### UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI

**FACULTATEA DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ**

**SPECIALIZAREA INFORMATICĂ**

**Lucrare de licență**

# The Knight

### Absolvent

### Mihai Lazăr

**Coordonator științific**

**Lector Ștefan George Popescu**

**București, iunie 2023**

#### Rezumat

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Fusce vitae eros sit amet sem ornare varius. Duis eget felis eget risus posuere luctus. Integer odio metus, eleifend at nunc vitae, rutrum fermentum leo. Quisque rutrum vitae risus nec porta. Nunc eu orci euismod, ornare risus at, accumsan augue. Ut tincidunt pharetra convallis. Maecenas ut pretium ex. Morbi tellus dui, viverra quis augue at, tincidunt hendrerit orci. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam quis sollicitudin nunc. Sed sollicitudin purus dapibus mi fringilla, nec tincidunt nunc eleifend. Nam ut molestie erat. Integer eros dolor, viverra quis massa at, auctor.

#### Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Fusce vitae eros sit amet sem ornare varius. Duis eget felis eget risus posuere luctus. Integer odio metus, eleifend at nunc vitae, rutrum fermentum leo. Quisque rutrum vitae risus nec porta. Nunc eu orci euismod, ornare risus at, accumsan augue. Ut tincidunt pharetra convallis. Maecenas ut pretium ex. Morbi tellus dui, viverra quis augue at, tincidunt hendrerit orci. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam quis sollicitudin nunc. Sed sollicitudin purus dapibus mi fringilla, nec tincidunt nunc eleifend. Nam ut molestie erat. Integer eros dolor, viverra quis massa at, auctor.

# Cuprins

[UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI 1](#_Toc137145651)

[The Knight 1](#_Toc137145652)

[Absolvent 1](#_Toc137145653)

[Mihai Lazăr 1](#_Toc137145654)

[Cuprins 3](#_Toc137145655)

[Introducere 4](#_Toc137145656)

[1.1 Descrierea lucrării 4](#_Toc137145657)

[1.2 Motivația 5](#_Toc137145658)

[1.3 Relevanța temei 5](#_Toc137145659)

[1.4 Repere istorice 6](#_Toc137145660)

[Prezentarea Aplicației 8](#_Toc137145661)

[2.1 Experiența utilizatorului 8](#_Toc137145662)

[2.2 Experiența utilizatorului în joc 9](#_Toc137145663)

[Dezvoltarea aplicației 11](#_Toc137145664)

[3.1 Dezvoltarea jocului 11](#_Toc137145665)

[3.1.1 Tilemap 11](#_Toc137145666)

[3.1.2 Player 12](#_Toc137145667)

# Introducere

## 1.1 Descrierea lucrării

The Knight este un joc 2D, side view, action, adventure, platformer, level based, realizat în Unity, similar cu jocurile precum Hollow Knight și Ori and the Will of the Wisps. Subgenul principal în care se află este acela de metroidvania care are ca reper de dezvoltare principal neliniaritatea gameplay-ului.

Premisa este una simplă, jucătorul se trezește la marginea unui regat, și pornește intr-o aventură să descopere mai multe despre el si despre lumea în care se află. Pe parcursul jocului el descoperă că nu este bine venit în această lume, și va trebui să exploreze lumea și să răzbească provocăriile pe care le va întâmpina.

Unity este un motor de joc dezvoltat de Unity Technologies, anunțat și lansat pentru prima dată în iunie 2005 la Apple Worldwide Developers Conference ca motor de joc Mac OS X.

Am ales Unity pentru dezvoltarea aplicației, deoarece Unity oferă suport pentru platforme multiple, oferind capacitatea de a dezvolta jocul o singură dată și de al lansa pe mai multe platforme. De asemenea Unity oferă un set bogat de instrumente și funcționaliăți cum ar fi sistemele de animație, fizică, sunete, muzică etc. care ajută la o dezvoltare, testare și modificare a unei aplicați mult mai rapidă.

În realizarea lucrării am dezvoltat un sistem de meniuri, sistem de mișcare pentru caracterul jucătorului, o inteligență artificială simplă pentru inamici, un sistem de salvare, sistem de animații pentru inamici si caracterul jucătroului, designul nivelurilor.

De asemenea folosind Unity Store am achiziționat asset-uri gratis cum ar fi sprite-ul și animațiile caracterului jucătorului și al inamicilor și sprite-uri pentru elemente din interfața utilizatorului și teren.

## Motivația

În opinia mea, jocurile video sunt o formă de artă ce combină avansul tehnologic, cu formele mai vechi de artă. Pentru a dezvolta un joc ai nevoie de desen pentru sprite-uri, sculptură pentru modele 3D, compoziție muzicală, scris pentru poveste.

Pe lângă partea artistică dezvoltatori au nevoie de o viziune pentru a putea crea o experiență de neuitat. Realizarea acesteia se poate face prin mecanicile jocului, dificultatea jocului, flow-ul jocului etc. Flow-ul reprezintă capacitatea jocului de a captiva jucătorul, ce se poate realiza prin poveste, efecte vizuale, mecanicile jocului etc.

În cazul meu, jocurile dificile precum *Dark Souls, Elden Ring, Hollow Knight*, mi-au lăsat o impresie foarte bună, așa că am decis să încerc să dezvolt un joc similar cu Hollow Knight. Momentul de triumf pe care l-am simțit după ce am reușit să răzbesc o provocare pe care un joc o pune în fața mea au fost de neuitat, ceea ce m-a împins în direcția de a dori să ofer aceeași experiență mai departe.

De asemena, curiozitatea pentru a afla mai multe despre dezvoltarea jocurilor pe calculator, împreună cu pasiunea mea pentru ele, mi-au influențat alegerea de a dezvolta un joc pentru acestă lucrare.

## Relevanța temei

Jocurile video sunt o formă de divertisment interactivă care reușesc să creeze experiențe virtuale prin intermediul tehnologiei informației. Jocurile video pot fi consumate prin diferite modalități, cum ar fi: calculatoarele, telefoanele mobile, consolelor, căștilor de realitate virtuală, etc.

Jocurile video au o varietate largă de genuri și stiluri în care pot apărea, cum ar fi genuri de acțiune, aventură, strategie, puzzle, platforming, se pot afla în formate singleplayer, online multiplayer, 2D, 3D, side view, top-down view, etc. Atât timp cât există creativitate în ființa umană jocurile pot apărea în orice combinație de stiluri și genuri.

Veniturile industriei jocurilor video în 2022 au fost de 184.4 miliarde de dolari [3], comparativ cu industria muzicii cu 26.2 miliarde de dolari [2] si industria filmelor cu 77 miliarde de dolari [1] în același an, se observă că industria jocurilor video are venituri cu 103.2 miliarde de dolari mai mari decat industria jocurilor si filmelor combinată (Fig 1.1).

Fig 1.1

Jocurile video pot fi folosite și ca simulări ale lumi înconjurătoare, cum ar fi simularea interacțiunilor corpurilor cerești cum ar fi stelele, planetele, găurile negre, etc. ce se regăsește în jocul *Universe Sandbox*, simularea unui ecosistem uman cum ar fi jocurile open world ca și *Grand Theft Auto, Red Dead Redemption,* etc.*,* simularea condusului de mașini, bărci, avioane, rachete ce se regăsesc în jocurile precum *Forza Horizon, Microsoft Flight Simulator, Spaceflight Simulator*, etc.

De asemenea jocurile influențează și dintr-un punct de vedere filosofic. De exemplu teoria simulării care spune că realitatea înconjurătoare este de fapt o simulare, a fost inspirată din faptul că specia umană a ajuns în punctul de a putea simula lumi întregi. Nu e greu să ne imaginăm că ar putea exista o specie suficient de avansată tehnologic încât să ne poată simula întreaga lume.

## 1.4 Repere istorice

“În octombrie 1958, fizicianul William Higinbotham a creat ceea ce se crede a fi primul joc video. Acesta era un joc de tenis foarte simplu, similar cu jocul clasic din anii 1970, Pong, și a avut un mare succes la o zi a porților deschise la Laboratorul Național Brookhaven.” [5]

*Donkey Kong*, lansat în anul 1981 de către Nintendo, este primul joc platformer creat, scopul jucătorului este să urce scări și să evite butoaiele aruncate de către gorila Donkey Kong, în speranța de a salva femeia capturată de către gorilă.

Metroidvania este un subgen de jocuri de acțiune, aventură, ce se axează pe neliniaritate și de obicei prezintă o hartă mare interconectată. Numele metroidvania provine de la o combinație de nume ale jocurilor *Metroid* și *Castlevania.*

*Metroid*, lansat în anul 1986, creat de către Gunpei Yokoi, și deținut de către Nintendo, prezintă o femeie vânătoare de recompense pe nume Samus Aran, care explorează lumi extraterestre în scopul de a găsi ceea ce caută.

*Castlevania*, lansat în anul 1986, dezvoltat și publicat de către Konami, unde eroul are scopul de a explora castelul lui Dracula și de a răzbi legendarul vampir în scopul de a salva omenirea.

*Grand Theft Auto 3*, lansat în anul 2001, și publicat de către Rockstar Games, este primul joc open world de success, unde jucătorul poate să trăiască o viață periculoasă de mercenar. Pe parcursul jocului, personajul întâmpină diferite grupuri de oameni de la care primește misiuni, pe care acesta trebuie să le îndeplinească.

*Dark Souls*, lansat în 2011, dezvoltat de FromSoftware și publicat de către Namco Bandai Games, a fost primul joc de succes care a promovat dificultatea jocurilor în industrie. Acțiunea jocului se desfășoară întro lume fantastică plină de dragoni, spirite și alte besti fantastice, dar care este în același timp necruțătoare. Scopul personajului este să exploreze lumea să răzbească provocările și să obțină tronul regatului în care se află.

*Hollow Knight* a fost dezvoltat în mare parte de 3 persoane din Australia, Ari Gibson, William Pellen si David Kazi, ce au format echipa Team Cherry și cu ajutorul unui kickstarter de 50 de mii de dolari austrilieni, au reușit să lanseze jocul pe data de 24.02.2017. Până în anul 2019 au reușit să vândă peste 2.8 millioane de copi [4].

*Hollow Knight* este un joc dificil și nu oferă opțiunea pentru a alege dificultatea, ceea ce dintr-un punct de vedere al designul-ui îl consider benefic, dezvoltatorii având o mai mare putere de a-și exprima viziunea prin faptul că toți utilizatori vor avea experiențe asemănătoare.

# Prezentarea Aplicației

## 2.1 Experiența utilizatorului

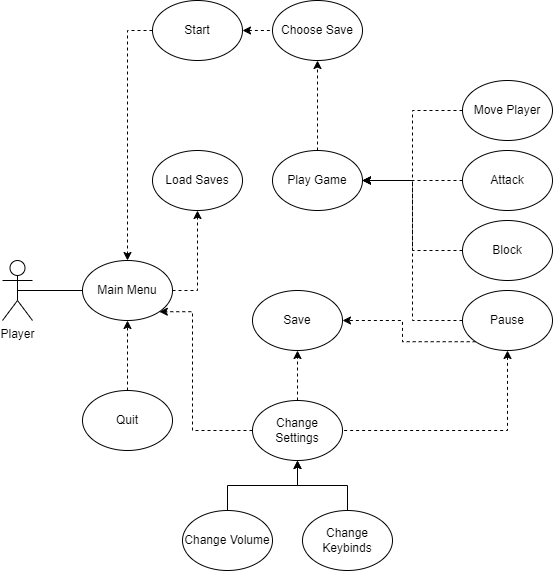
 Utilizatorul când pornește aplicația este întâmpinat de un meniu princpal de unde poate să înceapă jocul, poate să-și schimbe setările sau să închidă complet aplicația.

Fig 2.1

În momentul când va apăsa butonul de start un meniu de unde își va putea alege salvarea va apărea. În acest meniu sunt prezente 3 sloturi dintre care poate alege. Pe fiecare slot vor apărea după logică următoarele opțiuni:

* Dacă există pe calculator salvarea respectivă slotului, atunci utilizatorul va avea opțiunea de a continua jocul de unde a rămas sau de a șterge salvare.
* Dacă nu există pe calculator salvarea respectivă slotului, atunci utilizatorul va avea doar opțiunea de a porni un joc nou.

În momentul când va apăsa butonul de opțiuni, utilizatorul va fi întâmpinat de un meniu unde își va putea alege dacă vrea să-și schimbe setările la sunete, ce reprezintă volumul muzicii sau volumul efectelor sonore, sau setările de configurație al butoanelor, adică își vor putea alege pe ce taste vor putea apăsa ca să execute in joc acțiuni de tipul: mișcare stânga, mișcare dreapta, sărit, atac, blocat sau interacțiune cu obiecte. În același timp va avea opțiunea de a reseta configurația butoanelor la cea inițială care este: A – mișcare stânga, D – mișcare dreapta, SPACE – sărit, CLICK-STÂNGA – atac, CLICK-DREAPTA – block, E – interacțiune. Doresc să menționez că utilizatorul poate folosi tasta ESCAPE pentru a da toggle jocului pe pauză și a naviga înapoi în meniu, tastă pe care o consider că nu ar trebui modificată, așa că utilizatorul nu va primi opțiunea să o modifice.

## 2.2 Experiența utilizatorului în joc

În timpul jocului, utilizatorul se va întâlni cu 3 tipuri de inamici, inamici melee care se pot interacționa cu jucătorul doar din apropiere sau vor patrula dacă jucătorul nu a fost detectat, inamici zburători care vor sta inactivi cât timp nu vor detecta jucătorul sau vor spura spre jucătorul încercând să-l rănească la contact, și inamici ranged, care vor sta pe loc și la detectarea jucătorului vor trage cu un proiectil în direcția jucătorului.

În continuare, jucătorul se va putea mișca stânga, dreapta, va putea sări, va putea ataca și bloca atacurile inamicilor. În timp ce blochează jucătorul trebuie să înțeleagă că blocarea atacurilor se face doar în partea cu scutul, adică dacă inamicul este în dreapta jucătorului și jucătorul blochează spre dreapta atacul va fi blocat si jucătorul nu va pierde din viață, dar dacă blochează spre stânga și inamicul lovește din direcția dreaptă a jucătorului, jucătorul va fi lovit și va pierde viață. Menționez că jucătorul va putea sări doar dacă se află cu picioarele pe o platformă solidă de teren. Jucătorul are opțiunea să sară de pe pereți dar doar în cazul în care nu este în contact cu podeaua și este în contact cu peretele.

Pe parcursul jocului utilizatorul va putea interacționa cu puncte de salvare (Fig 2. 2) sub formă de steag roșu. Interacțiunea se întâmplă doar dacă jucătorul se află suficient de aproape de steag. Menționez că interacțiunea cu acceste puncte de salvare regenerează viața curentă a jucatorului la maximul posibil.

Fig 2.2

În deplasare prin lumea jocului, utilizatorul se va lovi de niște “uși”, care reprezintă o adâncitură în relieful terenului (Fig 2.3), în momentul în care jucătorul intră prin aceste “uși”, utilizatorul va fi transportat în altă cameră de pe hartă.

Fig 2.3

Utilizatorul poate pune oricând jocul pe pauză prin simpla apăsare a butonului ESCAPE, o dată apăsat acest buton un meniu de pauză va apărea în fața utilizatorului, ce va avea următoarele opțiuni: un buton de “Continue” pentru a putea ieși din meniul pauză și a reveni la joc, menționez că apăsarea butonului ESCAPE are același efect, un buton pentru setări care oferă aceleași interacțiuni ca și în meniul principal, și un buton de întoarcere la meniul principal, care va salva datele jucătorului și îl va duce la meniul principal.

# Dezvoltarea aplicației

## 3.1 Dezvoltarea jocului

### 3.1.1 Tilemap

În dezvoltarea aplicație a trebuit sa i-au o decizie în legătură cu modalitatea de construire a hărții, pentru ușurarea procesului de construire a terenului am decis să folosesc un tilemap de tip dreptunghiular. Un tilemap dreptunghiular împarte întreaga scenă într-un grid de 1x1 unități unde se pot plasa tile-urile, ca niște piese de puzzle.

Fig 3.1

Pentru a obține tile-uri am importat un tileset de pe Unity Asset Store [6], acest asset are mai multe componente dar eu tot ce folosesc din el sunt tile-urile din figura 3.1.

Pentru a folosi tile-urile imagine, acestea trebuie pregătite, pentru a le pregăti trebuie urmați următorii pași: trebuie selectată imaginea în editorul unity, trebuie selectat sprite mode pe multiple, trebuie să adăugăm câți pixeli pe unitate ocupă un tile, în cazul meu 16 este numărul perfect, după ce am selectat aceste opțiuni apăsăm pe apply și urmăm să facem tăierea propriu zisă a imagini. Pentru a face această tăiere trebuie să deschidem imaginea în sprite editor selectăm tipul de slice pe grid by cell size, alegem pixel size-ul de (X = 16, Y = 16), apăsăm butonul de slice și după aplicăm modificările apăsând pe butonul apply.

Acum că avem un tilemap pregătit trebuie să creăm o paletă, pentru a crea o paletă de tile-uri, pentru a face asta ne ducem pe window -> 2D -> tile palette, după ce am deschis paleta creăm o paletă nouă, o salvăm în proiect și suntem gata de a construii hărțile perfect.

Pentru accest proiect am creat două tilemap-uri, unul pentru teren și unul pentru background. Am creat 2 layere unul pentru background si unul pentru teren în așa fel încât layer-ul de teren, iar pentru fiecare tilemap am selectat în tilemap renderer layer ul respectiv fiecărui tilemap.

Pentru layer-ul de teren va trebui să-l configurez în așa fel încăt player-ul să poată interacționa cu el. Pentru a realiza acest lucru la tilemap va trebui să adau două componente, un Tilemap Collider 2D și un Rigidbody 2D. Dacă pe configurația aceasta dăm start la scenă, observăm ca tot terenul cade, pentru a rezolva această problemă, în componenta Rigidbody 2D selectăm Body Type-ul pe static, dacă vom da play acum vom observa că terenul nu va mai cădea.

Dacă schimbam shading mode-ul in wireframe observăm că fiecare tile de teren va avea colliderul ei, ceea ce este nenecesar, pentru a optimiza acest lucru vom adăuga componenta Compossite Collider 2D pe tilemap-ul terenului și în Tilemap Collider 2D vom bifa căsuța Used By Composite și vom obține efectul din figura 3.2.

Fig. 3.2

### 

### 3.1.2 Player

Pentru player am importat de pe Unity Asset Store [7] modelul de la figura 3.3. Pentru început am creat în scenă un nou obiect 2D de tip pătrat și am schimbat sprite-ul din componenta Sprite Renderer cu sprite-ul HeroKnight\_0 și am ales sorting layer-ul egal cu Player, am mărit scale-ul obiectului pe axele x și y la 2.

Fig 3.3

Mai departe am adăugat componenta de rigidbody 2D unde am adăugat un material de fizici 2D care are proprietate de frecare și elasticitatea egale cu 0 pentru a ignora frecarea și reacțiunea la coliziunea cu terenul, și un box collider 2D pe care l-am configurat puțin mai mic decât sprite-ul lui, deoarece așa pot evita aparența de levitare a sprite-ului deasupra pământului.

Pentru orientarea corectă a obiectelor în scena am creat o clasă care va roti pe axa y cu 180 de grade pentru fiecare flip.

 Mai departe am adăugat componenta animator (fig 3.4) care are rolul de a anima mișcările caracterului jucătorului, caracterul se poate afla în următoarele stări: Idle, Running, Falling, Jumping, Attack, Block, Hurt, Wallslide, Death și parametrul de tip int pentru starea de mișcare, 3 de tip trigger pentru attack, hurt și block, și 2 de tip bool pentru isDead și walled. Logica este următoarea caracterul se află în una din cele 4 stări de mișcare: idle, moving, falling, jumping, la setarea unui trigger va executa animația trigger-ului respectiv și se va întoarce în starea de mișcare corectă atât timp cât nu a murit sau nu mai este agățat de un perete.

La pornirea scenei caracterul se află în starea Idle, la apăsarea butonelor de movement, player-ul se poate mișca fie în stânga fie în dreapta, în funcție de direcția în care merge player-ul va fi orientat în direcția corespunzătoare și starea i se va schimba în Moving. Dacă velocitatea pe axa y este pozitivă atunci indiferent de direcția de mișcare în animator player-ul se va afla în starea Jumping, și odată ce va avea velocitatea negativă pe axa y, în animator se va afla în starea Falling, menționez că verificarea se face cu pragurile de -0.1 pentru verificare velocității negative si 0.1 pentru cea pozitivă.

Fig 3.4

În continuare voi discuta despre logica săritului, pentru a evita săritul nelimitat la fiecare apăsare de buton trebuie să facem o verificare dacă player-ul se afla în contact cu pământul, pentru a realiza acest lucru îmi trebuie un detector de pământ, pentru a realiza acest lucru voi adăuga un obiect Empty în obiectul player-ului care va avea rol de poziție pentru box cast-ul pe care îl voi face. „Un BoxCast este conceptual similar cu tragerea unei cutii prin scenă într-o anumită direcție. Orice obiect care intră în contact cu cutia poate fi detectat și raportat.” [8] Voi face acest cast la picioarele caracterului jucătorului și voi filtra după layerMask-ul terenului, adică voi lua în calcul doar collider-ele care fac parte din acest layer. Doar dacă detectez o coliziune cu terenul la picioarele jucătorului îi voi permite să sară.

Pentru detectarea coliziuni cu peretele voi face similar cu detectarea podelei, doar că de data aceasta o să verific dacă nu se află în coliziune cu pământul și se află în coliziune cu peretele, dacă acest lucru se întâmplă îi voi da permisiunea să sară de pe perete, acest lucru având denumirea în industria jocurilor de wall-jumping. Box cast-urile vizualizate le puteți vedea în figura 3.5.

Pentru partea de atac voi adăuga un detector similar ca la detectarea coliziuni cu peretele, dar de data aceasta voi folosi metoda OverlapCicleAll din Pysics2D, filtrată pe layer-ul inamicilor, pentru a detecta toți inamici care se află în acest cerc. De ce am ales un cerc și nu o cutie? Deoarece corespunde mai bine cu sprite-ul atacului (figura 3.6)

Fig 3.6

Fig 3.5

[1] Bary Elad, *Film Industry Statistics – By The Distributor, Running Time, Demographic, Box Office Revenue*, <https://www.enterpriseappstoday.com/stats/film-industry-statistics.html> (ultima accesare: 07.06.2023)

[2] Ifpi, *IFPI Global Music Report: Global Recorded Music Revenues Grew 9% In 2022*, <https://www.ifpi.org/ifpi-global-music-report-global-recorded-music-revenues-grew-9-in-2022/> (ultima accesare: 07.06.2023)

[3] Tom Wijman, *The Games Market in 2022: The Year in Numbers*, <https://newzoo.com/resources/blog/the-games-market-in-2022-the-year-in-numbers> (ultima accesare: 07.06.2023)

[4] Brianna Reeves, *Team Cherry Reveals Hollow Knight Sales Have Topped 2.8 Million*, <https://www.playstationlifestyle.net/2019/02/14/hollow-knight-sales-top-two-million/> (ultima accesare: 07.06.2023)

[5] Ernie Tretkoff, *October 1958: Physicist Invents First Video Game*, <https://www.aps.org/publications/apsnews/200810/physicshistory.cfm>, (ultima accesare: 08.06.2023)

[6] Ansimuz, *Sunny Land*, <https://assetstore.unity.com/packages/2d/characters/sunny-land-103349>, (ultima accesare: 08.06.2023)

[7] Sven Thole, Hero Knight – Pixel Art, <https://assetstore.unity.com/packages/2d/characters/hero-knight-pixel-art-165188>, (ultima accesare: 08.06.2023)

[8] Unity Documentation, <https://docs.unity3d.com/ScriptReference/>, (ultima accesare: 08.06.2023)