

Intelligen Kertészet

Czumbel Péter, Horváth Szilárd

Intelligens elosztott rendszerek házi feladat
2023

1. Tartalom

1.1. Tartalom

1.2. Feladat leírása

1.2.1. Alapkonceptió

1.2.2. Specifikáció

1.3. Megoldás összefoglalása

1.3.1. Ágensek

1.3.2. Ágensek kapcsolata

1.3.3. Összefoglaló ábra

1.4. Fejlesztés összefoglalása

1.4.1. Jason verzió

1.4.2. Mi készült ASL szinten

1.4.3. Mi készült Java szinten

1.5. Kifejlesztett program ismertetése

1.5.1. Felhasználói interfész

1.5.2. Futás időben módosítható paraméterek

1.5.3. Egyes ágensprogramok rövid összefoglalása

1.5.4. Program egészének összefoglalása(többágenses rendszer jelleggel)

2. Feladat leírása

2.1. Alapkonceptió

Egy intelligens kert elkészítése volt a célunk. A kert a növénytermesztés különböző tényezőit befolyásolja az optimális termelés érdekében. Ennek során több ágans különböző hatáskörökkel és információkkal próbálnak kooperálni egymással a cél elérése érdekében

2.2. Specifikáció

A rendszer célja: A rendszer egy intelligens kertet felügyel és irányít. A rendszer célja, hogy maximalizálja a kertben termesztett termékek mennyiségét, ezt úgy teszi hogy a növényeknek optimális környezetet biztosít a növekedéshez és egészséghez.

A rendszer emelei: Az intelligens kertészet négy ágensből fog összeállni: egy öntöző ágensből, kártevőirtó ágensből, trágyázó ágensből valamint egy növénymonitorozó ágensből. Mindegyik ágens saját szenzorokkal rendelkezik, amikkel begyűjtik a működésükhöz szükséges adatokat a kertről és a többi ágenssel kommunikálva hoznak döntéseket és avatkoznak be a kert állapotába.

A rendszer ágenseinek a fő funkciója:

- **Öntöző ágens:** A növényeknek megfelelő vízmennyiség biztosítása a feladata. Érzékeli a környezet hőmérsékletét és páratartalmát valamint a föld nedvességét. Locsoláskor figyelembe veszi a kártevőirtó és a növénymonitorozó ágensek véleményét.
- **Kártevőirtó ágens:** A célja, hogy a növények növekedését és terményét ne akadályozza semmilyen kártevő. Az ágens permetezéssel tudja ezt megvalósítani. Az ágens monitorozni tudja, hogy a növényekre hat-e valamilyen kártevő, ezt kinézet alapján dönti el valamilyen módon. A feladatra specifikálunk néhány kártevőtípust, amit különböző módon kell majd kezelnie. Tevékenységénél figyelembe veszi a növények állapotát, aratás előtt már nem permetez.
- **Trágyázó ágens:** Ez az ágens optimális termőföldet biztosít a növényeknek. Ezt különböző tápanyagok a földhöz adásával tudja megtenni. Az ágens monitorozza a talaj tápanyagtartalmát és víztartalmát. Trágyázáskor a növénymonitorozó és a kártevőirtó ágensek segítségével dönti el hogy mennyi tápanyagra van szüksége a növényeknek.
- **Növénymonitorozó ágens:** Figyeli a növények méretét, kinézetét, általános állapotát, és ezek szerint szavaz az adott akciókra.

3. Megoldás összefoglalása

A kert szimulálására egy 10 egység oldalú négyzet rácson történik, amelyben minden cella egy növénynek felel meg. Az ágensek a cselekvéseiket az egész kertre hajtják végre, például ha az öntöző ágens öntöz, akkor minden növényt egyszerre locsol, ugyanolyan (kis random eltérésű) mennyiségben. Azért használunk több kis, elosztott cellát egy nagy egységes helyett, hogy az egy cellán kis valószínűséggel bekövetkező események is megfigyelhetőek legyenek, illetve hogy csökkentsük az anomáliák hatását, valamint megfigyelhető legyen az, hogy az ágensek ideális stratégiáinak alkalmazásakor a kert értéke - amit a cellán növő növények kumulált összegével mérünk - tart egy adott, ideális értékhez, illetve látható, hogy ha az akciókat információ nélkül, véletlenszerűen hajtjuk végre, akkor a kert növényei elpusztulnak.

A kert egy cellája négy paramétert tartalmaz, az ágensek feladata ennek a négy paraméternek az optimalizációja. A kert állapotát egy háromdimenziós, 10x10x4 méretű tömbben tároljuk, amelynek méretei a cellaszámok és a paraméter számokból származnak.

Az optimalizálható paraméterek, az indexük szerinti sorrendben: a cellán nőtt növény mennyiség (growth), a cella víztartalma (water), a cella tápanyagtartalma (nutrients) és a cellán található kártevő (pests) típusa.

Mindegyik paramétert egy double értékkel jellemezzük, a növény mennyiség, víztartalom és tápanyag mennyiség értékeit 0 és 1 között, a kártevők jelenlétét pedig kategorikusan: 0, 1, 2 vagy 3 értékkel.

Ha 0 érték van egy cella kártevő paraméterében, az azt jelenti, hogy azon a cellán nincs jelen kártevő. Minden más érték egy külön kártevőtípust jelöl, ami a többitől eltérő módon fog reagálni a cella egyéb paramétereivel.

A kert állapotváltozásának szimulálását ciklikusan végezzük, amiknek elindítása felhasználói bemenettel történik. A szimulációs gomb megnyomása elindítja a ciklust, ami frissíti az összes cella paraméterét, és felszólítja az ágenseket a szavazások megkezdésére.

3.1. Ágensek

3.1.1. Öntöző ágens (irrigator)

Ez az ágens felelős a cellák víztartalmának szabályozásáért és rendelkezik a vízmennyiség megfigyelésére alkalmas szenzorokkal. Egy szimulációs ciklus végrehajtásakor az új, öntözés nélküli vízmennyiség a következőképpen számítható:

$$water = water - \frac{\max(\Delta growth, 0)}{2} - \frac{growth}{8}$$

Ez azt jelenti, hogy a vízcsökkenés függ a növény mennyiség növekedésétől és kisebb mértékben a már meglévő növény mennyiségtől is. A képlet alapján látszik, hogy a növekedéshez több víz szükséges mint a már meglévő mennyiség megtartásához. A szimulációban a növényeknek közvetlenül nem árt a túl sok víz jelenléte, viszont minél több víz van egy cellában, annál valószínűbben jelennek meg kártevők ott, ezért nem célszerű feleslegesen öntözni egy cellát.

Az öntözésekről az ágens egy szavazást ír ki, amiben figyelembe veszi a többi ágens szavazatát, majd az eredmény alapján cselekszik.

3.1.2. Trágyázó ágens (fertilizer)

A talajszenzorokkal rendelkező és a cellák tápanyagtartalmáért felelős ágens, az öntözőhöz nagyon hasonló viselkedéssel. Ez az ágens is szavazással dönt a trágyázásról, a többi ágens szavazatai és a saját döntése alapján.

$$nutrients = nutrients - \frac{\max(\Delta growth, 0)}{2} - \frac{growth}{8}$$

A ciklusok során felhasznált tápanyag mennyiség képlete megegyezik a vízmennyiségével. Hasonlóan az öntözéshez a trágyázást sem érdemes feleltlenül minden ciklusban elvégezni, mivel a tápanyagok mennyiségének növelése is növeli a kártevők megjelenésének az esélyét.

3.1.3. Megfigyelő ágens (monitor)

A növények megfigyeléséért felelős ágens, ami a növény mennyiségek megfigyeléséhez szükséges szenzorral rendelkezik. Saját akciója nincs, csak a szavazásokban vesz részt, maximálisan figyelembe véve a növény mennyiség maximalizálását. Egy szimulációs ciklusban a növény mennyiség a következőképpen alakul:

$$growth = growth * 0.8 + \min((growth + 0.1) * 0.4, \min(water, nutrients))$$

A növény mennyiség növekedés nélkül minden körben 20%-kal csökken, viszont ha elegendő víz és tápanyag áll rendelkezésre, akár 40%-kal is növekedhet.

3.1.4. Kártevőirtó ágens (pest control)

A kártevőirtást végző ágens, a kártevők jelenlétének azonosítására alkalmas szenzorral. Három opció közül tud egyet végrehajtani. Vagy nem permetez, vagy egy olyan permetet használ ami az 1. és 2. típusú károkozó ellen jó vagy egy olyat, ami a 2. és a 3. típusú ellen. A két permetező akció jár valamilyen mellékhatással, és a növények egy bizonyos százalékának elpusztulásával is. A mellékhatások függenek a vízmennyiségtől és a tápanyagtartalomtól, ezért az ágens más ágensek feladatainak szavazásánál, olyan szavazatokat tesz, amik minimalizálják a jelenlegi kártevő károkozó képességét. Ennek az

ágenseknek a szavazatai nagy súllyal bírnak, mivel komolyak lehetnek a károk. Például az 1.es típusú ágens nagy kárt okoz a növényben, ha a növény vízmennyisége túl nagy. A kártevőirtásról az ágensek szavazással döntenek.

3.2. Ágensek kapcsolata

3.2.1. Döntéshozás menete

Az ágensek szavazással döntenek, hogy az egyes ágensek a lehetséges akciójuk közül melyiket hajtsák végre. A szavazást úgy oldottuk meg, hogy mindegyik ágens küld egy szavazatot a szavazást elindító ágensnek. Ebben a megoldásban amellet döntöttünk, hogy az egyes ágensek saját maguk határozhassák meg az általuk küldött szavazat súlyát. Azért választottuk ezt a megoldást, mert minden ágens csak a saját maga által mért értékhez fér hozzá, ezért ha úgy gondolja, hogy egy opció jelentősen jobb lenne az ő ismerete szerint, akkor abba nagyobb súllyal szólhasson bele.

Egy példa erre: A pestcontrol ágens a legtöbb esetben nem érdekelt a tápanyagmennyiség kontrollálásában, kivéve ha 2. típusú kártevő van jelen, ekkor nagy kárhoz vezet, ha túl sok a tápanyag, ezért nagy súllyal szavaz arra, hogy adjon több tápanyagot a fertilizer ágens.

3.2.2. Szavazás lezajlása

Szavazás esetén az ágenseknek értesülniük kell arról, hogy szavazniuk kell és arról is, hogy milyen akcióra. Ezt úgy oldottuk meg, hogy az adott feladathoz tartozó ágens küld egy broadcast jelet a többi ágensnek, hogy elkezdődött a szavazás. A többi ágens erre válaszul küld egy adott formátumú választ benne az általuk választott opcióval és a számításaik szerinti súllyal. A szavazóágens megkapja ezeket a szavazatokat és tovább küldi ezt a környezetnek, aki ebből kiszámolja a szavazás eredményét. A szavazás által megválasztott akció végrehajtódik és továbblépünk a következő ágensre, aki a saját hatáskörébe tartozó akciókról indít szavazást. Egy szimulációs ciklus abból áll, hogy lezajlik egy szavazás a tápanyagadagolásról, öntözésről és a permetezésről.

3.3. Összefoglaló ábra

4. Fejlesztés összefoglalása

4.1. Jason verzió

A projekt megvalósításához a Jason interpreter 3.2-es verzióját használtuk, java 17 alatt. A fejlesztéshez a Visual Studio Code szolgált az integrált fejlesztői környezetként, egy agentspeak pluginnal. Más, külön telepítendő java plugint vagy könyvtárat nem használtunk.

4.2. Mi készült ASL szinten

Az ágensek legalapvetőbb logikai és ágensközi kommunikációs viselkedésformáit igyekeztünk minél inkább ASL szinten megvalósítani, azonban a nyelv formai korlátai, mint például a hiedelmek immutabilitása, erősen korlátozták a lehetőségeinket. A szavazásokra felkérő jelek és a szavazatok elküldése illetve fogadása, a rendelkezésre álló hiedelmek és célok alapján a döntések meghozása mind agentspeakben került implementálásra, a szavazatok összeszámolása és kiértékelése azonban nagyságrendekkel egyszerűbbnek bizonyult java szinten, valamint logikailag is itt éreztük helyesnek a szavazó algoritmus megvalósításának elhelyezését az ágenseket érintő erőforrás takarékosági szempontból.

4.3. Mi készült Java szinten

A felhasználói felület teljes egészében java szinten, a swing könyvtár használatával került implementálásra – más lehetőség hiányában. Mint említettük a korábbi paragrafusban, itt került implementálásra a szavazó algoritmus, ami egy iterált súlyozott többségi szavazást valósít meg a kontrollálható paraméterek halmazán, majd a nyertesnek megfelelő akciót hajtja végre az adott paraméter megváltoztatására. A kert mint környezet kezelése, nyilvántartása, szimulálása, frissítése és kirajzolása mind java oldalon történik.

5. Kifejlesztett program ismertetése

5.1. Felhasználói interfész

Felhasználó interfészen tudja a felhasználó követni, hogy hogyan változik a kert állapota. A kert egy 10x10 négyzet alakú mezőkre osztott területből áll. Az egyes mezőkön négy darab információt írtunk ki. Bal felső sarokban a növény érettségi szintje látható, ez egy 0 és 1 közötti érték, minél magasabb annál érettebb a növény. Jobb felső sarokban a növény számára rendelkezésre álló víz mennyisége, ez hasonlóan az érettséghez egy 0 és 1 közötti szám. A bal alsó sarokban a növény talajának tápanyagtartalma van. Ez a kettő előző mezőhöz hasonlóan egy 0 és 1 közötti szám. A jobb alsó sarok az esetleges károsító jelenléte az adott mezőben. Ez egy kategorikus érték. 0 esetén nincs jelen kártevő, 1,2,3 esetén a számnak megfelelő típusú kártevő van jelen tehát 1.típusú, 2.típusú, 3.típusú.

Az ablak bal oldalán a legfontosabb gomb a szimuláció gomb. Ennek lenyomásakor lezajlik egy ciklus, amiben mindegyik eseményről tartódik egy szavazás, a szavazások szerint végrehajtóknak az események, majd a kert állapota frissül az események szerint.

Vannak még más gombok is, ezek azonban nem tartoznak bele a rendszer normális működésébe, itt a felhasználó kibróválhat néhány eseményt(öntözés, permetezés).

A program normális funkcionálása esetén a szimulációs gombot szabad csak lenyomni. Ez szimulálja azt hogy a rendszer miket dönt, nem szükséges hozzá emberi beavatkozás

5.2. Futás időben módosítható paraméterek

Futás során a felhasználó és az ágensek csak a kert állapotát tudják változtatni, amit a korábban felsorolt négy paraméter modifikálásával tehetnek meg. A négy paraméterhez tartoznak megfelelő gombok, egy öntöző, trágyázó, két kártevőirtó és egy szimulációs gomb, amelyek az ágensek számára is elérhető akciókat hajtják végre a környezeten. Több befolyásolható paraméter nincs a programban.

5.3. Egyes ágensprogramok rövid összefoglalása

Az ágensek az alkalmazásban a szavazást bonyolítják le elsősorban. Az ágensek csak a hozzájuk tartozó környezeti mennyiségketek ismerik. A négyből három ágens indít szavazást és tudnak szavazni, a negyedik(monitor) ágens csak szavazni tud.

A szavazat indító ágensek úgy működnek, hogy egy broadcast jelzéssel elküldik a többi ágensnek, hogy elindult a szavazás. Illetve tudják a megfelelő formátumú vote()-okat fogadni, és eszerint számolják, hogy megjött-e az összes szavazat. Ha megjött akkor átadják a környezetnek az információkat a szavazatokról, majd a környezet kiszámolja a győztest. A szavazás végén törlődnek a vote-ok és a szavazatindító belief-ek, hogy a következő körökben képesek legyenek újra szavazni.

Minden ágensere különböző szavazó stratégiát definiáltunk az egyes akciókról szóló szavazásokra. Ezek a stratégiák az általuk ismert változók alapján döntenek el melyiket használják. A szavazó belief törlődik a kör végén, hogy a következő körben is tudjanak újra szavazni.

Az öntöző ágens (irrigation) az öntözés szavazat lebonyolítása a feladata és a vízmennyiség alapján a többi akcióra is szavazást ad le. A vízmennyiség szabályozása fontos feladata. Szükséges mennyiség kell a növények növekedéséhez, viszont túl magas szint viszont a kártevők megjelenését okozhatják.

A földminőség szabályzó(Fertilizer) a földminőségért folyó szavazás lebonyolításáért felelős. A földminőség ismeretében tud a többi akcióról szavazni. A földminőség szavazás is hasonlóan kell a növekedéshez és a károkozók megjelenését is megnövelheti, ha túl magas.

A kártevőirtó ágens a permetezésért folyó szavazás lebonyolításáért felelős és a kártevők ismeretében a többi akcióról szóló szavazásban szavaz. A kártevők

erősen befolyásolják a rendszert, ezért ez az ágens ha úgy gondolja probléma van akkor nagy súllyal szavaz az adott dologra.

5.4. Program egészének összefoglalása(többágenses rendszer jelleggel)

Röviden összefoglalva, a programunk egy okos kertet szimulál négy kertész ágenssel, amelyek egymással kommunikálva, szavazással döntenek el, hogy milyen beavatkozásra van épp szüksége a kertnek.

Bemutató videó Link: <https://www.youtube.com/watch?v=ti9GIBqUEH4>