

Rajintelligencia viselkedés megvalósítása robotokkal

MPD

Coulibaly Patrik, Csontos Dávid, Kiss Máté

Felkészítő tanár: Kiss Róbert

Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium, 6000 Kecskemét, Nyíri u. 11.

1. Bevezető

Az utóbbi évtizedekben az informatika fejlődésével lehetővé vált olyan gyakorlatilag is kivitelezett kutatások lebonyolítása, amely a természetben szabadon élő állatok viselkedésmintáit tanulmányozva robotok segítségével próbálják azt modellezni. A mesterséges intelligencia kutatások közé sorolt „raj intelligencia” is ide tartozik. Olyan kommunikációra épülő decentralizált rendszerekről van szó, amelyek az egyedek viselkedésének összességéként egy rendszerszintű globális viselkedéshez vezetnek (swarm intelligence). Ilyen lehet például a hangyakolóniák viselkedése.

A modellezéshez olyan „robot raj-ok létrehozása szükséges, amelyek egymástól független egyedei önálló viselkedésmintát követnek, szenzoraikkal érzékelik környezetük fizika, kémiai jellemzőit, és kommunikációs kölcsönhatásaikból egy globális viselkedés alakul ki.

A vizsgálatok céljaként felmerül a nehezen, veszélyt hordozóan megközelíthető terep feltérképezése (pl.: elaknásított terület, Mars, katasztrófa sújtotta övezet, tengeri olajfoltok).

2. A projektfeladat és a megvalósítás

2.1. Biológiai háttér¹

A hangyák (Formicidae) családja a társaséletű hártáyszárnyúak rendjébe tartozik. A kutatási projekt szempontjából a táplálék felkutatására használt módszereiket használtuk és fordítottuk le a robotok nyelvére.

Az általunk szimulált sivatagi hangya (*Cataglyphis fortis*) viselkedése eltér a feromon nyomokat hagyó rendtársaitól. A sivatagban a tájékozódásra nem áll rendelkezésére semmilyen tereptárgy, illetve szagnyomokat sem tud hagyni, mert a hatalmas hőségben a feromon nyomok hamar

¹ Kathrin Steck, Matthias Wittlinger, Harald Wolf: Estimation of homing distance in desert ants, *Cataglyphis fortis*, remains unaffected by disturbance of walking behaviour, *J Exp Biol* 2009 212:2893-2901. doi:10.1242/jeb.030403

Lixiang Li, Haipeng Peng, Jürgen Kurths, Yixian Yang, Hans Joachim Schellnhuber: Chaos-order transition in foraging behavior of ants, *PNAS* 2014 111 (23) 8392-8397; published ahead of print May 27, 2014, doi: 10.1073/pnas.1407083111

elpárolognának. Ez a hangyafaj az irányt a nap állásából határozza meg, míg a bolytól megtett távolságot lépéseiket számlálva.

A projektben a sivatagi hangyák biológiai viselkedésén keresztül modelleztünk egy terep-felderítési feladatot.

2.2. Szakirodalomban talált megoldások hasonló feladatok esetén²

Az eddigi kutatások a szakirodalom feldolgozása alapján több szempont szerint csoportosíthatók. A robotrajok célviselkedése kiterjedhet térképezésre, célobjektum keresésére, gyülekezésre. A tájékozódáshoz használt, környezet jeleit figyelő szenzorok köre igen széles. A rajok egyedeinek kommunikációja, a gyűjtött információk megosztása többféle csatornán is megvalósulhat (pl.: bluetooth, wifi).

2.3. A megvalósított rajintelligencia kutatás koncepciója

A pályázat anyagi háttérét és a megvalósíthatóság középiskolai tényezőit figyelembe véve a tervezett projekt céljai és a megvalósítás terve a következő volt:

- A projektben a sivatagi hangyák viselkedésmintáját modelleztük a táplálékkeresés során.
- Kétféle robot készült el a projektben, ezzel is modellezve a hangyák biológiai specifikációját.
- A kutató robot feladata, hogy megtalálja a táplálékot, amit egy piros színű felület szimbolizál, majd visszatérve a bolyhoz az ott várakozó társait a táplálékhoz vezesse.
- A munkás robotok feladata, hogy a kutató robotot követve a táplálékforrásig jussanak.
- Informatikai szempontból a kutató robotok felépítése a hardver és a szoftver szempontjából egységes csakúgy, mint a munkás robotoké, de a kétféle típusú robot esetén különböző.

A kutató robotok egységes, de önálló keresési algoritmus alapján mozognak egy 8-10 m² területű kijelölt terepen és színérzékelő szenzorok segítségével egy felület színétől eltérő mintázatot keresnek. A robotok

² Harald Wolf: Odometry and insect navigation | Exp Biol 2011 214:1629-1641. doi:10.1242/jeb.038570

Attila Pásztor: GATHERING SIMULATION OF REAL ROBOT SWARM, ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online)

Pásztor Attila - Kovács Tamás: Statikus bluetooth kommunikációs láncon alapuló, multi-robot területfelfedező algoritmus, A GAMF Közleményei, Kecskemét

G.Beni, J. Wang, Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems, Proceed. NATO Advanced Workshop on Robots and Biological Systems, Tuscany, Italy, 1989.

MINDSTORMS EV3 típusúak, rendelkeznek színszenzorral, giroszkóppal és infra jelvevővel. Három darab kutató robot készült el.

Amennyiben valamelyik kutató robot megtalálta a célterületet, visszatér a munkás robotok várakozási területéhez (boly), majd a munkás robotokat a célterülethez vezeti.

A munkás robotok MINDSTORMS NXT típusúak és rendelkeznek ultrahang szenzorral, valamint iránytű szenzorral. A raj követése a mágneses mező változására épül, amely a kutató robotra szerelt állandó mágnes mozgásának változására épül. Az állandó mágnes rövid távon belül elfedi a Föld mágneses mezejét, így a munkás robotok iránytű szenzoruk segítségével képesek a változások érzékelésére és a követésre, akár láncolt alakzatban is.

2.4. Tájékozódás a terepen

A kétféle típusú robot (EV3 és NXT) egyaránt képes bluetooth alapú kommunikációra, de a két kommunikációs protokoll különbözik egymástól, ezért az egymás közötti adatcsere csak egy bridge beiktatásával lehetséges (megvalósítható pl. mobiltelefonon keresztül). A kommunikáció összetettsége miatt nehezen hozható párhuzamba a biológiai mintával, így a kommunikációmentes megoldás mellett döntöttünk, amelyre nem találtunk megvalósítási példát a feldolgozott szakirodalomban.

A kutató robotok egymástól függetlenül bejárják a területet. A célt elérő robot visszatér a bolyhoz, míg a sikertelenül keresők a kiinduló pozíciójukba térnek vissza.

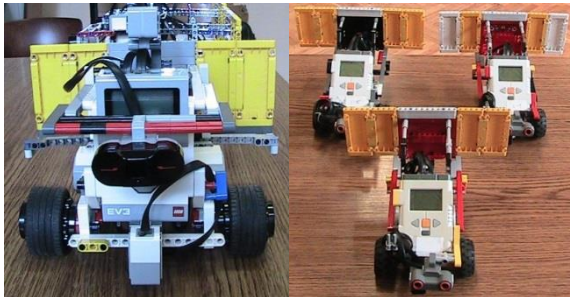
A tájékozódáshoz az ortogonális bejárás technikáját választottuk. A szakirodalom szerint az egyik legegyszerűbb módszer. A mozgás jellegéből adódóan az x illetve y koordináták meghatározása természetes egyszerűséggel adódik. A koordináta-rendszer origója a bolyon van. A koordináták számlálására a szervó motor elfordulás számlálóját használtuk, amely 360 fokos elfordulásonként 1 egységgel növekszik (ez a kutatások szerint párhuzamba állítható az sivatagi hangya tájékozódásával - lépésszámlálás).

A pontosabb pozícióba álláshoz infra kapukat használtunk, amely a biológiai rendszer napfény utáni tájékozódásának felelhet meg. Az infra jelvevők képesek a jeladó távolságát és irányát meghatározni. A pontos fordulási szögek meghatározásához giroszkóppal szereltük fel a kutató robotokat.

A munkás robotok algoritmusuk csupán a kutató követésére szolgál és mágneses jelérzékelésen alapul. A biológiai párhuzam itt is megvan a

sivatagi hangyák rövid távon belüli érzékelés és követés mintázatával (bár ott nem mágneses a jel).

2.5. Ábrák



1. ábra. Kutató robot

2. ábra. Munkás robotok



3. ábra. Teljes robotraj

3. Hasznosíthatóság

A mesterséges intelligenciakutatás csakúgy, mint a robotika a XXI. század kiemelt műszaki, informatikai területe. A komplex műszaki, természettudományi kutatás összekapcsolja biológiai élőlények viselkedésében rejlő mintákat a gépi, programozott viselkedéssel, ezáltal a két nagyon távoli terület között teremt kapcsolatot. Az általunk megvalósított kommunikációmentes megoldás egyaránt alkalmas terület felderítésre, vagy katasztrófa elhárításra olyan területen, ahol az egyedek információcseréje gátolt vagy veszélyes.

A megvalósított projektben az egyedi a mágneses jelváltozásra épülő követési mechanizmus, valamint a gyakorlatilag kommunikációmentes megvalósítás (csak indirekt kommunikációt használtunk).

Az elkészült robotkonstrukciók, a kidolgozott szenzorhasználati módszerek, valamint a robotraj egyedeinek viselkedését vezérlő algoritmusok saját munkánk.