo je fotografija stvarnog rastinja - desno je kompjuterski renderirana slika!)



Slika 5:

Kompletan prizor na ovoj slici je kreiran u programu TERRAGEN.

"Terragen does not use any digitized images to create the landscape. Instead, it uses fractals to model the mountains and clouds. It also uses raytracing to determine the interaction of light with the objects in the scene."

Ovakvu realističnost vještački kreiranih prirodnih scena imamo zahvaliti – **fraktalima**.

Šta su Fraktali ?

„Otac“ fraktala (fraktalne geometrije) je Benoit Mandelbrot⁹. On je još kao mladi istraživač-matematičar, dakle negdje u 50-im godinama prošlog vijeka primjetio **fenomen samosličnosti** u prirodnim oblicima / procesima. Doduše, u nekim slučajevima je ta samosličnost očigledna, kao što je list paprati, ali profesor Mandelbrot je svoju matematiku samosličnosti, uspješno primjenjivao i tamo gdje je to teško povjerovati, kao što je kartografija, geologija pa čak i neki procesi vezani za tržište – ponašanje berzanskih cijena!

On je tu samosličnost izrazio tzv. **fraktalima**, matematskim formulama koje interpretiraju samoponavljajuće geometrijske oblike na principu „petlje“- beskonačne iteracije iste funkcije.

Te formule su u pravilu veoma jednostavne, ali forme koje nastaju njihovim isrtavanjem su veoma kompleksne, zapravo beskonačne! Zbog toga su za ovaku grafičku vizualizaciju neophodni jako moćni kompjuteri i zbog toga je tek sa pojmom takvih, dovoljno snažnih kompjutera prof. Mandelbrot uspješno vizualizirao svoje fraktalne formule. Sretna je okolnost de se on zatekao na pravom mjestu, od 1958. do 1988., dakle u periodu svog najplodonosnijeg bavljenja ovom materijom, radio je u IBM-u, što mu je omogućilo korištenje najjačih računara u to doba.

Dakle, tek sa moćnim kompjuterima i moćnom grafikom nastali su konkretni proizvodi - fascinantne fraktalne slike. To je ono što je prof Mandelbrotu donijelo svjetsku slavu.

Široj javnosti je njegovo ime ponajviše poznato po tzv. „**Mandelbrotovom setu**“ (vizualizacija funkcije z^2+c) i po knjizi “**Fraktalna geometrija u prirodi**” (B. Mandelbrot, 1982.) koja je izazvala istinsku revoluciju i koja je unijela fraktale u glavne tokove (mainstream) naučne i praktične matematike kraja dvadesetog i početka dvadesetprvog vijeka.

Pošto o prof. Mandelbrotu i općenito o temi fraktala ima obilje sadržaja na internetu (radi se o, vjerovatno, trenutno najatraktivnijoj matematskoj disciplini), pri čemu bih izdvojio fascinantne fraktalne slike, pogotovo one animirane, ovdje ću obraditi samo ono osnovno o fraktalima, koliko je

⁹ **Benoit B. Mandelbrot** (Varšava, 20. novembra 1924. - Cambridge, Massachusetts, 14. septembra 2010.), bio je francuski matematičar poljskog podrijetla, profesor matematike, vodeći znanstvenik na polju fraktalne geometrije. Iako je izmislio pojam fraktal, mnogi dijelovi iz njegove knjige *Fraktalna geometrija prirode* (*The Fractal Geometry of Nature*) već su prije opisani od strane drugih matematičara. Svejedno sve su te teorije bile smatrane izoliranima, i neprirodnima s neintuitivnim svojstvima. Mandelbrot ih je uspio ujediniti u jedinstvenu teoriju. Također on je inzistirao na upotrebi fraktala kao realnih i korisnih modela za mnoge prirodne fenomene uključujući oblik obala i rijeka, strukturu biljaka, krvnih žila i pluća; jata galaksija, Brownovo kretanje, cijene na burzi. Mandelbrot smatra kako su fraktali, u mnogočemu, intuitivniji i prirodniji, nego objekti tradicionalne euklidske geometrije. Kao što kaže u uvodu fraktalne geometrije prirode: „Oblaci nisu sfere, planine nisu stošci, obale nisu krugovi, kora nije glatka, niti munja ne putuje ravnom linijom.“

potrebno u kontekstu ove teme.

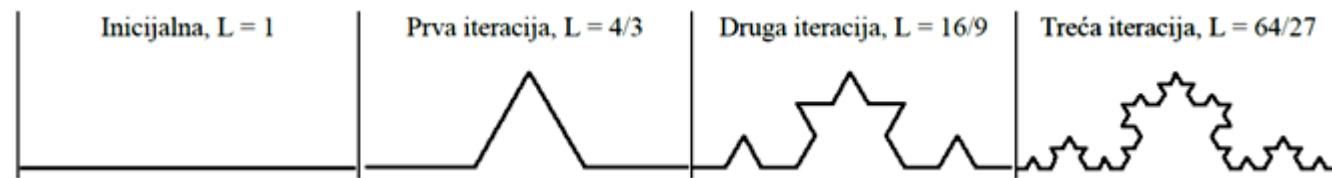
Dio koji slijedi je nekakav izbor iz obimnog sadržaja i, bez imalo ustručavanja, navodim da sam neke dijelove, uz moje dopune i prilagođavanje, uglavnom preuzeo sa Wikipedie.

Fraktali su geometrijski objekti čija je fraktalna dimenzija stoga veća od topološke dimenzije. Drugim riječima, to su objekti koji daju jednak nivo detalja neovisno o razlučivosti koju koristimo. Dakle, fraktale je moguće uvećavati beskonačno mnogo, a da se pri svakom novom povećanju vide neki detalji koji prije povećanja nisu bili vidljivi, i da količina novih detalja uvijek bude otprilike jednaka. Oni su (barem približno) **samoslični** (sastoje se od umanjenih verzija samih sebe), ali isuviše nepravilni da bi se opisali jednostavnom geometrijom. Tako npr. dužina nije fraktal, iako je samoslična (sastoji se od beskonačno mnogo dužinâ, a sve su dužine slične).

Laički rečeno, oni su "načičkani" do u beskonačnost.

Kao jedan od najjednostavnijih i najpoznatijih primjera fraktala navest ćemo tzv. Koch-ovu krivulju. Ona se tvori tako da se dužina zamijeni likom prikazanim na prvoj slici lijevo. To je prva iteracija Kochove krivulje. Druga se iteracija dobije tako da se svaka od četiri dužine iz prve iteracije zamijeni istim likom. Za treću iteraciju moramo zamijeniti svaku od 16 dužina itd. Kochovu krivulju dobijemo nakon beskonačnog broja iteracija.

Na donjoj slici desno vidi se svojstvo samosličnosti - svaki dio Kochove krivulje je sličan cijeloj krivulji.



Slika 6:

Početne faze u nastanku
Kochove krivulje –
„razmnožavanje“ samosličnosti

Fraktali se klasificiraju uglavnom na dva načina, koji međusobno korespondiraju.

Prvi način je svrstati ih **po stupnju samosličnosti**.

Potpuno samoslični fraktali su oni koji sadrže kopije sebe koje su slične cijelom fraktalu. Primjeri su svi geometrijski fraktali, npr. trokut Sierpińskog, Kochova krivulja, Hilbertova krivulja, Cantorov skup itd. Ako fraktal sadrži male kopije sebe koje nisu slične cijelom fraktalu, nego se pojavljuju u iskrivljenom obliku, govorimo o **kvazi samosličnom fraktalu** (Mandelbrotov i Julijev skup i sl.). Moguće je i da fraktal ne sadrži kopije samog sebe, ali da neke njegove osobine (npr. fraktalna

dimenzija) ostaju iste pri različitim mjerilima. U tom slučaju govorimo o **statističkoj samosličnosti**, a tipičan je primjer Perlinov šum¹⁰.

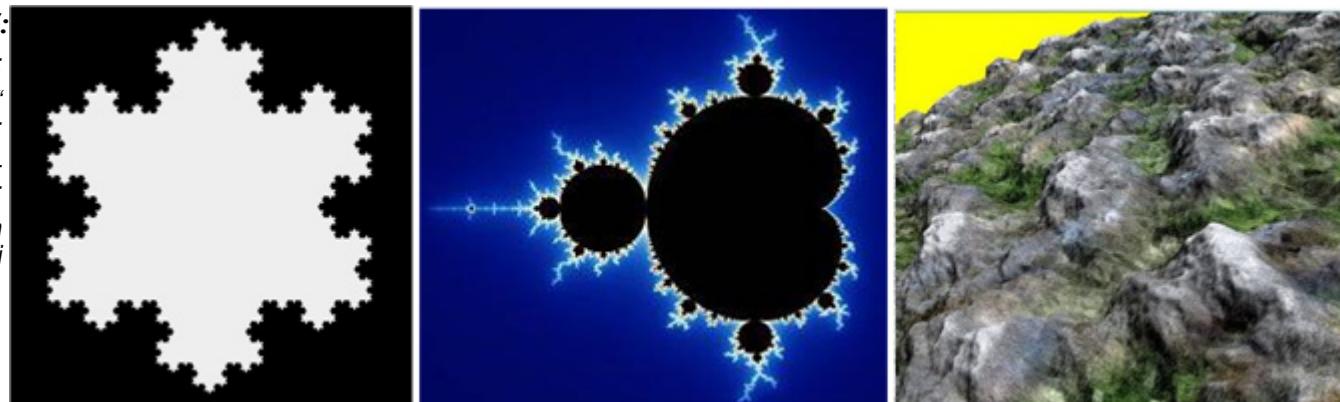
Drugi način klasifikacije je **po načinu njihovog nastanka**

Po tome se ponovo dijele na tri skupine: **geometrijski, algebarski i stohastični fraktali**, što sasvim korespondira sa prethodnom podjelom. Evo i slika da to još bolje shvatimo:

Slika 7:

s lijeva na desno:

- a), „Koch-ova pahuljica“ (samoslični fraktal);
- b) „Mandelbrotov skup“ (kvazi-samoslični, algebarski fraktal);
- c) Reljef nastao generatorom „Perlinovog šuma“ (statistički samosličan, stohastički fraktal).



Iz prethodnih triju slika jasno se vidi da **kompleksnost nije isto što i prirodnost**. Ali, isto tako treba primjetiti, **ni svaka pravilnost nije vještačka!** Neki prirodni oblici, kako je ranije već primjećeno, zaista mogu biti geometrijski pravilni. Najbolji primjer je upravo pahuljica: „Koch-ova pahuljica“, koja spada u kategoriju geometrijskih fraktala, zaista liči na prirodnu pahuljicu. Ali to je isključivo zato što je prava pahuljica „prirodno geometrična“!

Ipak, većina prirodnih oblika, kao što su reljefi, oblaci, rastinje... su potpuno **negeometrijski** (nepravilni) oblici. Međutim i te oblike karakteriše fenomen samosličnosti i u tome je tajna njihove uspješne imitacije uz pomoć fraktala!

Tu se očigledno radi o samosličnosti sa izvjesnom devijacijom, odnosno sa većim uticajem asimetrije i slučajnosti. Zato se za simulaciju takvih prirodnih oblika (reljef, oblaci, talasi, plamen...) primjenjuju tzv. statistički samoslični fraktali. U tome se potpuno uspjelo i rezultati su upravo fantastični. Mnoge od tih primjera imamo prikazane na više mjesta u ovom eseju.

¹⁰ Perlinov šum (Ken Perlin 1983.) je funkcija spojena od više funkcija od kojih svaka ima "izbočine" i "udubine". One su općenito jednakih dimenzija na pojedinoj funkciji, ali se njihove dimenzije razlikuju kad se te funkcije uspoređuju. Time zbroj tih funkcija daje strukturu koja ima velike "izbočine" i "udubine", na kojima postoje manje, a koje opet sadrže još manje, i tako unedogled. To je temeljni razlog zbog kojeg Perlinov šum toliko podsjeća na planinu - planine također imaju neki osnovni oblik, no i taj osnovni oblik ima svoje udubine i izbočine, koje nisu ravne...

Važnost fenomena samosličnosti i fraktalne grafike

Samosličnosti prirodnih oblika je sveprisutna, često zadivljujuće pravilna, u svakom slučaju lako dokaziva i ona je fundamentalna u kontekstu opće fenomenologije prirodnih oblika.

Taj prirodni fenomen izlazi iz okvira pragmatskih naučnih razmatranja i dotiče se izravno suštine i još uvijek neotkrivenih tajni Univerzuma i našeg postojanja. Zato ovaj fenomen svako tumači na svoj način, od egzaktnog do sasvim religijskog pristupa.

Moje neko tumačenje ovog fenomena se bazira na sljedećim „porukama“ koje nam priroda i „njen preslik“ - fraktalna geometrija jasno odašilju:

- moguće je beskonačno samogeneriranje oblika;
- i najsloženije forme su nastale od „prostih začetaka“;
- novi oblici su slični svojim pretečama, ali ipak unikatni;
- nema „naglih“ promjena samogenerirajućeg oblika bez poremećaja izvana;
- samosličnosti omogućava rekonstrukcija nedostajućih dijelova na osnovu raspoloživog okruženja...

I tako dalje. Moglo bi se izvući još mnogo interesantnih zaključaka na koje nas upućuje fenomen samosličnosti i frakala, ali ovo je već sasvim dovoljno i dovoljno je snažno.

Na osnovu ovih činjenica, ja lično cito univerzum prepoznajem kao samosličnu formaciju, upravo nešto slično fraktalima i Mandelbrotovom setu (vidjeti sliku 7 b)!

Mislim da je riječ o obliku koji na svojoj „crnoj periferiji“ neprestano generiše nove „šarene“ forme koje su uvijek slične onome prije i iza njih. Ono što se takođe ponavlja su „prazna crna polja“ i upravo ta crna polja sa svojom šarenom periferijom predstavljaju zasebne svemire, jer predstavljaju dimenzijske skokove i zbog toga su vjerovatno nespojivi sa prethodnim (većim) i narednim (manjim) svijetovima. Kad kažem nespojivi mislim prije svega na potpuno različite zakone koji vladaju u tim prostorima. Konkretan je primjer atomska jezgra i solarni sistem – jedina veza između njih je - samosličnost!

Ovo se nadovezuje na rečeno u prvom poglavlju i u cijelosti se podudara sa vizualizacijom tj. dijagramom na kraju tog poglavlja (slika br. 2). Ali pošto smo sa filozofiranjem završili, ovdje treba stati i ograničiti se samo na na zaključak da je upravo fraktalna geometrija omogućila frapantno, vjerodostojno oponašanje prirodnih oblika, ne samo u smislu konačnog rezultata (slike) već i u smislu njihovog karaktera i procesa nastajanja.

U tome je nemjerljiva važnost frakala u kontekstu razmatrane materije.

Postupak pri kreiranju realističnih fraktalnih slika

Na jednom od prethodnih grafičkih priloga uporedo su prikazane dvije slike – dva veoma slična prizora šumskog rastinja. Jedna od tih slika je, sasvim pouzdano, kompjuterska grafika. Ali, pri pogledu na te slike, niko od ispitanika ne može vjerovati da jedna od tih slika jeste vještačka i, što je još interesantnije, kad ih se uvjeri da ipak jeste, većina pokaže na krivu sliku!

U prethodnom poglavlju je rečeno čemu imamo zahvaliti takvu realističnost kompjuterski kreiranih prirodnih oblika. Imamo je zahvaliti, da ponovimo još jedanput, prirodnom fenomenu samosličnosti, i fraktalima kojima je ta samosličnost „dekodirana“ i uspješno imitirana.

Sada ćemo se upoznati sa samim postupkom pri kreiranju fraktalnih slika na primjeru drveta i na primjeru jedne konkretne aplikacije, skromnijih mogućnosti ali lakoj za razumjevanje. Danas možete naći mnogo sličnih aplikacija besplatno na internetu, većina u online formi – web appleta. Internet i današnji moćni a svima dostupni kompjuteri su zaista svakome omogućili da se igra sa ovim, do jučer nezamislivim, grafičkim bravurijama jer je karakter fraktalne slike i sama filozofija fraktala i fraktalnih slika, kako je već više puta naglašeno, potpuno uvjetovana snažnim kompjuterima!

Fraktalna slika nije rezultat iscrtavanja **statične** kompleksne forme, ona nastaje sukcesivno, slijedeći matematske, munjevito izračunate, iteracije i njeno iscrtavanje, teoretski, može ići u nedogled. Zato je svaka fraktalna slika koju imamo oštampalu na papiru zapravo jedan prekinuti proces beskonačnog iscrtavanja!

I kad je konkretno riječ o fraktalnoj slici rastinja, njeno vektorsko iscrtavanje (misli se na njeno generiranje na ekranu) veoma liči na sam rast tog rastinja! To je samo još jedna potvrda prirodnosti fraktalne grafike jer njome se ne samo imitiraju konačni prirodni oblici već i procesi koji ih tvore!

Međutim, pravu prirodnosti fraktalnoj slici daje namjerno „skretanje“ sa geometrije (ja upotrebljavam termin – „namjerna devijacija“) koje se u konkretnim aplikacijama, odnosno u njihovom komandnom interfejsu, obično prepoznaje kao atribut - **randomizacija**.

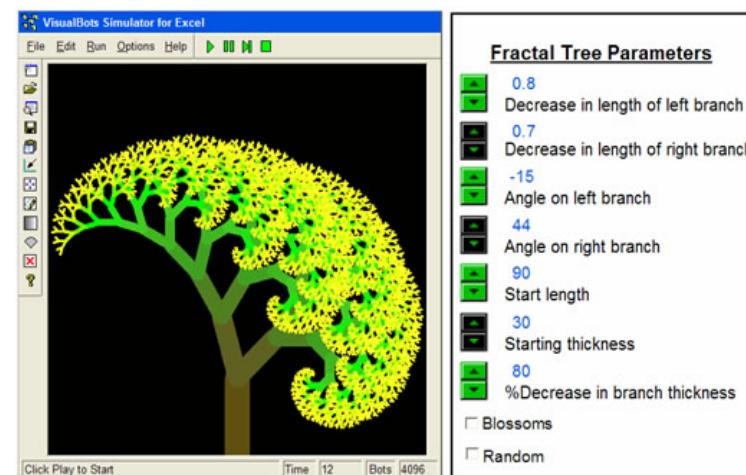
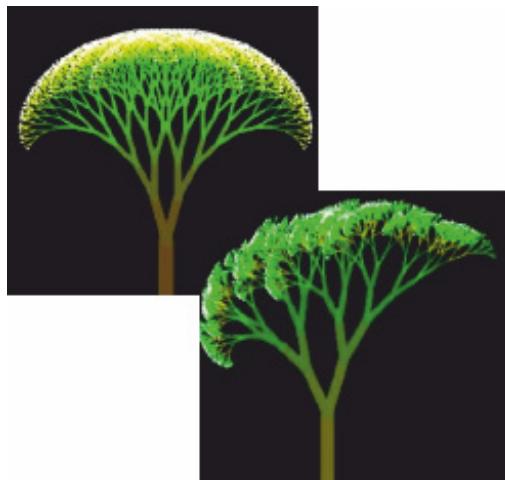
Randomizacija (generator slučajnih brojeva ubačen u formulu) je samo jedan od načina namjernog „bijega od pravilnosti“. Postoji, međutim, nešto što i bez takve namjere stvari čini nepredvidivim i, rekao bih, samim time i prirodnim! Riječ je o tzv. **Teoriji haosa**, prema kojoj, u najkraćem, u svim složenim dinamičkim procesima (a koji prirodni proces nije takav) i sasvim nemjerljive razlike u početnim uslovima rezultiraju dramatično različitim ishodom („butterfly effect“¹¹).

¹¹ „Efekt leptira“ u Teoriji haosa simbolizira osjetljivost i ovisnost složenih procesa o suptilnim početnim uvjetima, gdje i najmanja promjena u jednoj tački nelinearnog sistema može rezultirati sa velikim razlikama u kasnijoj instanci. „Butterfly effect“ se veže uz ime Edward Lorenz-a, odnosno njegovoj tezi da i „najveći uragan može biti posljedicom zamaha krilima jednog leptira nekoliko sedmica ranije!“

To je zaista najprostiji i najkraći mogući osvrt na ovu interesantnu teoriju, koja po svojoj srodnosti sa tematikom fraktala zaslužuje veći prostor, ali za ovo razmatranje i za ovaj nivo je dovoljno što smo je uopće pomenuli! Koga interesuje može naći obilje materijala o ovome.

Sada slijedi nešto sasvim konkretno i zanimljivo – pregled postupaka pri kreiranju fraktalne slike drveta. Prvenstveni cilj ovog prikaza jeste da se vidi kada i kako se **kompleksna, ali još uvijek neprirodna forma** pretvara u realističnu sliku. Upravo na tome je akcent u ovom poglavlju – **distinkcija između kompleksnog i prirodnog**.

Dakle, namjernom devijacijom (randomizacijom) se postiže „razbarušenost“ rastinja, bez čega zaista nema prirodnosti. To nije ništa drugo nego virtualizacija svih onih stvarnih uticaja koji su sasvim nepredvidivi a veoma utiču na rast i konačan oblik svega u prirodi, pogotovo rastinja (vjeter, voda, ostali živi i neživi objekti u okruženju itd.). Zbog toga je svaki grm i svako drvo definitivno **unikatna forma** i to je opća karakteristika svih prirodnih oblika. Isto to svojstvo kod vještački simuliranih prirodnih oblika je samo još jedna dodatna potvrda njihove realističnosti.



Slika 8:

fraktalna struktura sa i bez devijacija oblika. Aktiviranjem opcije „random“ nastaje realističan, prirođan oblik (u sredini).

Sasvim desno je prikaz radnog interfejsa u kojem se jasno vide svi parametri koji utiču na kompleksnost oblika ali tek sa opcijom „random“ taj oblik postaje i prirođan

Konačno finiranje i postizanje potpune uvjerljivosti virtuelnih slika se postiže post-procesingom npr. izvjesnim zamalućivanjem (omekšavanjem) slike baš kako stvarni posmatrač vidi stvarni prostor!

Ovdje se više nema što reći. Prirodne scene su dovedene do savršenstva i svakim danom nastaju još bolji softverski i hardverski alati kojima se kreiraju i animiraju prirodni ambijenti do granice neprepoznavanja u odnosu na stvarne.

Ponovo ću rečeno ilustrovati slikom. Ovaj put se radi o nešto naprednijem (još uvijek 2D) modulu za generiranje drveta – appletu preuzetom sa www.eigelb.at (na toj stranici ćete naći još obilje izvrsnih frakタルnih appleta, besplatno).

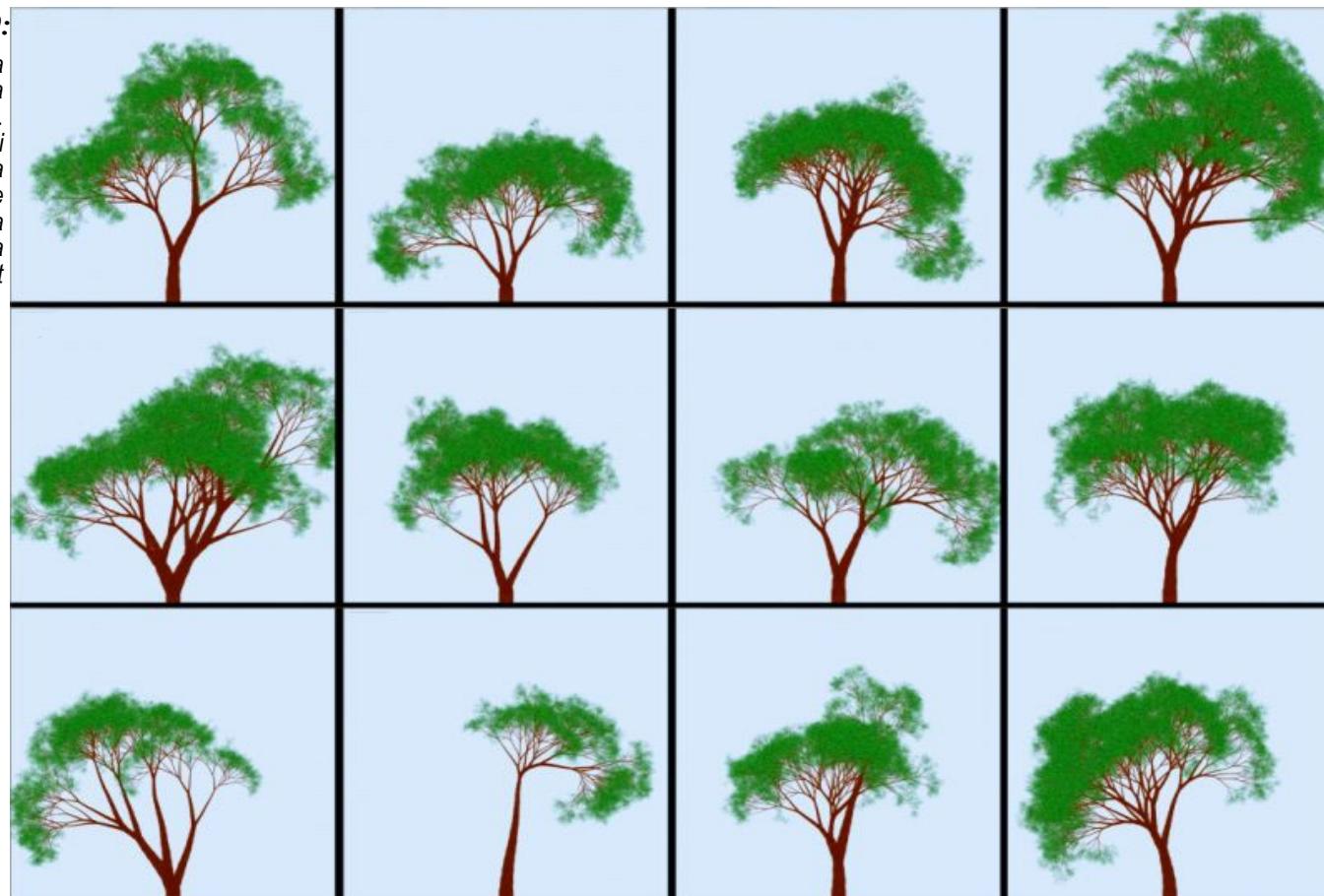
Svakim klikom na sliku munjevitom brzinom izrasta novo drvo, iste vrste, ali sasvim unikatno. To nije ništa drugo nego potpuna i dosljedna imitacija prirodnog oblika, ne samo u konačnom izgledu, već i u načinu njegovog nastajanja. Naime, isrtavanje slike potpuno oponaša rast drveta, doduše znatno brže. I mada se ovdje radi o 2D grafici bez neprednjog renderinga (bez tekture stabla i listova, sjenčenja i ostalih detalja) ovaj jednostavni i svima dostupni simulator je najilustrativnija potvrda da je vještačko kreiranje prirodnih oblika dovedeno do savršenstva.

I sve to, ponavljam, zahvaljujući fraktalima.

Slika 9:

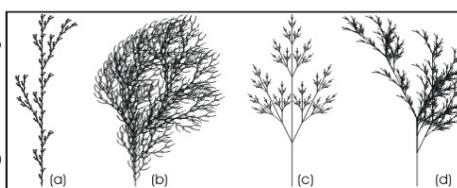
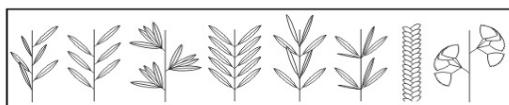
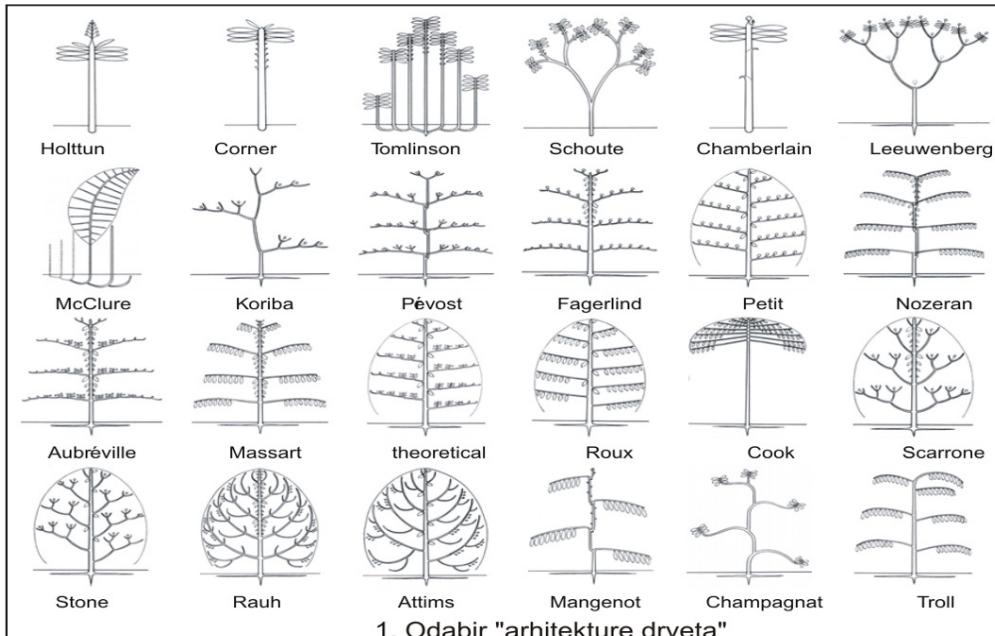
Nekoliko slučajnih rezultata pomenutog fraktalnog generatora drveta (www.eigelp.at).

Parametri su nepromjenjeni, ali svako drvo je unikatno. Velika sličnost sa stvarnim drvetom se ne odnosi samo na oblik već i na proces iscrtavanja koji veoma podsjeća na rast



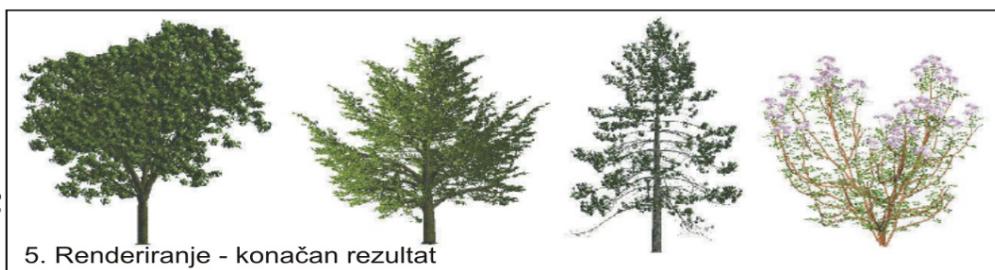
Ovo poglavlje će završiti dijagramom na kojem je grafički prikazan niz radnji / faza u postupku kompjuterskog kreiranja fotorealističnog rastinja pomoću fraktala:

Kompjutersko-fraktalno generiranje drveta - osnovne faze



Part	n	δ	ω	P
(a)	5	25.7	F	$F := F[F]F[-F]F$
(b)	4	22.5	F	$F := FF [-F +F +F] [+F -F -F]$
(c)	7	25.7	X	$X := F[X] [-X] FX, F := FF$
(d)	5	22.5	X	$X := F[X-X]F [+FX] - X, F := FF$

4. Parametri fractalne formule grananja



Slika 10:

Jedan uprošćen prikaz (slikovni dijagram) postupaka pri kompjuterskom kreiranju rastinja (drveta) uz pomoć fraktalnih formula.

Napomena uz ovu sliku:

Ovaj pojednostavljen dijagram je kompozicija koju sam načinio na temelju dijelova izvrsne knjige **"Digital Design of Nature"** (Oliver Deussen & Bernd Lintermann, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005).

U ovoj, do sada najobuhvatnijoj knjizi na temu kompjuterske kreacije realističnog rastinja, nalazi se obilje fantastičnih fotorealističnih slika koje bi bile izvrsna ilustracija uz svako štivo na ovu temu ali je u ovom eseju upotreba tog sadržaja ograničena samo na ovu sliku, odnosno re-kompoziciju zbog izrazito naglašene restrikcije u smislu autorskih prava i upotrebe sadržaja ove izvrsne knjige.

Svima koje ova materija posebno interesuje preporučujem navedenu knjigu kao nezaobilazno štivo.

Fraktali u neobičnoj praktičnoj primjeni

Sam Mandelbrot je naglašavao da puko oponašanje prirodnih oblika nije temeljna svrha fraktala / fraktalne geometrije. On se uporno trudio da fraktale učini praktično primjenjivima a fraktalnu geometriju ozbiljnim instrumentom za svakodnevne i veoma praktične probleme.

On je u tome sasvim i na jedan veoma efektan način uspio još 1967. kada je objavio veoma zapažen rad jednostavnog naziva – „**Koliko je duga obala V. Britanije?**“¹²

Radi se, dakle, o jednom veoma praktičnom problemu koji je izgledao tada nerješiv (ako se složimo da se ne možemo zadovoljiti grubom aproksimacijom).

Mandelbrot je to uradio na relativno jednostavan način, oslanjajući se na fenomen samosličnosti obalne konture (karakterističnih sekvenci) i mogućnost njenog preslika u fraktalni oblik. Nakon dodatnog „finog podešavanja“, Mandelbrot je uspio, uz pomoć fraktala, da konturu britanskog ostrva pretvori u skalabilnu krivulju sa praktično neograničenom dubinom detalja (što jeste karakteristika fraktala). To mu je omogućilo izračun ukupne dužine obale do one preciznosti koja ima praktičnu smislenost.

Slika 11:

Uticaj preciznosti mjerena
(veličine podioka - p , na
konačan rezultat – ukupnu
dužinu obale - D).

$$p = 200 \text{ km}, D = 2400 \text{ km} \quad (\text{približno})$$

$$p = 100 \text{ km}, D = 2800 \text{ km} \quad (\text{približno})$$

$$p = 50 \text{ km}, D = 3400 \text{ km} \quad (\text{približno})$$



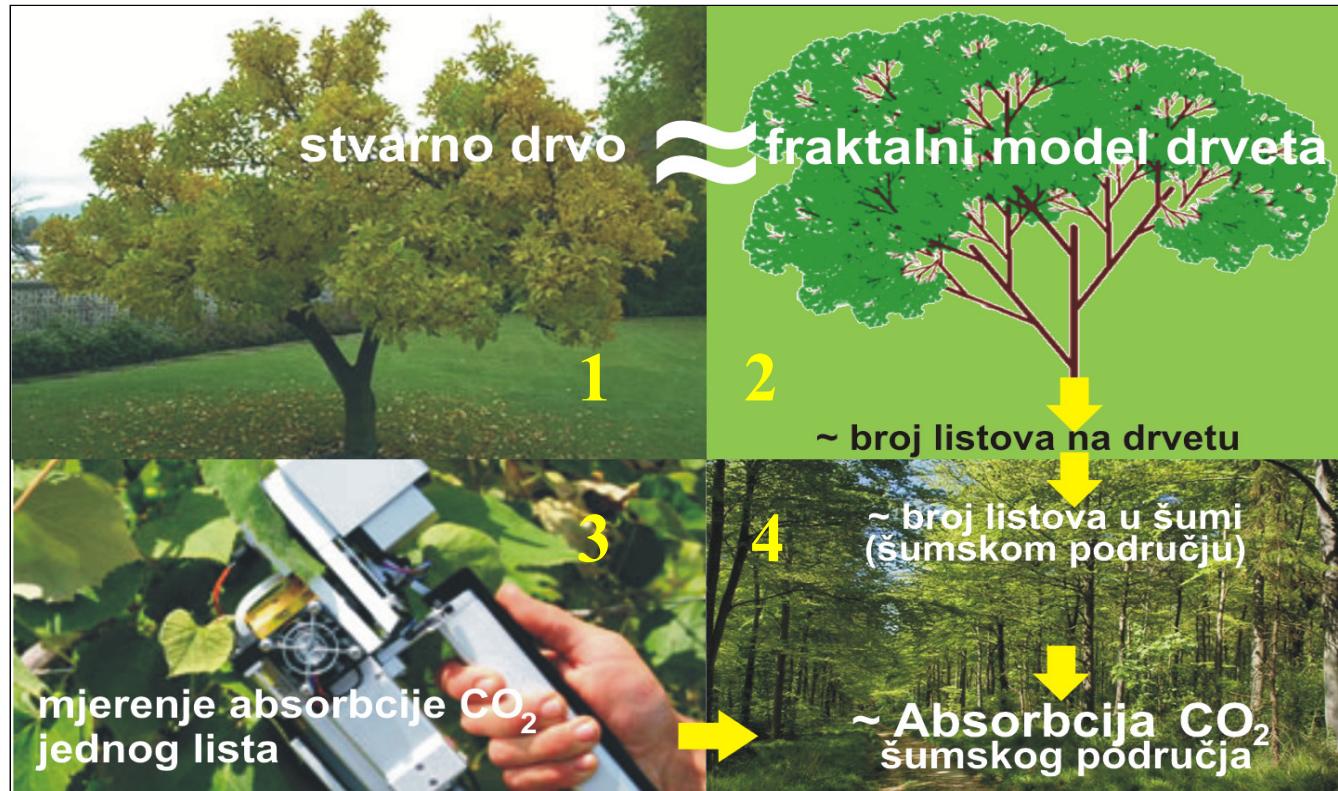
Na istom konceptu su kasnije rješavani i drugi slični, prije toga nerješivi, praktični problemi.

Evo još jedan interesantan slučaj:

Tim američkih stručnjaka se prihvatio zadatka da izračuna kapacitet absorpcije CO₂ cijelog šumskog područja u Kostariki! Koncept je bio isti kao što je to učinio Mandelbrot u slučaju mjerena dužine obale. Prvo je načinjen vjerodostojan fraktalni model stvarnog objekta - drveta, potom cijele šume i

¹² Science: 156, 1967, 636-638

cijelog šumskog područja, pri čemu je od ključne važnosti bilo “podešavanje” listanja da što više odgovara onom u stvarnoj šumi. Potom je izvršeno mjerjenje absorpcije jednog lista i... i dalje je sve bilo tablica množenja!



Slika 12:

Grafički prikaz realizacije neobične ideje – mjerjenja sveukupnog kapaciteta absorpcije CO_2 cijelog šumskog područja na osnovu preciznog mjerjenja na jednom listu

Nakon ovakvih praktičnih primjera, fraktali i fraktalna geometrija su prestali biti samo sredstvo vizuelnih fascinacija već su na velika vrata ušli u svakodnevnu praktičnu primjenu.

Virtuelna slika u rekonstrukciji živog oblika

Ka što smo više puta već rekli, čak i kad joj je to prvotna namjena i povod nastanka, virtuelna slika prestaje biti predmetom zabave i puke vizuelne fascinacije onog momenta kada ona postigne ozbiljnu **vjerodostojnost**. Gotovo sve današnje virtuelne kreacije su upravo takve - vjerodostojne.

Zahvaljujući VR tehnologiji primjenjenoj u najnovijim filmskim ostvarenjima, kao što je, naprimjer,

"Jurassic park"¹³, danas imamo virtuelne, **autentične rekonstrukcije davno izumrlih živih bića**, upravo kao primjer VR rezultata koji je prevazišao svoju prvotnu namjenu - vizuelnu fascinaciju.

Takav naučno istraživački doprinos se ne bi desio, makar ne tako brzo, da nije ovakvog redoslijeda. Samo je ogroman komercijalni efekat filmske & zabavne industrije mogao potaknuti ovako snažan razvoj VR-a. Da je naručilac tih tehnologija bila samo nauka, još bi smo se načekali!

Ulogu „tehnološkog zeca“ je, nakon vojne industrije („trke u naoružanju“) i svemirskog programa („trke u osvajanju svemira“), preuzeala industrija zabave – „trka kao takva“!

Koliko god to bilo „ponižavajuće“ za današnju civilizaciju, niko ne može osporiti da je takva kombinacija nešto najbolje što nam se moglo desiti. Fantastično realistična rekonstrukcija prahistorijskih životinja za potrebe filma je istovremeni uspjeh i filma i **paleontologije**¹⁴!

I još mnogo više. Euforija koju je pomenuti film izazvao, posebno kod najmlađih, imala je neočekivan edukativni efekat kakav se ne može porediti niti sa jednim klasičnom obrazovnom metodom!

Filmska rekonstrukcija praživotinja se, dakle, ne zadržava samo na vizuelnom, što je dovoljan nivo za te potrebe, ovdje je riječ o **potpunoj rekonstrukciji** na temelju materijalnih artefakata – skeletnih ostataka ali i svih drugih parametara koji su uticali na oblik i ponašanje životinje koju otkrivamo: uticaj gravitacije, karakteristike tadašnje klime i ostalih vanjskih parametara, te oni „unutrašnji“ – materijalna, kinematska, i sva druga svojstva tijela, interakcija sa drugim objektima u simuliranom okruženju... jednostavno sve. Nedavno je, uz pomoć kompjuterske morfološke rekonstrukcije tiranosaurusa, do nivoa takvih detalja kao što su glasnice, proizveden i glas te nemani!

Slika 13:

nekoliko primjera veoma realistični rekonstrukcija prahistorijskih bića, na temelju dostupnih fosilnih ostataka.

Savim desno: Najnoviji primjer anatomske 3D virtuelne rekonstrukcije: lik Faraona Tutankhamona (Tutankhamun).



¹³ Riječ je o trilogiji: *Jurassic Park* (1993.) & *The Lost World: Jurassic Park* (1997.) i *Jurassic Park III* (2001.)

¹⁴ „Paleontologija je naučna oblast podijeljen na paleobotaniku, nauku o izumrlim biljkama; palinologiju, koja se bavi na pra-spore, polen i mikroorganizme; i paleozoologiju, nauku o pra-životinjama, koja se dalje dijeli na kičmenjake i beskičmenjake.“

Treba li ponovo naglasiti: ta fantastična postignuća nisu bila moguća do unazad samo par godina. Riječ je, dakle, o disciplini koja se upravo sad, dok nastaje ovaj tekst, intenzivno razvija i unapređuje iz dana u dan i čini da je ovo što čitate u međuvremenu možda postalo i zastarjelo!

Virtuelna ljudska slika i direktna animacija

Trenutna "napadna tačka" VR imitacije prirodnih oblika jeste „najsloženiji detalj“- ljudsko lice.

Ljudsko tijelo je već „osvojeno“ i to u dinamičkom – animacijskom smislu. Virtuelni ljudski likovi su danas realistični ne samo u statičnoj formi već i u pokretu. Ali taj pokret nije, kako je to donedavno rješavano, rezultat mukotrpnnog programiranja, tj. upravljanja preko komandne linije. Današnji virtuelni likovi se uglavnom animiraju – direktno, jednostavnim prenošenjem pokreta sa stvarnog aktera na virtuelno tijelo.

To tijelo ne mora nužno sličiti „davaču pokreta“, ne mora čak ni biti ljudsko! Većina današnjih „crtića“ upravo tako nastakne: jedanput kreirani 3D lik se animira putem pokreta „živog dublera“ i to je neuporedivo lakši i efikasniji metod animacije od mukotrpnnog, ručnog, crtanja tridesetak sličica za svaku sekundu(!), kako je bilo u doba W. Disney-a.

Trenutno se radi na osvajanju najtežeg VR oblika – ljudskog lica.

U momentu pisanja prve verzije ovog eseja bili su razvijeni i dostupni neki jednostavni ali dovoljno efektni programi za modeliranje ljudskog lica, poput FaceGen-a (slika 12). Taj simpatični programčić nudi, na krajnje jednostavan način, iznenađujuće široku paletu upravljanja ljudskim licem. Kako u osnovnim kategorijama: spol, rasa, starosna dobi... tako i u najsofisticiranjim gestikalativnim detaljima – vizualizaciji emocija: tuge, radosti, ljutnje, iznenađenja...

Ovaj program je najvjerovaljnije nastao za potrebe kriminalistike - kompjuterskog kreiranja „fotorobot“ slika, ali je, kao i svim drugim primjerima VR-a, nadišao prvotnu namjenu.

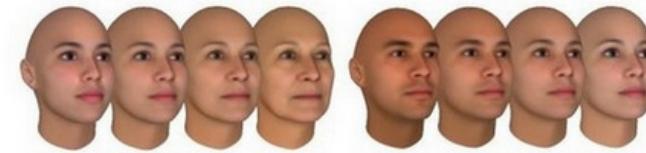
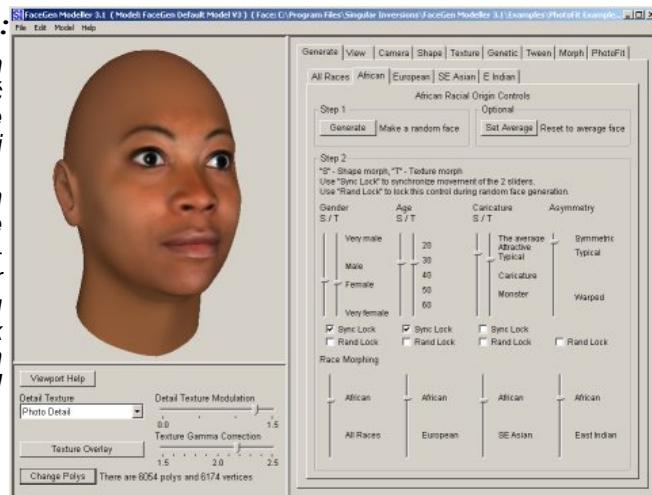
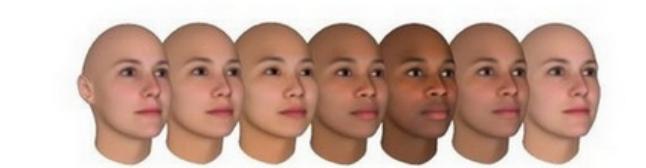
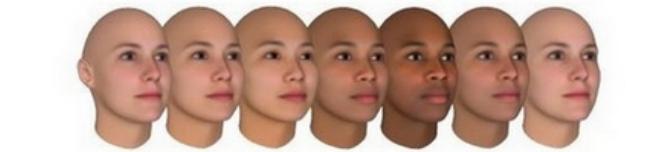
Između dvije revizije ovog eseja, konkretno 2009. Godine, desio se još jedan fantastičan uspjeh VR tehnologije, veoma bitan za ovu temu tako da je njegovo umetanje bilo neophodno. Naime, riječ je o filmu Avatar¹⁵ u kojemu je izravna animacija virtuelnog lika zaista dovedena do savršenstva, ali ne samo u smislu prijenosa „makro“ pokreta (kretnji virtuelnog tijela), ovdje je, po prvi put, uspješno izvedena i „mikro animacija“, odnosno **direktan i vjerodostojan prijenos gestikulacije sa stvarnog na virtuelno lice!** (Slika 12).

Pošto je riječ o interaktivnom VR-u, kojemu je posvećeno jedno od narednih poglavlja, ovdje se ovaj primjer navodi samo kao ilustracija u kontekstu ovog pasusa – virtualizacije ljudskog lika.

¹⁵ James Cameron, 2009

Slika 14:

interfejs programa **FaceGen** (www.facegen.com). Uz pomoć ovog software-a mogu se kreirati najrazličitiji ljudski likovi uključujući rasu, dob, emocije... Ovaj software dokazuje u kojem pravcu se kreće ovladavanje najsloženijim problemom VR – ljudskim licem. Uz par jednostavnih koraka, možete u ovaj program unijeti i vlastiti lik „igrati“ se sa vlastitim izgledom!

**Age Morphing****Gender Morphing****Race Morphing***... And over 150 more ...***Slika 15:**

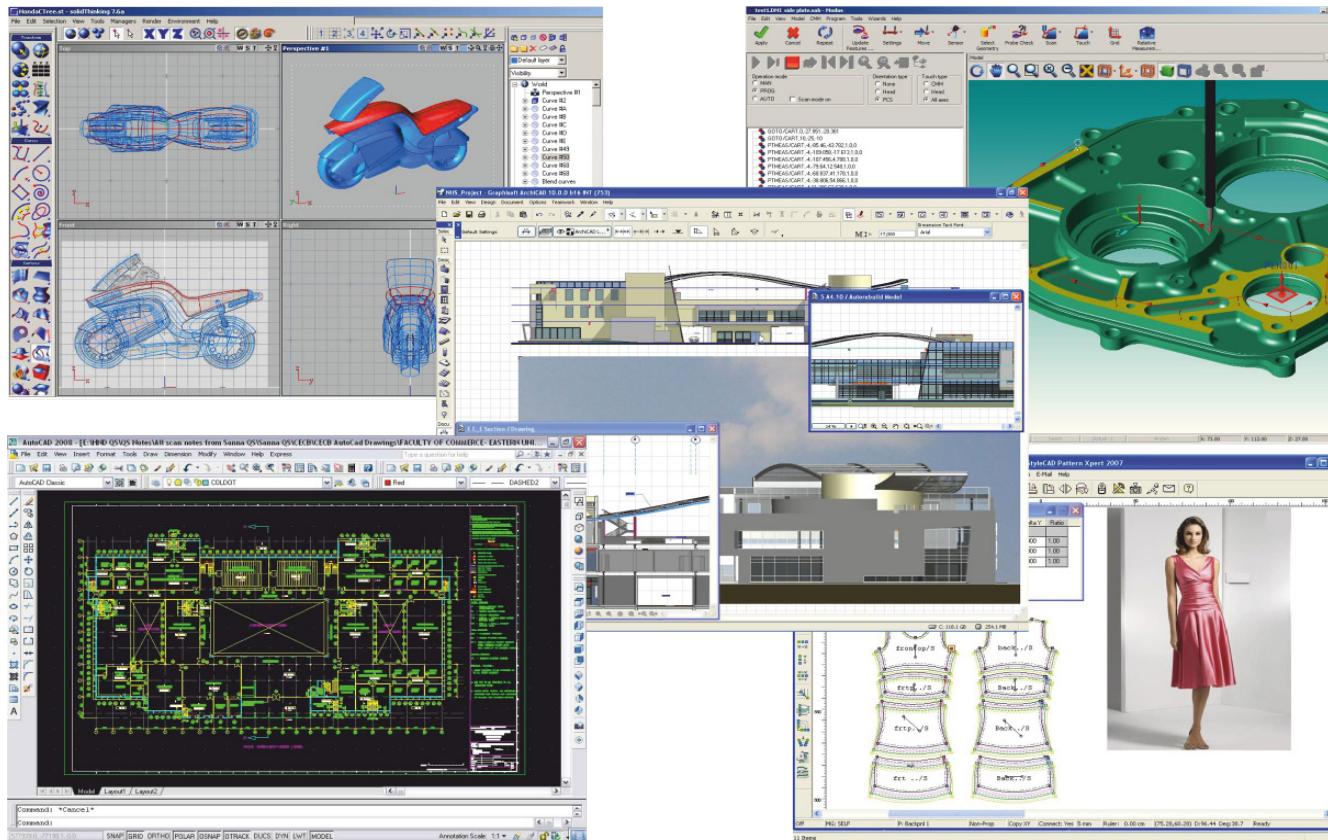
Za potrebe filma *Avatar* razvijena je tehnologija prijenosa ključnih tačaka sa stvarnog ljudskog lica (zelene tačkice na slici desno) na virtualni lik. To omogućava da se, bez maski i drugih klasičnih filmskih postupaka, stvori virtualni lik potpuno i izravno animiran pokretima i gestikulacijom ljudskog dublera.



Konstruktivni (inžinjerski) Virtual Reality – CAD, preteča stvarnog oblika

Ipak, "najozbiljnija" praktična primjena virtuelnog oblikovanja je ona inžinjerska. Riječ je o dobro poznatom softveru za „tehničko crtanje na kompjuteru“ – CAD (Computer Aided Design).

CAD alati su danas preduvjet bilo kakvog projektovanja, odnosno konstruiranja odnosno dizajniranja¹⁶. I prema konkretnim oblastima upotrebe, dijele se od onih tradicionalno inžinjerskih (mašinsko oblikovanje, arhitektura, elektrotehnika...) do onih koji se koriste za netehničko oblikovanje kao što su tekstilna i modna industrija.



Slika 16:

Kolaž radnih površina raznog CAD softvera: od „izvornog“ – inžinjerskog konstruiranja (AUTOCAD) i arhitekture (ARCHICAD) do nekih sasvim novih primjena kao što je modni dizajn!

Svi CAD programi imaju mogućnost istovremenog prikaza objekta u više modusa i pogleda. U nekim slučajevima je dominantan mrežni prikaz dok je u nekim drugim slučajevima (arhitektura, odjeća itd) važan vizuelan, realističan prikaz – rendering.

¹⁶ Riječ „dizajn“, odnosno „design“ u svom engleskom značenju podrazumjeva oblikovanje u najopćenitijem smislu, dok se kod nas pod dizajnom obično misli na umjetničko oblikovanje.

Ovdje je interesantno primjetiti nešto interesantno: razvoj grafičkih alata koji su zamjenili inžinjerske crtaće table (sjeća li se još iko „Kulmana“ ?!) je išao gotovo odvojeno od razvoja kompjuterske grafike za potrebe zabave i fotorealističnosti!

Ali su se ta dva softvera na kraju srelj! Neki od najnovijih i najnaprednijih 3D alata se jednako koriste i u konstrukcionim biroima i u studijima za filmske efekte!

Prost zaključak koji može objasniti prethodnu razdvojenost bi se sastojao i u sljedećem: Za razliku od oblikovanja virtuelnih prirodnih oblika, gdje je „bijeg od geometrije i preciznosti“ preduvjet postizanja fororealističnosti, inžinjersko oblikovanje, nasuprot tome, mora da se striktno drži geometrije i preciznosti.

CAD je potpuno zamjenio ne samo crtaće table, već i neke studijske predmete kao što su „Nacrtna geometrija“, „Tehničko crtanje“. Današnji inžinjeri niti ne znaju sa kojom mukom su njihove starije kolege savladavali vještine prebacivanja iz ortogonalne u aksonometrijsku sliku.

Hvala bogu da je tako. Inženjeri treba da konstruiraju a ne da se bave šiljenjem olovki. Zbog toga je produktivnost današnjih inženjera koji koriste CAD alate, neuporediva sa onim kako se radilo prije dvadesetak godina.

Međutim, namjera ovog poglavљa nije bavljenje fascinacijom razvoja inžinjerskog grafičkog softvera, već da ukaže da je i taj, digitalni inžinjerski crtež, **takođe virtuelni oblik!**

Time se ostvaruje cilj ovog rada - integralno tumačenje virtuelnog oblika, bez razlike o kakvoj konkretnoj primjeni se radi. Te primjene zaista jesu različite i neograničene, ali sa ovakvim tumačenjem univerzalnosti virtuelnog oblika nastaje jedna re-definicija i digitalne slike i VR-a i jedna nova podjela unutar te oblasti.

Zbog toga je prikaz mnogih primjera konkretne primjene VR-a u drugom dijelu ovog eseja veoma površan. To je zato što cilj nije niti bio da se napravi leksički pregled svih trenutnih primjena digitalne grafike i oblikovanja virtuelnih oblika, već prije svega da se virtuelni oblici i njihovo oblikovanje prepozna i tamo gdje dosad nisu bili prepoznati. A potom da se međusobno povežu na nekim općim načelima.

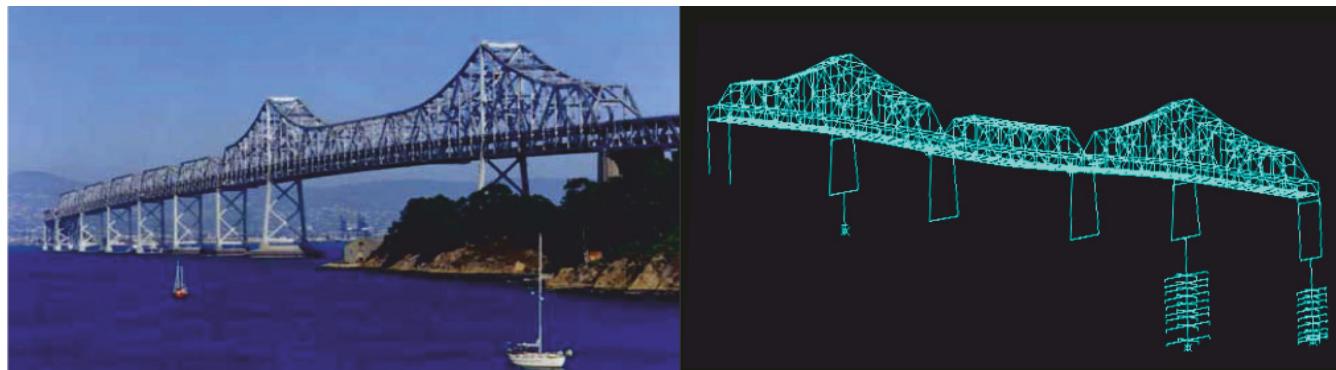
Unutar te „sveukupnosti“ virtuelnog oblika, potom je lako raspoznati specifične slučajevе **primjenjenog virtuelnog oblikovanja**. Ali ovaj put je to prepoznavanje u neprekinutoj i jasnoj vezi sa univerzalnim karakterom virtuelnog oblika, koji je, u prvom dijelu ovog eseja, jasno pozicioniran u sveopću teoriju oblika.

Eto to je bio cilj ovog rada.

Ali još nije kraj. Vratimo se „inžinjerskom virtuelnom obliku“, CAD-u.

CAD crtežom se, dakle, kreira budući stvarni objekt. CAD model je njegova digitalna **preteča**.

Ovakva konkretna i pragmatična primjena VR-a omogućava enormne uštede u procesu dizajniranja i proizvodnje realnih objekata. Virtuelnim modelom se, ranije mukotrpni poslovi, znatno ubrzavaju a sama njihova proizvodnja, koja je takođe kompjuterski automatizovana – CAM (Computer Aided Manufacturing), se sada izravno povezuje sa virtuelnom konstrukcijom što znači da se materijalizaciji (proizvodnji) objekta može pristupiti izravno sa samog virtuelnog oblika (CAD-CAM tehnologija) sasvim preskačući faze tzv. tehnološke pripreme.



Slika 17:

San Francisco-Oakland Bay Bridge (Istočna strana) je sagrađen mnogo prije nego su napredni CAD alati bili na raspolaganju. Naknadnim njegovim prebacivanjem u virtuelnu sliku omogućene su detaljne analize konstrukcije kojima su uočeni nedostaci, izvršene rekonstrukcije i time sprječene moguće nesreće.

Sa pravom se za ovaku virtuelnu interpretaciju objekta koristi termin „model“. Zaista, za razliku od klasičnih tehničkih crteža, 3D virtuelni model nam ne daje samo geometriju (konstrukciju) i ne samo vizualizaciju (sliku) budućeg objekta već i njegovo **ponašanje** u stvarnim okolnostima.

A to je, zapravo, važnije od njegove slike, jer pri konstruiranju, naprimjer, budućeg mosta mnogo bitnija od realističnosti boje asfalta jeste realističnost njegovog ponašanja na vjetru!

Testiranje smjelih građevinskih struktura na ekstremna opterećenja koja se dešavaju u stvarnosti (vjetar, zemljotres, temperatura...), crash testovi vozila, razna ergonomski ispitivanja... sve te discipline su još do jučer bile nemoguće u virtuelnom obliku. I nije riječ samo o smanjenju troškova u smislu izbjegavanja destruktivnih testiranja stvarnog prototipa (npr. crash testovi), najnovije smjeli i jedinstvene konstrukcije, tzv. „megastructures“, koje nemaju niti jedan konkretan pandan i prethodno iskustvo o takvoj gradnji, naprsto ne bi bile moguće bez prethodnog testiranja njihove virtuelne konstrukcije.

Virtuelnim pretečama (modelima) se, dakle, oslobođaju ogromni materijalni i ljudski resursi. Današnji konstruktori se fokusiraju na suštinu a crtanje i kompleksne proračune prepuštaju kompjuteru. Međutim, time se konstruktor ne oslobođa odgovornosti, ona se samo „premješta“ sa odgovornosti za ono gdje je čovjek najslabiji: preciznost, kompleksno računanje, razrada detalja... na ono što jeste ključno u ovakvima projektima –strateško planiranje, kreativnost, upravljanje

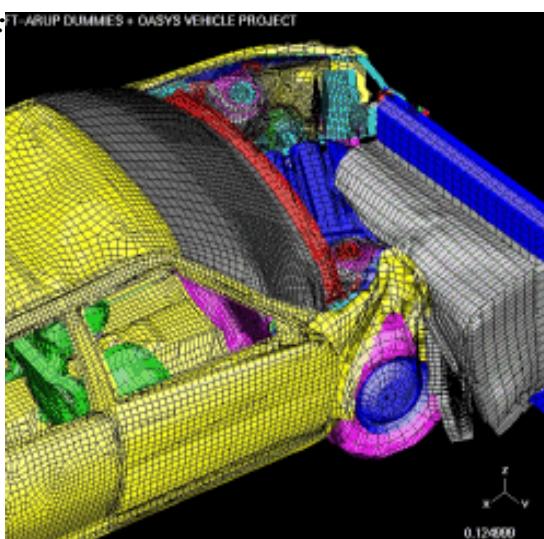
procesom i obezbjeđenje kvalitetnih polaznih parametara.

Time se čovjekova odgovornost još više uvećava, jer upravo zbog tih i takvih moćnih alata današnji projektanti se usuđuju na sve smjelije konstrukcije od kojih se neke kose sa dosadašnjim poimanjima fizike. Zaista je velika odgovornost i hrabrost stajati iza projekta „najvišeg nebodera“, „najdužeg mosta“, „najveće brane“ na svijetu...

Ovakvi poduhvati su, dakle, rezultat vrhunskog kreatorstva i vrhunskih VR alata, odnosno, efektno izraženo - **spoj virtualne stvarnosti i stvarne virtuoznosti!**

Slika 18:

Virtuelni Crash testovi - visoki
stepen podudarnosti sa
stvarnim Crash testom (sl.
desno)



Međutim, sve moguće ekstremne situacije kojima će budući objekat biti izložen nikada nećemo moći do kraja predvidjeti. Pogotovo ako se dese nepredvidive nesretne okolnosti ili koincidencija više kritičnih događaja. Ali i tada, ako do nesreće ipak dođe, VR tehnologija će nam, mada to nije previše utješno, pomoći u **forenzičkim analizama**. Uz pomoć naknadne virtuelne rekonstrukcije nesretnog događaja ćemo sa stoprocentnom sigurnošću utvrditi stvarne razloge katastrofe.

A korigovanje neke konstrukcije na iskustvu katastrofe je jedan od „legitimnih“ načina njenog unapređenja¹⁷!

¹⁷ Kad ovo pišem mislim prvenstveno na mnoge avionske nesreće, bez kojih, makar paradoksalno zvučalo, ne bi bio moguć razvoj avio industrije! A svaki takav udes može biti doprinos razvoju konstrukcije samo ako je uspješno rekonstruiran. Už pomoć primjene VR u forenzičkim istraživanjima, takve rekonstrukcije se danas ostvaruju do stepena pune autentičnosti.

Vizualizacija nevidljive stvarnosti - postprocesing virtuelnog modela

Još uvijek se nalazimo u „tehničkom dijelu“ – konstrukcijskoj primjeni VR-a.

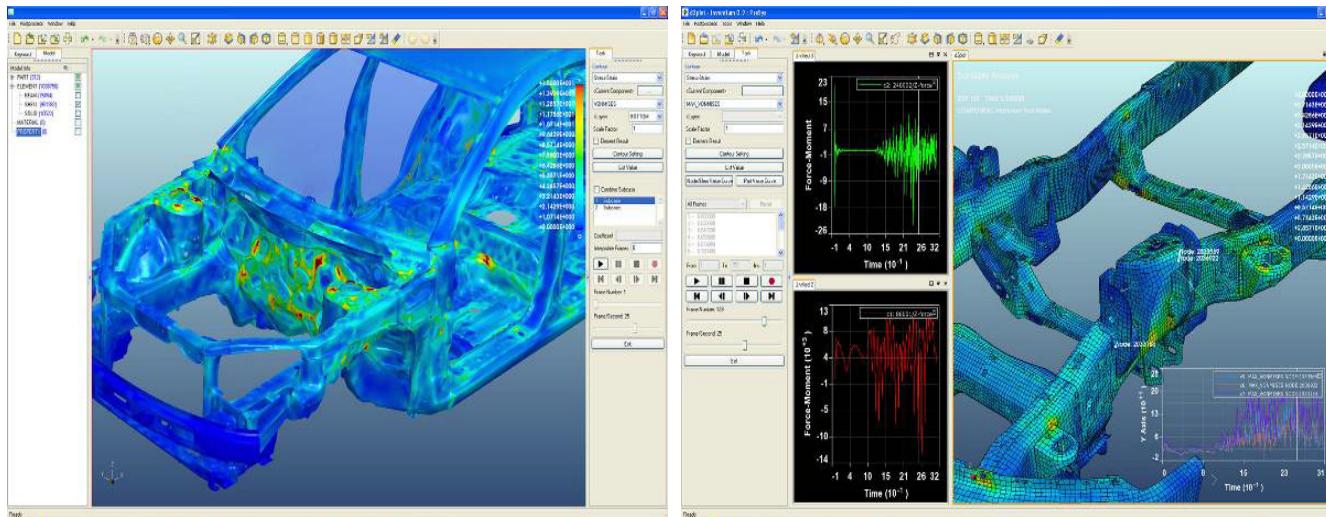
Kako je rečeno, virtuelna slika nam omogućava ne samo vizualizaciju budućih objekata u „optičkom“ smislu. Njome možemo učiniti vidljivim i ono što se ne vidi golin okom ali je veoma realno i bitno za sudbinu realnog objekta.

Uz pomoć VR tehnologije i virtualnog modela mi možemo učiniti vidljivim (po potrebi i u real time-u) toplotno, hidrodinamičko, elektrostatsko & elektromagnetno, magnetostatsko, akustično....stanje u i oko budućeg objekta.

Riječ je post-procesingu na, metodom konačnih elemenata, kreiranom (mrežnom) modelu.

Raznim softverskim alatima, bilo da se radi o dodatku (plug-in) CAD programa ili zasebnom programu u koji se importuje ranije kreirani CAD model, simuliraju se razna opterećenja i prati ponašanje modela. To stanje „pod opterećenjem“ se lako vizualizira pa mi možemo očima vidjeti naponsko stanje i kritična mjesta.

Ta ispitivanja obično završavaju „uništenjem“ virtualnog modela“ što predstavlja najvredniju moguću informaciju konstruktoru i to ne treba posebno objašnjavati.



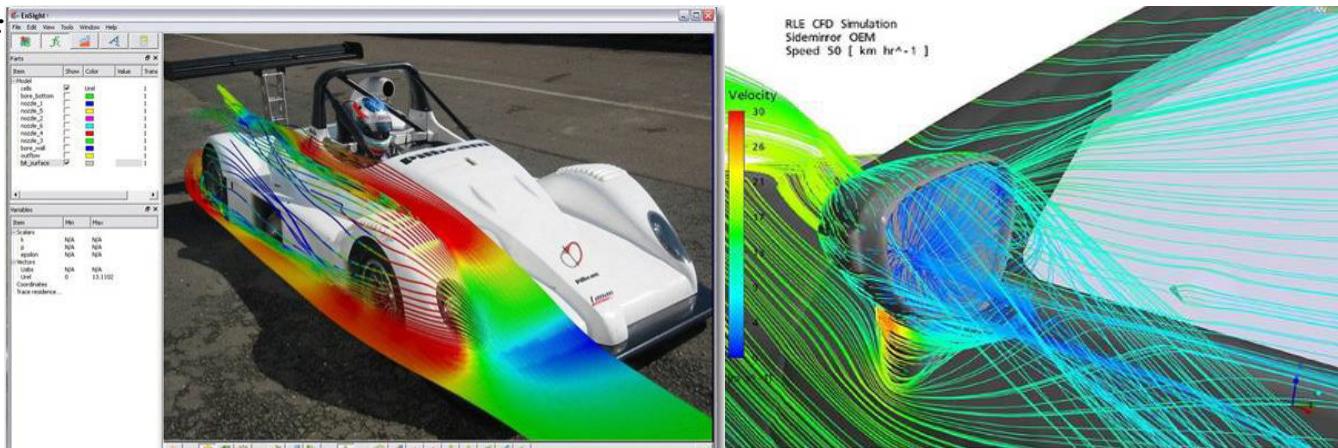
Slika 19:

Post-procesing na 3D modelu (kreiranom metodom konačnih elemenata) je omogućena vizualizacija naponskog stanja modela pod opterećenjem i „otkrivanje“ kritičnih tačaka u konstrukciji.

Kada o ovome govorimo treba nавести i primjere uspješno riješenih misterija iz prošlosti - naknadno načinjenih VR rekonstrukcija incidenta koji su se davno desili.

Slika 20:

Sličnim softverskim alatima se takođe vizualizira aerodinamičnost modela bez potrebe za skupim zračnim tunelom



Virtuelna slika u stvarnom vremenu – interaktivni VR

U poglavlju o VR animaciji izbjegnuta je upotreba termina „u stvarnom vremenu“ jer, onako zamišljena animacija, nije dvosmjerna i nije istovremena. To je bio samo primjer direktnе animacije. Mada se i takav slučaj često naziva interakcijom, doduše – neistovremenom (non-real-time).

Ipak, stvarna, odnosno jedina prava, interakcija je ona **dvosmjerna** tj. ona kada stvarni akter¹⁸ prenosi pokrete direktno na virtuelnu sliku i **istovremeno** prima povratnu informaciju. „Istovremeno“ je drugačije kazano „u realnom vremenu“ pa, prema tome, interakcija je **dvosmjerna komunikacija** između aktera i virtuelne slike **u realnom vremenu**. Dobro je da se napravi **distinkcija između direktne animacije i interakcije** upravo na način kako je rečeno.

Ako se vratimo na prethodni primjer „virtuelnog dublera“ kada stvarni „dubler“ pokreće virtuelnog glumca, nije neophodno ali je veliko olakšanje za dublera, kada se on sasvim „premješta“ u virtuelnu scenu. Tada se on „kreće“ u virtuelnom prostoru i „komunicira“ sa ostalim virtuelnim partnerima i objektima što mu znatno olakšava posao jer ne mora ništa zamišljati - „sve vidi svojim očima i sve može doticati i pomjerati svojim rukama“!¹⁹

¹⁸ Ne mora se uvijek raditi o interakciji čovjeka sa virtuelnom slikom. U pomenutom filmu Avatar je korištena takođe tehnika povezivanja (animacije) stvarnih životinja sa virtuelnim životinjskim kreaturama. Doduše, ne u stvarnom vremenu, ali je to sasvim moguće i prema tome, interaktivna veza se zapravo odnosi na svaku vezu u stvarnom vremenu između stvarnog bića i virtuelne slike.

¹⁹ Ova situacija je, zapravo, sasvim uporediva sa studijskim snimanjem na plavom/zelenom ključu i naknadnim umetanjem pozadine. Za glumca/dublera je svakako mnogo lakše kad ne mora zamišljati objekte i pozadinu već kad je scena kompletna.

Uvjerljivost doživljavanja virtuelnog prostora je postalo stvar tehnike, opsega „konektovanih“ čula i, naravno, spremnosti i sposobnosti aktera da prihvati i da se uživi u virtuelni prostor.

Najčešći, najjednostavniji i u najvećem broju slučajeva sasvim dovoljan nivo virtuelne interakcije jeste audio-vizuelna i ona je danas dostigla najviši nivo. Naprednija interaktivna tehnologija uključuje i dinamičke komponente čime se stvara osjećaj gravitacije i inercije, još naprednija tehnologija uključuje receptore dodira (haptika)... šta je preostalo? Okus i miris i... gotovo!

Naravno, i ova „konačna“ faza VR-a će se opet najprije desiti u industriji zabave! Već danas su video igre postale sinonim za interaktivni VR, odnosno općenito za VR. Zapravo, kad se uopće pomene riječ „interaktivni“ najprije se pomisli na interaktivne video igre.



Slika 21:

karakterističan (nad)realan prikaz jedne 3D „pucačine“ kako se u žargonu nazivaju više nego realistične interaktivne ratne igrice koje daju mogućnostigranja „u prvom licu jednine“!

I opet se dešava ono što se inače dešava sa svakom igrom kada ona postane „**više od igre**“.

To se upravo desilo sa sofisticiranim interaktivnim video igrama koje su dostigle takav nivo realističnosti da su jednostavno prerasle u profesionalne VR platforme! Današnji simulatori za obuku profesionalnih pilota nisu ništa drugo nego „**viši oblik video igre**“!

Međutim, stvar je i više nego ozbiljna. Možemo samo zamisliti koliko je stvarnih letjelica i još stvarnijih ljudskih života spašeno zahvaljujući ovakvim simulatorima.

Slika 22:

Virtuelna interaktivna zabava se pretvorila u ozbiljan posao. Današnji simulatori letenja omogućavaju vjerodostojan trening koji potpuno zamjenjuje stvarno letenje. (lijevo)

Slično obuci pilota upotrebom VR-a, vrši se i obuka padobranaca. (desno)



Ključnu ulogu u interaktivnom VR-u igra očito kvalitet i način prijenosa informacija između stvarnih aktera i virtuelne slike, odnosno „posrednički uređaji“, odnosno tzv. **Haptična tehnologija**²⁰.

O tome, dakle o načinu povezivanja čovjeka i virtuelnog prostora, biće malo više riječi u završnom poglavljiju.

Virtuelna slika kao posrednik između dva realna prostora

Zahvaljujući uspješno rješenoj interaktivnoj komunikaciji između stvarnog i virtuelnog, otvaraju se neslućene mogućnosti u smislu komunikacije / povezivanja dvije udaljene stvarnosti posredstvom interaktivne virtuelne slike.

Zvuči komplikovano ali će biti veoma razumljivo kad se navede konkretan slučaj. To će biti na primjeru najnovijih, još uvijek eksperimentalnih, medicinskih implementacija VR tehnologije – hirurške operacije „na daljinu“ (VR Surgery)!

Riječ je, zapravo, o dvostrukoj interakciji: između hirurga i virtuelnog pacijenta na jednoj strani, te

²⁰ „Haptika“ (Grčki απτω = "dodirujem") je zbirni naziv za sve one uređaje koji omogućavaju precizno i vjerodostojno prenošenje ljudskih osjetila na virtuelnu sliku – i obratno. Po striktnom tumačenju riječ haptic (grčki: hapticos) se odnosi samo na osjet dodira, ali je više nego jasno da se interakcija čovjeka i virtuelne slike ne svodi samo na to.

između stvarnog pacijenta i virtuelnog hirurga (zamjenjenog daljinski upravljanim instrumentima), na drugoj strani.

Distanca između hirurga i pacijenta uopće nije bitna, samo je neophodno da se osigura pouzdana digitalna konekcija. Ne bi nikako dobro bilo da u pola operacije „pukne veza“!



Slika 23:

Prikaz VR Surgery tehnologije. Na jednoj strani je komandni interfejs kojim upravlja hirurg a na drugoj strani izvršna jedinica – visokoprecizni robotizirani mehanizam daljinski upravljan pokretima stvarnog hirurga.

Radi se , dakle, o veoma smjelom postupku kojeg je lako shvatiti mada, moramo priznati, još uvijek je teško prihvatići poziciju stvarnog pacijenta kojeg operira virtuelni hirurg! Odnosno stvarni hirurg koji se nalazi miljama daleko. Svejedno!

Prvenstveni smisao ovog primjera jeste da se objasni princip virtualne veze između dva realna prostora. To se jednostavno može izraziti i relacijom: **realno-virtuelno-realno**.

Inače, kada se pomene **upotreba VR-a u medicini**, mora se kazati da je upravo medicina, u najopćenitijem smislu, idealno područje za primjenu VR-a i to u svim svojim aplikativnim opcijama, od kojih su mnoge opisane u prethodnim primjerima. Od edukacije i treninga na virtualnim pacijentima i dijagnostike na vjerno prenesenim 3D modelima posmatranog organa, do liječenja nekih psihopatoloških fobija kao što je strah od visine, strah od letenja, klaustrofobija... i, općenito, liječenje raznih strahova vizuelno-prostornog karaktera na jednostavnom principu „kontrolisanog doziranja straha“ u virtuelnom obliku!

Telesurgery – hirurgija na daljinu je ovdje uzeta samo kao primjer najsloženije primjene VR-a i kao najbolja ilustracija povezivanja dva realna prostora „virtuelnim međuprostorom“. Zato pomenimo ovdje jedan drugi, manje riskantan i manje bolan, ali veoma praktičan i lako shvatljiv primjer VR-a u medicini - **proizvodnju idealnih proteza** za konkretnog pacijenta.

Na osnovu 3D snimka (npr. magnetnom rezonancu) oštećenog dijela tijela (ili susjednog tkiva ako se radi o nedostajućem dijelu), kreira se virtuelna 3D slika tog detalja koja se potom može komforno i detaljno analizirati iz svih uglova, sa potpunom preglednošću, kakva nije moguća niti sa jednom klasičnom vizualizacijom unutrašnjosti tijela. Može se učiniti i korak dalje – daj dio se može i materijalizirati pomoći, već danas dostupnih, 3D printeru i mi veoma lako možemo imati u ruci vjernu kopiju nečijeg koljena!²¹

To bi bila, recimo, napredna dijagnostika uz pomoć VR-a. Međutim tu se ne staje, ta virtuelna slika se može potom „korigovati“ i poslati na „printanje“ idealne proteze (zamjene za oboljeli / oštećeni dio /nedostajući dio)²², odnosno idealnog modela, ako je riječ o indirektnom postupku izrade.

Ovakav metod se, zapravo, već uveliko primjenjuje u dentalnoj medicini, konkretnije protetici, još konkretnije, misli se na široko rasprostranjenu CAD-CAM tehnologiju izrade zubnih proteza.

Pitanje za kraj - na što će sve ovo izaći ?

U prethodnim poglavljima smo zaključili da:

- Virtuelna stvarnost zauzima sve veći dio naše „stvarne stvarnosti“;
- Uvjerili smo se u realističnost virtuelnog oblika;
- Uvidjeli smo važnost virtuelnog oblika kao preteče onog stvarnog;
- Vidjeli smo da uz pomoć virtuelne slike „vidimo i ono što se ne vidi“;
- Konstatirali smo da virtuelna slika može biti posrednik između dva realna prostora;
- Shvatili smo da interaktivna virtuelna slika nije samo slika, ona postaje alternativa stvarnom doživljaju...

Šta je dalje?

²¹ Upravo na ovome je kolega sa istog PD studija, **Denis Spahić** odbranio svoju magistarsku temu! U sklopu svog rada on je obradio sve faze u prijenosu MR snimka na 3D model (to je još uvijek ovisno o rezoluciji MR snimanja koja će se vremenom poboljšati) a sve je to efektno finalizirao na 3D printeru. Držati u ruci vjerodostojnu kopiju nečijeg koljena je zaista poseban osjećaj, pogotovo imajući na umu da je to dobiveno potpuno neinvazivnom metodom i bez znanja „vlasnika koljena“!

²² 3D printerima se još uvijek izrađuju samo kalupi/modeli za indirektnu izradu (ljevanjem, glodanjem) konačne proteze, ali nije isključeno da će se uskoro pronaći odgovarajući „print-materijal“ (prah) koji će svojim svojstvima odgovarati stvarnom materijalu što će omogućiti „izravno printanje“ proteza!

- Šta će se desiti kada VR tehnologija preuzeće sva ljudska osjetila (nije ih preostalo mnogo)?
- Šta će se desiti kada se ljudski mozak poveže izravno sa generatorom virtuelne stvarnosti?
- Šta će se desiti kad nam virtualni svijet postane draži od ovog stvarnog (to zaista nije teško zamisliti)?
- Kako se oduprijeti preseljenju u virtualni prostor, pošto je to odricanje od života?
- Da li će riječ „stvarnost“ postati suvišna ?!

...

Zaista nije pretjerivanje.

Sve ukazuje na to da se čovjek nezaustavivo prebacuje u virtualni prostor. Naravno, još uvijek je to prebacivanje u kakvom-takvom suživotu sa realnim životom jer, izuzmemli funkciju čiste zabave, VR je, kako je na nizu prethodnih primjera pokazano, jedan veoma koristan metod simulacije realnih objekata (i događaja) **prije** njihove realizacije. Sama ta činjenica nas može rasteretiti i uvjeriti da se ne radi ni o kakvom sukobu realnog i virtualnog već o jednom naprednom postupku stvaranja od virtualnog ka realnom.

Međutim, moramo isto tako priznati da nevjerojatna uvjerljivost virtualne slike u mnogo slučajeva **čini nepotrebnom njenu materijalizaciju!** To posebno važi za interaktivnu sliku koja upravo predstavlja ono što zovemo virtualna stvarnost.

Zapravo, sama virtualna slika je gotovo dostigla svoj vrhunac. Trenutno se najviše radi i to je upravo „napadna tačka“ VR industrije, na njenom boljem povezivanju sa čovjekom, tj. na razvoju savršenijih „konekcija“ između čovjeka i virtualne slike. To „povezivanje“ je još uvijek neusavršeno i nezgrapno, jer se ono vrši preko vanjskih čulnih organa: oka, uha, udova...odnosno tijela u cjelini. To je, priznajmo, još uvijek daleko od konačnog cilja – direktnog povezivanja čovjekovog nervnog sistema i mozga sa virtualnim prostorom. Bez obzira što to zvuči smjelo i hipotetski, prvi uspješni eksperimenti u tom smislu su davno učinjeni i oni potvrđuju da je ovaj pravac neizbjježan. Ovisi isključivo o tehnološkim rješenjima, koja su svakim danom sve naprednija.

Mnogi teški invalidi već danas pokreću vještačke udove „mislima“. Naravno, kad se kaže „mislima“ još uvijek se misli na hvatanje nervnih impulsa na periferiji, blizu mesta stvarnih udova koji nedostaju ili su nemoćni da učine kretnju...ali to je to. Udaljenost od kompjuterskog procesora do ljudskog mozga je sve kraća i trenutak kad će biti direktno povezani nije uopće daleko!

Zapravo, tek tad, uspostavom te „direktne konekcije“ virtualan oblik će biti autentično primjenjen! Sve ono što danas zovemo virtualnim oblikom i virtualnom stvarnošću... jeste, zapravo, pogrešno! Slika na ekranu, zvuk u slušalicama, dodir koji osjetimo u VR rukavicama... to sve je materijalna, dakle indirektna, dakle **neautentična** interpretacija virtualnog oblika.

U svom teorijskom tumačenju i prema onome kako ga nastoji protumačiti autor ovog teksta,

virtuelan oblik je autentičan samo u svom digitalnom obliku (kôdu). Svaka materijalizacija kôda dovodi do njegovog skrnavljenja jer, konkretno, slika na displeju jeste potekla od signala iz procesora, ali ono što mi vidimo je rezultat rezolucije, hromatskih i drugih tehničkih karakteristika displeja. Naše oko „uzima“ tu informaciju i prenosi je u naš mozak pri čemu i samo oko participira u narušavanju te informacije, tako da je konačna slika koja dolazi u naš mozak nešto slično isprintanoj pa potom skeniranoj fotografiji. Svi znamo da to nije autentično.

Prema tome, jedini ispravan prijenos virtuelne slike je onaj izravan i to je ono čemu se teži.

Slika 24:

Ka boljoj „konekciji“ između čovjeka i virtualnog prostora. Trenutna tehnologija je dosta nezgrapna (slika lijevo), ali se zna što je cilj (slika desno, još uvijek je riječ o fotomontaži, ali ne zadugo)!



Šta onda?

E to je pitanje koje svu ovu priču o VR tehnologiji izvlači iz konteksta svega što je čovjek prethodno stvarao i dovodi je u rang nečega što slobodno možemo nazvati čovjekovom narednom evolucionom fazom.

Izravno povezivanje čovjeka sa kompjuterom će, kako rekosmo, mnoge invalide osloboediti njihovog hendikepa – slijepi će progledati, gluhi će čuti a ljudi bez udova će se pokrenuti... i to je sasvim dovoljan razlog da se u ovu avanturu krene bez čekanja i razmišljanja.

Drugi je problem to što ljudi neće skidati slušalice, što će kraj očiju nositi neprozirne naočale, a noge će im samo predstavljati smetnju na stolici sa koje se neće dizati... jednostavno rečeno, ljudi će se svjesno odricati vlastitog hardvera kada budu direktno i kvalitetno povezani sa virtuelnom stvarnošću.

Međutim, hajdemo unijeti malo optimizma u sve ovo i ponadati se da će čovjekov razum jednako

tako napredovati. Uostalom, sjetimo se ratova i trke u naoružanju. Čovjek je davno obezbjedio tehnologiju za (višestruko) samouništenje, ali je **odlučio** da je ne koristi (recimo da je tako!). Na temelju te činjenice bi smo trebali zaključiti da će se vjerovatno desiti i razumna upotreba VR-a, tj. da će ljudi zarad vlastitog opstanka, da uprostim - zarad produženja vrste, odlučiti da se „pare“ sa nesavršenim stvarnim partnerima, umjesto da uživaju u virtuelnim, kakve samo poželjeti mogu!

Kažem „odlučiti“ jer ovdje nije riječ o famoznom **nagonu**, nagon će se zadovoljavati virtuelno. Radi se o **razumnoj odluci**, tj. samokontroli, odnosno svjesnom samodiscipliniranju u smislu kontrolirane upotrebe virtuelnog (samo)zadovoljstva“.

Pošto je veoma riskantno pouzdati se u ljudsku samodisciplinu, kad su u pitanju užici, donekle utješno zvuči da VR tehnologija omogućava „spasenosne“ kombinacije i u tom smislu, naprimjer – umetanje virtuelne slike između dva stvarna tijela, radi njihovog uspješnog spajanja, ali...

...ali ja bih da ovaj esej završim na jedan pristojan način! Zato mi ne zamjerite što ću ovako naprasno prekinuti!

Mile Srđanović,

maj 2007 / decembar 2011, www.srdanovic.com, mile@srdanovic.com



Pogovor - o literaturi, autorskim pravima i još ponečem

Pri pripremi ovog rada korišteno je obilje sadržaja koji se može naći slobodno na internetu. Međutim, neki od tog sadržaja je naglašeno zaštićen u smislu autorskih prava i ja sam to imao na umu (vidjeti moju napomenu uz sliku br. 10). Ipak, izdvojio bih dva izvora, dvije knjige, koje su već pomenute u tekstu:

“**The Fractal Geometry of Nature**“ (Benoit B. Mandelbrot , 1982) i

“**Digital Design of Nature**” (O. Deussen & B. Lintermann, Springer-Verlag Berlin 2005).

Mada je sadržaj ovih knjiga često reinterpretiran u slobodnim internetskim izdanjima, pa je ponekad teško i slijediti autorski izvor, smatram da, kada je riječ ne samo o autorskim pravima korištenog materijala u ovom eseju, već i ovoj tematici, ova dva izvora i ovi autori zaslužuju da budu izdvojeni.

Način na koji sam koristio ove izvore (puno poštivanje autorstva i moja obrada) te nekomercijalni karakter ovog rada, smatram da predstavljaju valjanu zaštitu i poštivanje izvornog autorstva.

Za sve druge preuzete sadržaje, a tu se misli na obilje slika u ovom radu, izvor je, kako je više puta naglašeno, internet i tu je, čak i uz najbolju volju, najčešće nemoguće otkriti autorstvo sadržaja. Ali, po mom dubokom ubjedjenju, većina tog materijala je u kategoriji marketinga, dakle poželjne distribucije, tako da smatram da je upotreba tog sadržaja u ovom radu moj doprinos popularizaciji ne samo obrađivane teme već i izvora iz kojih su preuzimane slike.

Što se tiče mojih zahtjeva i očekivanja u smislu zaštite moga autorskog prava, skromno ću se zadovoljiti samo priznavanjem originalnosti, odnosno zaštitom autorstva, onoga što sam napisao u Prvom poglavljiju (uključujući dijagram – sliku br. 2). Inače, cito rad je sloboden za dalju distribuciju i preuzimanje sadržaja uz jednako uvažavanje autorstva kako sam ja to učinio ovdje.

Od običnog seminarskog rada, ovaj esej je izrastao u (nadam se interesantno) štivo namijenjeno široj publici. Zbog toga sam se potrudio da ga i grafički uredim na način dostojan takve upotrebe.

Radi se, dakle, o ne baš jednostavnom, ali za mene veoma izazovnom zadatku – sistematizaciji, pojašnjenu i popularizaciji svima zanimljive ali složene materije.

Nastojao upravo to - da kompleksnu materiju obradim razumljivim rječnikom i približim je običnom čitaocu. Zato mi ne bi bio mrzak vaš uzvratni komentar, potvrda da li sam u tome i uspio.

Zenica/Sarajevo 2011



Mile Srđanović:

Virtuelan oblik i virtuelna stvarnost
u Teoriji Oblika i u praktičnoj primjeni

*Prerađeni i dopunjeni esej iz predmeta „Elektronska slika i virtuelna stvarnosti“,
Post-diplomski studij - Industrijski dizajn, Mašinski fakultet u Sarajevu, prof. Dr. Muftić Osman.*

Decembra 2011.

*PDF izdanje, pripremljeno za obostranu štampu.
Izvor: www.srdanovic.com*

Prazna stranica



8422,0.224
7278,0.988
8781,0.194
8847,0.318
115121,0.216
303992,0.239
56245,0.972
720338,0.535
339962,0.921
45591,0.641
679549,0.321
439572,0.249
18999,0.620
118412,0.327
666691,0.416
77367,0.630
961330,0.244
339043,0.185
1339043,0.664
7519345,0.444