

MOBIL ROBOT MOZGÁSÁNAK VEZÉRLÉSE

Cservenák Ákos

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Szerszámgépészeti és Mechatronikai Intézet, Robert Bosch Mechatronikai Intézeti Tanszék

3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: cservenak.akos@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Manapság az Ipar 4.0 hatására az iparban is megjelentek a vezető nélküli járművek, így a szállítótargoncák is. Ezen járművek automatizálása manapság is sokrétű feladat. Jelen cikk feladata egy ilyen jármű pozíciójának vizsgálata és mozgásának tervezése. A vezető nélküli szállítótargonca a Miskolci Egyetem Logisztikai Intézetének High-Tech laboratóriumában található. A targonca az ottani anyagmozgatási rendszer része. A jármű pozícióját a LIDAR szenzor segítségével érzékeli. A cikk ismerteti a különböző helyzetekben mért pozíciók sorozatát, valamint részletez egy mozgás tervezési lehetőséget.

Kulcsszavak: mechatronika, mobil robot, autonóm jármű, trajektória tervezés

Abstract

Nowadays, following Industry 4.0 the driverless vehicles have appeared in the industry, such as the carriers. Automating these vehicles is a difficult task also nowadays. The purpose of this article is to plan the motion of such a vehicle. A driverless carrier or AGV can be found in the High-Tech Laboratory of the Institute of Logistics at the University of Miskolc. The vehicle is part of a material handling system. The vehicle's position is detected by a LIDAR sensor. The article describes a series of measured positions in various situations, furthermore details a motion planning option.

Keywords: mechatronics, mobile robot, autonomous vehicle, trajectory planning

1. Bevezetés

Manapság az Ipar 4.0 hatására az iparban is megjelentek a vezető nélküli járművek, így a szállítótargoncák is, amelyek AGV-nek (Automated Guided Vehicle) [1], vagy mobil robotnak tekinthető [2]. Az anyagmozgatási gépeket túlnyomórészt manapság is emberi erőforrás irányítja. Jelen cikk egy vezető nélküli szállítótargonca pozíciómérési lehetőségeit vizsgálja, és bemutat egy egyszerű pályatervezési lehetőséget. Egy ilyen jármű a Miskolci Egyetem Logisztikai Intézetében levő High-Tech laboratórium anyagmozgatási rendszerének része [4]. A pozíció meghatározására különböző technológiák állnak rendelkezésre [5], mint például induktív szenzor [6-8], képfeldolgozás [9,10], vagy LIDAR. A vizsgált jármű pozícióját egy LIDAR szenzor segítségével érzékeli és virtuális pályát használ, mint a [11]-ben kifejlesztett AGV.

A cikk 2. fejezete ismerteti a már említett targoncát, kitérve fontosabb elemeire és tulajdonságaira. A pozíciómérés során tapasztalt különböző eredményeket mutatja be a 3. fejezet. A 4. fejezet röviden ismerteti egy targonca pályatervezési lehetőséget. Az 5. fejezet végül összefoglaló megállapításokat tesz a cikkben elért eredményekről.

2. Vezető nélküli targonca

A Bevezetésben említett vezető nélküli targoncát a Gamma Digital Kft. készítette 2009-ben [3]. A targoncatípusok közül ezt a targoncát szállítótargoncának lehet nevezni, hiszen található rajta két darab tárolófelület, amelyek szállítószalagként is funkcionálnak. A targonca az anyagmozgatási rendszerben különböző állomások között képes mozogni [4]. A bejövő áruhelynél felveszi az árut, elviszi a görgőspályarendszer valamelyik állomásához, és ott leadja az árut. Ugyanezt a mozgást ellentétes irányban is meg tudja tenni. Nem csak két állomás található a rendszerben, így a targonca több különböző útvonalon is közlekedhet.

A targoncán a következő fontosabb elemek találhatók:

- LIDAR Navigáció,
- 6 szabadságfokú ipari robot,
- szállítószalag,
- biztonsági érzékelők,
- PLC és PC,
- 30V DC hajtómotorok, 1:25 áttétel,
- beállító kerék.

A navigációról részletesebben a 3. fejezetben esik szó. Az ipari robot egy Mitsubishi márkájú RV-2SDB típusú robot, amely képes darabáruk manipulálására.

A szállítószalag egységakomány átadásával és elvételével képes a laboratóriumban található görgőspálya rendszerrel kapcsolatba lépni.

A targonca elején és hátulján található Sick márkájú biztonsági érzékelők hivatottak a környezet érzékelésére. Az érzékelőknek két zónája van: figyelmeztető zóna, ekkor még nem áll meg a targonca, ezt az adatot fel lehet használni programozás során; valamint a tiltási zóna, ahol az érzékelő egy relé segítségével bontja a motorokra jutó áramellátást, ezáltal rögtön megáll a targonca.

A PLC a targoncán található egyszerűbb kimeneti és bemeneti adatok kezeléséért, a PC pedig a mozgásért felelős algoritmus futtatásért és az ehhez szükséges matematikai számításokért felelős. A PC feladata ezeken felül a hajtómotorok és szállítószalag motorok vezérlése párhuzamos porton keresztül.

A hajtómotorok 30V egyenáramú feszültségűek, amelyek egyenként 1:25 áttételű hajtóművön keresztül hajtják a kerekeket. A két kerék hajtása független egymástól, így differenciális hajtásról beszélhetünk. A targonca másik két kereke beállító kerék.

Az egyes, hálózatra is kapcsolható eszközök egy switch segítségével egymással, egy wifi bridge segítségével pedig a külvilággal is képesek kommunikálni az Ipar 4.0 IoT (Internet-of-Things) elvének megfelelően.

Az elemeken kívül fontos megemlíteni még a pályához kötöttséget: az ilyen targoncák általában valamilyen fizikai pályát követnek, mint például mágnesesíkot, vagy mágnespontokat, illetve optikai nyomvonalkövetés a jellemző még. A vizsgált targonca viszont virtuális pályán halad, a pozicionáláshoz csak a LIDAR navigációt használja.

3. Vezető nélküli targoncán végzett pozíciómérések

A targonca pozíciójának méréseért a 2. fejezetben már említett LIDAR navigációs egység felelős, ami Sick márkájú NAV350 típusú egység. Ez a navigációs egység egy forgó fejen keresztül lézerefényt

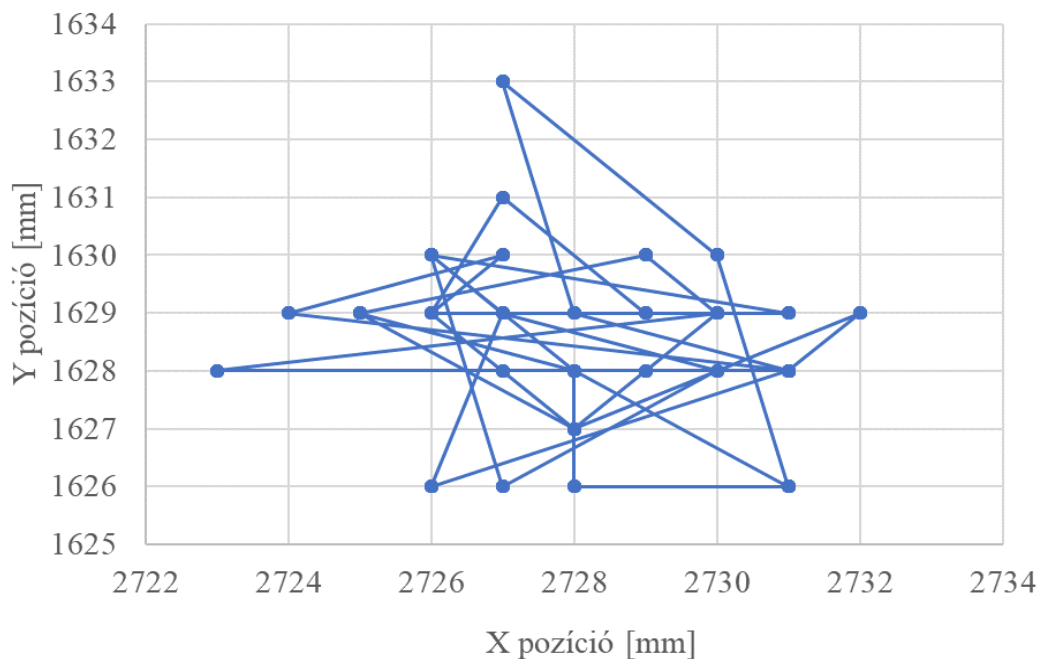
bocsát ki, és a helyiségben elhelyezett speciális fényvisszaverő tükrök segítségével kiszámolja az egység X, Y pozícióját és elfordulási szögét. A koordináta-rendszer nullpontját egy szoftver segítségével kell beállítani. A navigációs egység továbbítja a PC felé X, Y koordinátákat és szögértékeket, és ez alapján lehet pozícióalapú vezérlést kialakítani, valamint különböző pozícióméréseket végezni.

A fejezet 3 különböző mérést ismertet:

- a targonca egyhelyben áll,
- a targonca 1 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között,
- a targonca 5 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között.

3.1. Pozíciómérés – targonca egyhelyben áll

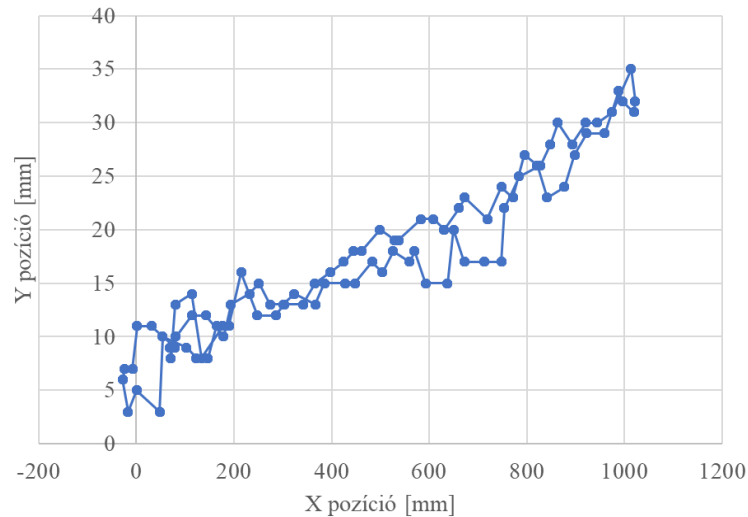
A mérés során a targonca nem mozog, így elméletileg az X és Y pozíciók változatlanok. A mérések során azonban megállapítható, hogy a mért érték változik X irányban 9mm-t, Y irányban 7mm-t, ahogy az 1. ábrán látható. A szenzor mérési pontossága a gyári katalógus szerint $\pm 10\text{mm}$.



1. ábra. Mért X és Y pozíciók – targonca egyhelyben áll

3.2. Pozíciómérés - 1 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között

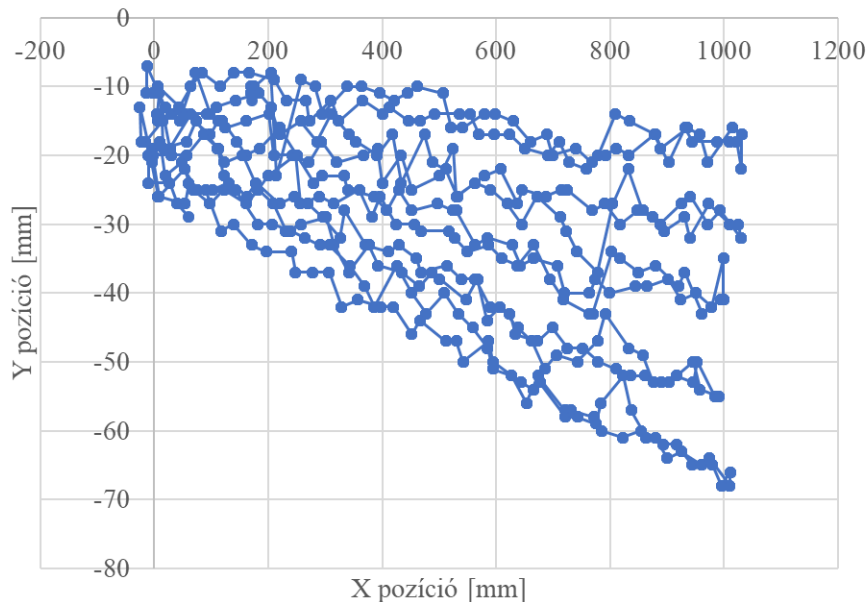
A mérés során a targonca 1 db egyenes vonalú oda-vissza mozgást végez, így elméletileg két egyenesnek kellene adódnia. A mérések során azonban megállapítható, hogy a 3.1. fejezetben részletezett mérési eredmény változása mellett a targonca sem tökéletesen egy vonalban mozog, ahogy a 2. ábrán látható. A targonca irányváltása során a beálló kerék elfordulása miatt a targonca kis mértékben kitér az egyenes vonaltól. Ezen kívül a kerék és talaj közötti felületi egyenetlenségek is befolyásolják a targonca mozgását.



2.ábra. Mért X és Y pozíciók – 1 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között

3.3. Pozíciómérés - 5 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között

A mérés során a targonca 5 db egyenes vonalú oda-vissza mozgást végez, így elméletileg 10, egymást fedő egyenesnek kellene adódnia. A mérések során azonban megállapítható, hogy a 3.1 és 3.2. fejezetben részletezett okok mellett a targonca nem ugyanazt a vonalat követi, ahogy a 3. ábrán látható. A targonca irányváltása során a beálló kerék elfordulása miatt a targonca nemcsak kitér az egyenes vonaltól, hanem a szögelfordulása is változik minden egyes oda-vissza mozgás során.



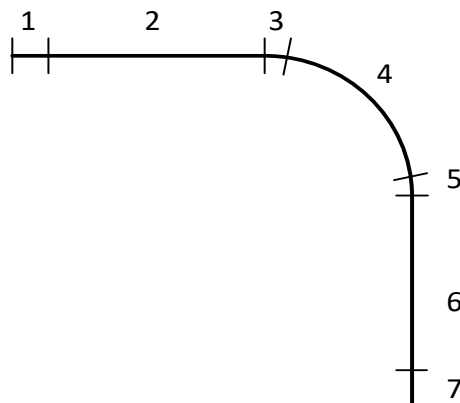
3.ábra. Mért X és Y pozíciók – 5 db egyenes vonalú, oda-vissza mozgása $X=0-1000\text{mm}$ között

4. Pályatervezési lehetőség

Egy targonca mozgásának tervezése során az egyik cél a kiinduló pont és végpont közötti útvonaltervezés. Az útvonalat szegmensekre kell felosztani annak érdekében, hogy az egyenes és íves szakaszok váltakozása megtörténhessen, valamint nyomon követhető legyen a targonca pályája. A tervezés során figyelembe kell venni:

- gyorsítást, lassítást elindulás, megállás során,
- gyorsítást, lassítást kanyarodás során.

A mozgás tervezésre egy példa látható a 4. ábrán.



4.ábra. Példa a targonca pályájának szegmensekre való felosztására

A 4. ábrán egy egyszerű, derékszögben való kanyarodást mutat be. A pálya összesen 7 szegmenst tartalmaz:

1. gyorsítás 0 sebességről az előírt sebességre,
2. egyenletes haladás az előírt sebességen,
3. egyik kerék lelassul a kanyarodás végrehajtása érdekében,
4. egyenletes, íven történő haladás,
5. a lassabb kerék ismét felgyorsul az egyenletes haladás érdekében,
6. egyenletes haladás az előírt sebességen,
7. lassítás az előírt sebességről 0 sebességre.

5. Összefoglalás

Megállapítható, hogy a navigációs eszköz gyárilag előírt pontossága és a beálló kerék hatása miatt a mérések során nem egyenletes értékek alakultak ki, az egyes vizsgált eseményeknél különböző módon. Végül a 4. fejezet egy targonca mozgás tervezésének egyik lehetséges módját mutatja be egy példán illusztrálva.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Müller, T.: Automated Guided Vehicles, IFS (Publications) Ltd, UK, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-12629-5 (1983).
- [2] Edwards, M.: The Difference Between AGVs and Mobile Robots, Cross Company (2016), <https://www.crossco.com/blog/difference-between-agvs-and-mobile-robots>
- [3] Papp, Á., Szilassy, L., Sárosi, J.: Navigation of differential drive mobile robot on predefined, software designed path, Recent Innovations in Mechatronics (RIIM), Debrecen (2016). <https://doi.org/10.17667/riim.2016.1-2/3>.
- [4] Skapinyecz, R., Illés, B.: Introduction of the High-Tech Logistics Laboratory installed at the Institute of Logistics of the University of Miskolc, COMEC 2019, Cuba
- [5] Vale, A., Ventura, R., Lopes, P., Ribeiro, I.: Assessment of navigation technologies for automated guided vehicle in nuclear fusion facilities, Robotics and Autonomous Systems (2017). <https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.08.006>
- [6] Petriu, E.M., Basran, J.S., Groen, F.C.A.: Automated guided vehicle position recovery, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 39(1), 254-258 (1990). <https://doi.org/10.1109/19.50460>
- [7] Petriu, E.M.: Automated guided vehicle with absolute encoded guide-path, IEEE Transactions on Robotics and Automation 7(4), 562 - 565 (1991). <https://doi.org/10.1109/70.86087>
- [8] Cox, I.J.: Blanche-an experiment in guidance and navigation of an autonomous robot vehicle, IEEE Transactions on Robotics and Automation 7(2), 193-204 (1991). <https://doi.org/10.1109/70.75902>
- [9] Francis, S. L. X., Anavatti, S. G., Garratt, M., Shim, H.: A ToF-camera as a 3D Vision Sensor for Autonomous Mobile Robotics, International Journal of Advanced Robotic Systems (2015). <https://doi.org/10.5772/61348>
- [10] Kelly, A., Nagy, B., Stager, D., Unnikrishnan, R.: An Infrastructure-Free Automated Guided Vehicle Based on Computer Vision, IEEE Robotics & Automation Magazine (2007).
- [11] Bačík, J., Ďurovský, F., Biroš, M., Kyslan, K., Perduková, D., Sanjeevikumar, P.: Pathfinder - Development of Automated Guided Vehicle for Hospital Logistics, IEEE Access (2017). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2767899>