

SZAKDOLGOZAT



MISKOLCI EGYETEM

Multiágens rendszerek koordinációs problémáinak vizsgálata

Készítette:

Mengyán Márton

Programtervező informatikus

Témavezető:

Piller Imre

MISKOLC, 2022

MISKOLCI EGYETEM

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Alkalmazott Matematikai Intézeti Tanszék

Szám:

SZAKDOLGOZAT FELADAT

Mengyán Márton (BPWTW0) programtervező informatikus jelölt részére.

A szakdolgozat tárgyköre: szimuláció, ágens

A szakdolgozat címe: Multiágens rendszerek koordinációs problémáinak vizsgálata

A feladat részletezése:

A multiágens rendszerek célja, hogy egy adott problémát egyidejűleg több ágens irányításával tudjanak megoldani.

A dolgozat azt vizsgálja, hogy ilyen esetekben az ágensek között milyen jellegű kommunikáció lehet, illetve hogy az adott ágensnek hogyan kell viselkednie a környezetből, és más ágensektől érkező információk függvényében.

Ehhez specifikálásra, megtervezésre és implementálásra kerül egy szimulációs környezet, amely valós időben követhetővé teszi az ágensek állapotát.

Az ágensek viselkedéséhez tartozó paraméterek optimalizálásra kerülnek annak érdekében, hogy az adott célt minél hatékonyabban (például gyorsabban vagy kevesebb művelet elvégzésével) el tudják érni.

Témavezető: Piller Imre (beosztása)

A feladat kiadásának ideje: 2021 Szeptember 27.

.....
szakfelelős

EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott **Mengyán Márton**; Neptun-kód: BPWTW0 a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős Programtervező informatikus szakos hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy *Multiágens rendszerek koordinációs problémáinak vizsgálata* című szakdolgozatom saját, önálló munkám; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályai szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat esetén plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén szakdolgozatom visszautasításra kerül.

Miskolc, év hó nap

.....

Hallgató

1.

szükséges (módosítás külön lapon)

A szakdolgozat feladat módosítása

nem szükséges

.....

dátum

.....

témavezető(k)

2. A feladat kidolgozását ellenőriztem:

témavezető (dátum, aláírás):

konzulens (dátum, aláírás):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. A szakdolgozat beadható:

.....

dátum

.....

témavezető(k)

4. A szakdolgozat szövegoldalt

..... program protokollt (listát, felhasználói leírást)

..... elektronikus adathordozót (részletezve)

.....

..... egyéb mellékletet (részletezve)

.....

tartalmaz.

.....

dátum

.....

témavezető(k)

5.

bocsátható

A szakdolgozat bírálatra

nem bocsátható

A bíráló neve:

.....

dátum

.....

szakfelelős

6. A szakdolgozat osztályzata

a témavezető javaslata:

a bíráló javaslata:

a szakdolgozat végleges eredménye:

Miskolc,

.....

a Záróvizsga Bizottság Elnöke

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Konceptió	2
2.1. A fejezet célja	2
2.2. Felhasznált technológiák	2
2.2.1. Java	2
2.2.2. Java Swing	2
2.3. Menü	2
2.4. UI	3
2.5. Szimulációs környezet specifikálása	4
2.5.1. Map	4
2.5.2. Szobák és folyosók	6
2.5.3. Map	6
2.6. Tárgyak	6
2.6.1. name	7
2.6.2. typeName	7
2.6.3. type	7
2.6.4. str	7
2.6.5. vit	7
2.6.6. eva	7
2.6.7. acc	7
2.7. Tárgy nevek	7
2.7.1. Entity Helmet 01	7
2.7.2. Entity Helmet 02	7
2.7.3. Entity Armor 01	8
2.7.4. Entity Armor 02	8
2.7.5. Entity Weapon 01	8
2.7.6. Entity Weapon 02	8
2.7.7. Kulcs	9
2.8. Ágensek	9
2.8.1. Statisztika	9
2.8.2. Sebzés számlálás	9
2.8.3. Statisztikák jelentősége	10
2.9. Ágens főbb tulajdonságai	10
2.9.1. Kinézetet befolyásoló tényező	10
2.9.2. Kommunikáció közöttük	11
2.9.3. Megfigyelési akcióik	11
2.9.4. Ágens tevékenységeinek a köre	12

2.9.5.	Ágens fő céljai	13
2.9.6.	Ágens másodlagos céljai	13
2.9.7.	Ágens függvény	13
2.10.	Cél Tárgy	15
2.11.	Combat	15
2.12.	Interface felület	15
2.12.1.	Pause	15
2.12.2.	Inventory	15
2.12.3.	Karakter	15
2.13.	Mapon található mozgást kizáró objektumok	16
2.13.1.	Brick	16
2.13.2.	Zárt ajtó	16
2.14.	Idő	16
2.15.	Kamera	16
2.16.	Írányítás	16
2.17.	Látványterv képek, használt képek és diagramok	16
3.	Tervezés	23
3.1.	UML	23
3.1.1.	KeyHandler	23
3.1.2.	Block	23
3.1.3.	BlockManager	23
3.1.4.	GamePanel	23
3.1.5.	Camera	23
3.1.6.	AssetSetter	23
3.1.7.	UI	23
3.1.8.	Entity	24
3.1.9.	ItemDecider	24
3.1.10.	Object	24
3.1.11.	Entity1	24
3.1.12.	EntityFaction1	24
3.1.13.	EntityFaction0	24
4.	Megvalósítás	26
4.1.	wantToAttack	27
4.2.	wantToEquip	27
4.3.	wantToPickUp	27
4.4.	wantToDeleteAnItem	27
4.5.	wantToOpenDoor	28
4.6.	wantToMoveToItem	28
4.7.	wantToMove	28
5.	Tesztelés	30
5.1.	Az alkalmazás elindítása	30
5.2.	Szimuláció közben használható funkciók	30
5.2.1.	Pause	30
5.2.2.	Ágens ablak	30
5.2.3.	Inventory ablak	30
5.3.	Szimuláció vége	31

5.4. Eredmények	31
6. Összefoglalás	36
Irodalomjegyzék	37

1. fejezet

Bevezetés

A szakdolgozat egy szimulációs környezet létrehozásával fog kezdődni, amelyet felül nézetből vehetünk szemügyre. Körökre osztott, az ágenseket egy fix sorrendbe rakjuk, amely meghatározza, mikor jön melyik ágens. A szimulációs környezet véges számú különböző szobából és folyósókból épül fel. Két szobát egy folyósó köt össze, amelyet a folyósó mindkét végén egy ajtó zár le.

Az ágensek két nagyobb csoportra vannak osztva, amelyeket 'frakció'-knak nevezünk. Minden frakciónak van egy teljesítendő célja, amely teljesítésénél véget ér a szimuláció. Az ágensek miközben keresik a célukat, figyelembe veszik az útközben észrevett tárgyakat, kulcsokat, ajtókat és ellenséges ágenseket és ezek alapján tervezik meg következő lépésüket.

A szobák és folyósók blokkokból épülnek fel. Ezeken a blokkokon helyezkedhetnek el a karakterek limitáltan, azaz egynél több karakter nem tartózkodhat rajta.

A program javában [1] fog elkészülni, a java swing csomag [2] használatával.

2. fejezet

Koncepció

2.1. A fejezet célja

A szimulációs környezet inspirációt vesz már elkészített videójátékokból, mint például a Pixel Dungeon [4] és Darkest Dungeon [3] nevű játékokból ismerhető szoba és folyosó kapcsolat. Ahol minden szobát egy folyosó köt össze egy másik tetszőleges szobával. A Darkest Dungeon-hoz képest a játékmenet rugalmasabb, mivel a szobák bármikor elhagyhatóak és megközelíthetőek, ha engedi azt a pálya jelenlegi belső felépítése. Azaz, ha nincs útban valami, ami megakadályozza.

A fent említett két játék mind körökre osztott, ahogyan a szimulációs környezetünk is az lesz.

A szimulációs környezetünk viszont egyedi lesz abból a szempontból, hogy az ágens csoportokra vannak osztva és közös céllal rendelkezve próbálják legyőzni egymást és az ellenséges ágenseket.

2.2. Felhasznált technológiák

2.2.1. Java

A Java általános célú, objektumorientált programozási nyelv, amelyet a Sun Microsystems fejlesztett a 90-es évek elejétől kezdve egészen 2009-ig, amikor a céget felvásárolta az Oracle.

2.2.2. Java Swing

A Swing osztályok kiküszöbölik a Java legnagyobb gyengeségét, a viszonylag primitív felhasználói felület eszközkészletét. A Java Swing segít a Swing osztályok teljes előnyeinek kihasználásában, részletes leírást adva minden osztályról és felületről a kulcsfontosságú Swing csomagokban.

2.3. Menü

A szimuláció indítása előtti ablak.

- Közép fent a Main Menu kiírását láthatjuk, allatta pedig 2 opcióból választhatunk:

- (1) Start, a kiválasztása esetén elindul a szimuláció.
- (2) Quit, a szimulációs ablak bezárása.
- A fenn említett két menü pont között a W (fel) és S (le) billentyűk lenyomásával navigálhatunk.
- Aláhúzva jelzi a felhasználónak, hogy mely menüpont van éppen kiválasztva.

A szimuláció megállítása esetén.

- A szimulációban a P billentyű lenyomásával, képes a felhasználó megállítani a szimuláció menetét.
- A megállítást a bal felső sarokban kiírt fehér Paused kiírás jelzi a felhasználó számára.
- Ilyenkor az ágensek nem kapnak lehetőséget a lépésre. De a felhasználó képes a kamera mozgatására a nyilak segítségével.
- A felhasználó szintén képes az ágensek statisztikája ablakot megnyitni/bezárni a C billentyű megnyomásával, és előre/hátra lapozni az ágensek között a Q(balra) és E(jobbra) billentyűk megnyomásával, ha több van a szimulációban, mint 1.
- Ugyanígy képes megnyitni/bezárni az adott ágenshez tartozó Inventory ablakot az I billentyű megnyomásával, ha látszódik az ágens statisztikája ablak.
- A P billentyű újonnan megnyomásával, ott folytatódik a szimuláció, ahol abba-maradt.

2.4. UI

- A szimuláció figyelésére szolgáló UI ablakok:
 - A szimuláció kezdete után a képernyőn megjeleníthető ablakok a következők:
 - Statistics: A C billentyű megnyomására megjelenik az első számú ágens Statistics ablaka.
 - Inventory: Az I billentyű megnyomására megjelenik az az adott ágens Inventory oldala.
- Statistics
 - Egy adott ágens adatának a kiolvasásának az eredményeit megjelenítő UI ablak.
 - A szimulációban, megállítástól függetlenül a C billentyű megnyomására jelenik meg, és újonnan megnyomására tűnik el.
 - Megnyitásakor mindig a még szimulációban létező ágensek közül az első számú ágens adatait fogja visszaadni.
 - A vizsgálandó ágens elpusztulásakor a még létező ágensek közül az új első számú ágens adatait fogja visszaadni.

- Ezen az ablakon a következő ágens adatokat írja ki:
 - Sorszám: Az ágens sorszámát adja vissza.
 - HP: Az ágens aktuális életerejét adja vissza.
 - Str: Az ágens aktuális str értékét adja vissza.
 - Vit: Az ágens aktuális vit értékét adja vissza.
 - Eva: Az ágens aktuális eva értékét adja vissza.
 - Acc: Az ágens aktuális acc értékét adja vissza.
 - Ezek a számok változhatnak az alapján, hogy milyen felszerelést hord az adott ágens.
 - Új tárgy felvételénél, ha úgy ítéli, hogy jobb mint az általa hordott azonos típusú tárgy, akkor lecseréli, és ennek megfelelően frissülnek a statisztikái.
- Inventory
 - Nem nyitható meg, ha nincs még megnyitva egy tetszőleges ágens Statistics ablaka.
 - Megnyitásakor annak az ágensnek az Inventoryja lesz látható, amelyiknek a Statistics oldala nyitva van.
 - A Statistics oldalon van előre/hátra lépés esetén az Inventory az újonnan szemügyre vett ágens Inventoryját fogja megjeleníteni a felhasználó számára.
 - Az Inventoryban a következő típusú tárgyak találhatóak meg:
 - Armor: Armorként hordható tárgy, 4 alapstatisztikát tartalmaz.
 - Helmet: Helmetként hordható tárgy, 4 alapstatisztikát tartalmaz.
 - Fegyver: Fegyverként hordható tárgy, 4 alapstatisztikát tartalmaz.
 - Key: Ajtó kinyitásához szükséges tárgy.
 - Az Inventoryban a WASD billentyűk lenyomásával választhatjuk ki, hogy mely Inventory helyet akarjuk megnézni.
 - A fehér üres négyzet, jelöli azt a helyet az Inventoryban, amelyet éppen szemügyre vesz a felhasználó.
 - Ha felszerelés típusú az adott tárgy, akkor a nevét és a 4 alapstatisztika értékét írja ki.
 - Ha nem felszerelés típusú az adott tárgy, akkor pedig a nevét írja ki.
- Életcsík
 - Minden ágens fölött az aktuális életcsíkja jelenik meg automatikusan.

2.5. Szimulációs környezet specifikálása

2.5.1. Map

Szimuláció kezdetekor megtörténik a map beolvasása:

- Az 50x50-es mátrixon minden cellának egy block típus beolvasása:
 - 0 típus: Üresség, a mapon nem elérhető területeket jelöli.
 - 1 típus: Fal, a bejárható területeket körbezáró fal, amelyen nem lehet átmenni.
 - 2 típus: Fűves terület, az ágensok által bejárható területek.
- Az 50x50-es mátrixon minden 2-es típusú blockra helyezhetünk el egy objektumot.
 - Brick: Egy mozgást korlátozó objektum. Nincs különösebb szerepe.
 - Key: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityArmor01: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityWeapon01: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityHelmet01: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityArmor02: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityWeapon02: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - EntityHelmet02: Mozgást nem korlátozó tárgy, amelyet az ágensok képesek felvenni az Inventoryjukba.
 - Chest: End screen előidéző tárgy.
 - Door: Egy mozgást korlátozó objektum. Kulccsal kinyitható az ágensok által.
- Az 50x50-es mátrixon minden 2-es típusú blockra helyezhetünk el egy ágens.
 - EntityFaction0: 0-es számú csapatban lévő ágens.
 - EntityFaction1: 1-es számú csapatban lévő ágens.
- A szimulációs környezet a következőkből épül fel:
 - 18 szoba,
 - 25 ajtó,
 - 29 kulcs,
 - 4 ágens,
 - 9 felvehető tárgy,
 - 2 chest,
 - 12 brick.

2.5.2. Szobák és folyosók

A szobákat több szomszédos cellák alkotják, ezeket a szobákat folyosók kötik össze, amelyeket pontosan kettő cellával szomszédos cellák alkotnak. Minden szomszédos szobát egy ajtó választ el egymástól. Celláin korlátozottan helyezkedhetnek el térbeli objektumok (Lásd: oszlop), amely a cellát nem bejárható cellává alakít és korlátozza a látást. Minden szoba tartalmaz legalább 1 kulcsot, amely elősegíti a map bejárhatóságát az ágensek által.

2.5.3. Map

A map szobák és folyosók összesége, ahol a szobák alakjánál törekszünk a négyzet alakú szobák elkerülésére. A folyosók általában rövidek és egy szobából akár több is nyílik egy adott szobára. A map blockokból épül fel. Blockok típusát egy $]0,2[$ nyílt intervallumon belüli számok jelölik. Ezek az adatok a szimuláció kezdetekor kerülnek beolvasásra a world.txt-ből.

A szobákban és a folyosókban bejárható terület egy mátrixhoz hasonló, ahol a celláit blokkoknak nevezzük. Minden blokkhoz tartoznak adatok.

Ezek az adatok:

- X koordináta (Integer),
- Y koordináta (Integer),
- Block típusa (Integer).

Fontosabb kizáró feltételek:

- Ajtó csak szoba és a folyosó, vagy szoba és a szoba között létezzen.
- Folyosóból ne nyíljon ajtó folyosóra.
- Két különböző folyosó ne érjen össze.
- Nem lehet olyan cellára mozgást kizáró objektumot letenni, amely lehetetlenné teszi a map egy tetszőleges pontjáról a map egy másik tetszőleges pontjára való eljutását.

2.6. Tárgyak

A tárgyakhoz a következő fontosabb adatok tartoznak:

- name (String)
- typeName (String)
- type (Integer)
- str (Integer)
- vit (Integer)
- eva (Integer)
- acc (Integer)

2.6.1. name

Az adott tárgyat bemutató név.

2.6.2. typeName

A tárgyak tartalmazznak tárgynevet, lásd: Armor, Helmet, key... stb.

2.6.3. type

A Key tárgy a "0" típusú, amíg minden hordható tárgy a "2" típus számot tartalmazza.

2.6.4. str

Ha az adott tárgy az ágensek által hordható tárgy, azaz nem kulcs, van valós str értéke.

2.6.5. vit

Ha az adott tárgy az ágensek által hordható tárgy, azaz nem kulcs, van valós vit értéke.

2.6.6. eva

Ha az adott tárgy az ágensek által hordható tárgy, azaz nem kulcs, van valós eva értéke.

2.6.7. acc

Ha az adott tárgy az ágensek által hordható tárgy, azaz nem kulcs, van valós acc értéke.

2.7. Tárgy nevek

2.7.1. Entity Helmet 01

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str): |1,3]
- Kitartás(vit): |1,3]
- Kitérés(eva): |1,3]
- Pontosság(acc): |1,3]

2.7.2. Entity Helmet 02

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str): |0,4]
- Kitartás(vit): |0,4]

- Kitérés(eva):]0,4]
- Pontosság(acc):]0,4]

2.7.3. Entity Armor 01

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str):]1,3]
- Kitartás(vit):]1,3]
- Kitérés(eva):]1,3]
- Pontosság(acc):]1,3]

2.7.4. Entity Armor 02

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str):]0,4]
- Kitartás(vit):]0,4]
- Kitérés(eva):]0,4]
- Pontosság(acc):]0,4]

2.7.5. Entity Weapon 01

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str):]1,3]
- Kitartás(vit):]1,3]
- Kitérés(eva):]1,3]
- Pontosság(acc):]1,3]

2.7.6. Entity Weapon 02

Ágens által használható felszerelési tárgy, amely statisztikát ad, amelyek hozzáadódnak, illetve kivonódnak az ágens jelenlegi statisztikáiból.

- Erő(str):]0,4]
- Kitartás(vit):]0,4]
- Kitérés(eva):]0,4]
- Pontosság(acc):]0,4]

2.7.7. Kulcs

Vagy ágensektől, vagy celláról szerezhetőek meg. Szerepük az ajtók kinyitása az ágens által. Kulcsot tartalmazó ágens, elpusztulásakor a legutolsó helyén hagyja a kulcsot.

2.8. Ágenssek

2.8.1. Statisztika

- Ágenssek 4 alap statisztikával rendelkeznek.
- Ez a 4 statisztika a következők: Erő, Kitérés, Kitartás, Pontosság.
- Az ágenssek kezdő statisztikája az adott nyílt intervallumon kerül kisorsolásra.

Kezdő értékek:

- Erő(str): 1
- Kitartás(vit): 1
- Kitérés(eva): 1
- Pontosság(acc): 1

A következő tárgyakkal kezd a szimulációban:

- Entity Helm 01,
- Entity Armor 01,
- Entity Weapon 01.

2.8.2. Sebzés számlálás

A támadásnak két végkimenetele lehet:

- Találat,
- Eltévesztve.

Találat esetén, kiszámolódik a sebzés mértéke.
Eltévesztés esetén nem történik meg a sebzés.

2.8.3. Statisztikák jelentősége

Statisztikák jelentősége két különböző faction változóval rendelkező ágens összehasonlításánál látszódik meg. Két fontosabb dologban játszik szerepet, az ágens statisztikája a fent említett találkozásnál.

Egy ágens, egy másik ágensre mért csapásának sikeressége függ attól hogy nagyobb-e a támadó ágens acc értéke, mint a támadást elszenvedő fél eva értéke. Ha nagyobb a támadó ágens acc értéke, mint a támadott eva értéke, akkor 100%-osan betalál a sebzése, azaz támadás betalálása következik be. Ha nem nagyobb, akkor 20% esélye van arra a támadott félnek, hogy ne kapjon semmilyen sebzést, azaz támadás eltévesztése következik be.

Egy ágens, egy másik ágensre mért csapásának a sebzése függ attól hogy nagyobb-e a támadó ágens str értéke, mint a támadást elszenvedő fél vit értéke. Ha nagyobb a támadó ágens str értéke, mint a támadott vit értéke, akkor 20% esélye van arra a támadó félnek, hogy dupla sebzést mérjen be, ekkor a támadás nagysága nagy. Ha nem nagyobb, akkor fixen 1 sebzést okoz a támadása, ekkor a támadás nagysága normál.

2.9. Ágens főbb tulajdonságai

- `str(Integer)`
Az ágens létrejöttkor kerül megadásra általunk.
- `vit(Integer)`
Az ágens létrejöttkor kerül megadásra általunk.
- `eva(Integer)`
Az ágens létrejöttkor kerül megadásra általunk.
- `acc(Integer)`
Az ágens létrejöttkor kerül megadásra általunk.
- `maxLife(Integer)`
Az ágens létrejöttkor kerül megadásra általunk.
- `faction: (Integer)`
Lehet 0,1. Fontos változó a combat létrejöttéhez.
- `healTurn: (Integer)`
Változó, amely azt tárolja, hogy melyik kör végén lesz HP regeneráció.

2.9.1. Kinézetet befolyásoló tényező

- Ágens állása. Látszódik, hogy milyen irányba néz.
- Az ágens faction típusa.

2.9.2. Kommunikáció közöttük

Ágensek bemenete, információ szerzése:

- A hozzájuk szomszédos blockokat vizsgálják, ha nem találnak semmit megvizsgálják az általuk által érzékelhető blockokat.
- A balra, jobbra, felfelé és lefelé irányban érzékelnek 2 blocknyi távolságra, ha nem gátolja meg valami az útjukat.

Ágensek belső memóriája a következőket tartalmazza:

- Inventory állapota.
- Karakter ablak állapota.
- Aktuális HP állapota.
- A blockok hashMap értékei. (hányszor volt az adott blockokon, segít felderíteni a teljes mapot.)
- Észlelt Objektumok helyzete, típusa.
- Inventoryban tárolt itemek.
- Észlelt ágens értékei. (ellenséges, vagy nem)
- Észlelt ágens helyzete. (X,Y koordináta)

2.9.3. Megfigyelési akcióik

Információk feldolgozása:

- Inventory mérete és kihasználtsága, ha elérte a max méretet, nem képes az általa kívánt Tárgyat felvenni.
- Karakter ablakban tárolt statisztikák számossága.
- Aktuális HP mennyisége. 5 Körönként 1 HP visszatöltés.(Lásd: Idő)
- Az adott körben lehetséges lépések hashMap értékei, amelyek az adott block koordinátáit tárolják és azt, hogy az adott ágens hányszor lépett rá az adott blockra. (Szükséges azért, hogy idővel biztosan felfedezze az egész mapot)
- Észlelt Objektumok helyzete, típusa. Ezekből az információkból eldönti a prioritást és meghatározza, hogy mely irányba fog végül haladni.
- A nem használt tárgyak törlése, ha nem jobb a jelenleg hordottnál, ezáltal biztosítva, hogy ne teljen meg az inventory.
- Ágens értékeiből leszűrt információk számításba vétele. (ellenség-e)
- Támadható ágensek közül a legkisebb HP-val rendelkező ágens támadását kezdeményezi.

2.9.4. Ágens tevékenységeinek a köre

Ezek bármelyik használata, felhasználja az ágens körét.

- Lépés.
 - A lépés akkor lehetséges, hogyha az ágens közvetlen közelében, azaz vagy az X vagy az Y koordinátájával szomszédos cellán nem tartózkodik mozgást korlátozó ágens/térbeli objektum. Lásd itt: Mapon található mozgást kizáró objektumok
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Ajtó nyitás.
 - Szükséges az Inventoryban egy Key nevű tárgy, amely a kulcs.
 - Ha az ágens közvetlen közelében létezik ajtó, a nyitás akkor lehetséges.
 - Nyitása után eltűnik az ajtó, és a kulcs az Inventoryból.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Chest nyitás.
 - Ha az ágens celláján létezik az ellenkező faction chest-je, akkor a nyitás lehetséges.
 - Kinyitása, ha nincs támadható ágens, után győzelem.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Felvétel.
 - Ha az Inventoryban van hely, akkor lehetséges.
 - Ha az ágens celláján létezik valamilyen tárgy, ekkor a tárgyat a felvétel akcióval eltünti a celláról és az inventoryba kerül.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Törlés.
 - Ha az Inventoryban van olyan tárgy, amely nem kulcs és nem hordott az ágens által, akkor lehetséges.
 - Az ágens Inventoryjából kitörli az adott nem használt tárgyat.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Felszerelés.

- A felszerelés mindig lehetséges az ágens saját körében.
 - Megvizsgálja, hogy az utoljára felvett tárgy statisztikái jobbak-e, mint az ő általa hordott azonos típusú hordható tárgy.
 - Ha igen, felveszi azt, ezáltal megválasztotva saját statisztikáit.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.
- Támadás.
 - A támadás akkor lehetséges, hogyha az ágens közvetlen közelében, azaz vagy az X vagy az Y koordinátájával szomszédos cellán tartózkodik egy ellenséges ágens.
 - Több ellenséges ágens esetén, a legkisebb HP-val rendelkező fogja támadni.
 - Ez az akció az ágens körének felhasználást igényli, ahhoz hogy végrehajtsa azt.

2.9.5. Ágens fő céljai

- Megtalálni az ellenséges chestet.
- Elpusztítani az ellenséges ágenseket.

2.9.6. Ágens másodlagos céljai

- Tárgy felvétel,
- Tárgy hordása adott esetekben,
- Ajtó kinyitás,
- Inventory menedzsment,
- Mindig a kevesebbszer bejárt blockokat választani mozgásakor.

2.9.7. Ágens függvény

A következő ábrán látható az ágens cselekvésének meghatározására szolgáló ciklus, amely a szimuláció kezdetétől működik. 2.8

A csomópontok kifejtése:

- wantToAttack?
 - Ha közvetlen közelében van egy ellenséges Ágens, mindig azt az akciót választja, ahol támadást mér be az ellenséges Ágensnek.
- wantToEquip?
 - Ha a legutoljára általa felvett tárgy statisztikái több statot adnak összességében, mint az általa hordott azonos típusú tárgy, akkor lecseréli.

- wantToPickUp?
 - Ha az ágenset tartalmazó block-on létezik valamilyen felvehető tárgy az ágens által, akkor felveszi.
- wantToDeleteAnItem?
 - Ha az ágens inventoryja tartalmaz olyan hordható tárgyat, amely nem jobb mint az általa hordott tárgy, akkor eltávolítja az inventoryjából.
- wantToOpenDoor?
 - Ha van kulcs nála és a közvetlen közelében van egy ajtó, akkor az ajtó kinyitását választja.
- wantToMoveToItem?
 - Ha van olyan közvetlen közeli block az ágens szomszédjában, amelyre lehetséges a lépés és tartalmaz valamilyen felvehető tárgyat, akkor összeveti az Ágens és a felvenni kívánt tárgy koordinátáit, és az alapján eldönti milyen irányba mozogjon az ágens.
- newEnemy?
 - Ez az eset akkor lép fel, ha semmilyen más cselekvést nem akart elvégezni az adott körben az ágens és lát a detectableBlocks-on belül olyan blockot, amely egy ellenséges ágenszt tartalmaz, ilyenkor a hozzá közeli blockot választja ki következő lépésének.
- newItem?
 - Ez az eset akkor lép fel, ha semmilyen más cselekvést nem akart elvégezni az adott körben az ágens és lát a detectableBlocks-on belül olyan blockot, amely egy kívánt tárgyat tartalmaz, ilyenkor a hozzá közeli blockot választja ki következő lépésének.
- wantToMove?

Ez az eset akkor lép fel, ha semmilyen más cselekvést nem akart elvégezni az adott körben az Ágens.

 - A lehetséges blockok közül kiválasztja azt a blockot a következő lépésének, amelyen még nem volt soha.
 - Ha több olyan lehetséges block van, amelyre léphet, akkor véletlenszerűen választ egyet a lehetőségek közül.
 - Ha nincs egy olyan block se, ahol ne lett volna már, akkor a legkevesebbszer bejárt blockot fogja választani.
 - Ha több legkevesebbszer bejárt block létezik a lehetséges blockok közül, akkor véletlenszerűen választ egyet a lehetőségek közül.

2.10. Cél Tárgy

Map teljesítéséhez szükséges tárgy, amely egy chest. A Kék faction-nek a piros chestet, a piros faction-nek a kék chestet kell elérnie. A mapon egy szobában helyezkedik el.

2.11. Combat

A szimulációban 1-es faction változójú Ágens és 2-es faction változójú Ágens közötti HP elvétel lehetséges,

- szomszédos cellából támadás által,
- a támadás lehet betalált, elvétett,
- a támadás nagysága lehet normális vagy nagy.

2.12. Interface felület

2.12.1. Pause

- prekondíció: A szimulációs ablakban vagyunk.
- általános működés: Megnyomjuk a P gombot.
- alternatív esetek: Rossz tevékenység történik be.
- Postkondíció: Megjelent a Paused kiírás bal fent.
- kivételes esetek: Nem ált meg a játékmenet.

2.12.2. Inventory

- prekondíció: A szimulációs ablakban vagyunk és meg van már nyitva a karakter ablak.
- általános működés: Megnyomjuk az I gombot.
- alternatív esetek: Rossz ablak nyílik meg.
- Postkondíció: Megnyílt az inventory ablak.
- kivételes esetek: Nem nyílt meg az ablak.

2.12.3. Karakter

- prekondíció: A szimulációs ablakban vagyunk.
- általános működés: Megnyomjuk a C gombot.
- alternatív esetek: Rossz ablak nyílik meg.
- Postkondíció: Megnyílt a Karakter ablak.
- kivételes esetek: Nem nyílt meg az ablak.

2.13. Mapon található mozgást kizáró objektumok

2.13.1. Brick

Az Brick egy oszlop, amely a map beolvasása után kerülnek bizonyos cellákra. Oszlopoknak semmilyen különleges funkciója nincs azonkívül, hogy map komplexitását kívánja növelni azzal, hogy mozgást és látást korlátozó szerepet lát el.

2.13.2. Zárt ajtó

Az ajtók a map beolvasása után kerülnek bizonyos cellákra. Az ajtók mozgást korlátozó szerepet töltenek be, ha nincs az ágensnél kulcs. Ha van, akkor szomszédos blockból kinyithatja az ajtókat. Ahogyan az Oszlopok, a zárt ajtók is map komplexitását kívánja növelni azzal, hogy látást korlátozó szerepet lát el.

2.14. Idő

Az idő a szimuláción belül minden ágens által végrehajtott akció által telik. Minden 5. kör után, 1 HP-t töltenek vissza az ágensek, ha kisebb az aktuális életerejük, mint a maximum. Ha egy Ágens elvégez egy akciót, akkor az irányítás átkerül egy másik Ágensre.

2.15. Kamera

A kamera block-ról blockra képes haladni 3 koordináta meglépésével. A kamera képes mozogni, akkor is ha a játékmenet szünetel.(Paused)

2.16. Irányítás

Szimulációban használható irányítás:

- Kamera mozgatása: WASD
- Ágens statisztika ablak megnyitása/bezárása: C
- Ágensek statisztika ablaka közötti lépegetés: Q(hátra), E(előre)
- Adott Ágens statisztika oldalhoz Inventory megnyitása/bezárása: I

2.17. Látványterv képek, használt képek és diagramok



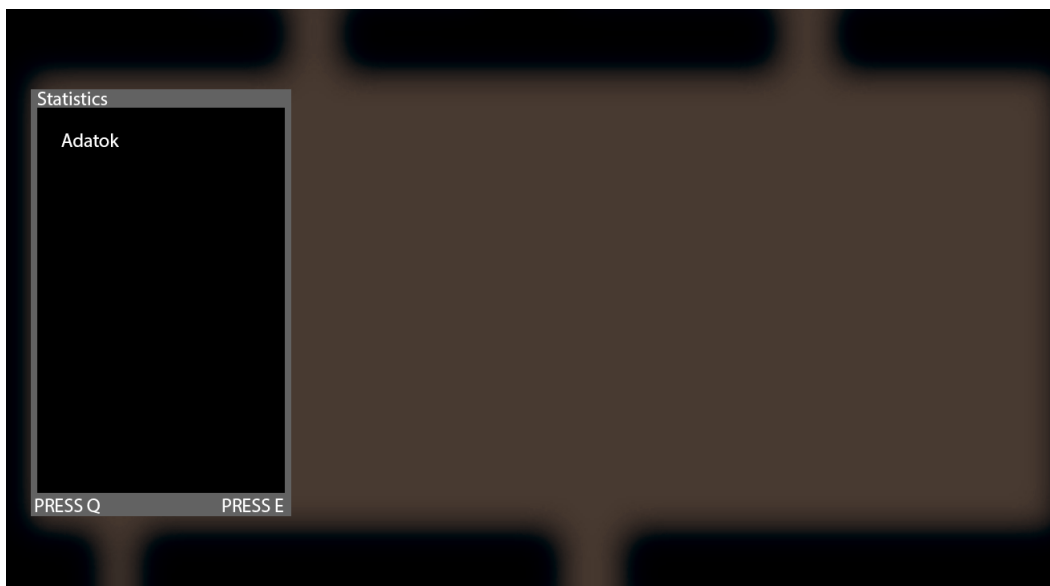
2.1. ábra. nonPaused



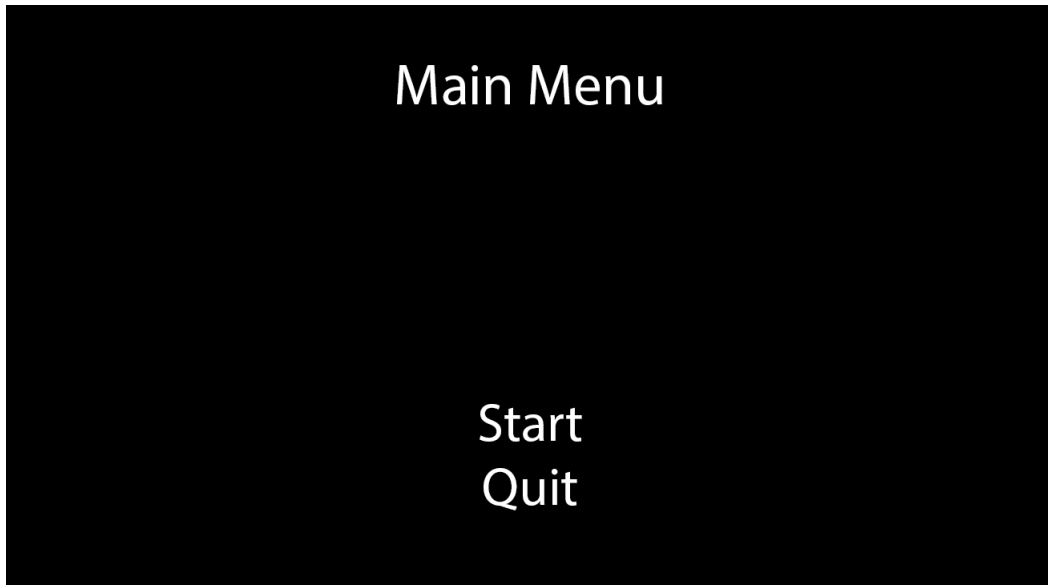
2.2. ábra. Paused



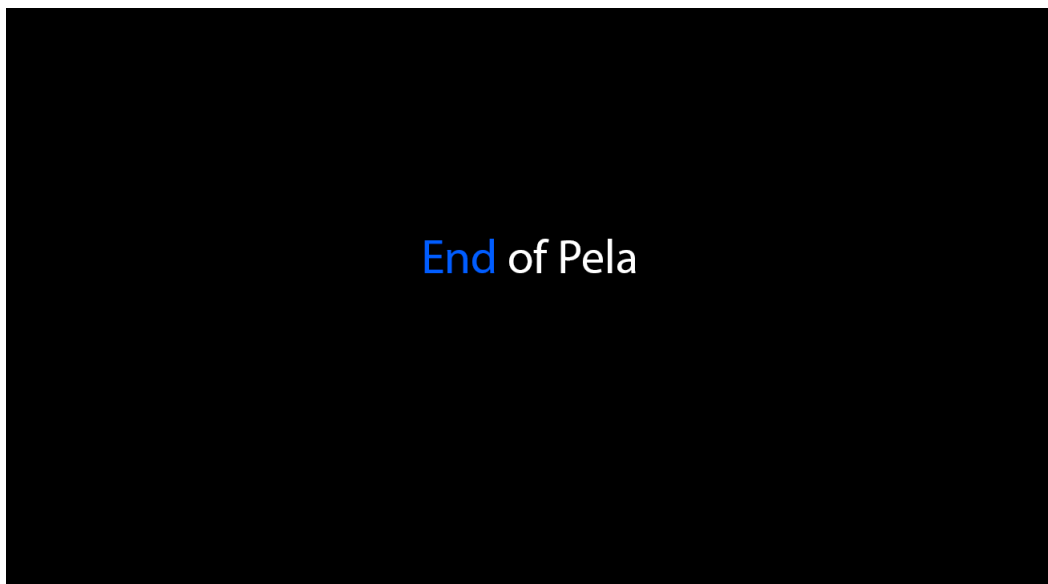
2.3. ábra. Inventory



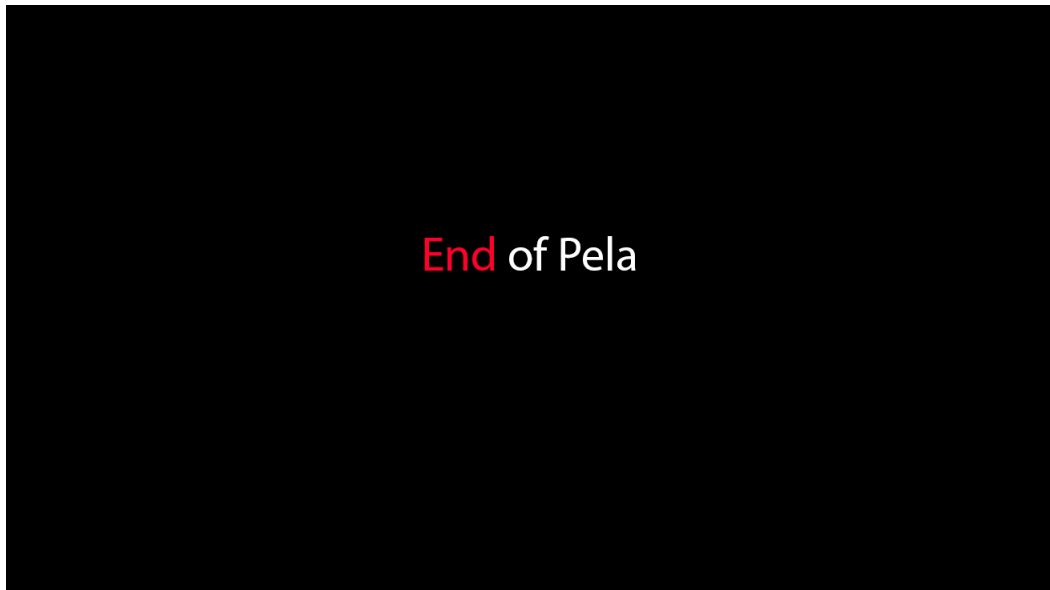
2.4. ábra. Statistics



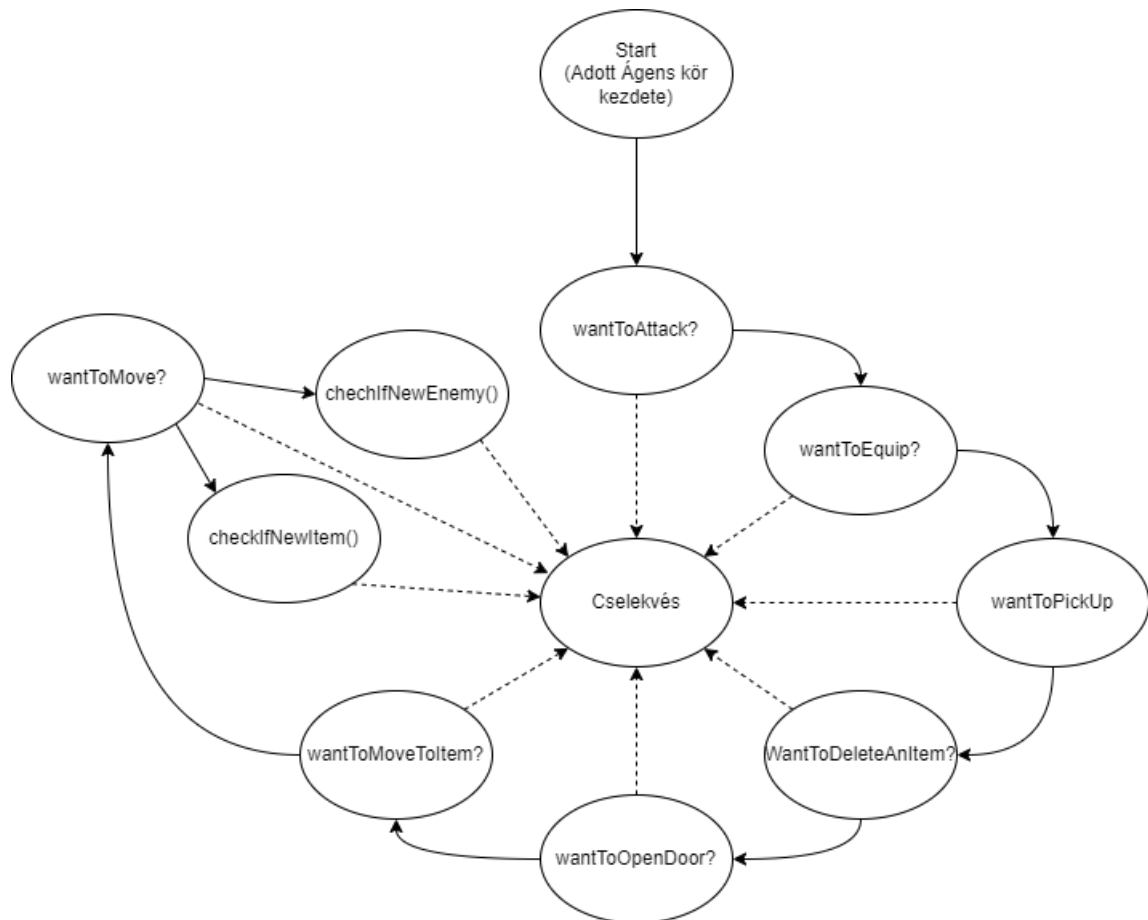
2.5. ábra. Main Menu



2.6. ábra. Blue End Screen



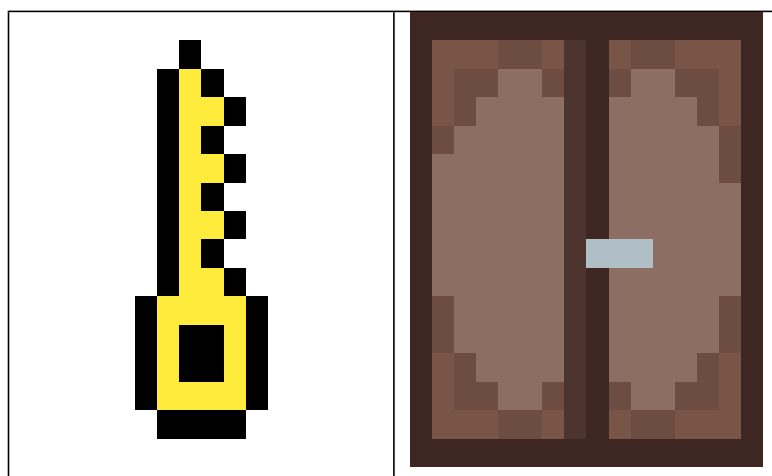
2.7. ábra. Red End Screen



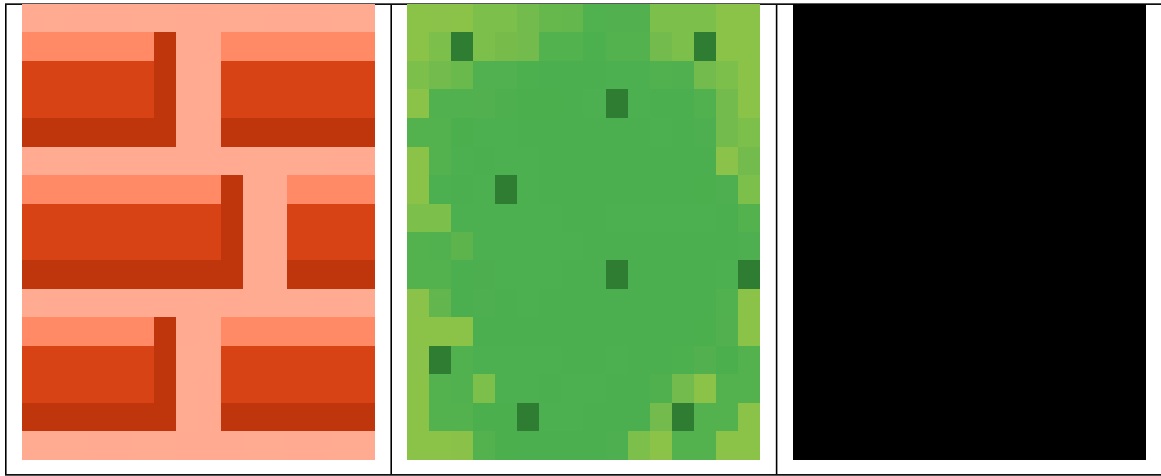
2.8. ábra. Agent Action Priority



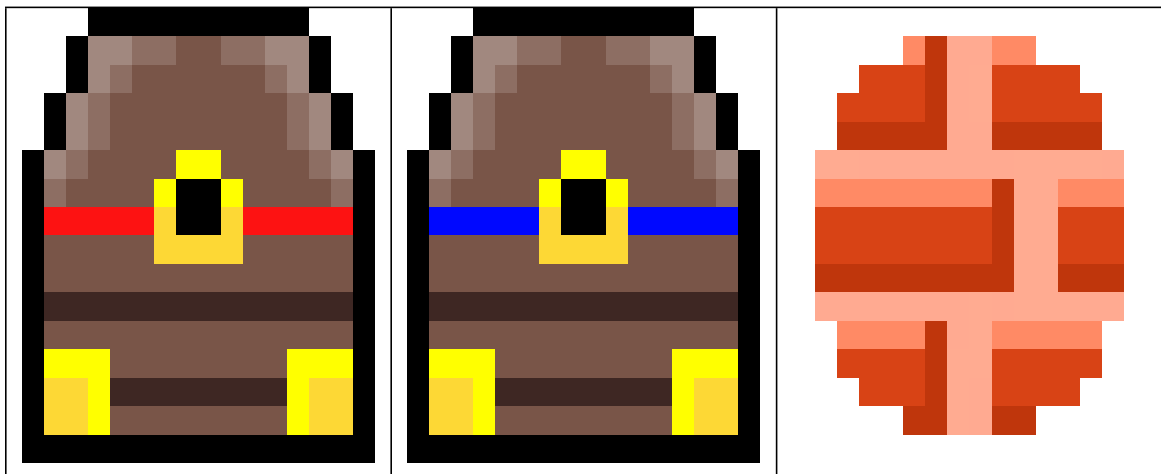
2.1. táblázat. Item set 01



2.2. táblázat. Key and Door



2.3. táblázat. Blockok



2.4. táblázat. Chests and Brick

3. fejezet

Tervezés

3.1. UML

3.1.1. KeyHandler

A KeyHandler osztály felel a kamera mozgatásáért, a játékmenet megállításért/elindításáért, UI elemek használatáért, mint például az Inventory és Statistics oldal megnyitása/bezárása.

3.1.2. Block

Blockok néhány változót tartalmazza.

3.1.3. BlockManager

Blockok típus definiálását, és a map beolvasást tartalmazza.

3.1.4. GamePanel

A játékmenet futását biztosítja.

3.1.5. Camera

Kamera kezdő helyzetét, lépés távját határozza meg.

3.1.6. AssetSetter

Az objektumok és ágensek elhelyezésért felelős.

3.1.7. UI

A gameScreenNumber változó által tárolt 3 fő képernyő megjelenítéséért felelős: Kezdő képernyő(title), játékmenet(normal) és végsőképernyő(end). Itt történnek a képernyőre való szöveg kiírások is. Inventory és Statistics ablak megjelenítését is tartalmazza.

3.1.8. Entity

Röviden az ágensek útvonalválasztásáért felelős. Itt történik az életcsík megrajzolása is. Tárolja az ágensek változóit.

3.1.9. ItemDecider

Entity osztálynak ad vissza igaz/hamis értékeket, amelyek befolyásolják az útvonalválasztást.

3.1.10. Object

Az objectek osztálya, object típusokat tartalmaz.

3.1.11. Entity1

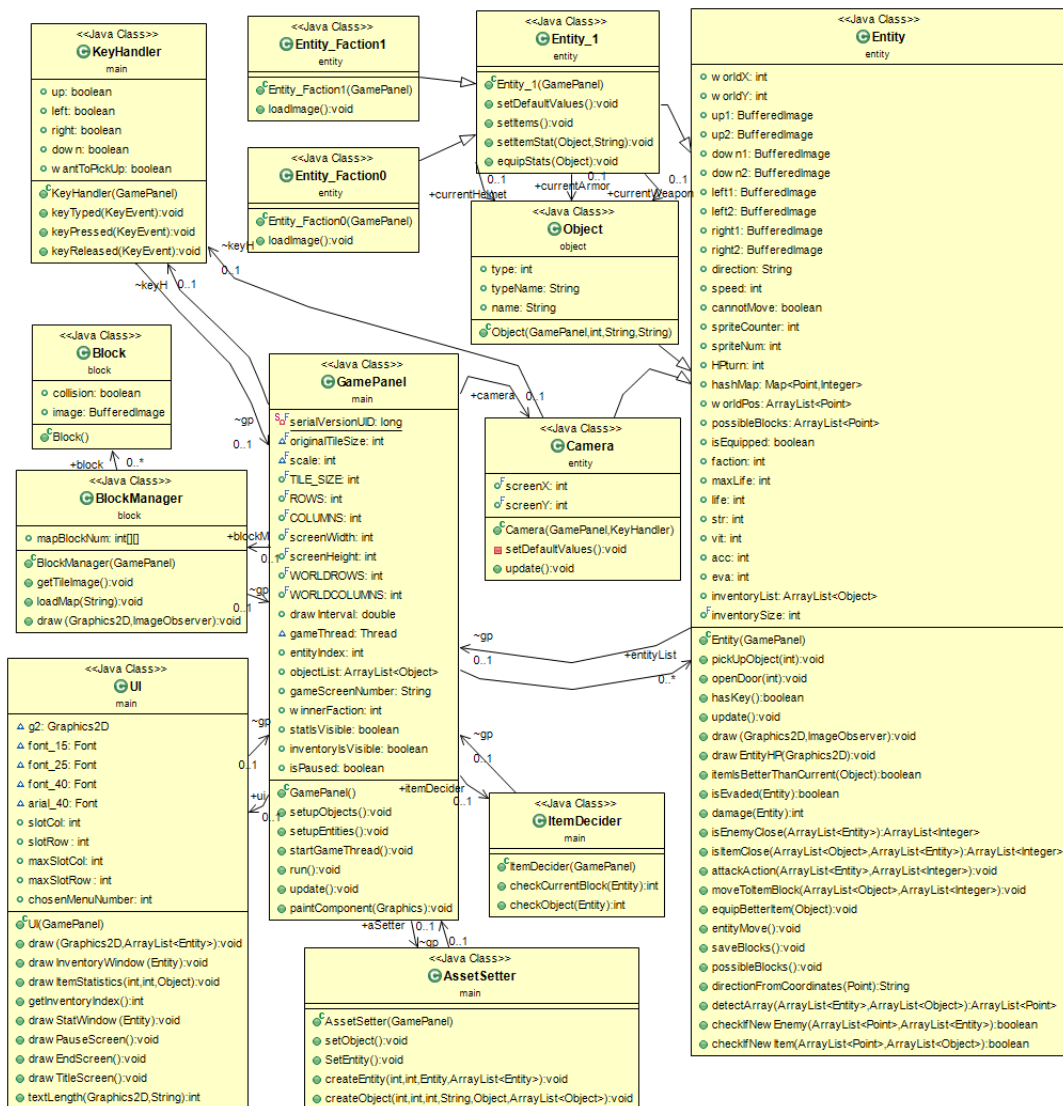
Ágensek egyetlen típusának alap értékeinek definiálására szolgál.

3.1.12. EntityFaction1

A faction 1-hez tartozó ágensek képeit tárolja, amelyeket láthatunk a szimulációban.

3.1.13. EntityFaction0

A faction 0-hez tartozó ágensek képeit tárolja, amelyeket láthatunk a szimulációban.



3.1. ábra. UML

4. fejezet

Megvalósítás

Ebben a fejezetben a ágens heurisztikus mozgását és akcióit végrehajtó biztosító függvények bemutatása történik meg röviden.

```
if(wantToAttack) {
    attackAction(gp.entityList, isEnemyCloseIndexList);
} else if(wantToEquip) {
    equipBetterItem(inventoryList.get(inventoryList.size()
    -1));
} else if(wantToPickUp) {
    pickUpObject(curObjIndex);
} else if(wantToDeleteAnItem) {
    System.out.println("Deleted item: "
        + inventoryList.get(deleteIndex).name);
    inventoryList.remove(deleteIndex);
} else if(wantToOpenDoor) {
    openDoor(doorIndex);
} else if(wantToMoveToItem) {
    if(cannotMove==false) {
        moveToItemBlock(gp.objectList,
            isItemCloseIndexList);
        entityMove();
    } else System.out.println("Skipped Turn");
} else if(wantToMove) {
    if(cannotMove==false) {

        ArrayList<Point> detectableBlocks =
            detectArray(gp.entityList, gp.objectList);

        if(!checkIfNewEnemy(detectableBlocks,
            gp.entityList)) {
            if(!checkIfNewItem(detectableBlocks,
                gp.objectList)) {
                possibleBlocks();
            }
        }
    }
}
```

```

    }

    entityMove ();
} else System.out.println("Skipped Turn");

}

```

4.1. wantToAttack

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha közvetlen szomszédos blockokon létező ellenséges ágensok száma nagyobb, mint 0.

Igaz érték esetén meghívódik az `attackAction()` függvény, amelynek paramétere az ágensokból álló lista és az `isEnemyCloseIndexList`, amely a közeli blockon lévő ellenséges ágensok közül a legkevesebb HP-val rendelkező ágens indexét adja vissza az ágens listából.

Az `attackAction()` függvény beállítja az adott ágens irányát, arra amelyik irányba hajta végre a támadását és elvégzi a támadást.

Támadás előtt először megvizsgálja betalált-e a találat, ha betalált, akkor meghívódik a `damaga()` függvény, amely kivonja az adott sebzést az adott ágenstől, amelyik elszenvedte a támadást.

4.2. wantToEquip

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha az adott ágens inventoryjában az utoljára felvett tárgy hordható típusú és összességében több statisztikát ad, mint az ágens által jelenleg hordott azonos típusú tárgy.

Az `equipBetterItem()` függvénynek egy paramétere van, amely egy Integer szám, ami az adott ágens inventoryjának utolsó használt slotja, amely a legutoljára felvett tárgy. Meghívásakor leszereli az eddig hordott tárgyat, és felszereli az újonnan felvett tárgyat. Statisztikák ablakon nyomon lehet követni ezt a változást.

4.3. wantToPickUp

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha létezik valamilyen tárgy az ágens jelenlegi blockján.

Ha igaz értéket ad vissza, akkor meghívódik a `pickUpObject()` függvény, amelynek paramétere az adott blockon lévő tárgy indexe a tárgyak listájában. Meghívásakor az adott tárgy bekerül az ágens első nem használt inventory slotjába.

4.4. wantToDeleteAnItem

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha létezik valamilyen nem viselt tárgy az ágens inventoryjában.

Igaz érték esetén megtörténik a `deletedIndex` által tárolt elsőnek talált nem használt tárgy indexének a törlése az inventoryjából, amely nem az ágens által hordott és nem kulcs.

4.5. `wantToOpenDoor`

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha létezik ajtó az ágens szomszédos block-jában és van az ágens inventoryjában legalább 1 kulcs.

Az `openDoor()` függvénynek egy paramétere van, amely az ajtó indexe a tárgy listában. Meghívásakor az ajtó objektum eltűnik, és eltávolítja a felhasznált kulcsot az ágens inventoryjából.

4.6. `wantToMoveToItem`

Boolean típusú változó, amely akkor igaz, ha a közeli blockokon lévő tárgyak listája nagyobb, mint 0 és az ágens inventoryja nincs tele.

Valódi ágens mozgás csak akkor jön létre, ha van olyan szomszédos block, amelyre képes lépni, ezt a `CannotMove` false értéke biztosítja.

Majd meghívódik a `moveToItemBlock()`, amelynek két paramétere van, az objektum lista és a szomszédos közelében lévő tárgyak indexének a listája. Ez a függvény beállítja az ágens `direction` értéket.

Majd meghívódik az `entityMove()` függvény, amely az ágens által választott irányba lép előre egyet és vagy felrakja a `hashMap`-re, vagy növeli az értékét.

4.7. `wantToMove`

Boolean típusú változó, amely mindig igaz, ha minden fentebb sorolt boolean változó hamis, ebben a pontban összefoglalt akció fog megtörténni.

Valódi ágens mozgás csak akkor jön létre, ha van olyan szomszédos block, amelyre képes lépni, ezt a `CannotMove` false értéke biztosítja.

A pontokat tároló listában a `detectArray()` függvény minden olyan `x,y` párost átad, amely az ágenstől vízszintes vagy függőlegesen 2 blocknyira van és tartalmaz valamilyen kívánt tárgyat. A `detectArray` két paramétere az ágensek listája és az objektum lista.

A `checkIfNewEnemy()` függvény paramétere a pontokat tároló lista és az ágensek listája. Ha talál valamilyen ellenséges ágenst a vizsgálandó pontokon, akkor azt az irányt fogja beállítani az ágensnek, amely az ellenséges ágens felé néz.

Utána meghívódik az `entityMove()` függvény, amely a kiválasztott irányba lép egyet és vagy felrakja a `hashMap`-re, vagy növeli az értékét.

Ha a `checkIfNewEnemy()` hamis értéket ad vissza, akkor megvizsgálja a `checkIfNewItem()` függvényt, amelynek két paramétere van, a vizsgálandó pontokat tároló lista és az objektumok listája.

Ha talál valamilyen számára érdekes tárgyat a vizsgálandó pontokon, akkor azt az irányt fogja beállítani az ágensnek, amely a kívánt tárgy felé néz.

Ha a `checkIfNewItem()` függvény is hamis értéket ad vissza, akkor meghívódik a `possibleBlocks()` függvény, amely felel a map felfedezéséért.

A függvény megvizsgálja a lehetséges lépéseket, hogy van-e köztük olyan block, amelyen még egyszer sem járt az ágens. Ha több ilyen van, akkor véletlenszerűen választ egyet azok közül.

Ha már minden lehetséges blockon járt legalább egyszer, akkor a lehetséges lépések közül a legkevesebbszer bejárt blockot választja. Ha több ilyen block is van, amin ugyanannyiszor volt, akkor véletlenszerűen választ közülük egyet.

5. fejezet

Tesztelés

5.1. Az alkalmazás elindítása

Az alkalmazás elindításakor megjelenik a Main Menu kiírás, ezen az oldalon, közép lent lévő ként opció közül választhatunk, a fel és lefele nyilak segítségével, a kiválasztott menü pont alatt egy aláhúzás fog megjelenni, amely a felhasználó számára jelzi, hogy melyik menü pont a jelenleg kiválasztott.

A számunkra megfelelő menüpont kiválasztása utána az enter lenyomásával véglegesíthetjük döntésünket. Ekkor a menüpontnak megfelelő utasítás fog végrehajtódni.

Ha a Start menüpontot választottuk, akkor elhagyjuk a main menüt és elkezdődik a szimuláció. Ha a Quit menüpontot választottuk, akkor az alkalmazás bezáródik.

5.2. Szimuláció közben használható funkciók

5.2.1. Pause

A szimuláció közben, a felhasználónak lehetősége van megállítani a szimulációt, hogyha megszeretne valami vizsgálni vagy csak megszeretné állítani ideiglenesen a szimulációt. Ezt a P gomb megnyomásával teheti meg.

Az alkalmazás a szimuláció megállását, a bal felső sarokban kiírt fehér Paused felirattal jelzi a felhasználó számára. Ha a szimuláció jelenleg meg lett állítva, akkor a P gomb még egyszer megnyomásával újra elindíthatjuk azt.

5.2.2. Ágens ablak

A szimuláció szüneteltetésétől függetlenül bármikor megnyithatjuk az ágensok oldalát (Statistics), ahol mindig az első ágens adatait fogjuk látni először. Ez az ablak 6 darab sort tartalmaz, mindegyik az ágens egy adatát írja ki a felhasználó számára. Az ágensok között a Q és E gombok megnyomásával haladhatunk hátra és előre. Az alkalmazás ezek használatára az ágens ablak bal alsó és jobb alsó sarkában lévő PRESS Q és PRESS E kiírásokkal vonja fel a felhasználó figyelmét.

5.2.3. Inventory ablak

Az ágens ablakban megjelenített ágensnek sorszámától és a szimuláció szüneteltetésétől függetlenül bármikor megnyithatjuk a hozzá tartozó inventory ablakot (Inventory). Ez

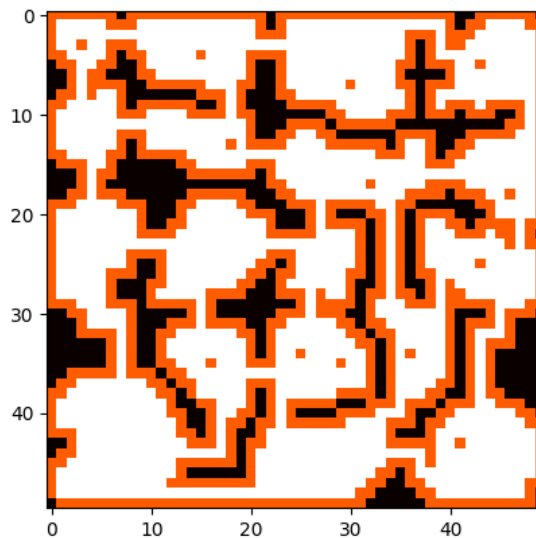
az ablak tartalmaz 8 négyzetet és egy rövid tárgy leírást, amely lehet 1 vagy 6 sorú, a tárgy típusától függően. Ha a tárgy hordható típusú, akkor első sorában a nevét, a további 4 sorában a statisztikáit láthatjuk, majd végül az utolsó sorában azt hogy fel van-e szerelve az ágens által. Ha a tárgy nem hordható (kulcs), akkor a tárgy leírásában csak az első sorát, a nevét fogjuk látni. Az ablak megnyitásakor mindig a bal felső négyzet van kijelölve, amelyet az alkalmazás úgy jelöl a felhasználó számára, hogy egy fehér négyzetet helyez rá. A négyzetekben tárgyak képeit láthatjuk, hogy ha a vizsgált ágens inventory listája tartalmaz valamilyen tárgyat. Ezt az ablakot az ágens ablakkal ellentétben nem lehet léptetni, mindig az ágens ablakban vizsgált ágens inventory adatait fogja kiírni. Ezt az ablakot önmagában nem lehet megnyitni, csak akkor ha már az ágens ablak meg van nyitva.

5.3. Szimuláció vége

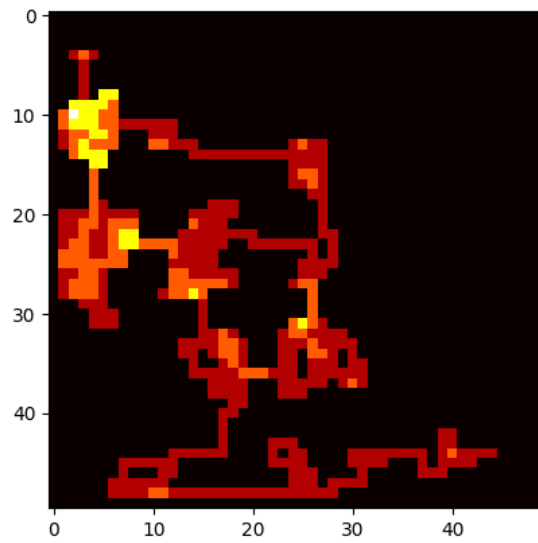
A szimuláció befejeződésekor a képernyő közepén láthatunk egy kiírást, amelyben a szín attól függ, hogy mely csapat nyerte a szimulációt.

5.4. Eredmények

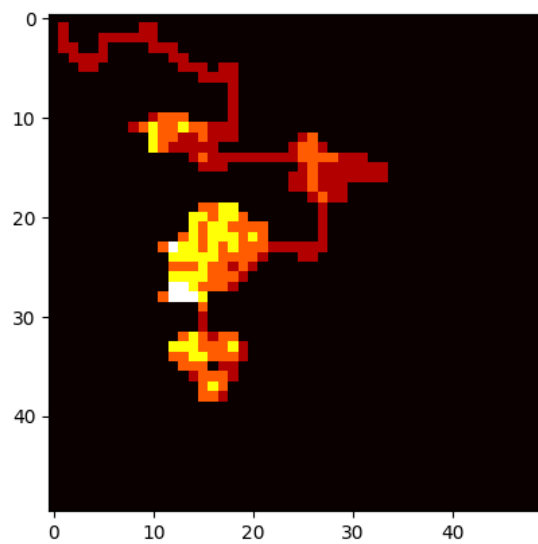
Itt látható, hogy mely ágens mely szimulációban milyen utat járt be a mapon, illetve a mapon lévő bejárható blockok is láthatóak a mapon.



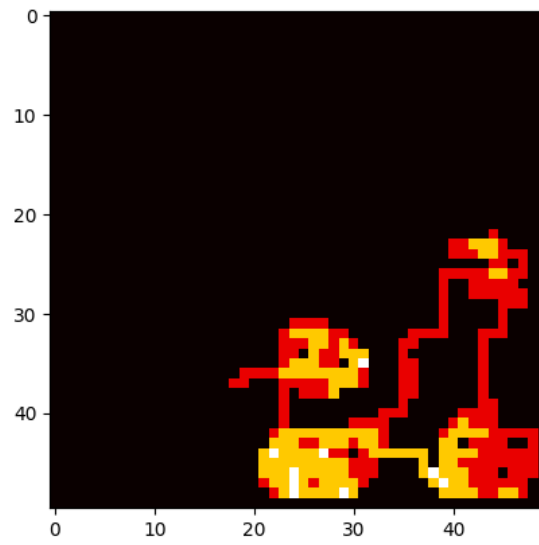
5.1. ábra. Map



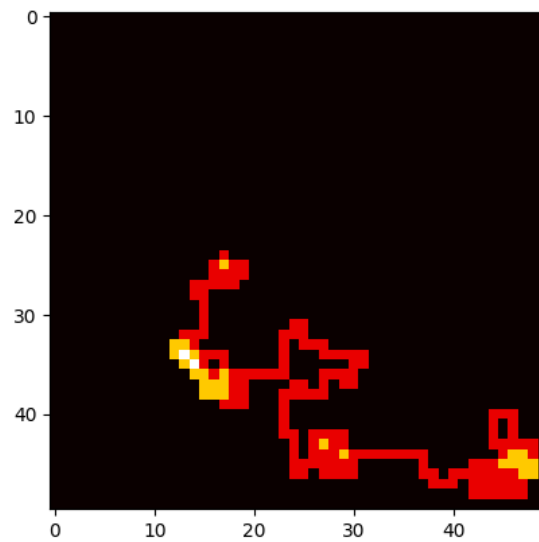
5.2. ábra. Agent 1



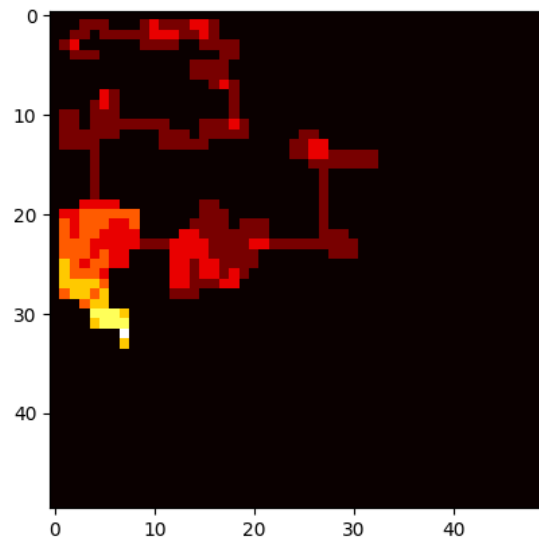
5.3. ábra. Agent 2



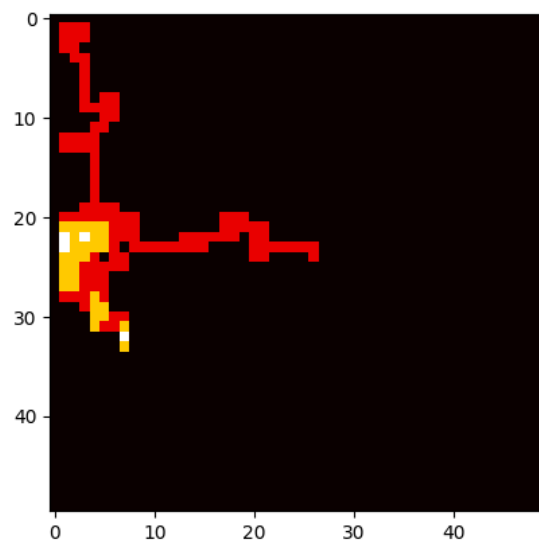
5.4. ábra. Agent 3



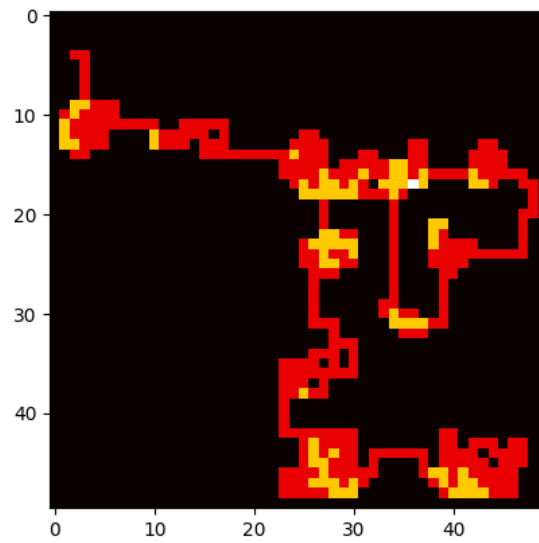
5.5. ábra. Agent 4



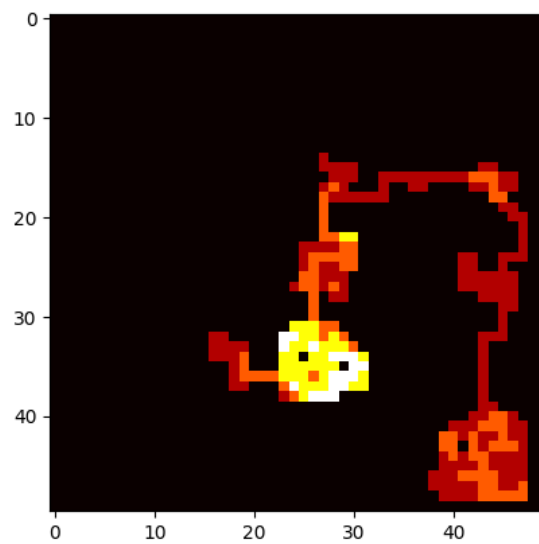
5.6. ábra. Agent 1



5.7. ábra. Agent 2



5.8. ábra. Agent 3



5.9. ábra. Agent 4

6. fejezet

Összefoglalás

A félévben a szakdolgozaton dolgozva sikerült felélénkíteni az egyetem alatt megtanult java ismereteim, és bővíteni azokat a java Swing-gel. Emellett nagy segítséget nyújtott a Szoftverttechnológiák nevezetű tárgyon tanult ismeretek, amelyekben megtanultuk, hogy hogyan tervezzük meg egy jövőben elkészülő alkalmazást. A félévben kisebb nehézségekbe ütköztem a tervezés és implementáció során, amelyek megoldása fejlesztette látásmódom, így ha legközelebb valamilyen hasonló feladatom lenne képes lennék hatékonyabban megoldani azt.

A tesztek során néhány ágens látványosan kevés utat tett meg a szimulációban, ennek oka az, ha összehalálkozott egy másik ellentétes ágenssel, akkor valamelyik ágens a számolások után elpusztult.

A szimuláció futási ideje nagyban függ attól, hogy mennyire segítjük az ágenseket azzal, hogy teszünk-e több kulcsot a pályára, mint amennyi ajtó van. Hiszen, ha ugyanannyi kulcs van a pályán, mint ajtó és feltételezzük, hogy olyan helyekre vannak elhelyezve, ahol nem lehetséges az, hogy úgy használják el minden kulcsukat, hogy ne férjenek hozzá további kulcsokhoz akkor ha valamely ágensnek elfogy a potenciálisan megszerezhető kulcsok száma, akkor a másik ágens útvonalát kell megkeresni és követnie azt a továbbhaladáshoz.

Irodalomjegyzék

- [1] Ken Arnold, James Gosling, and David Holmes. *The Java programming language*. Addison Wesley Professional, 2005.
- [2] Robert Eckstein, Marc Loy, and Dave Wood. *Java Swing*. O'Reilly and Associates, Inc., USA, 1998.
- [3] Red Hook Studio. Darkest Dungeon. <https://www.darkestdungeon.com/>, 2022.
- [4] watabou. Pixel Dungeon. <https://watabou.itch.io/pixel-dungeon>, 2022.

CD Használati útmutató

Ennek a címe lehet például *A mellékelt CD tartalma* vagy *Adathordozó használati útmutató* is.

Ez jellemzően csak egy fél-egy oldalas leírás. Arra szolgál, hogy ha valaki kézhez kapja a szakdolgozathoz tartozó CD-t, akkor tudja, hogy mi hol van rajta. Jellemzően elég csak felsorolni, hogy milyen jegyzékek vannak, és azokban mi található. Az elkészített programok telepítéséhez, futtatásához tartozó instrukciók kerülhetnek ide.

A CD lemezre mindenképpen rá kell tenni

- a dolgozatot egy `dolgozat.pdf` fájl formájában,
- a LaTeX forráskódját a dolgozatnak,
- az elkészített programot, fontosabb futási eredményeket (például ha kép a kimenet),
- egy útmutatót a CD használatához (ami lehet ez a fejezet külön PDF-be vagy Markdown fájlként kimentve).