FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1999. március 19-20.

Autonóm robotkocsik pályájának tervezése

Patkó Marius

Abstract:

This paper presents some path planning systems for indoor motion of Autonomous Mobile Robots. In the first part of my paper I present some general aspects about navigation and a navigation algorithm for Autonomous Mobile Robots, actually used by me for the research work. In the second part of the paper I present some navigation systems and path planning algorithms generally used for indoor motion. The presented navigation systems are actually used for Mobile Robot control. The third part of the paper generally presents in a few words the path planning systems.

1. Bevezető

E dolgozat célja, hogy bemutasson néhány vezérlési algoritmust a robotkocsik belsőtéri vezérléséhez.

" NAVIGÁCIÓ az a tudomány amely segítségével egy robotkocsi pályavezérlését oldjuk meg különböző környezetekben (föld, levegő, víz). A végcél az, hogy bármilyen navigációs területen a robot ne tévedjen el, és ne ütközzön semmivel" [1]

2. A NAVIGÁCIÓ

A navigáció, első sorban a robotkocsit, térbeli tájékozódását jelenti egy adott térkép szerint és az optimális út kiszámítása e tájékozódás után következik a robotkocsi vezérlése a megadott térkép szerint. A pálya ütemezésénél be kel adni a célpontot és ugyanakkor bármilyen eltérést az útvonaltól. A legtöbb felmerülő problémákat meg kel oldani a navigáció előtt. Sok algoritmus felmondja a szolgálatot abban a pillanatban amikor olyan helyzetbe kerül a robotkocsi amely bonyolítja a navigációt. Az [1] bemutat egy ilyen algoritmust (Algoritmus). Az algoritmus az elején megalapítja, hogy a robot ismeri a terep térképét vagy sem. Abban az esetben, hogy a robot még nem ismeri a térképet, az algoritmus egy lehetséges út keresésébe kezd a cél elérése érdekében. Ez az algoritmus csak egyszerű térképek esetén lehet használni. Hogyha a robot ismeri a térképet, az algoritmus kezdi keresni a lehetséges utakat, kiválasztva a legrövidebbet és végig megy ezen az úton, tételezve az út létezését. Mozgás közben a robot szenzorok segítségével vizsgálja az utat, hogy időben tudja észlelni azokat az akadályokat amelyek nincsenek feltüntetve a térképre. A robot ki kel kerülje a váratlan akadályokat.

Algoritmus:

```
IF létezik egy térkép THEN
    Keressd a térképről az utat
    Válaszd az optimális utat
    IF az út bonyolult THEN
        Az út szétválasztása több szakaszra
        Vizsgáld a terepet
        WHILE nincs a célban DO
            Tedd meg az utat
            IF van egy szakasz THEN
                Keressd a következő szakaszt
                A terep vizsgálata
                IF van egy akadály az úton THEN
                    Keres a térképen lehetséges utakat a cél felé
                    IF létezik egy lehetőség THEN
                        Tedd meg ezt az utat
                    ELSE {nincs lehetőség}
                        Várj ameddig felszabadul az út
                END {while ciklus}
            {a robot a célban van}
        ELSE {nincsen térkép}
            WHILE nincs a célban DO
                Vizsgáld az utat
                IF szabad út a célban THEN
                    Indulj a cél felé
                ELSE {akadály az úton}
                    IF szabad más irányban THEN
                        Válaszd ki heurisztikus módon az új irányt
                        Indulj az új irányba
                    ELSE {a robot csapdába került}
                        Sikertelen próba és a Task újra tervezése
                    END {while ciklus}
                {a robot a célban van}
            END {navigációs algoritmus}
```

3. Navigációs rendszerek

A navigációs rendszereknek a szerepe a robotkocsik vezérlése a navigáció idején. E rendszerek térképeket használnak az előre meghatározott pályákról. A rendszereknek egy része grafikonként tárolja a pályák rendszerét, mások betanult mozgások formájában. A napjainkban használt robotkocsik legnagyobb része a gépiparban található, ezek úgynevezett kötött pályás robotkocsik, egy pályát követnek melyet egy huzallal valósítanak meg és előre be van építve a gyár padló rendszerébe. A robotkocsi ezzel a huzallal indukciós alapon kommunikál. Egy kisebb része a robotkocsiknak rádió jeleken kommunikálnak egy központi számítógéppel, festett vonalakat követnek, vagy lézer sugár segítségével mozognak. A robotkocsik csak egy kis számú pályát tudnak követni. Nem tudnak eltévedni és, hogyha az útjukba egy akadály jelenik meg, megállnak és várnak amíg az út újra szabad lesz.

3.1. Jeladók

A hibák csökkentése érdekében a helyzet és betájolás kiszámításánál, egyes robotok fény nyalábokat érzékelnek. Ebben az esetben fény jeleket kibocsátó jeladók vannak helyezve különböző pontokban a pályán. A

SENCAR robotkocsik (Rathbone és tsa., 1986) használnak a mennyezetre illesztett infravörös jeladókat. A pálya betanítása, úgy megy végbe, hogy egy ember végig viszi a robotkocsit az egész pályán, betanítva a robot az összes megállásokat és mozgásokat. A robot megtanulja a mozgásokat és azoknak a jeladók a helyzetét amelyek mellett halad. A jeladókat a robot az eltérések kiküszöbölésére használja, amik a megadott pályától adódhatnak.

3.2. Modellek és adat szerkezetek térképeknek

Egy lényeges pont a robotkocsik rugalmasságának fejlődésében az adat szerkezetek modellezése a térképek betanítása érdekében, a keresési algoritmusok kifejlesztése és e térképek használata. A computer mely e robotokat vezérli, tárolja az összes pályákat, kereszteződéseket és megállási pontokat. A robotok melyek jeladókat használnak, nehezen navigálnak, a térkép keresés szempontjából, a mozgás két jeladó között, nehezen találva meg a jeladó helyzetét. A legrugalmasabb navigációs rendszer a robot saját modellezési rendszere. A jövő robotjai látó rendszereket, ultrahangokat, lézer sugarakat vagy más szenzorokat fognak használni a helyzetük meghatározása érdekében.

3.2.1. Tökéletes adat szerkezetek

Egy hatásos tárolási mód a térképek részére a térképet elosztása négyzetek vagy sokszögű kisebb részekre. Mindegyik rész megtalálható az adat szerkezetben mint egy elem. A részek közötti kapcsolat tulajdon képen az adat szerkezet elemei közötti kapcsolat. E elemek lehetnek tárgyak vagy szabad hely. Egy pálya e térképen a szabad helyek kapcsolása. A legpontosabb térkép a pixel térkép. Egy térkép létrehozása az adat szerkezetben könnyű feladat, viszont a nehezebb része e térképnek elemekre való elosztása és minden elemnek típus meghatározása. A robot vezérlése szempontjából fontos annak a résznek a helyzete amelyben a robot bemegy. E résznek a helyzete olyan információkat tartalmazhat mint például: szabad területek, tárgyak, tiltott részek, emelkedők, lépcsőház, felvonó, parkolási terület, veszélyes terület és emberekkel foglalt terület.

3.2.2. A szabad területek térképei

A robot képesek navigálni egy ismeretlen környezetben, térkép nélkül a szenzorok segítségével. Lépésről lépésre a robot haladásával, a követett pályákat tárolja mint tér grafikon formájában. (2. ábra)

2. ábra

A grafikon kiemelt pontjaiban a robot megáll, hogy a környezetet vizsgálja a szenzorok segítségével. A vonalak, mozgási vonalak a pontok között. Ott ahol a vonalat metszik egymást, ott kereszteződéseket

regisztrálunk. Jorgensen (1986) szerint minden vonalak által elkerített rész tartalmazhat tárgyakat. Nagy vonal szám bonyolult adat struktúrákhoz vezet, de a térképek sokkal jobbak.

4. Pályák tervezése

A térképeket két fő célra használjuk: a robot helyzetének meghatározására és a pályák tervezésére amelyeket a robotnak követnie kell. Sok pálya tervezési algoritmus robotkocsik számára, a régebbi pálya tervezési algoritmusokból írták át, melyeket a manipulátorok pálya tervezésére használták. A robotkocsik esetében a pálya tervezés könnyebb, mert le van egyszerűsítve egy három szabadság fokú robotra, egy síkban. A bemutatásra kerülő algoritmusok hat szabadságfokra vannak kibővítve. Az elvárások a pálya tervezéssel szemben a következők: : egy egyenes út megtalálása a térkép által leírt környezetben úgy, hogy a robot ne ütközzön semmivel miközben végrehajtja ez az utat; tudja kezelni a bizonytalanságokat amelyek megjelennek a szenzorok által pásztázott környezetben és a felmerült eltéréseket mozgás közben; minél kevesebb ütközés a pásztázott területen belül az által, hogy messze tartjuk a robotot a tárgyaktól; egy optimális pálya tervezése abban az esetben ha ez többször felhasználásra kerül.

4.2. A pályák automatikus tervezése

A pályák ismerése által, a környezet térképe le egyszerűsödik a pályák grafikonjára. A csomók grafikonja úgy van kezelve mint egy fa melynek origója a kiinduló csomópontban van. A mesterséges intelligenciából használva különböző eljárásokat, a program automatikusan keres egy utat a cél felé, hogyha egy ilyen pálya létezik. Hogyha több pálya is létezik, a kapott részgrafikonok egy pályák grafikonjában vannak. A legrövidebb utat választjuk ki dinamikus kereséssel. (3. ábra)

3. ábra A talált pályák grafikonja

Irodalom

- [1] P.J. McKerrow - "Introduction in Robotics", Addison - Wesley Publ. Company, 1994
- [2] J.P. Laumond, T. Simeon, R. Chatila, G. Giralt - "Trajectory planning and motion control for Mobile Robot" - In "Geometry and Robotics", pag. 133, vol. 39, Springer Verlag, 1989

Patkó Marius, M.Sc., doktorandusz

Budapesti Műszaki Egyetem, Gépgyártástechnológia Tanszék

Egri József út 1, E épület, 313 szoba, 1111, Budapest, Hungary

Tel: 0036 - 1 - 463.2518 ; Fax: 0036 - 1 - 463.3178 ; E-mail: patko@manuf.bme.hu