

Számítógépes grafika

III. rész: Polygon és Subdivision Modellezés

Modellezésen a világ – legyen az valós vagy virtuális – egy részének formális reprezentációját értjük. A 3d trükksoftverek segítségével ilyen értelemben számtalan dolgot, jelenséget lehet modellezni: a fény geometriai optikai viselkedését, ütköző testek fizikailag korrekett mozgását, anyagi jellemzőket stb. De mit is értünk IGAZBÓL modellezésen? A szaknyelv – meglehetősen pongyolán – a testek, felületek létrehozását nevezi így. Ez lehet precíz mérnöki munka vagy intuitív, művészi jellegű szobrászkodás, de egy biztos: mindig izgalmas, kihívásokkal teli elfoglaltság.

Sajnos a mai számítógépek nem képesek arra, hogy a körülöttünk lévő tárgyakat „tökéletesen” reprezentálják, hiszen ez azt jelentené, hogy atomi ill. molekuláris szinten kellene leírni a testeket. Szerencsére az ilyen szintű modellezésre nincs is szükség, legfeljebb a NASA kísérleteiben, ahol rendelkeznek is a szükséges számítástechnikai háttérrel. Mivel alapvetően a számítógépek számítási sebessége és memóriája a korlátozó tényező a modellezés finomságát illetően, nem meglepő, hogy a modellezési módszerek is dinamikusan fejlődtek és fejlődnek az idők során.

A kezdetek

Hajdanán a lassú gépek, vektoros megjelenítők és néhány kilobájtos memóriák korában a tárgyakat a *huzalvázukkal* ábrázolták. Ez a műszaki rajz digitális változata volt, a testeket az őket határoló lapok élével határozták meg. Ezeket az éleket a vektoros képernyőn vagy egy plotter segítségével lehetett megjeleníteni. Ennek a reprezentációnak az az érdekessége, hogy mivel a határoló lapokról nem tárolt információt, a testek valódi formáját nem egyértelműen határozták meg. Vannak ugyanis olyan nem egybevágó testek, melyek huzalváza megegyezik. Többek között ez az oka annak, hogy a módszer a grafikai alkalmazások számára (is) használhatatlan, és ma már nem is használják.

Polygon felületek

A következő fontos lépés a határoló lapok tárolása és megjelenítése volt. Az élek és a közöttük értelmezett sokszögek – polygonok – már többé-kevésbé tökéletesen leírhatnak minden formát. Mivel általában tárgyakat ábrázolunk, kérdéses lehet, hogy mit kezdünk azokkal a „lyukas” felületekkel, amelyek nem határolnak körbe tökéletesen egy térrészt. Sok mérnöki alkalmazásban ez nem meg-

engedhető, hiszen pl. térfogat-számításnál nem tudunk mit kezdeni a fent említett felülettel. Szerencsére a 3d szoftverekben használatos polygonokból álló testek nagyjából olyanok lehetnek, amilyeneket csak szeretnénk: nincsen megkötve a kezünk. Mit kell hát tudnunk a grafikai alkalmazásokban használatos polygon felületekről?

A felületek leírásához az alábbi elemek használatosak:

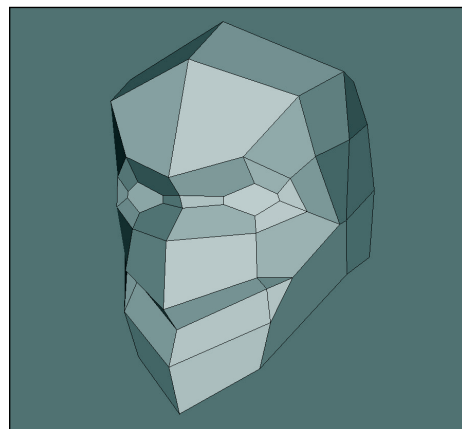
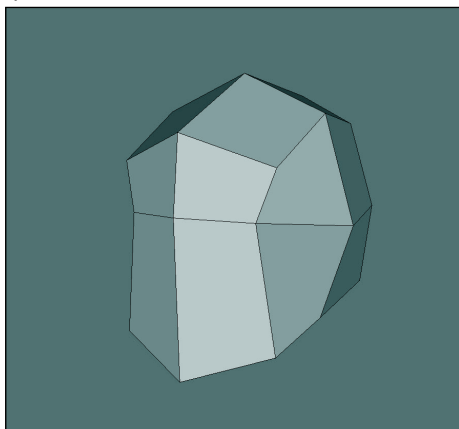
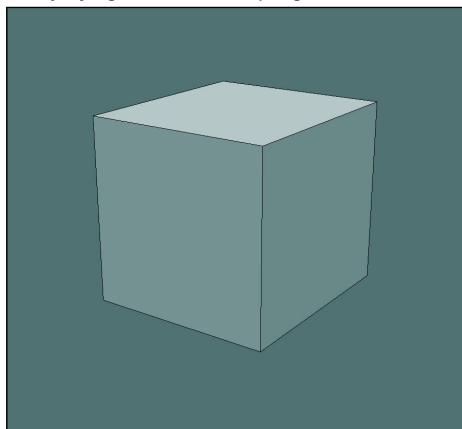
- **Vertex:** kiterjedés nélküli pont. Ez az alapvető építőelem.
- **Edge:** a vertexek között húzódó él. Természetesen nem minden vertex között van edge, de – általában – nincsen olyan pont, amelyik ne lenne egy élnek valamelyik végpontja.
- **Face:** egy polygon – azaz sokszög – melyet élek határolnak körbe. A legtöbb program megengedi a háromnál több oldalú lapokat is, bár ezek a „sokoldalú” lapok fura szerzetek. Mivel több, mint három vertex definiál egy ilyen polygonot, semmi nem garantálja, hogy ezen pontok egy síkban vannak. A programok általában a megjelenítés előtt felosztják ezeket az elfajult lapokat apróbb háromszögekre, melyek természetesen valóban síkbeliek lesznek. Mivel ez a felosztás nem egyértelmű, célszerű többségében három-, ill. négyszögekkel dolgozni. Jobb a békesség.

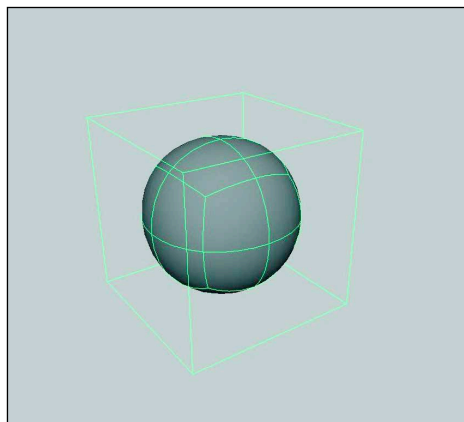
Szabályos formák

A polygon modellek felépítését több, alapján különböző módszerrel végezhetjük. Gyakorlott modellezők mindig kialakítják saját, néha egészen egyedi módszereiket. Az, hogy általában hogyan modellezünk, nem csak a program eszköztárán múlik, hanem a létrehozandó modell felépítésén, formavilágán, sőt saját személyiségünkön, beállítottságunkon is.

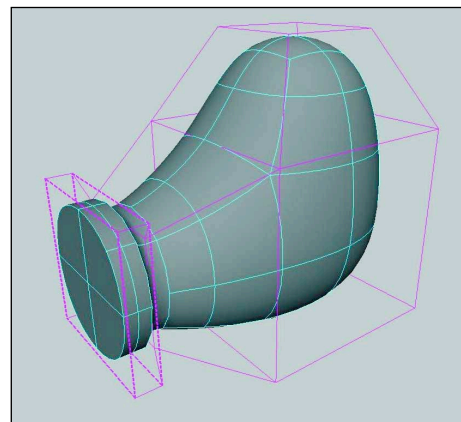
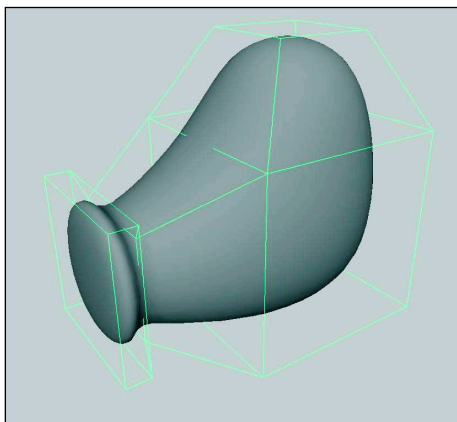
A legnagyobb differencia talán a mesterséges, ember által gyártott testek és a természetes, organikus tárgyak, élőlények modellezése között van. Autókat, használati tárgyakat és épületeket szinte

Low-poly figura kialakítása (Varga Tamás – Philos Labs)





Subdivision felület (Maya)



Subdivision felület, néhány él éles maradt

lehetetlen korrekt referencia-rajzok nélkül elkészíteni, ezért érdemes a munka előtt az összes fellelhető tervet, műszaki rajzot és fényképet beszerezni. Ez utóbbiak azért is fontosak, mert a bevilágításnál, ill. az anyagok létrehozásánál is nélkülözhetetlen segítséget nyújtanak. A műszaki rajzokat a 3d program nézeteinek háttérébe rakva könnyen létrehozhatjuk azokat a görbéket, melyek a felületek létrehozásához szükségesek lesznek. Érdemes figyelni arra, hogy a különböző nézetekben használt rajzok illeszkedjenek egymáshoz, mert különben – skizofrén módon – nézetről nézetre váltva órákig próbálhatjuk helyükre mozgatni a pontokat, sikertelenül.

Nagyobb költségvetésű produkciók megengedhetik maguknak, hogy a modellezni kívánt „valamit” egy lézeres letapogatóval beszkennelek, és az így kapott – általában nem elég jó minőségű – 3d modell alapján készítsék el a részletes modellt. Gyakran olyan képzeletbeli dolgot szeretnénk elkészíteni, melyről nem áll módunkban képeket készíteni, terveket beszerezni. Ezeket érdemes papíron alaposan megtervezni és a rajzokat beszkennelelni. A referenciák alapján felvett görbék segítségével több módon is létrehozhatjuk a felületeket, de ezekről az eszközökről következő számunkban olvashatnak bővebben.

Természetes formák

Az organikus formákat is generálhatjuk görbék segítségével, de itt általában sokkal célravezetőbb a hagyományos „szobrász” megközelítés. Ennek lényege, hogy egy egyszerű primitívből – általában kockából – kiindulva, annak folyamatos finomításával, formálásával jutunk el a célhoz. Ez a módszer magával hordozza a hagyományos szobrászkodás minden előnyét, hiszen a mai számítógépek lehetővé teszik, hogy „valós” fényviszonyok között különböző szögekből figyelemmel kísérjük a modell alakulását. Ahol túl sok van, onnan elveszünk, ahol kevés, oda rakunk, és ami a legna-

gyobb ajándék, mindig visszaléphetünk, ha nem tetszik az eredmény. Aki komolyan akar foglalkozni a modellezéssel – főleg karakter modellezéssel – annak mindenképpen érdemes megismernie a hagyományos formázás alapelveivel. A megfelelő látásmód, kompozíciós érzék vagy anatómiai ismeret nélkül igen nehéz egy szép figura modellezése.

A természetes formák készítésénél – pl. fejek létrehozásánál – kulcsfontosságú a felület topológiájának megfelelő felépítése. Egy részt mindenképpen el kell kerülni, hogy a modell áttekinthetetlen legyen, és olyan helyeken legyen sok lap, ahol az nem lenne feltétlenül szükséges. Ha esetleg rosszul építettük fel a karaktert, könnyen arra eszmélhetünk, hogy újabb és újabb helyekre kell extra lapokat tenni, ahol finom részleteket akarunk elérni. Persze általában pont az ilyen átgondolatlan felületek esetében nehéz utólag a szükségtelen éleket törölni. A másik szempont a topológia kialakításához az animálhatóság. Ebben a fázisban ugyanis – amikor a modell megmozdul, torzul – a valóságnak megfelelően kell deformálnia, ráncosodnia a felületnek. Az egyik leghasznosabb fogás a fent leírtak elérésére az ún. edge loop-ok használata, amely egy izgalmas, koncepcionális megközelítést takar.

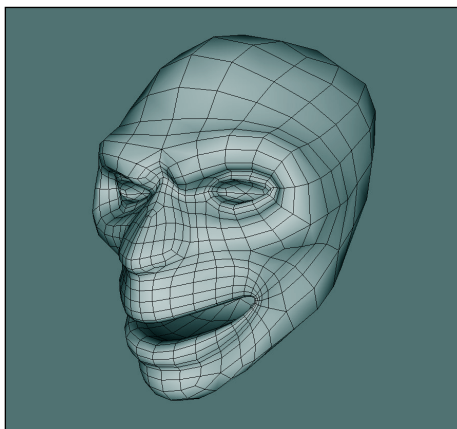
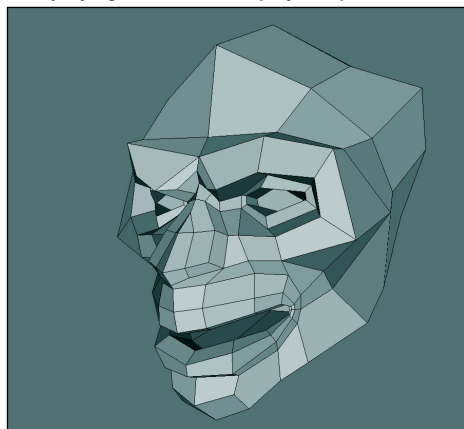
Az újabb és újabb lapokat úgy kell létrehozunk, finomítanunk, hogy ha lehet, a felületen futó élek sorozata önmagába visszatérjen. Ezt betartva elkerülhetjük, hogy össze-vissza létrehozott élek ne törjék meg a felület folytonosságát. Szintén nem fog gondot okozni a modell utólagos egyszerűsítése vagy éppen finomítása, hiszen egy egész élsorozat törlése vagy beillesztése nem fogja elrontani a topológiát.

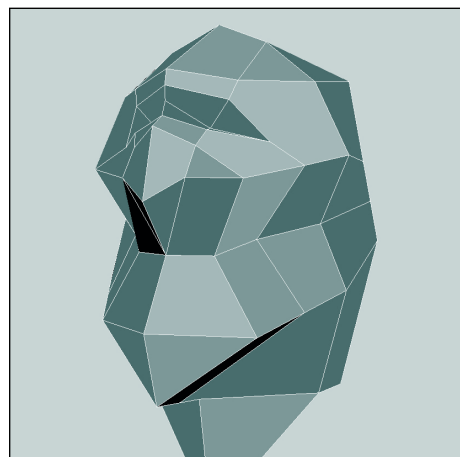
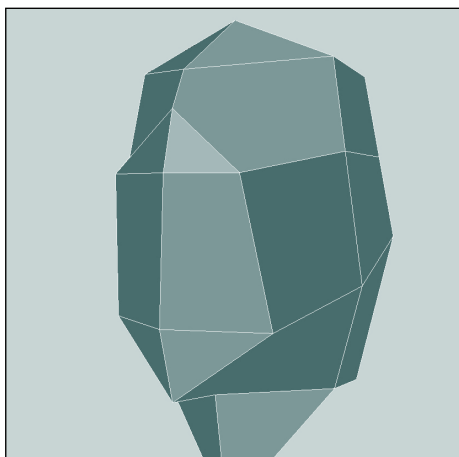
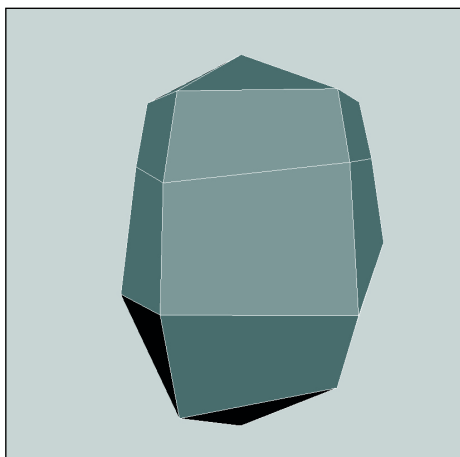
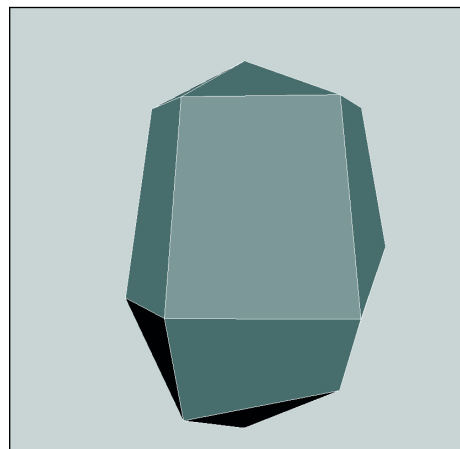
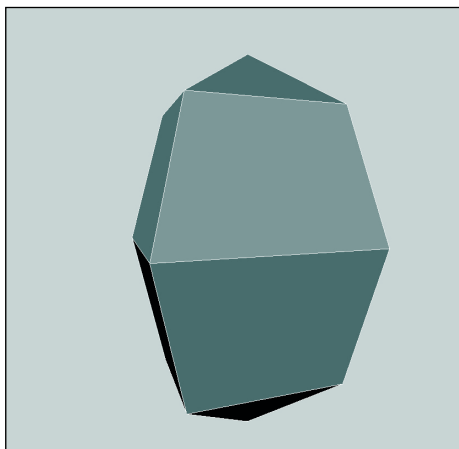
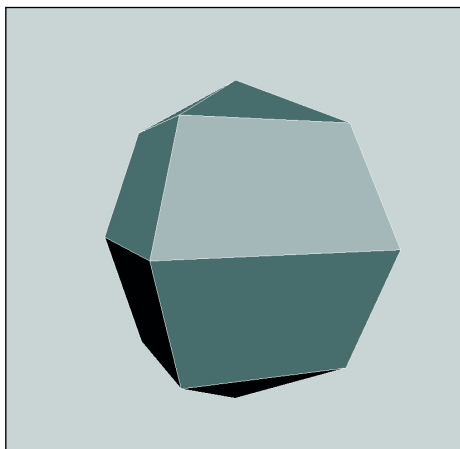
Az élsorozatokat úgy alakítsuk ki, hogy azok az izmokra – pl. az arc izmaira – merőlegesek, ill. azokkal párhuzamosak legyenek. Ez nagy segítség lesz az animációnál, hiszen az izmok irányának megfelelően torzul, ráncosodik arcunk is. Gondoljunk bele: hogyan tudnánk egy homlok ráncosodását modellezni, ha az háromszögek összevisszaságából állna?

Finomítás

Nyilvánvaló, hogy kézzel nem tudjuk modellünket annyira finomra kidolgozni, hogy az egy filmtrükkbe kerülhessen. Szerencsére ez nem is cél. Minden 3d-s program képes arra, hogy az adott poligon modellt a felület felbontásának növelésével finomítson. Ha az általunk létrehozott karakter topológiája korrekt és anatómiailag is elfogadható, biztos, hogy a finomítás után is kielégítő lesz az eredmény. Minden esetben paraméterezhető, hogy a felbontás mennyire legyen finom, mennyire növelje meg a lapok számát. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a finomítás után is egy poligonokból álló felületet kapunk, azaz a kamerával

Low-poly figura kialakítása (folytatás)





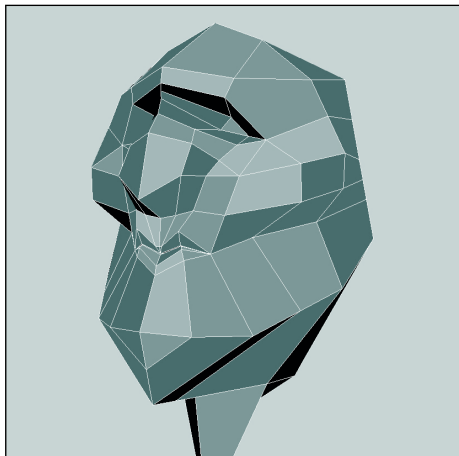
túl közel merészkedve biztosan feltűnik a felszín szögletessége. Hogyan tudunk hát tökéletesen elsimított felületeket építeni a polygonos módszerrel?

Subdivision

Képzeld el, hogy egy „tökéletes” szuperszámítógép áll a rendelkezésünkre, korlátlan memóriával és számítási kapacitással. Ezzel az ideális géppel újra és újra finomítva a felületet egyre simább és simább felületet kapunk. Ha a simító algoritmusunk megfelelő, az egymást követő finomításoknak egyre kisebb lesz a hatása, mígnem elérünk egy „tökéletesen sima” felülethez. Ezt finomítva ugyanis önmagát kapnánk vissza. Ez az elgondolás vezet a *subdivision felületek* ötletéhez: vegyünk egy polygon felületet (*control mesh*), és ezt – a finomító szabályokkal (*subdivision rule*) – végten sokszor simítsuk. Az így kapott felület lesz a subdivision felület.

Többféle finomító szabályrendszer is létezik, az elterjedt 3d-s programok a *Catmull-Clark* subdivision felületet használják. A név a felosztó szabályokat kidolgozó kutatókra utal. A subdiv felületek alapja egy polygon felszín, így a modellezés folyamata általában ugyanaz. Természetesen a subdivision felület nem csupán egy elsimított polygon, annál azért okosabb. A subdiv felületekre jellemző modellezési lehetőségek közül néhány:

Megadhatjuk, hogy az eredeti control mesh mely élei maradjanak élesek és melyek tompuljanak le. Erre azért van szükség, mert éles részeket amúgy csak úgy tudnánk létrehozni, hogy a control mesh egyes részein az edge-eket nagyon sűrűn futtatjuk egymás



Más felépítésű low-poly figura (Vass Gergely)

mellett. Ez nyilván a modell túlzott bonyolultságához vezetne és meglehetősen kényelmetlen.

Lehetőség van rá, hogy ne csak a control mesh vertexeit mozgassuk, hanem az egyes finomítási szinten létrejött pontokat is. Mindenki ízlése szerint dönti el, hogy a control mesh finomításával vagy a subdivision alsóbb szintjein történő vertex-mozgatásokkal hozza létre az apróbb részleteket. Természetesen ez is szoftverfüggő lehet, hiszen a subdivision felületek szinte minden programban viszonylag új lehetőségként szerepelnek. Várható, hogy az elkövetkezendő hónapokban egyre több és jobb eszköz kerül elő, melyekkel a subdiv felületeket gyúrhatjuk.

Ebben a bevezető jellegű cikkben sajnos nem nyílik lehetőség a modellező eszközök alapos bemutatására, főleg azért, mert minden program más és más eszközt használ. Ha olvasóinkat mélyebben érdeklik a polygon modellezés mélységei, tudassák velünk! Szerencsére vannak hazánkban kiváló szakemberek, akik – nem úgy, mint e sorok írója – profi szinten művelik a polygon karaktermodellezés művészetét. Következő számunkban egy kicsit más típusú modellezéssel, a NURBS megközelítéssel fogunk foglalkozni.

Köszönet Varga Tamásnak (Philos Labs) a modellért!

Vass Gergely
Magyar Filmlaboratórium
gergely_vass@siggraph.org