

Hálózati algoritmusok

Vizsgálati napló

**Téma: 5. Reconfiguration and Locomotion with Joint
Movements in the Amoebot Model**

Kiss Marcell, Sándor Balázs, Varga Dávid István

2025.05.06.



Tartalomjegyzék

1. Amoebot Szimuláció	3
1.1. Általános ismertető	3
1.2. A program felépítése és elérhetősége	3
1.2.1. A program elérhetősége	4
1.2.2. Használat	4
1.3. Az Amőbot modell	6
1.4. Amőbótot Modell: Elmélet	6
1.5. Megvalósítás	7
1.5.1. Amoebot Osztály	7
1.5.2. TriangleMap Osztály	8
1.5.3. Viselkedés és Állapotok	9
1.6. Összegzés	9
2. Szimulációk	10
2.1. A menük	10
2.1.1. A főmenü	10
2.1.2. A Simulation 01	11
2.1.3. A Simulation 02	11
2.1.4. A Settings menü	12
2.2. A megvalósított szimulációk (Simulation 01)	13
2.2.1. Random mozgás	13
2.2.2. Kapcsolat egymás utáni mozgás	13
2.2.3. A középpont felé törekvés	14
2.2.4. Falak és ütközésselkerülés	14
2.2.5. Metamodulok bemutatása	15
2.2.6. Intelligens metamodulok	15
2.3. A megvalósított szimulációk (Simulation 02)	16

2.3.1.	Hagyományos kígyó mozgás	16
2.3.2.	Kígyó mozgás a fejlesztett modellben	16
2.3.3.	Hernyótalpas mozgás	17
2.3.4.	Alagutazás bemutatása	17
2.3.5.	Hernyómozgás tesztelése	17
3.	Mérések és eredményeik	19
3.1.	Kígyó mozgás hagyományos modellel	19
3.2.	Kígyó mozgás az új modellben metamodulokkal.	20
3.3.	Hernyótalpas előremozgás	20
3.4.	Százlábú szerű mozgás	21
3.5.	Mérési eredmények	22

1. fejezet

Amoebot Szimuláció

Ez a projekt egy amőba-szerű robotok (Amoebot) szimulációját valósítja meg az Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Karának MSc képzése keretében. A szimuláció célja a robotok viselkedésének és interakcióinak modellezése különböző szintereken.

1.1. Általános ismertető

A szimuláció Pygame-re épül, és lehetővé teszi az amőbotok különböző viselkedési mintáinak tesztelését különböző szintereken. A főmenüből választhatók ki a szinterek, amelyek különböző elrendezéseket és kihívásokat kínálnak a robotok számára. A main.py fájl inicializálja a Pygame-et, létrehozza a Simulation objektumot, és elindítja a fő ciklust, amely kezeli az eseményeket, frissíti az állapotokat, és megjeleníti a grafikát.

A Scene osztály felelős a különböző szinterek beállításáért, míg a SceneLibrary osztály lehetővé teszi a szinterek külön fájlban történő kezelését, elősegítve a kód modularizálását és karbantartását.

1.2. A program felépítése és elérhetősége

Az alábbiakban ismertetem a program elérhetőségét és mappaszerkezetét.

1.2.1. A program elérhetősége

A projekt GitHub repository-ja:

<https://github.com/SandorBalazsHU/elte-ik-msc-amoebot>

Mappastruktúra

A projekt mappaszerkezete az alábbi:

```
elte-ik-msc-amoebot/
|-- src/
|   |-- amoebot.py      - Az amobotok modellje
|   |-- behaviors.py    - A megvalósított viselkedések gyűjteménye
|   |-- config.py       - A konfigurációs változók gyűjteménye
|   |-- drawer.py       - A rajzelemeket leíró osztály
|   |-- menu_button.py  - A menüelemek gyűjteménye
|   |-- scene.py        - A színtérkezelő
|   |-- scene_library.py - A megvalósított színterek gyűjteménye
|   |-- simulation.py   - A szimulátor főosztály
|   \-- triangle_map.py - A háromszögrács és foglaltság kezelő.
\-- main.py             - A főprogram
```

1.2.2. Használat

Telepítés: Győződj meg róla, hogy a szükséges függőségek telepítve vannak (pl. `pygame`, `pygame_menu`).

Futtatás: A szimuláció elindításához futtasd a `main.py` fájlt:

```
python main.py
```

Navigáció: Használd a menüt a különböző színterek kiválasztásához és a szimuláció beállításához.

Főbb osztályok és funkciók

Tekintsük most át a projekt főbb osztályait és funkcióit.

Amoebot (amoebot.py)

Az `Amoebot` osztály reprezentálja az egyes robotokat a szimulációban. Főbb jellemzői:

- **Állapotkezelés:** Aktív vagy passzív állapot.
- **Viselkedés:** Különböző viselkedési minták beállítása.
- **Mozgás:** A háromszög térképen való mozgás és kapcsolódás más robotokhoz.

Behavior (behaviors.py)

A `Behavior` osztály és a hozzá tartozó `BehaviorType` enumeráció különböző viselkedési mintákat definiál az amőbotok számára, például:

- **RANDOM:** Véletlenszerű mozgás.
- **TO_HEADING:** Meghatározott irányba való mozgás.
- **INTELLIGENT:** Intelligens viselkedés, például középpont keresése vagy cikcakk mozgás.

Scene (scene.py)

A `Scene` osztály kezeli a különböző szintereket a szimulációban. Főbb funkciói:

- **Menükezelés:** Főmenü és beállítások menü megjelenítése.
- **Szinterek beállítása:** Különböző szinterek inicializálása, például véletlenszerű elrendezés, falak, meta-modulok.

SceneLibrary (scene_library.py)

A `SceneLibrary` osztály célja a szinterek külön fájlban történő tárolása és kezelése. Ez lehetővé teszi a `Scene` osztály karbantartásának egyszerűsítését és a kód modularizálását.

TriangleMap (triangle_map.py)

A `TriangleMap` osztály reprezentálja a háromszög alapú térképet, amelyen az amőbotok mozognak. Főbb funkciói:

- **Pozíciókezelés:** Ellenőrzi, hogy egy adott pozíció foglalt-e.
- **Mozgás:** Lehetővé teszi az amőbotok számára a mozgást a térképen.

1.3. Az Amőbot modell

Az amőbót modellező szimuláció célja az egyes amőbák mozgásának és interakcióinak modellezése egy rácsos világban. Az amőbák különböző viselkedéseket követhetnek, és reagálhatnak környezetükre, azaz egymás helyére léphetnek, ütközhetnek, és meghatározott szabályok alapján csoportosulhatnak.

A következő dokumentumban az amőbót modellező rendszer felépítését és működését írjuk le, részletesen ismertetve annak működését és a Python programozási nyelven történő implementálását.

1.4. Amőbót Modell: Elmélet

Az amőbák szimulációja egy klasszikus rácsos környezetben történik, ahol a világot egy mátrix vagy rács reprezentálja. Az amőbák az ezen rácshoz rendelt koordináták alapján mozognak, és képesek kölcsönhatásba lépni egymással, mint például ütközések elkerülése vagy pozíciók feloldása.

Az amőbák ****állapotok**** és ****viselkedési típusok**** szerint működnek. Minden amőba tartalmazza a következőket:

- **Pozíció** – Az amőba aktuális koordinátái a rácsban.
- **Viselkedés** – Az amőba által végzett tevékenység, mint például véletlenszerű mozgás vagy koordinált csoportosulás.
- **Lépésszámláló** – Minden amőbának van egy lépésszámlálója, amely nyomon követi, hogy hány lépést tett meg. Ez befolyásolhatja a pozíció felszabadítását és egyéb műveleteket.

A viselkedés típusok között szerepelhet például:

- ****Véletlenszerű mozgás**** – Az amőba egy véletlen irányba lép.
- ****Célzott mozgás**** – Az amőba egy konkrét irányba mozog.
- ****Intelligens viselkedés**** – Az amőba alkalmazkodik a környezetéhez, például a középpont felé tart.

1.5. Megvalósítás

A rendszer Pythonban van implementálva, és az amóbák osztálya a következő kulcsfontosságú attribútumokkal rendelkezik:

1.5.1. Amoebot Osztály

Az amóbák működését az `Amoebot` osztály valósítja meg. Az osztály tartalmazza a szükséges attribútumokat, mint például a pozíció, viselkedés, és a lépésszámláló.

```
class Amoebot:
    def __init__(self, triangle_map, row, col):
        self.triangle_map = triangle_map
        self.row = row
        self.col = col
        self.step_counter = 0
        self.from_pos = None
        self.behavior = None
        self.state = AmoebotState.PASSIVE
        # További inicializálás...
```

Lépéskezelés

Minden amóbának van egy `update` metódusa, amely kezeli a mozgását. Az amőba a `can_move_somewhere` logikát követi, hogy eldöntse, vajon képes-e mozogni a következő lépésben. Ha igen, elmenti a jelenlegi pozícióját a `from_pos` változóba, majd kiszámolja az új célpontot és végrehajtja a mozgást.

```
def update(self):
```



```
if self.can_move_somewhere(): # Ha lehetséges lépni
    self.from_pos = (self.row, self.col)
    new_row, new_col = self.calculate_target()
    self.row = new_row
    self.col = new_col
    self.triangle_map.occupy(new_row, new_col, self)
    self.step_counter += 1
    return True
return False
```

A `step_counter` változó nyomon követi az amőba lépéseit. Minden második lépésnél a pozíció felszabadítása történik meg.

Pozíció felszabadítása

A pozíció felszabadítása akkor történik meg, ha az amőba elérte a szükséges lépésszámot, és ha a `Config.Scene.replace_pos` beállítás engedélyezi ezt. A következő kód segít abban, hogy minden második lépésnél feloldjuk az előző helyet:

```
if self.step_counter % 2 == 0:
    if self.from_pos:
        self.triangle_map.release(*self.from_pos)
        self.from_pos = None
```

1.5.2. TriangleMap Osztály

Az amőbák mozgása a `TriangleMap` osztály segítségével történik, amely kezeli a rácsot, a helyek lefoglalását, és a pozíciók felszabadítását. Az amőbák csak akkor léphetnek, ha a célpontjuk üres, és ha az `occupy` metódus nem foglalja el a helyet.

```
class TriangleMap:
    def __init__(self):
        self.grid = [[None for _ in range(cols)] for _ in range(rows)]

    def occupy(self, row, col, amoebot):
```

```
    if self.grid[row][col] is None:
        self.grid[row][col] = amoebot
        return True
    return False

def release(self, row, col):
    self.grid[row][col] = None
```

1.5.3. Viselkedés és Állapotok

Az amőbák különböző viselkedéseket képesek végrehajtani, például véletlenszerű mozgást vagy célzott mozgást. Az `AmoebotState` és a `BehaviorType` osztályok biztosítják, hogy az amőbák állapota és viselkedése változhasson, például amikor egy amőba eléri a célját vagy új viselkedést kell alkalmaznia.

```
class AmoebotState(Enum):
    PASSIVE = auto()
    ACTIVE = auto()
    MOVING = auto()

class BehaviorType(Enum):
    RANDOM = auto()
    TO_HEADING = auto()
    INTELLIGENT = auto()
```

1.6. Összegzés

A szimuláció során az amőbák a rácsos világban mozognak, és különböző viselkedéseket alkalmaznak. Az amőbák mozgása és interakciói jól definiált szabályok szerint történnek, figyelembe véve a lépésszámlálást, pozíciók felszabadítását és a viselkedés típusokat. Az implementáció rugalmasan bővíthető további viselkedésekkel és interakciókkal.

2. fejezet

Szimulációk

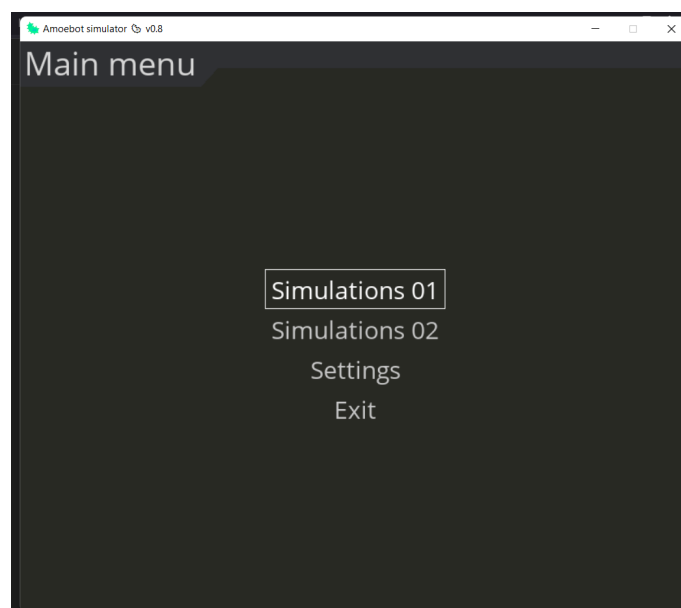
Ebbena fejezetben ismertetjük a szimulátor használatát és a megvalósított szimulációkat és méréseket

2.1. A menük

Most ismerjük meg a menürendszert.

2.1.1. A főmenü

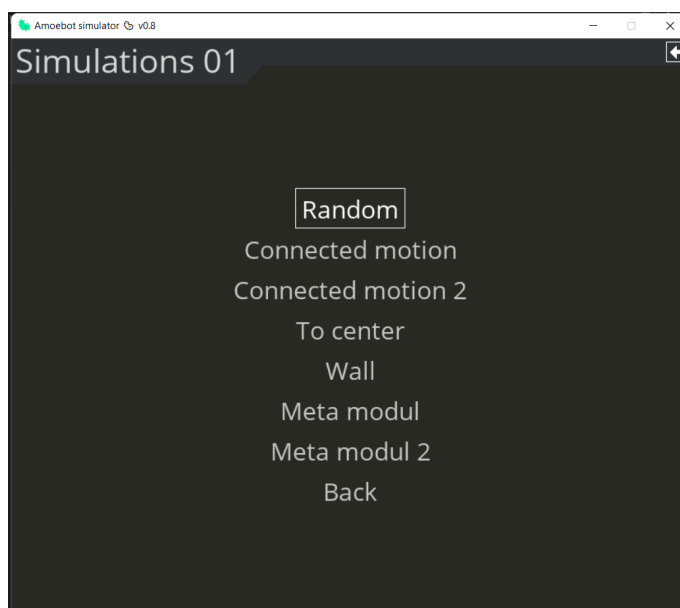
A program indítása után főmenü fogad minket.



2.1. ábra. A főmenü

2.1.2. A Simulation 01

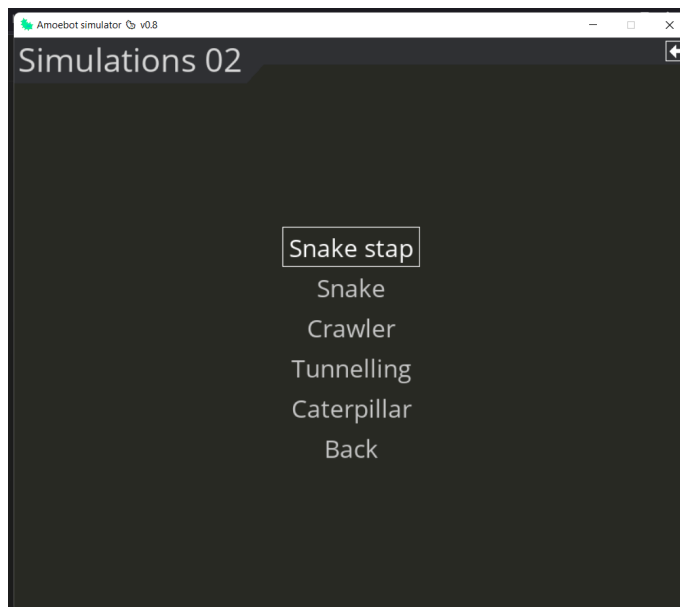
A ebben a menüben érhetőek el az egyszerűbb szimulácik a szimulátor bemutatására.



2.2. ábra. A Simulation 01 menü

2.1.3. A Simulation 02

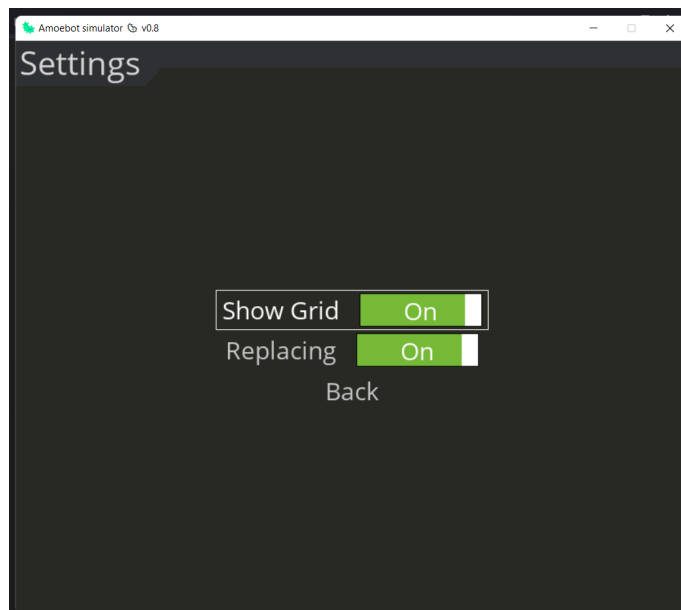
A ebben a menüben érhetőek el az összetettebb szimulácik.



2.3. ábra. A Simulation 02 menü

2.1.4. A Settings menü

A ebben a menüben érhetőek el a szimulátor beállításai.



2.4. ábra. A Simulation 02 menü

2.2. A megvalósított szimulációk (Simulation 01)

Tekintsük át most a Simulation 01-ben megvalósított szimulációkat.

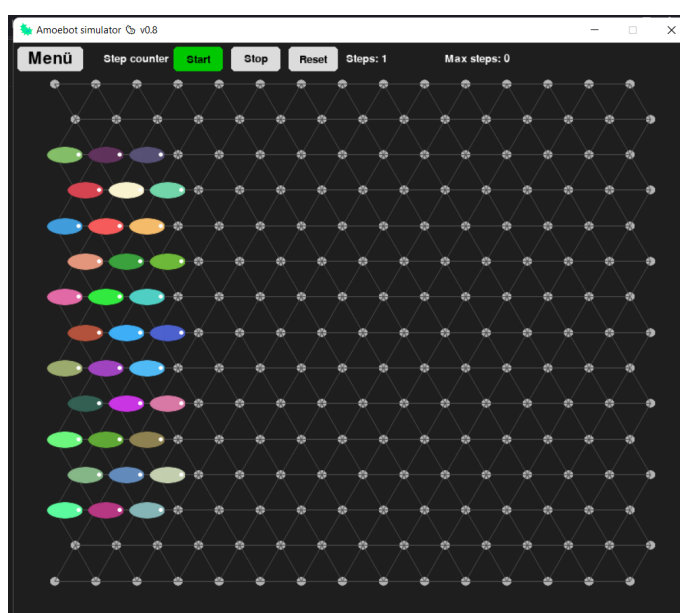
2.2.1. Random mozgás



2.5. ábra. Random mozgás

2.2.2. Kapcsolat egymás utáni mozgás

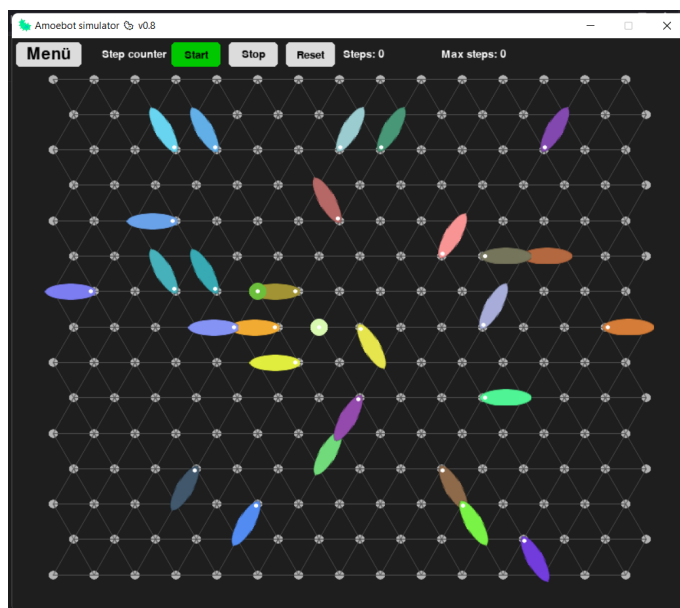
Kapcsolat egymás utáni mozgás megvalósítása.



2.6. ábra. Kapcsolat egymás utáni mozgás

2.2.3. A középpont felé törekvés

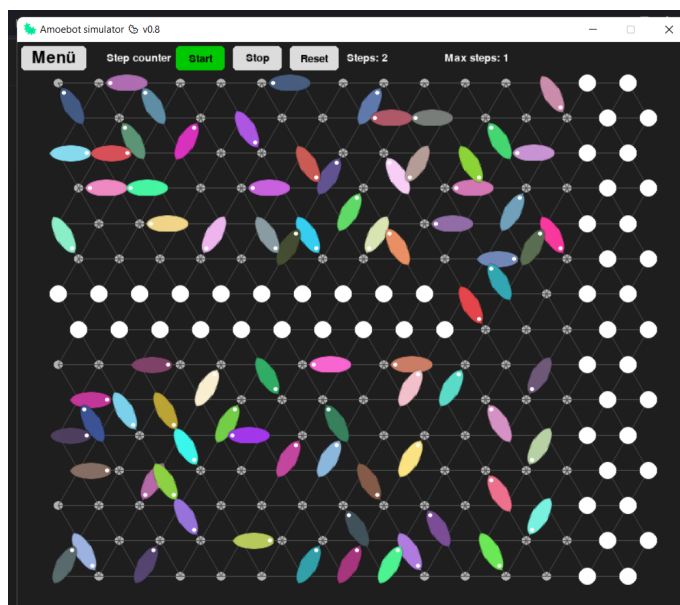
A középpont felé törekvő mozgás megvalósítása.



2.7. ábra. A középpont felé törekvő mozgás

2.2.4. Falak és ütközésselkerülés

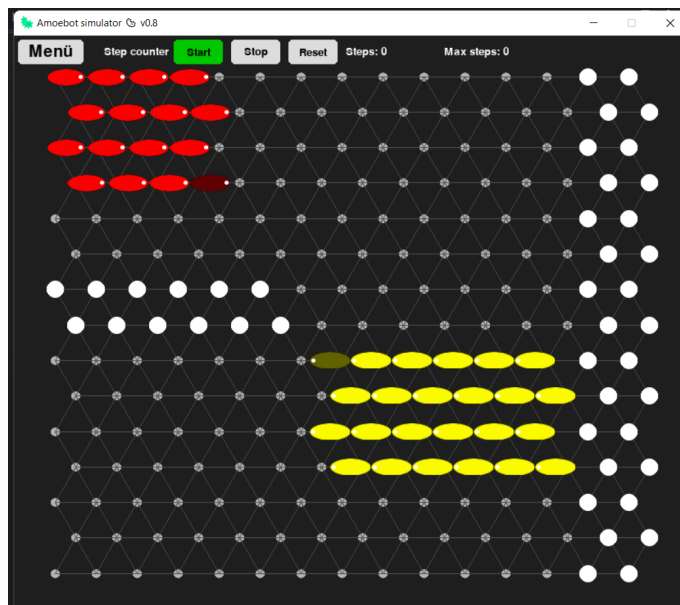
A falaknak és az ütközésselkerülésnek a bemutatása egy sűrű szimulációval.



2.8. ábra. Falak és ütközésselkerülés

2.2.5. Metamodulok bemutatása

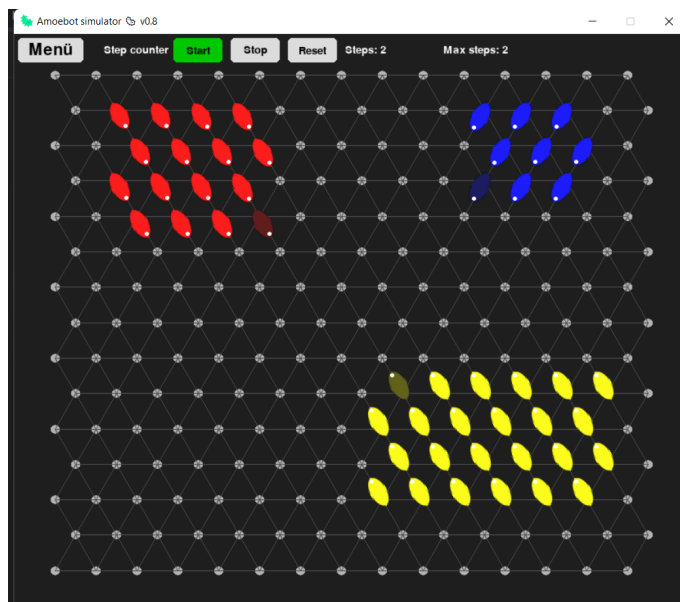
Metamodulokat bemutató szimuláció.



2.9. ábra. Metamodulok bemutatása

2.2.6. Intelligens metamodulok

Intelligens metamodulok bemutatása.



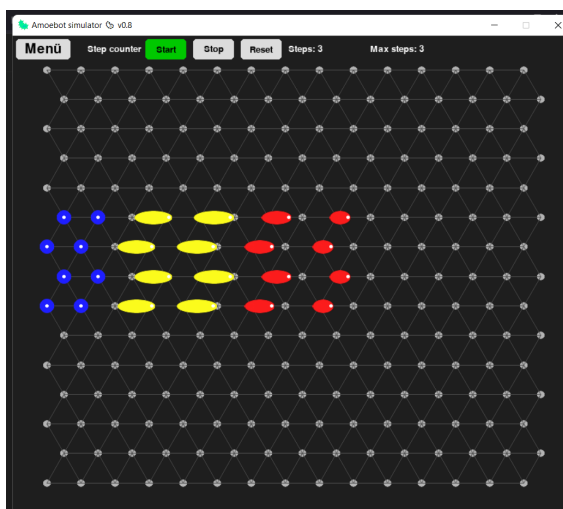
2.10. ábra. Intelligens metamodulok

2.3. A megvalósított szimulációk (Simulation 02)

Tekintsük át most a Simulation 02-ben megvalósított szimulációkat.

2.3.1. Hagyományos kígyó mozgás

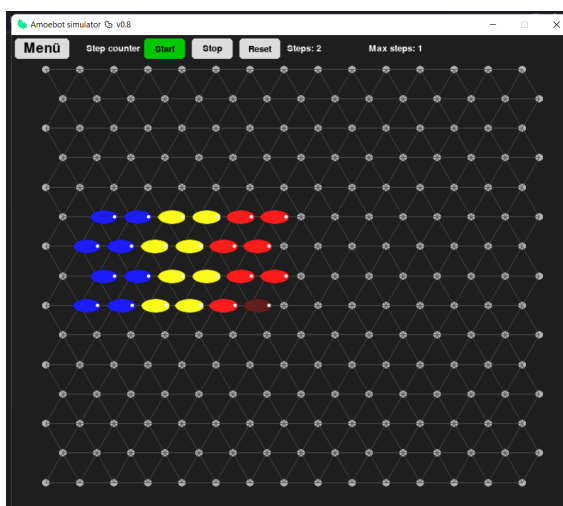
A hagyományos modellben megvalósított kígyómozgást tesztelő szimuláció.



2.11. ábra. Hagyományos kígyó mozgás

2.3.2. Kígyó mozgás a fejlesztett modellben

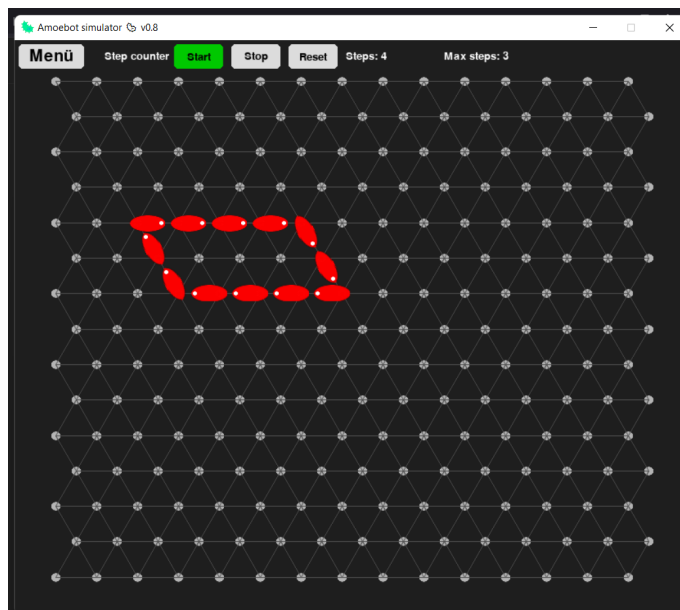
Metamodulos kígyó mozgás megvalósítása az új amőbot modell segítségével.



2.12. ábra. Metamodulos kígyó mozgás

2.3.3. Hernyótalpas mozgás

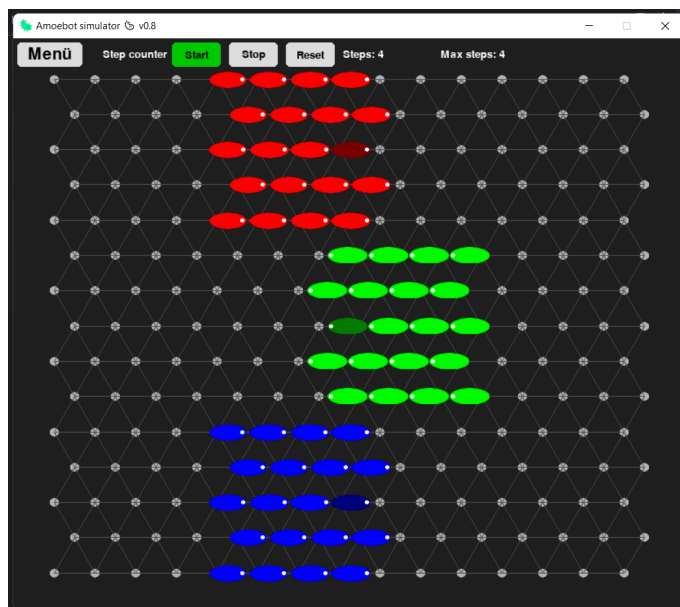
Hernyótalpas mozgás megvalósítása és tesztelése.



2.13. ábra. Hernyótalpas mozgás

2.3.4. Alagutazás bemutatása

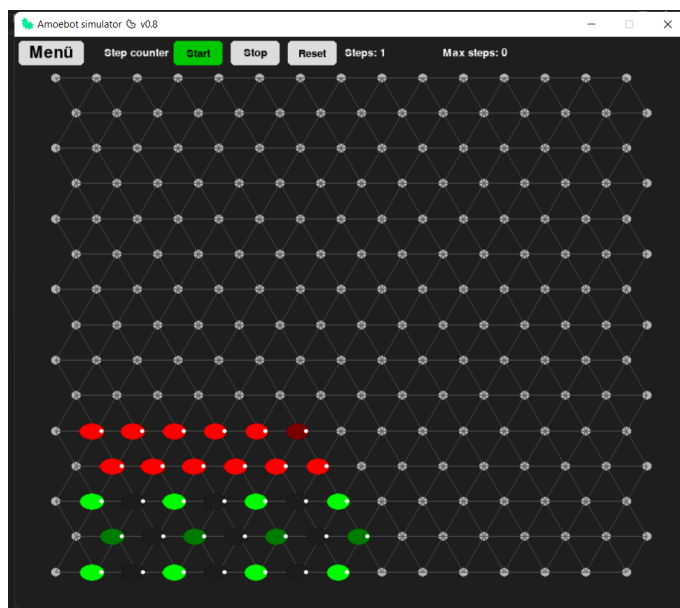
Az új modellben bevezetett alagutazó mozgás bemutatása.



2.14. ábra. Alagutazás bemutatása

2.3.5. Hernyómozgás tesztelése

Hernyómozgás tesztelése szállítási feladatokhoz.



2.15. ábra. Hernyómozgás

3. fejezet

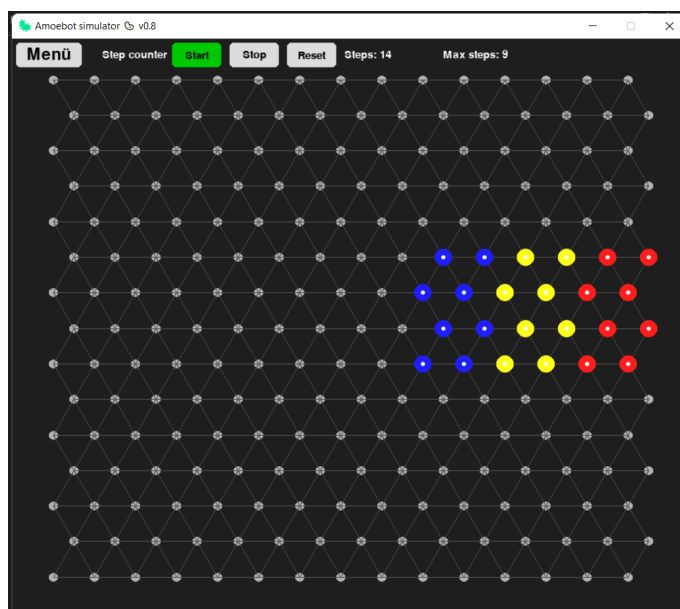
Mérések és eredményeik

Tekintsük át az elvégzett méréseket és az eredményeket.

3.1. Kígyó mozgás hagyományos modellel

Első körben a kígyó mozgást teszteltük metamodulok nélkül a hagyományos amőbot modellen.

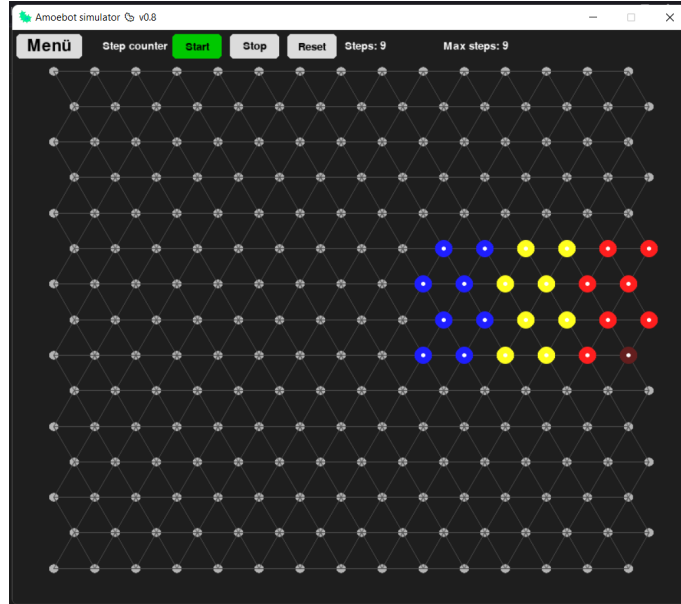
Az első pár bot hamar célbaért, de sok időbe tellett mire az összes Bot célbaért.



3.1. ábra. Hagyományos kígyó mozgás

3.2. Kígyó mozgás az új modellben metamodulokkal.

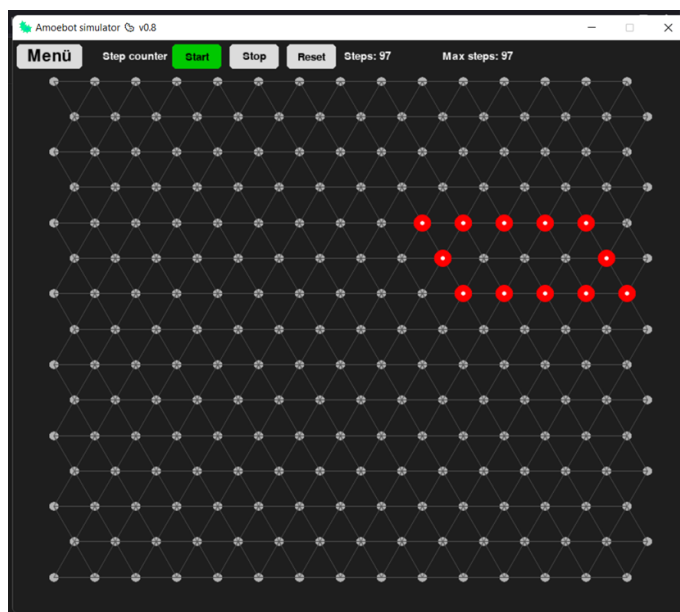
Ezután a kígyó mozgást teszteltük az új amőbot modellel és metamodulok alkalmazásával. Ekkor az összes bot egyidőben ért célba.



3.2. ábra. Új metamodulos kígyó mozgás

3.3. Hernyótalpas előremozgás

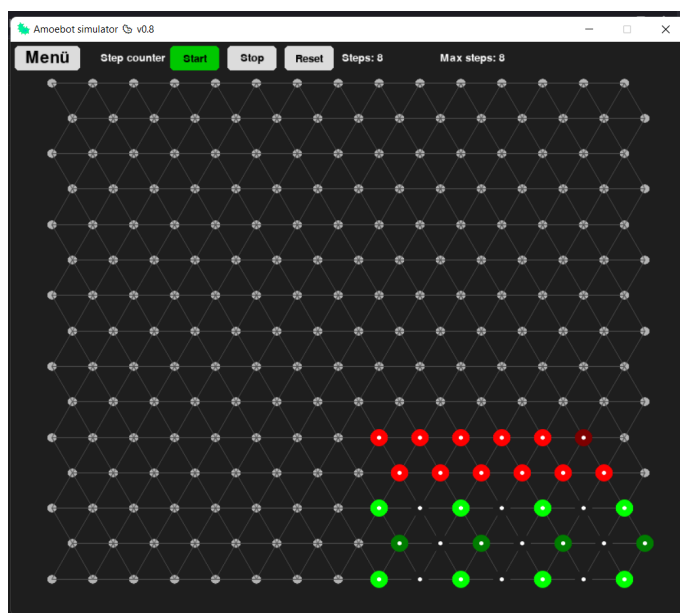
Ebben az esetben megvalósítottuk az amőbotok hernyótalpszerű előremozgásának egyszerűbb változatát. Ez nagyon lassú volt, mivel itt egy vezérbot húzta magával láncdalpszerűen a többi, viszont egyszerűen implementálható. De szállítás esetén kétségtelenül hatékony lehet, bár a lábas és a kígyózó megoldás gyorsabb volt.



3.3. ábra. Hernyótalpas mozgás

3.4. Százlábú szerű mozgás

Implementáltuk a százlábú szerű előremozgás egy változatát. Ez a kígyó mozgáshoz hasonló lépésszámot produkált.

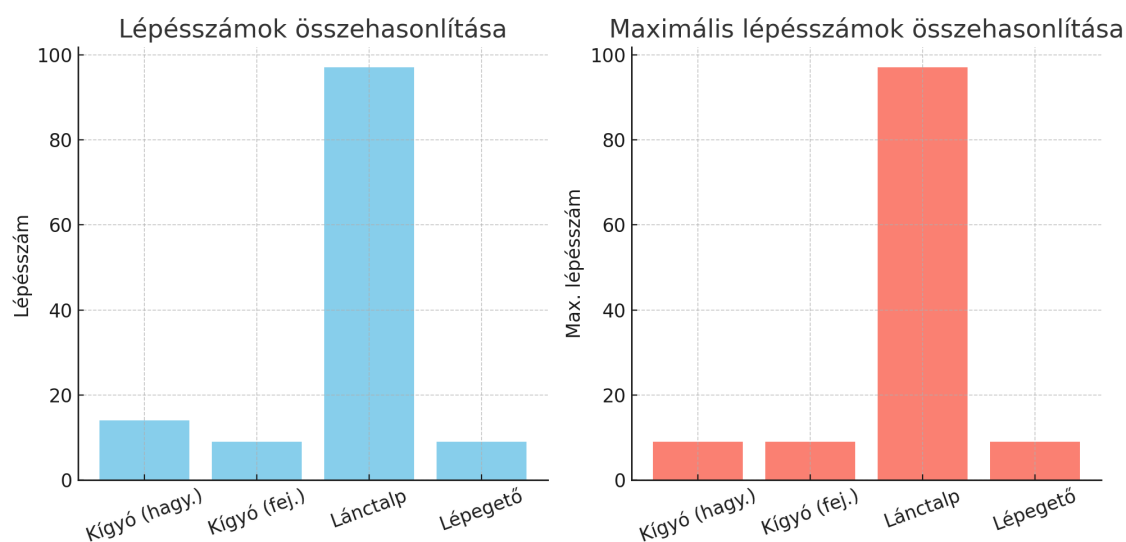


3.4. ábra. Százlábú mozgás

Mozgásforma	Lépésszám	Maximális lépésszám
Kígyó mozgás (hagyományos modell)	14	9
Kígyó mozgás (fejlesztett modell)	9	9
Lánctalp mozgás	97	97
Lépegető mozgás	9	9

3.1. táblázat. Amőbot szimulációs eredmények különböző mozgásformák esetén

3.5. Mérési eredmények



3.5. ábra. A szimulációs statisztikák