

Smart Truck Swarm modell

ERROR

Finta Imre, Szakali Benedek

Felkészítő tanár: Kiss Róbert

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

1. Bevezetés

Napjaink legelterjedtebb szárazföldi szállítóeszközei kétségtelenül a kamionok. Gyorsaságuk és rugalmasságuk kitűnő eszközzé teszik őket ezen feladatok elvégzésére, viszont van egy komoly hátrányuk: magas fogyasztásuk miatt fenntartásuk drága, ráadásul a nagy károsanyag-kibocsátás a környezetet is komolyan veszélyezteti. Ezért a szállítmányozó cégek és kamiongyártók legfontosabb preferenciái közé tartozik a kamionok fogyasztásának csökkentése.

A fogyasztás csökkentésére több módszer is kínálkozik. Az elmúlt években számos gyártó kísérletezett már alternatív üzemanyagokkal és jobb hatásfokkal rendelkező motorokkal, de talán a legnagyobb potenciál a járművekre ható légellenállás csökkentésében rejlik. Egyes kutatások szerint a kamion üzemanyag felhasználásának akár 50%-át is a légkör ellenében kifejtett munka emésztheti fel, ennek csökkentésével tehát javíthatóak a fenntartási költségek.

A légellenállás csökkentésére irányuló kutatások manapság két fő irányba tartanak. Az egyik lehetőség a kamion formájának megváltoztatása. A nagy, szögletes dobozforma rendkívül rossz légellenállási mutatókkal bír, az elmúlt évtizedekben mégsem történt számottevő változás a járművek külalakjában. A másik lehetőség az érték javítására kamionrajok kialakítása. Ezen módszerrel a kamion az előtte haladó szélárnyékába kerül, így jelentősen csökkenti saját fogyasztását. A módszer hátránya, hogy az ezt használó sofőrök nem tudnak megfelelő követési távolságot tartani, így alkalmazása igen balesetveszélyes.



1. ábra. A Smart Truck Swarm modell robotkamionjai

Mi ez utóbbi módszert választottuk projektünk témájául. Az általunk létrehozott Smart Truck Swarm modell három, autonóm működésre képes kamionból álló robotraj, amelynek tagjai érzékelők és a köztük felépített kommunikációs hálózat alapján képesek követni egymást. A kamionokat az 1. ábra mutatja.

2. Probléma megoldásának menete

2.1. Projekt kiválasztása

A megvalósítás első lépése a megoldás megtervezése és az elméleti háttér kialakítása volt. A rendszer ideális kialakításához elsősorban kutatómunkát végeztünk. Utánanéztünk a kamiongyártók jelenleg e téren folytatott kísérleteinek és az általuk használt módszereknek. A Mercedes 2016-ban indított útnak három rajba állított kamiont Stuttgartból Rotterdamba (a kamionok a 2. ábrán láthatóak). A kamionok automatikusan követték egymást az autópályán, és sikeresen eljutottak céljukhoz. A Mercedes által használt megoldás inspirálta a saját kommunikációs hálózatunk kialakítását.

A kutatás után az előkészítés következő lépése volt saját modellünk megtervezése. Az eredeti terv szerint a kamionok ultrahangos távolságmérővel határozták volna meg az előttük haladó távolságát és a kanyarodás irányát. A kommunikációt peer-to-peer hálózat formájában képzeltük el, így minden kamion csak az előtte- és mögötte haladóval kommunikál. Ez rugalmas és – mivel nincsenek benne kitüntetett csomópontok – stabil rendszert jelent. A hálózaton keresztül a robotok szinkronizálják sebességüket és állapotukat.



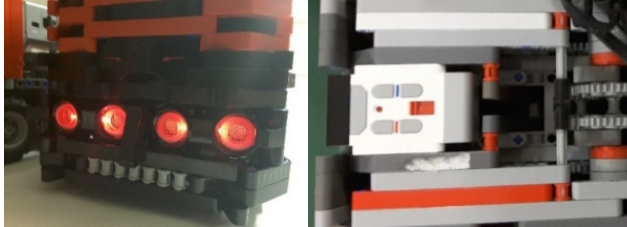
2. ábra. A Mercedes kísérlete

2.2. Modellek

A koncepció megtervezése után következett a kamionmodellek elkészítése. A járműveket LEGO-ból építettük meg, és különösen ügyeltünk a minél élethűbb paraméterekre a minél realisztikusabb szimuláció érdekében. A modellek így fejlett kormányművel, háromtengelyes kialakítással és két hajtott tengelyt biztosító hajtáslánccal rendelkeznek. A hajtásért két EV3 Large motor a felelős, a kormányzást egy harmadik, EV3 Medium motor végzi.

Minden modellbe került két ultrahangos érzékelő az előttük haladó mozgásának követésére. Mivel azonban ezek nem bizonyultak elég pontosnak

a kanyarok érzékelésére, egy-egy infravörös érzékelőt is elhelyeztünk a modellek elején, a hátuljukon pedig egy-egy infravörös jeladót. Ez utóbbiak ráadásul egyedi csatornán sugároznak, így a kamionok követése mellett azok azonosítására is lehetőséget adnak. A szenzorokat a 3. ábra mutatja be



3. ábra. Ultrahang- és infraszenzorok illetve infravörös jeladó a kamionokon

2.3. Működés és programok

A robotraj első tagját – a sofőrt szimulálva – távirányítóval irányítjuk. A mögötte haladó kamionok ultrahangszennorral mérik meg az előttük haladó távolságát. A járművek az előttük haladó sebességéből és távolságából kiszámolják saját sebességüket, amely az ideális követési távolság tartásához szükséges, a kanyarodás mértékét pedig a két ultrahangszennor által mért értékek különbségéből, majd ezt pontosítják az infravörös szennor mérése alapján, amely az előtte haladó kamion hátulján elhelyezett jeladó irányát határozza meg. A korrekcióra azért van szükség, mert az ultrahangszennorok – az eredeti elképzeléssel ellentétben – nehezen érzékelik az ilyen kis távolságkülönbséget, valamint csak kis látószöggel rendelkeznek, így könnyen szem elől tévesztik a követendő kamiont.

A koncepció rugalmassága érdekében eredetileg minden roboton azonos program futott volna. Ez végül a kommunikáció nehézségei miatt nem valósulhatott meg, de így is csupán az elől haladó jármű programkódja tartalmaz extra parancsokat a kommunikáció vezérlése és a távirányítás céljából. Minden program két párhuzamos programszálon fut, az egyik a kommunikációt kezeli, a másik a motorok vezérlését látja el. A szimultán működés lehetővé teszi, hogy a robot vezérlése folyamatosan, valós időben frissülő adatok alapján történjen.

2.4. Kommunikáció

Az eredeti elképzelés a kommunikációs hálózat felépítésére egy Peer-to-Peer (P2P) alapú hálózat volt, ahol minden robot csupán az előtte és mögötte haladóval kommunikál. Az EV3-as robotok szoftvere azonban csak a master-slave alapú piconet hálózatok létrehozását támogatja, ezért az elől haladó master robot programját az üzenetek továbbításához szükséges kódsorokkal kiegészítve egy szimulált P2P hálózatot hoztunk létre. Bár az üzenetváltás sebessége és a rendszer dinamikussága szempontjából ez nem az elérhető

legjobb megoldás, de a modell továbbfejlesztése és esetleges platformváltás esetén ez a felépítés biztosítja a lehető legszélesebb mozgásteret.

A kommunikáció során minden robot két adatot küld, és ugyanilyen két adatot fogad. Az egyik adat az előtte haladó kamion sebessége. Ez alapján határozza meg saját sebességét a másiktól mért jelenlegi távolságának függvényében. Ezután saját sebességét a mögötte haladónak továbbítja. A másik fogadott adat a mögötte haladó robot állapota. Amennyiben egy robot szem előtt veszti az előtte haladót, egy STOP állapotjelzést küld neki, ami azt tovább küldi az őt megelőzőnek stb., így a leszakadt rész előtt haladó robotok mind STOP jelzést kapnak. A STOP jelzést kapott robotok megállnak, ezzel szétszakadás esetén a lánc elől járó részei leállnak, hogy bevárják a leszakadt részt.

3. Elért eredmények

Az elkészült projekt egy-két (fentebb említett) kivétellel sikeresen valósította meg az eredeti elképzelést. A legfontosabb elért eredmények:

- Valóságghú, a lehetőségekhez mérten pontos modellek elkészítése
- Szenzormérésekre és megosztott adatokra támaszkodó vezérlőrendszer kifejlesztése a járművekhez
- A rendszer működik, a kamionok hatékonyan képesek követni egymást
- A modell egy változatát bemutattuk a VII. Mobilrobot Programozó Országos Csapatversenyen, ahol elnyertük a Legjobb kommunikációs robotprogram díjat

A téma iránt napjainkban mutatkozó kiemelt érdeklődés is mutatja, mekkora potenciál rejlik a területre irányuló kutatásokban. Az általunk létrehozott rendszer kitűnő alternatívát nyújt a felvázolt probléma megoldására, a felhasznált szenzorok lehetőségeinek nagyarányú kihasználása pedig segíthet a technológia költségeinek csökkentésében, hiszen így olcsóbb szenzorok használatával is ugyanolyan, vagy akár jobb eredmények érhetőek el, mint drágább társaikkal. A modell továbbfejlesztése révén pedig nem csak a kamionos szállítmányozás költségei csökkenthetőek jelentősen, de az ezzel elért üzemanyagfogyasztás-csökkenés kisebb károsanyag-kibocsátással jár, ami környezetvédelmi szempontból is fontossá teszi az ilyen irányú fejlesztéseket.



4. ábra. A Smart Truck Swarm működés közben