

Úvod do problematiky polygonového modelování

Ondřej Karlík, Fakulta Elektrotechnická ČVUT, Praha

karlio1@fel.cvut.cz

Anotace

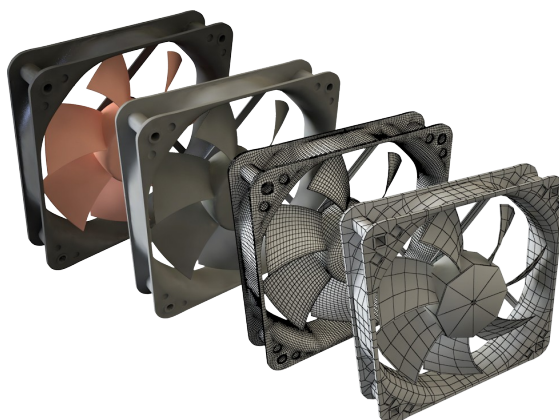
Článek nastiňuje základní možnosti modelování geometrických objektů v 3D pomocí polygonů. Jsou rozebrány klíčové odlišnosti jednak polygonového přístupu od křivkového, a také dvou hlavních skupin polygonových modelů – highpoly (modely bez omezení počtu polygonů do filmů, vizualizací, atd.) a lowpoly (modely s limitovaným počtem polygonů například do her).

Klíčová slova:

3D, grafika, polygon, mnohoúhelník, modelování

Úvod

Polygonální (mnohoúhelníkové) modelování je způsob modelování objektů založený na aproximování jejich povrchu pomocí mnohoúhelníků. Tato metoda je dnes jedinou, se kterou se můžeme setkat u real-time počítačové grafiky (například her). Také v oblasti předrenderované neinteraktivní grafiky (filmové efekty, vizualizace,...) zaujímá dominantní místo. Při standardním postupu práce modelář vytvoří tzv. polygonovou síť (mesh) v 3D modelovacím nástroji, na kterou se následně aplikují textury, materiály, použije se osvětlení a případně speciální efekty pro vytvoření realistického výtupu.



Obrázek 1: Postup vykreslování modelu:

Odpředu: polygonová síť, vyhlazená síť, model bez materiálů, model s materiály

1 Rozdíly oproti NURBS

1.1 NURBS

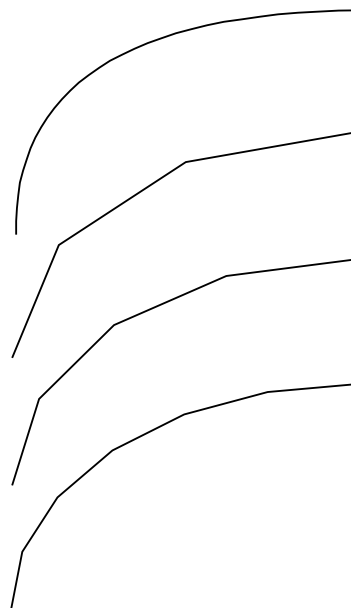
Zkratka NURBS znamená Nonuniform rational B-spline a jedná se o křivky, příbuzné Beziérovým, využívané v počítačové grafice pro vytváření jednotlivých křivek a zakřivených povrchů. Polygony se zásadně liší tím, že dovolují pouze rovné hrany. Proto například kruh, který jde vyjádřit jedinou NURBS křivkou je potřeba u polygonálního přístupu nahradit pravidelným n-úhelníkem.

1.2 Výhody polygonového přístupu

Polygonové modelování je pro popis nepravidelných složitých objektů (například lidské tváře) tam, kde není vyžadována naprostá přesnost, pro zkušeného modeláře jednodušší a univerzálnější metoda. Také vykreslování polygonového objektu je výrazně rychlejší a proto se s ničím jiným v hrách nesetkáme.

1.3 Slabiny polygonového přístupu

Existují určité objekty, které se dají pomocí NURBS vymodelovat daleko jednodušeji. Obecně jde o pravidelné jednoduché zakřivené objekty, proto je NURBS přístup oblíben například mezi designéry.



Obrázek 2: NURBS vs polygony:

Odvrchu: Nurbs – jediná křivka, a následně polygonová aproximace s 3,4 a 6 hranami

Klíčovou slabinou polygonových modelů je ovšem to, že reprezentace zakřivených povrchů je vždy pouze aproximovaná – z konečného počtu rovných hran nelze vytvořit dokonalou křivku. U neinteraktivní grafiky lze toto obejít zvýšením počtu polygonů (i když to vede k zvýšeným paměťovým nárokům a delším renderovacím časům), u realtime grafiky na dnešním hardware tento problém nejde uspokojivě řešit.

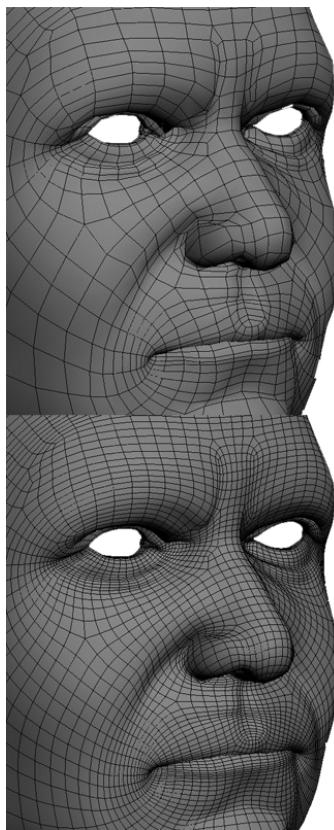
2 Neinteraktivní grafika (high-poly)

2.1 Složitost modelů

Slovo neinteraktivní znamená, že grafika nemusí reagovat v reálném čase na vstup, tedy může být pro prezentaci vykreslena (vyrenderována) dopředu (typicky v nějakém běžném video- nebo fotoformátu). Proto není potřeba starat se o počet polygonů. V praxi je samozřejmě někdy nutné složitost modelu omezit v zájmu rozumných renderovacích časů nebo snížení spotřeby paměti, ale i tak není dnes problém většinu objektů promodelovat s dostatečnou složitostí na to, aby ve výsledku měl model všechny potřebné detaily a nebyl poznat rozdíl mezi dokonalou křivkou a polygonovou aproximací.

2.2 Použití subdivize

Osvědčený a dominantní způsob modelování objektů se zakřivenými plochami je vymodelovat nejdříve ručně velmi hrubou síť jen zhruba vystihující tvar modelu a použít subdivision algoritmus pro zjemnění sítě, který vyhladí hranaté plochy tím, že je rozdělí na velké množství malých polygonů. Je potřeba dobře zvolit stupeň vyhlazení - pokud bude příliš malý, objekt bude i nadále hranatý, pokud bude příliš velký, vznikne zbytečně moc polygonů (typické algoritmy s každým stupněm zvětší počet polygonů na čtyřnásobek). Nepříjemným aspektem těchto algoritmů je také to, že pro bezchybnou práci často potřebují vstupní síť obsahující pouze čtyřúhelníky nebo trojúhelníky a korektní topologii ("tok polygonů"), což může někdy znamenat podstatné zkomplikování práce při tvorbě modelu.

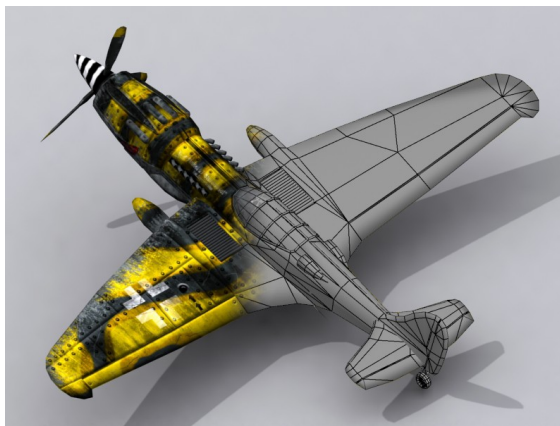


Obrázek 3: Model se subdivizí
Nahoře: hrubý model s málo polygony
Dole: aplikovány dvě úrovně subdivize

3 Interaktivní grafika (low-poly)

3.1 Polygonový limit

Základním parametrem při modelování objektu pro realtime aplikace je počet polygonů (respektive trojúhelníků - když se použijí víceúhelníky, herní enginy je stejně rozloží zpět na trojúhelníky). Tzv. polygonový limit je velmi specifický a liší se model od modelu. Určuje se podle výkonu cílového hardwaru, podle komplexnosti scény, důležitosti modelu ve scéně, atd. Proto například model postavy pro strategickou hru, kde bojují tisícové armády bude podstatně jednodušší než model postavy do akční hry, kde hráč nikdy nepotká více než 10 postav pohromadě. Stejně tak modely, které se jen mihnou v pozadí, mohou být značně zjednodušené oproti těm exponovaným v popředí. Kvůli polygonovému limitu se v této oblasti téměř nikdy nepoužívají subdivision algoritmy, a požadavek ušetřit



Obrázek 4: herní lowpoly model
Na relativně rovných plochách je až překvapivě málo detailů, přesto díky textuře vypadá model komplexně.

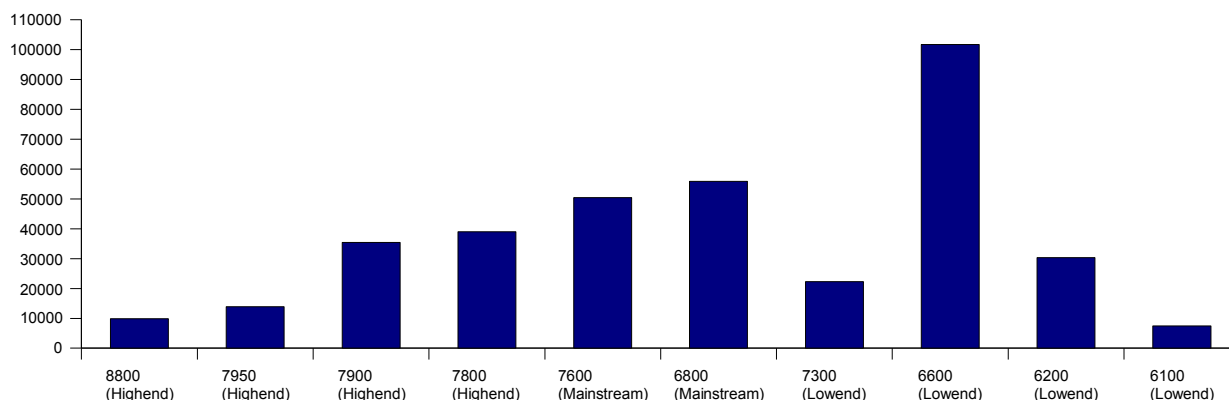
každý nepotřebný polygon je nadřazen správné topologii. Malé detaily se zásadně nemodelují, ale kreslí na texturu, což sice přináší další snížení kvality oproti high-poly modelům, ale grafická karta je méně zatěžována.

3.2 Využívané triky

Protože samotná textura nestačí pro dosažení iluze složitějšího modelu, používá se již dlouho tzv. bump mapa, podle které grafická karta mění osvětlení povrchu a tím simuluje různé prohlubně a výstupky na modelu. V poslední době se také rozšiřuje použití normal map, které fungují na podobném principu jako bump mapy, ovšem dodávají ještě lepší výsledek.

3.3 Vývoj

Herní grafika v poslední době prodělává bouřlivý vývoj v souvislosti s vývojem nového a silnějšího hardware, především grafických karet. Již dnes se v některých hrách používají modely s takovým počtem polygonů, že by ještě před několika lety byly považovány za highpoly. Někteří odborníci dokonce předpokládají v blízké době takový nárůst výkonu, že lowpoly grafika zanikne a bude zcela nahrazena highpoly. To ovšem není příliš pravděpodobné. Výkon v grafických kartách se v dnešní době totiž spotřebovává čím dál tím víc na speciální efekty, a i když jsou nové karty daleko výkonnější než staré, tak hrubý geometrický výkon neroste nijak strmě. Kromě toho většina populace i v bohatých západních zemích se stejně spokojí s levnějšími grafickými kartami, jak ukazuje následující průzkum provedený firmou Valve mezi hráči jejich her.



Graf 1: Počet uživatelů Valve Steam vlastnících novější grafické karty nVidia GeForce

Závěr

Jak je vidět, ke stejnému cíli, čili věrohodně vypadajícímu geometrickému modelu se dá použít více metod. Nejde obecně říct že by jedna byla lepší, různé metody se hodí pro různé aplikace a univerzální postup neexistuje. Pro herní (a další realtime) grafiku se tedy používá zásadně polygonové modelování, u neinteraktivní grafiky už je výběr složitější, protože můžeme použít NURBS. Velká část předmětů spadá do kategorie vymodelovatelné oběma způsoby, a konkrétní provedení potom záleží pouze na modeláři.

	Polygonální modelování		NURBS
	Highpoly (+subdivize)	Lowpoly	
Použití	Vizualizace, speciální efekty, film	Hry, interaktivní aplikace	Design
Výhody	Nekompromisní kvalita	Nenáročné na výpočet	Jednoduché, rychlé, přesné
Nevýhody	Náročnost na RAM, CPU	Bez detailů, hranaté modely	Úzké použití, pomalé

Tabulka 1: Shrnutí jednotlivých metod

Použitá literatura:

- [1] www.maxarea.com – server o 3D studiu MAX a o 3D grafice obecně
- [2] en.wikipedia.org – online encyklopedie zdarma