

# Önvezető járművek szabad útvonal és célpont meghatározása, Lidar által érzékelt környezeti adatokból

## Definition of Freespace and target point for self-driving cars with Lidar enviromental szenzor

UNGER Miklós<sup>1</sup>, HORVÁTH Ernő<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István University SZE-JKK Győr Egyetem tér 1, Hungary [unger.miklos@ga.sze.hu](mailto:unger.miklos@ga.sze.hu)

<sup>2</sup>Széchenyi István University SZE-JKK Győr Egyetem tér 1, Hungary [horvath.erno@ga.sze.hu](mailto:horvath.erno@ga.sze.hu)

### Összefoglaló

*Az önvezető járművek legfontosabb feladata az, hogy a szenzorok által küldött információkat összegyűjtse, feldolgozza és az éppen aktuális feladatnak megfelelő kimenetet adja. A járműveken általában több környezet érzékelő szenzor van, a legjobban felszerelt járművek kamerával, radarral és lidarral is el vannak látva, ezek külön-külön adnak valami információt a járműfedélzeten lévő rendszernek, ami összegyűjti az összes szenzortól kapott információt és ezek fúziójával egy a feladatnak megfelelő döntést hoz. A Shell Eco marathont egy mérnök verseny, ahol a csapatok arra törekcsenek, hogy a járművük a lehető legkevesebb energia felhasználásával tegyék meg a versenytávot. A következő versenyen egy újfajta versenyszám is szerepet fog kapni. A csapatok mostantól autonóm, önvezető versenyszámokban is szerepelhetnek, a járműveknek öt különböző kihívásban kell helyt állniuk. Az egyik ilyen versenyszám az autonóm parkolás, ahol a járműnek önállóan, kell a kijelölt helyre, elnavigálni és a megfelelő helyen megállni a pályát határoló elemek érintése nélkül. A következőkben azt mutatjuk be, hogy a lidar adatokból, hogy lehet a célpontot meghatározni.*

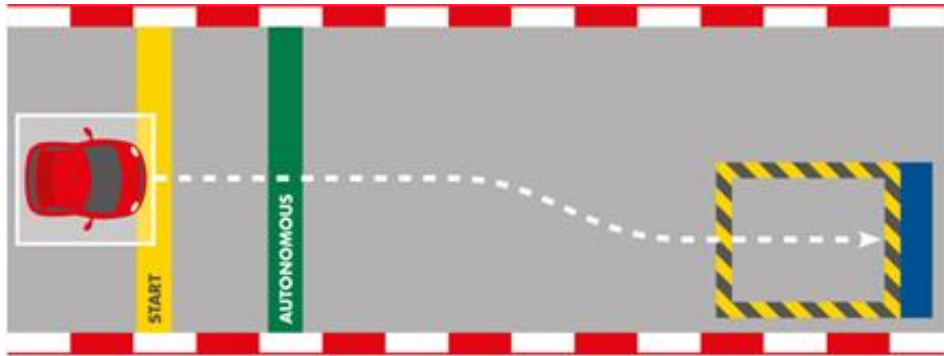
### Abstract

*The most important task of self-driving vehicles is to collect, process and output the information sent by the sensors according to the current task. Vehicles usually have multiple environmental sensors, the best equipped with cameras, radar and lidar, each providing some information to the on-board system, which collects information from all off the sensors. It fuses them to into one and make a decision suit to the task. The Shell Eco Marathon is an engineering race where teams strive to make their vehicle run with the least amount of energy. There will be a new race for the next race. Teams can now take part in autonomous, self-driving events, with vehicles facing five different challenges. One such competition is autonomous parking, where the vehicle has to stand alone navigate to the designated location, navigate and stop at the appropriate location without touching the course boundaries. The following shows how from the lidar data it is possible to determine the target.*

## 1. BEVEZETÉS

### 1.1 A feladat bemutatása

A Shell Eco Marathon autonóm versenyszámának egyik feladata az, hogy a jármű a startvonalától elindulva önállóan a környezetérzékelő szenzorok segítségével megtalálja a parkolóként feltüntetett területet, majd a megfelelő terület beazonosítása után, képes legyen a célponthoz úgy oda navigálni, hogy a jármű teste a sárga fekete szalaggal kijelölt téglalapon belül legyen, illetve a téglalap előtt lévő kék blokkhoz sem érhet hozzá (1.ábra). A blokk helyzetének meghatározását segíti, hogy a szabályzatban pontosan definiálták a hosszát.



1. ábra A feladat egyszerűsített mása

Az autonóm járművek adatfeldolgozó egységei, bemenetként a környezetérzékelő szenzorok alapján jutnak információkhoz, melyeket felhasználva az adott feladatnak megfelelő kimenetet adnak. Esetünkben a bemenetet környezetről egy sick LMS típusú sík lidartól kapjuk, ami, a függőlegesen a felszerelés síkjában, körülbelül 190°-ban képes a jármű elé 40 méter távolságra ellátni, míg a kimenet egyetlen célpont lesz a lidar koordináta rendszerében megadva. Ezen pont meghatározását a következő fejezetben fejtjük ki.

### 1.2 A csapat bemutatása

A SZEenergy Team a Széchenyi István Egyetemen működő, oktatói és kutatói mentorálással tevékenykedő hallgatói versenycsapat, mely elektromos járművek fejlesztésével és építésével foglalkozik. 2019-től a csapatnak egy új járműve van ami a SZEmission névre hallgat.

### 1.3 A Lidar működése

A Lidar az autonóm járművek körében használt távolságérzékelő szenzor. Az érzékelőnek van egy adó és egy vevő része. Az adó lézernyalábot bocsát ki a felületre, amely kölcsönhatásba lép a környezettel, majd visszaverődik a vevőhöz. A távolság a következő egyenlettel írható le:

$$Távolság = (A \text{ fény sebbsége} \times A \text{ repülés ideje})/2$$

Ahol a repülési időt közvetett módon mérik a kisugárzott és a vett jel közötti fáziseltolódás mérésével,  $f_{mod}$  a moduláris frekvencia  $\varphi$  a mért különbség a kibocsátott és a visszaverődött frekvencia között.

$$A \text{ repülés ideje} = \frac{\varphi r}{2\pi f_{mod}}$$

A Lidarok a pontokat polárkoordináta rendszerben adja meg, azonban ezeket a legtöbb felhasználási területen Descartes féle koordináta rendszerben használjuk. Az átváltás a következőképpen alakul:

$$\begin{cases} x = r * \cos\varphi \\ y = r * \sin\varphi \end{cases}$$

ahol  $r$  a sík  $P(x,y)$  pontjának origótól mért távolsága (nemnegatív szám),  $\varphi$  pedig az  $x$  tengely és az  $OP$  szakasz irányított szögtávolsága.

## 2. A FELADAT LEÍRÁSA

### 2.1 Az algoritmus lépései

Az algoritmus a következő lépésekből áll:

1. Egy nagy befoglaló poligon, mely a szabad terület meghatározására szolgál
2. Egy kisebb poligon, ami a blokkhoz tartozó pontok keresésére szolgál
3. A kisebb poligonban lévő pontok validálása, a rájuk illesztett egyenes hosszának, meghatározása
4. A megfelelő egyenes középpontjának meghatározása.

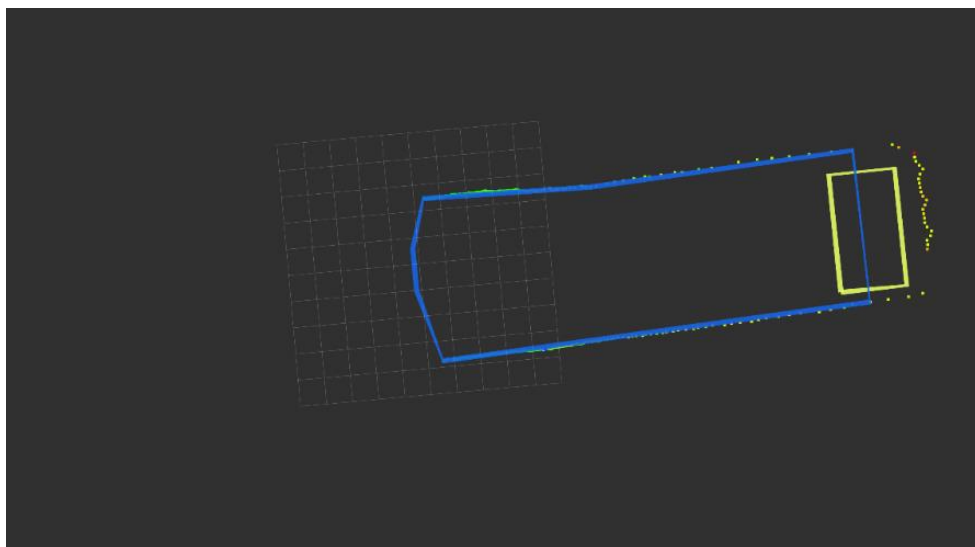
## 2.2 A pontok poligonba foglalása

A feladat első lépéseként meg kell határozni azt a szabad területet, amin belül a célpontokat keressük, ehhez a lidartól kapott kétdimenziós ponthalmazra, egy poligont készítünk. A poligonunknak ideális esetben négy oldala van, melyek a két oldalt lévő korlátok mentén húzódnak vízszintesen, illetve a parkolóhelyet jelző kék blokk vonalában függőlegesen, a negyedik oldal pedig a szenzor null pontját érintve kiadódik a másik három lezárásaként. Fontos hangsúlyozni, hogy a poligon a szenzor koordináta rendszerében határozzuk meg, ezért a járművünk irányváltásakor a poligon minden oldalának orientációja is változik. Mivel a szenzornak nincs közvetlen információja arról, hogy a jármű a pályához viszonyítva milyen szögben helyezkedik el, az orientációt és a blokk távolságát is meg kell becsülnünk. A blokk távolsága a feladat természetéből adódóan nem mindig becsülhető meg, hiszen a jármű és a blokk távolsága nagyobb is lehet, mint a szenzor érzékelési távolsága, ilyenkor a poligon szélesége a szenzor hatótávjának a maximuma.

## 2.3 A kereső poligon

Az előző fejezetben taglat poligon tartalmaz minden a szenzor által érzékelt pontot, viszont a célpont meghatározásához nincs szükségünk a környezetből érkező zajokra, illetve sem a pálya szélén található korlátok pontjaira, sem a blokk mellett feltűnő pontokra. A felsoroltak kiszűrésére létrehoztunk egy az előző fejezetben ismertetett poligonnal egyező orientációjú, a korlátok irányában (y irányban) szűkebb, a blokk irányában (x irányban), viszont az előzőn túllógó, minden esetben négy oldalú poligont.

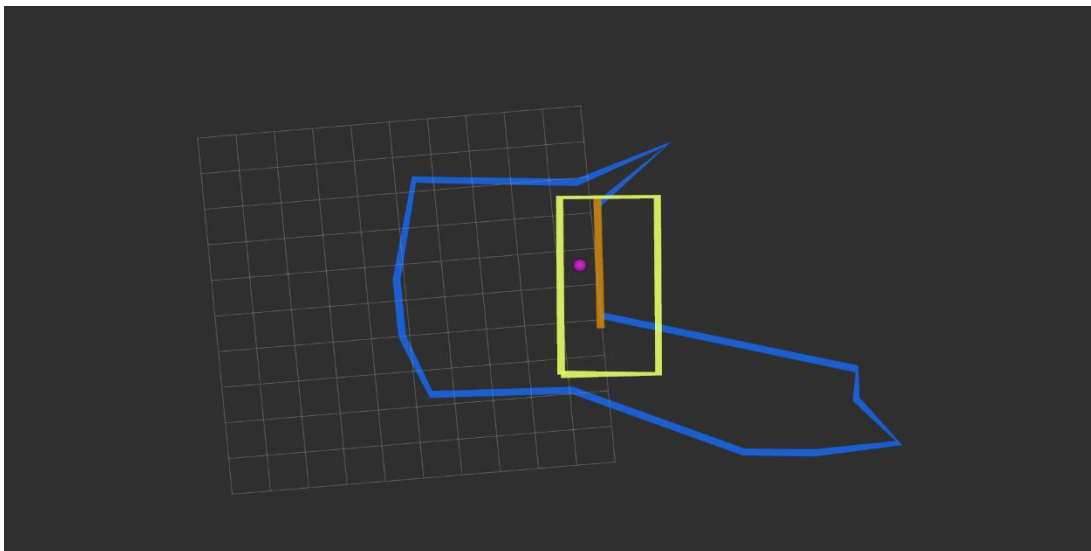
A becsült távolságon túli túllógásra a nekünk kellő blokk pontok kiszűrésének elkerülése érdekében van szükség. Ideális esetben ebben a poligonban csak a parkolóhelyet jelző blokk pontjai vannak, de a tökéletlen orientáció becslés miatt előfordulhat, hogy az oldalsó korláthoz tartozó pontokból is marad, ami megnehezíti a blokkra illesztendő egyenes meredekségének, helyes meghatározását. Ezért a megmaradt pontok mindegyikére, egyenest illesztünk és a meredekségüket vizsgáljuk. A már előállított négyoldalú poligon, oldalainak már ismert a meredekségük, mivel két-két egymással párhuzamos egyenespárból áll. Ezen meredekségekhez hasonlíthatjuk a pontokra illesztett egyenesek meredekségeit és csak azokat az egyeneseket tartjuk meg, amely a relatívan függőlegesen áll. Ezután meg tudjuk határozni a blokk két végpontját, melyből könnyedén adódik a középpont is. A végső célpontot, mivel a járművünknek meg is kell állnia, nem a blokk vonalában, hanem egy a megálláshoz szükséges távolsággal a blokk előtt határozzuk meg.



2. ábra Kékkel látható a pontokat magábafoglaló poligon, sárgával pedig a kisebb a blokkot kereső poligon

### 3. EREDMÉNYEK

A felvett adatokból kinyert szimulációk alapján, az algoritmus folyamatosan képes meghatározni a lidartól kapott információkból a parkolóhely relatív helyzetét, ha az a szenzor hatótávján belül van és megfelelő hosszúságú, különben pedig jelzést ad arról, hogy nincs a követelményeknek megfelelő egyenes. A kapott pont bemenetként szolgál az útvonaltervezőnek, amely segítségével el tudunk jutni a kijelölt pontra.



3. ábra Az ábrán narancssárga vonal jelzi a blokk helyzetét, a lilával jelölt pont pedig a végső célpontot.

### 4. ÖSSZEGZÉS

Az algoritmusunk egy speciális feladatra ad megoldást, a térben egy pontot jelöl ki, modern az önvezető autók körében széleskörűen használt kétdimenziós szenzor segítségével. Az algoritmus jelenleg fejlesztési fázisában van, a továbbiakban a rendszer robusztusságát javítva, figyelni fogjuk a detektált blokk távolság és szög változását, amelyek segítségével ki tudjuk szűrni az ugrásszerű változásokat.

### KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A cikk kutatásaihoz az Új Széchenyi Terv keretein belül a „Tehetséggondozás és kutatói utánpótlás fejlesztése autonóm járműirányítási technológiák területén (EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001)” projekt és a Széchenyi István Egyetem biztosított forrást. A kutatás az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Pattantyús Gépész- és Villamosmérnökök Kézikönyve 1. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1961
- [2] Verőné Wojtaszek, Malgorzata. Fotointerpretáció és távérzékelés 3., A lézer alapú távérzékelés. Nyugat-magyarországi Egyetem (2010)
- [3] Sick LMS1xx product datasheet (2018)
- [4] [www.szenergy.hu](http://www.szenergy.hu) honlap
- [5] <https://www.shell.com/make-the-future/shell-ecomarathon.html> honlap [5]
- [6] Hwang, Soonmin; Kim, Namil; Choi, Yukyung; Lee, Seokju; So Kweon, In (2016). Fast Multiple Objects Detection and Tracking Fusing Color Camera and 3D LIDAR for Intelligent Vehicles. 13th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI). ISBN 978-1-5090-0821-6.