

VRSTE I TEHNIKE 3D MODELIRANJA

Bernik A.¹

¹Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

Sažetak: Proces stvaranja 3D stvarnih ili imaginarnih objekata naziva se 3D modeliranje. Razvoj računalne tehnologije omogućuje korisniku odabir raznih metoda i tehnika kako bi se postigla optimalna učinkovitost. Odabir je vezan za klasično 3D modeliranje ili 3D skeniranje pomoću specijaliziranih programskih i sklopovskih rješenja. 3D tehnikama modeliranja korisnik može izraditi 3D model na nekoliko načina: koristi poligone, krivulje ili hibrid dviju spomenutih tehnika pod nazivom subdivizijsko modeliranje. Odabir ne određuje kvalitetu finalnog proizvoda, ali može znatno utjecati na vrijeme stvaranja 3D modela. Svaka od ovih tehnika uključuje mnogo algoritama koji korisniku omogućuju izradu i manipuliranje osnovnih primitiva sve do razine složenih geometrijskih tijela.

Ključne riječi: 3D modeliranje, 3D model, poligon, krivulje, subdivizijsko modeliranje

Abstract: The process of creating 3D real or imaginary objects is called 3D modeling. The development of computer technology allows user to select different methods and techniques to achieve optimal performance. The choice is connected to conventional 3D modeling or 3D scanning using specialized hardware and software solutions. With 3D modeling techniques, users can create a 3D model in several ways - using polygons, curves, or a hybrid of the aforementioned techniques called subdivision modeling. The selection does not determine the quality of the final product, but can greatly affect the time required to create 3D models. Each of these techniques involves a large number of algorithms which allows users to create and manipulate basic primitives to the level of complex geometrical bodies.

Key words: 3D modeling, 3D model, polygon, curves, subdivision modeling

1. UVOD

3D modeliranje je proces kreiranja matematičke reprezentacije trodimenzionalnog objekta. Rezultat je 3D model koji se renderiranjem može prikazati kao 2D slika ili se može koristiti kao resurs u *real time* grafičkoj simulaciji.

Sadrži podatke o točkama 3D prostora i druge informacije koje računalo interpretira u virtualni objekt koji se iscrtava na zaslonu. Jedan od najkorištenijih načina za kreiranje 3D modela je korištenje 3D paketa

među kojima se posebno ističe 3ds Max i Maya. Osim spomenutog načina, model možemo generirati upotrebom raznih matematičkih algoritama pod nazivom proceduralno generiranje.

Alternativa koja se danas sve više koristi je 3D skeniranje stvarnog objekta i interpretiranje istog u formatu razumljivom računalu.

2. OSNOVNE VRSTE MODELIRANJA

Poligonalno modeliranje

Modele predstavlja nizom poligonalnih površina. Temeljna sastavnica je rubna točka 3D prostora (*eng. vertex*). Dvije povezane točke čine rub (*eng. edge*), dok tri točke generiraju trokut (*eng. triangle*) koji je ujedno i najjednostavniji poligon. Trostrani i četverostrani poligoni najčešći su elementi poligonalnog modeliranja. Grupa poligona povezanih zajedničkim rubnim točkama nazivaju se model (*eng. mesh*). Ovisno o području za koje se modeli rade, potrebno je obratiti pozornost na geometriju modela isto kao i na razne deformacije nastale uslijed modeliranja. Najčešće pogreške su dvije ili više rubnih točaka s istim koordinatnim vrijednostima i preklapanje poligona. Unutar programa za modeliranje, ovi problemi nisu posebno naglašeni i program neće reagirati na pogrešku čim je korisnik napravi. Rezultat mogu biti veliki problemi jednom kada se takav model primjenjuje u vojnim ili civilnim simulacijama u stvarnom vremenu ili kod visoko kvalitetnih laserskih ispisa gdje je vidljivo i najmanje odstupanje. Kako bi se pogreške minimizirale, korisnik koji stvara 3D model treba jako dobro poznavati alat koji koristi i područje primjene modela.

NURBS modeliranje

NURBS (Non-Uniformal Rational Bezier Splines) je matematički izraz koji 3D modele prikazuje pomoću krivulja i površina. Rezultat je glatka površina bez nazubljenosti rubova neovisno o veličini monitora ili rezoluciji. Geometrija NURBS-a bazira se na Bézierovoj krivulji koju program automatski iscrtava između kontrolnih vrhova (*eng. control vertex, CV*). Svaka krivulja ima početak, kraj i zakrivljenost. Stupanj zakrivljenosti ovisi o kontrolnim vrhovima unutar krivulje. Dodavanjem vrhova u krivulju, dobivaju se nove točke za manipulaciju, pri čemu se ne narušava glatkoća niti zaobljenost. Površina NURBS-a definirana je krivuljom koja se naziva isoparma (*eng. Isoparme*). Isoparma je krivulja koja nastaje upotrebom CV-a.

Površina stvorena između isoparni sastoji se od spanova (*eng. Spans*) koji prate zakrivljenost površine definiranu isoparmama.

Neki od najkorištenijih algoritama poligonalnog modeliranja prikazani su tablicom 1.

Tablica 1. Neki od algoritama poligonalnog modeliranja

Combine	Spajanja dva ili više poligona u jedan model
Separate	Algoritam rastavlja model na manje cjeline
Smooth	Algoritam zaglađivanja površina modela
Reduce	Algoritam simplificiranja poligona modela
Cleanup	Funkcija koja upozorava na pravilnu geometriju
Triangulate	Algoritam generiranja trostranih poligona
Quadrangulate	Algoritam generiranja četverostranih poligona
Fill Hole	Funkcija koja popunjava prazninu u modelu
Make Hole	Funkcija koja stvara prazninu u modelu
Create Polygon	Funkcija koja omogućuje stvaranje poligona
Extrude	Algoritam izvlačenja poligona iz modela
Cut Face	Algoritam dijeljenja poligona
Displace	Funkcija dodavanja detalja na površinu modela
Morph	Algoritam glatkih prijelaza između stanja modela
Merge	Algoritam spajanja dvije ili više točaka u jednu

Subdivizijsko modeliranje

Subdivizijsko modeliranje površina predstavlja kombinaciju NURBS-a i poligona. Modeliranje najčešće počinje kao poligonalno, a zatim se koristi matematika NURBS-a kako bi se zagladili grubi rubovi modela. Subdivizijske površine su definirane rekurzivno. Proces počinje dobivenim poligonalnim mrežama koje se usavršavaju te se ponovno primjenjuju stvarajući nova lica i vrhove na 3D modelu. Proces podjele se teoretski može izvoditi u beskonačnost, ali u praksi je primjena ovoga algoritma ograničena.

Sheme prerade subdivizijske površine mogu se uglavnom podijeliti u dvije kategorije: interpoliranje i aproksimiranje. Interpolacijske sheme moraju odgovarati izvornom položaju vrhova u izvornoj mreži. Aproksimirajuće sheme ne moraju - one će prilagođavati pozicije prema potrebi. U pravilu, aproksimirajuće sheme imaju veću glatkoću, ali zahtijevaju veću optimizaciju koraka.

Način rada subdivizijskih površina ovisi o vrsti poligona na kojem se radi. Neke funkcije su primjenjive samo na četverostranim poligonima, dok druge rade samo na trokutima.

3. ANALIZA MODELERSKIH TEHNIKA

Jedan od glavnih problema poligona je taj što ne mogu dobro prikazati zakrivljene površine. Brzina procesiranja je duga pogotovo ako je riječ o scanline metodi renderiranja gdje se svaki poligon mora pretvoriti u primitiv. Manipulacija u velikim scenama, ako ne postoji hijerarhija, je gotovo nemoguća zbog potrošnje resursa. Prednost poligona je ta da može spojiti više modela u jednu cjelinu. Novonastali model se prilikom deformacije ne odvaja i ne puca od cjeline, koristi manje resursa prilikom klasičnih metoda renderiranja te omogućuje jednostavno modeliranje ortogonalnih modela, mehaničkih objekta i sl.

Modeliranje NURBS-ima bazira se na interpolaciji krivulja, čime se glatke površine i deformacije puno lakše i jednostavnije dobivaju upotrebom samo nekoliko kontrolnih vrhova. Ponašaju se kao vektori u 2D računalnoj grafici koji nisu ovisni o razini detalja površine. Olakšavaju teksturiranje zbog dvodimenzionalnog U i V koordinatnog sustava. NURBS-i se s lakoćom mogu pretvoriti u sve ostale metode modeliranja. Rad i manipulacija se bazira na točkama i krivuljama, čime se može otežati percepcija 3D modela. Jedan od većih nedostataka je nemogućnost jednostavnog povezivanja više NURBS modela u jednu cjelinu. Rezultat toga može biti odvajanje geometrije prilikom animiranja. Problemi također nastaju prilikom rada na velikim, teksturiranim scenama.

Subdivizijsko modeliranje omogućuju korisniku brzo stvaranje fino zaobljenih površina koje se baziraju na poligonalnom modeliranju. Modeli se ne deformiraju i ne odvajaju pa se tako omogućuje daljnja manipulacija zaobljenih površina. U procesu modeliranja korisnik se može kretati između poligonalnog u subdivizijski način rada. Pri tome se određuju razine detalja i provjerava se završni izgled 3D modela. Subdivizijsko modeliranje zahtijeva puno više računalnih resursa, a čuvanje modela u takvom obliku uzima puno memorije. Gotovo je uvijek bolje konvertirati subdivizijske modele natrag u poligone ili u NURBS.

Usporedan prikaz osnovnih tehnika modeliranja prikazan je tablicom 2.

Tablica 2. Usporedni prikaz tehnika modeliranja

	Poligon	NURBS	Subdiv
Osnovni element	poligon	krivulja	kombinacija
Zaobljenost površina	srednja	visoka	visoka
Intuitivnost rada	visoka	srednja	visoka
Potrošnja resursa	mala	srednja	visoka
Težina teksturiranja	mala	srednja	srednja

Mogućnost animiranja	visoka	niska	visoka
Vrijeme renderiranja	kratko	srednje	srednje
Utjecaj razlučivosti	visok	niski	niski
Mogućnost povezivanja modela	visoka	niska	visoka
Preferirani objekti	kruti objekti oštih kutova	zaobljeni i organski objekti	kombinacija spomenutog

4. ZAKLJUČAK

Tržišni zahtjevi postavljeni računalnoj grafici omogućili su razvoj alata za 3D vizualizaciju, modeliranje i animiranje stvarnih ili imaginarnih objekata. Ovisno o traženom rezultatu, korisnik može birati metode i tehnike 3D modeliranja s obzirom na vrijeme i kvalitetu finalnog 3D proizvoda. Svaka tehnika ima svoje prednosti i nedostatke te sam odabir tehnike ne utječe na vrsnoću modela. Modeliranje krivuljama preferira se kod organskih objekata zbog glatkoće i Bezierove definicije gibanja između točaka, dok je poligonalno modeliranje usmjereno krućim objektima čvrste geometrije. Nazivi algoritama i funkcija u 3D alatima variraju zbog zatvorenosti i konkurentnosti samih sustava, ali logika koja se izvodi na nižoj razini od korisničke ostaje ista. Prelazak iz jedne tehnike u drugu lako je moguć bez gubitaka informacija o modelu. Poželjno je osigurati završni proizvod u jedinstvenom obliku zbog daljnjeg korištenja i mogućnosti manipulacije.

5. LITERATURA

Asokan S., 3D Modeling A to Z – from concepts to techniques, raspoloživo na:

<http://www.sajuonline.com/Pages/Articles/technical/graphics/3d-modeling-a-z/3d-modeling-A-Z-page1.php>

McGregor N., What is 3D Polygon Modeling, raspoloživo na:

http://computersoftware.suite101.com/article.cfm/whats_3d_polygon_modeling

Bentley C., Rendering Cubic Bezier Patches, raspoloživo na: http://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/surface/bez_surf.html

Altmann M., About NURBS, raspoloživo na:

<http://web.cs.wpi.edu/~matt/courses/cs563/talks/nurbs.html>

Keller E., Polygon & Subdivision Surface Modeling in Maya: The Mouse Embryo, raspoloživo na:

www.molecularmovies.com/images/pdf.../MouseEmbryoModeling.pdf