

Realistické zobrazenie

Plné využitie shaderov, slúžiaceho na riadenie jednotlivých častí grafickej karty, umožňoval aj engine id Tech 3, avšak postupne mu začal konkurovať ďalší herný engine s názvom *Unreal*, ktorý vznikol pri vývoji rovnomennej hry z roku 1998. Jeho tvorca Tim Sweeney a spoluzakladateľ spoločnosti Epic Games sa rozhodol svoj engine poskytovať ďalším vývojárom prostredníctvom licencie, ktorej súčasťou bola pomoc s implementáciou do jednotlivých hier. Vďaka tomu vzniklo okrem kultového multiplayerového pokračovania *Unreal Tournament* aj množstvo ďalších známych hier od *Deus Ex* (2000) cez sériu *Gears Of War* (2006), *Mass Effect* (2007) až po *PlayerUnknown's Battlegrounds* (2017), *Fortnite* (2017) či *Valorant* (2019).

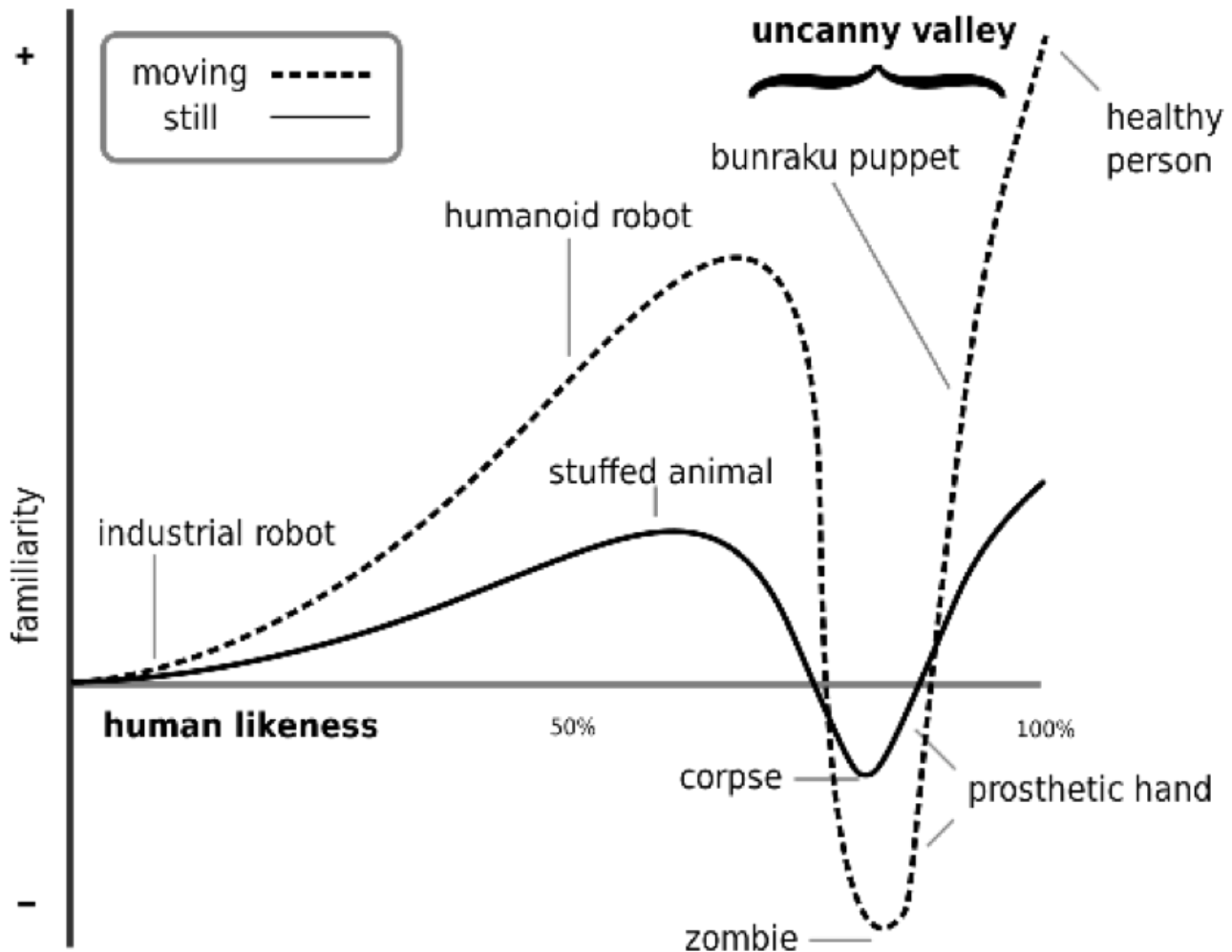
V hernom priemysle postupne vznikli aj ďalšie herné enginy, no väčšina z nich bola buď určená pre nezávislých vývojárov a nedosahovala kvality prémiových AAA hier (napr. Godot či Game Maker), alebo nebola verejne dostupná a slúžila len na interný vývoj špecifických titulov (napr. Cry Engine, REDEngine alebo Frostbite). Výnimku tvorí jedine engine Unity, ktorý vznikol v snahe otvoriť možnosti herného vývoja pre čo najviac ľudí. Jeho využitie na vývoj hier bolo podobne ako pri Unreal Engine bezplatné, pričom k spoplatneniu došlo až v momente, keď sa vyvíjala hra schopná zarábať peniaze. V snahe o dosiahnutie maximálne realistickej a detailnej grafiky umožnili herné enginy podporu procesov, ktoré simulujú fyziku svetla v reálnom svete. Ide predovšetkým o dynamické svetlo renderované prostredníctvom technológií HDR a Raytracing.

High Dynamic Range umožňuje renderovanie s použitím niekoľkých úrovní svetelnosti, ktoré sú skombinované tak, aby bola scéna rovnomerne nasvecovaná. Ide o techniku prevzatú z fotografie, pri ktorej sa využíva na kombináciu viacerých stupňov expozície rovnakej snímky. Pritom preexponované snímky dopĺňajú detaily v tmavých častiach a naopak, podexponované snímky poskytujú detaily, ktoré zanikli vo svetlejších častiach. Touto funkciou dnes disponujú priamo aj niektoré monitory a televízory.

Raytracing imituje vlastnosti skutočného svetla prostredníctvom výpočtu dráhy každého svetelného lúča emitovaného v rámci scény aj so všetkými odrazmi od jednotlivých plôch. Tento hardvérovo náročný proces, dovtedy využívaný len filmovým priemyslom, umožňuje vytvárať realisticky osvetlené prostredie v reálnom čase s použitím kompatibilných grafických kariet.

Systémy organickej simulácie svetla v kombinácii s dostatočným množstvom polygónov, fotorealistickými textúrami a vierohodnou animáciou modelov dokážu vytvoriť virtuálne scény, ktoré sú pre ľudské oko takmer na nerozoznanie od reality. Pokrok vyššie vymenovaných grafických prvkov sa dá pozorovať napríklad v rámci žánru simulačných hier, ktoré sa snažia virtuálne sprostredkovať zážitok z prirodzených ľudských aktivít, akými je napríklad hranie športov. Zápas vo virtuálnom futbalovom simulátore dokáže vierohodne napodobniť jeho priebeh vďaka replikovaniu postupov televíznych prenosov. Napriek tomu však ešte vždy existuje určitá hranica, za ktorou akokoľvek dokonalá prezentácia človeka vzbudzuje pocit určitej neprirodzenosti. Tento fenomén nazývaný **uncanny valley** súvisí s mierou sympatie voči prezentácii ľudského tela a

tváre a nastáva, keď realističnosť zobrazenia prekročí identifikovateľnú hranicu „umelosti“ objektu a začína mať črty reálneho človeka. Nedosiahne však plnú uveriteľnosť a ostáva na hranici reálneho človeka a jeho podoby, ktorá však nenavodzuje dojem skutočného života. Zobrazenie človeka má mŕtvoly vzhľad alebo ako zombie, a to aj napriek snahe, aby jeho stvárnenie vyzeralo živo. Podobný dojem vyvolávajú tiež antropomorfné sochy, bábiky, figuríny alebo roboti.



Obr. 31: Rôzne reprezentácie človeka na škále podobnosti a familiárnosti

V médiách, ktoré predchádzali počítačovo generovanej grafike, pomyselnú priepasť uveriteľnosti dokázali prekonať obrazy človeka, vytvorené záznamom reality. V statickom obraze fotografiou a v pohyblivej podobe prostredníctvom filmu. Virtuálny priestor tieto elementy skombinoval, no projektuje ich na prázdne trojrozmerné objekty, ktoré vznikli umelo, teda ľudskou činnosťou alebo využitím rôznych foriem umelej inteligencie. Nato, aby vznikla vizuálna prezentácia človeka, ktorá pôsobí reálne, je potrebné ho stvárňovať a zaznamenávať v trojrozmernom priestore, ktorý by prezentoval dané veličiny zobrazenia hmotných objektov.

Takýto postup predpokladá nie polygónový, ale **volumetrický model** (objemový), ktorý rozdeľuje trojrozmerný priestor na osem rovnakých podprieštrov – kociek (niečo ako trojrozmerný raster) a ktorý definuje vlastnosti objektov v bodoch, teda reprezentuje ich virtuálne vlastnosti ako povrch, objemovú hmotnosť a i. Statické viacrozmerné objekty je možné zaznamenať prostredníctvom

fotogrametrie, ktorá sa v minulosti využívala hlavne pri mapovaní terénu, no dnes dokáže zaznamenať aj najdrobnejšie detaily objektov a priestorov. Na pohyblivé záznamy slúži **videogrametria** produkujúca volumetrické video, prostredníctvom ktorého je možné vytvárať záznam, v ktorom sa kamera pohybuje okolo nasnímaných objektov. Tak môžu v budúcnosti vznikať interaktívne filmy alebo ekvivalenty FMV hier, ktoré konceptuálne rieši napríklad projekt VVV z kanadskej vysokej školy – Ontario College of Art & Design.

Interaktívna volumetria umožňujúca generovanie alebo manipuláciu jednotlivých bodov, častíc, tzv. **voxelov** (voxel je objemová častica). Prvýkrát bola použitá pri tvorbe terénov prostredníctvom enginu Voxel Space v sériách vojenských simulátorov *Comanche* (od 1992) a *Delta Force* (1998). Podobným spôsobom ju k tvorbe herného prostredia využili aj ďalšie hry ako *Crysis* (2007) a *No Man's Sky* (2016). Špecifické využitie volumetrie priniesla hra *Blade Runner* (1997), ktorá s jej pomocou generovala aj postavy, no neumožňovala ich priame ovládanie. Existuje tiež množstvo hier, ktoré využívali volumetrické objekty v kombinácii s polygónovým herným svetom, ako napr. *Blood* (1997) a *Shadow Warrior* (1997).

Za skutočné využitie volumetrie pri znázornení objemu možno považovať hru *Minecraft* (2011), ktorá napriek (alebo vďaka) tomu, že zobrazuje len jednoduché polygonálne obrazce kociek, z ktorých pozostáva herný svet, uchováva údaje o ich pozícii v podobe voxelov. Vďaka tomu je možné jej prostredie preskúmať získavaním údajov o jednotlivých bodoch, ktoré odhaľujú pozíciu a vzhľad ďalších kociek, ale tiež ich pridávaním do priestoru. Omnoho detailnejšou (aj keď stále výrazne kockatou) hrou, ktorá umožňuje deštrukciu podrobnejších volumetrických objektov je *Teardown* (2022).

Grafické karty sú však stále primárne orientované na renderovanie polygónov a voxely podporujú len svetelné efekty a tzv. volumetrickú hmlu v engine Unreal (od UE4), ktorá vytvára realistickú atmosféru v hrách *S.T.A.L.K.E.R.* (2009), *Red Dead Redemption II* (2018) alebo *Control* (2019). Vysoká náročnosť na prepočet všetkých bodov pri bežnom výkone herných počítačov a konzol výrazne obmedzuje možnosti využitia volumetrie pri generovaní komplexnejších objektov alebo pri kalkulácii ich pohybu a transformácie. Napriek tomu sa objavujú pokusy o jej implementáciu v nižšom rozlíšení, ako napríklad v hre *Cloudpunk* (2020) alebo v pripravovanej hre *Hytale*, inšpirovanej edukačnou hrou *Minecraft*.

Je pravdepodobné, že technológie umožňujúce prenos obrazu, ktorý v reálnom čase renderuje výkonný hardvér prostredníctvom online služby v podobe videa (tzv. cloudové hranie – na diaľku), vytvoria priestor na ďalší rozvoj v tejto oblasti technológií. Obzvlášť prínosný môže byť najmä pri zariadeniach na virtuálnu realitu, ktoré môžu slúžiť len na zobrazovanie signálu, čo zníži nároky na ich výkon, alebo potrebu pripojenia na dedikovanú grafickú kartu. Druhou oblasťou, v ktorej volumetria zohráva kľúčovú úlohu, sú priestorové **hologramy**. Tie súvisia s ďalším fenoménom, ktorý prináša priestorový obraz prostredníctvom individuálnej stimulácie pravého a ľavého oka.

Ľudský mozog vníma hĺbku priestoru vďaka tomu, že každé oko poskytuje pohľad z mierne odlišného uhla. Rozdiel medzi nimi spôsobuje trojrozmerné vnímanie objektov a posudzovanie ich vzdialeností. Doteraz spomenuté spôsoby zobrazovania hier prostredníctvom obrazoviek pritom generujú iba jeden plochý, resp. mierne zahnutý obraz bez ohľadu na to, či sa hráč pohybuje v dvoj alebo trojrozmernom svete. Tento nedostatok plošného zobrazovania pritom dokážu ľudia

čiasťočne odstrániť už vyše 100 rokov vďaka princípu známemu ako stereografia. Stereografický obraz replikuje vnímanie reality z dvoch mierne posunutých bodov a každému oku ukazuje mierne iný statický alebo pohyblivý obraz. Túto metódu využívali na prelome 19. a 20. storočia jednoduché nástroje, do ktorých sa upevňovali stereografické fotografie tak, aby sa pohľad očí sústredil na dve rozličné miesta. Človek je schopný naučiť sa týmto spôsobom pozeráť aj prostredníctvom vlastnej vôle špecifickým smerovaným očí, teda „škúlením“. Väčšina ľudí však potrebuje k prirodzenému pocitu z takto projektovaného obrazu okuliare oddeľujúce tieto dva obrazy.

Odlíšenie obrazov je možné doceliť buď mechanicky, alebo posunom farebného spektra. Využitím okuliarov s farebným filtrom mozog dostáva prostredníctvom očí dva obrazy, pričom každé oko spracováva obraz vo farbe na opačnej strane spektra. Týmto spôsobom sa v minulosti spracúvali najmä komiksy a filmy. V súvislosti s hrami existovalo viacero pokusov s vytvorením separátnych obrazoviek na každé oko, pričom sú na oči prenášané dva plnohodnotné obrazy s pozmeneným uhlom. Za zariadenie, ktorému sa to úspešne podarilo, možno považovať automat s názvom *Sensorama*, ktorý okrem pohyblivého trojrozmerného obrazu dopĺňal zážitok o vibrácie, čuchové vnemy a vplyvy počasia, ako napríklad vetra. Podobne ako ani pri zariadeniach na sledovanie statických fotografií alebo filmov, tak ani v prípade automatu *Sensorama* pohyb hlavy priamo neovplyvňoval podobu premietaného obrazu a nereflektoval zmenu uhla v závislosti od polohy očí. Túto vlastnosť pomenúva koncept **stupňov slobody pohybu**, tzn., v akej miere virtuálne zobrazované stereoskopické obrazy interagujú s pohybom človeka v reálnom priestore. Filmy a fotografie, ktoré by aj pokrývali 360° zorného poľa, stále budú rovnakým, vopred vygenerovaným obrazom, ktorý sa nebude meniť v závislosti od pohybu diváka. Ten môže pohybom hlavy sledovať ich rôzne časti, ktoré by boli inak mimo jeho zorného poľa. Ak by používateľ napríklad sedel a zrazu by sa postavil zo stoličky, pomyselná kamera by sa tiež zdvihla spolu s ním a preniesla by prostredie o niečo vyššie – namiesto toho, aby poskytla pohľad posunutý dohora. Pri zariadení *Sensorama* alebo aj pri pozeraní 360° videa na modernom headsete hovoríme o využití troch stupňov slobody. Skutočný pocit imerzie, pre ktorý sa už desaťročia ľudia pokúšajú zostrojiť čoraz prepracovanejší hardvér, však prináša až 6DoF, teda šesť stupňov slobody, ktoré umožňujú nazerať na virtuálne prostredie z uhla kopírujúceho pozíciu očí používateľa.

Introducing . . .

sensorama

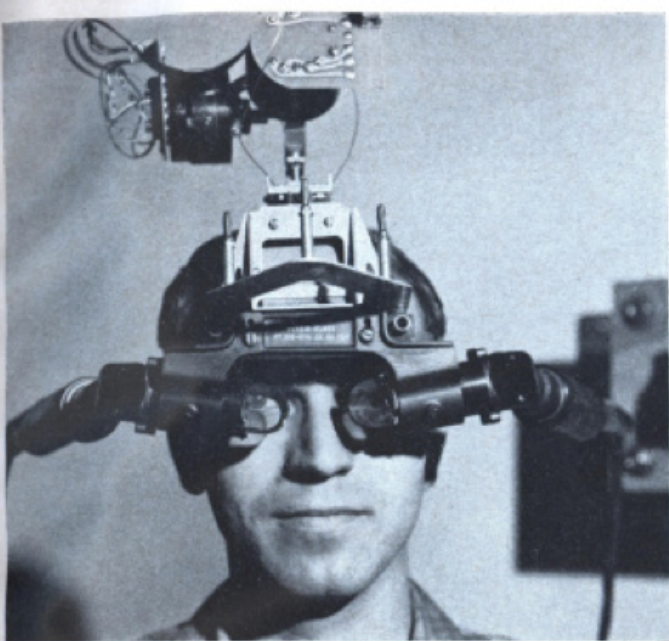
The Revolutionary Motion Picture System
that takes you into another world
with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS



PATENTED

SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272
TEL. (213) 459-2162



A 3-D trip inside a drawing, via computer graphics

Slip this display device on your head and you see a computer-generated 3-D image of a room before your eyes. Move your head and your perspective changes, just as though you were actually inside the room. Architects could use the device to draw buildings in three dimensions; realtors could use it to show buyers the interiors of homes without even leaving the office. Dr. Ivan Sutherland, University of Utah, invented the device, essentially a computer-graphics version of the old stereoscope.

Obr. 32: Ukážky z dobovej tlače zachytávajúce zariadenia pre zobrazovanie stereoskopického obrazu

Prvé zariadenie, ktoré dokázalo niečo také sprostredkovať, bol *The Sword of Damocles* (1968) Ivana Sutherlanda, založený na jeho štúdiu *Ultimate Display* (1965). Zariadenie bolo postavené na robustnej laboratórnej konštrukcii, ktorá sofistikovanými prepojeniami zrkadiel prenášala počítačom generovaný pohľad na obrysy trojrozmerných objektov, pričom zohľadňovala uhol pohľadu v závislosti od pohybu hlavy.

V priebehu studenej vojny väčšinu vývoja a výskumu okolo zariadení na zobrazovanie virtuálnej reality prevzali firmy spolupracujúce s armádou, ktoré postupne technológiu vyvinuli do podoby, v akej ju prezentoval napríklad Virtual Environment Workstation Project (VIEW, 1989), projekt NASA na tréning kozmonautov. Komerčný rozmach nadobudli zariadenia so zabudovanými obrazovkami pre obe oči najmä v 90. rokoch. Neboli ešte pripravené na domáce hranie, ale ukazovali svoje možnosti v atrakciách zábavných parkov, kde ich využitie šlo nad rámec simulačných hier. Technológia virtuálnej a rozšírenej reality si v zmysle Gartnerovej krivky (opisujúcej priebeh osvojenia nových technológií) prešla počiatkovou fázou veľkého mediálneho záujmu aj neprimeraných očakávaní na prelome tisícročia. Prežila aj fázu sklamaní, keď sa na trh dostali viaceré zariadenia, ktoré nespĺňali predstavu publika. S príchodom generácie, na začiatku ktorej bol úspešný používateľmi financovaný start-up Oculus, však postupne nastáva obdobie produktivity, ktoré už síce nie je natoľko mediálne zaujímavé, ale približuje virtuálnu realitu masovému osvojeniu.

Je možné predpokladať, že čoskoro na dnešné zobrazovacie zariadenia budeme pozeráť tak, ako sa dnes pozeráme na katódové trubice. Tomu však musí predchádzať zmena vnímania HMD (head mounted display) zo samostatnej technológie na bežné zobrazovacie zariadenie na úrovni monitora. Napomôcť tomu môže technológia snímania pohybu oka umožňujúca generovať vo vysokom rozlíšení len oblasť, ktorú oko vníma ako ostrú. Takýto objem dát je jednoduššie generovať mimo zariadenia a posilať vo forme digitálneho videosignálu prostredníctvom siete. Absencia potreby dedikovaného zariadenia s dostatočným výkonom pre každý monitor výrazne zníži celkové náklady na ich používanie.

Revision #2

Created 11 April 2023 08:36:12 by Admin

Updated 11 April 2023 10:08:24 by Admin