

**VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE
FILMOVÁ A TELEVÍZNA FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Školský rok: 2020/21

Autor: Tomáš Hotový

VYSOKÁ ŠKOLA MÚZICKÝCH UMENÍ V BRATISLAVE
FILMOVÁ A TELEVÍZNA FAKULTA



NÁZOV TEORETICKEJ DIPLOMOVEJ PRÁCE:

The Gods, Tvorba assetov
The Gods, Asset creation

Študijný program:

Študijný plán:

Vedúci magisterskej práce:

kameramanská tvorba a vizuálne efekty

Vizuálne efekty

Ing. arch. Marek Hollý

Evidenčné číslo:

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že na diplomovej práci pod názvom „**The Gods, Tvorba assetov**“ som pracoval samostatne, na základe vlastných teoretických a praktických poznatkov, konzultácií a štúdia odbornej literatúry, ktorej úplný prehľad je uvedený v zozname použitej literatúry.

.....
Tomáš Hotový

Pod'akovanie

Na začiatok by som sa chcel poďakovať pedagógom z ateliéru vizuálnych efektov, ktorý nám svojim smerovaním a radami umožnili vytvorenie nášho spoločného magisterského filmu.

Tiež by som sa chcel poďakovať mojím spolužiakom a ľuďom, ktorý sa na tomto spoločnom projekte podieľali za výbornú prácu, ktorá aj mňa počas tvorby nášho filmu inšpirovala.

V neposlednej rade by som sa chcel poďakovať mojej rodine a blízkym za celoživotnú podporu pri práci a štúdiu.

Na záver by som sa chcel poďakovať môjmu školiteľovi Ing. arch. Marekovi Hollému za pomoc a užitočné rady.

Abstrakt // SK

Teoretická práca je zameraná na tvorbu realistických modelov so zameraním na filmovú tvorbu. Vytváranie a dizajn rekvizít, kostýmov a prostredia za pomoci inšpiračných zdrojov a referencií vzhľadom na charakter postáv a prostredia v realizovanom príbehu.

Analýza vývoja 3D modelovania, začiatky, prelomové momenty, súčasnosť a budúce smerovanie modelov k realizmu.

Abstrakt // EN

The theoretical part is about realistic asset creation for films. Design and creation of props, costumes and environments based on inspirational sources and reference with regard to characters and setting of the story.

Analysis of the 3D modeling development, beginnings, milestones, the present and future direction of models towards realism.

Obsah

1. Úvod	7
2.1 História	8
2.2 Počiatky grafiky	8
2.3 Míľníky a prelomové momenty	11
2.4 História 3D vo filme	14
3.1 Tvorba assetov	18
3.2 Základný postup tvorby	19
3.3 Tvorba jednotlivých druhov assetov	22
4 Budúcnosť 3D	24
5 Zoznam ilustrácií	26
6 Zdroje informácií	27

1. Úvod

V dnešnom svete sa čoraz častejšie stretávame s 3D elementami. Od ilustrácií a UI elementov na webe cez počítačové hry a vizuálne efekty až po vedecké a priemyselné práce. Skutočne niet úniku a zdá sa že tento trend sa nechystá tak skoro ustúpiť.

Využívanie 3D elementov či 2D elementov v trojrozmernom priestore nie je v oblasti vizuálnych efektov nič nové. Ide ale o jeho rozmach v posledných rokoch. Tvorba mattepaintingov ktorá je v podstate primárne 2D činnosť ja dnes už takmer nezaobíde bez 3D blokingu a základného svietenia. Zameraním tejto práce však budú najme rekvizity, terén a postavy v súvislosti s filmom. Prejdeme si základné informácie a ukážeme si príklady z praxe.

2.1 História

V tejto časti si rozoberieme vývoj počítačovej grafiky v súvislosti s vizuálnymi efektami. Začneme pri počiatkoch počítačovej grafiky a neskôr prejdeme na špecifickejšie objavy a technológie týkajúce sa tvorby vizuálnych efektov.

Pripomenieme si prelomové momenty a priekopníkov tohto odvetvia vďaka ktorým sme dnes tam kde sme.

2.2 Počiatky grafiky

Potreba grafického znázornenia narastala s nárastom komplexných zariadení v oblastiach vedy a techniky. A práve pre to vznikli prvé grafické vizualizácie v oblastiach vedy a inžinierstva prevažne pri vládnych a vojenských projektoch alebo veľkých korporátnych zákazkách.

1940-50

Ak by sme započítali aj analógové zariadenia tak by prvé kroky počítačovej grafiky začínali u detných štítkov ktoré vlastne fungujú ako optická čítačka ktorá hľadá zhody zo zadaným plánom ktorý má v systéme (existovali aj mechanické čítačky). Na podobnej priečke by sa nachádzali aj osciloskopu ako jedny z prvých zobrazovacích zariadení. Oválny tvar monitoru a typická zelená farba sa používali ešte dlho.

1945-51 Whirlwind I

Prvý analógový počítač schopný zobrazovať operácie v reálnom čase. Tento posun v rýchlosti otvoril bránu novým možnostiam.

1955 Lightpen a Sketchpad (prvý prototyp)

Významný posun v smere interakcie človeka s počítačom priniesol program Sketchpad ktorý za pomoci špeciálnej klávesnice na príkazy a zariadenia Light Pen umožnil rýchlu a komfortnú prácu. Táto zostava bola vyrobená na urýchlenie a spresnenie práce pri komplexných inžinierskych projektoch.

Najzázračnejšou časťou bol softvér, Sketchpad. Už nebolo viac nutné písať v kóde presné súradnice a vzťahy medzi bodmi, na všetko boli nástroje ktoré fungovali na dotyk pera v reálnom čase.

Išlo v podstate o predchodcu tabletu a všetkých grafických softvérov, obzvlášť vektorových a Auto CAD softvérov. Priniesol so sebou sériu funkcií ktoré sa v grafických programoch používajú takmer nezmenené dodnes, dokonca aj v 3D programoch.

Medzi tieto funkcie patria napríklad Tool Snapping (automatické zarovnávanie elementov na presné segmenty dizajnu), zväčšovanie a rotácia okolo pivotu ktorý sa dá presúvať a zarovnávať, duplikovanie vizuálne selektovaných častí a ako najpodstatnejšie, referencovanie iných súborov s takmer okamžitou odozvou pri

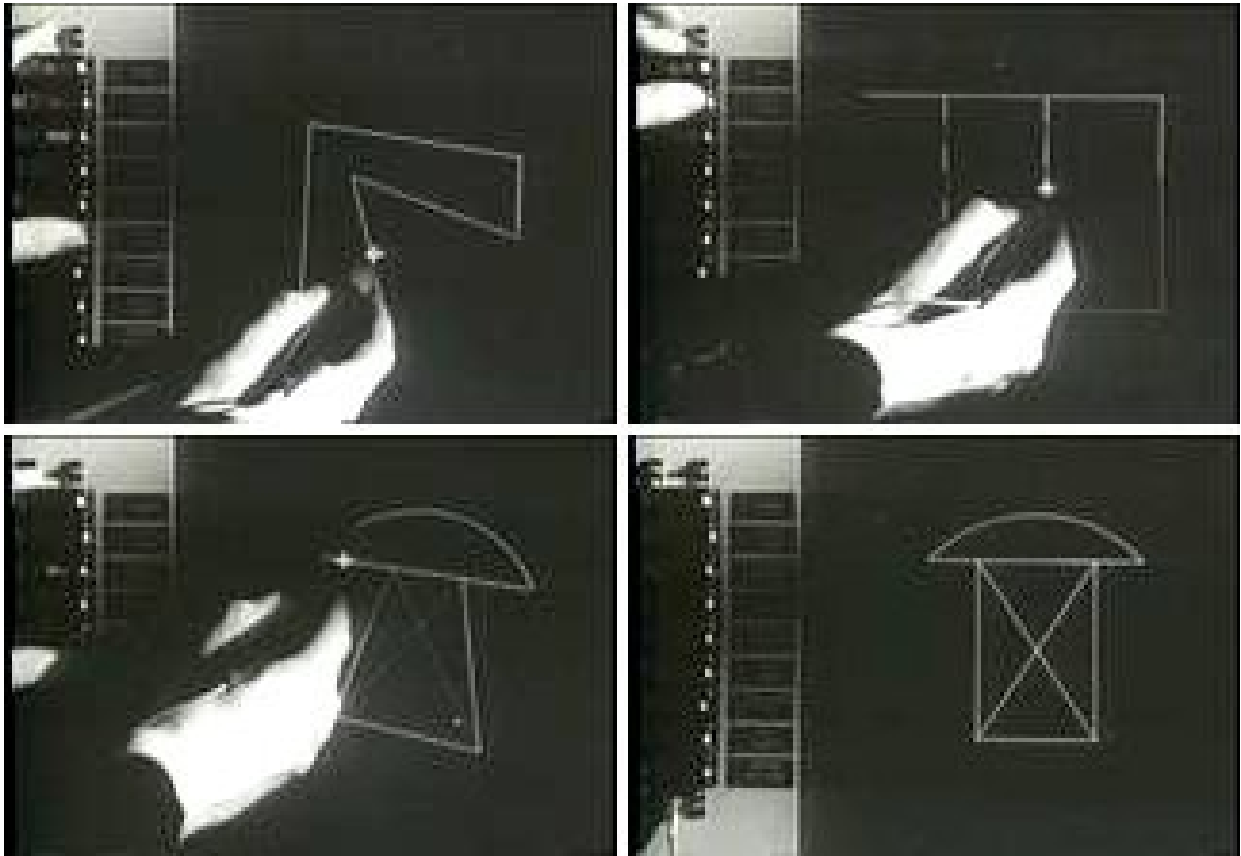
zmene. Nesmieme tiež zabudnúť na grúping elementov pre lepšiu manipuláciu či možnosť vidieť plán z niekoľkých uhlov naraz na jednej obrazovke pre lepšiu orientáciu v priestore. Základy wireframe modelovania a trojrozmerného priestoru.

Bol to počiatok veľkého prelomu, tvorba grafiky už viac nebola len pre programátorov.

Tvorcov tohto programu bol Ivan Sutherland, ktorý je jedným z najvýznamnejších priekopníkov grafiky a nositeľom najväženejšieho ocenenia počítačovej vedy s názvom The Turing Award. Medzi jeho ďalšie prelomové vynálezy patrí dotyková obrazovka a okuliare na virtuálnu realitu. Nie na darmo dostal prezývku „Otec počítačovej grafiky“.

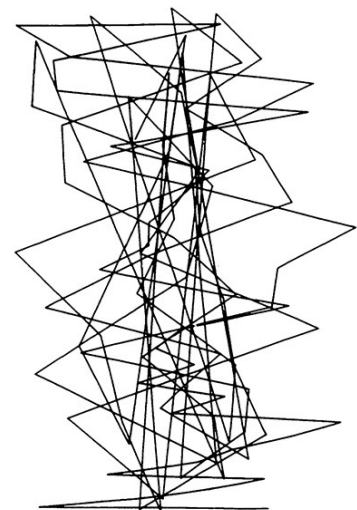


*Obr. 01 Ivan Sutherland pracujúci s Lightpenom v programe Sketchpad
Obr. 02 Ukážka Sketchpa a lightpen*



A. Michael Noll

Bol nie len priekopníkom v oblasti počítačovej techniky ale aj položil základy digitálnej grafiky ako umenia. V roku 1965 mal svoju prvú výstavu. Išlo o prvú výstavu digitálneho umenia v USA.



© AMN 1965

Obr. 03 Ukážka z galérie -1965

Obr. 04 Ukážka jedného z diel

2.2 Míľníky a prelomové momenty

1957 Prvý skener

Russell Kirsch vytvoril prvý skener. Ako test naskenoval fotografiu svojho syna. Obrázok bol v odtieňoch sivej s bitovou hĺbkou len 1 bit na obrazový pixel. Rozlíšenie bolo len 176x176px. Išlo o významný krok pri konverzii a zachytávaní dát medzi analógovým a digitálnym svetom.



Obr. 05 Prvý scan

1958 Prvá počítačom generovaná grafika v hranom filme

Vertigo (1958)

<https://www.imdb.com/title/tt0052357/>

John Hales Whitney

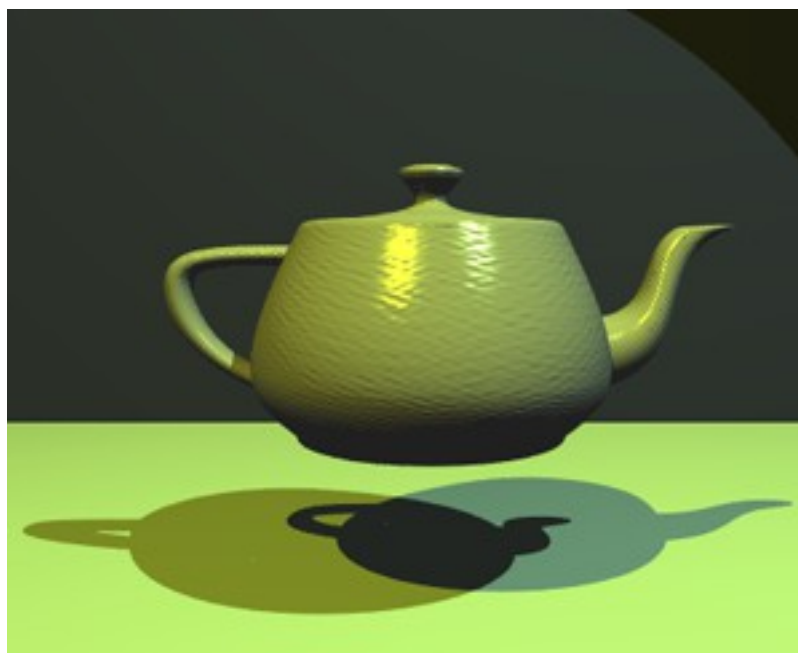
Vytvoril abstraktné obrazce v úvodnej titulkovej sekvencii filmu. Išlo počítačom generované analógové čiary zaznamenané kamerou ktoré sa následne prefarbovali.



Obr. 06 Vertigo - ukážka

1975 Prvé snahy o fotorealistický render

Prvý render vznikol na univerzite v Utahu. Ako testovací objekt pri vývoji renderingu použili čajník ktorý vymodeloval Martin Newell. Išlo o jeden z prvých modelov vytvorených Beziérovými krivkami. Čajník dostal prezývku „The Utah Teapot“ a stal sa najpoužívanejším testovacím objektom. Staršie softvéry mali ikonu pre render znázornenú ako čajník. Dostal sa dokonca na titulné stránky vedeckých časopisov a stal sa Easter eggom v mnohých filmoch. Ide do istej mieri o Wilhelm Scream 3D sveta.



Obr. 07 Utah Teapot

1974 Texture mapping

Tvorcom tejto technológie je Edwin Catmull. Pôvodne známa ako Diffuse Mapping vo svojom počiatku zachytával iba farebnú informáciu. Pixely z 2D obrázku sa mapovali na povrch 3D objektu. Texture mapping priniesol zásadnou zmenu pri tvorbe modelov a renderingu.

1976 Ray casting

Predošlé pokusy prevažne pohoreli na výpočtových výkonoch počítačov no v roku 1976 Scott Roth vytvoril krátku animáciu postavy ktorá sa stal jednou z prvých aplikácií ray castingu v animácii. Toto položilo základy ďalšieho vývoja realistického renderingu a funkcií ako napríklad Global Illumination. Vykresľovanie komplexných polo priehľadných či priehľadných materiálov by bez tejto metódy nebolo možné.

1978 Bump mapping

Prvý krát uviedol bump mapping James Blinn

Táto metóda vytvárania ilúzie detailu bez nutnosti deformácie modelu sa používa dodnes. Táto metóda napomohla vzniku aj iných textúrových kanálov ako napríklad normal mapa.

2014 Pokroky v procese renderingu a následnej úpravy

ACES – The Academy Color Encoding System

Prvý krát bol tento systém použitý pri filmoch Chappie (2015)

<https://www.imdb.com/title/tt1823672/> a The Lego movie (2014)

https://www.imdb.com/title/tt1490017/?ref_=nv_sr_srsq_3

Ide o systém zápisu farieb ktorý sa stal štandardom pri tvorbe VFX. Išlo o výrazný posun k realistickejšiemu zobrazeniu CG elementov vo filme.

2.3 História 3D vo filme

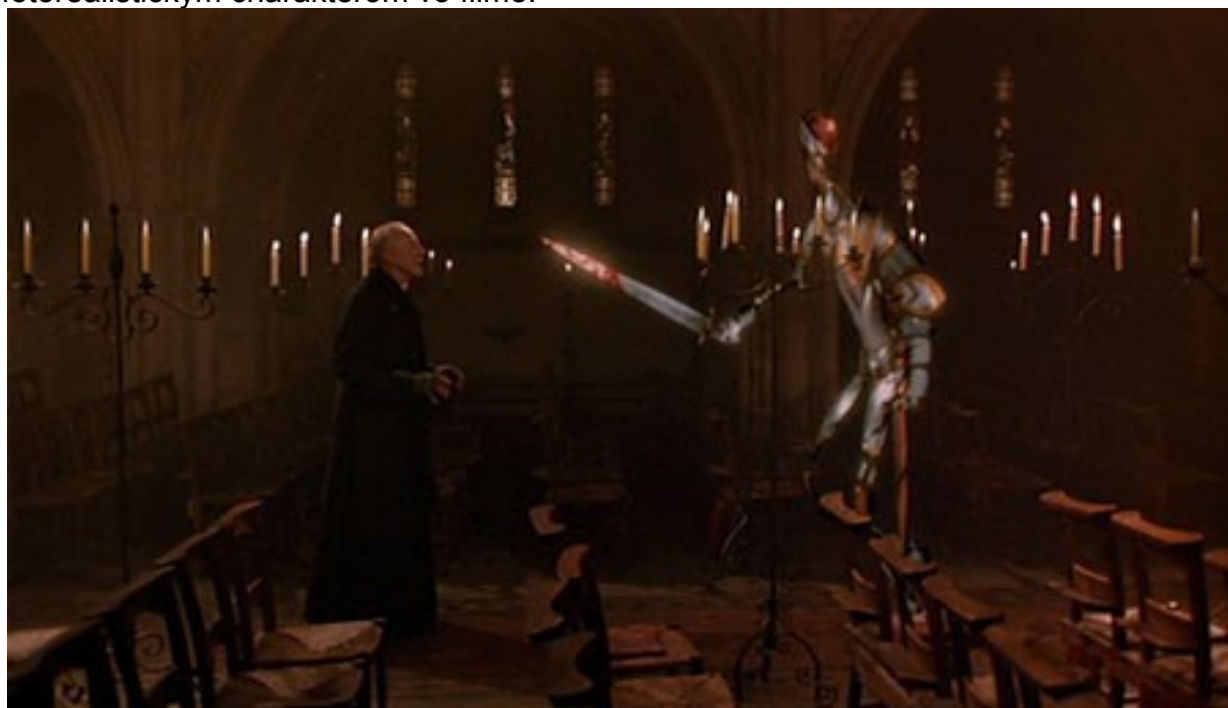
1972 Prvý trojrozmerný objekt vo filme

Edwin Catmull a Fred Parke vytvorili model a animáciu ruky a tváre pre film Futureworld (1976) <https://www.imdb.com/title/tt0074559/> . Model ruky bol vytvorený cez mapovanie polygónov na odliatok ruky. Modely boli zobrazené ako wireframe, halftone/flat shading a nakoniec smooth shading počas filmu na obrazovkách vedcov pri scéne výroby robotov.

Prvá plne počítačom generovaná 3D postava vo filme

Yung Sherlock Holmes (1985) <https://www.imdb.com/title/tt0090357/>

Glass knight – bol vytvorený štúdiom ILM (Industrial light and magic) a stal sa prvým fotorealistickým charakterom vo filme.



Obr. 08 Ukážka – Stained glass knight

Prvý celovečerný animovaný film

Toy story (1995)

https://www.imdb.com/title/tt0114709/?ref_=ttmi_tt

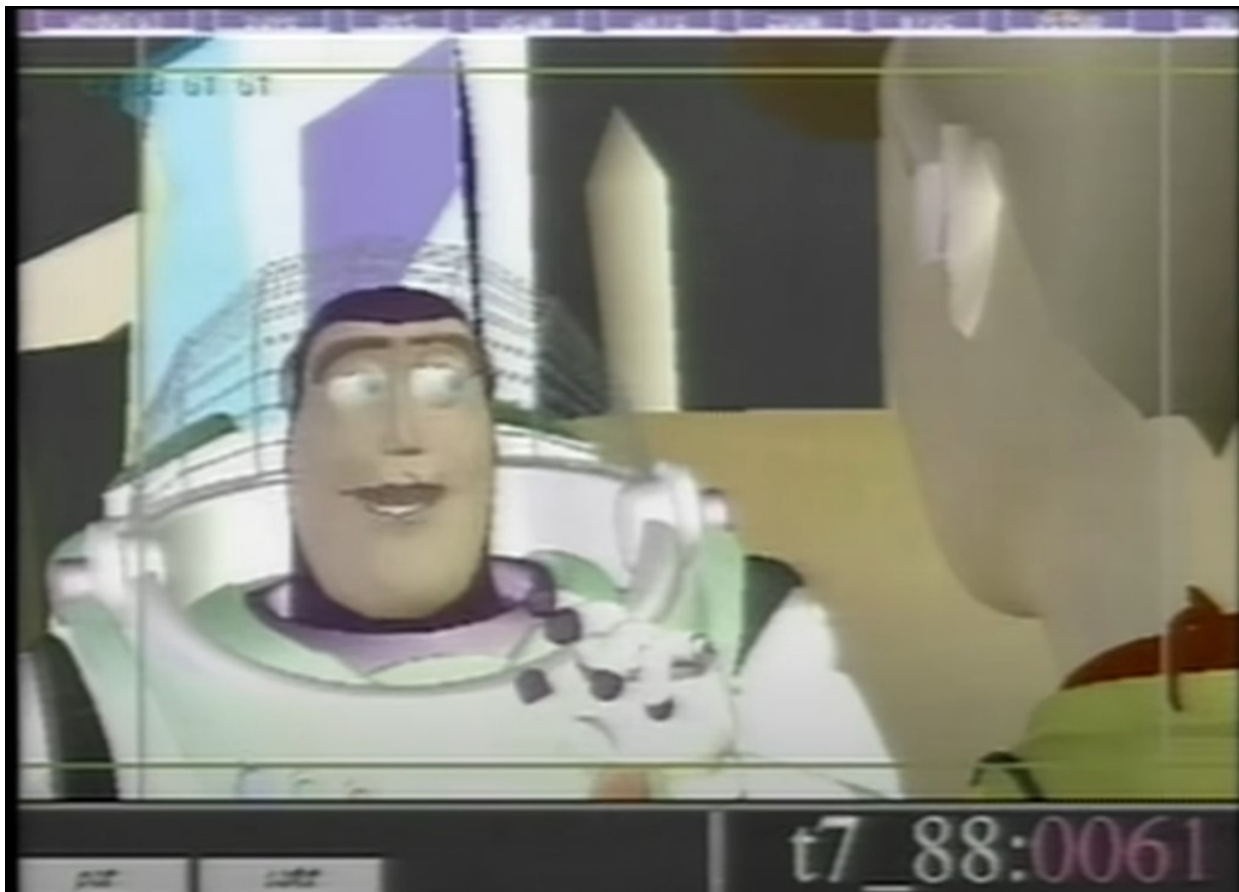
Film ktorý naštartoval priemysel trojrozmerných animovaných filmov pre deti. Všetky Disney a Pixar filmy sú produktom úspechu tohto diela.

Predchodcom Toy Story bol podobný krátky animovaný film s názvom Tin Toy (1988). Tin Toy bol testom pre spoločnosť Pixar po mnohých stránkach. Išlo o jeden z prvých filmov kde bol použitý renderer Renderman ktorý Pixar vyvíjal od začiatku deväťdesiatych rokov. Tento krátky film dostal Oskara v kategórii Najlepší krátky animovaný film. Táto výhra pritiahla záujem Disney o spoluprácu na väčšom projekte.

Film renderovalo 117 počítačov a jeden frame trval od 45 minút až po 30 hodín. Vo filme sa snažili obmedziť použitie textúr na minimum z dôvodu optimalizácie. Toto a aj

iné technické faktory spôsobili takmer úplnú absenciu postáv. Scénár a záberovanie bolo upravené technickým možnostiam.

Film nebol len prelomový v oblasti grafického pokroku ale bol aj kriticky uznaný. Bol nominovaný na 3 Oskary a vyhral Special Achievement Award.



Obr. 09 Náhľad pred renderom



Obr. 10 Finálny obraz

Prvý celovečerný fotorealistický animovaný film

Final Fantasy: Spirits Within (2001)

<https://www.imdb.com/title/tt0173840/>

Pokus o vytvorenie plne digitálneho diala, všetko na obrazovke je buď nakreslené alebo vymodelované v 3D. Film bol bez pochyb ambicióznym dielom ktoré vyžadovalo množstvo v tom čase moderných technológií. Takmer celý film bol vytvorený za pomoci motion capture technológie ktorá bola doladená manuálnou animáciou.

Film obsahoval množstvo simulácií od explózií a prachu cez rozbitie skla a budov až po vlasy a časti monštier.

Bolo vytvorené množstvo komplexných mechanických modelov vozidiel a interiérov. Interiéry a postavy si vyžadovali množstvo textúr.

Ide tiež o prvý CG film s masívnym product placementom. Značky ako SONY či Pepsi.



Obr. 11 Ukážka z Final Fantasy

Prvý digitálny dvojník vo filme

Prvý pokus o digitálnu rekonštrukciu zosnulého herca

1989 Prvá simulácia vo filme

Abyss (1989) <https://www.imdb.com/title/tt0096754/>

Išlo o simuláciu vody a morphing tvárovej mimiky. Pokročilý morphing bol následne použitý vo filme Terminator 2: Judgment day (1991)

<https://www.imdb.com/title/tt0103064/>



Obr. 12 Ukážka Abyss

1993 Jurrasic park

Prvý vysoko rozpočtový film s množstvom CGI efektov.

2001 Lord of the Rings Trilogy

Jeden z troch filmov v histórii ktoré dostali 11 Oskarov.

Prvé masové davové simulácie. Pri bojoch armád použili AI ovládané simulácie davu a automaticky generované variácie modelov. Charakter Gollum bol prvým na ktorom bol použitý subs surface scattering vo filme. Modely trollov a iných monštier boli vytvárané fyzicky ako sochy a následne skenované laserovým skenerom do počítača. Takto sa vyrovnali s nedostatkom detailu pri modelovaní bez sculpingu.

Séria dostala Oscara za iniciatívne filmové efekty.

Nepochybne bol tento film rovnakým prínosom pre digitálne efekty ako Star Wars pre špeciálne.

3.1 Tvorba assetov

Definícia assetu z hľadiska filmu.

Filmový, herný alebo tiež nazývaný produkčný asset je akýkoľvek objekt vytvorený alebo zakúpený za účelom tvorby filmu. Môže ísť od zdrojových konceptov a fotografií až po celé prostredia a postavy.

Veľké fyzické assety sa prevažne zneškodňujú z dôvodu nedostatku miesta na ich skladovanie. Drobné veci a kostýmy sa buď archivujú pre budúce použitie a prípadnú tvorbu zberateľských predmetov alebo sa rozpredajú v dražbe. Filmoví zberatelia sú ochotní zaplatiť nemalú sumu za takéto predmety. Jednou z možností je aj darovanie členom štábu na pamiatku alebo do múzea.

V prípade digitálnych assetov na ktoré sa ďalej budeme zameriavať je postup následovný. Snažíme sa archivovať všetky digitálne assety ktoré môžeme. Z predmetov ktoré nie sú špecifické pre film (myslené v zmysle rozoznatelnosti z ktorého filmu pochádzajú) sa prevažne vytvára databáza na použitie pri ďalších projektoch.

3D Assety by sa dali rozdeliť do piatich základných skupín.

Zdrojové súbory a referencie

HDR mapy, Alpha mapy, materiály, koncepty, referenčné fotografie, kúpené modely a iné...

Postavy a s nimi súvisiace objekty

Od tela postavy cez kostýmy až po rekvizity

Vozidlá

Vozidlá sú v podstate niečo medzi prostredím (postavy sa často nachádzajú vo vnútri vozidla) a charaktermi (prevažne animované objekty s dôrazom na ikonický vzhľad – napr. X-wing zo Star Wars)

Prostredia

Spadá sem, terén, vegetácia, vonkajšia architektúra stavieb ako mestá a podobne, interiéry

FX efektové assety

Volumetrické simulácie ako napríklad ohne, oblaky, explózie, efekty kúziel a podobné...

3.2 Základný postup tvorby

Prvým krokom pri tvorbe akéhokoľvek assetu je presné uvedenie si čo presne chceme vytvoriť a za akým zámerom. Následne si zvážime technické a časové možnosti a zvolíme najvhodnejší postup na výrobu.

Základná otázka ktorá nám ušetrí čas je z akej vzdialenosti sa bude divák na daný objekt pozerať. Toto rozhoduje nie len o úrovni detailu ale aj o prioritě tvorby či vyznáme pre príbeh. Objekty v pozadí sú prevažne rozostrené a v výslednom renderi malé. Množstvo nedostatkov sa stratí. Je zbytočné vytvárať veľké množstvo detailu pre niečo čo divák neuvidí.

Ďalším podstatným faktorom hlavne z hľadiska optimalizácie je otázka či sa bude daná objekt duplikovať. Aj keď metódy ako instancovanie ponúkajú riešenie vždy ide o podstatnú záťaž ktorá sa dá zmierniť. Je nutné asset urobiť tak aby bol čo najviac úsporný na dáta.

Animácia je významný faktor ktorý ovplyvňuje atribúty modelu.

Koncept a referencie

Prvým krokom je tvorba konceptu a zozbieranie referencií. Prevažne sa najskôr zozbierajú inšpiračné obrázky a referencie a následne sa tvorí na ich základe koncept. Niekedy sa referencie zozbierajú až po tvorbe konceptu pri jeho dotváraní či ako ukážky materiálov a podobne.

V niektorých prípadoch sa vyvára priamo 3D koncept za pomoci sculptovacieho softvéru ako napríklad Zbrush.

Pri tvorbe konceptu by sme mali dbať na vhodné rozdelenie. Každý model by mal byť rozdelený na tri základné sekcie. Hlavné tvary tvoriace siluetu, stredne veľké časti a malé detail na dotvorenie. Toto nám pomôže aj pri sculptingu a modelingu.

Sculpting a modeling

Pri sculptingu je možné buď začať od nuly a všetko vytvoriť priamo v sculptovacom programe z napríklad gule či iného primitívneho objektu. Alebo môžeme použiť vymodelovaný základný model s dobrou topológiou a už len doladovať za pomoci sculptingu. Toto je prevažný postup pri väčšine charakterov a organických elementov. Sculptujú sa aj mechanické elementy s komplexným tvarom. Ide o techniku ktorá je rýchla no vyžaduje si často následú retopológiu modelu.

Priame modelovanie finálneho tvaru sa prevažne používa pri tvorbe budovách kde sa prevažne dostáva jemného detailu textúrou.

Pri modelovaní a sculptingu platí že postupujeme celoplošne od veľkých častí cez stredné tvary až po drobné detaily.

Retopológia

Ide o redukciu polygónov za účelom optimalizácie a použitia pre animáciu. Sculping produkuje príliš husté modely pre simulácie a animáciu. V niektorých prípadoch stačí len redukcia no pri komplexnejších objektoch ktoré sa deformujú je nutná častokrát manuálna redukcia. Tento krok je tak isto dôležitý pre UV mapping. Príliš komplexné modely sú náročné na úpravu.

UV Mapping

Rozloženie objektu do 2D priestoru pre tvorbu textúr. Nejde len o čo najlepšie rozbalenie modelu ale aj o umiestnenie UV segmentov do plochy textúry. Pri tomto kroku by sme mali myslieť na to kde bude aký materiál. Napríklad smer vlákien na látke či dreve by mal ísť logickým smerom. Ak si nedáme pozor aby časti UV boli otočené v súlade s týmto smerom tak si zbytočne vytvárame problém ktorý nás následne dobehne pri textúrovaní. Prebiehajúce sa smery textúry na objekte sa dajú vždy opraviť ale ide o časovo náročný proces.

Pri filmových produkciách a hlavne charakteroch sa používa takzvaný UDIM systém rozloženia textúry. UV mapa sa rozloží na niekoľko polí, každé pole reprezentuje jedna sada textúr. Toto rozloženie umožňuje dosiahnuť vysokého rozlíšenia bez nutnosti použitia jedného gigantického súboru ktorý by bol takmer nepoužiteľný pre jeho veľkosť.

Dôležité je vždy dodržať rovnomernú texel denzitu(hustotu pixelov na meter). Hustota nemusí byť rovnaká v celej scéne, mala by byť rozdelená podľa priority detailu, ale rozdiely by nemali byť rušivé.

Rigging

Rigging je úzko závislý od dobrej topológie. Hlavne pri organických charakteroch či iných objektoch ktoré obsahujú deformácie. Rigg môže byť veľmi jednoduchý(mechanické rameno napríklad bez piestov či komplexných elementov) až to extrémne komplexný(najčastejšie postavy a monštrá). Mechanické modely netreba ale podceňovať pri filme X-MEN days of future past (2014)

<https://www.imdb.com/title/tt1877832/> sa skladal model sentinelov až z 1019 pohyblivých častí okrem procedurálne ovládaných dielov. Tieto segmenty boli animované ručne.

Do tohto štádia by sa malo naplno vstupovať až keď sme si istý že máme finálny model.

Texturing/tvorba materiálu

Pri tomto kroku sú opäť dôležité referencie aby sme dosiahli požadovaný stupeň realistikosti. Väčšinu drobných detailnou materiálov okolo nás si neuvedomujeme no štúdiá referencie nám ich pomôže odhaliť.

Medzi takéto drobnosti patria napríklad.

Obyčajne sa nevyskytujú absolútne farby - čistá červená, úplne čierna, cista biela

Ak rozdelíme textúru na svetla, tenie a stredne tony - tak každá zóna by sa mala skladať aspoň z troch podobných farieb farieb

Detail ktorý sa nachádza v hight mape by sa mal nachádzať aj vo farbe a roughness mape.

spojenie svetlého a tmavého materiálu – napr. dreva - nikdy nieje priame vždy je tam zmena farby v mieste stretu

Photoshop je nevyhnutnosť skoro vždy ako záchrana či príprava materiálov zdrojov.

Look Development

V tejto fáze skladáme model a vytvorené textúry dohromady v rendereri, následne testujeme a dokladujeme ich vzhľad. Cieľom je dosiahnuť požadovaný výsledok v prostredí filmu. Tento krok je obzvlášť dôležitý pri vkladaní do natočeného záznamu.

Zozbieranie referencií z miesta natáčania je kľúčové. Hlavne gray ball, mirror ball, poprípade - fur ball (pri tvorbe zvierat) ideálne aj tabuľka farieb.

Ak nie sú referencie dostupné tak fotografie ktoré zachytajú čo najpodobnejšie materiáli/objekty v čo najpodobnejšom svetelnom prostredí

Testovať vo viac ako jednom prostredí, HDR mape. Ideálne mať z každej zo svetelných podmienok HDR mapu alebo aspoň niečo podobne daným podmienkam

Ak sa nevie presne čo v filme bude a robia sa testy treba vybrať dostatočne široké spektrum na pokrytie potenciálnych prostredí deň, večer, noc, ostré slnko, mäkké svetlo, interiér aj exteriér, plus niečo špecifické žánru alebo atmosfére.

Prípadné FX elementy

Prevažne sa vyrábajú za pomoci simulačných softvérov ako napríklad Houdini.

Môže ísť o časti postáv či vozidiel ktoré sa nedajú urobiť v predchádzajúcich krokoch. Alebo o deštrukcie a podobne.

3.3 Tvorba jednotlivých druhov assetov

Tvorba postáv, zvierat a digitálnych dvojníkov

Pri tvorbe zvierat a postáv je dôležitá anatomická presnosť. Veci ako Deformácia pórov kože či simulácia melanínu v koži je nutná ak chceme aby naše postavy boli uveriteľné. Pri tvorbe zvierat podstatne pomáhajú múzejné exponáty. Možnosť vidieť zviera bez srsti je častokrát rozhodujúce pre správnu anatómiu.

Tvorba digitálnych dvojníkov je v dnešnej dobe nevyhnutná. Nebezpečné scény sa bez nich nezaobídu. Prevažne sa vytvárajú 3D sanovaním tváre herca, niekedy až celej postavy.

Rekvizity a kostýmy

Pri historických filmoch je nutné dodržiavať referencie. Možnosť chitiť si daný materiál c rukách je veľkou pomôckou pri tvorbe kostýmov a realistických materiálov patriacich k nim.

Simulácie oblečenia sú komplexná záležitosť a množstvo veľkých štúdií má vlastné nástroje na riešenie týchto problémov.

Na každej rekvizite by malo byť vidieť nie len čím si prešla ale aj ako bola vyrobená. Pridáva to pocit histórie daného objektu a to ho robí skutočným.

Tvorba existujúcich reálnych vozidiel – Pri vytváraní vozidiel ktoré sú presnou kópiou existujúcich je nutné množstvo referencií a presnosť. Ideálne je ak je dostupný 3D scan vozidla použitého vo filme. Kitbash vytvorený z reálnych súčiastok je vždy výhodou.

Tvorba sci-fi či iných neexistujúcich vozidiel – Vozidlá, plavidlá či vesmírne stanice sú prevažne benevolentnejšie čo sa týka presnosti s realitou.

Pri tvorbe vesmírnych staníc a lodí je dobré použiť takzvané **greebles** alebo **nuries**. **Greebles, nuries** či **wiggets** sú drobné prvky používané na dodanie detailu a pocitu veľkosti obrovským objektom. Prevažne sú vytvorené z jednoduchých tvarov. Ide v podstate o istý typ modelov pre kit-bashing ktoré nemajú žiadnu špecifickú úlohu či význam okrem vyplnenia nadrozmerných prázdnych plôch. Majú niekoľko veľkostí čiže si treba vždy dobre vybrať ktorá je najvhodnejšia pre daný objekt.

Najznámejším reprezentantom tejto techniky je s určitou sériou Star Wars v ktorej sú všetky lode a budovy takto robené. V tých časoch išlo o fyzické modely zo stavebníc, dnes už sú v digitálnej forme.

Terén

Terén sa ta vytvárať buď procedurálne alebo za pomoci fotogeometrie. Scany su prevažne základ na ktorý sa pridávajú detaily.

Tvorba vegetácie

Vegetácia by mala byť čo najviac optimalizovaná. Ak totiž nakopírujeme jeden objekt v scéne milión krát tak každý drobný problém sa nám znásobí a narastie záťaž na rendering.

V dnešnej dobe sa prevažne používajú 3D megascany a procedurálne softvéry na generovanie vegetácie ako je napríklad speed tree.

Tvorba budov a interiérov

Snažíme sa držať množstvo polygónov v rozumnej miere. Mestá sú často procedurálne generované. Niekedy dokonca od základu budovy s internou štruktúrou. Toto pomáha pri tvorbe deštrukčných simulácií.

Interiéry by mali byť mali mať príbeh toho čo sa tam udialo a mali by vyzerat' zažité a obývané pokiaľ nieje iný zámer.

Tvorba efektových assetov

Treba si dávať pozor na mierku, hlavne pri explóziách. Množstvo detailu a charakter dymu tento faktor menia dramaticky. Mierka ovplyvňuje aj rýchlosť pohybu.

4. Budúcnosť 3D

Počítačové hry a film

Tieto dve odvetvia majú nepochybne z veľkej časti rovnakú cieľovú skupinu. Jednoznačným dôkazom je posúvanie dátumov premiér filmov tak aby sa nenachádzali blízko dátumov vydaní hier. Toto spôsobuje to že sa stále vyrába viac a viac filmov podľa počítačových hier a naopak hier podľa filmov. Tieto pokusy tu boli už dávnejšie no nie v takomto rozsahu. Navyiac sa postupne začínajú objavovať hry ktoré sa snažia podobať na film a film a naopak. Dobrým reprezentantom tejto snahy sú napríklad hry The Order: 1886, či Until Dawn. Zatiaľ sa prevažne o tieto úlohy zaujímajú seriálový a menej známy herci, no trend sa mení postupne.

Kingsglaive: Final Fantasy XV (2016) je zase príkladom z opačnej strany. Keď herné štúdio vydá film ako úvod do deja hry.

Myslím si že v nie veľmi vzdialenej budúcnosti bude bežné že oscarový herci budú hrať v počítačových hrách a herné štúdiá budú vydávať seriály a filmy k svojim dielam na podporu príbehu.

Z pohľadu väčších tvorcov

Virtuálne produkcie podobné ako pri natáčaní Mandaloriana sú čoraz častejšie. Výmena kostýmov či tvorba celých armád sa stávajú bežnou vecou. Dnes je možné natočiť celý film len v jednom štúdiu. Toto v kombinácii s možnosťou pracovať na diaľku (výhodná a bezpečná možnosť počas pandémie) štúdiám umožňuje vytvoriť čokoľvek čo tvorcovia chcú. Limity sú len v našej fantázií.

Veľká popularita filmov zameraných na vizuálne efekty tiež pomáha zviditeľniť toto odvetvie a prilákať kreatívnych ľudí a investorov čo povzbudzuje ďalšie filmy a cyklus rastúceho záujmu sa opakuje. O prácu určite nebude núdza ak sa na to chceme pozrieť z pohľadu zamestnanca.

Kiná možno dostali počas pandémie ťažkú ranu no streaming pozdvihlo. Zatiaľ to vyzerá tak že streaming bude budúcnosť ak sa veci nevrátia do normálu.

Z pohľadu menších alebo začínajúcich tvorcov

Technológie sú stále viac a viac dostupné a množstvá materiálu z ktorého sa dá čerpať inšpirácia a vedomosti sú dostupne na každom kroku.

Open source programov a herných enginov stále pribúda a ich kvalita rastie. Programy ako napríklad Blender ponúkajú bránu pre každého kto by chcel spoznať svet 3D a začať tvoriť. Ide o ideálnu možnosť pre drobných tvorcov ako vytvárať úžasné veci a fanúšikovské filmy.

Množstvo článkov poukazuje na to že 3D technológie sa stavajú neoddeliteľnou súčasťou nášho života, od 3D tlače až po virtuálnu realitu.

Smerovanie k realite

Realizmus pri renderingu či všemožných simuláciách dospel do bodu že ak neviete kde hľadať tak

nenájdete rozdiel medzi kulisou a 3D modelom. Zatiaľ čo pri známych každodenných veciach je rozdiel neviditeľný, pri postavách je stále ešte malá rezerva. Aj keď filmy ako Gemini man (2019) - <https://www.imdb.com/title/tt1025100/> tlačia hranicu na maximum.

Unity a Hlavne Unreal engine obrovskými skokmi doťahujú závod k maximálnemu realizmu. Ich výhodou je to že sú realtime renderery.

Verím že o pár rokov bude takmer všetko medzi pasívnymi a realtime renderermi vyrovnané. Určite vznikne nespočetne generátorov k tým čo už existujú.

Budúcnosť je realtime a plná procedurálnych postupov!

7.1 Zoznam ilustrácií

Všetky obrázky boli získané z verejných zdrojov ako napríklad trailery na filmy, múzejné archívy, verejné prezentácie a podobné alebo podliehajú pod CC0 – Creative Common licence 0

Obr. 01 Ivan Sutherland pracujúci s Lightpenom v programe Sketchpad

https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o

Obr. 02 Ukážka Sketchpa a lightpen

<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sketchpad-Apple.jpg>

Obr. 03 Ukážka z galérie -1965

<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/16>

Obr. 04 Ukážka jedného z diel

<http://median.newmediacaucus.org/routing-mondrian-the-a-michael-noll-experiment/>

Obr. 05 Prvý scan

https://en.wikipedia.org/wiki/Russell_Kirsch#/media/File:NBSFirstScanImage.jpg

Obr. 06 Vertigo - ukážka

<https://www.artofthetitle.com/title/vertigo/>

Obr. 07 Utah Teapot

https://en.wikipedia.org/wiki/Utah_teapot#/media/File:Utah_teapot.png

Obr. 08 Ukážka – Stained glass kinght

<https://www.imdb.com/title/tt0090357/>

Obr. 09 Náhľad pred renderom

Obr. 10 Finálny obraz

<https://www.pixar.com/feature-films/toy-story>

Obr. 11 Ukážka z Final Fantasy

https://www.imdb.com/title/tt0173840/mediaindex?ref_=tt_mv_close

Obr. 12 Ukážka Abyss

<https://www.imdb.com/title/tt0096754/>

7.2 Zdroje informácií

Literatúra

Inspired 3D Modeling & Texture Mapping

ISBN-13 : 978-1931841504

ISBN-10 : 9781931841504

<https://www.amazon.com/Inspired-3D-Modeling-Texture-Mapping/dp/1931841500>

Sculpting from the Imagination: ZBrush (Sketching from the Imagination)

ISBN-10 : 1909414336

ISBN-13 : 978-1909414334

[https://www.amazon.com/gp/product/1909414336/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?](https://www.amazon.com/gp/product/1909414336/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=1909414336&linkId=137fd1007204c655468d1fe41e2221a8)

[ie=UTF8&tag=conartemp-](https://www.amazon.com/gp/product/1909414336/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=1909414336&linkId=137fd1007204c655468d1fe41e2221a8)

[20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=1909414336&linkId=137fd1007204c655468d1fe41e2221a8](https://www.amazon.com/gp/product/1909414336/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=1909414336&linkId=137fd1007204c655468d1fe41e2221a8)

ZBrush Creature Design: Creating Dynamic Concept Imagery for Film and Games

ISBN-10 : 1118024338

ISBN-13 : 978-1118024331

[https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[a832-](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

[V3MVT0W489](https://www.amazon.com/ZBrush-Creature-Design-Creating-Dynamic/dp/1118024338/ref=pd_sbs_14_5/131-0220630-8617361?_encoding=UTF8&pd_rd_i=1118024338&pd_rd_r=16e7953d-d48d-44be-955c-e7044be0a3ee&pd_rd_w=VG1w2&pd_rd_wg=Zk9vv&pf_rd_p=ee4a13a5-1d19-4a45-a832-a74924eb9541&pf_rd_r=M32W94NAT2V3MVT0W489&psc=1&refRID=M32W94NAT2V3MVT0W489)

Digital Modeling

ISBN-10 : 0321700899

ISBN-13 : 978-0321700896

[https://www.amazon.com/gp/product/0321700899/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?](https://www.amazon.com/gp/product/0321700899/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=0321700899&linkId=a8c449c61aebcc2c2a5838305fe41ed4)

[ie=UTF8&tag=conartemp-](https://www.amazon.com/gp/product/0321700899/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=0321700899&linkId=a8c449c61aebcc2c2a5838305fe41ed4)

[20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=0321700899&linkId=a8c](https://www.amazon.com/gp/product/0321700899/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=0321700899&linkId=a8c449c61aebcc2c2a5838305fe41ed4)

[449c61aebcc2c2a5838305fe41ed4](https://www.amazon.com/gp/product/0321700899/ref=as_li_qf_sp_asin_il_tl?ie=UTF8&tag=conartemp-20&camp=1789&creative=9325&linkCode=as2&creativeASIN=0321700899&linkId=a8c449c61aebcc2c2a5838305fe41ed4)

3D Game Environments

ISBN: 978-0-240-80895-6

<https://www.sciencedirect.com/book/9780240808956/3d-game-environments#book-description>

Richard Rickitt, 2007. Special Effects: The History and Technique. Billboard Books, 2007. 384 s. ISBN 9780823084081

Iné zdroje

Ivan Sutherland Sketchpad Demo

https://www.youtube.com/watch?v=6orsmFndx_o

<https://www.youtube.com/watch?v=57wj8diYpgY>

Stanford Lectures – Radiosity rendering

<https://graphics.stanford.edu/courses/cs348b-00/lectures/lecture17/radiosity.2.pdf>

Weta Digital

<https://www.wetafx.co.nz>

Final Fantasy: The Spirits Within - CGI making of (2001)

<https://www.youtube.com/watch?v=BYrELdhHAWg>

Adam Savage's ILM Modelshop Greeblie!

<https://www.youtube.com/watch?v=0dn0d4WQ9wY>

Blue Alley - Environment Creation with Maya and Arnold

<https://gumroad.com//BlueAlley>

FlippedNormals – UV Mapping Characters with Henning and Morten

<https://flippednormals.com/downloads/uv-mapping-characters-25-off/>

Gumroad - Substance Masters

<https://gumroad.com//OTAHK>

CGElves - Mastering Marvelous Designer

<https://cgelves.com/courses-workshops/mastering-marvelous-designer/>

John Whitney - Experiments in motion graphics 1968 - Generative graphics

<https://www.youtube.com/watch?v=jlv-EcX9tUs>