****

**Kauno technologijos universitetas**

Informatikos fakultetas

**Modulis „Tiriamasis projektas 1“  
Projektas: Dirbtinio intelekto metodų taikymas strateginiams žaidimams**

Projekto paraiška

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **IFM 2/2 gr. Tadas Laurinaitis**  Studentas / Studentė | (parašas) (data) |
|  |  |
| **Dr. Tomas Blažauskas**  Projekto vadovas | (parašas) (data) |
|  |  |
| **Lekt. Virginija Limanauskienė**  Dėstytoja | (parašas) (data) |
|  |  |

**Kaunas, 2022**

Turinys

[1. Projekto paraiška 3](#_Toc123248613)

[1.1. Poreikis (20% teksto) 3](#_Toc123248614)

[1.1.1. Projekto naudotojai ir klientai 3](#_Toc123248615)

[1.1.2. Naudotojų rolės ir tikslai 4](#_Toc123248616)

[1.1.3. Rinkos tyrimas 5](#_Toc123248617)

[1.1.4. Informacija apie klientus 6](#_Toc123248618)

[1.2. Pasiūlymas (50% teksto) 6](#_Toc123248619)

[1.2.1. Produkto ar paslaugos apibūdinimas 6](#_Toc123248620)

[1.2.2. Sistemos kontekstas 7](#_Toc123248621)

[1.2.3. Techninės galimybės 8](#_Toc123248622)

[1.2.4. Rizika ir apribojimai 9](#_Toc123248623)

[1.2.5. Projekto įgyvendinimo planai ir kokybės vertinimas 9](#_Toc123248624)

[1.3. Nauda (10%) 10](#_Toc123248625)

[1.4. Konkurencija ir alternatyvos (10%) 10](#_Toc123248626)

[1.5. Santrauka (5% teksto) 11](#_Toc123248627)

[Literatūros sąrašas 12](#_Toc123248628)

# Projekto paraiška

**Įvadas**

Dokumente pateiktas tarptautinėje verslo praktikoje naudojamas vertėmis grįstas požiūris (*angl.* *NABC- Needs, Approach, Benefits, Competition*) į projekto pasiūlymą. Kartu dokumentas yra Kauno technologijos universiteto Informatikos fakulteto Programų inžinerijos katedros modulio T000M241 „Tiriamasis projektas 1” ataskaita.

Strateginiai kompiuteriniai žaidimai yra neatsiejama didelės grupės žmonių laisvalaikio dalis. Dirbtinis intelektas strateginiuose žaidimuose padeda sukurti gyviau reaguojančias aplinkas, prie žaidėjo prisitaikančias sistemas bei sudėtingesnius, labiau į tikrą gyvą žmogų panašius kompiuterio valdomus žaidėjus. Dirbtinio intelekto dėka, strateginiai žaidimai sukuria virtualius pasaulius, kurie duoda geresnę patirtį savo žaidėjams ir padeda labiau įsijausti į žaidimo pasaulį. Strateginiuose žaidimuose pačio žaidimo dirbtinio intelekto sudėtingumas žaidžia svarbią role žaidėjų įtraukime – jeigu žaidimas labai paprastas, jis greitai atsibos, o jeigu bus per daug sudėtingas, žaidėjui kils neigiami jausmai jį žaidžiant, ko pasekoje žaidėjas norės jį išjungti. Tinkamų dirbtinio intelekto metodų naudojimas kuriant strateginius žaidimus užtikrina, kad žaidimas bus tokio sunkumo, kad žaidėjui jis greitai neatsibostų ir pastoviai suteiktų įveikiamų iššūkių [1]. Šiuo metu beveik kiekvienas strateginis žaidimas naudoja tam tikrus dirbtinio intelekto metodus, kaip pavyzdžiui algoritmus priešininkų ar sąjungininkų elgsenos modeliavimui, kelio radimui, duomenų gavybai, procedūriniam turinio generavimui ir žaidėjo patirties modeliavimui.

Bėda ta, kad daugelis sukurtų algoritmų yra apsaugoti juos kuriančių kompanijų ar korporacijų ir nėra viešai prieinami.

Šio projekto tikslas yra ištirti esamus dirbtinio intelekto algoritmus ir metodikas naudojamas kompiuterinių žaidimų strategijai realizuoti, pasiūlyti patobulinimus šiems algoritmams ir metodikoms, ir įvertinti jų efektyvumą sukuriant algoritmus ir metodikas realizuojantį žaidimą. Projekto metu bus kuriamas strateginis žaidimas, kuris realizuos kelis vėliau pasirinktus dirbtinio intelekto metodus. Kuriant šį žaidimą ir vykdant tyrimą, naudojami dirbtinio intelekto metodai bus patobulinami ir pasiūlomos alternatyvos jeigu šių dirbtinio intelekto metodų naudojimas nebus optimalus.

Projekto pasiūlymas suformuotas pagal Dr. Tomo Blažausko užsakymą. Žaidimas bus kuriamas kaip magistrinio darbo dalis.

Projektas planuojamas įvykdyti per metus su puse, iki 2024-05-01. Projektas apima žaidimą, tyrimą ir projekto ataskaitą. Projektui įgyvendinti naudojama naujausios technologijos, įranga bei sprendimai.

Projekto kaina – 35000 eurų.

## Poreikis

### Projekto naudotojai ir klientai

Pagrindiniai žaidimo naudotojai yra jauni ir vidutinio amžiaus žmonės iš plačiosios visuomenės, praleidžiantys dalį savo laisvalaikio žaidžiant kompiuterinius žaidimus, naudojantys kompiuterinius žaidimus kaip veiklą užsidirbti ir mėgstantys strateginius kompiuterinius žaidimus. Taip pat tai žmonės, žaidžiantys žaidimus naudojantis asmeniniu kompiuteriu, o ne konsolėmis.

### Naudotojų rolės ir tikslai

Vis didesnė dalis žmonių pradeda žaisti strateginius kompiuterinius žaidimus. Tačiau dalis žaidėjų pabandę pažaisti vieną ar kitą strateginį žaidimą, greitai nustoja. Taip yra dėl to, jog ne maža dalis žaidimų turi neįdomius ir iššūkio nesukeliančius kompiuterio bei dirbtinio intelekto valdomus žaidėjus, ko pasekoje žaidimai greitai nusibosta, yra neįtraukiantys ir neatitinka žaidėjų reikalavimų. Esami ilgamečiai strateginių žaidimų žaidėjai taip pat pastebi, kad dirbtinis intelektas kai kuriuose žaidimuose yra nuobodus, niekuo neišsiskiriantis ir nekeliantis entuziazmo. Tačiau yra ir kita monetos pusė – dalyje žaidimų dirbtinis intelektas atrodo kaip superkompiuteris, sekantis kiekvieną tikro žaidėjo veiksmą, gaunantis nesąžiningus bonusus ir sukeliantis žaidėjui atmetimo reakciją, kadangi niekas nenori žaisti žaidimo, kuris vietoj to kad sukeltų įdomų iššūkį, yra tiesiog atvirai nesąžiningas. Nors šios problemos yra realios, dalis žmonių net nesusimąsto apie gero dirbtinio intelekto svarbą kompiuteriniuose žaidimuose ir nesupranta, jog kad žaidimas būtų tikrai vertas laiko ir dėmesio, jis turi turėti ne tik gražią grafinę pusę [2]. Dirbtinis intelektas žaidime turi suteikti žaidėjui įveikiamą iššūkį, papildyti žaidime esančias aplinkas ir suteikti žaidėjui norą sekantį kartą sugrįžti. Dalis žaidimų šiuos aspektus įgyvendina sėkmingai ir sukuria žaidėjams nepamirštamus įspūdžius, tačiau dar dažniau kuriami žaidimai gaunasi pilki, neįsimintini bei nesukeliantys noro prie jų grįžti [3]. Prie šios problemos prisideda ir neteisingų dirbtinio intelekto metodų pasirinkimas, arba neteisingas teisingai pasirinktų dirbtinio intelekto metodų įgyvendinimas. Šios problemos taip pat nepadeda spręsti faktas, kad didžioji dalis dirbtinio intelekto metodų pavyzdžių, naudojamų vienuose ar kituose populiariuose ir sėkminguose strateginiuose kompiuteriniuose žaidimuose nėra laisvai prieinami plačiajai visuomenei, ko pasekoje mažoms, iš vieno ar kelių žmonių sudarytoms komandoms, norinčioms kurti šiuos žaidimus, yra sunku teisingai įgyvendinti dirbtinio intelekto dalį.

### Rinkos tyrimas

Chart, bar chart

Description automatically generated

pav. 1 Kompiuterinių žaidimų žaidėjų kiekio pokytis nuo 2015 [4].

Žaidimas skirtas žmonėms, kurie žaidžia kompiuterinius žaidimus. Žmonių, kurie žaidžia kompiuterinius žaidimus šiuo metu yra apie 3.09 milijardo [4]. Vien per paskutinius septynis metus, žmonių, žaidžiančių kompiuterinius žaidimus kiekis išaugo 1 milijardu [4]. Šių žmonių pasiskirstymas pasaulyje: Azija ir Ramiojo vandenyno regionas – 1.47 milijardo, Europa – 386 milijonai, Vidurio rytai ir Afrika – 377 milijonai, Pietų Amerika – 266 milijonai ir Šiaurės Amerika – 210 milijonų [5]. Matoma, kad didžiausias žaidėjų kiekis yra Azijoje ir Ramiojo vandenyno šalyse, kadangi iš ten yra kilusios tokios kompiuterinių žaidimų milžinės kaip „Nintendo“, „Sega“, „Sony“ ir tai yra tapę didele jų kultūros dalimi.

Strateginių žaidimų pasirinkimas labai platus, o žaidėjai dažniausiai renkasi žaidimus žaisti naudojantis žaidimų platformomis, tokiomis kaip „*Steam*“ ar „*Epic Games*“. Šioje skiltyje bus remiamasi „*Steam*“ platformos duomenimis, kadangi jie yra atvirai prieinami visiems *SteamCharts* tinklalapyje.

Šiuo metu šie strateginiai žaidimai, naudojantys įmantrias dirbtinio intelekto sistemas yra prieinami „Steam“ platformoje ir yra patys populiariausi:

Žaidimas „*Sid Meier‘s Civilization VI*“ šiuo metu turi 56751 žaidėją, o visų laikų aukščiausias pasiektas žaidėjų kiekis – 162314 žaidėjų [6].

Žaidimas „*Hearts of Iron IV*“ šiuo metu turi 37281 žaidėją, o visų laikų aukščiausias pasiektas žaidėjų kiekis – 70836 [6].

Strateginiai žaidimai rinka sudaro didelę dalį visos kompiuterinių žaidimų rinkos. Strateginių žaidimų rinkos dydis visame pasaulyje yra 24.6 milijardai dolerių 2022, o šios rinkos augimas per metus yra 8.84 procento [7].

### Informacija apie klientus

Klientai yra dviejų tipų:

1. Naudotojai, kurie naudos sukurtą žaidimą. Užsakovo užsakymu, bus sukurtas žaidimas, kurį bus galima platinti arba naudoti kaip prototipą tolesniam platinimui.

2. Kompiuterinius žaidimus kuriančios komandos, kompanijos ar korporacijos, kurios pasinaudos žaidimo kūrimo metu atlikto tyrimo rezultatais ir naudos tam tikrus, ištirtus dirbtinio intelekto metodus.

## Pasiūlymas

### Produkto ar paslaugos apibūdinimas

Kadangi, kaip jau buvo minėta praeitame poskyryje, strateginių žaidimų rinka yra didelė ir auga dideliu tempu, bus kuriamas realaus laiko strateginis žaidimas. Žaidėjas valdys savo pasirinktą civilizaciją, rinks resursus, apmokys padalinius ir kareivius, statys miestą ir kariaus su kompiuterio valdomais priešininkais. Pagrindinis žaidimo tikslas – išlikti paskutinei civilizacijai, karo būdu sunaikinant visas kitas esamas civilizacijas.

Diagram

Description automatically generated

pav. 2 Kuriamo strateginio žaidimo sistemų tarpusavio sąveika aukštame lygmenyje.

Kiekvienas žaidimo aspektas bus išskirstytas į atskiras, už vieną dalyką atsakingas sistemas, kurios sąveikaus tarpusavyje (žr. pav. 2).

Žaidėjas turės keturis pagrindinius resursų tipus – medį, mineralus, auksą ir mokslą.

Žaidėjas galės įkurti savo miestą, jame pasirinkti įvairius pastatus, juos statyti, valdyti ir gerinti. Pastatai bus pasirenkami iš pastatų pasirinkimo meniu ir jų statymas bei gerinimas kainuos atitinkamą kiekį resursų. Figūruos keturi pagrindiniai pastatų tipai – resursų išgavimo pastatai, mokslo pastatai, kareivių ir padalinių rengimo pastatai ir gynybiniai įtvirtinimai.

Žaidėjas pasistatęs atitinkamus pastatus, galės apmokyti įvairius padalinius ir kareivius, kurių funkcija bus rinkti resursus, ginti miestą arba pulti priešininkus. Kiekvienas padalinys ir kareivis kainuos atitinkamą kiekį resursų, o naudojantis mokslo resursu, padaliniai ir kareiviai bus pagerinami.

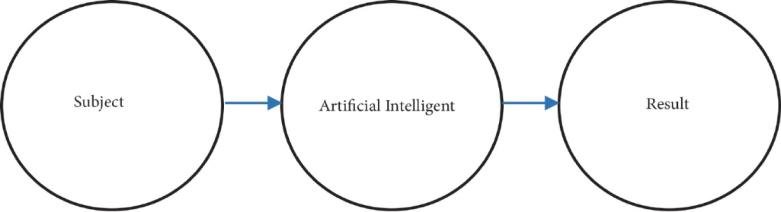
Žaidėjas galės duoti nurodymus savo padaliniams ir kareiviams. Padaliniai galės rinkti resursus, pagreitinti pastatų statymą, bei užsiimti mokslo resurso gaminimu atitinkamuose mokslo pastatuose.

Padaliniai turės automatinio valdymo funkciją, kuri veiks dirbtinio intelekto metodų pagrindu. Automatinio valdymo funkcija leis padaliniams atlikti veiksmus automatiškai, be žaidėjo įsikišimo, o veiksmų parinkimas bus nusprendžiamas pačio dirbtinio intelekto pagal esamą situaciją.

Priešininkai bus valdomi kompiuterio. Kompiuterio priešininkų valdymui bus panaudojami keli skirtingi dirbtinio intelekto metodai, kuriais naudojantis bus duodamos strategijos ir atliekamas skirtingų dirbtinio intelekto metodų palyginimas.

### Sistemos kontekstas

Žaidimas naudos dirbtinio intelekto metodus: kompiuterio valdomiems priešininkams valdyti ir padaliniams ir kareiviams, esantiems automatizuotame rėžime valdymui. Siekiant atrasti geriausius dirbtinio intelekto metodus, tinkančius šiam žaidimui, bus ekspermentuojama tiek su deterministiniais, tiek su nedeterministiniais dirbtinio intelekto metodais.



pav. 3 Deterministinio dirbtinio intelekto metodo šablonas [8]

Kadangi deterministiniai dirbtinio intelekto metodai yra greiti ir lengvai implementuojami, o jų veikimas yra konkretus ir nuspėjamas, jie bus pritaikomi padalinių ir kareivių automatizuoto rėžimo implementacijai [9]. Bus panaudoti keli skirtingi šios rūšies metodai, palyginamas jų veikimo optimalumas ir teisingumas. Taip pat bus bandoma kelių šios rūšies metodų kombinacija ir matuojamas šios kombinacijos optimalumas žaidimui.

Deterministinių dirbtinio intelekto metodų įgyvendinimui bus pasitelkiama C# programavimo kalba ir jos bibliotekos (priklausomai nuo metodo).

Diagram

Description automatically generated

pav. 4 Nedeterministinio dirbtinio intelekto metodo šablonas [10]

Kadangi priešingai nei deterministiniuose dirbtinio intelekto metoduose, nedeterministiniuose metoduose yra tam tikras neaiškumo laipsnis, elgesys ir veikimas nėra nuspėjami, o patys metodai gali mokytis ir ekstrapoliuoti patys, šie metodai bus naudojami kompiuterio valdomiems priešininkams valdyti [11]. Bus panaudojami keli šios rūšies metodai, o jais naudojantis kompiuterio valdomiems priešininkams bus suteikiamas savarankiškumas, skirtingos strategijos ir nuo situacijos priklausanti elgsena.

Nedeterministinių dirbtinio intelekto metodų įgyvendinimui bus pasitelkiama C# programavimo kalba tiems metodams, kur šią kalbą naudoti yra korektiška ir *TensorFlow* ir *PyTorch* bibliotekos kartu su Python programavimo kalba, kur ją naudoti yra korektiškiau.

Žaidimas žaidėjams bus pasiekiamas „*Scratch.io*“ ir „*Steam*“ platformose, kuriose standartiniu būdų, žaidėjas jį galės parsisiųsti. Prototipas bus siūlomas nemokamai. Interneto ryšys žaidimui bus reikalingas tik parsisiuntimo metu.

### Techninės galimybės

Reikalinga įranga žaidimui sukurti ir dirbtinio intelekto metodų analizei atlikti – kompiuteris su *Windows* 10+ 64 bitų operacine sistema, procesoriumi palaikančiu X64 architektūrą ir *SSE2* instrukcijų rinkinį, vaizdo plokštė palaikanti *DX11*, kadangi tokie yra *Unity* *Editor* sistemos reikalavimai [12].

Ekspermentai su dirbtinio intelekto metodais bus atliekami bandymo ir lyginimo būdu, išbandant įvairius galimus dirbtinio intelekto metodo implementacijos būdus ir dirbtinio intelekto metodų kombinacijas.

Duomenys nedeterministiniams dirbtinio intelekto metodams, tokiems kaip neuroniniai tinklai, bus renkami žaidimo kūrimo ir testavimo metu.

Baigiamojo projekto komisijai bus rodoma visas žaidimas ir jo veikimas, bei skirtingų dirbtinio intelekto metodų skirtingų versijų veikimas žaidime.

### Rizika ir apribojimai

Rizikos:

* Galimi programinės įrangos – *Unity* *Editor* gedimai, dėl kurių įmanomas informacijos ar žaidimo kūrimo dalies progreso praradimas [13].
* Įgyvendinti dirbtinio intelekto metodai nustoja veikti korektiškai, ko pasekoje tęsti žaidimą yra neįmanoma.

Apribojimai:

* Žaidimo kūrimo ir dirbtinio intelekto metodų analizės metu būtinas interneto ryšys.
* Norint testuoti sukurtą žaidimą, būtinas kompiuteris su *Windows* 10+ operacine sistema.
* Žaidimas turi veikti 60 kadrų per sekundę rėžimu bent 1080p rezoliucijoje ir neturi turėti trukdžių.

### Projekto įgyvendinimo planai ir kokybės vertinimas

Projekto metu bus sukurtas strateginis kompiuterinis žaidimas, atlikta dirbtinio intelekto metodų tinkamumo žaidimui analizė ir parengta ataskaita. Žaidimas bus kuriamas naudojantis Unity žaidimų variklį kartu su C# ir programavimo kalba. Dirbtinio intelekto dalis bus atliekama naudojantis C# programavimo kalba pačiame *Unity* žaidimų variklyje, o likusi dalis naudojantis Python *TensorFlow* ir *PyCharm* bibliotekas.

Projekto veiklos ir atitinka Magistrinio projekto įgyvendinimo akademinį grafiką.

Pabaigus kurti žaidimą, bus svarbu įvertinti jo kokybę. Šiam tikslui iškelti vertinimo kriterijai, pavaizduoti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Sistemos vertinimo kriterijai

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr. | Kriterijus | Pagrindimas |
| 1 | Greitaveika | Žaidimas veikia 60 kadrų per sekundę 1080p rezoliucijoje be strigimo. |
| 2 | Interaktyvumas | Žaidimas reaguoja į žaidėjo veiksmus ir duoda grįžtamąjį ryšį. |
| 3 | Dirbtinio intelekto panaudojimo žaidime optimalumas | Kompiuterio valdomi priešininkai sugeba savarankiškai žaisti žaidimą, naudoja skirtingas strategijas ir elgiasi adekvačiai. |
| 4 | Priklausomumas kitos programinės įrangos | Sistema veikia kompiuteriuose su Windows 10+ operacinėmis sistemomis. |

Projektą įgyvendinantis personalas:

* Vienas programuotojas (Tadas Laurinaitis), turintis Programų sistemų bakalauro laipsnį. Su vadovo pagalba aprašo, suprojektuoja, ištestuoja ir realizuoja žaidimą. Šiam asmeniui priklausys sukurto produkto autorinės teisės.
* Vadovas (Tomas Blažauskas), turintis daktaro laipsnį informacinių technologijų srityje. Vadovauja kūrimo procesui, padeda studentui su iškylančiomis problemomis ir klausimais.

Turimi resursai (patalpos, techninė ir programinė įranga, biudžetas). Gal reikės vykti į komandiruotę, ar įsigyti tam tikrus prietaisus ar programinę įrangą. Išlaidų pagrindimas.

Projekto biudžeto skaičiavimas pateiktas 2 lentelėje.

**2lentelė.** Projekto biudžetas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Išlaidos | Vienetas | Vienetų skaičius | Vieneto kaina (įskaitant mokesčius, Eur | Viso, Eur |
| 1. Žmonių ištekliai |  |  |  |  |
| Programuotojas | Mėnesis | 18 \* 0.2 etato | 3450 | 12420 |
| Vadovas | Mėnesis | 18 \* 0.1 etato | 3500 | 6300 |
| *Iš viso žmonių išteklių* |  |  |  | 18720 |
| 2. Įranga ir prekės |  |  |  |  |
| Kompiuteris | Vienetas | 1 | 1500 | 1500 |
| Periferinė įranga kompiuteriui | Vienetas | 1 | 700 | 700 |
| *Iš viso Įranga ir prekės* |  |  |  | 2200 |
| 3. Biuro išlaikymas | Mėnesis | 18 | 560 | 10080 |
| Elektros, interneto, šildymo,telefono,nuomos išlaidos | Vienetas | 18 | 200 | 3600 |
| *Iš viso biuro išlaikymas* |  |  |  | 13680 |
| 4. Programinė įranga |  |  |  |  |
| Visual Studio 2022 Professional | Vienetas | 1 | 89 | 89 |
| *Iš viso programinė įranga* |  |  |  | 89 |
| 5. Viso tiesioginiai projekto kaštai |  |  |  | 34689 |

## Nauda

Projekto laukiami rezultatai:

Strateginis žaidimas leis žaidėjams praleisti bent 100 valandų laisvalaikio žaidžiant.

Bent 3 žaidimo kūrimo ir dirbtinio intelekto metodų tyrimo ir analizės metu ištirti metodai, jų implementacijos, pastabos, patobulinimai ir pritaikymo būdai bus atvirai prieinami naudoti kitiems žaidimų kūrėjams ar kompanijoms.

## Konkurencija ir alternatyvos

Konkurentų analizė ir alternatyvos neaktualios, kadangi pagrindinis projekto tikslas yra vykdyti dirbtinio intelekto metodų, naudojamų strateginiuose žaidimuose analizę, juos implementuoti strateginiame žaidime ir padaryti juos viešai prieinamus kitiems žaidimų kūrėjams ar kompanijoms.

**3 lentelė.** Alternatyvos

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Palyginimo kriterijus | Mūsų žaidimas | Sid Meier‘s Civilization V | Northgard |
| Realaus laiko strategija | Taip | Taip | Taip |
| Civilizacijos/žaidėjo pasirinkimas | Taip | Taip | Ne |
| Padalinių/kareivių automatizavimas | Taip | Ne | Ne |
| Skirtingais dirbtinio intelekto metodais įgyvendinti kompiuterio valdomi žaidėjai | Taip | Ne | Ne |
| Kaina | Nemokamas | 30€ | 26.99€ |

## Santrauka

**Vertėmis grįstas pasiūlymas:** Dirbtinio intelekto metodų taikymas strateginiams žaidimams

Strateginių žaidimų žaidėjams ir strateginių žaidimų kūrėjų komandoms ir įmonėms, kuriems įdomus ar komerciškai naudingas dirbtinio intelekto metodų naudojimas strateginiuose žaidimuose. Kurie nori linksmai praleisti laisvalaikį arba sukurti kompiuterinį strateginį žaidimą, kuris naudotų dirbtinio intelekto metodus, kurių implementacijos nėra viešai prieinamos, dėl žaidimo kūrimo kompanijų ir korporacijų, kurios nepadaro savo kodo atviro.

Mūsų siūlomas sprendimas: laisvai prieinamas atviro kodo strateginis žaidimas ir jame panaudotų dirbtinio intelekto metodų analizės rezultatas su alternatyvomis.

Suteikiamas įtraukiantis strateginis žaidimas, kuris žaidėjui leis jį peržaisti bent kelis kartus, dėl jame įgyvendinto dirbtinio intelekto. Taip pat suteikiama panaudotų dirbtinio intelekto metodų analizė, leisianti žaidimus kuriančioms komandoms ar įmonėms panaudoti šiuos sprendimus jų pačių kuriamuose žaidimuose.

Literatūros sąrašas

[1] J. Dsouza, „*AI in Gaming*“ [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.engati.com/blog/ai-in-gaming> [Kreiptasi 29 12 2022]

[2] C. Utting, „7 Video Games That Have Terrible, Terrible Artificial Intelligence“, 06 04 2014 [Tinkle]. Nuoroda: <https://wegotthiscovered.com/gaming/7-video-games-terrible-terrible-a-i/> [Kreiptasi 29 12 2022]

[3] A. Anand, A. Kumar, „The Rise of Artificial Intelligence in Video Games“, IRJMETS, 07 2022 [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper//issue_7_july_2022/27897/final/fin_irjmets1658458318.pdf> [Kreiptasi 29 12 2022]

[4] J. Howarth, „How Many Gamers Are There?“, 07 10 2022 [Tinkle]. Nuoroda: <https://explodingtopics.com/blog/number-of-gamers> [Kreiptasi 29 12 2022]

[5] N. Gilbert „Number of Gamers Worldwide 2022/2023: Demographics, Statistics, and Predictions“, 06 11 2022 [Tinkle]. Nuoroda: <https://financesonline.com/number-of-gamers-worldwide/> [Kreiptasi 29 12 2022]

[6] SteamCharts [Tinkle]. Nuoroda: <https://steamcharts.com/> [Kreiptasi 29 12 2022].

[7] „Strategy Games - Worldwide“ [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.statista.com/outlook/dmo/app/games/strategy-games/worldwide> [Kreiptasi 29 12 2022]

[8] S. Furqon „Deterministic AI pattern“ [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.researchgate.net/figure/Deterministic-AI-pattern_fig1_350476112> [Kreiptasi 29 12 2022]

[9] G. Seeman, D. M. Bourg „*Chapter 1. Introduction to Game AI*“, OREILLY [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.oreilly.com/library/view/ai-for-game/0596005555/ch01.html#:~:text=Game%20AI%20techniques%20generally%20come%20in%20two%20flavors%3A%20deterministic%20and%20nondeterministic.&text=Deterministic%20behavior%20or%20performance%20is,is%20a%20simple%20chasing%20algorithm>. [Kreiptasi 29 12 2022]

[10] „Difference between Deterministic and Non-deterministic algorithms“, GeeksForGeeks 13 09 2022 [Tinkle]. Nuoroda: <https://www.geeksforgeeks.org/difference-between-deterministic-and-non-deterministic-algorithms/> [Kreiptasi 29 12 2022]

[11] S. Pathak, „*Artificial Intelligence and Machine Learning in Game*“, Medium, 11 21 2021 [Tinkle]. Nuoroda: <https://medium.com/geekculture/artificial-intelligence-and-machine-learning-in-game-33ae7310e30a> [Kreiptasi 29 12 2022]

[12] Unity Documentation [Tinkle]. Nuoroda: <https://docs.unity.cn/ru/2021.1/Manual/system-requirements.html> [Kreiptasi 29 12 2022]

[13] S. Schaefsky, „Unity seems to break VS 2019 project files“, 06 05 2020 [Tinkle]. Nuoroda: <https://forum.unity.com/threads/unity-seems-to-break-visual-studio-2019-project-files-can-not-attach-to-unity.884683/> [Kreiptasi 29 12 2022]