

Využití počítačové grafiky ve filmovém průmyslu

Using Computer Graphics in the Film Industry

Bc. Veronika Bártová

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika BÁRTOVÁ**
Osobní číslo: **A08456**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Využití 3D počítačové grafiky ve filmovém průmyslu**

Zásady pro vypracování:

1. **Popište teorii tvorby počítačové animace.**
2. **Seznamte se s grafickými programy, které se používají ve filmovém průmyslu.**
3. **Blíže specifikujte prostředí vybraných grafických aplikací, které použijete při vytváření výsledné animace.**
4. **Za pomoci vybraných programů vytvořte komplexní počítačovou animaci.**
5. **V práci popište postup tvorby této animace včetně 3D grafických modelů.**
6. **Veškeré vytvořené zdrojové soubory umístěte v elektronické podobě do přílohy diplomové práce na CD.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **KERLOW, Isaac V.** The Art of 3D Computer Animation And Effects. 3rd edition. New Jersey : John Wiley & Son, 2004. 464 s. ISBN 0-471-43036-6.
2. **TEREZA, Flexman.** Character Modeling and Animation : Principles and Practices. 1st edition. United States of America : Thomson Course Technology, 2008. 450 s. ISBN 978-1-58450-556-3.
3. **SULLIVAN, Karen, GARZ, Schumer, KATE, Alexander.** Ideas for the Animated Short : Finding and Building Stories. Oxford : Focal Press, 2008. 265 s. ISBN 978-0-240-80860-4.
4. **JONES, Angie, OLIFF, Jamie.** Thinking Animation : Bridging the Gap Between 2D and CG. United States of America : Thomson Course Technology, 2007. 368 s. ISBN 978-1-59863-260-6.
5. **PARENT, Rick.** Computer Animation : Algorithms and Techniques. 1st edition. United States of America : Morgan Kaufman Publisher, 2002. 564 s. ISBN 1-55860-579-7.
6. **RAHAM, Endrew.** Game Art Complete : All-In-One: Learn Maya, 3ds Max, ZBrush, and Photoshop Winning Techniques. 1st edition. Oxford : Kindle Edition, 2009. 624 s. ISBN 978-0-240-81147-5.
7. **KUNDERT GIBBS, John, et al.** Mastering Maya 8.5. 1st edition. Indianapolis, Indiana : Wiley Publishing, 2007. 883 s. ISBN 978-0-470-12845-9.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Pokorný, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

8. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je vytvoření krátkého animovaného snímku s využitím 3D grafických technik. Animace bude vytvořena ve vybraném 3D grafickém prostředí. Teoretická část práce bude zaměřena zejména na animační pipeline z pohledu filmového průmyslu a na filmovou produkci velkých filmových studií. V praktické části bude vytvořen několikaminutový animovaný snímek s využitím 3D grafiky.

Klíčová slova: 3D, grafika, grafické techniky, animační pipeline, filmový průmysl, filmová studia, Maya

ABSTRACT

The aim of this thesis is to create a short animation using 3D graphic techniques. The animation will be created in the selected 3D graphical environment. The theoretical part of the thesis will be mainly focused on the animation pipeline of the film industry and film production of the major film studios. In the practical part of the thesis will be created short animation using 3D graphics.

Keywords: 3D, graphics, graphic techniques, animation pipeline, film industry, film studios, Maya

Chtěla bych zde poděkovat především vedoucímu diplomové práce, Ing. Pavlu Pokornému Ph.D, za odborné vedení diplomové práce, hodnotné připomínky a rady. Dále bych ráda poděkovala své rodině a příteli, za jejich velkou podporu a trpělivost nejen při psaní diplomové práce, ale také v průběhu celého studia.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.
V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ÚVOD DO 3D	12
1.1 HISTORIE 3D – OD POČÁTKU DO SOUČASNOSTI	13
1.1.1 Grafika 70. let 20. století	13
1.1.2 Grafika 80. let 20. století	15
1.1.3 Grafika od roku 1990 do roku 1999	17
1.1.3.1 První polovina 90. let	17
1.1.3.2 Druhá polovina 90. let	19
1.1.4 Grafika od roku 2000 do současnosti	20
2 ANIMACE	25
2.1 ROZSAH ANIMACE	25
2.2 DRUHY ANIMACE	26
2.2.1 Ručně kreslená animace	26
2.2.2 Stop-Motion	27
2.2.3 Robotické modely (Animatronics)	27
2.2.4 Digitální loutkářství	27
2.2.5 Speciální efekty	28
2.3 TVORBA ANIMACE - FILMOVÝ PROCES	28
2.3.1 Složení týmu velkých a malých projektů	28
2.3.2 Filmová předprodukce	30
2.3.2.1 Programy filmové předprodukce	30
2.3.3 Filmová produkce	32
2.3.3.1 Programy filmové produkce	33
2.3.4 Filmová postprodukce	38
2.3.4.1 Programy pro filmovou post-produkci	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
3 VYTVÁŘENÍ 3D ANIMACE	41
3.1 TVORBA HLAVNÍHO DOMU	41
3.1.1 Modelování domu	41
3.1.2 Materiály hlavního domu	44
3.2 TVORBA DOMŮ V ULICI	48
3.3 TVORBA PROSTŘEDÍ ULICE	49
3.4 CELKOVÉ NASTAVENÍ SCÉNY	50
3.5 VYTVÁŘENÍ POSTAV	52
3.5.1 Modelování postav	52
3.5.2 Postavy – materiály	56
3.5.3 Riggování postav	59
3.5.4 Animace	65
3.6 RENDER	66
3.7 FINÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ ANIMACE	67
ZÁVĚR	68
CONCLUSION	70

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	71
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	73
SEZNAM OBRÁZKŮ	74
SEZNAM PŘÍLOH.....	77

ÚVOD

V současnosti se setkáváme s počítačovou grafikou téměř ve všech oblastech našeho života. Provází nás v práci při používání různých aplikací (Microsoft Word, Microsoft Excel, Photoshop atp.), ve volném čase při brouzdání na internetu, při sledování filmů nebo třeba i při používání mobilních telefonů.

Počítačová grafika je oborem informatiky, který se zabývá nejen vytvářením uměleckých obrazů, ale také úpravou zobrazitelných a prostorových informací pomocí počítače. Za tvůrce slovního spojení "počítačová grafika" je považován designér společnosti Boeing William Fetter. Obrazy jsou v počítačové grafice vytvářeny buď od úplného počátku modelováním nebo následnou úpravou - transformací, rasterizací, stínováním atp.

Stejně jako i jiné oblasti lidské činnosti také počítačová grafika prošla velmi razantním vývojem, který byl ovlivněn především rozvojem dostupné počítačové technologie. V úplných začátcích byl vývoj grafiky podporován hlavně vládou a armádou, ale postupem času si našla uplatnění také v komerční sféře, a to především v oblasti filmu, lékařství, herním průmyslu atd. Vývoj počítačové grafiky v průběhu let postoupil od prvotní textové grafiky k současnému vysokému rozlišení, od vektorových displejů k rastrovým, od 2D k 3D a vývoj stále pokračuje směrem kupředu.

Obor počítačové grafiky dnes pod sebou zahrnuje širokou oblast uměleckých činností od 3D modelování, 3D renderování v reálném čase, počítačové animace, úpravy videa, střih až po editování obrázků a fotografií, tvorbu webové grafiky, tvorbu uživatelského rozhraní různých programů.

V současnosti existuje řada velmi kvalitních grafických programů, které se liší svou cenou a především svými možnostmi. Pro 3D grafiku to jsou např. programy *Maya*, *3ds Max*, *Cinema 4D*, *Poser* nebo *XSI*. Tyto programy jsou využívány hlavně velkými filmovými studii, především díky jejich vysoké ceně. Mezi 3D grafickými softwary však najdeme také velmi kvalitní programy, které jsou zdarma. Díky svým vlastnostem se řada těchto programů dostala na úplnou špičku v 3D - mezi tyto programy patří např. open source program Blender.

Cílem této diplomové práce bylo seznámit se s principy tvorby počítačové animace a různými grafickými programy využívanými ve filmovém průmyslu. Na základě těchto principů byla realizována komplexní 3D animace, pro níž byla vytvořena řada 3D modelů od postav až po modely domů. Postavy mají nariggovánu funkční kostru, která umožňuje nejen jejich pohyb, ale také nastavení grimas obličeje.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO 3D

Více než, kdy dříve jsou počítače nedílnou součástí našich životů. Počítačovou techniku najdeme téměř na každém kroku – řídí tok informací, kontrolují spotřebu paliva v automobilech, řídí chod lékařských přístrojů, umožňují nastavení digitálních fotoaparátů a videokamer, vizualizaci různých průmyslových pochodů atp.

Vývoj informačních technologií razantně ovlivnil také celkovou produkci a tvorbu grafiky. Dnes si jen těžko představíme, že teprve před pár lety byly veškeré animace a efekty vytvářeny pouze ručně bez využití počítačů. V současnosti se tvorba grafiky a produkce bez využití informačních technologií téměř neobejde. [2]

Obor počítačové grafiky můžeme rozdělit na dvě velké oblasti, a to na 2D a 3D grafiku. 2D grafika se dále podle způsobu práce s obrazovými informacemi dělí na *vektorovou* a *rastrovou* grafiku.

Rastrová grafika využívá jako svůj základ síť pixelů, která je organizována do matice bodů. Pro každý pixel jsou uloženy specifické informace – jeho barva, jas, průhlednost atp. Obrázek v rastrové grafice má omezené rozlišení, které je dáno počtem řádků a sloupců. [9] Jako příklad rastrové grafiky můžeme brát klasickou fotografii.

Naopak *vektorová grafika* ukládá přesná geometrická data, jako jsou souřadnice jednotlivých bodů, propojení mezi těmito body – křivky, úsečky a výplň. Vektorové grafice je velmi podobná právě 3D grafika, ta taky pracuje s přesnými souřadnicemi bodů, hran a ploch. Data jsou, ale uložena v trojrozměrném kartézském souřadnicovém systému. Z vytvořených 3D dat jsou následně renderem vytvořeny 2D scény nebo animace.[10]



Obr. 1. Rozdíl mezi 2D a 3D grafikou

3D grafika umožňuje grafikům vytvářet velmi kvalitní 2D obrázky, a to díky využití simulace různých světelných a optických jevů. Tato nastavení umožňují vytváření realisticky vypadajících stínů, odrazů a lomů světla. Většina grafických programů dále nabízí možnost modelování realisticky vypadajících animací látek, tekutin, vlasů atp. [10]

1.1 Historie 3D – od počátku do současnosti

V průběhu šedesátých let minulého století považovala většina umělců a kritiků počítačovou technologii za nevhodnou pro vytváření něčeho hodnotného jako bylo umění (grafika). Mnoho umělců odmítalo tuto technologii až do okamžiku, kdy se ji naučili používat a poznali, jaké výhody jim nabízí. Někteří se dokonce obávali, že je nový vynález nahradí a nazývali počítače jako „Děblův vynález“[2].

Informační technologie se pro tvorbu grafiky používali již od roku 1950, ale první ryze umělecké pokusy se uskutečnily až v 60. letech. V tomto období, ale ještě neexistovala specializovaná grafická studia jako dnes, proto většina tehdejších tvůrců využívala tzv. „Research laboratories“ - většina z nich stále vytvářela pouze 2D grafiku.

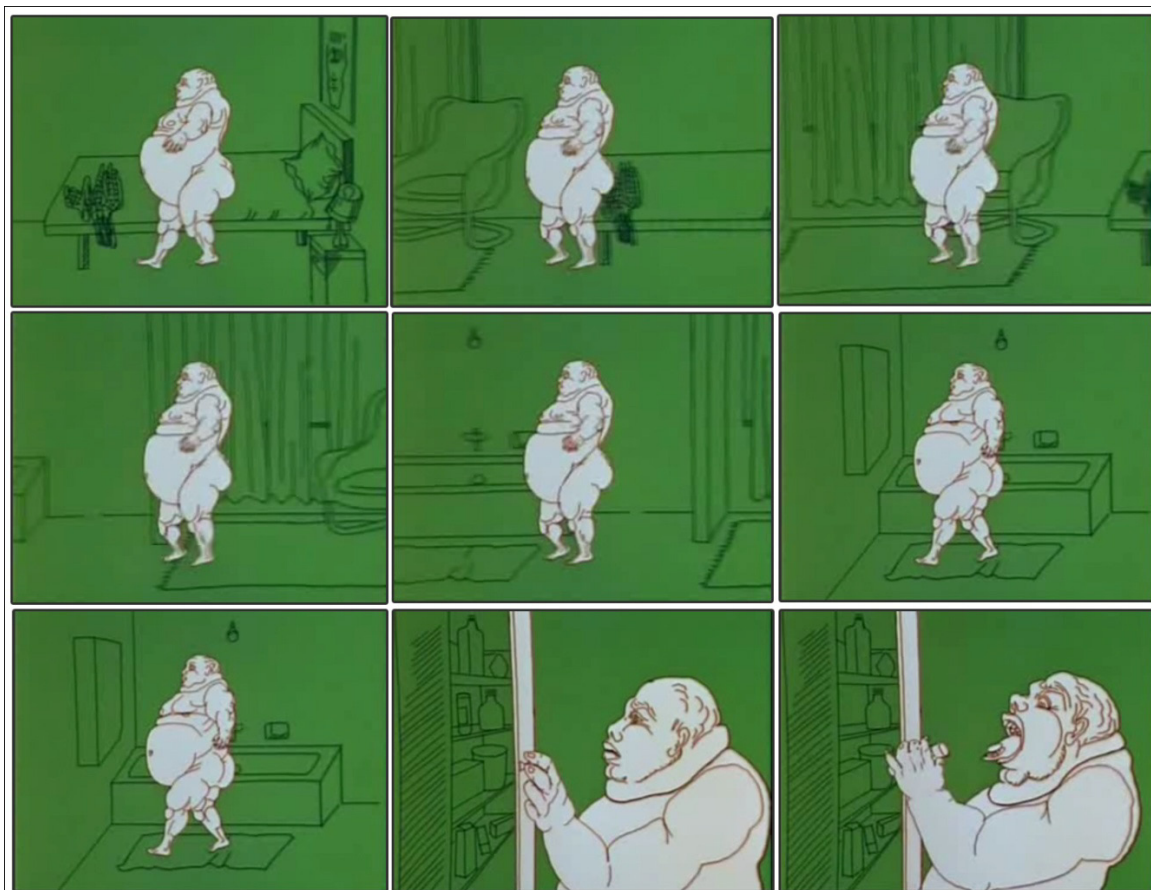
1.1.1 Grafika 70. let 20. století

Změna k lepšímu nastala až v 70. letech díky technologickému a také programovému vývoji počítačů. Počítačové animace se staly více flexibilními, ale stále jejich tvorba nebyla jednoduchá a proto ji využívalo jen minimum umělců. Jedním z prvních 3D grafických úspěchů byla animace *Voyager 2* vytvořená týmem laboratoře Jet Propulsion vedenou Jamesem Blinnem.[2]



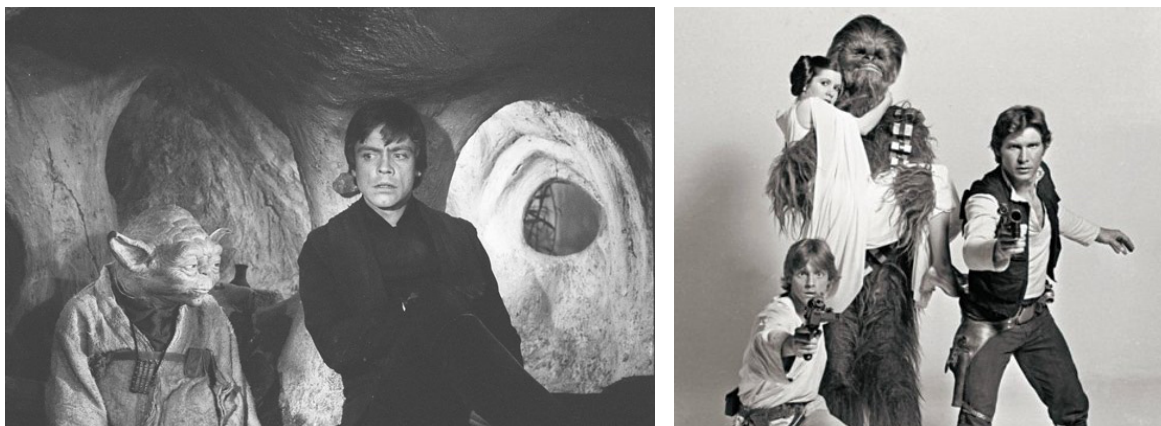
Obr. 2. Animace Voyager 2

Dalším dílem, které stojí za zmínku je animovaný film *Hunger*, který byl vytvořen Peterem Foldesem v roce 1974. Jedná se o první počítačem generovanou animaci, kdy byly vytvořeny pouze klíčové snímky. Tyto klíčové snímky následně propojil počítač pomocí metod morphingu.



Obr. 3. Klíčové snímky animace *Hunger*

O několik let později (v roce 1975) bylo založeno slavné studio George Lucase Industrial Light & Magic (ILM) pod záštitou Lucasfilms. Lucas založil studio ILM, poté co mu byl odsouhlasen mega projekt *Star Wars*. [2] Díky tomuto studiu v roce 1977 vznikl unikátní film, který přinesl na obrazovku dosud neznámé vizuální efekty. Na projektu *Star Wars* je dobře vidět vývoj tvorby triků od jednoduchých v prvních dílech ságy až po digitální v dílech posledních (Obr.4). [17]



Obr. 4. Star Wars George Lucas Films

1.1.2 Grafika 80. let 20. století

Osmdesátá léta přinesla v oblasti 3D grafiky několik výjimečných a vynikajících projektů. Tato skutečnost nastala díky rozvoji technologií, růstu trhu a také díky tomu, že na školách vznikly obory počítačové grafiky a animace. [2]

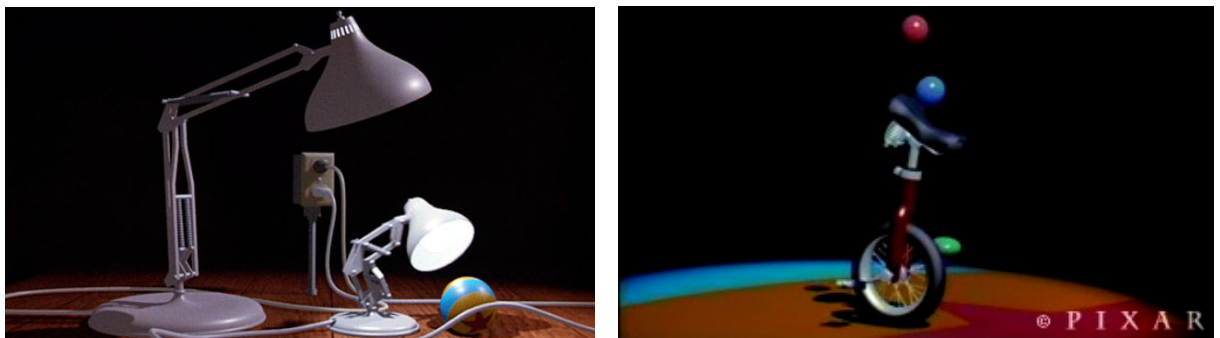
Jedním z výjimečných projektů, který byl v tomto období vytvořen je celovečerní film *TRON* z dílen Walt Disney Pictures. Ve filmu se objevuje více než dvacet minutová sekvence počítačové animace, zasazená do reálných záběrů. Ve své slavné filmové produkci pokračovalo také studio ILM George Lucase, které v tomto období vytvořilo dnes velmi známé a populární filmy jako *Impérium vrací úder* (1980), *Návrat Jediho* (1983), *Indiana Jones a chrám zkázy* (1984).[1]

Důležitým historickým milníkem bylo natočení filmu *Star Trek II: Khanův hněv*. Studio ILM vytvořilo pro Star Trek technologii, pomocí níž bylo možné simulovat kolizi modelů bez toho, aniž by reálné modely byly poškozeny. Pohyb kosmických lodí byl simulován za použití sledování Vistasion kamery - díky ní nebylo zapotřebí natáčet pohyb samotných modelů na modrém plátně. Dalším důležitým momentem, kdy bylo nutné využít počítačovou grafiku, byla bitva na lodi Nebula. Film *Star Trek* zahájil plnohodnotnou éru počítačové grafiky v celovečerních filmech.



Obr. 5. Záběr z filmu Star Trek: Khanův hněv

V průběhu 80. let se pomalu dostaly na výsluní také nově založená studia – Pacific Data Images (PDI) založené v roce 1980, Tippett Studios založené v roce 1983, Pixar založené v roce 1985 a další. Dnes velmi známé studio Pixar začínalo tvorbou krátkých filmů jako byly *Luxo Jr.* (1986), *Red's Dream* (1987) nebo *Tim Toy* (1988). Pixarovské projekty nejen že posunuly programovací jazyk RenderMan k hranicím svých možností, ale dokázaly to, že klasické metody animace mohou být aplikovány také na počítačovou grafiku.[2]



Obr. 6. Animace Luxo Jr. a Red's Dream

V polovině 80. let začíná s 3D technologií experimentovat Walt Disney, jedno z nejslavnějších animačních studií té doby. Prvním filmem, ve kterém technologii 3D Disney použil, byl animovaný film *Černý kotel*, který vyšel v roce 1985 - 3D zde bylo použito pro krátkou sekci letících světelných paprsků. Disney využíval 3D technologii i v dalších svých filmech, a to např. ve snímcích *Velký myší detektiv*, *Oliver a přátelé*. V

celém procesu se nejprve vymodeloval 3D objekt a ten se poté převedl do kreslené podoby tak, aby zapadal do konceptu animace.

1.1.3 Grafika od roku 1990 do roku 1999

Na počátku 90. let doznaly informační technologie významných změn. Rozměry počítačů se stále zmenšovaly a jejich výkonnost rostla stejně jako jejich obliba. Většina běžných uživatelských PC používala 32 bitové procesory, ty nejvýkonnější pracovní stanice i 64 bitové procesory. Jejich rychlost vzrostla na 400 až 500 MHz. Na konci 90. let také společnost Sony představila první HD video kameru, kterou využil např. James Lucas pro přetočení své trilogie *Hvězdných válek*. [2]

1.1.3.1 První polovina 90. let

Ve své slavné filmové produkci pokračuje studio Walt Disney, které přešlo od klasické tvorby k tvorbě digitální. V období 90. let vznikají filmy jako jsou *Kráska a zvíře* (1991), *Aladin* (1992), *Lví král* (1994). Ve svých filmech používá Disney 3D vytvořené prostředí, a to např. 3D taneční sál ve filmu *Kráska a zvíře*, organické povrchy s komplexními texturami pro *Aladinův* koberec, simulaci davu, stínů a ohně pro film *Lví král*.



Obr. 7. Scéna z filmu Aladin a Lví Král

V 90. letech se uplatnila počítačová grafika především v hraných filmech, kde po boku reálných postav vystupují postavy digitální. V roce 1995 byl natočen film *Casper*, v němž

hlavní roli ztvárnila první kompletně vytvořena digitální postava ducha Caspera. Počítačově vytvořená postava zde realisticky komunikuje s živými herci. Dalším kultovním filmem využívajícím vizuální efekty je *Terminátor II*. Jamese Camerona, v němž můžeme vidět vynikající 3D morphing, realistickou simulaci pohybu lidského těla a reálné odrazy v kovových blocích, kterými digitální postava prochází. [2]



Obr. 8. Digitálně vytvořená postava Terminátor II.

Za zmínku stojí také filmy *Batman se vrací* (1992), *Jumanji* (1995) a *Jurský park* (1993) Stevena Spielberga. Na tvorbě *Jurského parku* se podílelo studio ILM, které pro tento film vytvořilo systém inverzní kinematiky a svalový systém. S *Jurským parkem* zároveň na filmová plátna přichází první počítačově vytvořená fotorealistická zvířata (Obr. 9).



Obr. 9. Realisticky vytvořená 3D zvířata ve filmu Jurský park

Vliv počítačové grafiky můžeme v 90. letech vidět také v oblasti reklamy a vizualizace. 3D grafiku využila ve svém reklamním spotu např. *Coca-Cola* a *Listerine*, pro které vytvořilo spot studio Pixar.

1.1.3.2 Druhá polovina 90. let

Na poli 3D animované grafiky se v 90. letech uplatňují především 3 animátorská studia, a to studia Pixar, Dream Work's a Disney. V roce 1995 Pixar vytvořil první kompletně 3D animovaný celovečerní film *Toy Story*. O tři roky později následovaly další 3D animované filmy *Mravenec* (Dream Work's), *Život Brouka* (Pixar), *Mulan* (Disney), *Princ Egyptský* (Dream Work's). V tomto období vznikají také velmi populární krátké snímky *Geri's Game* (Pixar), *Bunny* (Blue Sky Studios). [2]



Obr. 10. Snímek z krátkého snímku Bunny

Na konci 90. let stále roste význam využití vizuálních efektů v hraném filmu. Jedním z neznámějších a zároveň nejúspěšnějších snímků, který v 90. letech vznikl, byl bezpochyby oscarový film režiséra Jamese Camerona *Titanic*. *Titanic* se zařadil k nejnákladnějším filmům ve světové kinematografii a tvůrcům vydělal více než 1.8 miliardy USD. Příběh filmu zpracovává katastrofu zaoceánské lodi z počátku 20. století a pro jeho natočení bylo použito více než 500 scén, které využívají vizuální efekty.[11]



Obr. 11. Snímek z filmu Titanic

James Cameron chtěl natočením Titanicu posunout hranice možností vizuálních efektů. Předchozí filmy byly točeny pomocí techniky *slow motion*, která nevypadala ve výsledku moc věrohodně. Každý snímek zde byl zachycen mnohem rychlejším tempem než byl následně přehrán ve filmu, objekt se poté ve scéně pohybuje pomaleji. [11], [2]

Cameron pro natočení filmu použil 14 a 20 m dlouhou miniaturu lodi - voda, kouř a další efekty byly přidány dodatečně pomocí počítačů. Pro scény situované do podpalubí lodi byla využita kombinace záběrů natočených miniatur a záběrů herců točených na zeleném plátně. Pro nebezpečné scény, při nichž by mohlo dojít ke zranění herců, byly aplikovány digitálně vytvořené postavy. [11]

V druhé polovině 90. let vznikly i další kvalitní filmy s vizuálními efekty. Kromě již zmíněného Titanicu zde patří např. film *Jumanji* (1995), *Godzilla* (1998), *Mumie* (1999), *Ztracený svět: Jurský park* (1997), kultovní film *Matrix* (1999), *Vodní svět* (1995).

1.1.4 Grafika od roku 2000 do současnosti

Po roce 2000 stále pokračuje vývoj informačních technologií, je zde snaha docílit co největšího výkonu a co nejmenších rozměrů PC. Dnes je prakticky standardem mít v počítači minimálně 1 až 2GB operační paměti. V nově vyráběných noteboocích vyšší třídy je dnes primárně 4 GB paměti a u stolních PC až 8 GB. Frekvence procesoru se zvýšila z prvotních 108 KHz na 3.33 GHz (4-jádrové).

V roce 2003 byl na trh uveden první 64 bitový procesor společnosti AMD pro PC, což přitáhlo značnou pozornost vývojářů softwaru a zanedlouho byla na trh uvedena 64 bitová verze renderu *Mental Ray*. V procesu produkce se začal díky své flexibilitě hojně využívat operační systém Linux.[2]

V období od roku 2000 do současnosti vznikla nebo byla zdokonalena řada digitálních kamer. V roce 2007 byla na trh uvedena kamera *Red One*, která umí natáčet v rozlišení 4096x2304 a získaná data ukládá přímo do flash paměti nebo na pevný disk. Základní cena těla kamery se pohybuje okolo 300 tisíc, a není v ní zahrnuta cena čočky a ani jiného potřebného příslušenství. O rok později byl oznámen formát o velikosti až do 28000 x 9334. [1]

V současnosti se bez použití vizuálních efektů neobejde téměř žádný hraný film, díky jejich vysoké kvalitě a poměrně snadné dostupnosti jsou dnes používány pro umocnění a podtržení děje - najdeme je např. ve filmech *Pianista* (2002), *Amélie* (2001), *Frida* (2002) – scény snu, *Americká krása* – zobrazení okvětních lístků, *Hannibal* – scéna, kdy Hannibal Lecter skalpuje svou oběť atp.[2]

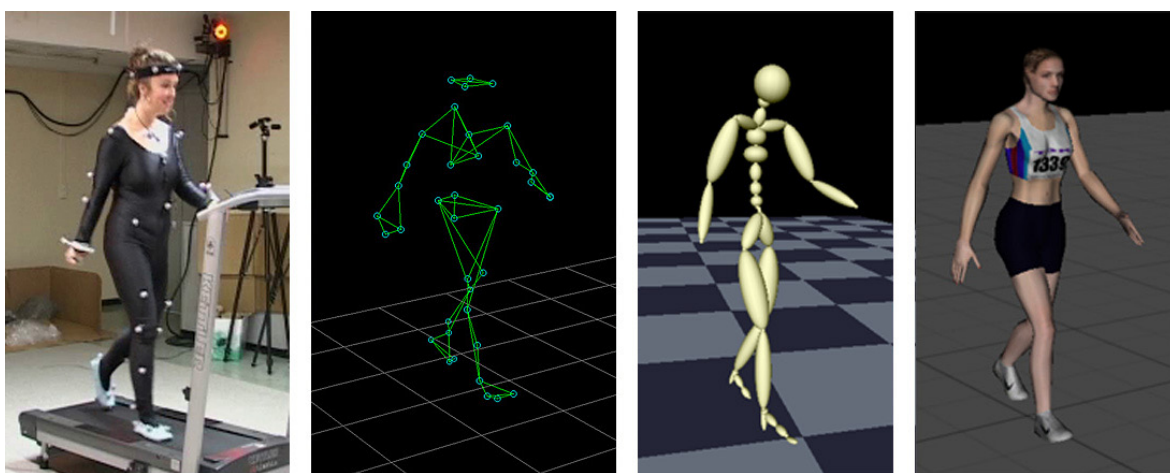
V roce 2001 vzniká první, kompletně počítačem vytvořený film *Final Fantasy: Esence Života*. Pro tento film byl kromě digitálních postav vytvořen také celý svět a vesmír. Tvůrci filmu se snažili vytvořit postavy lidí tak, aby se co možná nejlépe blížily realitě. Například postava Aki Ross se díky jejím 60 tisícům vlasů a 400 tisícům polygonů renderovala pomocí renderovací farmy hodinu a půl (Obr. 12). Tvůrcům se nakonec podařilo realizovat film, při němž divák občas zapochybuje, zda-li se dívá na počítačem vytvořenou postavu nebo opravdového herce. [12]



Obr. 12. Postava Aki Ross ve filmu Final Fantasy

Final Fantasy je průlomový také tím, že jako jeden z prvních použil technologie *motion capture*, kdy je pohyb herců snímán snímači a následně je převeden do digitální podoby (Obr. 13).

Tato technologie dnes pomalu nahrazuje techniky klasické animace. Byla využita např. pro digitální postavy filmu *Star Wars: Episoda II.* (2002) – např. postava Jar Jar Binkse, trilogie *Pán prstenů* (2001-2003) – postava Gluma, *Avatar* – národ Navi, *Polární Expres* (2004), *Piráti z Karibiku* (2006). [2]



Obr. 13. Technologie Motion Capture

Ve své tvorbě pokračují po roce 2000 také studia Dream Works, Pixar, Disney a Blue sky. Díky jejich práci vznikly filmy, které jsou oblíbené nejen dětmi ale také dospělými. Za zmínku určitě stojí snímky *Madagaskar: Útěk do Afriky* (2008), *Doba ledová* (2002), *Ratatouille* (2007), *Auta* (2006), *Vzhůru do oblak* (2009), *Jak vycvičit draka* (2010), *Vánoční koleda* (2009).



Obr. 14. Snímek z filmu *Jak vycvičit draka*

Od roku 2000 vznikla řada velmi kvalitních filmů např. *Matrix Reloaded*, *Matrix Revolution*, *Pearl Harbour*, *Spider-Man 3*, *Narnia: Lev, šatník a čarodějnice*, *Mission Impossible III*. Každý z těchto filmů už využívá nepředstavitelné množství vizuálních efektů - již *Hvězdné války: Episoda II.* obsahovala 2200 záběrů s vizuálními efekty, 5 miliónů framů, 1000 animovaných záběrů a 20 druhů střihů.[2]

V roce 2009 se dostal na plátna kin dlouho očekávaný a diskutovaný snímek Jamese Camerona *Avatar*. S přípravami na natočení filmu se započalo již v roce 1994, ještě před dokončením Cameronova filmu *Titanic*. Cameron však usoudil, že ještě neexistují potřebné počítačové technologie pro dokonalé zfilmování jeho vize, a tak se přípravy filmu přerušily a obnovily se až v roce 2006. Film *Avatar* byl následně uveden jak pro klasické 2D tak i pro 3D promítání. [13]

Pro film *Avatar* byla společností Weta Digital vyvinuta nová technologie záznamu grimas obličeje, kdy bylo zdokonaleno především snímání pohybu očí. Hercům byla na hlavu připevněna přilba s kamerou umístěnou tak, aby snímala veškeré svalové skupiny obličeje, na nichž měli herci namalováno až 70 zelených bodů (Obr. 15). Díky softwaru byl následně přenesen pohyb herce na digitální model, který byl dále editován animátory. Touto technologií byl odbourán strnulý a nepřirozený vzhled obličeje digitálních postav. [14]



Obr. 15. Nová technologie záznamu obličeje

Další technologií, kterou Cameron při natáčení použil, byly speciální virtuální kamery, pomocí nichž mohl natáčet vytvořené digitální postavy přímo v jejich virtuálním prostředí (Obr. 16).[15]



Obr. 16. Natáčení pomocí virtuálních kamer

Vývoj filmových a počítačových technologií stále pokračuje a pokračovat bude i do budoucna. Dnes už na trhu můžeme najít první 3D televize a dokonce jsou avizovány i první 3D mobilní telefony. V budoucnu tak možná jen stěží rozeznáme filmovou realitu od skutečného života.

2 ANIMACE

Slovo animace bylo odvozeno od latinského slova *anima*, které by se do češtiny dalo přeložit jako duše. Animace označuje proces vytváření iluze pohybujících se objektů. Iluze pohybu vzniká zaznamenáním sekvence jednotlivých snímků - framů, které se od sebe nepatrně liší. Tyto snímky jsou následně zrychleně přehrány a díky nedokonalostem lidského oka vzniká iluze, že se daný objekt na snímku pohybuje. Většinou se jedná o 24 - 25 snímků za sekundu. [5]

2.1 Rozsah animace

Z hlediska časového rozsahu můžeme animace dělit na několik druhů od těch nejkratších – několikasekundových až po ty nejdelší trvající více než hodinu.

Animace dlouhé zhruba od jedné do deseti minut nazýváme „*krátké animace*“ nebo-li tzv. „*shorts*“. Mezi známé tvůrce těchto animací patří především studio Pixar, které vytvořilo např. *Geri's Game*, *Presto*, *One Man Band* a další.



Obr. 17. Animace studia Pixar - Geri's Game

V televizní produkci se využívají hlavně animace dlouhé několik sekund např. úvodní znělky nebo reklamy. Středně krátké animace nacházejí uplatnění v seriálových episodách, nebo se jedná o speciální efekty vytvořené pro celovečerní film, vědecké/technické vizualizace nebo vizualizace interiérů atp.

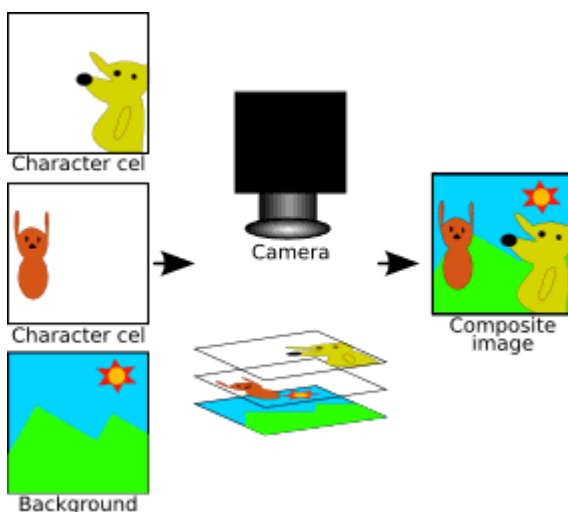
Nejkomplexnějším a časově nejrozsáhlejším projektem jsou bezpochyby celovečerní filmy, jejichž délka se pohybuje od devadesáti minut výše.[2]

2.2 Druhy animace

Dnes se pro tvorbu animace používá řada technik a místo mezi nimi si stále drží i tradiční metody, které byly adaptovány do nových digitálních nástrojů. Mezi tyto techniky patří např. ručně kreslené animace, technika Stop-Motion nebo Live animace.

2.2.1 Ručně kreslená animace

Ručně kreslená animace je jedním z nejstarších a nejpoužívanějších způsobů animace. Dříve byla každá postavička nebo objekt nakreslen na průhledný papír a v průběhu natáčení byl postupně pokládán na připravené pozadí, které bylo namalováno na neprůhledném papíře (Obr. 18). Díky oddělení pozadí od postav a objektů, animátor ušetřil čas a nemusel pro každý frame kreslit pozadí znovu.



Obr. 18. Tvorba klasické animace

V současnosti se od kompletní ruční tvorby upouští a hotové skici jsou nahané do počítače, kde jsou následně upraveny - vybarveny a jinak editovány. Tyto vytvořené obrázky tvoří tzv. popředí snímku - může to být například postavička, objekt, fotografie atp. Jako pozadí je obvykle zvolena fotografie nebo malovaný obrázek. Nakonec jsou všechny vrstvy digitálně propojeny.[2]

2.2.2 Stop-Motion

Stop-Motion je druh animace, při němž dochází k fyzickému pohybu objektu (animátor sám pohne hlavou modelu) tak, aby to ve výsledku vypadalo, že se daný objekt pohybuje sám od sebe. Tato technologie se hojně využívala pro tvorbu vizuálních efektů v období od roku 1930-1950, kdy byl natočen např. film *King Kong*. [2]

Stop-Motion se dá také využít v oblasti fotografie, kdy umělec zachytí na jednotlivé fotografii rozličné pozice objektu.

2.2.3 Robotické modely (Animatronics)

Robotické modely jsou počítačem řízené modely, které se používají pro animaci v reálném čase. Modely jsou propojeny s programy pro dopřednou a inverzní kinematiku a díky tomu mohou být jednotlivé pohyby uloženy do digitální podoby a následně přehrány znovu. [2]



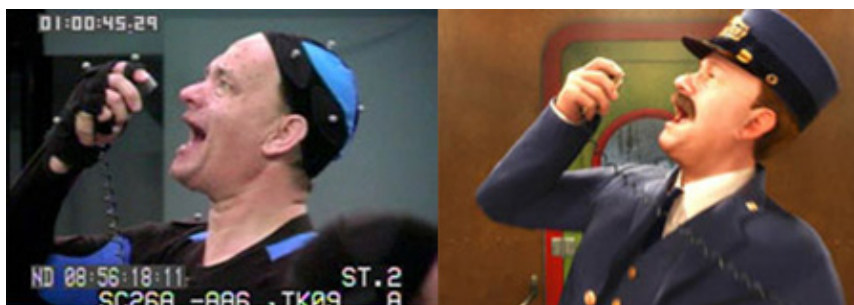
Obr. 19. Tvorba robotických modelů

2.2.4 Digitální loutkářství

Digitální loutkářství se dnes používá především v oblasti filmu a televizní produkce. Jedná se o animační techniku, při níž jsou využity loutky nebo herci oblečení ve speciálních oblecích. Pohyb těchto objektů je snímán a následně je přenášén na digitálně vytvořené postavy. [8]

Digitální loutkářství je úzce spjato s technikou *Motion Capture*, kterou můžeme dále rozdělit na techniku *Live Motion Capture* a *Processed Motion Capture*. První technologie -

Live Motion Capture se používá pro animaci počítačové postavy v reálném čase. U technologie *Processed Motion Capture* jsou získaná data dále upravena a animována. [2]



Obr. 20. Technologie motion capture

2.2.5 Speciální efekty

Animace speciálních efektů se týká především vytváření reálných simulací fyzikálních jevů jako je déšť, oheň, kouř, prach, vítr, voda nebo také světla a stíny. K těmto účelům využívají animátoři různých částicových a dynamických systémů, které obsahují např. programy Blender, 3Ds Max, Maya, Houdini.

2.3 Tvorba animace - filmový proces

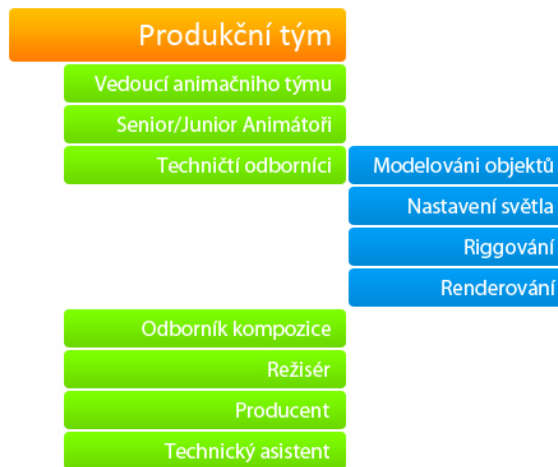
Na tvorbě filmu se většinou podílí velká skupina kreativců a jeho tvorba zabere od několika měsíců po několik let. Celý filmový proces je rozdělen do tří základních fází: *přeprodukce*, *produkce* a *postprodukce*. V jeho průběhu se prochází od počátečního nápadu přes psaní scénářů, počáteční vizualizaci, návrhy postav, natáčení, střih atd.

2.3.1 Složení týmu velkých a malých projektů

Jednotlivé projekty se odlišují svým rozsahem a také komplexností. Od této skutečnosti se dále odvíjí velikost týmu potřebného k jeho realizaci.

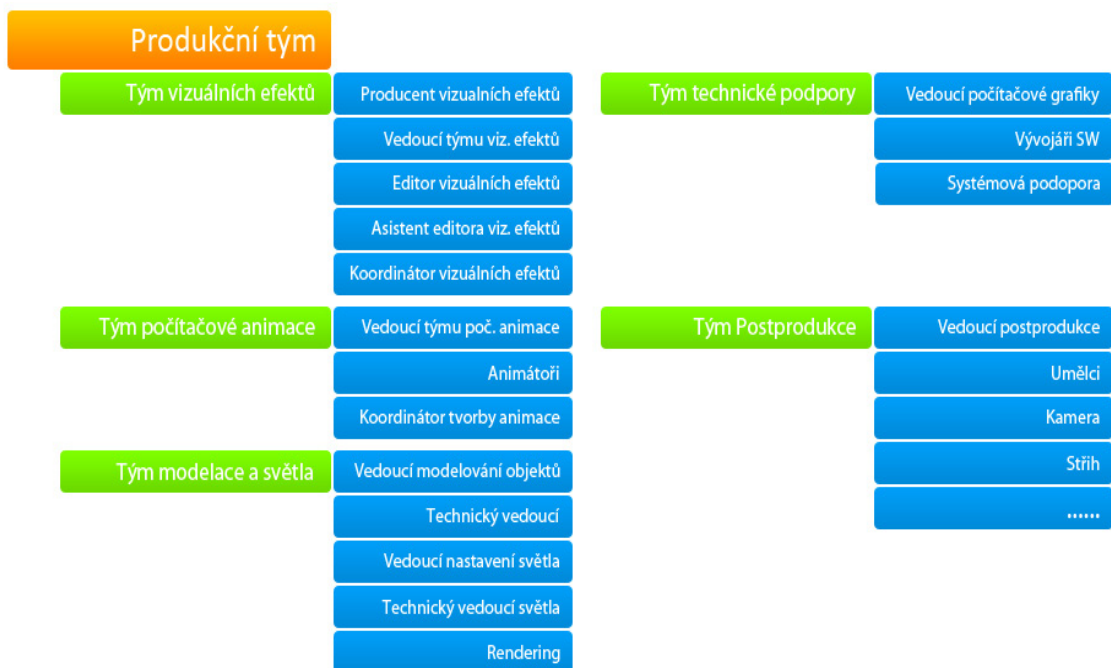
Na malých projektech se v závislosti na jejich povaze a náročnosti podílí týmy čítající dva a více členů - horní hranicí bývá většinou 40 členů (Obr. 21). U malých tvůrčích týmů je typické, že jednotliví členové musí mít komplexní znalosti práce v 3D – musí umět

vymodelovat objekt, naanimovat jej, nastavit světla a render. Naopak u velkých projektů se na každou část specializuje jeden člověk nebo dokonce celý tým. [2]



Obr. 21. Složení týmu malých projektů

Jako příklad si můžeme vzít dnes velmi diskutovaný film Avatar. Na jeho tvorbě se podílela více než stovka grafiků a umělců rozdělených do několika grafických týmů např. tým na simulaci kapalin, tým na simulaci rostlin, tým pro nastavení světla, renderovací tým atp. Velké projekty nevyžadují příliš velký tvůrčí tým, ale naopak vyžadují velmi široký produkční tým s řadou specialistů, jak je vidět na obrázku (Obr. 22).



Obr. 22. Složení týmu velkých projektů

2.3.2 Filmová předprodukce

Předprodukce je proces plánování, organizace a návrhu detailů filmového procesu/animace. Je to fáze filmové produkce, která obvykle začíná debatou, kdy se producenti, scénáristé a pracovníci studia poprvé baví o koncepci a potenciálních hercích pro daný film.[5]

Součástí předprodukce jsou také veškeré aktivity, které je potřeba udělat, aby byl film připravený k další fázi, kdy dochází k sestavení rozpočtu filmu, obsazení herců, vyhledání vhodných lokalit pro natáčení, vytvoření storyboardu (Obr. 23) a vizualizace. [2]

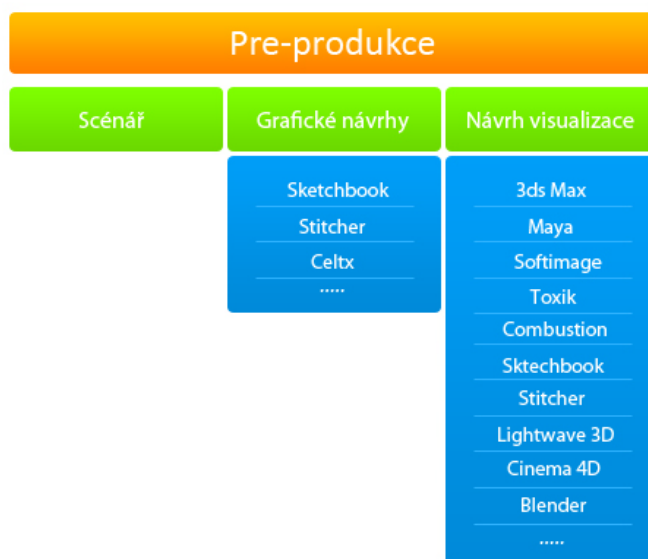
Kvalitní příprava storyboardu (posloupnost ilustrací nebo obrázků v pořadí jak následují za sebou) a vizualizace je pro celou tvorbu filmu velmi důležitá a může ušetřit grafikům hodně času a práce. Díky těmto obrázkům grafik ví, na které části scény bude zabrán detail a nemusí ztrácet čas modelováním/animací vzdálených nebo vůbec nezobrazených objektů. [7]



Obr. 23. Příklad Storyboardu

2.3.2.1 Programy filmové předprodukce

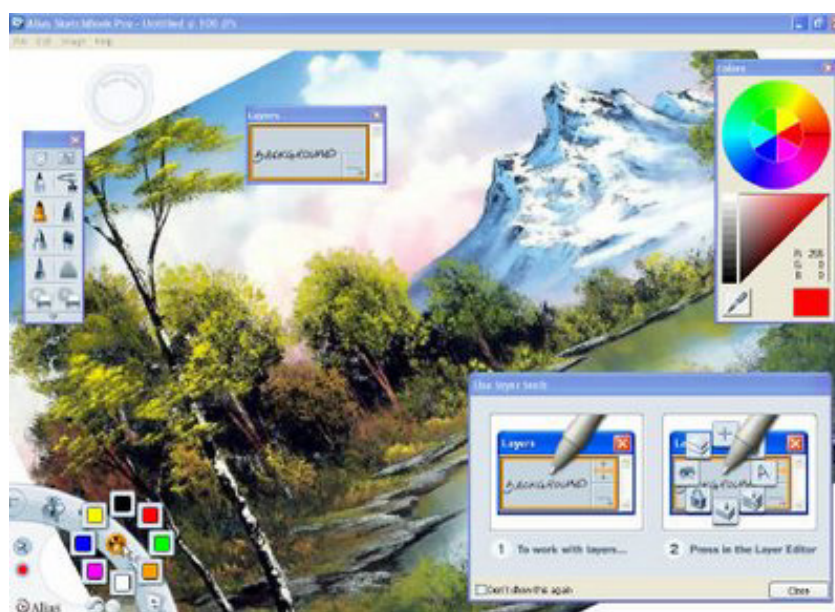
Mezi programy pro předprodukcí najdeme různé softwary pro grafické načrtnutí jednotlivých snímků animace (storyboard), pro tvorbu vizualizace nebo třeba i psaní scénářů.



Obr. 24. Programy filmové předprodukce

Sketchbook

Program Sketchbook z dílen Autodesku je klasickým programem na vytváření skic. Slouží především k rychlému skicování např. designu, ilustrací, grafických poznámek, storyboardu. Díky své ceně tento program využívají především profesionálové v oboru. [16]



Obr. 25. Prostředí programu Autodesk Sketchbook

Celtx

Celtx je první kompletní předprodukční free software, který byl navrhnut pro organizaci projektů jako jsou filmy, videa, představení, dokumenty, komiksy, hry atp.

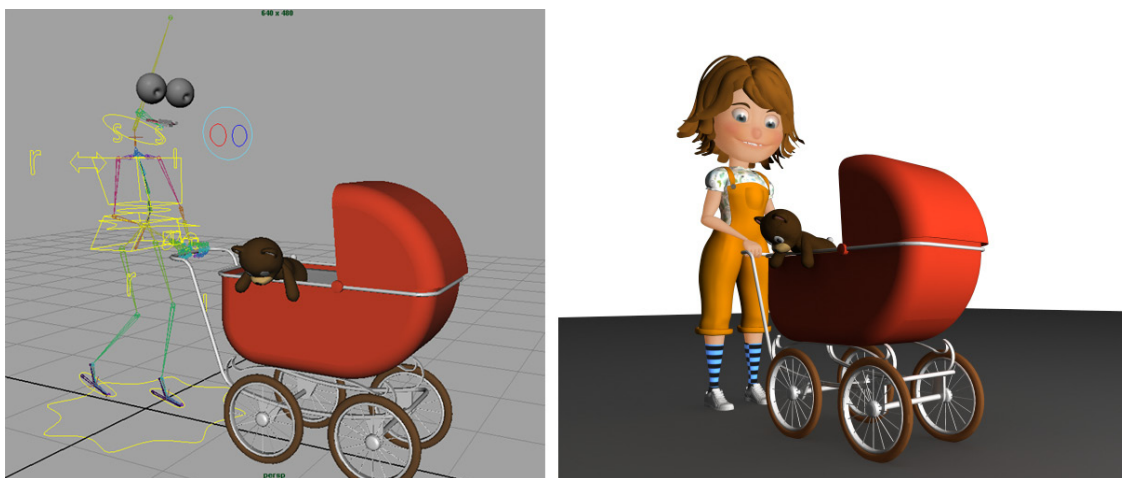
Program umožňuje svým uživatelům vytvářet scénáře, storyboardy, scény a sekvence, navrhovat jednotlivé postavy, rozvrhnout produkci atp.

2.3.3 Filmová produkce

Fáze filmové produkce zahrnuje samotný proces natáčení filmu. V případě 3D animace se pak jedná o modelování objektu, rigování, animaci a render.

Modelování může probíhat různými způsoby a za pomoci různých softwarů. Objekt můžeme vytvořit editací jednotlivých bodů tzv. vertexů nebo skulptováním, tj. procesem podobným sochařství, kdy se pomocí různých štětců a deformátorů upravuje celkový povrch nikoliv jednotlivé body. Pro klasické modelování se používají především programy Blender, Maya, 3ds Max, XSI a pro skulptování se hojně grafiky využívá program ZBrush. Pomocí výše zmíněných programů je také možné vytvořit pro modely textury a UV mapy.

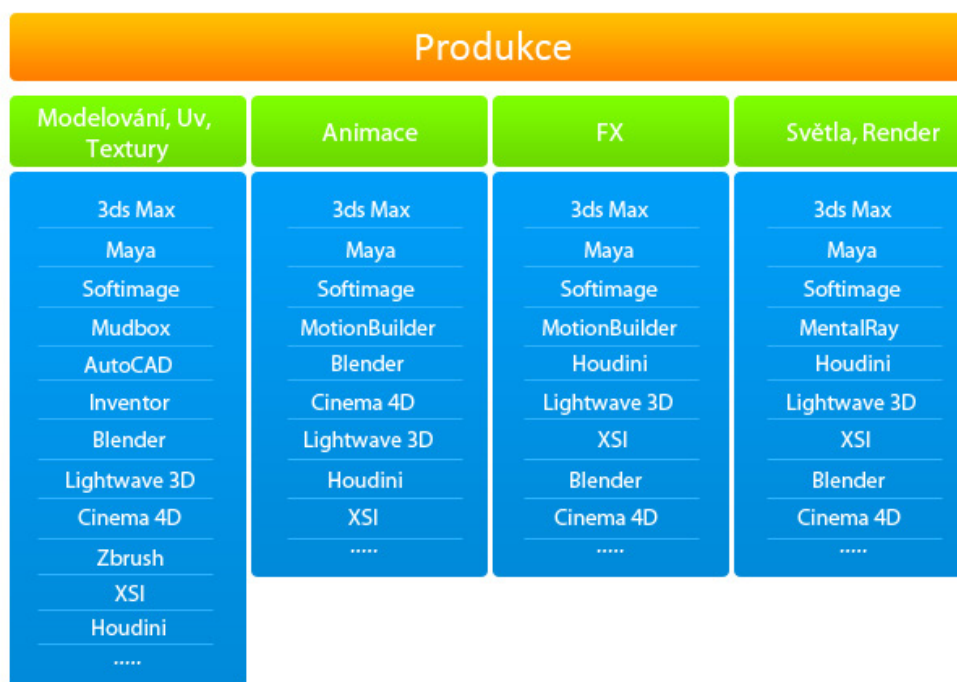
Jakmile je postava nebo daný objekt vymodelován, následuje fáze, kdy je nutné vytvořit jeho kostru – rig, která umožňuje následnou animaci - pohyb objektu a jeho částí (Obr. 26). Za účelem animace můžeme použít programy jako jsou Blender, Maya, 3ds Max, XSI, Cinema4D. Ve finále je potřeba ve scéně nastavit světlo a vybrat potřebný render.



Obr. 26. Rig postavy

2.3.3.1 Programy filmové produkce

Na trhu s produkčními programy je řada komplexních grafických balíčků, které umožňují 3D grafikům v jednom programu dělat prakticky veškeré operace, které potřebují. Umožňují jak modelování, tak riggování postav, texturaci, UV mapování, animaci, vytváření speciálních efektů, nastavení světel nebo render. [16] Programy pro jednotlivé etapy produkce jsou vyobrazeny v následujícím obrázku (Obr. 27).



Obr. 27. Programy 3D produkce

Autodesk Maya

Mezi úplnou špičku z 3D grafických programů bezpochybně patří software od společnosti Autodesk - Maya. Maya je dnes jednou z vůdčích platforem používaných ve filmovém průmyslu a je využíván velkými filmovými společnostmi, jako je studio vizuálních efektů George Lucase - Industrial Light & Magic (ILM). Uplatnění nachází také i u menších studií jako Art And Animation, které jako první vytvořilo 3D český film Kozí příběh – Pověsti staré Prahy (Obr. 28).[16]

Maya je komplexní 3D program, který poskytuje grafikům veškeré nástroje pro tvorbu kvalitních 3D modelů, vizuálních efektů, texturaci, animaci a render. Dále obsahuje

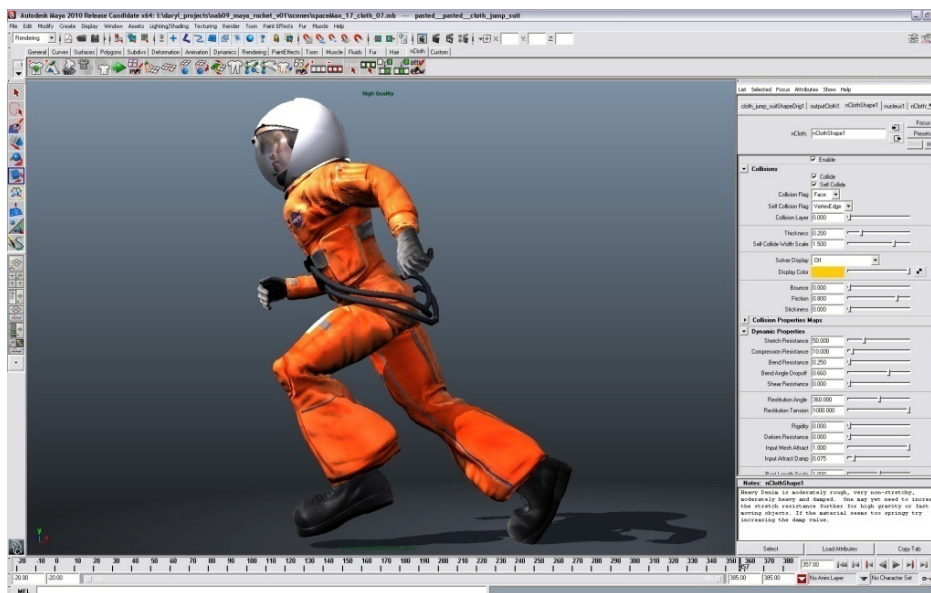
prostředí pro UV mapování a tvorbu realisticky vypadajících kapalin, prachu, vlasů, kožešin atp.

Maya je softwarem, který je dnes používán především velkými společnostmi nejen díky jeho ceně, ale také díky jeho komplexní a složité architektuře a množství tutoriálů, které je nutno prostudovat. [16]



Obr. 28. První český 3D film Kozí příběh

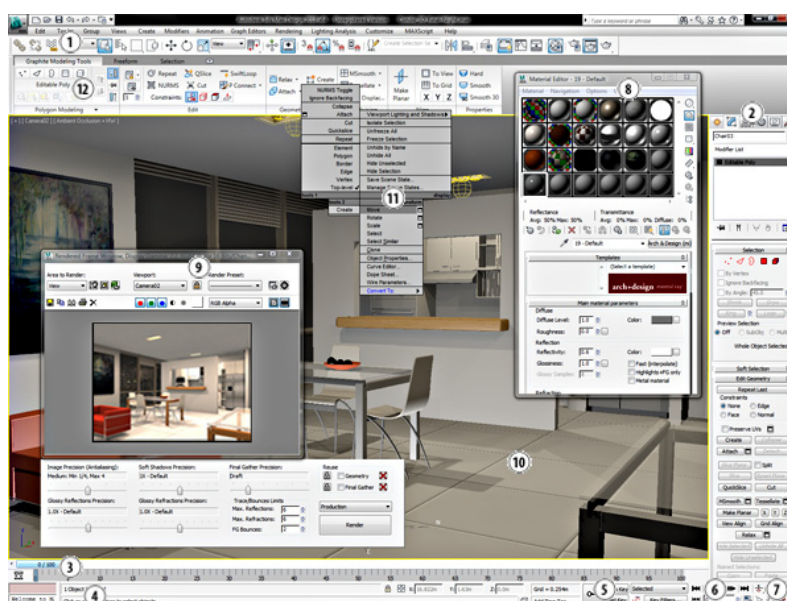
Mezi filmy, které byly pomocí programu Maya vytvořené patří např. *Shrek*, *Doba ledová*, *Spider Man*, *Hvězdné války*, *Pán prstenů*, *Gladiátor*, *Matrix*, *Terminátor 3*.



Obr. 29. Prostředí programu Autodesk Maya

Autodesk 3ds Max

Dalším velmi populárním 3D softwarem využívaným většinou grafiků, který pochází také z dílen Autodesku, je 3ds Max. 3ds Max se stejně jako Maya používá pro tvorbu kvalitních vizuálních efektů, počítačových her, upoutávek a celovečerních filmů. V posledních verzích byly vytvořené nové nástroje jako nový render Reveal nebo knihovna realistických materiálů *Pro Materials*, určených pro render mental ray. [16]



Obr. 30. Prostředí programu 3ds Max

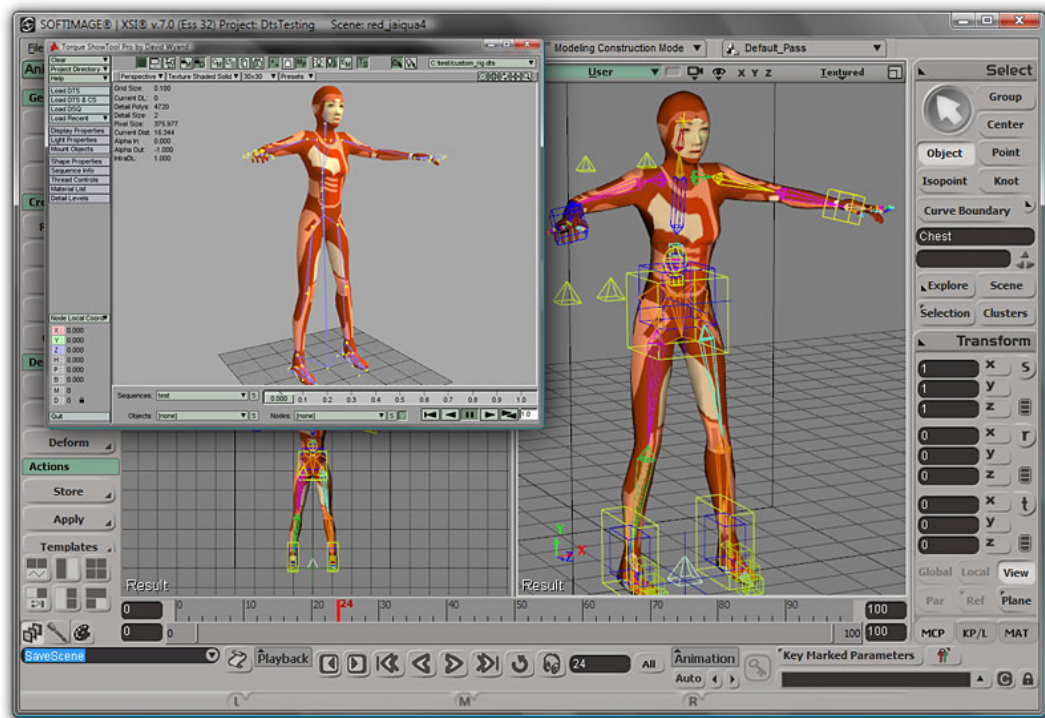
3Ds Max je pro grafiky dostupnější i díky jeho ceně a byla v něm vytvořena řada projektů. Z počítačových her stojí za zmínku např. *Assassin's Creed*, ze seriálů *CSI: New York* nebo *Ztraceni*. Z celovečerních filmů jsou nejznámějších *Xmen 2*, *Minority Report*, *Černý ještěřáb sestřelen*, *Blade*. [16]



Obr. 31. Assassin's Creed

XSI/Softimage

Softimage vznikl původně v Montrealu v roce 1986 a měl být již od počátku určen pro vytváření filmů a počítačových her. Dnes již patří XSI opět pod známou společnost Autodesk, dříve patřil společnosti Avid Technology. Jelikož se ale XSI stal velmi silnou konkurencí programů Autodesk, bylo za potřebí situaci řešit. Společnost nakonec software odkoupila za 35 milionů dolarů. [16]



Obr. 32. Uživatelské rozhraní SW XSI

Stejně jako Maya a 3ds Max patří XSI ke světové špičce. Z filmů, které v tomto softwaru byly vytvořené stojí za zmínku např. *Sin City*, *300*, *Bratři Grimmové*.

Houdini

Software Houdini dnes představuje jeden z nejpokročilejších animačních programů, který je v současnosti na trhu. Využívaný je především velkými studii pro tvorbu speciálních efektů a simulaci přírodních jevů jako jsou tekoucí voda, oblaka, vlny, písečné bouře. Díky těmto vlastnostem našel uplatnění např. ve filmu *Spider Man 3* pro tvorbu animace písečného muže Sandmana.[16]

Blender

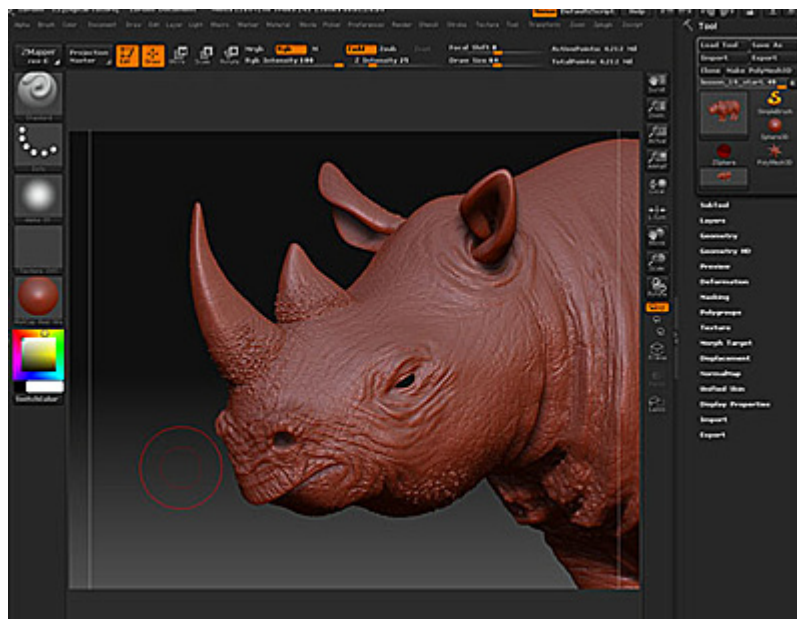
Blender je v současnosti jedním z nejmladších 3D softwarů a stále se pokračuje v jeho vývoji. Významným je fakt, že Blender je open source program, který podporuje kromě modelování také vytváření animací, interaktivních aplikací a rendering. Obsahuje game engine pro vytváření interaktivních prezentací, vizualizací a počítačových her. Je zde možnost využití Python skriptů, které umožňují i složité operace jako je vytváření stromů, srsti, lidské hlavy a mnoha dalších.



Obr. 33. Projekt Sintel

V současnosti Blender získává stále více na své oblibě. Svědčí o tom také fakt, že v něm byly vytvořené projekty *Elephants Dream*, *Open Peach Movie*, *Apricot*. V současnosti se připravuje open movie *Sintel*.

Dalšími důležitými 3D grafickými programy, které stojí za zmínku, jsou např. *Autodesk Mudbox*, *Cinema4D*, *LightWave 3D*, *Vue 7* nebo *Zbrush*. Právě program *Zbrush* společnosti Pixologic patří k velmi vyhledávaným softwarům pro modelování velmi komplexních a kvalitních 3D modelů. *Zbrush* využívá pro modelování tzv. skulptování – tuto metodu lze přirovnat k sochařství, kdy umělec pomocí různých nástrojů dostává z kamene požadovaný model – nepracuje s jednotlivými vertexy.



Obr. 34. Zbrush modelování

2.3.4 Filmová postprodukce

Poslední etapou filmové produkce je postprodukce. V této fázi dochází k sestavení filmových obrazů v pořadí v jakém následují, kdy mohou být dále jednotlivé snímky mixovány s jinými, retušovány nebo barevně upraveny. Nakonec, jakmile je hotova animace, je přidán k filmu/animaci zvuk. [8]

2.3.4.1 Programy pro filmovou post-produkci

Mezi programy pro filmovou produkci najdeme software pro úpravu celkové kompozice snímku, retušování, pro úpravu barev, jasu, kontrastu, rozlišení atd (Obr. 35).

Jedním z programů pro úpravu kompozice je program *Autodesk Combustion*, který je navržený především pro animátory, grafické designéry a tvůrce speciálních efektů. Program poskytuje uživatelům nástroje pro vícevrstevnou prostorovou kompozici, kreslení a animaci.

Dalším postprodukčním programem, který určitě stojí za zmínku je *Adobe After Effect*, který je určen především pro vytváření speciálních efektů - program umí přebarvit obraz, pracovat s 3D. *Adobe After Effect* se používá v kombinaci s 3D programy např. programem

Blender, 3ds Max, Maya, kdy jsou pomocí těchto programů vymodelovány 3d objekty a poté umístěny do připravené scény.



Obr. 35. Programy postprodukce

Plánování jakéhokoliv projektu, ať už se jedná o filmovou animaci, tvorbu počítačové hry nebo vizuálních efektů, je velmi složitý a časově náročný proces. Začíná určením klíčových faktorů jako jsou dostupný finanční rozpočet, dostupné technické prostředky, termín uzávěrky projektu, sestavení realizačního týmu atp.

Produkční strategie se liší projekt od projektu a je výrazně ovlivněna situací na trhu – pokud je ekonomika na vzestupu, mají filmové projekty k dispozici větší finanční rozpočet, pokud ekonomika slábne, rozpočet klesá, což ovšem většinou negativně ovlivní výslednou produkci. Úkolem každého vedoucího týmu je zhodnotit, zda-li je rozpočet navržený producentem dostatečný tak, aby se dosáhlo výsledku, který klient požaduje. Od velikosti rozpočtu se dále odvíjí velikost a kvalifikace tvůrčího týmu, který na filmu pracuje a také využití technické prostředky. [2]

V současnosti se doba tvorby reklamních spotů a animací pro televizi pohybuje dle jejich náročnosti okolo dvou až tří měsíců a vyžaduje práci minimálně šesti lidí. Naopak na vytvoření celovečerního filmu se podílí více než stovka kreativců, několik produkčních týmů a pro jeho render je potřeba renderovací farma čítající stovky počítačů.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 VYTVÁŘENÍ 3D ANIMACE

V praktické části diplomové práce byla vytvořena komplexní animace s využitím 3D softwaru Maya. Pro výsledný snímek bylo navrženo a realizováno několik 3D modelů domů a také postav. Pro vymodelované postavy byla sestavena hierarchická kostra a následně byly tyto postavy naklíčovány a jednotlivé scény vyrenderovány.

3.1 Tvorba hlavního domu

Hlavním dějištěm animace a zároveň centrem celé ulice je hlavní dům. Tento objekt je propracován do větších detailů než ostatní stavby, jelikož je použit pro animaci v bližších záběrech. Zároveň je vedle domu umístěn domek pro děti. Oba tyto domy byly modelovány postupem, který bude dále blíže specifikován.

3.1.1 Modelování domu

V podstatě by se dalo říci, že pro modelování objektů podobného charakteru jako jsou domy, je využíváno především nástrojů:

- *Extrude*: vytáhne zvolenou plochu, vertex nebo hranu nad svou základnu. Umožňuje vytvořit řadu modelů, které bychom za použití jiných nástrojů vytvářeli jen velmi složitě – např. model postavy, sedacích souprav, lamp, domů atp.



Obr. 36. Model vytvořený pomocí nástroje Extrude

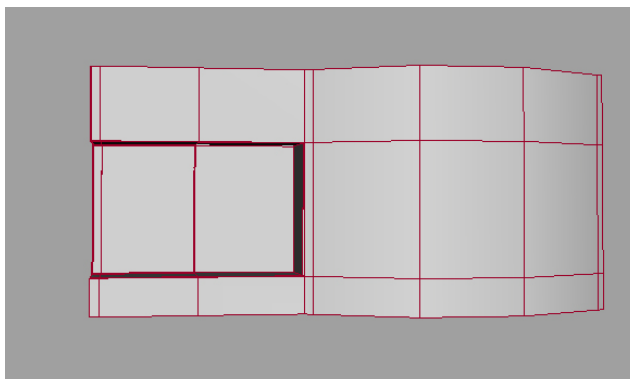
- *Edge Loop Tool*: v místě kliknutí myši vytvoří po obvodu celého objektu nové hrany a vertexy.
- *Split Polygon Tool*: v místě kliknutí vytvoří nový vertex – pokud klikneme do více míst, vytvoří se mezi těmito body hrany, s nimiž můžeme dále daný objekt upravovat.
- *Sculpt Tool*: tento nástroj funguje na principu sochařství, umožňuje vyhlazení objektu, přidání nebo ubrání na objemu.
- *Boolean operace*: boolean operace vycházejí z Booleovy algebry – Maya používá operace rozdíl, průnik a sjednocení. Využit se dají pro jednoduché vytvoření otvorů a tvarů, které bychom těžko vytvářeli modelováním. Nevýhodou Mayi je, že pokud špatně editujete těleso, tak při použití Boolean operace tělesa zmizí. Tento bug se dá vyřešit zkopírováním originálního tělesa, ale ne vždy toto řešení funguje.
- *Merge vertices*: slouží pro spojení 2 a více vertexů - je možné nastavit limit do jaké vzdálenosti se mají jednotlivé body spojit.



Obr. 37. Hlavní dům animace

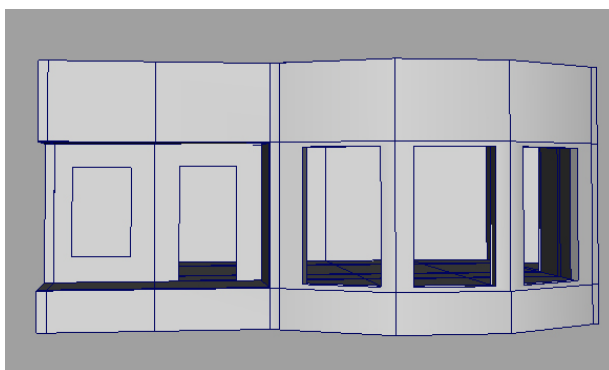
Jako základ pro modelování domu byl použit jednoduchý objekt plocha (plane). Tato plocha byla rozdělena tak, aby vznikla oblast stěn a vnitřní prostor místnosti. Pro rozdělení

a vytvoření nových vertexů byl využit nástroj *Edge Loop Tool*. Dále bylo potřeba vytáhnout jednotlivé stěny do výšky pomocí nástroje *Extrude* tak, aby vznikl objekt na obrázku (Obr. 38).



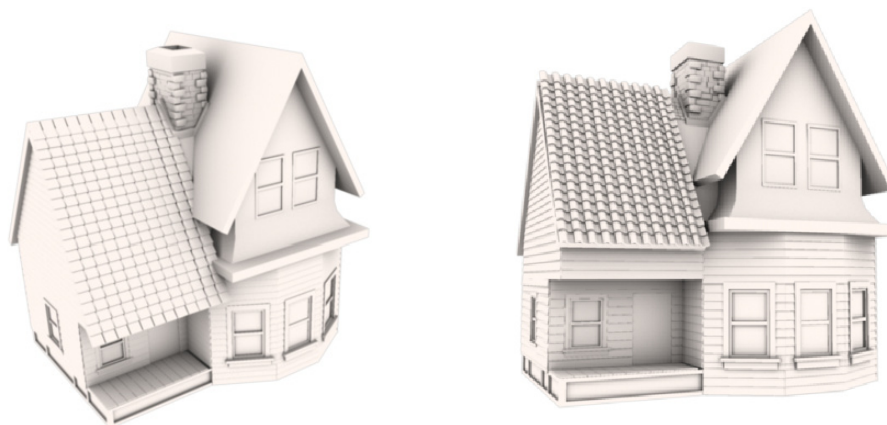
Obr. 38. Objekt, který vznikl použitím *Split Tool* a *Extrude*

Prostor pro okna a dveře byl vytvořen pomocí funkce *Boolean*. Jako základní profil byla použita krychle, která následně odečtením od korpusu domu vytvořila otvory ve stěnách. Podobným způsobem bylo vymodelováno také první patro domu. Jednotlivé stěny byly nakonec pokryty dřevěnými deskami tak, aby navodily klasický vzhled amerických domů.



Obr. 39. Objekt, který vznikl použitím Boolean operací

Pro střešní tašky bylo navrženo několik tvarů (Obr. 40). Jeden vytvořený pomocí křivek a jeden z krychle, rozdělené nástrojem *Edge Loop Tool* a upravené pomocí *Skulptování* tak, aby vznikl reálnější tvar, ne příliš ideální - rovnoměrný.



Obr. 40. Různé druhy střešních tašek

Pro krátký záběr byla nakonec navržena i část interiéru domu – konkrétně obývací pokoj, kde jsou umístěny knihy, obrázky, skříňky a křeslo (Obr. 41).



Obr. 41. Interiér hlavního domu

3.1.2 Materiály hlavního domu

Pro model domu byly použity klasické Maya materiály společně s materiály Mental Ray. Nejvíce byly aplikovány následující druhy materiálů společně s bump texturami:

- *Lambert*: materiál pro matné objekty, které nemají lesk: keramika, křída, látka. Každý nově vytvořený objekt v Mayi má na začátku přiřazen materiál Lambert.

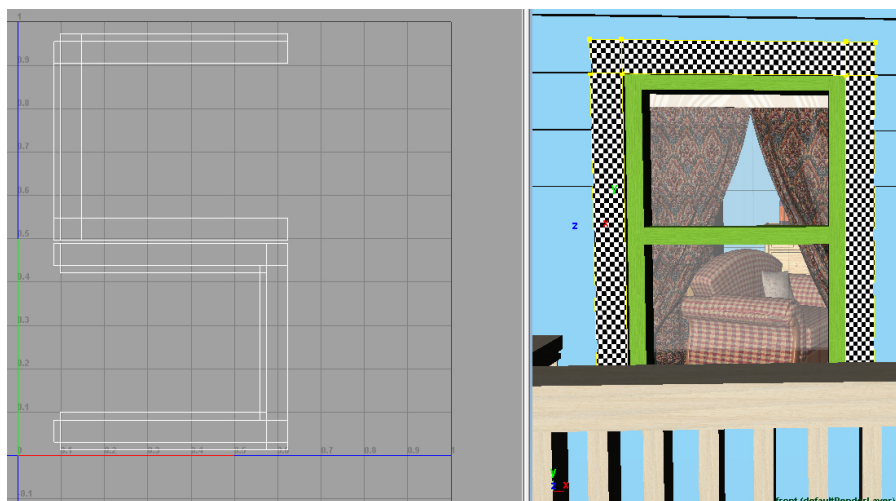
- *Phong*: materiál vhodný pro modelování lesklých povrchů – bere v úvahu odraz světla tak, aby byl vytvořen odpovídající odlesk na objektu. Vhodný pro vytváření objektů z plastu, glazury, porcelánů atp.
- *Blinn*: materiál má podobné vlastnosti jako Phong, dokáže ale vytvářet jemnější odrazy podobné kovovým materiálům.
- *Mia_material_x*: materiál používaný pro architektonické modely - obsahuje předdefinované nastavení např. pro různé druhy skla, kovu, plastu. Má možnost nastavení tzv. *Overall_bump*, ke kterému je možnost nalinkovat Mental Ray texturu *mia_roundcorners* – ta zajistí, že ostré hrany objektů nezaniknou.

Pro vytvoření 3D struktury látek, např. tašek, dřeva, kamene atp. byl použit klasický *bump* pomocí textury. *Bump* je technika, kdy se vytvoří iluze nerovnosti povrchu bez toho, aniž by byla jakkoliv změněna struktura 3D objektu. K tomuto efektu dojde díky pozměnění normál v jednotlivých bodech. Většinou se pro účel *bumpu* využívá textura ve stupních šedi – podle této textury se následně pozmění orientace normál.



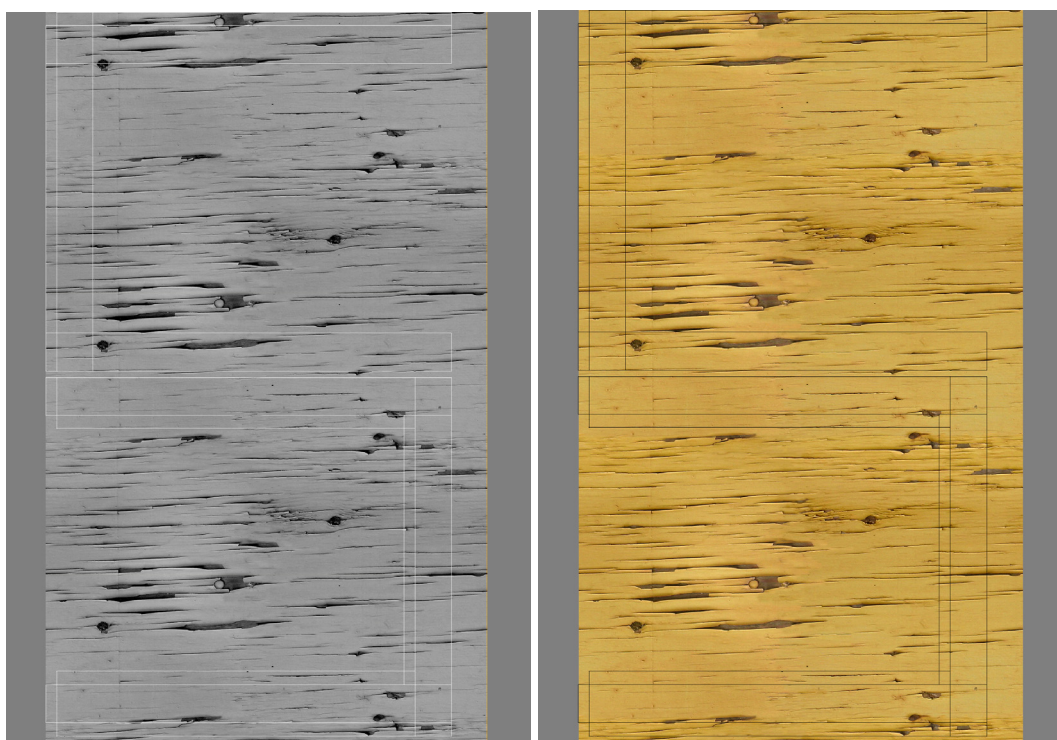
Obr. 42. Textura střešních tašek

Pro použití některých textur bylo potřeba aplikovat tzv. *UV mapování*, které umožnilo co nejpřesnější namapování textur tak, aby nebyly deformované (Obr. 43). Jako referenční texturu je vhodné použít šachovnici - jednotlivé kostky, když se nanosou na daný objekt, by měly být zobrazeny správně.



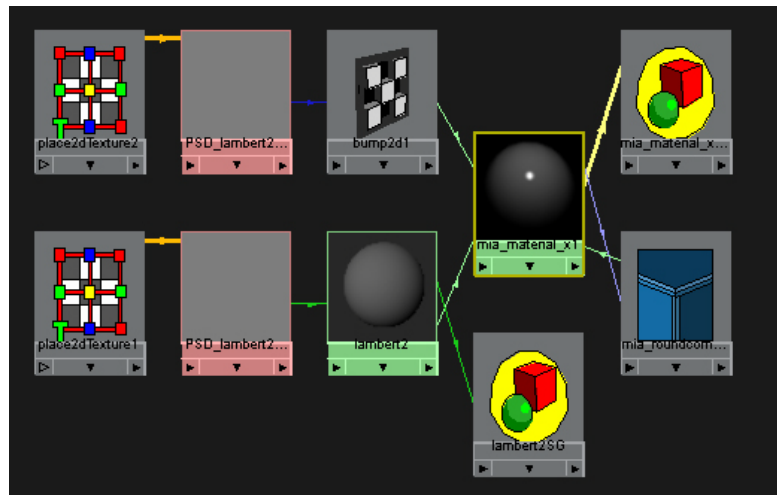
Obr. 43. Namapování textury okna

Vytvořená a upravená UV síť byla přenesena do grafického editoru, kde byla podle ní přesně rozmístěna textura (Obr. 44).



Obr. 44. Rozmístění bump a diffuse textury v grafickém editoru

Takto jednoduše to jde pouze u klasických Maya materiálů, pokud ale byla potřeba pracovat s materiálem *mia_material*, bylo nutné nejprve na něj napojit např. *Lambert* materiál – přes výstup *OutColor->OutColor* do vstupu *Diffuse*. Přes tento *Lambert* materiál bylo vytvořeno spojení s grafickým editorem.



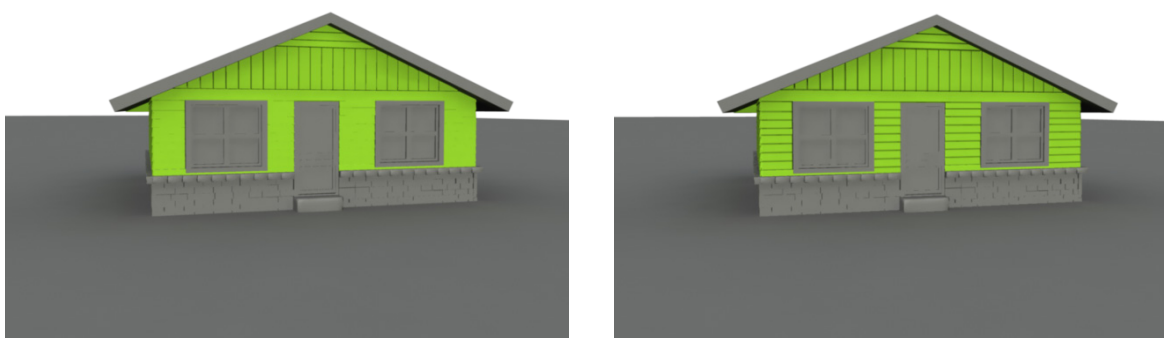
Obr. 45. Výsledný render po namapování a úpravě materiálu

Bump nod musel být dále přepojen z *Lamberta* na vstup *mia_materiálu*, do slotu *Standart Bump*. Výsledný efekt je zobrazen na obrázku (Obr. 46). Díky tomu vznikl velmi realistický efekt oděrek, bez toho aniž bychom museli zasahovat do struktury objektu.



Obr. 46. Výsledný render po namapování a úpravě materiálu

Při vytváření materiálů se u obkladových desek a střešních tašek objevil zásadní problém. Ten vznikl v momentě, kdy byl objektům nastaven základní materiál *Lambert* a byl použit render *Mental Ray*. Nevýhodou u tohoto renderu je, že skryje veškeré hrany, tzn. zaniknou a objekt se jeví jako z jednoho jediného kusu (Obr. 47). Proto byl nakonec taškám (stejně tak i obkladovým deskám) nastaven *mia_material_x*, materiál pro render *Mental Ray*. Zároveň bylo potřeba použít bump *round_corners*, který hrany zvýrazní a díky tomu jsou zřetelně viditelné.



Obr. 47. Použití bumpu *mia_roundcorners*

3.2 Tvorba domů v ulici

Podobně jako hlavní dům byly vytvářeny také ostatní stavby v ulici. Tyto domy však ve výsledku obsahují mnohem méně detailů, jelikož by scéna byla až příliš náročná na výpočetní čas. Z tohoto důvodu je dřevěné obložení umístěno jen z viditelných stran a střešní tašky domů, které nebudou tak často v záběru, jsou simulovány pomocí *bumpu*.



Obr. 48. Domy v ulici

Pro iluzi interiéru u ostatních domů byla použita krychle, které byla odstraněna jedna plocha a namapována fotografie pokoje. Díky tomu nevypadají domy prázdné, ale jako by byly skutečně zařízeny.

3.3 Tvorba prostředí ulice

Celkové prostředí a vzhled ulice je koncipován tak, aby byla co nejvíce barevná a aby působila příjemně a vesele.

Pro vytvoření trávy je použit *Maya Fur System*. Jelikož je renderování trávy velmi náročné, byla aplikována jen v okolí cesty a hlavního domu, okolo ostatních domů byla rozmístěna pouze textura. Nastavení *Fur Systemu* umožňuje určit délku a množství trávy, barvu a tloušťku stébla, inklinaci atp.



Obr. 49. Prostředí ulice

Pro tvorbu trávy bylo také možné využít tzv. *Paint Effect*. Nevýhodou tohoto nástroje je, že jej není možné vyrenderovat pomocí renderu *Mental Ray*, a proto musí být nejprve převeden na polygon nebo křivky. Díky tomuto je výsledný objekt mnohem náročnější na render než při použití *Fur Systému*. Je to způsobeno také tím, že obsahuje hodně vertexů a navíc se při převedení deformuje - vše záleží na počtu kolik vertexů zvolíme jako maximum pro převod.

Paint Effect byl nakonec využit pro vytvoření stromů a květin, jelikož jich ve scéně není takové značné množství jako stébel trávy. *Paint Effect* umožňuje uživateli nejen vytvářet řadu předdefinovaných objektů, ale také nastavovat jejich vlastnosti jako je např. počet větví stromu, natočení kmene, jeho tloušťku, počet stébel, listů atp.

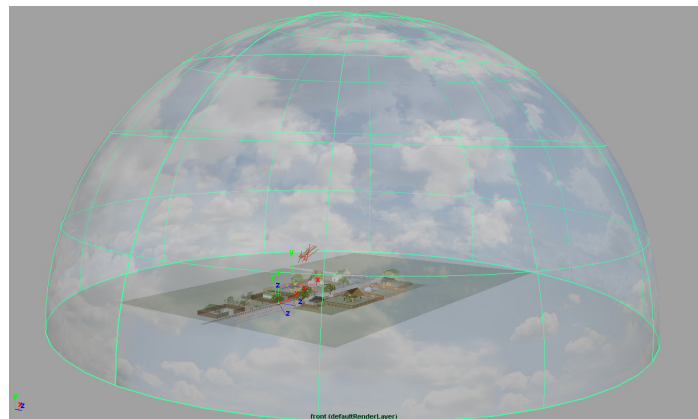


Obr. 50. Květiny vytvořené pomocí Paint Effectu

3.4 Celkové nastavení scény

Nejsložitější částí na celé animaci bylo globální nastavení a osvětlení scény, kdy byla řešena otázka, jak vytvořit realisticky vypadající světlo, stíny nebo jak nastavit např. realistickou oblohu.

Pro vytvoření oblohy bylo nakonec použito povrchu *nurbsSphere*, díky tomuto objektu nevzniklo velké množství nových vertexů a nebylo zapotřebí použít vyhlazení, které by u obyčejného polygonu zbytečně zatížilo výslednou scénu (Obr. 51).



Obr. 51. Nastavení atmosféry

Na povrch *nurbsSphere* byl aplikován materiál *SurfaceShader*, na jehož vstup *OutColor* byla nalinkována textura oblohy. Jelikož po připojení nebyla textura viditelná, musela být v záložce *Hardware Texturing* přenastavena položka *Texture Channel* na nastavení *OutColor*. Defaultně je tomuto materiálu nastavena barva černá.



Obr. 52. Nastavení atmosféry

Pro osvětlení celé scény měl být původně využit nástroj renderu *Mental Ray - Physical Sun and Sky*, ten umožňuje vytvořit realisticky vypadající denní osvětlení scény bez nutnosti značného ladění a nastavování, které vyžaduje použití klasických světel. Uživatel si může zvolit barvu horizontu, denní dobu (ráno, odpoledne, večer), barvu nebe a mnoho dalších aspektů. Toto nastavení se však nepodařilo skloubit s již vytvořeným nastavením oblohy. Zkoušela jsem rovněž přiřadit texturu mraků přímo nástroji *Physical and Sky*, ale bezvýsledně. Navíc stíny, které tento nástroj vytvořil, nepůsobily příliš reálně a proto bylo nakonec vytvořeno klasické osvětlení za pomoci dvou světel *DirectionalLight*.

DirectionalLight je zdroj světla, který vyzařuje paprsky rovnoměrně v jednom směru. Využívá se především pro simulaci světla, které přichází z velké vzdálenosti, např. sluneční záření. Pomocí úhlu naklonění zdroje můžeme nastavit jaké denní světlo budeme chtít, pokud zdroj otočíme kolmo k ploše, vytvoří se nám polední atmosféra, pokud jej nakloníme vzhůru dostaneme noční záři atp.

Jak již bylo zmíněno, do scény byly umístěny dva jinak orientované zdroje světla - jeden hlavní nazvaný *Sun* a druhý doplňkový. Hlavnímu zdroji světla byla nastavena intenzita vyzařování na 1.2 a zároveň bylo potřeba aktivovat nastavení *Use Ray Trace Shadows*, díky tomu vznikne realističtější vykreslení stínů. Je potřeba ale myslet na to, že se musí v

nastavení renderu zaškrtnout položka *Raytracing*. U druhého zdroje je intenzita pouze na hodnotě 0.7 a není u něj aktivována volba *Ray Trace Shadows* proto, aby ve scéně nevznikly dva odlišné stíny. Tento zdroj byl použit především kvůli postavám, jelikož za použití jediného zdroje *Sun* byl jejich materiál až příliš tmavý.

Právě nastavení světla a atmosféry zabralo celkově nejvíce času a zkoušení, než byl výsledek ideální.

3.5 Vytváření postav

Další důležitou a zároveň klíčovou fází bylo vytvoření postav animace. Jako hlavní hrdinové byly navrženy dvě děti - kluk a holka (Obr. 53). Ze všeho nejdříve bylo potřeba postavy vymodelovat, poté následovalo vytvoření kostry a nastavení vah (jak budou jednotlivé kosti ovlivňovat jednotlivé části těla), nakonec se musela celá animace naklíčovat a vyrenderovat.



Obr. 53. Hlavní postavy animace

3.5.1 Modelování postav

Veškeré modelování postav probíhá na prakticky stejném principu, buď si grafik může vybrat program pracující na principu skulptování – např. Zbrush (kdy používá nástroje podobné sochařství a neupravuje objekt po jednotlivých vertexech nebo hranách), nebo postavu vytváří postupně pomocí základních objektů, které upravuje.

Pro modelování byl nakonec vybrán způsob druhý a aby bylo modelování jednodušší, byla na pozadí programu umístěna předloha obličeje a následně také těla. Předloha se používá především proto, aby byly zachovány základní poměry a model nebyl ve výsledku deformovaný (příliš vysoké čelo, malá ústa, krátký trup atp.).

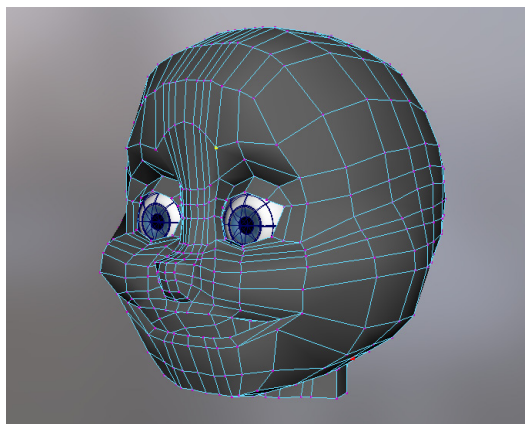
Jako výchozí objekt pro modelování obličeje byla zvolena krychle, která byla na počátku rozdělena na dvě poloviny. Jedna z polovin byla smazána, takže dále byla editována jen jedna část obličeje. Krychle byla pomocí nástroje *Edge Loop Tool* rozdělena na několik částí v místě úst, nosu a očí. Poté, co vzniknou nové vertexy a plochy, je nutné, je správně rozmístit z předního i z bočního pohledu tak, aby odpovídaly tvaru obličeje. Následovalo několik fází vkládání nových vertexů a upravování, dokud nevznikl tvar podobný obličejí, zobrazený na obrázku (Obr. 54) .



Obr. 54. Počáteční fáze modelování obličeje

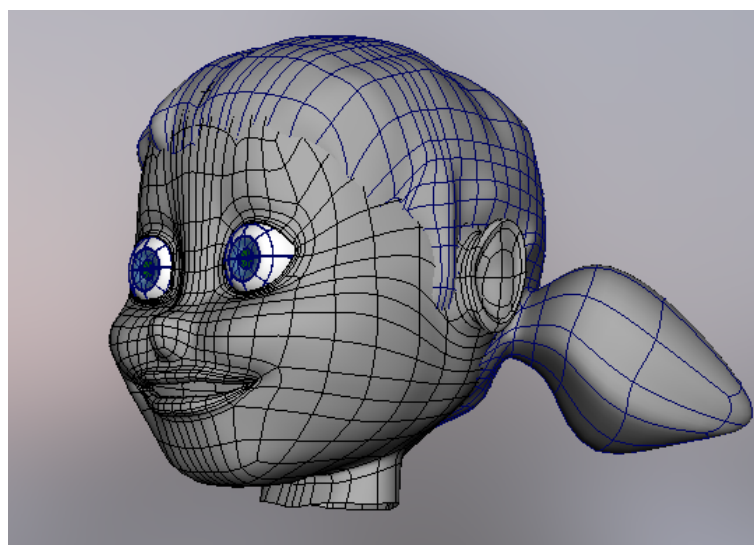
Poté, co byl dokončen základní tvar obličeje, bylo potřeba vytvořit postavě nos. Nos vznikl několikanásobným použitím nástroje *Extrude* - vytažením ploch v oblasti nosu. Následovala opět úprava jednotlivých vertexů tak, aby nos vypadal reálně.

Podobným způsobem byl modelován také ušní boltec – nástroj *Extrude* a řada úprav, aby ucho příliš neodstávalo od hlavy. Výsledná upravená polovina hlavy byla nakonec zrcadlena pomocí nástroje *Mirror Geometry*, kde musel být nastaven parametr *Merge With Original*, což způsobilo, že se obě poloviny v odpovídajících vertexech spojily (Obr. 56). Někdy se stane, že se objekty spojí špatně, v tomto případě je zapotřebí v *Attribute Editoru* zmenšit hodnotu *Merge Treshold*.



Obr. 55. Hlava modelu po zrcadlení

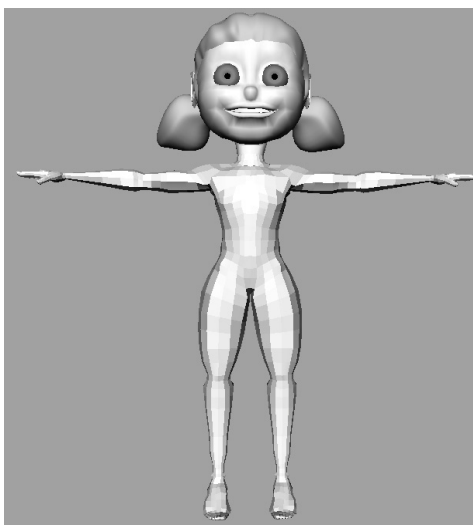
Pokud vznikly na povrchu modelu nesrovnalosti – hrboly/odchyly, které by bylo složité odstranit pomocí úpravy jednotlivých vertexů, byl využit nástroj *Sculpt Tool*. Tento nástroj vyhladí drobné nesrovnalosti na povrchu, je však zapotřebí dát pozor, aby až příliš neovlivnil geometrii objektu.



Obr. 56. Výsledný model hlavy

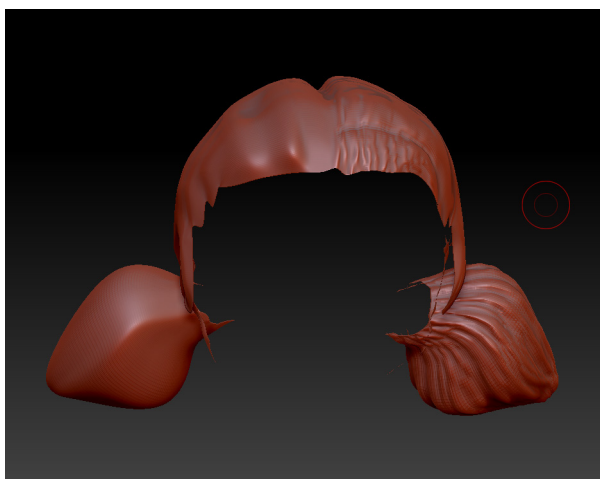
Pro vytvoření modelu těla byl opět využit polygon, tentokrát ne krychle, ale válec. Hned na počátku bylo válci nastaveno rozdělení do výšky na hodnotu 5 a postupně pomocí *Edge Loop Tool* bylo přidáváno další. Stejně jako u obličeje byl válec rozdělen na poloviny a modelovala se pouze jedna část. Ruce, nohy, stejně tak i prsty byly modelovány pomocí

nástroje *Extrude*. Hotové tělo bylo nakonec napojeno na hlavu, zde bylo potřeba, aby obě vzniklá tělesa měla stejný počet vertexů (Obr.57).



Obr. 57. Vzniklý model těla

Pro vytvoření vlasů měl být původně využit *Maya Hair System*, ale práce s ním byla až příliš složitá, výsledný efekt nebyl příliš uspokojivý a navíc hodně zatížil výslednou scénu. Proto byly vlasy vymodelovány v programu *Zbrush*, kde jim byla pomocí štětců dodána určitá struktura (Obr. 58).



Obr. 58. Struktura vlasů vytvořená v Zbrushi

Vzniklý model však měl po převedení do Mayi až příliš velké množství vertexů, což také nebylo optimální z pohledu renderovacího času. Nakonec bylo vytvořeno jednoduché řešení z obyčejných ploch, které se jen lehce upravily a rozmístily po celé ploše hlavy.



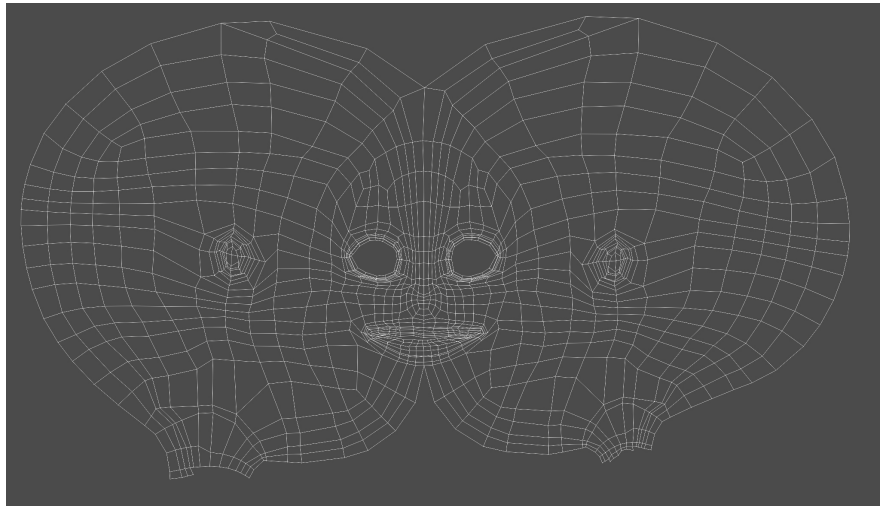
Obr. 59. Původní model vlasů vytvořený v Zbrushi

Pro tvorbu oblečení bylo použito již vytvořeného modelu těla - byly vybrány potřebné plochy a pomocí nástroje *Duplicate Faces* byly rozdvojeny, čímž vzniknul objekt podobný kalhotám (Obr. 59). Stejně se postupovalo také při vytváření halenky, kdy byly zduplikovány plochy modelu a následně upraveny rukávky, volánky atd.

Prakticky veškeré modelování, a to nejen postav, je hlavně o zkoušení a neustálém upravování detailů – bod po bodu.

3.5.2 Postavy – materiály

Na vytvořené modely postav byly aplikovány klasické Maya materiály, jako jsou *Lambert* (model kalhot, halenky, tenisek), *phong* (model rohovky). Pro obličej a pokožku těla byl vytvořen materiál typu SSS (Subsurface Scattering), ten se používá především pro látky podobné struktury jako je vosk, mramor, mléko, pokožka. SSS umožňuje díky svým vlastnostem částečný průchod světla povrchem dovnitř objektu, kde je dále světlo pod různými úhly rozptýleno a následně vychází z tělesa ven pod jiným úhlem než do něj vešlo.

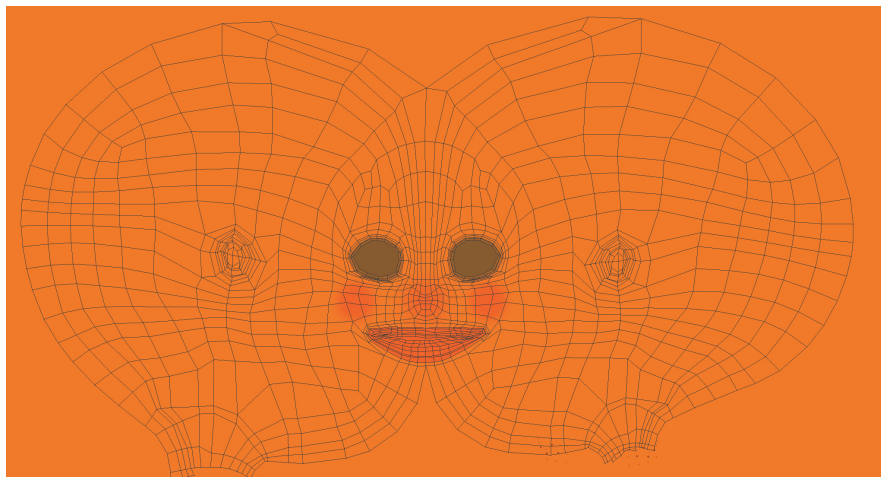


Obr. 60. UV mapa obličeje postavy

Aby byl materiál na obličej správně namapován, bylo potřeba vytvořit jeho *UV mapu*, ta zajistí, že textura bude na správném místě, nebude na sebe špatně navazovat a nebude ani jinak deformovaná. *UV mapa* také umožňuje v grafickém editoru přesné rozmístění grafických prvků, díky níž grafik ví, kde umístit texturu pro oči, ústa atp.

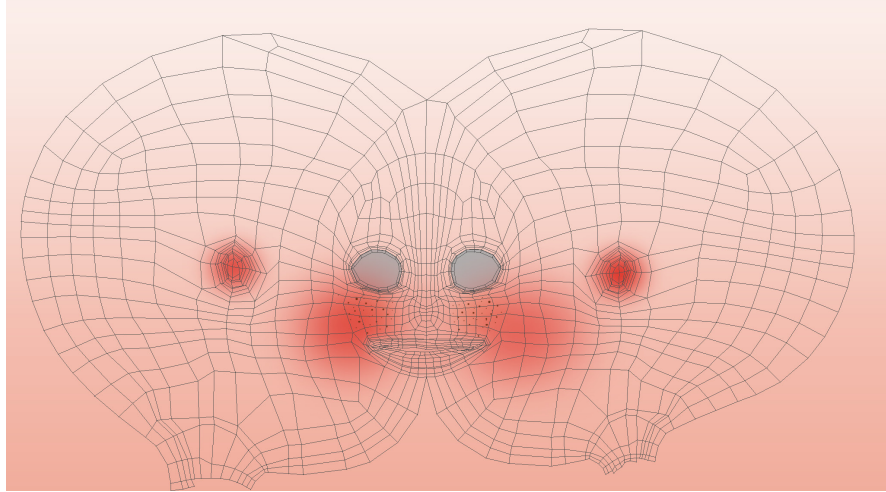
Pro materiál *miss_fast_skin_maya* byly vytvořeny pomocí *UV mapy* tři textury – jedna pro *Diffuse* a *Subdermal Scatter Color*, jedna pro *Epidermal Scatter Color* a jedna pro *Back Scatter Color*.

- *Diffuse*: vrstva, která představuje svrchní část kůže na níž můžeme najít různé nerovnosti jako jsou ranky, pihy atp. (Obr. 62)
- *Epidermal Scatter Color*: složka kůže těsně pod povrchem, která je nejvíce viditelná, když je přední strana objektu nasvícena (Obr. 61)



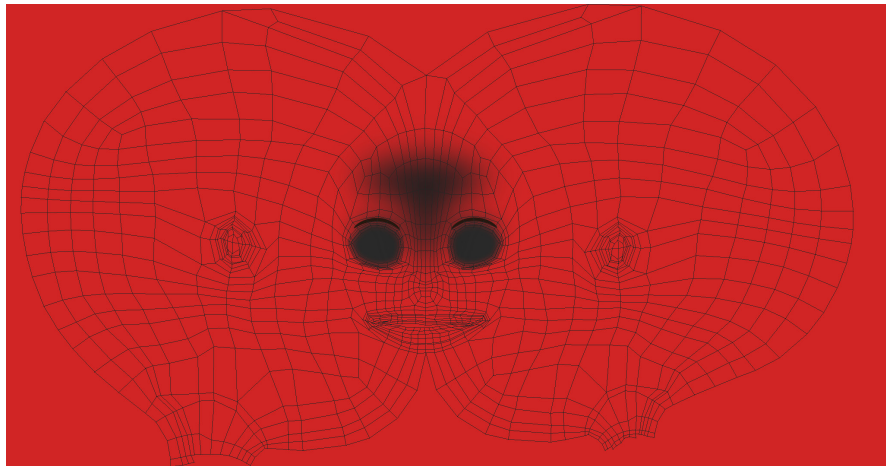
Obr. 61. Textura Epidermal Scatter Color

- *Subdermal Scatter Color*: část pokožky, která se nachází pod vrstvou epidermální. Je také nejvíce viditelná za přímého osvětlení, ale vytváří větší rozptyl světla (Obr. 62).



Obr. 62. Textura Difuse a Subdermal Scatter Color

- *Back Scatter Color*: vrstva s nejvíce viditelným rozptylem. Používá se pro podsvícení nebo když světlo přímo prochází objektem, např. červená záře, která vznikne, když přiložíme zdroj světla k naší dlani atp. (Obr. 63)



Obr. 63. Textura Back Scatter Color

Všechny tyto textury byly následně napojeny na vytvořený materiál a vznikl tak povrch, který je viditelný na obrázku (Obr. 64). Hodně práce s tímto materiálem bylo také ve finálních úpravách světelných podmínek scény, kdy v určitých okamžicích byl až příliš tmavý.

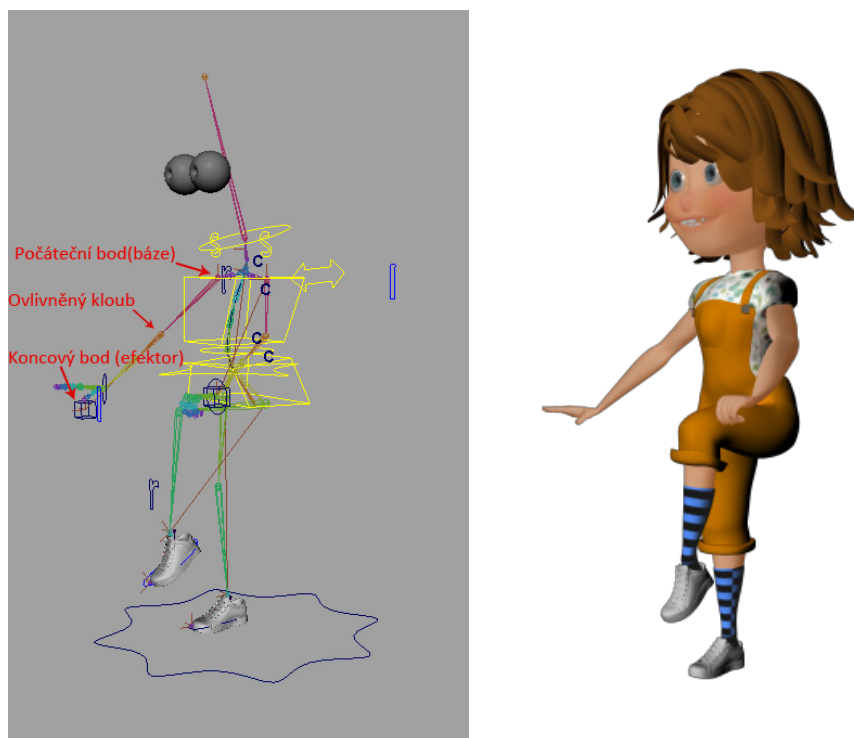


Obr. 64. Efekt materiálu miss_s_fast_skin_maya

3.5.3 Riggování postav

Riggování je proces, při němž je vytvořena hierarchická kostra modelu a jsou nastaveny jednotlivé váhy, kterými na objekt (tzv. skin) působí. Každá kostra se v podstatě skládá z kostí „rodičů“ a „potomků“, např. kolenní kloub je potomkem kloubu stehenního a rodičem kotníkového. Rodiče svým pohybem (transformací) ovlivňují pohyb jim podřízených potomků. Na počtu kostí závisí kvalita vytvořené animace. Fáze riggování je pro animaci obratlovců klíčová, bez ní by se postava animovala jen hodně ztěžka.

Pro rig postav byla použita technologie inverzní kinematiky nazývané také krátce IK. Je to technologie, která z pozice tzv. koncového bodu vypočte orientace s ním spojených částí. Jednoduše by se dala funkce IK demonstrovat na ruce modelu - pokud pohneme dlaní, tak se nám zároveň nastaví odpovídající úhel zápěstí, lokte a ramene. Tuto technologii využívá řada grafiků, jelikož jim značně usnadní další fázi animace, a to klíčování, kdy animátor nastavuje jednotlivé fáze pohybu.



Obr. 65. Příklad inverzní kinematiky

Výhodou IK je také možnost nastavit výchozí a koncovou pózu, které chceme dosáhnout a fáze mezi si program vypočítá sám podle algoritmu (Obr. 66).



Obr. 66. Animace s inverzní kinematikou – stačí nastavit počáteční a koncovou pozici



Obr. 67. Animace s dopřednou kinematikou - všechny pozice musí být nastaveny

Jakmile byl vytvořen základ kostry, byly do klíčových bodů umístěny tzv. kontrolní objekty, díky kterým nebylo potřeba při klíčování manipulovat přímo s konkrétními klouby. Vždy bylo nutné dát pozor na to, aby byl pivot (středový bod objektu) umístěn přesně v kloubu nikoliv mimo. Důležité je také pomocí nástroje *Freeze Transformation* vynulovat souřadnice - vhodné je to především z toho důvodu, pokud nastavíme ruce, trup atd. nějakou pózu tak, abychom se jednoduše mohli vrátit do výchozí fáze (lépe se pamatuje a nastaví souřadnice 0 než čísla 1.345 atp.)

K jednotlivým kontrolním objektům je vztaženo také několik atributů, např. pro ovládání dlaně, spodní čelisti, sešlápnutí chodidla atp. Atributy fungují na principu klasických proměnných, kterým se nastaví datový typ (float, boolean, ...). Podle zvoleného typu se jim dále definuje maximální, minimální a aktuální hodnota. Jakmile jsou atributy vytvořeny, přiřadí se jim funkce, kterou při dané hodnotě budou vykonávat (např. sevřené zápěstí hodnota atributu 1, rozevřené 0, hodnoty mezi 1-0 fáze pohybu mezi sevřenou a otevřenou dlaní).

Aby byla vytvořená kostra co nejvíce univerzální, dala se jednoduše posunout, zvětšit či otočit, byl pro ní vytvořen globální kontrolní objekt, k němuž jsou veškeré podřízené kontrolní body vztaženy. Bez tohoto objektu by se model ve scéně jen těžko přesouval do pozice, kde bychom jej pro animaci chtěli mít.

Ke kompletní kostře byl nakonec připojen vytvořený model těla a oblečení pomocí příkazu *Create Soft Skin*. Pro vlasy, oči, obočí, zuby a jazyk stačilo vytvořit rodičovskou vazbu s kloubem lebky. Jakmile bylo tělo spojeno s kostrou, bylo potřeba nastavit vliv jednotlivých kostí. Problém je především v tom, že některé kosti mohou ovlivňovat

vertexy, na které by správně neměly mít vůbec vliv, např. rameno na pohyb vlasů, vliv pravého kolenního kloubu na levou nohu atp. Váhy je možné nastavit dvěma způsoby, buď pomocí tzv. *Component Editoru* (Obr. 68), v záložce *Soft Skin* nebo pomocí nástroje *Paint Weight* (Obr. 69).

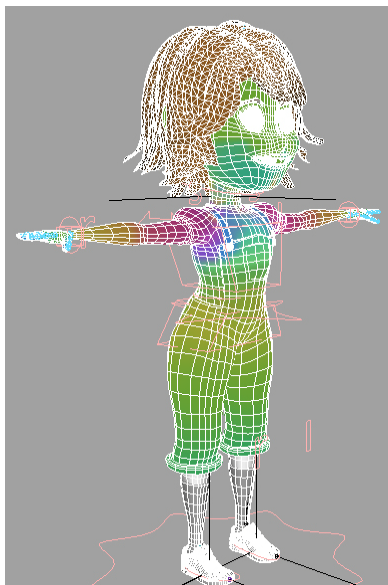
Component Editor funguje na principu procentuálního vlivu jednotlivých kloubů, kdy hodnota nula znamená 0% – žádný vliv, 1 – 100% čili absolutní vliv (těleso ovlivňuje jen ten daný kloub). Součet vlivů jednotlivých kostí je vždy roven 1. Nastavení funguje jednoduše, uživatel si vybere vertexy, s nimiž chce pracovat a v *Component Editoru* označí hodnoty, které chce upravit a pomocí posuvníku nastaví nové váhy. Pokud potřebuje odstranit vliv některých kloubů, stačí vybrat příslušný sloupec a do posledního řádku vepsat nulu, tím se jeho vliv zruší.

	back4	joint20	leftWrist	pasted_rightC	pasted_rightE	pasted_rightF	pasted_rightS	Total
Hold	off	off	off	off	off	off	off	
polySurfaceSh								
vtx[318]	0.000	0.000	0.000	0.002	0.246	0.046	0.707	1.000
vtx[319]	0.000	0.000	0.000	0.001	0.224	0.038	0.738	1.000
vtx[322]	0.000	0.000	0.000	0.001	0.221	0.034	0.745	1.000
vtx[323]	0.001	0.000	0.000	0.002	0.160	0.006	0.831	1.000
vtx[324]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.027	0.823	1.000
vtx[325]	0.000	0.000	0.000	0.001	0.081	0.002	0.917	1.000
vtx[326]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.025	0.878	1.000
vtx[327]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	0.969	1.000

Obr. 68. Component Editor – nastavení vah

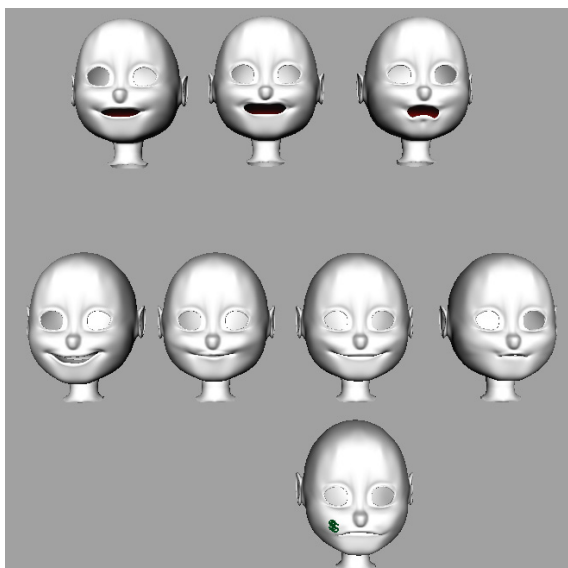
Stejnou funkci jako *Component Editor* má také nástroj *Paint Weight*. U tohoto nástroje probíhá nastavení vah pomocí štětce. Model je dle nastaveného módu zobrazen buď ve stupních šedi nebo v barevném provedení. Největší vliv je v místech růžové barvy, nejmenší v barvách modrých (Obr. 69).

Pro úpravu vah vymodelovaných postav byly použity oba nástroje – každý z nich je vhodný pro jiný typ editace - *Paint Weight* pro úpravu větší plochy, naopak *Component editor* pro úpravu detailů.

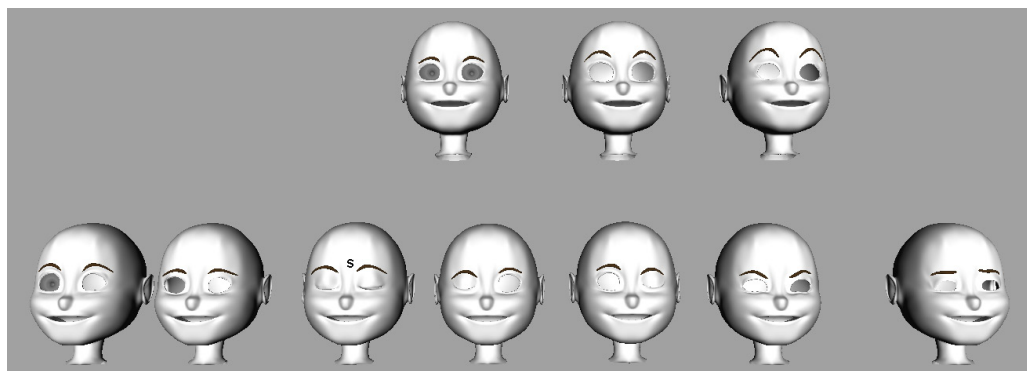


Obr. 69. Nástroj Paint Weight

Jelikož jsem chtěla vytvořit opravdu komplexní model, bylo potřeba nariggovat také mimiku obličeje. Pro tu se v Mayi dá použít nástroj *Blend Shape*, kdy stačí pomocí *Ctrl+D* objekt zkopírovat a tuto kopii upravit, např. vytvořit úsměv (úpravou vertexů). Následně je potřeba v menu *Create Deformers* zvolit položku *Blend Shape*. Tímto způsobem bylo pro ústa nastaveno 8 a pro oči 10 *Blend Shapů*.

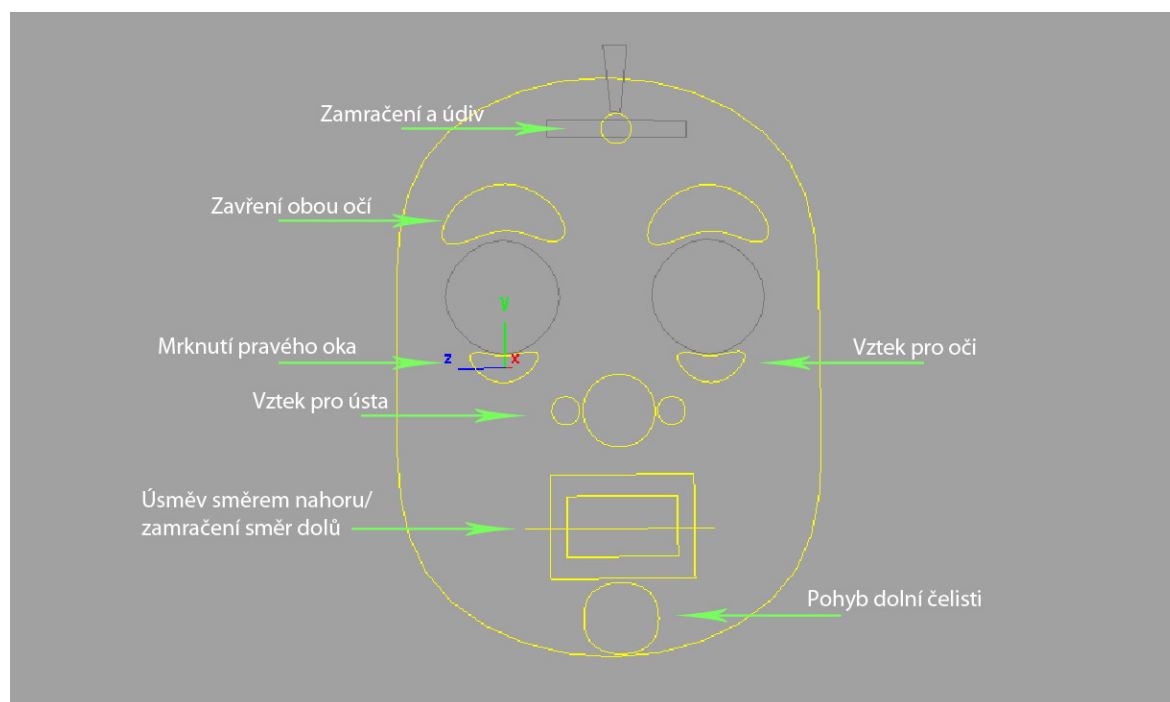


Obr. 70. Vytvořené Blend Shapy pro ústa



Obr. 71. Vytvořené Blend Shapy pro oči

Aby byla práce snadnější a nemuselo se s grimasami manipulovat přímo v *Blend Editoru*, byly pro obličej, stejně jako pro tělo, vytvořeny kontrolní objekty. Funkce některých objektů je vidět na obrázku (Obr. 72).



Obr. 72. Nastavení kontrolních objektů pro mimiku obličeje

Poté, co byla kostra kompletně upravena a váhy nastaveny, mohl být model konečně přenesen do výsledné scény ulice.

3.5.4 Animace

Poslední fází tvorby animace bylo samotné klíčování jednotlivých pohybů. Klíčování je základním procesem celé animace, kdy jsou pro daný frame zamknuty požadované hodnoty tzn., pokud jsme zamkli souřadnice ruky, bude mít v tomto snímku vždy stejnou pozici.

Pro tvorbu animace bylo využito tzv. automatické klíčování, v tomto případě si Maya sama hlídá změnu naklíčovaných objektů. Na začátku bylo potřeba určit, které části scény má sledovat, stačí označit sledované hodnoty a stisknout klávesovou zkratku S.

Jakmile byly hodnoty zamknuty, přišla fáze vytváření jednotlivých pohybů. Mohlo by se zdát, že klíčování je snadné, ale vše má své pravidla. Jen u obyčejné chůze je potřeba vytvořit 8 různých klíčů jak pro nohy, tak pro ruce, trup i hlavu. Chůze je rozdělena do několika etap, které se v jednotlivých fázích opakují, jak je vidět na obrázku (Obr. 73).

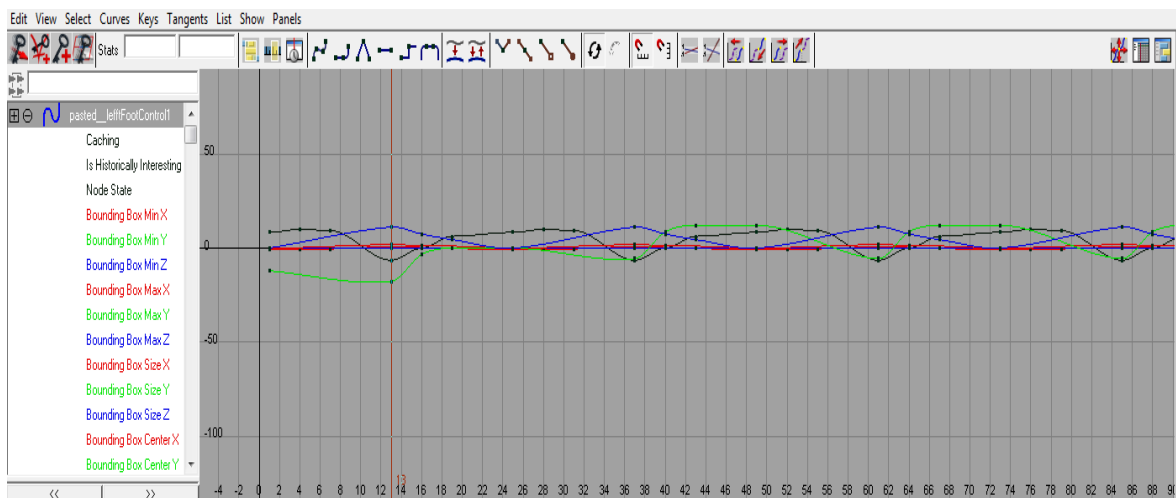


Obr. 73. Jednotlivé fáze chůze

Nejvýhodnější je začít nastavení počáteční a koncové pozice (frame 1 a 25), jelikož si odpovídají. Stejnou pozici obsahuje také 13 frame s tím rozdílem, že jsou přehozeny nohy tak, aby vykročovala pravá. Nejnižším bodem chůze je pokles, kdy po došlápnutí postava

pokrčí kolena, tento pokles je na snímku 4 a 16. Poté se kolena narovnají a postava se mírně zvedá, zároveň se mívají nohy (frame 7 a 19). Následuje vrchol chůze snímek 10 a 22.

Jakmile byla tato základní sekvence hotova, využilo se funkce tzv. *Graph Editoru* (Obr. 74), v němž se zobrazují/editují křivky animace a celá sekvence chůze byla dále zkopírována na potřebný počet snímků. Jednotlivé křivky bylo potřeba upravit tak, aby byly vyhlazené a neobsahovaly ostré vrcholy (proto, aby přechod mezi jednotlivými fázemi chůze byl hladký).



Obr. 74. Graph Editor – křivky animace

Stejným způsobem probíhalo také klíčování ostatních částí animace. Klíčování je hodně složitý proces, který je především o neustálém zkoušení, přehrávání a ladění tak, aby byl pohyb co nejvíce reálný. Občas se stane, že v polovině výsledného renderu si všimnete, že máte špatně naklíčovanou např. nohu, takže celý proces musíte provést znovu.

3.6 Render

Jakmile byly postavy nariggovány a naklíčovány, mohlo se přistoupit k finální etapě animace, a to renderu. Render je proces, při němž je 3D scéna převedena do 2D obrázku či animace.

Pro výsledný render bylo vytvořeno několik samostatných souborů, které byly upraveny tak, aby byly co nejméně náročné na výpočetní čas. Toho se dalo dosáhnout jedině smazáním všech objektů, které nebyly ve výsledné scéně viditelné. Pro renderování byla

použita technologie *Mental Ray*, která umožňuje vytvářet fotorealistické snímky. *Mental Ray* podporuje globální iluminaci (zachycení nepřímého osvětlení – odraženého světla), tzv. caustics (používané pro modelování interference světla v průhledných materiálech) nebo třeba *Final Gather* (realistické osvětlení scény).

Celá animace byla vyrenderována jako sekvence PNG obrázků. Ve výsledku je to výhodnější než renderovat přímo AVI soubor, protože pokud dojde zastavení renderu v průběhu vykreslování, nelze na toto místo navázat a celý proces se musí spustit znovu. Velikost vyrenderovaných snímků je nastavena na rozlišení 800x450 s výslednou kvalitou renderu 4, což představuje 16 až 256 vzorků na 1 pixel (kdy jeden pixel je rozdělen na submatici o velikosti minimálně 16 až maximálně 256 polí).

Renderování jednotlivých snímků trvalo od 10 minut až po 20 minut, záleželo na náročnosti renderované scény (časově náročný je například snímek s trávou atp.).

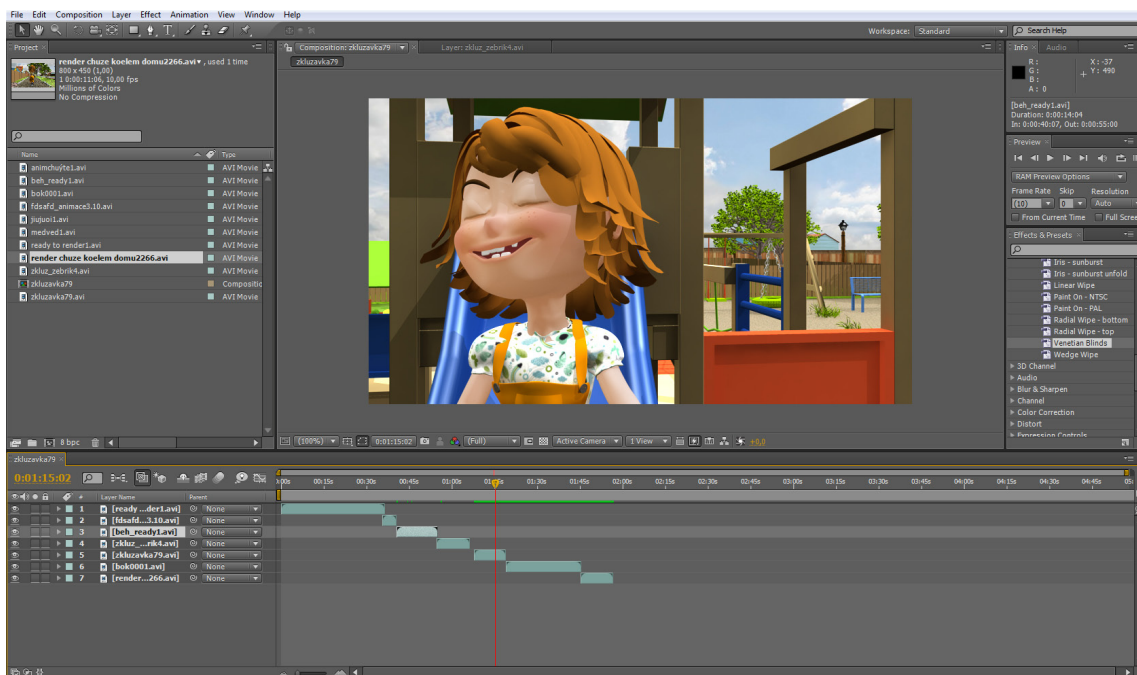


Obr. 75. Výsledný render

3.7 Finální zpracování animace

Jednotlivé sekvence obrázků byly převedeny na animaci pomocí open source programu *Virtual Dub*. Výsledné soubory byly komprimovány pomocí kodeku XviD, tak aby konečný soubor nebyl až příliš velký – bylo dosaženo kompresního poměru 12:1 (s nastavením maximální možné kvality kodeku).

Díličí části animace byly dále zpracovány pomocí programu *Adobe After*, kde byla upravena celková kompozice např. to, jak budou jednotlivé sekvence za sebou následovat, jak dlouho budou trvat atp. V programu *After Effect* byly dále animaci přidány zvukové stopy, které byly vytvořeny pomocí programu *Audacity*.



Obr. 76. Prostředí programu After Effect

3.8 Technické parametry PC

Windows® 7 Professional 64bit

- **Procesor:** Intel Core i7-860 (4 fyzická jádra o frekvenci 2,8 GHz)
- **Paměť:** 8192 MB DDR3
- **Pevný disk:** 1 TB (7200 ot./min)
- **Grafická karta:** Nvidia GeForce GT230 (1,5 GB vlastní paměti)

Pro chod aplikace Maya bylo potřeba od 2 - 4,5 GB operační paměti (po spuštění renderu bylo potřeba dalších 2 - 4 GB pro render - proto bylo potřeba po jeho startu Mayu zavřít). Výsledný render jednoho obrázku trval na uvedené sestavě od 10 - 20 minut podle náročnosti renderované scény.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřena na popis animačního pipeline z pohledu filmového průmyslu a na filmovou produkci velkých filmových studií. Cílem této práce bylo vytvoření krátkého animovaného snímku s využitím 3D grafických technik ve zvoleném 3D prostředí. Dále měla být popsána tvorba jednotlivých modelů, které byly pro výslednou animaci použity.

V teoretické části diplomové práce je uvedena historie a vývoj 3D grafiky na poli filmového průmyslu. Dále je zde rozebrána teorie tvorby počítačové animace a zmiňují se zde různé druhy animace od těch nejjednodušších (kreslená animace) až po nejkompexnější metody jako je např. Motion Capture. Krátce je zpracována také problematika procesu filmové produkce (předprodukce, produkce, postprodukce) a jednotlivé programy, které se pro dané etapy využívají.

V praktické části je popsán princip tvorby komplexní počítačové animace – od vytváření jednotlivých modelů, jejich riggování, až po natavení světel, materiálů a finální render. Je zde uvedena specifikace jednotlivých nástrojů a metod programu Maya, které byly pro tuto animaci využity.

Součástí praktické části jsou navržené modely domů a postav. Jednotlivé postavy mají vytvořenou funkční a univerzální kostru pro animaci. Tato hierarchická kostra umožňuje kromě pohybu končetin také nastavení různých grimas v obličeji. Hlavním výstupem diplomové práce je komplexní animace, která využívá např. technologie inverzní kinematiky, renderu Mental Ray, Fur systému, Final Gather, SSS materiály atd.

Výsledná animace stále poskytuje prostor pro další vylepšení. V budoucnu by se daly vylepšit některé použité materiály, mohla by se přidat také animace okolních objektů – stromů, trávy, procházejících lidí atp.

Veškeré součásti diplomové práce, jako jsou modely a dílčí animace, jsou uloženy na příloženém CD. Dále je zde přiložena složka s aplikovanými materiály a texturami ve formátu JPEG a PNG. Na CD je nahrána také elektronická podoba diplomové práce a výsledné rendery.

CONCLUSION

This thesis is mainly focused on the animation pipeline of the film industry and film production of the major film studios. The aim of thesis is to create a short animation in chosen 3D environment using new 3D graphic techniques. In the next step the creation of individual models and techniques used for animation should be described.

The theoretical part of thesis presented the short history and development of 3D graphic in the film industry. This part also discuss the theory of computer animation and mention the various kinds of animation from the simplest (Hand - Draw animation) to the most complex methods such as Motion Capture. This part briefly describes the issue of the film production process (pre-production, production, postproduction) and mention various programs used for each of phases.

The practical part of thesis describes the principles of creating a complex computer animation - from modeling of individual models, rigging to lightning, materials and final render set up. This part also mention the specification of individual instruments and methods of Maya software.

The practical part also contains designed models of buildings and characters. Each character has a functional and versatile skeleton for animation. This hierarchical skeleton allows the movements of the limbs as well as setting of different facial grimaces. The main result of this thesis is a complex animation which uses 3D technologies such as Inverse Kinematics, Render, Mental Ray, Fur System, Final Gather, SSS materials, etc.

The final animation still provides the possibility for further improvements. For example, some materials could be redone and also animation of surrounding objects such as grass, trees, passing people could be added.

All created models and animations are placed on the enclosed CD. There is also electronic format of thesis and the folder with applied materials and textures.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] JONES, Angie, OLIFF, Jamie. Thinking Animation : Bridging the Gap Between 2D and CG. United States of America : Thomson Course Technology, 2007. 368 s. ISBN 978-1-59863-260-6.
- [2] KERLOW, Isaac V. The Art of 3D Computer Animation And Effects. 3rd edition. New Jersey : John Wiley & Son, 2004. 464 s. ISBN 0-471-43036-6.
- [3] KUNDERT GIBBS, John, et al. Mastering Maya 8.5. 1st edition. Indianapolis, Indiana : Wiley Publishing, 2007. 883 s. ISBN 978-0-470-12845-9.
- [4] OSIPA, Jason. Facial Modeling and Animation Done Right : Stop Staring. 2nd edition. Indianapolis, Indiana : Wiley Publishing, 2007. 387 s. ISBN 978-0-471-78920-8.
- [5] PARENT, Rick. Computer Animation : Algorithms and Techniques. 1st edition. United States of America : Morgan Kaufman Publisher, 2002. 564 s. ISBN 1-55860-579-7.
- [6] RAHAM, Endrew. Game Art Complete : All-In-One: Learn Maya, 3ds Max, ZBrush, and Photoshop Winning Techniques. 1st edition. Oxford : Kindle Edition, 2009. 624 s. ISBN 978-0-240-81147-5.
- [7] SULLIVAN, Karen, GARZ, Schumer, KATE, Alexander. Ideas for the Animated Short : Finding and Building Stories. Oxford : Focal Press, 2008. 265 s. ISBN 978-0-240-80860-4.
- [8] TEREZA, Flexman. Character Modeling and Animation : Principles and Practices. 1st edition. United States of America : Thomson Course Technology, 2008. 450 s. ISBN 978-1-58450-556-3.

Internetové zdroje:

- [9] Rastrová grafika In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 26.10.2005, 18.3.2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rastrová_grafika>.

- [9] Vektorová grafika In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 18.7.2006, 6.5.2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vektorová_grafika>.
- [10] Titanic (1997 film) In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 12.8.2006, 14.5.2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Titanic_\(1997_film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Titanic_(1997_film))>.
- [11] Final Fantasy: The Spirits Within In Wikipedia : the free encyclopedia [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 30.9.2001, 12.5.2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Final_Fantasy:_The_Spirits_Within>.
- [12] Reelthinker.com [online]. 10.12.2009 [cit. 2010-05-1]. AVATAR DAY / hype retrospective: I don't think so, Jim. Dostupné z WWW: <<http://reelthinker.com/2009/12/10/avatar-day-hype-retrospective-i-dont-think-so-jim/>>.
- [13] Grafika.cz [online]. 12.1.2010 [cit. 2010-04-10]. Avatar: Revoluční přístup k tvorbě speciálních vizuálních efektů. Dostupné z WWW: <<http://www.grafika.cz/art/dv/avatar-making-of.html>>.
- [14] Today.msnbc.com [online]. 2009 [cit. 2010-04-15]. 'Avatar' raises the bar on 3D technology. Dostupné z WWW: <<http://today.msnbc.msn.com/id/32127705/ns/entertainment-movies/>>
- [15] Grafika.cz [online]. 3.2.2009 [cit. 2010-05-15]. Deset nejlepších 3D modelovacích a animačních nástrojů roku 2008. Dostupné z WWW: <<http://www.grafika.cz/art/3d/3Dmodanim2008.html>>.
- [16] Grafika.cz [online]. 12.10.2009 [cit. 2010-05-16]. Historie tvorby speciálních filmových efektů. Dostupné z WWW: <<http://www.grafika.cz/art/dv/historiefilmovychefektu.html>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- PNG Portable Network Graphic (grafický formát)
- JPEG Joint Photographic Experts Group (grafický formát)
- SSS Subsurface Scattering
- AVI Audio Video Interleave (formát pro záznam zvuku a obrazu).
- 3D 3-Dimension (trojrozměrný prostor).
- IK Inverse Kinematics

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Rozdíl mezi 2D a 3D grafikou.....	12
Obr. 2. Animace Voyager 2	13
Obr. 3. Klíčové snímky animace Hunger	14
Obr. 4. Star Wars George Lucas Films	15
Obr. 5. Záběr z filmu Star Trek: Khanův hněv	16
Obr. 6. Animace Luxo Jr. a Red's Dream	16
Obr. 7. Scéna z filmu Aladin a Lví Král	17
Obr. 8. Digitálně vytvořená postava Terminátor II.	18
Obr. 9. Realisticky vytvořená 3D zvířata ve filmu Jurský park	18
Obr. 10. Snímek z krátkého snímku Bunny	19
Obr. 11. Snímek z filmu Titanic	20
Obr. 12. Postava Aki Ross ve filmu Final Fantasy	21
Obr. 13. Technologie Motion Capture	22
Obr. 14. Snímek z filmu <i>Jak vycvičit draka</i>	22
Obr. 15. Nová technologie záznamu obličeje	23
Obr. 16. Natáčení pomocí virtuálních kamer	24
Obr. 17. Animace studia Pixar - Geri's Game	25
Obr. 18. Tvorba klasické animace	26
Obr. 19. Tvorba robotických modelů	27
Obr. 20. Technologie motion capture	28
Obr. 21. Složení týmu malých projektů	29
Obr. 22. Složení týmu velkých projektů	29
Obr. 23. Příklad Storyboardu	30
Obr. 24. Programy filmové předprodukce	31
Obr. 25. Prostředí programu Autodesk Sketchbook	31
Obr. 26. Rig postavy	32
Obr. 27. Programy 3D produkce	33
Obr. 28. První český 3D film Kozí příběh	34
Obr. 29. Prostředí programu Autodesk Maya	34
Obr. 30. Prostředí programu 3ds Max	35
Obr. 31. Assassin's Creed	35
Obr. 32. Uživatelské rozhraní SW XSI	36

Obr. 33. Projekt Sintel	37
Obr. 34. Zbrush modelování	38
Obr. 35. Programy postprodukce	39
Obr. 36. Model vytvořený pomocí nástroje Extrude	41
Obr. 37. Hlavní dům animace	42
Obr. 38. Objekt, který vznikl použitím Split Tool a Extrude	43
Obr. 39. Objekt, který vznikl použitím Boolean operací	43
Obr. 40. Různé druhy střešních tašek	44
Obr. 41. Interiér hlavního domu	44
Obr. 42. Textura střešních tašek	45
Obr. 43. Namapování textury okna	46
Obr. 44. Rozmístění bump a diffuse textury v grafickém editoru	46
Obr. 45. Výsledný render po namapování a úpravě materiálu	47
Obr. 46. Výsledný render po namapování a úpravě materiálu	47
Obr. 47. Použití bumpu mia_roundcorners	48
Obr. 48. Domy v ulici	48
Obr. 49. Prostředí ulice	49
Obr. 50. Květiny vytvořené pomocí Paint Effectu	50
Obr. 51. Nastavení atmosféry	50
Obr. 52. Nastavení atmosféry	51
Obr. 53. Hlavní postavy animace	52
Obr. 54. Počáteční fáze modelování obličeje	53
Obr. 55. Hlava modelu po zrcadlení	54
Obr. 56. Výsledný model hlavy	54
Obr. 57. Vzniklý model těla	55
Obr. 58. Struktura vlasů vytvořená v Zbrushi	55
Obr. 59. Původní model vlasů vytvořený v Zbrushi	56
Obr. 60. UV mapa obličeje postavy	57
Obr. 61. Textura Epidermal Scatter Color	57
Obr. 62. Textura Difuse a Subdermal Scatter Color	58
Obr. 63. Textura Back Scatter Color	58
Obr. 64. Efekt materiálu misss_fast_skin_maya	59
Obr. 65. Příklad inverzní kinematiky	60

Obr. 66. Animace s inverzní kinematikou – stačí nastavit počáteční a koncovou pozici	60
Obr. 67. Animace s dopřednou kinematikou - všechny pozice musí být nastaveny	61
Obr. 68. Component Editor – nastavení vah.....	62
Obr. 69. Nástroj Paint Weight	63
Obr. 70. Vytvořené Blend Shapy pro ústa.....	63
Obr. 71. Vytvořené Blend Shapy pro oči.....	64
Obr. 72. Nastavení kontrolních objektů pro mimiku obličeje	64
Obr. 73. Jednotlivé fáze chůze.....	65
Obr. 74. Graph Editor – křivky animace	66
Obr. 75. Výsledný render.....	67
Obr. 76. Prostředí programu After Effect.....	68

SEZNAM PŘÍLOH

P I Výsledný render postav

P II Výsledný render scény

PŘÍLOHA P I: VÝSLEDNÝ RENDER POSTAV



PŘÍLOHA P II: VÝSLEDNÝ RENDER SCÉNY



PŘÍLOHA P II: VÝSLEDNÝ RENDER SCÉNY

