SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-16605-115069

interaktívna aplikácia simulujúca slnečnú sústavu od jej vzniku po zánik

Bakalárska práca

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Evidenčné číslo: FEI-16605-115069

interaktívna aplikácia simulujúca slnečnú sústavu od jej vzniku po zánik

Bakalárska práca

|  |  |
| --- | --- |
| Študijný program : | Aplikovaná informatika |
| Názov študijného odboru: | Informatika |
| Školiace pracovisko: | Ústav informatiky a matematiky |
| Vedúci záverečnej práce: | Ing. Dominik Janecký |

Obrázok, na ktorom je text, písmo, snímka obrazovky, dokument

Automaticky generovaný popis

Obrázok, na ktorom je text, snímka obrazovky, písmo, biely

Automaticky generovaný popis

SÚHRN

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE   
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

|  |  |
| --- | --- |
| Študijný program : | Aplikovaná informatika |
| Bakalárska práca: | Interaktívna aplikácia simulujúca Slnečnú sústavu od jej vzniku po zánik |
| Autor: | Daniel Janík |
| Vedúci záverečnej práce: | Ing. Dominik Janecký |
| Miesto a rok predloženia práce: | Bratislava 2024 |

Témou tejto bakalárskej práce je návrh a implementácia interaktívnej aplikácie v hernom engine Unity simulujúcej históriu a budúcnosť našej slnečnej sústavy. Cieľom tejto práce je vytvoriť aplikáciu, ktorá umožní prístup bežným ľudom k veľkému množstvu zaujímavých informácií o celej slnečnej sústave v jednom ucelenom celku. V prvej kapitole sa práca zaoberá analýzou dostupných technológii a ich voľbou. Druhá kapitola predstavuje porovnanie existujúcich riešení a vyvodenie ich nedostatkov. Nasledujúca kapitola sa venuje návrhu a implementácií interaktívnej aplikácie. Finálne riešenie poskytuje používateľovi možnosť výberu počiatočného roku spustenia simulácie, voľný pohyb po celej slnečnej sústave a množstvo informácií o každom vesmírnom telese nachádzajúcom sa v nej. V prílohe sa nachádza návod na inštaláciu a samotná aplikácia s príručkou obsluhy.

Kľúčové slová: Vzdelávacia aplikácia, Slnečná sústava, Unity, Vznik, Zánik

ABSTRACT

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA   
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

|  |  |
| --- | --- |
| Study Programme: | Applied Informatics |
| Bachelor Thesis: | An Interactive application simulating the Solar System from its formation to its demise |
| Autor: | Daniel Janík |
| Supervisor: | Ing. Dominik Janecký |
| Place and year of submission: | Bratislava 2024 |

The topic of this bachelor’s thesis is the design and implementation of an interactive application made in the game engine Unity that simulates the history and future of our solar system. The goal of this thesis is to create an application that will give access to a huge amount of interesting information about the entire solar system in one comprehensive package for ordinary people. The first chapter deals with the analysis and selection of available technologies. The second chapter presents a comparison of existing solutions and identifies their shortcomings. The following chapter deals with the design and implementation of the interactive application. The final solution provides the user with the ability to select the start year of the simulation, free movement trough the solar system and a wealth of information about each celestial body. The appendix contains an installation guide and the application with a user manual.

Key words: Education application, Solar System, Unity, Formation, Demise

Vyhlásenie autora

Podpísaný Daniel Janík čestne vyhlasujem, že som Bakalársku prácu Interaktívna aplikácia simulujúca Slnečnú sústavu od jej vzniku po zánik vypracoval na základe poznatkov získaných počas štúdia a informácií z dostupnej literatúry uvedenej v práci. Uvedenú prácu som vypracoval pod vedením Ing. Dominika Janeckého.

V Bratislave dňa 12.05.2024

..................................................

podpis autora

Poďakovanie

Ďakujem môjmu vedúcemu práce Ing. Dominikovi Janeckému za poskytnutú podporu a odbornú pomoc. Taktiež by som sa chcel poďakovať svojej rodine a kamarátom za podporu počas štúdia.

Obsah

[Úvod 1](#_Toc166335308)

[1 Použité technológie 2](#_Toc166335309)

[1.1 Herný Engine 2](#_Toc166335310)

[1.1.1 Unreal 2](#_Toc166335311)

[1.1.2 Godot 3](#_Toc166335312)

[1.1.3 Unity 3](#_Toc166335313)

[1.2 Vývojové prostredie 4](#_Toc166335314)

[1.2.1 Visual Studio 4](#_Toc166335315)

[1.2.2 Jetbrains Rider 4](#_Toc166335316)

[1.2.3 Visual Studio Code 4](#_Toc166335317)

[1.3 Modelovacie prostredie 4](#_Toc166335318)

[1.3.1 Blender 4](#_Toc166335319)

[1.3.2 Unity Asset Store 4](#_Toc166335320)

[1.4 Grafické editory 4](#_Toc166335321)

[1.4.1 Gimp 4](#_Toc166335322)

[1.4.2 Adobe Photoshop 4](#_Toc166335323)

[1.4.3 NVIDIA Canvas 4](#_Toc166335324)

[2 Konkurenčné aplikácie 5](#_Toc166335325)

[2.1 Universe Sandbox 5](#_Toc166335326)

[2.2 Space Engine 5](#_Toc166335327)

[2.3 NASA's Eyes 5](#_Toc166335328)

[3 Návrh a Implementácia 6](#_Toc166335329)

[3.1 Špecifikácia požiadaviek 6](#_Toc166335330)

[4 Testovanie a ladenie 7](#_Toc166335331)

[Záver 8](#_Toc166335332)

[Zoznam použitej literatúry 9](#_Toc166335333)

[Prílohy I](#_Toc166335334)

[Príloha A: Štruktúra elektronického nosiča II](#_Toc166335335)

Zoznam obrázkov a tabuliek

[Obrázok 1‑1 Use case diagram požiadaviek 4](#_Toc383984452)

Tabuľka 1 Popis tabuľky.............................................................................strana

Zoznam skratiek a značiek

UE5 – Unreal Engine 5

UML – Unified Modeling Language

VSCode – Visual Studio Code

MS – Microsoft

**Úvod**

V posledných rokoch záujem o prieskum vesmíru dosahuje svoje historické maximum, čo sa prejavuje v čoraz častejšími štartmi rakiet smerujúcich k obežnej dráhe mesiacu a aj jeho povrchu v rámci rôznych národných vesmírnych programov. Tento fenomén je často označovaný ako druhé vesmírne preteky, tentoraz medzi USA a Čínou, ktorých cieľom je opätovné pristátie človeka na mesiac [1].

Tento zvýšený záujem o vesmír je poháňaný technologickým pokrokom v oblasti výpočtovej techniky a internetu, ktorý umožňuje bežným používateľom jednoduchý prístup k širokému spektru informácií [2]. Súčasne sa zlepšuje grafické rozhranie, čo umožňuje realistickejšie vizualizácie vesmíru. Dnes sa najčastejšie stretávame s vizualizáciou vesmíru prostredníctvom kníh, dokumentárnych filmov a vedeckých článkov. Avšak obsah týchto médií je často obmedzený a poskytuje iba čiastočný pohľad na problematiku. Okrem toho tieto zdroje neposkytujú možnosť interakcie. V dôsledku toho sa môže stať, že tieto tradičné formy prezentácie vesmíru neuspokoja narastajúci dopyt po interaktívnych a prehľadných zdrojoch informácií .

Ako efektívnu alternatívu, ktorá by prekonala tieto nedostatky, možno považovať interaktívne aplikácie [3]. Tieto umožňujú používateľom aktívne skúmať vesmírne koncepty, poskytujú širšie množstvo informácií a umožňujú interakciu. Navrhovanie a implementácia interaktívnych aplikácií je kľúčové pre vytváranie pútavých vzdelávacích nástrojov, ktoré nielen dopĺňajú tradičné médiá, ale aj otvárajú cestu k lepšiemu pochopeniu a interaktívnemu prieskumu vesmíru [4].

Cieľom tejto bakalárskej práce je navrhnúť a implementovať interaktívnu aplikáciu, ktorá zobrazuje vznik a zánik našej slnečnej sústavy, pričom zjednocuje širokú škálu dostupných informácií a sprostredkúva komplexné javy bežným používateľom. Aplikácia bude následne sprístupnená verejnosti s cieľom zvýšiť záujem o vesmír a podporiť širšie pochopenie jeho fungovania. Zdrojový kód aplikácie je navrhnutý tak, aby bol jednoducho aktualizovateľný, čo umožní rýchlu implementáciu nových poznatkov o vesmírnych telesách alebo na najnovšie objavy v menej preskúmaných častiach slnečnej sústavy. Týmto zabezpečíme, že aplikácia zostane relevantná aj s väčším odstupom času.

1. Výber technológií

Návrh a vývoj počítačovej hry sa od vývoju bežnej aplikácie nelíši vo veľkom. V oboch prípadoch si vieme implementáciu zefektívniť a uľahčiť použitím dostupných knižníc a frameworkov pre daný programovací jazyk. Herný framework obsahuje kolekciu knižníc a nástrojov, ktoré vedia zjednodušiť vývoj. Herný engine naopak je softvér, ktorý ponúka vývojárovi grafické rozhranie spolu so sadou nástrojov pre grafiku, vstup, zvuk a iné. V prípade vývoju komplexných hier preferujeme herný engine, nakoľko ponúka voči frameworku oveľa viac funkcionality [5].

* 1. Herný Engine

Herný Engine je softvérové vývojové prostredie, s mnohými nástrojmi, pre optimalizáciu a zjednodušenie vývoju hier v rôznych programovacích jazykoch. Herný engine zahŕňa 2D alebo 3D grafické rozhranie, kompatibilné s rôznymi formátmi ako sú fyzikálne rozhranie, umelú inteligenciu, ktorá automaticky reaguje na vstup hráča, zvukové rozhranie a animácie a nespočetne veľa ďalších nástrojov. V súčasnej dobe je nepredstaviteľné vyvíjať hry bez použitia herného engine a ďalších vhodných nástrojov. Tieto nástroje sa z odstupom času stali široko dostupné verejnosti [6].

* + 1. Unreal

Je voľne dostupný herný engine vyvíjaný spoločnosťou Epic Games. Najnovšia dostupná verzia je UE5, ktorá dovoľuje vývojárom vytvárať tie najrealistickejšie objekty a herné scény spomedzi všetkých dostupných engineov na dnešnom trhu. Vďaka tomu je UE5 je ideálnou voľbou pre graficky a výpočtovo náročné projekty, vrátane filmov a animácií [7]. Výhody UE5:

* Rozsiahla sada nástrojov pre tvorbu 3D objektov, prostredia a herných mechaník
* Vhodné obchodné podmienky, účtovanie začína od dosiahnutí 1 milióna USD s tým, že vývojár má poplatok 5% z hrubého príjmu.
* Výkonný engine napísaný v C++, zvláda výpočtovo náročne úlohy voči konkurenčným engineom.
* Svetelné efekty, voči Unity má efektívnejší a optimalizovanejšie efekty.

Nevýhody UE5:

* Programovací jazyk C++, narozdiel od konkurencií, ktoré využívajú vysokoúrovňové jazyky ako napr. C#, UE5 vyžaduje znalosti komplexnejšieho jazyka C++.
* Menšia komunita, v porovnaní s konkurenčnými má Unreal menšiu komunitu vývojárov vytvárajúcich návody a nástroje na zlepšenie workflowu [8].
  + 1. Godot

Godot engine je multiplatformový 2D a 3D open source herný engine. Vhodný pre začiatočníkov na tvorbu jednoduchých hier [9]. Voči ostatným herným engineom sa líši v programovacom jazyku GDScript. Tento jazyk je dynamický so syntaxou podobnou k Pythonu. Avšak Godot podporuje aj C# a technológiu na konverziu na iné jazyky ako C a C++ [10].

Výhody Godotu:

* Open-source poháňaný a aktualizovaný hlavne jeho komunitou s vysokou možnou úpravou aj samotného jadra kódu.
* Nenákladný a efektívny na rôznych platformách vhodný pre hry aj simulácie a multimédiové aplikácie.
* Jednoduché používateľské rozhranie s vizuálnym skriptovaním, bez väčšieho programovania vhodný pre programovacích začiatočníkov.

Nevýhody Godotu:

* Menšia knižnica assetov, voči konkurencií, vývojár si musí mnohokrát vytvoriť vlastné assety od základov.
* Nevhodný pre výpočtovo náročné úlohy a komplexnejšie projekty veľkého rozmedzia.
* Nedostatočná dokumentácia pre vývojárov [11].
  + 1. Unity

Unity Engine je real-time 2D a 3D multiplatformový vývojársky engine pre umelcov, dizajnérov a vývojárov, ktorý umožňuje vytvárať interaktívne aplikácie. Unity sa využíva taktiež v filmovom, hernom priemysle a je vhodný pre tvorbu mobilných hier, ale taktiež aj pre robustné a komplexné projekty [12].

Výhody Unity:

* Intuitívne a priateľské užívateľské rozhranie Unity zjednodušuje prácu vývojárov. Bez ohľadu na ich znalosti.
* Disponuje vlastnou knižnicou s veľkým repozitárom predpripravených assetov, pluginov a nástrojov. Toto urýchľuje vývoj ponukou hotových assetov.
* Má veľkú a aktívnu komunitu vývojárov, umelcov a nadšencov v ekosystéme. Komunita poskytuje cenné zdroje, návody a podporu, čím vytvára spolupracujúce ekosystému.
* jadro engineu je naprogramované v C++ zabezpečuje tým efektivitu pre robustnejšie projekty, avšak samotné hry sú programované v C# pre lepší workflow

Nevýhody Unity:

* Pre používanie pokročilejších funkcií a služieb si zaplatiť cenovo náročné predplatné ak je vývojár samostatná osoba.
* Pochopenie pokročilejších funkcií je dosť náročné
* Komplexná optimalizácia pre robustné a vysoko nákladové hry [11].
  1. Vývojové prostredie
     1. Visual Studio
     2. Jetbrains Rider
     3. Visual Studio Code
  2. Modelovacie editory
     1. Blender
     2. Unity Asset Store
  3. Grafické editory
     1. Gimp
     2. Adobe Photoshop
     3. NVIDIA Canvas

1. Konkurenčné aplikácie
   1. Universe Sandbox
   2. Space Engine
   3. NASA's Eyes
2. Návrh a Implementácia
   1. Špecifikácia požiadaviek
3. Testovanie a ladenie

**Záver**

V závere je potrebné v stručnosti zhrnúť dosiahnuté výsledky vo vzťahu k stanoveným cieľom.

**Zoznam použitej literatúry**

1. **Petrova, M.** *Why there is a new global race to the moon*, [online]. 20.01.2024, [cit. 09.05.2024]. Dostupné z: <https://www.cnbc.com/2024/01/20/why-there-is-a-new-global-race-to-the-moon-.html>
2. **SAYKILI, A.** *Higher education in the digital age: The impact of digital connective technologies*. Journal of Educational Technology and Online Learning, 2019, 2.1: 1-15. [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://eric.ed.gov/?id=ED591364>
3. **Huntington B. Goulding J. Pitchford N. J.** *Pedagogical features of interactive apps for effective learning of foundational skills*, British Journal of Educational Technology. 2023. [cit. 10.05.2024] ISSN 14678535. Dostupné z: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bjet.13317>
4. **ABRAMOV, D.** *Interactive Analysis Tools for Visualizing the Universe*. University of California, Santa Cruz, 2023. [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://www.proquest.com/openview/68f7fe43529067a68fe04903f9714252/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
5. **Bhatti K. Abela P.** **Hoppe J.** *How**do you learn and master a new game* *engine or* *game framework quickly and efficiently?* [online] 2023, [cit 12.05.2024]. Dostupné z: <https://www.linkedin.com/advice/0/how-do-you-learn-master-new-game-engine-framework-quickly>
6. **arm,** *Game Engines* [online] 2021, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://www.arm.com/glossary/gaming-engines>
7. **Unreal Engine**, *Unreal engine features* [online]. 2018, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://www.unrealengine.com/en-US/features>
8. **AL L., Hussain A. J**. *The Path of unity or the Path of unreal? A Comparative Study on Suitability for Game Development*. Journal of Student Research, 2019. [cit. 11.05.2024]. Dostupné z: <https://www.jsr.org/index.php/path/article/view/976/823>
9. **LINIETSKY, J.** *Godot 2.0: Talking with the Creator* [online] 2016. [cit. 11.05.2024]. Dostupné z: <https://imetatech.io/blog/unity-unreal-godot-comparison>
10. **HOLFELD, J.** *On the relevance of the Godot Engine in the indie game development industry*. [online] arXiv preprint arXiv:2401.01909, 2023 [cit. 11.05.2024]. Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/2401.01909>
11. **Sabiq,** *Comparison of Unity vs Unreal Engine Vs Godot* [online]. 2023, [cit. 11.05.2024]. Dostupné z: <https://imetatech.io/blog/unity-unreal-godot-comparison>
12. **Unity**, *Unity Engine* [online] 2024, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://unity.com/>
13. **Microsoft**, *C# The modern, innovative, open-source programming language for building all your apps* [online]. 2023, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://dotnet.microsoft.com/en-us/languages/csharp>
14. **UÍM,** *Softvérové inžinierstvo*, [online]. 2023, [cit. 10.05.2024] Dostupné z: <https://uim.fei.stuba.sk/predmet/b-swi/>
15. **Thirslund, A.** *SETTINGS MENU in Unity*. [online]. 06.12.2017, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=YOaYQrN1oYQ>
16. **Brush, T.** *Make a A Gorgeous Start Menu (Unity UI Tutorial)!.* [online]. 23.01.2019, [cit. 10.05.2024].   
    Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=vqZjZ6yv1lA>
17. **Tesseract.** *20 Advanced Coding Tips For Big Unity Projects*. [online]. 14.11.2022, [cit. 10.05.2024]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=dLCLqEkbGEQ>

**Prílohy**

Príloha A: Štruktúra elektronického nosiča . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . II

Prílohy sú „číslované“ písmenami A, B, C...

Príloha A: Štruktúra elektronického nosiča

Štruktúra elektronického nosiča (CD, DVD, atď.) s kompletnou digitálnou verziou tlačenej formy práce, vrátane príloh, funkčných zdrojových kódov, programov (aplikácií) pripravených na inštalovanie a iných, vo všeobecnosti ťažko opísateľných ale potrebných častí. Elektronický nosič musí mať obal, pomocou ktorého sa pevne pripevní do práce. Nosič musí mať popis obsahu a meno autora.