

# 3D Game Engine-y a ich význam\*

Jan Lenhart

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta informatiky a informačných technológií  
`xlenhart@stuba.sk`

30. október 2022

## Abstrakt

Každodenným vývojom technológie sa posúvajú aj technologické hranice video hier. V októbri 1958 fyzik William Higinbotham vytvoril, čo sa považuje ako prvá video hra. Bolo to niečo podobné hre PONG. Neskôr v roku 1980 bola vyvinutá prvá 3D hra. Bola to tanková hra, ktorá využívala vektorovú grafiku na 3D realizáciu. Obe tieto hry mali veľký význam pre gemifikáciu a ako sa blížime k dnešnej dobe, tvorba hier začína byť o dosť zložitejšia, preto na jej uľahčenie vznikli Game Engine-y. Game Engine-y nám umožňujú vyvíjať hry ako také, bez toho, aby sme museli míňať čas na vývoj základných prostriedkov na ktorých je založená každá video hra. Týmto vieme, že aj Game Engine-y majú mimoriadne veľký význam pre gemifikáciu. V tomto článku sa dozviete o kľúčových častiach Game Engine-ov, nástrojov na tvorbu zábavných, ale aj edukačných video hier.

---

\*Semestrálny projekt v predmete Metódy inžinierskej práce, ak. rok 2022/23, vedenie: Zuzana Špitálová

## 1 Úvod

V dnešnej dobe veľké množstvo ľudí si radi zahrajú nejakú hru vo voľnom čase. Faktom je že štandardy video hier postupne rastú. Už nestačí, aby video hra bola len zábavná, ale aby zanechala aj príjemný dojem. To sa dá dosiahnuť vysoko kvalitnou grafikou, špeciálnymi efektmi, realistickou fyzikou, zvukom a animáciou. Kvôli vysokým štandardom tvorba vysoko kvalitných hier je dôležitá. Práve preto veľkú časť vývojového procesu nám uľahčujú game engine-y. Bez nich by tvorba hier rovnakej kvality trvala nesmierne dlho a práve preto takmer všetky video hry, či už vydané AAA štúdiami alebo samostatnými vývojármi sú tvorené pomocou game engine-ov.

**Čo je game engine?** Game engine je softvér primárne určený na vývoj video hier a vo všeobecnosti zahŕňa príslušné knižnice a podstatné programy. Terminológia engine znamená motor, čiže game engine poháňa hry, alternatívne herný nástroj. Oba tieto preklady sú nepresné a preto v tomto článku je používaný iba výraz game engine z anglického jazyka.

### 1.1 Moderné game enginey

V súčasnosti game enginey sa delia na verejné a súkromné. O súkromných vieme veľmi málo, lebo ich vlastní korporácie na tvorbu ich video hier. Príklad takýchto herných engineov je Rockstar Advanced Game Engine od korporácie Rockstar. Najznámejšie hry vytvorené v tom hernom engine je Grand Theft Auto(GTA). Ďalší známi súkromný game engine je RED Engine, využívaný na hru Cyberpunk 2077, jedna s hier s najlepšou grafikou.

Okrem súkromných game engineov sú aj verejné. Medzi najznámejšie verejné herné enginey patria Unreal Engine a Unity Engine. Unreal je od spoločnosti Epic Games, a je veľmi známi pre vysokokvalitnú grafiku a bol používaný v hre Fortnite, Bioshock, Fall Guys a iných. Unity Engine je známi pre svoju kompatibilitu s rôznymi platformami a pre veľmi jednoduchú tvorbu hier. Známe Unity Engine hry sú Pokemon Go, Cuphead a mnohé iné.

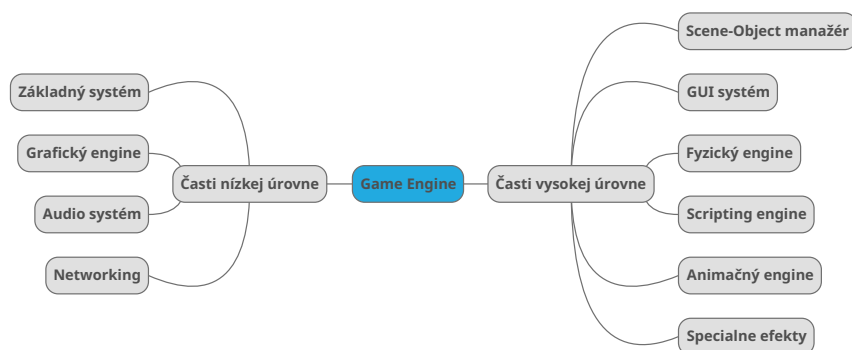
Napriek tomu že oba tieto herné enginey sú rovnako známe, majú veľký rozdiel v počte hier vytvorených v nich. V tabuľke môžete všimnúť tieto rozdiely, ale aj používanosť iných verejných engineov:

Názov	Pomer počtu hier
Unity	47.30%
Construct	12.30%
GameMaker	11.00%
Twine	6.20%
RPG Maker	3.90%
Bitsy	3.30%
PICO-8	2.90%
Unreal	2.80%
Godot	2.50%
Ren'Py	2.00%
Ostatné game engine-y	5.80%

Je to kvôli ich licenčným podmienkam. Unity aj Unreal Engine sú k dispozícii pre vývojárov na základe licenčnej zmluvy. Unreal Engine má tolerantnejší licenčný model ako Unity, pretože je k dispozícii na bezplatné používanie s 5% licenčným poplatkom z hrubého príjmu po prvých 3 000 dolároch za hru za štvrtrok. Unity na druhej strane ponúka bezplatnú osobnú verziu enginu, no vývojári, ktorí ju chcú využívať na komerčné účely, si musia zakúpiť licenciu. Náklady na licenciu Unity sa líšia v závislosti od typu organizácie a príjmov generovaných hrou, ale zvyčajne sa pohybujú od 400 do 150 000 dolárov ročne.

## 2 Systémová architektúra

Systémová architektúra game engine-ov sa dá rozdeliť do dvoch veľkých skupín. Sú to časti nízkej úrovne a časti vysokej úrovne [2]. Časti vysokej úrovne sú rozhrania založené na abstrakcii príkazov nízkej úrovne. Na druhej strane časti nízkej úrovne sú menšie systémy, ktoré pomáhajú častiam vysokej úrovne. Pracujú s dátami, dátovými štruktúrami, I/O rozhraniami a správou hardvéru.



### 2.1 Časti nízkej úrovne

#### 2.1.1 Základný systém

Základný systém je vlastne skupina nástrojov game engine-a. Sú to rôzne nástroje a softvér ako sú napríklad matematická knižnica, knižnica na operáciu s reťazcami, správa asynchrónneho čítania a zápisu súborov, dátové štruktúry, systém na správu vstupov, a mnohé iné. Z uvedených príkladov vieme povedať, že najvýznamnejšia je matematická knižnica, ktorá nám okrem základných a zložitých matematických operácií a trigonometrických funkcií poskytuje aj funkcie na operácie s vektormi a maticami. Tie sú významné hlavne v grafickom a fyzickom engine-e. Taktiež významné sú aj dátové štruktúry a systém na správu vstupov. Často používané dátové štruktúry sú stack, queue a Binary Search Tree(BST). Stack pracuje na princípe FILO(First In, Last Out) a queue na princípe FIFO(First In, First Out). Binary Search Tree(BST) je vlastne binary tree, kde do každého uzla s hodnotou  $x$  je z ľavej strany pripojený iba uzol s menšou hodnotou ako  $x$  a s pravej strany iba uzol s väčšou alebo rovnakou hodnotou ako  $x$ . To nám umožňuje veľmi rýchle prehľadávanie. Časová zložitosť prehľadávania v BST je  $O(\log_2 n)$  a v najhoršom prípade  $O(n)$ .

### 2.1.2 Grafický engine

Grafický systém(Renderer) sa považuje za najzložitejší modul game engine-ov. Problematika v tejto oblasti spočívala v rýchlosti priestorového kreslenia obrázkov v čo najväčšom počte a za čo najmenší čas. To bolo dlhú dobu obmedzené technológiu hardvéru. V dnešnej dobe je to už menším problémom. Technológie priestorového kreslenia sú veľmi vyspelé v rýchlosti, ale sú aj oveľa realistickejšie. Veľmi známe spôsoby priestorového kreslenia sú Ray Casting a Ray Tracing. Ray Casting je menej náročná metóda a preto sa bežne používa vo video hrách. Ray Tracing je metóda, pomocou ktorej vieme nakresliť foto-realistické obrázky. Pri kreslení berie do úvahy reflekciu a refrakciu lúčov čo znamená, že priehľadné materiály ako je sklo, budú potrebovať omnoho viac výpočtov, ale bez toho by sme foto-realizmu nevedeli replikovať. Jednou z výhod v grafickom programovaní je, že vieme písať programy ktoré sa vykonávajú na grafickej karte. Taktiež vieme preposlať dáta týkajúce sa našej scény na operačnú pamäť grafickej karty, tým znižujeme množstvo dát, ktoré posielame grafickej karte za jeden cyklus. To znamená že môžeme grafickej karte posielat aj matice lineárnych a nelineárnych transformácií. Potom sa výpočty robia na grafickej karte paralelne pre každý bod v našom virtuálnom priestore.

### 2.1.3 Audio systém

Zvuk v game engine-och je rovnako dôležitý ako grafika. Hudba a iné zvukové efekty ako sú ambientové zvuky ovplyvňujú emócie hráča a tým zlepšujú jeho zážitie hry.

### 2.1.4 Networking

Sieťovanie je kritickou časťou na implementáciu multiplayer možnosti. Väčšina úspešných hier sú spoločenské hry, tímové hry alebo individuálne hry pre viacero hráčov(FFA - Free For All). Známe sú aj hry MMOG(Massively Multiplayer Online Games), ktoré umožňujú veľkému množstvu hráčov, hrať súčasne. Sieťovanie nám umožňuje tvorbu serverových programov pre herné serveri a klientových programov pre hráčov.

## 2.2 Časti vysokej úrovne

### 2.2.1 Scene-Object manažér

V game engine-och potrebujeme ukladať a spravovať objekty našej hry niekde v pamäti. Jednou z organizačnou metódou je Entity-Component System(ECS) [4]. Tento systém funguje tak, že všetko v našom virtuálnom priestore sa dá reprezentovať nejakým objektom(Entity) a na základe toho aké vlastnosti chceme, aby náš objekt obsahoval pridelujeme mu jeho komponenty (Component). Môže to byť kamera, zvukový zdroj, svetlo, skriptá ktoré definuje jeho správanie a iné.

### 2.2.2 GUI systém

Poskytuje možnosti tvorby grafických rozhraní, rôzne menu, nastavenia a HUDs(Heads-Up Displays). Využíva modul nízkej úrovne, grafický engine na zobrazenie grafických rozhraní na obrazovku. Využíva dátovú štruktúru stack,

poskytnutú od základného systému na uchovávanie stavov menu grafických rozhraní.

### 2.2.3 Fyzický engine

Fyzický engine je softvérový nástroj, ktorý využíva matematické a fyzické princípy na simuláciu pohybu a správania sa objektov vo virtuálnom prostredí. Simulujú realistické a zložité interakcie medzi predmetmi, ako sú kolízie, gravitácia, rôzne typy síl a iné fyzické fenomény.

**Kolízia** je hlavnou časťou fyzického enginu. Je to proces určovania kedy dva alebo viac predmetov vo virtuálnom priestore prišli do vzťahu. Je to veľmi dôležité, lebo fyzickému enginu umožňuje presne simulovať dotyk/zrážky, ako je vzájomný odraz alebo prenos kinetickej energie. Algoritmy na zisťovanie kolízií sú veľmi zložité a náročné pre procesor. Preto je zvyčajne obmedzený počet výpočtov za sekundu.

### 2.2.4 Scripting engine

Scripting Engine je softvér, ktorý nám umožňuje vyvíjať herné mechaniky, postavy a iné herné elementy pomocou skriptovacích jazykov. Najznámejšie skriptovacie jazyky sú C#, Lua, Python, C++... Hlavne sa používajú na vývoj logiky a správania herných elementov, ako sú postavy, predmety a prostredia. Umožňuje tvorbu zložitých a dynamických mechaník, bez toho, aby vývojári museli písať kód nízkej úrovne. Z toho dôvodu je aj veľmi výhodný pre menej skúsených vývojárov, ktorí chcú tvoriť hry.

### 2.2.5 Animačný engine

V každej hre, či už 2D alebo 3D, je potrebné používať animáciu. Animation Engine nám poskytuje všetky potrebné pomôcky na tvorbu animácií. V 2D hrách animácia je realizovaná pomocou obrázkov, ktoré sa po sebe striedajú. V 3D hrách sa používajú kostrové animácie, ktoré umožňujú animátorovi hýbať 3D charaktera pomocou kostí a kĺbov. 3D body toho modelu sa hýbu súčasne a relatívne na kosti toho modelu [5].

### 2.2.6 Specifické efekty

Vizuálne efekty vylepšujú kvalitu video hier. Privádzajú ich k životu, často pomocou pohyblivých častíc, dynamických tieňov, hmle, rôznych svetelných efektov... Tento systém nie je pod-časťou grafického engine-u, ale používa ho na kreslenie textúry, ktorú potom prekreslí cez obrázok zobrazený na obrazovke.

## 3 Aplikácia v gemifikačnej sfére

Herné enginy sa bežne využívajú na tvorbu video hier, ale dajú sa využívať aj pre iné účely. Napríklad, niektoré herné enginy sa využívajú pre simulácie a tréningy programov pre stavbu, letiská a zdravotníctvo. Iné herné enginy sa používajú na tvorbu interaktívnych aplikácií pre virtuálnu realitu, napríklad pre múzea. Ďalšie herné enginy sa používajú v výskumoch a edukácii. Taktiež

sú aj umelci, ktorý využívajú herné enginy na tvorbu umeleckých aplikácií, či už interaktívnych alebo nie. Skratka herné enginy sa dajú využívať v rôznych sférach nie len pre tvorbu video hier.

## 4 Záver

Tak povedali sme si čo sú game enginy, o moderných game enginoch, základných častiach game enginov nevyhnutných na tvorbu úspešných hier a o využití game enginov v gamifikačnej sfére. Pre zhrnutie, game enginy sú nástroje určené na tvorbu video hier, či už 2D alebo 3D. Poskytujú veľa rôznych pod nástrojov, potrebných na tvorbu grafických rozhraní, animácií, samotnej grafiky, zvuku... Čo sa týka využitia herných enginov, vieme že okrem tvorbe video hier, používajú sa aj pre iné účely, ako sú napríklad: interaktívne aplikácie, simulácie, tréningovanie, rôzne výskumy...

Tak, ako bolo spomenuté v abstrakte tohoto článku, dostali sme sa od vzniku prvej hre [3], prvej 3D hre [1] ku vzniku herných enginov a postupne k súčasným moderným hrám, ktoré by bez existencie herných enginov nenaplnili náš každodenný život zábavou a vedomosťami.

## 5 Reakcia na témy z prednášok

**Prednáška o Git-e** O gite som sa dozvedel ešte dávno, vtedy sa mi to zdalo dosť zložité a nerozumel som tomu. Z toho dôvodu som nemal rád git a povedal som si že sa ho nebudem učiť až kým to nebudem musieť. Na prednáške sme sa dozvedeli čo git je a ako ho používať. Kvôli jednoduchému vysvetleniu na prednáške ale aj na cvičení, bez problémov som pochopil a naučil sa používať git. Nezmenilo to môj názor, že je zbytočné používať git pre samostatné práce, ale pre tímové práce a projekty git určite používať budem.

**Načo budem inžinierom?** Táto prednáška mala na mňa najväčší vplyv, lebo ma donútila zamyslieť sa nad budúcnosťou a rozšírila mi pohľad nad možnosťou zamestnania sa. Dostali sme jednoduchú otázku, že čím chceme byť po ukončení inžinierskeho štúdia. Boli sme ticho, tak pán Kotuliak ponúkol zo pár odpovedí: programátori, návrhári... Mojou pôvodnou odpoveďou bolo, že chcem byť programátorom, ale neskôr nám bolo vysvetlené, že aby sme boli programátori nepotrebujeme inžinierske štúdium a že by bola škoda nezaujímať sa nad inými možnosťami zamestnania sa s inžinierskym titulom. Ešte sme sa dozvedeli, informácie a rozdiely medzi bakalárom a inžinierom.

**Kreatívne písanie** Ja seba považujem ako menej kreatívnu osobu a kreatívne písanie mi nikdy moc nešlo. Na tejto prednáške sme sa dozvedeli o základných metódach na zlepšenie kreatívneho písania. Bohužiaľ som nemohol byť prítomný do konca prednášky, ale spomenuté metódy sme si vyskúšali na nasledujúcom cvičení. Hlavne sa mi páčilo, že sme neboli odsudzovaný podľa toho čo sme napísali, čo mi dalo vôľu písať viac.

## Literatúra

- [1] Justine Jordan. What's the first 3d game in the world? <https://narrasoft.com/what-is-the-first-3d-game-in-the-world/>, 2021.
- [2] Huiqiang Lu, Wang Yijin, and Ying Hu. Design and implementation of three-dimensional game engine. In *World Automation Congress 2012*, pages 1–4, 2012.
- [3] APS NEWS. October 1958: Physicist invents first video game. <https://www.aps.org/publications/apsnews/200810/physicshistory.cfm>, 2008.
- [4] Tylor Slay, Grace B. Spitzer, and Robert B. Bass. Proposed application for an entity component system in an energy services interface. In *2022 IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech)*, pages 177–180, 2022.
- [5] Chaitya Vohera, Heet Chheda, Dhruveel Chouhan, Ayush Desai, and Vijal Jain. Game engine architecture and comparative study of different game engines. In *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, pages 1–6, 2021.