

Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta

Katedra informačních technologií a technické výchovy

Bakalářská práce

Sbírka úloh pro podporu výuky 3D grafiky

Autor: Radek Dostál

Vedoucí práce: Mgr. Miloš Prokýšek

Praha 2011

Název:

Sbírka úloh pro podporu výuky 3D grafiky

Anotace:

Bakalářská práce je zaměřena na vytvoření metodických a pracovních listů na podporu výuky 3D počítačové grafiky. Práce se dělí na teoretickou část vymezující teoretický rámec nutný ke správné tvorbě tvořivých úloh a praktickou část, která se zabývá vytvořením metodických a pracovních listů, které by měli sloužit jako jeden z prostředků pro učitele a žáky k získávání a upevňování nových poznatků. Veškeré metodické a pracovní listy jsou vytvořeny s využitím programu Cinema 4D.

Klíčová slova:

Učební úloha, Tvořivá úloha, Cinema 4D.

Title:

Collection of tasks to support the teaching 3D graphics education.

Abstract:

This Bachelor thesis is focused on the creation of methodical and work sheets supporting 3D computer graphics teaching. The thesis is divided into a theoretical part defining theoretical framework necessary for the correct creation of creative tasks and a practical part, which deals with the creation of methodical and work sheets that should serve as one of the resources for teachers and students in the area of acquiring and consolidating new knowledge. All methodical and work sheets are created with Cinema 4D.

Key words:

Learning task, Creative task, Cinema 4D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci vypracoval samostatně, s využitím pouze citovaných pramenů, vlastních zjištění a zdrojů v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 24. června 2011

.....

Radek Dostál

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval Mgr. Miloši Prokýškovi za odborné vedení a cenné rady při tvorbě bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	3
I. TEORETICKÁ ČÁST	4
1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA	5
1.1 Učební úloha	5
1.2 Znaky učebních úloh	6
1.3 Taxonomie učebních úloh	8
1.4 Tvořivá úloha	9
2. VÝBĚR 3D GRAFICKÉHO PROGRAMU	13
2.1 Kritéria výběru	13
2.2 Výsledky	15
2.3 Závěr	16
III. PRAKTICKÁ ČÁST	17
3. METODICKÉ A PRACOVNÍ LISTY	18
3.1 Metodický list č. 1	18
3.2 Metodický list č. 2	27
3.3 Metodický list č. 3	35
4. ZÁVĚR	41
POUŽITÉ PROGRAMY	42
PRAMENY	43
PŘÍLOHY	45

Seznam obrázků

Obr. 1: Rovinná plocha, parametrická plocha, přímkové plocha a rotační šablonování.....	20
Obr. 2: CSG a Dekompoziční reprezentace.	21
Obr. 3: Klíčové snímky - 1,2,3 a doplňující - ostatní.....	22
Obr. 4: Možností, kdy světlo zasáhne objekt.	28
Obr. 5: Mapa hrbolatosti.	29
Obr. 6: Ukázka použití normálová mapy.	30
Obr. 7: Srovnání – normální zobrazení, mapa hrbolatosti, mapa geometrické komprese.....	30
Obr. 8: Ambientní mapa.....	31
Obr. 9: Tvorba reliéfu.	33
Obr. 10: Klíčové snímky - 1,2,3 a doplňující - ostatní.....	37
Obr. 11: Gradientní text.	37

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení učebních úloh podle D. Tollingerové.	9
Tabulka 2: Obecná kritéria kvality tvořivých úloh.	12
Tabulka 4: Výsledky editace nástrojů NURBS.....	22
Tabulka 5: Příklady pohybu vůči rozdílné rychlosti a počtu snímků.....	23

Seznam grafů

Graf č. 1: Zastoupení platforem.	16
Graf č. 2: Podpora dílčích kritérií s ohledem na oblast zařazení.....	16

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá vytvořením metodických a pracovních listů na podporu výuky 3D počítačové grafiky. Oblast 3D počítačové grafiky byla záměrně vybrána s ohledem na skutečnost, že současná škola preferuje sluchem přijímané signály a často nezohledňuje význam zraku při přijímání informací. Přitom zrak představuje nejužívanější smysl a jeho potlačení vede k citelné ztrátě ve smyslovém poznávání, za čímž se skrývá nepřesné myšlení, obtížnost v tvorbě pojmů, málo rozvinutá fantazie, atp. Metodické a pracovní listy na podporu výuky 3D počítačové grafiky právě zohledňují i poznávací schopnost pomocí zraku a umožňují, např. rozvoj prostorové představivosti důležité pro matematiku a technické předměty. (1)

Předkládaná bakalářská práce je členěna na teoretickou a praktickou část. Teoretická část vymezuje pojmy učební a tvořivá úloha a zabývá se problematikou tvořivých úloh. Podněcuje k zamyšlení nad podobou tvořivých úloh, využíváním obecných kritérií při posuzování jejich kvality a slouží jako významný podklad k vymezení teoretického rámce. Praktická část dále předkládá ukázkové metodické a pracovní listy vytvořené s ohledem na stanovený teoretický rámec. Všechny doprovodné materiály jsou přiložené na CD.

Cíle

Prvním cílem bakalářské práce je vymezit teoretický rámec, který vychází ze vztahu učební a tvořivé úlohy, rozdílu mezi běžným typem úloh a tvořivou úlohou, přístupu přípravy tvořivých úloh a z obecných kritérií k posuzování jejich kvality.

Druhým cílem je vytvoření metodických a pracovních listů na podporu výuky 3D počítačové grafiky. Spolu s tím si klade za cíl zpracování podpůrných metodických materiálů k jednotlivým tématům metodických listů.

Přestože jsou metodické listy prezentované v této práci zaměřeny na konkrétní 3D grafický program, neboť žáci s tímto programem budou přímo pracovat podle zadání jednotlivých tvořivých úloh, je možno podle těchto metodických listů pracovat i s jinými programy, pokud splní minimální nutná kritéria. Stanovení těchto kritérií a výběr 3D grafického programu je rovněž součástí této práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1. Teoretická východiska

Jednou z vlastností dobrého učitele je schopnost formulovat učební úlohy, které vyvolávají a rozvíjejí činnost, která svou obtížností odpovídá stanoveným výukovým cílům. Učební úlohy by se v rámci své obtížnosti neměly orientovat pouze na proces zapamatování nebo porozumění skutečností, ale měly by podněcovat k činnostem, které nutí žáka k složitějším myšlenkovým operacím s načerpanými poznatky.

Následující kapitoly jsou zaměřené na vymezení pojmů učební úloha, popis jejích znaků a to především s ohledem na taxonomii D. Tollingerové ve vztahu k tvořivé úloze.

1.1 Učební úloha

V souvislosti s učební úlohou se můžeme setkat s různými definicemi, které se mohou lišit v použití jednotlivých pojmů z hlediska autorova přístupu k dané problematice či dokonce s jejich kombinací, neboť se jich užívá jako synonym.

V pedagogickém slovníku je definován takto: „Učební úloha je každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle.“ (2)

Pasch (3) definuje učební úlohu, jako „plánovanou sekvenci kroků, s jejichž pomocí dotyčného převedeme z nevědomosti o určitých konkrétních faktech nebo pojmech k jejich znalosti či pochopení; nebo jako postup od neschopnosti provést daný úkol ke schopnosti provést ho.“

V nejobecnější rovině lze učební úlohu definovat podle Holoušové (4) jako „širokou škálu všech učebních zadání, a to jak od nejjednodušších úkolů vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení.“

Lze říci, že ať už je cílem učební úlohy získávání nových poznatků či jejich zdokonalování, dochází k naplnění výukového cíle pomocí činností, které vychází z jejího zadání. Zpravidla tuto činnost tvoří hledání řešení s pomocí řady manuálních nebo poznávacích operací vybíraných již z osvědčených postupů řešení nebo postupů nově vytvořených.

Následující kapitola je věnována popisu znaků, resp. vlastností učební úlohy, které stanovují její podobu i obsahovou strukturu. Hlavní důraz je kladen na význam operačního a stimulačního parametru.

1.2 Znaky učebních úloh

1.2.1 Jazyková forma

Učební úloha představuje jazykový útvar implikující požadavek na odpověď ve formě tázací nebo rozkazovací věty, tak aby student přijal popud k jejímu řešení. Jazyková forma je do značné míry i objektivní stránkou úlohy. (5)

Příklad 1

„Ukážeme si, jak vytvořit model.“

Výše uvedené zadání nenaplnuje svoji didaktickou funkci, proto ho musíme upravit do následující podoby.

„Vytvořte si jednoduchý model?“ nebo „Vytvořte si krychli!“

1.2.2 Didaktická smysluplnost

Učební úloha je tradičně začleňována do věcného nebo významového pole, které určuje smysluplnost jejího zadání. Smysluplnosti dosahujeme pomocí přesné návaznosti pojmů, díky které se snažíme udržet především zájem ze strany studenta. (5)

Příklad 2

Význam didaktické smysluplnosti si uvedeme na příkladu - v učebně je rozruch, protože někteří žáci si povídají a učitel vyzve žáky.

„Chci, aby bylo ticho!“

Výše zmíněný příklad jednání postrádá didaktickou smysluplnost, proto ho musíme upravit do následující podoby.

Učitel by měl žáky vyzvat: „Ti co hovoří, budou ticho!“

1.2.3 Stimulační vliv

„Stimulační (motivační) působení úloh spočívá v tom, že u žáka navodí zájem o poznávání, a to prostřednictvím jejich řešení. Svým obsahem a náročností může učební úloha vyprovokovat žáka k řešení, podnítit jeho aktivitu, samostatnost i tvořivost. To ovšem záleží na formulaci úlohy,

možnostech žáka (zda již disponuje potřebnými výchozími poznatky a zkušenostmi, zda pro něho není úloha příliš obtížná apod.), ale i na situaci, v níž je úloha zadávána.“ (6)

Úroveň stimulační (motivační) síly ve schopnosti vybízet, stimulovat nebo přímo zapojit žáka závisí zejména na **subjektivní** (přiměřené náročnosti s ohledem na cílenou skupinu a všeobecné dosavadní znalosti, vědomosti a zkušenosti žáka) a **objektivní** (přesném znění úlohy a využívání jednoznačné terminologie) **stránce úlohy**. Úloha buď pouze informuje, nebo vybízí k bádání. (6)

Příklad 3

„Víš, kde se nalézá nastavení textur?“

Předešlé zadání postrádá jednoznačný význam, proto ho musíme upravit do následujícího podoby.

„Kde se nalézá nastavení textur?“

1.2.4 Operační vliv

„Učební úlohy (otázky) navozují (podněcují) a rozvíjejí učební operace, které odpovídají svou náročností vymezeným výukovým cílům. Úlohy lze rozlišit podle operační struktury, tj. podle toho, které učební operace (činnosti) u žáka vyvolávají. Můžeme proto při vytváření učebních úloh (otázek) využít taxonomie cílů výuky (resp. učebních cílů), kterou navrhl B. S. Bloom a dále propracovali i naši autoři, především D. Tollingerová.“ (6)

1.2.5 Regulační vliv

„Tím, že učební úlohy navozují učební operace žáků, řídí vlastně také průběh jejich učební činnosti. Učební činnost žáků řídí většinou soubory učebních úloh uspořádané do posloupnosti odrážející cíle tématu nebo cíle vyučovací hodiny.“ (6)

Míru regulačního vlivu učební úlohy stanovují podle Švece (6) tři parametry:

Obsahové vymezení učební úlohy, díky němuž z hlediska určenosti rozlišujeme **úplně** (bezproblémové) a **neúplně** (problémové) vymezené učební úlohy. Úplně vymezené učební úlohy oproti neúplně vymezeným obsahují všechny nutné a postačující podmínky vyvolávající potřebné operace, které umožní dospět k očekávanému řešení. Tím buď učební úloha stimuluje a motivuje žáka k jejímu řešení anebo mu pouze předkládá stanovený postup zadání.

Heurističnost učební úlohy, která vyjadřuje volnost při volbě řešení, kdy žák postupuje podle předem stanoveného řešení nebo si ho volí sám.

Míra samostatnosti studenta, který stanovuje „škálu úloh (otázek), počínaje úlohami, které modelově řeší učitel, přes úlohy, při jejichž řešení spolupracuje učitel se žáky až po úlohy, které žák řeší zcela samostatně, popř. mu v některých náročnějších fázích poskytuje učitel pomocné informace. Nejvyšší stupeň samostatnosti vyžadují situace, kdy žák zcela samostatně formuluje úlohu (otázku) a samostatně ji taky řeší.“ (6)

1.2.6 Aspirační vliv

Učební úloha má být univerzální a podporovat žáka v bádání i při možném neúspěchu. Míru aspirační síly určuje i schopnost učitele doplňovat zadání o nové poznatky (výzvy) či vhodná vysvětlení (návody). Jeho cílem není tedy množství probraného materiálu, nýbrž jeho pochopení, neboť pokud žák nerozumí předloženým informacím, zaměstnává více paměť než logické myšlení či tvořivý úsudek, jak předkládá i sama Rakoušová. (7)

1.3 Taxonomie učebních úloh

Při tvorbě vlastních úloh a naopak při jejich rozboru v učebních textech učitelům pomáhají taxonomie výukových cílů. Rozdělení učebních úloh k možnosti jejich analýzy je vzhledem k jejich mnohotvárnosti problematické. Přesto se v praxi užívá taxonomického třídění, které vymezuje konkrétní kategorie, pod které řadíme jednotlivé učební úlohy. (8)

Následující kapitola je interpretací taxonomie české autorky Dany Tollingerové vedoucí k vymezení kategorie vyžadující tvořivé myšlení a k nastínění vztahu mezi učební a tvořivou úlohou.

1.3.1 Taxonomie učebních úloh podle D. Tollingerové

Taxonomie od D. Tollingerové rozděluje učební úlohy dle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení. Zabývá se zejména kvalitou řízení a komplexně všemi problémy kolem učení. Proto je vhodná k identifikaci již existujících nebo tvorbu nových učebních úloh, které mají svou operační strukturou odpovídat určených výukovým cílům. V praxi ji dělíme do pěti hlavních typových kategorií obsahujících 27 typů učebních úloh, které charakterizují tzv. aktivní slovesa. Pro naše účely jsou uvedeny v následující tabulce pouze typy úloh spadající do kategorie vyžadující tvořivé myšlení, která vymezuje vztah mezi učební a tvořivou úlohou.

Tabulka 1: Rozdělení učebních úloh podle D. Tollingerové.

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků
2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatků
3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatků
4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků
5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení
 5. 1. úlohy na praktickou aplikaci
 5. 2. řešení problémových situací
 5. 3. kladení otázek a formulace úloh
 5. 4. na objevování na základě vlastního pozorování
 5. 5. na objevování na základě vlastních úvah

(př. aktivních sloves: *Na základě vlastního pozorování..., Promysli..., Navrhni...aj.*)

(4, upravil Radek Dostál, 2011)

1.4 Tvořivá úloha

1.4.1 Vymezení pojmu

Taxonomie Tollingerové nám dovoluje vymezit typ úlohy, která vyžaduje tvořivé myšlení a jejímž obecným rysem je tzv. tvůrčí projev, který je popisován a hodnocen v edukační teorii na základě novodobého pojetí tvořivosti (9) jako

- 1) **imaginativní** v přípravě a výsledku;
- 2) **inovativní**, resp. originální, neboť není možné porovnávat výsledky tvořivých úloh pomocí jednoduchého srovnání s předem stanoveným vzorcem;
- 3) **hodnotný**, resp. prospěšný v sociálním a kulturním kontextu.

Z předchozího zjištění vyplývá, že tvořivé úlohy mají odchylky, které je odlišují od deterministických¹ úloh a při didaktických analýzách potřebných k jejich tvorbě vyžadují odlišný přístup. V případě, že tvořivý typ úlohy vytváří hlavní složku výuky, pak je možné hovořit nejen o dílčí metodice, ale i celkové analýze obsahu, u které lze využít, např. konceptové analýzy.

¹ Úloha, jejichž každý další stav je určen předcházejícím.

1.4.2 *Konceptová analýza*

Konceptová analýza vychází z faktu, že základem obsahových transformací ve výuce je tvořivý proces, který zastupuje proces tvůrčího myšlení a proces řešení problémů tzn. navrhování a tvoření obsahových reprezentací při výuce. Z toho vyplívá zvýšená rozmanitost obsahu výuky, který se nabízí a skutečnost, že tvořivé úlohy představují úlohy bez předem daných mechanismů řešení. (9) Konceptová analýza rozlišuje dva modely přístupu k přípravě tvořivých úloh.

V rámci prvního modelu musí být vytvořena tvořivá úloha v kontextu jak kulturním, tak i kurikulárním². Tento přístup vyjadřujeme termínem „otevřené pojetí obsahu“, mnohdy označovaný jako vstřícný model kurikula, který je založený na přípravě úloh dle námětů (tvůrčích témat). Podoba námětu v praxi bývá velmi jednoduchá, přesto při bližším zkoumání mívá složitou obsahovou strukturu. Proto při posuzování vstřícného modelu se nelze omezovat pouze na vnější hodnocení, nýbrž je třeba ho srovnávat s verzemi předcházejícími. Námět velmi často doplňujeme o technické vyjádření, pomocí něhož zavádíme interpretační a operační vztah mezi doposud získaným povědomím žáka a "obsahovou mezerou" vyplněnou jeho obsahovými reprezentacemi. Zpravidla námět závisí na složitosti budoucího postupu tvůrčí činnosti, který dělíme do pěti hlavních fází. Během jedné tvůrčí činnosti mohou být jednotlivé fáze opakovány a postupovat v jakémkoli sledu. (10; 11)

Mezi tyto fáze patří:

- 1) Inspirace, resp. improvizované hledání námětů, motivů, atp.
- 2) Klarifikace, resp. objasnění účelu a cíle činnosti. Žák postupuje zcela logicky a kriticky ke stanovenému cíli.
- 3) Destilace, resp. kritika vlastních myšlenek.
- 4) Inkubace, resp. stádium nečinnosti, při níž žák by měl uvažovat o tom, co vlastně dělá.
- 5) Pilná práce, resp. záměrný cíl a postup, které žák v průběhu upravuje a vylepšuje, což znamená, že žák ještě několikrát může absolvovat znovu jednotlivé fáze (inspirace, klarifikace i pilné práce).

Ve srovnání s vstřícným modelem je často uváděn model tzv. zprostředkující, který je založen na racionálním detailním rozvržení výuky dle předem známých cílů. V praxi se oba modely doplňují, a však pouze vstřícný model předkládá typické rysy tvořivého pojetí úloh.

² Smysluplná posloupnost na sebe navazujících výchovných a vzdělávacích prvků.

1.4.3 Metodický postup analýzy

„Metodický postup analýzy vychází od (a) základního výběru klíčových bodů obsahu a jejich zasazení do interpretačního rámce, ze kterého vyplývají základní významy a intence³ navrhovaného pedagogického díla. Souběžně jsou (b) didakticky interpretovány významové a logické vztahy mezi zjištěnými klíčovými body obsahu. Tím se postupně získává vhléd do obsahové struktury navrhovaného díla, který je podkladem pro formulování obecnějších kritérií (např. míra integrity, aktuálnost, přizpůsobení psychodidaktickými požadavkům), která umožňují jeho porovnávání s jinými návrhy stejného typu.“ (9)

Z předchozích zjištění je patrné, že **pokusíme-li se vyložit hloubkovou strukturu díla, brzy odhalíme, že i přes jednoduchou podobu zadání tvořivé úlohy se vnitřní hloubková struktura významů komplikuje s konfrontací explicitních a implicitních dílčích termínů, které však při vzájemném pochopení s sebou žákovi přináší mnoho informací, vedoucích k postupnému rozvoji významů úlohy. Rozvoj v oblasti doplňování jednotlivých a dílčích informací je skutečným jádrem pro vyplnění mezery v žakově vnímání.** Tuto skutečnost zachycuje schéma v příloze A, které znázorňuje významové rozvinutí jádra tvořivé úlohy.

Tvořivé úlohy mají tedy prokazatelně rozvíjející význam a vyznačují se neurčitými, nejasnými a překvapivými obsahovými prvky. Nejsou u nich stanoveny veškeré podmínky řešení, neboť k jejich rozvoji se očekává doplňování o jednotlivé a dílčí informace k podpoře aktivní poznávací činnosti (bádání, experimentování, hledání). Řešení tvořivých úloh bývají spontánní, netradiční a zároveň adekvátní vůči zadání.

Porovnávání tvořivých úloh s jinými návrhy stejného typu nám umožňuje dosáhnout jejich očekávané kvality a tím i jejich podoby. Při porovnávání využíváme obecných kritérií k stanovení míry obsažnosti, integrity, inovativnosti, přiměřenosti a kurikulárním normativismu. Ty využijeme i při vytváření metodických a pracovních listů v této práci.

³ Tvůrčí záměr.

1.4.4 Obecná kritéria kvality tvořivých úloh

Při porovnávání tvořivých úloh bude především zohledněna míra obsažnosti, inovativnosti a přiměřenosti. Obecná kritéria spolu s jejich popisem jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Obecná kritéria kvality tvořivých úloh.

Obecné kritérium kvality tvořivé úlohy	Popis kritérií
Obsažnost	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konceptová hloubka a plnost úkolu posuzovaná vzhledem k danému kulturnímu kontextu: <ol style="list-style-type: none"> 1) existenciální (humánní, etická) váha tématu 2) významová komplexita 3) vazba na důležité kulturní souvislosti. ▪ Uplatňuje se hlavně princip hodnoty a imaginace. ▪ Krajními body jsou „plytká, mělká úloha“ ↔ „hluboce promyšlená a enkulturačně plodná úloha.“
Integrita	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Respekt k podstatě tvořivého myšlení v daném oboru, se zvláštním zřetelem na uplatnění intensionální funkce v dynamice dialektického vztahu obsahu a formy jeho vyjádření: <ol style="list-style-type: none"> 1) symbolizační potenciál tvořivé úlohy 2) výrazový (estetický) potenciál tvořivé úlohy ▪ Uplatňuje se hlavně princip imaginace a hodnoty ▪ Krajními body jsou „neprovázaná koláž obsahů bez vymezení smyslu a cíle“ ↔ „přehledně provázaný útvar směřující k cíli“
Inovativnost	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Míra neotřetosti a tvůrčí originality projektu posuzovaná v odpovídajícím kontextu (individuální, sociální, kulturní vztahová norma). ▪ Uplatňuje se princip inovace. ▪ Krajní body dimenze by se daly charakterizovat „kliše“ ↔ „inovace“.
Přiměřenost	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Míra personalizace – orientace na žáka. ▪ Uplatňuje se princip hodnoty (personální). ▪ Krajními body by byla „ignorace funkce výuky jako komunikativního prostoru sloužícího žákům“ ↔ „plný ohled na žáky“.
Kurikulární normativista	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pedagogický projekt je disciplinován kurikulárním rámcem. Učitel by měl být schopen rozpoznat a pojmenovat normované položky, které v úloze předkládá a činnosti, ve kterých je žáci budou zpracovávat. ▪ Uplatňuje se princip hodnoty (sociální a kulturní). ▪ Krajní body: „absence normy“ ↔ „přiměřený respekt k normě“.

(9, upravil Radek Dostál, 2011)

2. Výběr 3D grafického programu

Výběr 3D grafického programu nemusí být úplně jednoznačnou volbou, neboť důležitým aspektem při rozhodování mohou být naše požadavky. A právě těm se věnuje následující kapitola.

2.1 Kritéria výběru

V praxi za 3D grafický program (editor) považujeme program, který je schopný pracovat s trojrozměrnými objekty. Zpravidla ho lze považovat za editor, vizualizátor či simulátor, případně jejich kombinaci podle toho do které kategorie ho řadíme. K bližšímu seznámení s jednotlivými kategoriemi si dále uvedeme jejich popis. Informace byly čerpány především z (12).

Editor – představuje program umožňující vytvářet a upravovat různé soubory dat. Ten můžeme dále členit s ohledem na 3D grafiku, např. dle druhu modelu či přístupu k 3D modelování.

Mezi typy 3D modelů patří:

- Dekompoziční modely
- Konstruktivní modely
- Hraniční modely

Mezi nejběžnější přístupy k 3D modelování patří:

- Modelování pomocí polygonů
- Modelování pomocí implicitních ploch
- Modelování pomocí dělených povrchů (subdivision surface)
- Modelování pomocí NURBS křivek
- Procedurální modelování
- Sculpting

Vizualizátor – představuje program, který se stará o „...každé grafické zobrazení, které nese informaci o stavu tělesa, technologie atd.“ (12) Ten můžeme dále členit, např. podle podporované zobrazovací metody.

Mezi nejběžnější zobrazovací metody patří:

- Rasterizace
- Raytracing
- Raycasting
- Radiozita

Simulátor – představuje program, který „...simulací napodobuje chování procesů probíhajících v reálném systému, např. lékařskou operaci, vojenský výcvik, let letadla, chemický pokus atd.“ (12)

V praxi 3D grafický program lze členit podle mnoha dalších kritérií. Z nich si uvedeme pouze pro nás důležitá, která dělí programy:

podle licence:

- Proprietární software, resp. komerční je distribuován placenou formou bez možnosti získat zdrojové kódy a ani jejich úprav.
- Svobodný software, resp. freeware je distribuován bezplatně či za symbolickou odměnu s možností získat zdrojové kódy a volně je upravovat.

podle podporované platformy

- Windows
- Mac
- Linux
- Ostatní (Unix, BSD, Solaris, Amiga OS, BeOS, atp.)

V následující části kapitoly si vymezíme požadavky, podle kterých budeme vybírat adekvátní 3D grafický program, který využijeme při vytváření metodických a pracovních listů. Většina požadavků vychází z tematického zaměření jednotlivých listů a zároveň z potřeby, aby 3D grafický program byl dostupný na nejběžnějších platformách. Požadavky tvoří:

Podpora dílčích kritérií vymezených pro jednotlivé oblasti tvorby, resp. přístupů, metod, způsobů či technik, které tvoří:

- z oblasti **modelování**

Modelování pomocí polygonu a NURBS křivek.

- z oblasti **animace**
Manuální tvorba animace.
- z oblasti **texturování**
Tvorba a editace textur, resp. deformačních map.
- z oblasti **osvětlení**
Tvorba a editace základního osvětlení scény.
- z oblasti **renderování**
Nastavení renderovacího nástroje a metoda raytracing.

Podpora konkrétní platformy, které tvoří:

- Windows
- Mac
- Linux a ostatní.

2.2 Výsledky

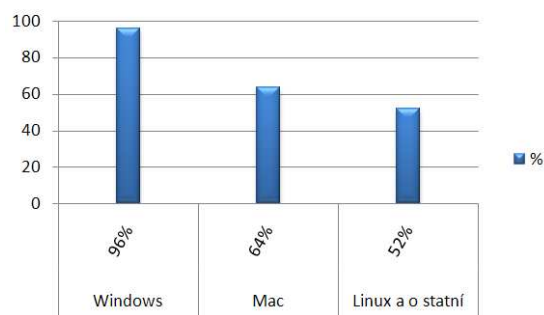
K hodnocení byly vybrány programy s ohledem na jejich licenci a dostupnost, které tvoří kombinace editor-vizualizátor z rozdělení uvedeného v příloze C. Programy byly hodnoceny na základě vlastních zjištění a zjištění převzatých od Žaludové (13), které jsou součástí přílohy D a E. Zároveň byly dílčí požadavky z oblasti texturování, osvětlení a renderování zařazeny k hodnocení pod jednu oblast, kterou je vizualizace.

Z tabulky hodnocení v příloze F vyplývá, že stanovená kritéria splňují především 3D grafické programy spadající pod proprietární software. Přesto nalezneme i výjimky, např. Blender. Programy splňující požadavky tvoří:

- ArchiCAD
- AutoCAD
- Blender
- Catia
- Cinema 4D
- Houdini
- Maya

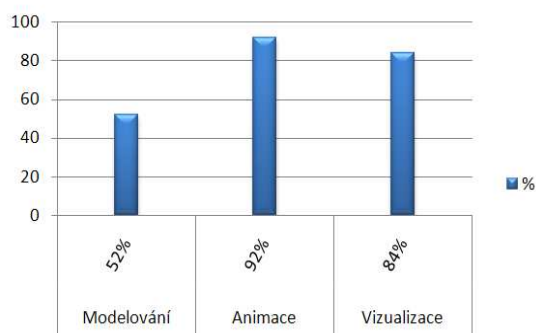
Z grafu č. 1 vyplívá, že podpora ze strany hodnocených programů je téměř výhradně doménou operačního systému Windows. Přesto nalezneme i výjimky, které ani tuto platformu nepodporují, např. Cheetah3D.

Graf č. 1: Zastoupení platforem.



Z grafu č. 2 vyplívá, že se nejvíce hodnocené programy liší v oblasti modelování, neboť mnohé programy nepodporují modelování pomocí NURBS křivek.

Graf č. 2: Podpora dílčích kritérií s ohledem na oblast zařazení.



2.3 Závěr

Vybrané 3D grafické programy se shodují v požadovaných kritériích, takže při výběru té pravé poměrně velkou měrou záleží i na osobních preferencích a na zvyku. Po konzultaci s odborníky jsme vybraly program Cinema 4D s ohledem na zkušenosti autora. Vybraný 3D grafický program bude dále využit jako vzorový při vytváření metodických a pracovních listů.

K seznámení čtenáře s vybranou aplikací a jejím editačním prostředím byly vytvořeny dodatečné literární přílohy, které jsou dostupné na přiloženém CD.

III. PRAKTICKÁ ČÁST

3. Metodické a pracovní listy

Metodické a pracovní listy byly vytvořeny s ohledem na teoretický rámec a dokument RVP pro gymnázia, který vychází z kurikulárních dokumentů Národního programu vzdělávání. K jednotlivým metodickým listům byla vždy zpracována doplňující teorie jako podpůrný materiál pro učitele, neboť v některých případech jim tento materiál chybí. Nepřínosnějšími zdroji pro zpracování podpůrných materiálů byla publikace od Paula Babba Cinema 4D Release 6, Referenční návody (16), internetové seriály Pavla Tišnovského (13; 14) a internetový článek Milana Soukupa Zaklínač - Proces Tvorby postav. K doplnění metodických listů byly vytvořeny i video snímky, které jsou dostupné na přiloženém CD. Témata jednotlivých metodických listů byla záměrně vybrána z oblastí modelování, animace a texturování, neboť představují typické činnosti při práci s 3D grafickými programem.

3.1 Metodický list č. 1

Téma: *TVORBA A ANIMACE TEXTU*

Podtéma: Hrátky s nezbedným textem.

Časový rámec: 35 minut

Cíl: uvedení žáka do procesu modelování a animace - vědomě uplatnění své tvořivosti a kritiky při vlastních aktivitách.

Učivo: tvorba textu, manuální a procedurální modelování, texturování, nástroje NURBS, nástroje MoGraph, tvorba animace.

Klíčové pojmy: vytažení NURBS, MoGraph, manuální a procedurální modelování, Sketch and Toon, manuální a procedurální animace, vstupní a výstupní parametr.

Očekávané výstupy: žáci vědomě uplatňují svoji tvořivost při vlastních aktivitách; rozumí pojmům manuální a procedurální modelování, animace; vnímají vliv vstupních parametrů na procedurální nástroje; uvědomují si existenci vícera způsobů řešení konkrétního problému.

Rozvíjené klíčové kompetence

Kompetence k učení:	vede žáka k sebehodnocení a experimentálnímu řešení zadání.
Kompetence k řešení problémů:	vede žáky k práci s pojmy ve správném kontextu; nabádá žáky ke kreativnímu a samostatnému řešení úlohy.
Kompetence komunikativní:	poskytuje žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení.
Organizace práce:	individuální i skupinová práce.
Výukové metody:	<i>reproduktivní</i> – sestavení myšlenkové mapy, testování stávajících získaných poznatků, vědomostí a dovedností. <i>praktická</i> – kreativní činnost žáků.
Materiály a pomůcky:	Cinema 4D R11,5 a vyšší.

DOPLŇUJÍCÍ TEORIE

Modelování

Modelování představuje proces, při němž vytváříme a upravujeme 3D model o určité geometrii s pomocí modelovacích nástrojů, transformace dat dle jednoduchých pravidel, nasnímaných dat nebo automatické tvorby. Téměř většina modelů má v trojrozměrném prostoru charakter tělesa, kromě skupin těles, jimiž jsou úsečky, části rovin nebo obecné plochy, které pozbývají třetího rozměru neboli hloubky. (13)

Mezi základní typy prostorových modelů z hlediska geometrických vlastností patří (13):

- **Drátěný model** (*Wireframe model*) reprezentovaný hranami objektu a složený z bodů, přímků a křivek.
- **Povrchový či hraniční model** (*Boundary model*) reprezentovaný plochami, které ohraničují objekt.
- **Objemový model** (*Volume model, Solid model*) reprezentovaný vlastním objemem a složený z tzv. voxelů (*Volume element*) představující objemové elementy.

Reprezentace prostorových těles

Každý 3D grafický program k popisu modelu využívá konkrétního způsobu reprezentace prostorových těles, který je určen typem modelu a operacemi, které se s ním provádí. Volba způsobu reprezentace závisí především na paměťové náročnosti, složitosti vykreslování a šíři invariančnosti (zachování vlastností) při geometrických transformacích, změnách promítání, atp. Mezi nejběžnější způsoby reprezentace patří:

Hraniční reprezentace těles (*Boundary representation*, resp. *B-rep*), u které geometrické a optické vlastnosti tělesa popisujeme vlastním povrchem modelu, díky relativně jednoduchým datovým strukturám. U hraniční reprezentace můžeme povrch tělesa vyjádřit pomocí (13):

- **Rovinných ploch** (*Polygonální reprezentace*) - povrch tělesa nahrazujeme sítí konvexních plošných polygonů o určitém stupni složitosti pro jejich nízkou výpočetní a paměťovou náročnost. Polygony představují základní zobrazovací elementy vytvořené z řídicích bodů (vertexů) s třemi vrcholy pro renderování nebo -n vrcholy pro modelování.
- **Parametrických ploch** - povrch tělesa je vyjádřen sítí plátů pomocí tzv. bodových rovnic, které se liší jak svými geometrickými vlastnostmi, tak i výpočetní a paměťovou náročností.
- **Přímkové plochy** (*Tahová reprezentace*) – povrch tělesa je vyjádřen pomocí přímkových ploch, které se v jednom ze směrů skládají z úseček. Zpravidla přímkové plochy vytváříme pomocí translačního šablonování po obecné křivce s měnící se profilovou křivkou. Tento způsob vyjadřujeme termínem potahování či spinning.
- **Rotačního šablonování** – povrch tělesa je vyjádřen profilovou křivkou rotující okolo zvolené osy rotace. Vzniklá rotační tělesa nazýváme SOR (*Surfaces of Revolution*).
- **Elementárně orientovaných rovinných plošek** – povrch tělesa je vyjádřen sítí plošek vyjádřených pozicí středu v prostoru, normálou a velikostí.



Obr. 1: Rovinná plocha, parametrická plocha, přímkové plocha a rotační šablonování.

Objemová reprezentace těles, u které geometrické a optické vlastnosti tělesa popisujeme vlastním objemem modelu. V praxi ji využíváme především k získání a prezentaci informací o vnitřní stavbě těles získaných pomocí CT scanneru nebo MR (magnetické rezonance). Mezi nejběžnější objemové reprezentace patří (13; 14):

- **CSG reprezentace** (*Constructive Solid Geometry*) – model je vyjádřen pomocí primitivních geometrických těles (koule, kvádr, válec, kužel, toroid a poloprostor) a množinových operací (sjednocení, průnik a rozdíl) mezi nimi.
- **Dekompoziční reprezentace** – model je vyjádřen seznamem objemových elementů (krychle), které ho vyplňují.



Obr. 2: CSG a Dekompoziční reprezentace.

Procedurální reprezentace těles, u které geometrické a optické vlastnosti tělesa popisujeme pomocí algoritmu, který dovoluje vypočítat povrch, objem či další informace.

Přístup k modelování

V současné době využíváme mnoho přístupů k 3D modelování. Pro naše účely si ve stručnosti popíšeme pouze modelování pomocí NURBS křivek, polygonů a tzv. procedurální modelování. (12; 15)

Modelování pomocí polygonů

3D model je vytvořen z polygonů, které společně vytváří plochu modelu. Editace se provádí pomocí přidávání a dělení hran n-úhelníků a posunem řídicích vrcholů nebo výběrového ovladače (bodu).

Procedurální modelování

3D model je vytvořen s určitou formou náhodnosti, která nepopisuje přímo tvar objektu, nýbrž způsob, jakým bude objekt generován. Objekt jsme schopni díky tomu popsat malým počtem

dat a jeho výsledný tvar modifikovat změnou počátečních podmínek, což nám umožňuje vytvářet velmi složité modely, které jsou příliš časově náročné, pro tvorbu pomocí nástrojů.

Modelování pomocí NURBS křivek

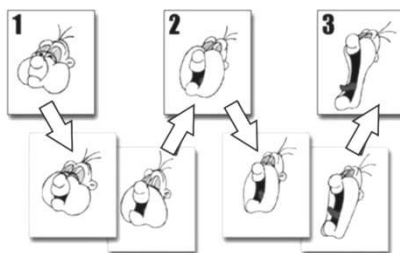
Povrch 3D modelu je vytvořen z plochy popsané hladkými Bézierovými křivkami. Editace se provádí pomocí řídicích bodů křivky. V tabulce 4 jsou uvedeny nejběžněji používané nástroje NURBS a popis výsledků editace po jejich aplikování. Zároveň je potřeba upozornit na to, že každý z nástrojů využívá jiného typu hraniční reprezentace.

Tabulka 4: Výsledky editace nástrojů NURBS

Nástroj	Výsledek editace
HyperNURBS	Zaoblení hran.
Vytažení NURBS	Vytažení obrysu ve směru jedné osy do prostoru.
Rotace NURBS	Vytvoření plochy rotací profilové křivky okolo jedné osy.
Potažení NURBS	Vytvoření deformované plochy ze dvou či více profilů.
Protážení NURBS	Vytažení obrysu podél křivky ležící v rovině XY.
Beziér NURBS	Vytvoření plochy z bodů ležící v rovině XY bez nutnosti aplikovat nástroj na jakýkoliv objekt.

Animace

Animace z latinského slova „anima“ neboli oživení, představuje optický klam vytvořený kontinuálním sledem statických obrázků. Kontinuálního sledu dosahujeme s tzv. klíčováním neboli tvorbou klíčových snímků, resp. záznamem klíčových parametrů, mezi kterými později program dopočítává interpolaci hodnot. (16)



Obr. 3: Klíčové snímky - 1,2,3 a doplňující - ostatní.

Rychlost pohybu

Jak rychle by měl běžec pohybovat ve scéně? Kolik by měl tento pohyb snímků zabírat? Přirozenou odpovědí je „tolik, aby pohyb byl přirozený“. Často podceňujeme nejen vjem skutečné rychlosti, ale i volbu potřebného standardu snímkování. Na základě faktu, že lidské oko má určitou setrvačnost a tudíž si pamatuje po určitou dobu promítaný obraz, je třeba minimálně 10 - 12 snímků za vteřinu, aby tento pohyb jsme vnímali jako plynulý. Dnes se tradičně užívá 25 či 30 snímků za vteřinu. V tabulce 5 jsou uvedeny příklady pohybu vůči rozdílné rychlosti a počtu snímků. (16)

Tabulka 5: Příklady pohybu vůči rozdílné rychlosti a počtu snímků.

	Vzdálenost za sekundu	Počet snímků potřebných k dosažení 10 metrů při 30 snímcích za sekundu
Chůze	1 metr	300
Běh	3 metry	100
Auto	30 metrů	10

(16, upravil Radek Dostál, 2011)

Doporučená literatura

BABB, P. Cinema 4D Release 9: Sketch and Toon.

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r9/docs/manual_sketch_9.0_us.pdf>.

BECKER, O. Cinema 4D Release 9: MoGraph

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r95/docs/manual_mg_e.pdf>.

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Modelování: představuje proces, při němž vytváříme a upravujeme 3D model o určité geometrii s pomocí modelovacích nástrojů, transformace dat dle jednoduchých pravidel, nasnímaných dat nebo automatické tvorby.

Animace: představuje optický klam vytvořený kontinuálním sledem statických obrázků.

MoGraph: představuje soubor nástrojů k dynamické tvorbě, např. klonů, u nichž lze plně kontrolovat jejich chování včetně animací.

Upozorněte žáky na možnost využití všech dostupných zdrojů při snaze vysvětlit výše zadané pojmy. Na základě vyhodnocení poznatků získaných formou dotazování se žákům pokuste představit hlavní typy prostorových těles, nastínit jednotlivé přístupy k modelování, objasnit vztah modelování pomocí NURBS křivek ke konkrétnímu typu hraniční reprezentace a představit tvorbu animace ještě před zadáním úlohy. Užijte veškerých dostupných zdrojů.

ZADÁNÍ

I.

Vytvořte text a následně ho animujte za pomoci manuálního klíčování parametrů, např. náhodného pohybu, deformace, změny barvy, atp. Užijte všech dostupných zdrojů!

Upozorněte žáky, že by se nemělo jednat pouze o základní posun, rotaci či změnu velikosti v případě tvorby animace. Poskytněte žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení, neboť právě tím testujete dosud nově získané poznatky o dané problematice a sledujete žáky v jejich kreativním a samotném hledání nového postupu řešení s využitím veškerých dostupných zdrojů, např. www.youtube.com, www.cineversity.com, www.tutorialized.com, atp. S ohledem na složitost je časové rozpětí úlohy stanoveno zhruba na 10 minut.

Vyhodnocení

Žáci předvedou své výtvořky a zhodnotí je spolu s ostatními. Spolu s tím poskytnou postup řešení pro ostatní. Před dalším zadáním se znovu pokuste nastínit procedurální modelování a animaci.

II.

Vytvořte text a následně ho animujte pomocí nástrojů MoGraph. Ke zjištění postupu řešení užíjte veškerých dostupných zdrojů!

Upozorněte žáky na možnost užití všech dostupných zdrojů. Obdobně jako u předešlého zadání poskytněte žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení, neboť právě díky tomu se seznamují s možnostmi, které nabízí program. S ohledem na jednoduchost je časové rozpětí zadání stanoveno na zhruba 10 minut.

Vyhodnocení

Žáci předvedou své výtvary a zhodnotí je spolu s ostatními. Spolu s tím poskytnou postup řešení pro ostatní.

Tip

K motivaci žáků prezentujte výsledek zadání II. na video snímku MoGraph_V.avi ještě před jeho řešením.

Závěrečné ucelení poznatků

K seznámení žáků s nástroji MoGraph a ucelení poznatků již získaných, prezentujte na praktickém příkladu tvorbu animace textu pomocí nástroje MoText a Náhodnost Efektor. Postupujte např. dle video snímku MoGraph.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videá. Spolu s tím se pokuste nastínit hlavní rozdíly mezi procedurální a manuální tvorbou.

PRACOVNÍ LIST č. 1

HRÁTKY S NEZBEDNÝM TEXTEM

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Modelování: _____

Animace: _____

MoGraph: _____

Užijte veškerých dostupných zdrojů!

ZADÁNÍ

I.

Vytvořte text a následně ho animujte za pomoci manuálního klíčování parametrů, např. náhodného pohybu, deformace, změny barvy, atp. Užijte všech dostupných zdrojů!

II.

Vytvořte text a následně ho animujte pomocí nástrojů MoGraph. Ke zjištění postupu řešení užijte veškerých dostupných zdrojů!

3.2 Metodický list č. 2

Téma: *MODELOVÁNÍ POMOCÍ TEXTUR*

Podtéma: Tvorba vlastního reliéfu

Časový rámec: 40 minut

Cíl: seznámení žáka s alternativním způsobem modelování - vědomě uplatnění své tvořivosti a hledání alternativního řešení.

Učivo: texturování, tvorba textur, modelování pomocí textur, užití deformačních map.

Klíčové pojmy: texturování, textura, mapa hrbolatosti, normálová mapa, mapa geometrické komprese, texel.

Očekávané výstupy: žáci vědomě uplatňují svoji tvořivost při vlastních aktivitách; rozumí pojmům textura, texturování a deformační mapa; vnímají účinky textur na povrch tělesa; uvědomují si existenci alternativního způsobu modelování.

Rozvíjené klíčové kompetence

Kompetence k učení: vede žáka k experimentálnímu řešení zadání.

Kompetence k řešení problémů: vede žáky k práci s pojmy ve správném kontextu; nabádá žáky ke kreativnímu a samostatnému řešení úlohy, vede žáky k praktické správnosti řešení problémů.

Kompetence komunikativní: poskytuje žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení.

Organizace práce: individuální i skupinová práce

Výukové metody: *reproduktivní* – testování nově získaných poznatků, vědomostí a dovedností.

praktická – kreativní činnost žáků.

Materiály a pomůcky: Cinema 4D R11,5 a vyšší, digitální fotoaparát.

DOPLŇUJÍCÍ TEORIE

Texturování

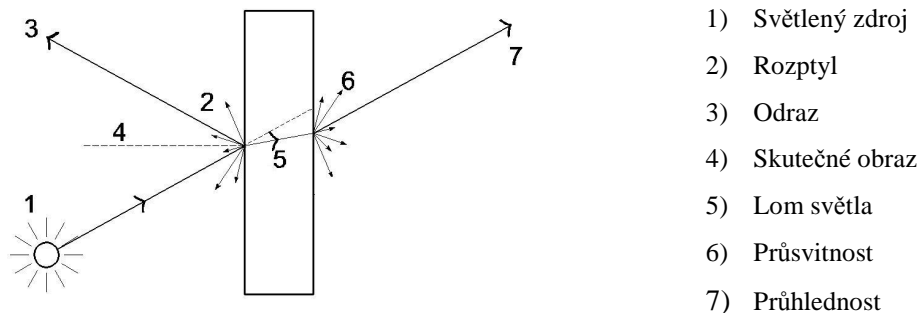
Texturování čili mapování textur je metoda, při které aplikujeme materiál na povrch tělesa za účelem změny jeho povrchu. Aplikování provádíme algoritmem pro nanášení textur, který je součástí tzv. pixel shaderu.

Textura

Textura představuje parametry materiálu aplikovaného na polygon, pomocí kterých dosahujeme cílených vlastností jeho povrchu a popisujeme interakci polygonu s paprsky světla. Textura je zastoupena sítí tzv. texelů (*texture element*), které představují určitou analogii k pixelům. V mnoha případech nestačí pouze jediná textura, reprezentující povrch objektu, ale je třeba kombinace hned několika, např. difúzní mapa + průhledná mapa + ambientní mapa. Tento proces zpravidla nazýváme multitexturováním. (17)

Vlastnosti textur

Aby bylo možné správně používat různá nastavení textur k docílení požadovaných vlastností editovaného povrchu, je třeba si nejprve nastínit výskyt možností, kdy světlo zasáhne objekt.



Obr. 4: Možností, kdy světlo zasáhne objekt.

Tvorba textur

Z hlediska způsobu tvorby textur neboli způsobu jejich reprezentace, dělíme textury do dvou kategorií (17):

- **Rastrové textury** tvořené obrázkem nebo polem voxelů.
- **Procedurální textury** tvořené z matematické funkce.

Modelování pomocí textur

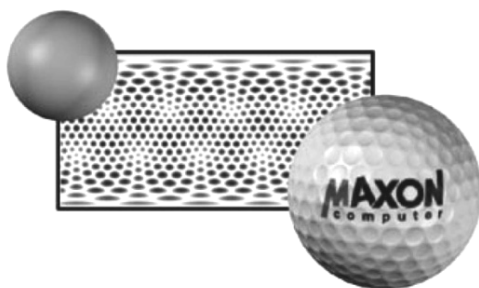
Při bližším zkoumání zjistíme, že textura představuje nástroj pro optické i geometrické modelování díky jejím schopnostem. Užití textur v tomto ohledu nachází uplatnění při vytváření staticky složitých nebo dynamicky se měnících povrchů, např. šterku, vlnící se vody, atp. Zpravidla druh editace povrchu 3D modelu je zcela závislá na druhu použité textury.

Druhy textur

Mezi nejběžnější druhy textur patří:

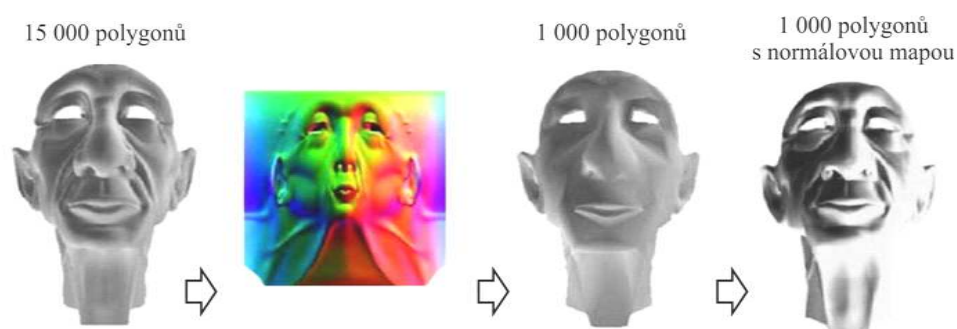
Difusní mapa (*Diffuse map*), která je popsána základní obrazovou informací při rovnoměrném nasvícení povrchu. (18)

Mapa hrbatosti (*Bump map*), která představuje výškovou mapu ve stupních šedi, opticky deformující povrch modelu ve směru kamery po nasvícení. Optické deformace neboli dojmu zakřivení povrchu je docíleno pomocí tzv. modulace normálového vektoru v každém bodě, u níž původní normálu, která by se použila pro výpočet osvětlení, nahradíme normálou modifikovanou. Výhodou této textury je nízká výpočetní náročnost, oproti tomu slabou stránkou je vrhaný stín, který je stále obrysem původního modelu. (18)



Obr. 5: Mapa hrbatosti.

Normálová mapa (*Normal map*), která představuje výškovou mapu v plných barvách, opticky deformující povrch modelu ve směru kamery po nasvícení s mnohem vyšší přesností oproti mapě hrbolati. Normálová mapa řeší zejména problém týkající se Gouraudova stínování, u kterého normály určujeme maximálně pro každý vrchol polygonu. Z čehož plyne, že k dosažení vysoké přesnosti je třeba každý polygon modelu geometricky dělit na menší, což představuje výpočetně náročný proces. Proto se v praxi využívá normálové mapy, které vnitřně definuje potřebné normály díky projekci vysokopolygonového modelu na nízkopolygonový. (18; 19)



Obr. 6: Ukázka použití normálové mapy.

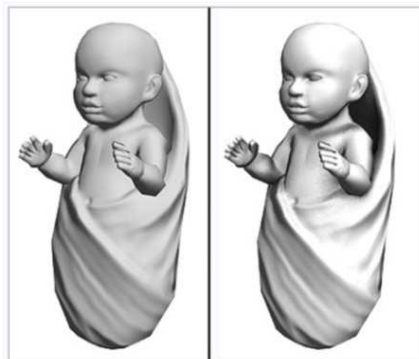
Parallaxová mapa (*Parallax map*) také známá, jako offsetová mapa či virtuální mapa geometrické komprese představuje texturu, kterou používáme v kombinaci s normálovou mapou či mapou hrbolati k zvýraznění hloubky textur i při pohledu pod úhlem, u kterého výše zmíněné mapy ztrácí svoji účinnost. (20)

Mapa geometrické komprese (*Displacement map*), která umožňuje geometrickou deformaci povrchu modelu a tím i vrženého stínu za použití procedurální či výškové mapy. Její přesnost vychází z práce se skutečnými hodnotami geometrické pozice bodů. (18; 20)



Obr. 7: Srovnání – normální zobrazení, mapa hrbolati, mapa geometrické komprese.

Ambientní mapa (*Ambient map*), která napodobuje stínování všech nerovností modelu. Ambientní mapa stejně jako normálová mapa se vytváří z vysopolygonového modelu na nízkopolygonový. (18)



Obr. 8: Ambientní mapa.

Okluzní mapa (*Occlusion map*), která doplňuje obvykle ambientní mapu o hodnoty neodrazivosti. (18)

Mapa okolního světla (*Environment map*), která napodobuje odraz okolní scény k odstranění potřeby vytvářet scénu kolem objektu a nechat ji odrážet. Potřebou však zůstává měnit texturu pro každé prostředí.

HDRi (*High-Dynamic Range Image*), která uchovává informace o barvě a světelné intenzitě potřebné k nepřímému osvětlení a s kterou nahrazuje mapu okolního světla v situacích, kdy tato mapa nedosahuje potřebné kvality. V praxi HDRi texturu vytváříme kombinací několika expozičních snímků pro docílení skutečných hodnot odlesků a nasvícení scény. (21)

Depth Map (*Z-Depth Map*), která představuje texturu zaznamenávající vzdálenost světla od všech objektů ve scéně k odstranění potřeby opakovaně využívat raytracingu, za předpokladu, že se nezmění vzájemná poloha světla a objektů ve scéně, např. při renderování animací.

Doporučená literatura

Quickstart Documentation BodyPaint 3D R12

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r12/doc/QuickstartBP3DR12US_DE.pdf>.

HUMPHREYS, G. Texture Mapping

Dostupné z WWW: <<http://www.cs.virginia.edu/~gfx/courses/2005/Intro.Fall.05/handouts/13-texture.pdf>>.

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Texturování: čili mapování textur je metoda, při které aplikujeme materiál na povrch tělesa za účelem změny jeho povrchu. Aplikování provádíme algoritmem pro nanášení textur, který je součástí tzv. pixel shaderu.

Textura: představuje parametry materiálu aplikovaného na polygon, pomocí kterých dosahujeme cílených vlastností jeho povrchu a popisujeme interakci polygonu s paprsky světla. Textura je zastoupena sítí tzv. texelů.

Upozorněte žáky na možnost využití všech dostupných zdrojů při snaze vysvětlit výše zadané pojmy. Na základě vyhodnocení získaných poznatků formou dotazování se žákům pokuste představit texturování po teoretické i praktické stránce, vysvětlit pojem textura, nastínit její tvorbu a k čemu se užívá. Snažte se též upozornit na existenci alternativního způsobu modelování, které se nabízí díky texturám. K představení tohoto způsobu využijte následujícího zadání.

ZADÁNÍ

I.

Za asistence vyučujícího vytvořte fotografii zachycující čelně či z profilu jakýkoliv Váš výraz ve tváři, gesto či pohledy očí, které Vás napadnou. Následně pomocí pořízené fotografie vytvořte reliéf Vašeho výrazu.

Nejprve za použití dostupného digitálního fotoaparátu vytvořte spolu s žáky fotografie jejich výrazů, gest či pohledů očí, které chtějí zachytit. Upozorněte žáky, že čím zajímavější je výraz, tím pozoruhodnější bude i jejich reliéf. Po úpravě fotografií do formátu JPG přepošlete jednotlivé fotografie svým majitelům a vyzvěte žáky, ať předvedou své výtvořky i ostatním a společně je zhodnotí.

Mezi tím si připravte obrázek Sova_Depth.jpg přiložený na CD ve složce Podklady\Depth. Prezentujte tento obrázek s doplněným komentářem seznamujícím žáky s druhem textury zvané Depth Map, kterou použijete jako výškovou mapu pro vytvoření reliéfu.

Spolu s žáky vytvořte vlastní reliéf, např. dle postupu uvedeného na obrázku 9 nebo ve video snímku Relief.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videá. S ohledem na složitost je časové rozpětí úlohy stanoveno zhruba na 10 minut.



Obr. 9: Tvorba reliéfu.

Vyhodnocení

Žáci předvedou své výtvary a zhodnotí je spolu s ostatními.

Tip

K motivaci vyzvěte žáky, aby vytvořili animaci vystupujícího reliéfu z plochy. Před začátkem lze zmínit, že tato animace se využívá přímo i ve filmové tvorbě. K doplnění využijte video snímku Skull.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videa.

Prohloubení poznatků

K prohloubení poznatků o modelování pomocí textur se pokuste na praktických příkladech nastínit podstatu deformační mapy za pomoci:

- 1) mapy hrbolosti, např. použitím výškové mapy Micek_Bump.jpg přiložené na CD ve složce Podklady\Bump dle postupu uvedeného ve video snímku BumpMap.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videa.
- 2) normálové mapy, např. použitím výškové mapy Sova.jpg přiložené na CD ve složce Podklady\Normal a jejím aplikováním na objekt rovina dle obdobného postupu jako u mapy hrbolosti.
- 3) mapy geometrického komprese, např. použitím textury C_Map přiložené na CD ve složce Podklady\Displacement a jejím aplikováním na objekt rovina. K importu přiložené textury využijte Správce materiálů.

V průběhu prezentace se snažte vždy nastínit princip deformace, oblast užití, výhody a nevýhody jednotlivých deformačních map.

Závěrečné ucelení poznatků

Na závěr se žákům snažte znovu nastínit význam užití textur při modelování, např. pomocí rekapitulace výhod a nevýhod v souvislosti s užití deformačních map.

PRACOVNÍ LIST č. 2

TVORBA VLASTNÍHO RELIÉFU

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Texturování: _____

Textura: _____

Užijte veškerých dostupných zdrojů!

ZADÁNÍ

I.

Za asistence vyučujícího vytvořte fotografii zachycující čelně či z profilu jakýkoliv Váš výraz ve tváři, gesto či pohledy očí, které Vás napadnou. Následně pomocí pořízené fotografie vytvořte reliéf Vašeho výrazu.

3.3 Metodický list č. 3

Téma: *VYKRESLOVÁNÍ S ČÁSTICOVÝM SYSTÉMEM*

Podtéma: Hrátky s částicemi

Časový rámec: 40 minut

Cíl: seznámení žáka s částicovým systémem - vědomě uplatnění své tvořivosti.

Učivo: částicový systém, křivkové objekty, animace, texturování, editace textur.

Klíčové pojmy: texturování, křivkové objekty, částicový systém, Sketch and Toon, XPresso.

Očekávané výstupy: žáci vědomě uplatňují svoji tvořivost při vlastních aktivitách; rozumí pojmům částicový systém a XPresso; uvědomují si možnosti částicového systému, účinků vazby mezi objekty za pomoci XPressa a existenci vícera způsobů řešení konkrétního problému.

Rozvíjené klíčové kompetence

Kompetence k učení: vede žáka k experimentálnímu řešení zadání.

Kompetence k řešení problémů: vede žáky k práci s pojmy ve správném kontextu; nabádá žáky ke kreativnímu a samostatnému řešení úlohy, vede žáky k praktické správnosti řešení problémů.

Kompetence komunikativní: poskytuje žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení.

Organizace práce: individuální.

Výukové metody: *reproduktivní* – testování nově získaných poznatků, vědomostí a dovedností.

praktická – kreativní činnost žáků.

Materiály a pomůcky: Cinema 4D R11,5 a vyšší, vektorový editor.

DOPLŇUJÍCÍ TEORIE

Modelování

Modelování představuje proces, při němž vytváříme a upravujeme 3D model o určité geometrii s pomocí modelovacích nástrojů, transformace dat dle jednoduchých pravidel, nasnímaných dat nebo automatické tvorby. Téměř většina modelů má v trojrozměrném prostoru charakter tělesa, kromě skupin těles, jimiž jsou úsečky, části rovin nebo obecné plochy, které pozbývají třetího rozměru neboli hloubky. (13)

Částicový systém

Částicový systém užíváme k popisu objektů, jejichž tvar je příliš složitý nebo se mění takovým způsobem, že jej není možné definovat jako povrch a popsat pomocí běžných vizualizačních technik. (22) Mezi hlavní rozdíly částicového systému oproti běžným vizualizačním technikám patří:

- Objekt není definován hranicemi, ale objemem pomocí shluků jednoduchých částic.
- Částicový systém není statický, ale mění svou formu v čase.
- Vlastnosti částic nejsou určeny přesně, neboť jsou často používány určité náhodnosti.

Z toho plynou následující výhody:

- Za stejný výpočetní čas lze vytvořit i složitou scénu v závislosti na vstupním parametru.
- Objekty lze razantně a jednoduše měnit v čase.
- Částicový systém je založený na fyzikálních modelech.

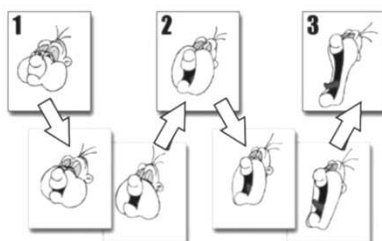
Sketch and Toon

Sketch and Toon představuje modul určený, např. k tvorbě "skicované" architektonické scény. Nástroje Sketch and Toon jsou zcela závislé na správném osvětlení scény a zarovnání polygonů v rámci svých normál směrem "ven" z modelu.

Animace

Animace z latinského slova „anima“ neboli oživení, představuje optický klam vytvořený kontinuálním sledem statických obrázků. Kontinuálního sledu dosahujeme s tzv. klíčováním neboli

tvorbou klíčových snímků, respektive záznamem klíčových parametrů, mezi kterými později program dopočítává interpolaci hodnot. (16)



Obr. 10: Klíčové snímky - 1,2,3 a doplňující - ostatní.

Gradientní obrázek

Obrázek, který tvoří výplň z šedých tónů se spojitým přechodem. V praxi vektorové programy nabízí absolutní výplň a několik vzorů, u kterých lze nastavit směr či styl gradace.



Obr. 11: Gradientní text.

XPresso

XPresso představuje vizuální programování nástroj určený k provázání objektů a tvorbě závislosti mezi nimi. Zpravidla ostraňuje nutnost explicitního kódování.

Doporučená literatura

Animation (XPresso)

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r9/docs/xpressotut_e.pdf>.

BABB, P. Thinking Particles

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r9/docs/manual_tp_9.0_us.pdf>.

BABB, P. Cinema 4D Release 9: Sketch and Toon.

Dostupné z WWW: <http://http.maxon.net/pub/r9/docs/manual_sketch_9.0_us.pdf>.

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Částicový systém: užíváme k popisu objektů, jejichž tvar je příliš složitý nebo se mění takovým způsobem, že jej není možné definovat jako povrch a popsat pomocí běžných vizualizačních technik.

XPresso: představuje vizuální programování nástroj určený k provázání objektů a tvorbě závislosti mezi nimi. Zpravidla ostraňuje nutnost explicitního kódování.

Upozorněte žáky na možnost využití všech dostupných zdrojů při snaze vysvětlit výše zadané pojmy. Na základě vyhodnocení získaných poznatků formou dotazování se žákům pokuste podrobněji představit částicový systém a princip animace. Snažte se především nastínit princip modelování a spolu s tím upozornit na rozdíly mezi částicovým systémem a běžnými technikami využívanými k modelování.

ZADÁNÍ

I.

Vytvořte animaci postupného vykreslování scény pomocí Vámi zvolených nástrojů. Užijte veškerých dostupných zdrojů!

Poskytněte žákům dostatek prostoru k formulaci vlastního řešení, neboť právě tím testujete dosud nově získané poznatky a sledujete žáky v jejich kreativním a samotném hledání nového postupu řešení s užitím veškerých dostupných zdrojů, např. www.youtube.com, www.cineversity.com, www.tutorialized.com, atp. S ohledem na složitost je časové rozpětí úlohy stanoveno zhruba na 15 minut.

Vyhodnocení

Žáci předvedou své výtvořky a zhodnotí je spolu s ostatními. Spolu s tím poskytnou postup řešení pro ostatní.

Na praktickém příkladu prezentujte vykreslování pomocí nástrojů Sketch and Toon, např. dle postupu uvedeného ve video snímku SketchToon.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videa. Upozorněte žáky, že k vykreslování lze využít i částicového systému. Na praktickém příkladu se pokuste nastínit princip vykreslování pomocí částicového systému s využitím XPressa,

např. dle postupu uvedeného ve video snímku Castice.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videá.

Tip

K motivaci žáků prezentujte video snímek SketchToon_V.avi zachycující postupné vykreslování scény ještě před vypracováním zadání první úlohy. Video snímek je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videá.

II.

Vytvořte gradientní obrázek v dostupném vektorovém editoru. Následně vykreslete tento obrázek pomocí částic dle praktického příkladu prezentovaného vyučujícím. Užijte veškerých dostupných zdrojů ke zjištění způsobu tvorby gradientního obrázku!

Nejprve za použití dostupného vektorového editoru vytvořte spolu s žáky gradientní obrázek. Upozorněte žáky, že čím zajímavější je obrázek, tím pozoruhodnější bude i jeho vyobrazení pomocí částic. Dále prezentujte na praktickém příkladu vykreslování gradientního obrázku pomocí částicového systému s využitím XPressa, např. dle postupu uvedeného ve video snímku VykreslovaniC.avi, který je k dispozici na přiloženém CD ve složce Videá.

Vyhodnocení

Žáci předvedou své výtvořky a zhodnotí je spolu s ostatními.

Závěrečné ucelení poznatků

Na závěr se žáky snažte znovu upozornit na rozdíly mezi částicovým systémem a běžnými vizualizačními technikami využívanými k modelování.

PRACOVNÍ LIST č. 3

HRÁTKY S ČÁSTICEMI

TEORIE

Vysvětlete následující pojmy:

Částicový systém: _____

XPresso: _____

Užijte veškerých dostupných zdrojů!

ZADÁNÍ

I.

Vytvořte animaci postupného vykreslování scény pomocí Vámi zvolených nástrojů. Užijte veškerých dostupných zdrojů!

II.

Vytvořte gradientní obrázek v dostupném vektorovém editoru. Následně vykreslete tento obrázek pomocí částic dle praktického příkladu prezentovaného vyučujícím. Užijte veškerých dostupných zdrojů ke zjištění způsobu tvorby gradientního obrázku!

4. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala vytvořením metodických a pracovních na podporu výuky 3D počítačové grafiky a to především v reakci na současný „boom“ 3D technologií, které čím dál více pronikají do našeho běžného života a tím pádem i do škol.

Cílem práce bylo vymezit teoretický rámec a následně podle něj vytvořit metodické a pracovní listy s podpurným metodickým materiálem. První cíl spočíval ve studiu problematiky tvořivých úloh, které poukázalo na to, že tvořivé úlohy mají odchylky, které je odlišují od běžných deterministických úloh a při didaktických analýzách potřebných k jejich tvorbě, vyžadují odlišný přístup. Jeden z možných přístupů nabídl konceptová analýza. Tím byl tzv. vstřícný model kurikula založený na přípravě úloh dle námětů, které v praxi i přes jejich jednoduchou podobu mívají složitou obsahovou strukturu. Tento přístup poukázal především na to, že se nelze omezovat pouze na vnější hodnocení námětu, nýbrž je třeba ho srovnávat s jinými návrhy stejného typu s ohledem na věkovou skupinu.

Druhý cíl spočíval v tvorbě tvořivých úloh, které obsahují metodické a pracovní listy na téma **tvorba a animace textu, modelování pomocí textur a kreslení s částicovým systémem**. Ke každému tématu byly vždy vypracovány metodické materiály, které by měli posloužit jako podpora pro učitele při výuce. Při tvorbě tvořivých úloh, byla především zohledněna míra obsažnosti, tvůrčí originality a orientace na žáka ke stanovení jejich kvality.

Porovnáme-li v současné době metodické a pracovní listy využívané přímo při vyučování s listy vytvořenými v této práci, lze vyzorovat, že jejich rozdíly vychází z rozdílů mezi tvořivými úlohami. Ty se vyskytují především v obsažnosti, integritě, inovativnosti, přiměřenosti a kurikulárním normativismu.

Jelikož metodické a pracovní listy doposud nebyly ověřeny přímo při vyučování, je obtížné hodnotit jejich kvalitu a využitelnost. Práci je možné dále rozvíjet jak do šířky, přidáváním nových metodických a pracovních listů, tak i do hloubky, zaměřením se na složitější a komplexnější zadání tvořivých úloh.

Použité programy

Seznam programů

1. BB FlashBack (zachytávání obrazového materiálu)
2. Cinema 4D (vytváření podkladů a všech 3D scén)
3. Corel PhotoPaint (vytváření a úprava ilustrací pro tuto práci)
4. Corel VideoStudio Pro (střih a editace video materiálu)
5. Microsoft Office (psaní textu práce)

Prameny

Seznam literatury

1. HOUŠKA, T. *Paměť*. [online]. 2007, [cit. 2011-06-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.mojeskola.net/skolahrou/page0011.php>>.
2. PRŮCHA, J; WALTEROVÁ, E; MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Vyd. 3. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-579-2.
3. PASCH, M, et al. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině: jak pracovat s kurikulem*. Vyd. 1. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-127-4.
4. KALHOUS, Z, et al. *Školní didaktika*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
5. NIKL, J. *Metody projektování učebních úloh*. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-230-5.
6. ŠVEC, V; FILOVÁ, H; ŠIMONÍK, O. *Praktikum didaktických dovedností*. Vyd. 1. Brno: Masarykova univerzita, 1996. ISBN 80-210-1365-6.
7. RAKOUŠOVÁ, A. *Integrace obsahu vyučování*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2529-1.
8. SMETANOVÁ, R. *Analýza učebních úloh ve výuce zeměpisu na ZŠ*. Brno, 2010. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
9. SLAVÍK, J; DYTRTOVÁ, K.; HAJDUŠKOVÁ, L. *Konceptová analýza tvořivých úloh (se zaměřením na výtvarnou výchovu a příbuzné umělecké obory)*. In SVATOŠ, T.; DOLEŽALOVÁ, J. ed. *Pedagogický výzkum jako podpora současné školy*. Hradec Králové: GAUDEAMUS, Univerzita Hradec Králové, 2008. ISBN 978-80-7041-287-9.
10. OBRDLÍKOVÁ, S. *Motivace a tvořivost ve výuce*. Brno, 2006. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Institut mezioborových studií Brno.
11. SLAVÍK, J. *Didaktická operacionalizace pojmů v tvůrčí činnosti žáků a v její reflexi jako problém konstruktivistického vzdělávání učitelů*. [online]. [s. l.], 2008. Vstupní studie. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. Dostupné z WWW: <<http://ucitel.pdf.cuni.cz/download/slavik.rtf>>.

12. ŽALUDOVÁ, L. *Prostorové zobrazování - software*. [s. 1.]. 2010. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta.
13. TIŠNOVSKÝ, P. *Způsoby popisu prostorových objektů v POV-Rayi*. [online]. 2008, [cit. 2010-12-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/zpusoby-popisu-prostorovych-objektu-v-pov-rayi/>>.
14. TIŠNOVSKÝ, P. *Zobrazení objemových dat v POV-Rayi*. [online]. 2008, [cit. 2010-12-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/zobrazeni-objemovych-dat-v-pov-rayi/>>.
15. STRACHOTA, P. *Procedurální modelování*. [online]. [s. 1.], 2011. Prezentace. FJFI ČVUT v Praze. Dostupné z WWW: <http://saint-paul.fjfi.cvut.cz/base/public-filesystem/admin-upload/POGR/POGR2/06.proceduralni_modelovani.pdf>.
16. BABB, P. *Cinema 4D Release 6, Referenční návody*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0001-4.
17. STRACHOTA, P. *Mapování textur*. [online]. [s. 1.], 2010. Prezentace. FJFI ČVUT v Praze. Dostupné z WWW: <http://saint-paul.fjfi.cvut.cz/base/public-filesystem/admin-upload/POGR/POGR2/11.mapovani_textur.pdf>.
18. SOUKUP, M. *Zaklínač - Proces Tvorby postav*. [online]. 2007, [cit. 2010-11-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.3dsoftware.cz/3dportal/clanek.aspx?id=972>>.
19. ZOCH, P. *Normálové mapy pro všechny, první díl*. [online]. 2006, [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.3dsoftware.cz/3dportal/clanek.aspx?id=487>>.
20. MAILAO. *Bump map, normal map, displacement map, parallax map*. [online]. 2010, [cit. 2011-03-12]. Dostupný z WWW: <http://blog.sina.com.cn/s/blog_60021d3e0100h37i.html>.
21. *Cinema 4D: Lights and shadows - světla a stíny*. [online]. [s. 1.]. Neuvedeno. Prezentace. VUT v Brně, FSI. Dostupné z WWW: <<http://old.uk.fme.vutbr.cz/kestazeni/YPZ/Cinema4D-3.pdf>>.
22. BÁRTA, J. *Částicové systémy*. [online]. [s. 1.]. 2005. Semestrální práce. ZU v Plzni, Fakulta aplikovaných věd. Dostupné z WWW: <<http://num.kma.zcu.cz/galerie/MM-prace/Galerie%20MM%202006/Barta-%20Casticove%20Systemy.pdf>>.

Přílohy

Seznam příloh

Příloha A: CD

Příloha B: Schéma významového rozvinutí jádra tvořivé úlohy.

Příloha C: Zařazení programů do konkrétní kategorie

Příloha D: Vymezení programů dle způsobu modelování.

Příloha E: Vymezení programů dle metody zobrazování..

Příloha F: Hodnocení 3D grafických programů.

Příloha G: Cinema 4D R12 a její editační prostředí /dostupné na přiloženém CD/

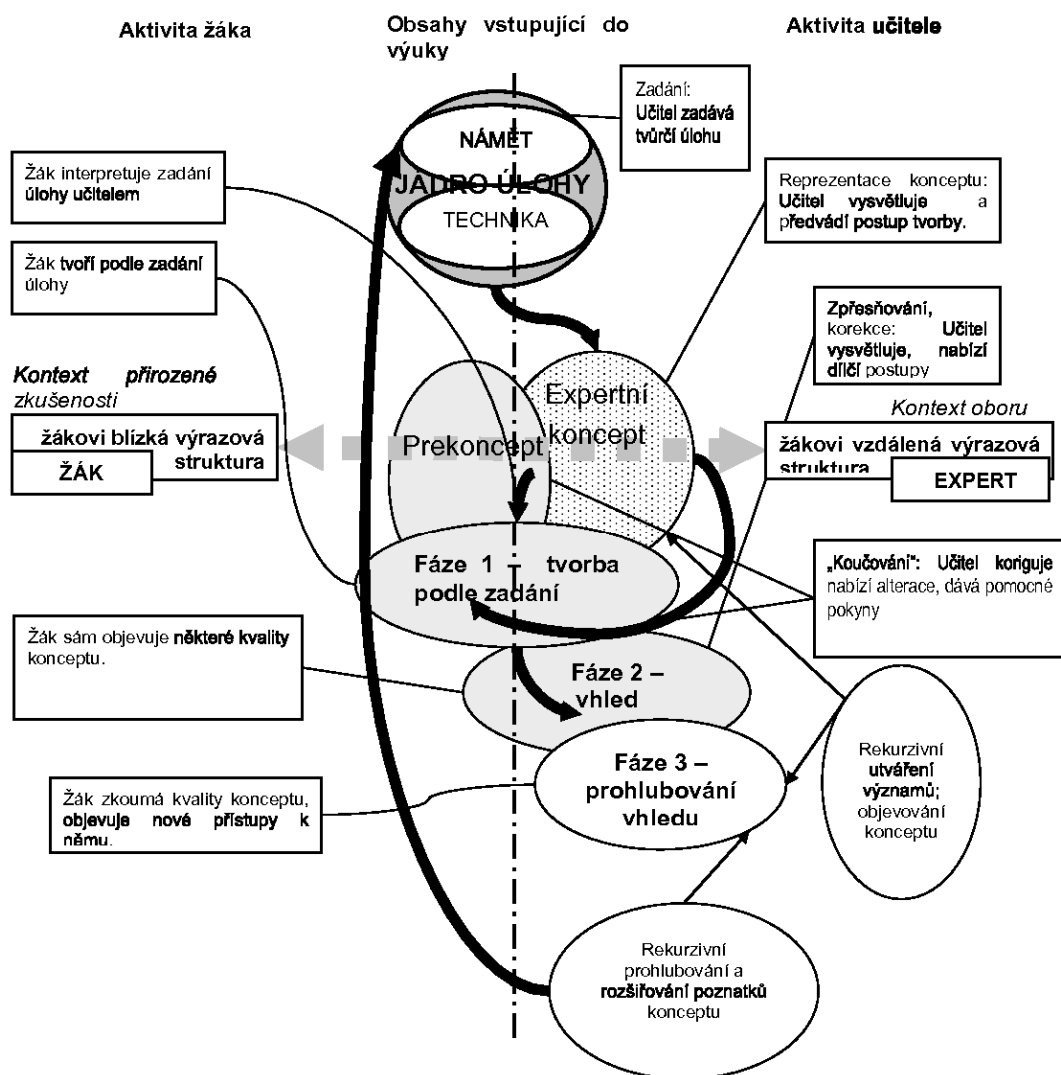
Příloha A

Přiložené CD obsahuje tyto složky:

- PDF -- text práce včetně literárních příloh v PDF formátu
- 3D scény -- 3D scény potřebné k práci s metodickými listy ve formátu C4D
- Podklady -- podklady potřebné k práci s metodickými listy ve formátu JPG a B3D
- Videá -- video snímky zachycující postup či výsledek tvorby jednotlivých zadání
- Zdroje -- adresy zdrojů externích podkladů využitých při vytváření této práce

Příloha B

Schéma významového rozvinutí jádra tvořivé úlohy.



(8, upravil Radek Dostál, 2011)

Příloha C

Zařazení programů do konkrétní kategorie

	Editor	Vizualizátor	Simulator
3D-doctor		✓	
3D-Coat	✓	✓	
3D dental			✓
3D studio Max	✓	✓	
3DNA desktop		✓	
Abisplan 3D	✓		
Abisphotostudio		✓	
Amapi 3D	✓		
Amira		✓	
Arcon	✓	✓	
Archicad	✓	✓	
Art of Illusion	✓	✓	
Artlantis		✓	
Autocad	✓	✓	
Avizo		✓	
Blender	✓	✓	
Biodigital			✓
Carrara	✓	✓	
Catia	✓	✓	
Cinema 4D	✓	✓	
Cyber-Science 3D		✓	
Flightgear			✓
Inventor	✓		
Google Earth			✓
Hexagon	✓		
Houdini	✓	✓	
Human-anatomy		✓	

	Editor	Vizualizátor	Simulátor
Lapsim			✓
Lightwave 3D	✓	✓	
Maya	✓	✓	
Microstation V8	✓	✓	
Modo	✓	✓	
Mudbox	✓	✓	
PRO100	✓	✓	
Prosteel 3D	✓		
Rhinoceros	✓	✓	
Rovsim O&G			✓
SEP Base			✓
SEP Ectopic pregn.			✓
SEP Cholecystect.			✓
SEP Robot			✓
Sketchup	✓		
Softimage	✓	✓	
Solid Edge	✓	✓	
Solidworks	✓	✓	
Truss 3D		✓	
V3D Calcium Scor.		✓	
V3D Colon			✓
V3D Explorer		✓	
V3D Vascular		✓	
Varicad	✓	✓	
Viskon	✓	✓	
Vue 7	✓	✓	
Zbrush	✓	✓	

Příloha D

Dělení programů dle způsobu modelování

	Polygonální	NURBS	Sculpting	Subdivision
3D Coat	✓	x	✓	x
3Ds Max	✓	✓		✓
Abisplan 3D	✓	x	x	x
Amapi 3D	✓	✓	x	x
ArCon	✓			
ArchiCAD	✓	✓	x	
Art of Illuision	✓	x		✓
AutoCAD	✓	✓	x	
Blender	✓	✓	✓	✓
Carrara	✓	x		✓
Catia	✓	✓	✓	✓
Cinema 4D	✓	✓		✓
Inventor	✓	✓	x	
Hexagon	✓	x	✓	✓
Houdini	✓	✓		✓
LightWave 3D	✓	x		✓

	Polygonální	NURBS	Sculpting	Subdivision
Maya	✓	✓		✓
Microstation V8	✓		x	x
Modo	✓	x	✓	✓
MudBox	✓		✓	
PRO100	✓		x	
ProSteel 3D	✓		x	x
Rhinoceros	✓	✓	x	✓
SketchUp	✓		x	
Softimage	✓	✓		✓
Solid Edge	✓	x	x	
SolidWorks	✓		x	
VariCAD	✓	✓	x	
VisKon	✓		x	x
Vue 7	✓			
ZBrush	✓	x	✓	✓

(12, upravil Radek Dostál, 2011)

Tabulka předkládá podporované způsoby modelování jednotlivými programy. Křížek značí, že způsob není podporován a prázdná buňka, že se nepodařilo zjistit zdali tento způsob program podporuje

Příloha E

Dělení programů dle metody zobrazování

	Rasterizace	Raytracing	Raycasting	Radiozita
3D-Doctor		✓	✓	
3D Coat			✓	
3Ds Max		✓		✓
3DNA Desktop		✓		
Abisphotostudio		✓		
Amira				
ArCon		✓		
ArchiCAD		✓		✓
Art of Illusion	✓	✓		
Artlantis		✓		✓
AutoCAD		✓		✓
Avizo				
Blender		✓		✓
Carrara		✓		
Catia		✓		✓
Cinema 4D		✓		
Cyber-science	vlastní patent			
Houdini		✓		
Human-anatomy	vlastní patent			

	Rasterizace	Raytracing	Raycasting	Radiozita
LightWave 3D		✓		✓
Maya		✓		✓
Microstation V8		✓		✓
Modo		✓		
MudBox		✓		
PRO100				
Rhinoceros		✓		✓
Softimage		✓		
Solid Edge		✓		
SolidWorks		✓		
Truss3D				
V3D Calcium	vlastní patent			
V3D Explorer	vlastní patent			
V3D Vascular	vlastní patent			
VariCAD		✓		✓
VisKon				
Vue 7		✓		
ZBrush			✓	

(12, upravil Radek Dostál, 2011)

Tabulka předkládá podporované metody zobrazování jednotlivými programy. Prázdný řádek značí, že se nepodařilo zjistit, zdali tuto metodu program podporuje.

Příloha F

Hodnocení 3D grafických programů

Název programu	Vývojářská společnost	Oblast tvorby			Podpora OS		
		Modelování	Animace	Vizualizace	Windows	Mac	Linux a ostatní
3D Coat	Andrew Shpagin	-		-	✓	-	-
3D Studio Max	Autodesk Inc.	✓	✓	✓	✓	-	-
ArCon	ArCon (planTEK)	-	✓	✓	✓	-	✓
ArchiCAD	Graphisoft R-D Zrt	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Art of Illusion	Peter Eastman	-	✓	✓	✓	✓	✓
AutoCAD	Autodesk Inc.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Blender	BlenderNation	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Carrara	DAZ Productions, Inc	-	✓	✓	✓	✓	-
Catia	Dassault Systèmes	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cinema 4D	Maxon Computer GmbH.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Houdini	Side Effects Software Inc.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cheetah3D	Martin Wengenmayer	✓	✓	-	-	✓	-

- / ✓

Ne / splňuje zadaný požadavek

Prázdná buňka

Nepodařilo se ověřit dílčí kritérium požadavku.

Hodnocení 3D grafických programů

Název programu	Vývojářská společnost	Oblast tvorby			Podpora OS		
		Modelování	Animace	Vizualizace	Windows	Mac	Ostatní
LightWave 3D	NewTek	-	✓	✓	✓	✓	-
Maya	Autodesk Inc.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Microstation V8	Bentley Systems Inc.	-	✓	✓	✓	-	-
Modo	Luxology LLC.	-	✓	✓	✓	✓	-
MudBox	Autodesk Inc.	-	✓	✓	✓	✓	✓
Rhinoceros	Robert McNeel & Associates	✓	-	-	✓	✓	✓
Softimage	Autodesk Inc.	✓	✓	✓	✓	-	✓
Solid Edge	Siemens PLM Software	-	✓	✓	✓	-	-
Solid Works	Siemens PLM Software	-	✓	✓	✓	-	-
VariCAD	SolidWorks Corp.	✓	✓	✓	✓	-	✓
VisKon	Viscom Software Company	-	✓	✓	✓	✓	-
Vue	E-On Software, Inc.	-	✓	✓	✓	✓	-
ZBrush	Pixologic, Inc.	✓	✓	-	✓	✓	-

- / ✓

Ne / splňuje zadaný požadavek

Prázdná buňka

Nepodařilo se ověřit dílčí kritérium požadavku.