

INFORMATIKA

Bishop 3D – animiranje pokreta 3D objekata

ZORAN HERCIGONJA¹

Sažetak

U članku se izlaže problem animiranja pokreta u vidu međusobnog usklađivanja više elemenata nekog animiranog 3D scenarija. Cilj nam je bio potaknuti učenike na rješavanje tog problema povezivanjem interdisciplinarnih sadržaja. Učenici su korištenjem već naučenih i stečenih kompetencija (znanja i vještina iz pojedinih predmeta: matematike, fizike i informatike) uspješno riješili problem kreiranja scenarija usklađivanja animiranja pokreta u 3D animaciji. Rad izvještava o rezultatima, preprekama, izazovima s kojima su se učenici suočili te kreativnim rješenjima.

Ključne riječi: *Pokret, 3D modeliranje, Animacija, Bishop 3D*

Uvod

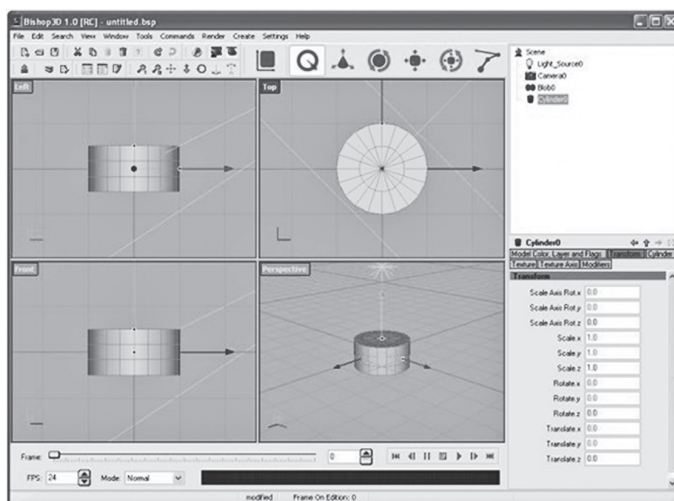
Animiranje 3D pokreta vrlo je složen zadatak za svakog animatora. Složenost animiranog pokreta ovisi o broju objekata koje animiramo te preciznim izračunima kutova kretanja objekata. Dobar primjer toga su animirani 3D filmovi poput *Shrecka*, *Ledenog doba*, *Potrage za Nemom* i slično. Može se reći da je u 3D animaciji toga tipa vrhunski odrađena animacija pokreta. U 3D animiranim filmovima postoji mnoštvo elemenata u međusobnoj zavisnosti, koje je potrebno precizno uskladiti. Dakle, potrebno je odrediti međusobnu zavisnost objekata, udaljenost objekata, njihove kutove kretanja, kutove mimoilaženja ili na primjer spajanja u specifičnoj točki kada primjerice 3D objekt čovjeka uzima u ruke neki 3D predmet. Tu se vidi koliko animator mora biti precizan i točan u animiranju. Svaka, pa i mala pogreška prilikom animiranja, može rezultirati fatalnim greškama koje umanjuju kvalitetu 3D animacije. Primjerice, zbog neopreznog usklađivanja dvaju 3D objekata, može doći do neželjenog preklapanja tih dvaju objekata. Dobar primjer toga je kada 3D objekt uranja u površinu koja predstavlja statičnu pozadinu na kojoj se odvija radnja. Drugi važan element 3D animacije je prirodnost pokreta. Primjerice, u 3D animiranom filmu prema istoimenoj crtanoj seriji *Pustolovine Tin Tina* postignuta je visoka kvaliteta animacije pokreta. Pokreti su bili međusobno usklađeni i vrlo prirodni. Prirodnost

¹Zoran Hercigonja, Druga gimnazija, Varaždin

pokreta u 3D animaciji povećava kvalitetu same animacije. S druge strane, nisu samo animirani filmovi ti koji zahtijevaju visoku kvalitetu animiranja pokreta. 3D animacija također se može koristiti u preciznim simulatorima za učenje vožnje ili leta. Kada bi takvi 3D simulatori bili iznimno slabe kvalitete, to bi se loše odrazilo na usvajanje vještine vožnje ili leta, kao i stvaranja lošeg iskustva. Problem animiranja pokreta temelji se na dva elementa: međusobnom usklađivanju dvaju ili više 3D objekata te postizanje prirodnosti pokreta. U oba elementa potrebno je uvažiti znanja iz matematike za precizno određivanje kutova kretanja i položaja pojedinog 3D objekta, zatim znanje fizike odnosno poznavanje područja mehanike: rotacije i pravocrnog gibanja te informatike koja u nekoj aplikaciji za 3D animiranje objedinjuje interdisciplinarna znanja i omogućava realizaciju scenarija animacije.

Bishop 3D

Bishop 3D besplatan je softver za oblikovanje 3D objekata te njihovo animiranje. Kompatibilan je s većinom operativnih sustava: Windowsima, Linuxom i Mac OS-om. Kao interaktivan modeler i alat za animiranje pokreta, omogućava i kreiranje trodimenzijskih foto realističnih slika. [1] Moguće ga je preuzeti sa stranice <http://bishop3d.software.informer.com/1.0/>. Preuzimanje ne zahtijeva registraciju ili prijavu. Odabirom gore spomenute poveznice moguće je preuzeti dokument setup.exe veličine 7.8 MB.



Slika 1: Bishop 3D – glavno sučelje [2]

Materijali i metode

Učenicima je na izbornoj nastavi informatike zadan problem animiranja pokreta 3D objekata. Trebali su svladati usklađeno i precizno kretanje najmanje dvaju objekata u međusobnoj interakciji te ostvariti što prirodnije pokrete tih objekata. Tekst zadatka bio je sljedeći:

Pomoću aplikacije Bishop 3D potrebno je kreirati animirani scenarij s najmanje dva 3D objekta. Objekte je potrebno međusobno uskladiti kroz simulaciju neke jednostavne radnje poput sudara dvaju objekata. Objekti moraju ostvarivati međusobnu interakciju koja zahtijeva preciznost kretanja i prirodnost pokreta. 3D objekti trebaju djelovati što prirodnije, bez „zastajkivanja” ili „kočenja” prilikom pokretanja animacije. Također, dva ili više objekta trebaju u jednom trenutku ostvariti točku dodira. Na primjer, kugla dodiruje neki od 3D objekata prilikom rotacije.

Kao objekte 3D animacije potrebno je koristiti geometrijska tijela (stožac, kugla, valjak, piramida). U animaciji je potrebno obratiti pažnju na precizno usklađivanje pokreta objekata te prirodnost pokreta.

Od učenika se očekivalo da će izraditi animirani scenarij korištenjem elementarnih 3D objekata (geometrijskih tijela) uvažavajući dva elementa koji podižu kvalitetu 3D animacije: prirodnost pokreta 3D objekta i njihovo usklađeno kretanje, bez nepredviđenih dodirnih točaka odnosno grešaka u usklađivanju. U animiranom scenariju učenici su koristili znanje fizike, pogotovo mehanike pokreta, i znanje matematike odnosno računanje kutova i nagiba te njihovo prikazivanje u kartezijevom koordinantom sustavu. Bishop 3D softver nema mogućnost računanja kutova. On omogućava unos izračunatih kutova. Da bi se izbjegao način rada pokušaj-pogreška, a poticao intelektualni rad, učenici su trebali matematičkim putem odrediti kutove položaja i kretanja pojedinih objekata. Provjera izrađenih zadataka temeljila se na analizi kompletne animacije. Provjeravala su se četiri bitna elementa: korištenje elementarnih geometrijskih tijela, korištenje minimalno dva 3D objekta, postignuta prirodnost pokreta 3D objekata i preciznost njihovog međudjelovanja. U tu svrhu izrađena je i tablica vrednovanja sa sljedećim vrijednostima: **1 – nepoštivanje zadanih kriterija, 2 – nepotpuno, 3 – zadovoljavajuće, 4 – ispunjenje kriterija uz manje propuste, 5 – zadani kriteriji u potpunosti su ispunjeni.**

U izradi zadataka sudjelovalo je 15 učenika četvrtog razreda usmjerenja opće gimnazije. Podijeljeni su u 3 grupe po 5 učenika. Podjela učenika u grupe napravljena je pomoću liste gupa u koje su se učenici upisivali tjedan dana prije izrade tih zadataka. Zaduženja pojedine grupe podijeljena su na način da su učenici među sobom unutar grupe dogovorili i podijelili unaprijed definirane uloge:

KREATORI – dvoje učenika koji izračunavaju kutove kretanja geometrijskih tijela, SCENARIST – učenik koji osmišljava scenarij 3D animacije,

ANIMATOR – učenik koji u aplikaciji Bishop 3D animira zamišljeni scenarij,

TESTER – učenik koji provodi testiranje animiranog scenarija i provjeru na početku zadanih elemenata.

Grupe su nazvane: **Grupa A, Grupa B i Grupa C.** Izrada animacije objekata trajala je 6 školskih sati. Samostalnom animiranju objekata prethodila je i priprema te učenje korištenja aplikacije u ukupnom trajanju od 4 školska sata koji nisu ubrojani u 6 školskih sati korištenih za izradu animacije.

Osmišljeni scenariji po grupama

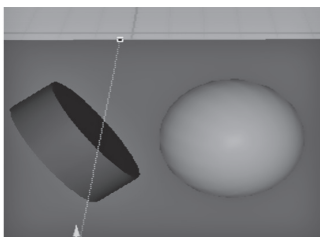
Grupa A

Scenarij se sastojao od dva objekta: **kugle** i **postolja**. Postupnim mijenjanjem položaja postolja (promjena u nagibu postolja) kugla se trebala otkotrljati po površini, pritom zauzimajući što prirodnije kretanje. Objekte je trebalo uskladiti na način da se sa svakim nagibom postolja kugla počinje kotrljati u smjeru toga nagiba. Učenici su sami izračunavali nagib u kartezijevom koordinatnom sustavu.



Slika 2. Početni položaj

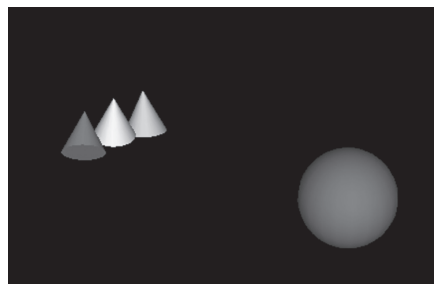
Podizanje jedne strane nagiba rezultira pomicanjem kugle po dvije koordinatne osi. Kod jačeg naginjanja postolja, koje se izdiže po osi y , kugla se kreće u pozitivnom smjeru po osi x i u negativnom smjeru po osi y .



Slika 3. Završni položaj

Grupa B

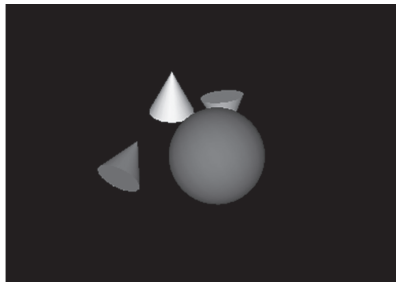
Scenarij je podrazumijevao rušenje čunjeva pomoću kugle. Scenarij se sastojao od **ravne plohe** koja simulira površinu, zatim **tri čunja** i **jedne kugle**. Za potrebe čunjeva korišteni su stošci. Kugla se pravocrtno kretala u pozitivnom smjeru osi z neprestano rotirajući.



Slika 4. Početni položaj

Čunjevi su se pri kontaktu s kuglom trebali razletjeti svaki na svoju stranu prema zadanim osima x , y , z . Učenici su sami računali kut i smjer izbacivanja čunjeva te nagib pojedinog čunja. Za promjenu položaja čunjeva korišteno je kretanje po osi z i y te rotacije sva tri čunja u različitim smjerovima za postizanje efekta razbacanih čunjeva. Kretanje kugle i razmicanje čunjeva trebalo je uskladiti.

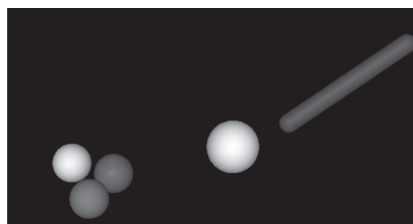
Čunjevi se nisu smjeli razmicati do prvog kontakta s kuglom. Nakon prvog kontakta čunjevi su se postupno trebali razmicati svaki u svojem smjeru pod odgovarajućim kutom.



Slika 5. Završni položaj

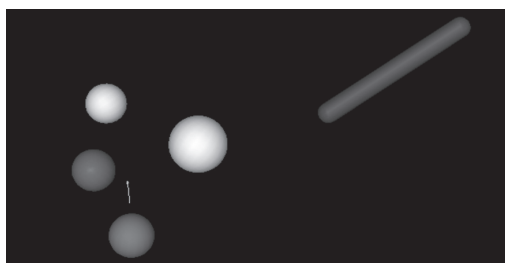
Grupa C

Scenarij je podrazumijevao raspršivanje biljarskih kugli nakon udara bijele kugle koja je pomaknuta biljarskim štapom. Objekti korišteni u scenariju su redom: štap, **bijela kugla i tri kugle u bojama: crvena, žuta i zelena**. Animacija je trebala objediniti i uskladiti pet objekata. Kada štap, pomičući se u negativnom smjeru po osi x , dodirne bijelu kuglu, ona se pravocrtno po osi x giba do tri kugle u bojama (žuta, zelena i crvena). Ovdje učenici primjenjuju fizikalni zakon pravocrtnog kretanja po nekom pravcu.



Slika 6. Početni položaj

Štap se iz početnog položaja pomiče po osi x unatrag kako bi simulirao pripremu za stvaranje udarca u bijelu kuglu, te zatim unaprijed da bi dotakao kuglu. Nakon kontakta, kugla se kotrlja u negativnom smjeru osi x .



Slika 7. Završni položaj

Bijela kugla u kontaktu s kuglama u boji aktivira animaciju razilaženja kugli na sve strane. Kugle se razilaze po osima $-x$, z , $-z$. U scenariju je bilo potrebno uskladiti kretanje svih pet objekata s težnjom postizanja što prirodnijih pokreta. Učenici su sami izračunali kutove razilaženja.

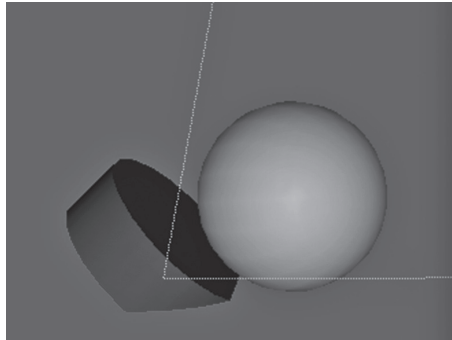
Rezultati provedenih aktivnosti

Animiranjem objekata u Bishop 3D animatoru učenici su uz minimalne nastavnikove intervencije uspješno izradili svoje zadatke. Intervencija nastavnika podrazumijevala je konzultiranje s učenicima prilikom rada u vidu razjašnjavanja mehanike pokreta. Nastavnik je zajedno s učenicima teorijski razradio skicu problematike pokreta i promjene položaja objekata da bi se postigla što veća prirodnost. Sve tri grupe učenika izradile su svoje zadatke prema zadanom scenariju, i to vrlo uspješno. Globalna poteškoća s kojom su se susreli učenici bila je u usklađivanju pokreta više objekata. Dobivanje što prirodnijeg kretanja objekata pokazalo se manjom poteškoćom u radu negoli paralelni rad s više objekata istodobno.

Grupa A

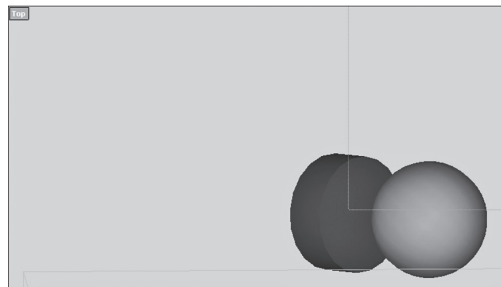
Grupa A ukazala je na teškoću kombiniranog animiranja objekata različitih oblika. Kuglu je bilo lakše rotirati i pomicati jer je osno simetrična. Podložak odnosno valjak pri rotaciji zadavao je podosta problema. Rotacijom valjka došlo je do „umakanja u podlogu” (slika 8). Učenici su na podlošku pogrešno postavili statičnu točku u aplikaciji Bishop 3D. Statičnu točku postavili su na lijevi rub podloška. Postupnim podizanjem tog ruba došlo je do preklapanja drugog ruba podloška s podlogom. Izračun kutova u ovom je slučaju bio točan i precizan, ali je greška nastala zbog učenikove nepažnje i brzanja u određivanju statične točke objekta. Da bi se izbjegao navedeni problem, učenici su u aplikaciji Bishop 3D trebali statični objekt staviti u samo središte. Tada ne bi došlo do „umakanja objekta u podlogu”. Statična točka u sredini podloška omogućila bi rotaciju podloška, to jest podizanje i spuštanje rubova podloška po osi y bez da se cijeli objekt podloška giba u prostoru. Kada je statična točka bila smještena na lijevom rubu podloška, povećanjem nagiba podložak se za-

njihao i krenuo prema dolje kroz podlogu. Problem je riješen premještanjem statične točke podloge s lijevog ruba na sredinu.



Slika 8. Propadanje podloška u podlogu prilikom promjene položaja

Osim toga, učenici su ukazali na problem usklađenosti podloška s koordinatama prostora. Položaj podloška trebalo je uskladiti s pogledom odozgo, s lijeva, s frontalnim i *perspective* pogledom.



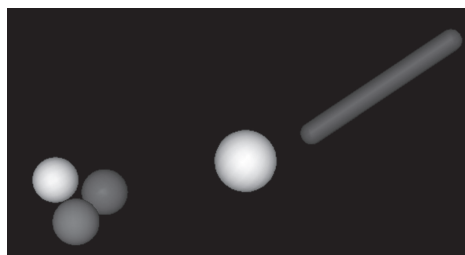
Slika 9. Pogled odozgo

U pogledu odozgo (top) cijela konstrukcija kugle i podloška bili su zamaknuti u stranu (slika 9). Učenici su prilikom usklađivanja položaja kugle i podloška koristili samo jedan pogled (frontalni pogled) koji nudi aplikacija Bishop 3D. U tom pogledu kugla je savršeno precizno prijanjala uz podložak. No, u pogledu odozgo (top) položaj kugle u koordinatnom sustavu nije odgovarao položaju podloška u njegovom koordinatnom sustavu. Nastali problem riješen je na način da su položaj kugle i podloška u koordinatnim sustavim usklađeni sa svih pogleda koje nudi aplikacija Bishop 3D.

Grupa B

Grupa B se u animiranju pokreta osvrnula na problem animiranja stožaca. Učenici su istaknuli da je stožac vrlo problematičan objekt za animiranje. Promjena položaja stošca zahtijevala je manipulaciju vrha i dna stošca. Prilikom rotacije bilo je

potrebno usklađeno pomicati vrh stošca i dno stošca u dva različita smjera (vrh prema dolje, dno prema gore). Statična točka nalazila se u središnjem dijelu stošca, što je stvaralo poteškoće u rotaciji cijelog stošca i stvaranju dojma razilaženja. Naime, učenici su pretpostavili da će u svojem scenariju stvoriti dojam razilaženja čunjeva (stožaca) ako ga rotiraju oko svoje osi, stoga su statičnu točku postavili u samo središte stošca. Stožac se u kontaktu s kuglom vrtio oko svoje osi i nije se pomicao s mjesta. Problem je bio u naravi mehanike kretanja objekata u prostoru. Tek kada su učenici statičnu točku u aplikaciji Bishop 3D postavili na sam vrh stošca, postigao se dojam kretanja odnosno razilaženja u prostoru. Podizanjem dna stošca po osi y stvorio se dojam da će čunj izletjeti u prostoru kada u njega udari kugla. U suprotnom, kada se statična točka nalazila u središtu stošca pri dodiru s kuglom, stožac se samo zarotirao u smjeru osi z prema $-z$.

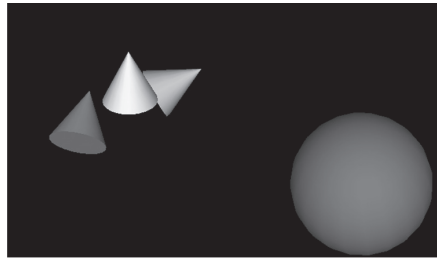


Slika 10. Prerano razilaženje objekata

Drugi važan problem koji su učenici prepoznali u radu bio je problem preranog razmicanja čunjeva (slika 10). Naime, ideja scenarija bila je razasuti čunjeve u trenutku kada ih dotakne kugla. No, čunjevi su se počeli postupno razmještati kako im se kugla približavala. S tim problemom učenici su se vrlo namučili. Problem je detektiran u traci vremenskih obilježja aplikacije Bishop 3D. Budući da se vremenska obilježja promjene položaja više objekata nalaze unutar iste trake vremenskih obilježja, došlo je do međusobnog utjecaja objekata jednog na drugi. Točnije, promjena položaja kugle utjecala je na prerano razmicanje čunjeva. Problem je riješen kreiranjem zasebnih traka vremenskih obilježja za svaki pojedini objekt. Usklađivanjem vremenskih obilježja svakog pojedinog objekta u vremenskoj traci postignuto je željeno međudjelovanje objekata. Tek kada su se kugla i čunjevi našli u dodirnoj točki, čunjevi su se počeli razilaziti.

Grupa C

Učenici ove grupe susreli su se s istim problemom kao i učenici grupe B. Prvi i osnovni problem bio je upravo prerano razmicanje, u ovom slučaju kugli. Problem je riješen kreiranjem zasebnih traka vremenskih obilježja za pojedini objekt. U simulaciji prevladavaju većinom kugle. Učenici nisu imali problema s animiranjem kugli kao ni s problemom „umakanja” objekata u podlogu.



Slika 11. Kalibriranje objekta štapa

Otežavajuće okolnosti rada pojavile su se u usklađenom animiranju objekta kugle i štapa (slika 11). Vrh štapa trebao je biti koncentriran na sredinu bijele kugle jer je jedino u toj poziciji, sa svim pogledima koje aplikacija Bishop 3D omogućava, animacija bila prirodna i precizno usklađena. Dakle, učenici su riješili taj problem preciznim povezivanjem osi $-x$ sustava biljarskog štapa s osi x bijele kugle. Učenici su istaknuli da je vrlo teško simulirati prirodne pokrete pojedinih objekata, pogotovo onih koji se gibaju u kombinaciji pravocrtnog gibanja i rotacije.

Kriterij/Grupa	A	B	C
Animacija mora sadržavati minimalno dva objekta različita oblika	5	5	5
Položaji objekata moraju biti usklađeni	5	4	3
Pokreti animiranih objekata trebaju težiti prirodnim pokretima	5	3	4
Koristiti temeljna geometrijska tijela (kocka, valjak, kugla, stožac, piramida)	5	5	5

Tablica 1. Ocjena kvalitete uradaka po grupama

Prema kriterijima ocjenjivanja kvalitete uradaka po grupama, sve grupe zadovoljile su kriterij korištenja minimalno dva 3D objekta. U drugom kriteriju gdje *položaji objekata moraju biti usklađeni*, grupa C ocijenjena je vrijednošću 3, što znači zadovoljavajuća razina; drugim riječima, moglo je biti i bolje. Učenici nisu vremenski dovoljno uskladili pokrete kugli kao 3D objekata svoje animacije. Rezultat animacije bio je još uvijek prerano razmicanje kugli u crvenoj, zelenoj i žutoj boji prije kontakta s bijelom kuglom. Grupi B je s istom vrijednošću ocijenjen kriterij *pokreti animiranih objekata trebaju težiti prirodnim pokretima*. Prethodno opisan problem sa stošcima