

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
1.1. Motiváció	3
1.2. Elvégzendő kísérletek, elérendő célok	3
1.3. Kapcsolódó irodalom	4
2. Algoritmusok és kommunikációs protokolljavaslatok	5
2.1. Elvi áttekintés	5
2.2. Definíciók	6
2.2.1. Statikus infrastrukturális elemek	6
2.2.2. Okosautók és képességeik	7
2.2.3. Csoportosítások definíciói	7
2.2.4. Bírók	7
2.3. Csoportosítás	8
2.3.1. Csoportformálás	8
2.3.2. Csoport képességei és előnyei	8
2.3.3. Csoportok felbontása	8
2.4. Sávváltások	8
2.4.1. A SUMO sávváltásának ismertetése	8
2.4.2. A módosítások ismertetése	8
2.5. Bírók	8
2.5.1. Csomóponti áthaladás protokollja	8
2.5.2. Forgalomirányítási algoritmus	9
2.5.3. Konfliktusosztály-váltási algoritmusok	9
3. Szimulációs platform	10
3.1. A SUMO rövid bemutatása	10
3.2. A SUMO-n végzett bővítések	10
4. Mérések	11
4.1. Mérési elrendezések	11
4.1.1. Mérések pályái	11
4.1.2. Lámpaprogramok	11
4.1.3. Normális és rendhagyó forgalom	11
4.1.4. (Intelligens) lámpavezérlés	11

4.2. Mérendő mennyiségek	12
4.3. Mérési eredmények	12
4.4. Mérési eredmények értékelése	12
5. Összefoglalás, konklúzió	13
6. Függelék	14
6.1. Pontos protokolleírások	14
6.1.1. Csoportosítás	14
6.1.2. Sáv váltás	14
6.1.3. Bíróval kapcsolatos üzenetváltás	14
6.2. Algoritmusleírások	14
6.2.1. P-szabályozók	14
6.2.2. Preemptív RR ütemező	15
6.2.3. MDDF ütemező	15

1. fejezet

Bevezetés

1.1. Motiváció

Napjainkra az emberek széles körének vált elérhetővé a gépkocsival való közlekedés. Sajnos amikor úthálózatunkat a múlt század közepén megtervezték, még álmodni sem mertek a mérnökök a mai forgalom méretéről. Ez sajnos meg is látszik, az útjaink állandóan telítettek, mindennapossá váltak a kilométeres forgalmi torlódások.

Mivel a torlódásokat, dugókat sokszor az emberi figyelmetlenség – vagy egyszerűen csak a lassabb reakcióidő – okozza, a járműgyártók igyekeznek minél több és minél kifinomultabb vezetéstámogató rendszert szerelni autóinkba. Ez a technológia kezd elég fejletté válni ahhoz, hogy a gépjárművek akár saját magukat is vezessék, akár emberi beavatkozás nélkül is. Másfél-két évtizeden belül valós elképzelésnek tűnik, hogy a mindennapi forgalom egy részét már ilyen, önvezető járművek adják.

Ha ezen autókat felruházzuk megfelelő kommunikációs képességekkel, akkor minden lehetőség adott egy kooperatívan működő ágensrendszer kialakításához is. Lehetővé válhat általa az útfelület jobb kihasználása kisebb követési távolságokkal. Megnövelhető lenne a forgalmi csomópontok áteresztő képessége új, kommunikáción alapuló forgalomirányító mechanizmusokkal. A sávváltások forgalomcsökkentő hatása is csökkenthető lenne, ha a járművek egy csoportja váltana egyszerre sávot és nem egyesével kellene sávot váltania az egyes autóknak. Emellett persze nem mehetünk el olyan előnyök mellett sem, mint a forgalom biztonságának növekedése, vagy az üzemanyagfogyasztás – ezzel együtt a károsanyag-kibocsátás – csökkenése.

1.2. Elvégzendő kísérletek, elérendő célok

- szűk egy oldal
- milyen kísérleteket, miért végzek el, mit várok tőlük

1.3. Kapcsolódó irodalom

- Kibővítem az eddigit
- Kb. másfél-két oldal

2. fejezet

Algoritmusok és kommunikációs protokolljavaslatok

2.1. Elvi áttekintés

Az általam javasolt megoldások törekszenek használni a már meglévő közúti infrastruktúrát (pl. sávjelzések), ám szükséges lehet néhány új jelzés bevezetése. Ilyen jelzés lehet egy forgalmi csomópont megközelítését vagy éppen elhagyására figyelmeztető marker elhelyezése.

Járműveink, hívjuk őket *okosautóknak* ezen jelzések között *csoportokba* tömörülnek. Azok a járművek alkothatnak egy csoportot, akik a csomóponton azonos mozgási pályán kívánnak átmenni. Egy-egy csoportot a csoport élén haladó *csoportvezető* vezeti, a többiek, a *csoporttagok* pedig a csoportvezetőt követve próbálnak átkelni a kereszteződésen.

A csoportvezetők döntései nyomán történnek a sávváltások is. Amennyiben egy csoportvezető úgy határoz, hogy a csoportja sávot fog váltani, ezt a szándékot közli a célsávban lévő csoport vezetőjével is. A két csoportvezető ezután megegyezik abban, hogy melyikük csoportja lesz a manőver végén előrébb. Ha szükséges, a célsávban lévő csoport beengedi maga elé a másik csoportot.

A csomópontot megközelítve pedig a csoportvezető jelenti be a csomópontban az áthaladási jogot osztó *bíró* számára csoportja érkezését. A bíróját logikája szerint az egyes csoportokat olyan „nagyobb csoportokba” sorolja, amely nagyobb csoportok egyszerre áthaladhatnak az adott csomóponton. Hívjuk ezeket a „nagyobb csoportokat” *konfliktusosztálynak*! A bíróját a konfliktusosztályok közül választja ki azt, aki éppen áthaladhat a csomóponton.

Vegyük észre, hogy a bíróját hasonló dolgot csinálnak, mint az operációs rendszerek ütemezői: egy szűkös erőforrás elosztásán dolgoznak egymással „versengő” kliensek számára. Innen jött az ötlet, hogy a már jól ismert algoritmuso-

kat (némi módosítással) a bírók konfliktusosztály-váltó logikájaként fel lehetne használni.

2.2. Definíciók

2.2.1. Statikus infrastrukturális elemek

Belépési marker

A *belépési marker* egy néhányszor tízméter hosszú szakaszt¹ jelöl a csomópontba befelé vezető oldalon, de a csomóponttól viszonylag messzebb kezdve.

A belépési marker jelzi az okosautók számára, hogy össze kell állni csoportokba.

Bejelentési távolság

A bejelentési távolság a csoportvezető számára hordoz információt. Ekkora távolságból kell ugyanis bejelentkeznie a bírónál. A bíró ekkor határozza meg, hogy egy csoport melyik konfliktusosztályba tartozik.

Megállási távolság

Ez gyakorlatilag a Kreszből ismert STOP-vonal megjelenítése. Technikai okokból a csomóponttól nagyjából 10 méteres távolságra van.²

Kritikus pont

A csomóponttól egy-két méter távolságra elhelyezett pont. Amelyik autó ezen a ponton áthalad, annak a csomóponton is minél előbb át kell haladnia. Az okosautók mindig bejelentik, ha áthaladnak ezen a ponton, így tudja a bíró, hogy éppen van-e autó a csomópontban.

Kilépési marker

Amint egy autó áthaladt a csomóponton, a kilépési markerhez ér. Itt egyfelől jelzi a bíró számára, hogy áthaladt a csomóponton. Másrésről a jármű kilép a csoportjából és konfliktusosztályából is.

Mivel az csoport élén halad a csoportvezető, ezért természetesen ő lép ki először a csoportból. Ilyenkor gondoskodunk az új csoportvezető kiválasztásáról is.

¹A pontos hosszt nem érdemes definiálni. Azt az aktuális topológia befolyásolja ugyanis.

²A preempció miatt előfordulhat olyan eset, hogy egy járműnek relatíve intenzíven kell fékeznie ahhoz, hogy ne fusson bele a csomópontba...

Magyarázat a megállási távolság és kritikus pont léteire

A mindennapi közlekedésünk során is elő-előfordul az a jelenség, hogy hiába észleljük időben a sárga lámpát, már nem tudunk biztonsággal megállni a lámpa előtt, ezért továbbhaladunk. Eközben elképzelhető, hogy a lámpa már pirosra is váltott.

Ilyen esemény természetesen egy intelligens közlekedési rendszerben is bekövetkezhet. Csakhogy itt az algoritmusok érzékenyebbek arra, hogy éppen van-e valaki a kereszteződésben, akinek már elvileg nem lenne szabad ott lennie. Valószínűleg bonyolult implementációval ez a helyzet is számítható lenne, de ennél egyszerűbb megoldás, ha a következők szerint járunk el:

1. Csak bizonyos idő (pl. 3 s) letelte után indítjuk el a következő konfliktusosztályt. Ez nagyjából a sárga lámpa esete.
2. Csak akkor indítjuk el az új konfliktusosztályt, ha már letelt az előző pontban említett idő, és a kereszteződés is üres. Ez pedig a pirosba belecsúszó autó esete.

A megállási távolság és a kritikus pont egymáshoz való helyzetének megértéséhez szükséges a szimulációs platform, a SUMO (bővebben lásd a 3. fejezetet) felépítésének ismerete. Tömören fogalmazva itt az autók egy gráf élein (ezek nagyjából a sávok) mozognak. A gráf pontjai pedig a sávok kapcsolódási pontjai, viszont a SUMO-ban ezek fizikai kiterjedéssel nem rendelkeznek. Tehát egy kereszteződés képe a SUMO-ban egy grafikai trükk, a csomópont pontos határainak ismerete így nehézkes volna. Ezért nem esik egybe a megállási távolság és a kritikus pont, ugyanis nem volna egyszerű rájuk egy konkrét értéket meghatározni. Ez a mi szempontunkból jelenleg nem is érdekes kérdés.³

2.2.2. Okosautók és képességeik

- fél és egy oldal közötti terjedelemben

2.2.3. Csoportosítások definíciói

Csoportok

- kb. fél oldalon

Konfliktusosztályok

- ez is kb. fél oldalon

2.2.4. Bírók

- kb. fél oldalon
- a statikus elemekkel vett kapcsolatok leírása

³A kritikus pont, a megállási és bejelentési távolságok egy-egy koncentrikus kör mentén helyezkednek el, melyek középpontja a SUMO csomópontjának pozíciója.

2.3. Csoportosítás

2.3.1. Csoportformálás

- 4-5 bekezdés
- protokoll elvi leírása (pontos leírást inkább függelékként írnám)

2.3.2. Csoport képességei és előnyei

- nagyjából féloldalas leírás
- főleg a csoportosítás által adott előnyökről szeretnék írni:
 - kevesebb kommunikáció csomópontoknál
 - együtt haladás
 - sávváltások megkönnyítése

2.3.3. Csoportok felbontása

- a csoportformálásho hasonlóan 4-5 bekezdés, absztrakt protokolleírással

2.4. Sávváltások

2.4.1. A SUMO sávváltásának ismertetése

- Van egy publikációja Krajzewicz-nek arról a sávváltási modellről, amit átírtam „intelligensre”, itt erről szeretnék írni kb. egy oldalnyi összefoglalást
- Ebbe egy kisebb (már meglévő) protokoll ismertetését is szeretném beleszőni

2.4.2. A módosítások ismertetése

- Egy újabb egy-másfél oldalnyi terjedelemben
- írnék arról, hogy a már meglévő algoritmust, protokoll hogyan és miért módosítottam

2.5. Bírók

2.5.1. Csomóponti áthaladás protokollja

- Kb. egyoldalas leírás a következőkről:

Csatlakozás konfliktusosztályhoz

Áthaladás a csomópontokon

2.5.2. Forgalomirányítási algoritmus

Döntés áthaladásról

- kb. fél oldal
- aktív konfliktusosztály
- sárga (biztonsági) fázis szükségessége

Konfliktusosztály váltása

- kb fél oldal terjedelemben
- mikor kell konfliktusosztályt váltani

2.5.3. Konfliktusosztály-váltási algoritmusok

Rokonság operációs rendszerek ütemezéjével

Nagyjából 2-3 bekezdés

Preemptív Round Robin ütemező

Néhány bekezdésnyi terjedelemben írnám le itt. A pontos algoritmust függelék-ként közölném.

MDDF ütemező

Nagyjából egy-másfél oldalnyi terjedelemben ismertetném az MDDF algoritmust Fahwadek publikációja alapján. Pár bekezdésben pedig kitérnék egy-két kisebb módosításáról, amit csináltam rajta.

3. fejezet

Szimulációs platform

3.1. A SUMO rövid bemutatása

- kb. egy-két oldalas összefoglaló
- mi ez, hogyan épül fel

3.2. A SUMO-n végzett bővítések

- ide a nyári irományból szeretném kiragadni a lényegét
- kb. 3-4 oldalban
- kiegészítve azokkal a „tervezői döntésekkel”, amik a SUMO működéséből adódnak: mágikus konstansokkal, furcsaságok leírásával

4. fejezet

Mérések

4.1. Mérési elrendezések

4.1.1. Mérések pályái

- leírom a tesztpályát
- a BAH-csomópontot
- kb. féloldalas szöveges leírás + ábrák

4.1.2. Lámpaprogramok

- egy-két bekezdésben leírni a Bp. Közúttól kapott programokat
- valószínűleg ezek másodpercre optimalizáltak

4.1.3. Normális és rendhagyó forgalom

- Mit értek ezek alatt
- A BAH-ban mit nevezhetnénk rendhagyónak
- Itt jó kérdés, hogy mi alapján jelentjük ki, hogy mi a normális és mi a rendhagyó. Mert eddig empirikus alapokon, becsült forgalomértékekkel dolgoztam...

4.1.4. (Intelligens) lámpavezérlés

- unalmas leírás a konkrét BAH-csomópontbeli beállításokról
- MDDF, RR, hagyományos, szabályozatlan esetek leírása
- Ez is nagyjából egy oldalnyi lesz

4.2. Mérendő mennyiségek

- nagyjából féloldalas leírás
- megtett utak (megérkezett autók)
- átlagsebességek
- balesetek
- fogyasztások vagy károsanyagkibocsátások
- és ezek értelmezése

4.3. Mérési eredmények

2-3 oldalnyi táblázatok, grafikonok

4.4. Mérési eredmények értékelése

- Nagyjából másfél-két oldalon át elemzem az adatokat
- várt és kapott értékek közötti eltérések, hasonlóságok elemzése

5. fejezet

Összefoglalás, konklúzió

- kb. 1 oldalon

6. fejezet

Függelék

6.1. Pontos protokolleírások

- Üzenetek, szekvenciadiagramok az egyes üzenetváltásokra
- Esetleg rövid magyarázat nem triviális megoldásokra
- protokollonként fél-egy oldal közötti terjedelem

6.1.1. Csoportosítás

Csoportba belépés

Csoportból kilépés

Csoportvezető váltása

6.1.2. Sávváltás

6.1.3. Bíróval kapcsolatos üzenetváltás

Konfliktusosztályba belépés

Bíró pollingoza

6.2. Algoritmusleírások

6.2.1. P-szabályozók

- Van két P-szabályozón alapuló megoldásom a programban
- ezekről a SUMO-s fejezetben szeretnék bővebben írni
- itt részletezném, hogy mi a konkrét szabályozó algoritmus, mi a munkapontjuk stb.

Adaptív tempomat csoporttagok között

Megállás bírónál

6.2.2. Preemptív RR ütemező

- A konkrét konfliktusosztály-választó algoritmus pszeudokódbeli leírása

6.2.3. MDDE ütemező

- Az MDDE és az eredeti, és az én megvalósításom közötti eltérések leírása
- pseudo-kód