

Debreceni Egyetem
Informatikai Kar

Információ Technológia Tanszék

**Valós idejű rendőr-agens irányító a Robocar
World Championshiphez**

Témavezető:

dr. Bátfai Norbert
egyetemi adjunktus

Készítette:

Balkus Gergő Máté
programtervező informatikus hallgató

A dolgozat benyújtásához hozzájárulok.

dr. Bátfai Norbert

Debrecen
2016

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
1.1. Robotautók	4
1.2. Okos városok	4
2. A Robocar World Championship (OOCWC)	5
2.1. Ismerkedés az OOCWC rendszerrel	5
2.2. A rendszer elindítása	6
2.3. Szükséges módosítások a projekt számára	7
2.3.1. Az eredeti irányítás	7
2.3.2. Az új irányítás	7
2.4. Az adat áramlása	7
3. Felhasznált technológiák	9
3.1. Java	9
3.1.1. Története	10
3.1.2. Objektorientáltság	10
3.1.3. Platformfüggetlenség	10
3.1.4. Swing	11
3.1.5. JXMapView	11
3.2. C++	12
3.2.1. Története	12
3.2.2. Boost library	12
3.3. Maven	14
3.4. Git	15
3.5. OpenStreetMap (OSM)	16
4. Az alkalmazás (Cop Controller)	17
4.1. Az alkalmazás elindítása	18
4.2. Az alkalmazás funkciói	18
4.2.1. Aktuális állás megjelenítése	18
4.2.2. Rendőrök és gengszterek hozzáadása	18
4.2.3. Rendőrök irányítása	18
5. Jövőbeli munka	19
6. Összefoglalás	20

Irodalomjegyzék	21
Függelék	23
Köszönetnyilvánítás	24

1. fejezet

Bevezetés

1.1. Robotautók



1.1. ábra. A Google által fejlesztett robotautó. Forrás: [10].

TODO

1.2. Okos városok

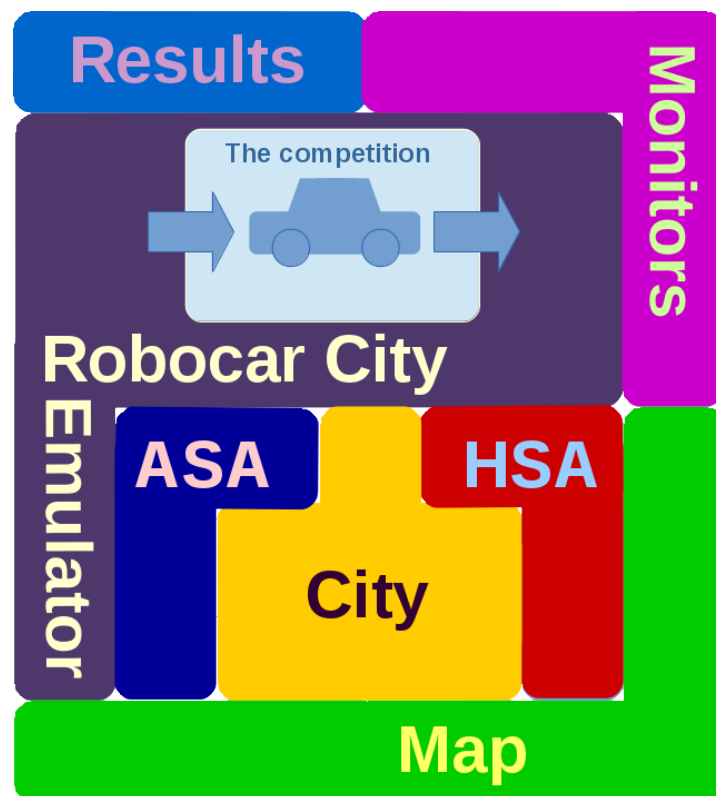
TODO

2. fejezet

A Robocar World Championship (OOCWC)

2.1. Ismerkedés az OOCWC rendszerrel

Az OOCWC rendszer célja, hogy az autonóm autók és az okos városok közötti összefüggéseket vizsgálja, kutatási valamint oktatási célokat is szolgál. A rendszer felépítését a 2.1. ábra szemlélteti.



2.1. ábra. Az OOCWC rendszer tetris terve. Forrás: [4].

Ez alapján a rendszer egyes elemei:

- Map – a szimuláció egy adott térképen értelmezett,
- City – a szimuláció működési egysége,
- The competition – a verseny célja / maga a verseny,
- ASA – automatikus adatgyűjtő rendszer,
- HSA – kézi adatgyűjtő rendszer,
- Robocar City Emulator – forgalom emuláció,
- Results – a verseny eredményei, illetve kísérletek eredményei,
- Monitors – megjelenítők, vizualizáció.

A rendszer többcélú. Egyrészt egy kutatási platformot kínál forgalomelemzésre, szimulációkra. A szimuláció az OpenStreetMap [17] térképein fut.

A rendszer másik célja, hogy egy verseny segítségével találjuk meg a lehető legjobb forgalomirányító algoritmust. Az OOCWC már több sikeres versenyen is túl van a Debreceni Egyetem Informatikai Karán [16]. Gyakori, hogy egy kutatás által létrejött rendszerre versenyt szerveznek a felhasználók körében. Erre egy jó példa az mesterséges intelligencia (AI - Artificial Intelligence) területén a RoboCup [14].

Fontos megemlíteni, hogy a Robocar World Cup kiválóan alkalmazkodik a különböző esetekre. Az oktatás és kutatások támogatására került kifejlesztésre a „Police Edition” (egy pillanatkép ebből a változatból a 4.1. ábrán látható). A cél, hogy rendőr-ágensekkel, melyeket a felhasználó által megírt irányító algoritmus vezérel, minél több gengszter-ágent kapjunk el.

A rendszer jelenleg háromféle forgalmi egységet különböztet meg, routine cars, smart cars és guided cars. A szimuláció kezdőállapota a routine cars és smart cars elhelyezése a térképen a gyűjtött adatok alapján.

A rendszer „Police Edition” változatából készíthetnek egy saját fork-ot a hallgatók és az érdeklődő kutatók. A játék célja, hogy a rendőr ágensekkel minél több gengszter ágent kapjunk el. A bemutatott projekt (4. fejezet) is egy ilyen forknak tekinthető.

2.2. A rendszer elindítása

TODO parancsok berakása és megmagyarázása

2.3. Szükséges módosítások a projekt számára

2.3.1. Az eredeti irányítás

Eredetileg a rendőr-ágensek is C++ nyelven (3.2. fejezet) lettek megvalósítva, ezáltal hozzáférnek az OOCWC osztott memóriájához (shared memory), amiben több adat közt megtalálható az OSM [17] (3.5. fejezet) térképből felépített irányított gráf BGL (Boost Graph Library) (3.2.2. fejezet). Ezt a gráfot és a Boost, gráfokra implementált, kereső algoritmusait felhasználva a rendőr-ágens képes létrehozni a szimulációs szerver által értelmezhető útkereső (routing) parancsot, mellyel a szerver a kapott parancs alapján mozgatja a megfelelő rendőr-ágenst.

TODO a parancs szintaxisának bemutatása

TODO forráskód a routingról

2.3.2. Az új irányítás

Ahhoz hogy az eredeti irányításhoz hasonló mozgatót érjünk el a kívánt rendőr-ágensen, egy olyan programozási nyelvvel amelynek nincs hozzáférése az OOCWC által felépített osztott memóriához, egy új parancs bevezetésére volt szükség, amely helyettesíti az eredeti útkereső parancsot, a valódi routingot (az út megtalálását kettő csomópont között) pedig a szerverre kellett bízni.

Ennek a változtatásnak a bevezetésével úgy vélem hogy egy új lehetőség nyílik meg az OOCWC rendszer számára, mégpedig hogy több programozási nyelv segítségével is meg lehessen jeleníteni az aktuális állapotot, illetve lehessen irányítani a rendőr-ágenseket. (I'm looking at you, Python)

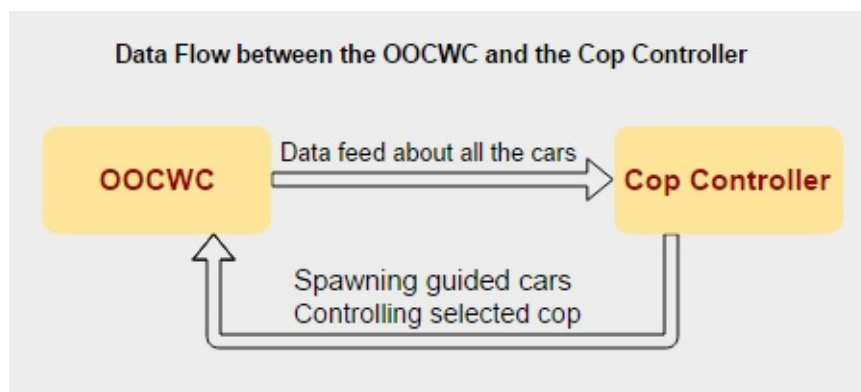
TODO az új parancs szintaxisának bemutatása

TODO forráskód az új routingról

2.4. Az adat áramlása

Ahogy a 2.2. ábrán látható, ahogy folyik a szimuláció a szerveren, úgy minden egyes lépésként a szerver elküldi az aktuális állást az alkalmazásnak. Ezt a Cop Controller feldolgozza, ezáltal valós idejű képet adva a jelenleg állásról.

Az alkalmazás oldaláról több funkciót is lehet lehet használni. Ezekről többet a 4.2. fejezetben olvashatsz. Ezek a funkciók azonnal feldolgozásra kerülnek a szerveren, így a változás azonnal látható lesz.



2.2. ábra. Az adat áramlása az OOCWC rendszer (2. fejezet) és az alkalmazás (4. fejezet) között.

3. fejezet

Felhasznált technológiák

3.1. Java

A Java egy általános célú, objektumorientált programozási nyelv, amelyet a Sun Microsystems fejlesztett az 1990-es évek elejétől kezdve egészen 2009-ig, amikor a céget felvásárolta az Oracle. 2011-ben a Java 1.7-es verzióját, 2014-ben pedig az 1.8-as verzióját már az új tulajdonos gondozásában adták ki.

```
1 public class HelloVilag {  
2     public static void main(String [] args) {  
3         System.out.println("Hello Vilag!");  
4     }  
5 }
```

Forráskód 3.1. A klaszzikus „Hello World!” Javában

A nyelv 2016-ban is sikeres a szerver oldalon a servlet, a JSP és Enterprise JavaBeans, JDBC technológiákkal, integrációs lehetőségeivel, nyelvi eszközeivel, JVM nyelveivel és a nyílt forráskódú közösség tudására is építve.

A Java alkalmazásokat jellemzően bájtkód formátumra alakítják, de közvetlenül natív (gépi) kód is készíthető Java forráskódból. A bájtkód futtatása a Java virtuális géppel történik, ami vagy interpretálja a bájtkódot, vagy natív gépi kódot készít belőle, és azt futtatja az adott operációs rendszeren. Létezik közvetlenül Java bájtkódot futtató hardver is, az úgynevezett Java processzor.

A Java nyelv a szintaxisát főleg a C és a C++ (3.2. fejezet) nyelvektől örökölte, viszont sokkal egyszerűbb objektummodellel rendelkezik, mint a C++. Példaként szolgál az egyik fő különbsége a C++ nyelvtől: nincs az osztályok között többszörös öröklődés (ezt a célt az interfészek valósítják meg).

A JavaScript szintaxisa és neve hasonló ugyan a Java-éhoz, de a két nyelv nem áll

olyan szoros rokonságban, mint azt ezekből a hasonlóságokból gondolhatnánk.

Négy fontos szempontot tartottak szem előtt, amikor a Javát kifejlesztették:

- objektumorientáltság;
- függetlenség az operációs rendszertől amelyen fut (platformfüggetlenség);
- olyan kódokat és könyvtárakat tartalmazzon, amelyek elősegítik a hálózati programozást;
- távoli gépeken is képes legyen biztonságosan futni.

3.1.1. Története

Bár a nyelv neve kezdetben Oak (tölgyfa) volt, (James Gosling, a nyelv atyja nevezte így az irodája előtt növvő tölgyfáról), később kiderült, hogy ilyen elnevezésű nyelv már létezik, ezért végül Java néven vált ismertté. A Java nyelvet kávézás közben találták ki, innen ered a kávéscsésze ikon [13].

3.1.2. Objektumorientáltság

A nyelv első tulajdonsága, az objektumorientáltság („OO”), a programozási stílusra és a nyelv struktúrájára utal. Az OO fontos szempontja, hogy a szoftvert „dolgok” (objektumok) alapján csoportosítja, nem az elvégzett feladatok a fő szempont. Ennek alapja, hogy az előbbi sokkal kevesebbet változik, mint az utóbbi, így az objektumok (az adatokat tartalmazó entitások) jobb alapot biztosítanak egy szoftverrendszer megtervezéséhez. A cél az volt, hogy nagy fejlesztési projekteket könnyebben lehessen kezelni, így csökken az elhibázott projektek száma.

3.1.3. Platformfüggetlenség

Ez a tulajdonság azt jelenti, hogy a Java-ban írt programok a legtöbb hardveren ugyanúgy futnak. Ezt úgy érik el, hogy a Java fordítóprogram a forráskódot csak egy úgynevezett Java bájtkódra fordítja le. Léteznek továbbá szabványos könyvtárcsomagok, amelyek, - közvetítve a kód és a gép között, - egységes funkcionalitásként teszik elérhetővé az illető hardver sajátosságait (grafika, szálak és hálózat).

Vannak olyan Java fordítóprogramok, amelyek a forráskódot natív gépi kódra fordítják le, - ilyen például a GCJ, - ezzel valamelyest felgyorsítva annak futtatását. Cserébe a lefordított program elveszíti hordozhatóságát.

Egyes cégek, mint például a Microsoft, mégis platformfüggő sajátságokat adtak a nyelvhez, amire a Sun keményen reagált: beperelte a Microsoftot (az amerikai bíróság 20 millió dollár kártérítésre és a sajátos tulajdonságok visszavonására kötelezte a céget). Válaszként a Microsoft kihagyta a Java rendszert a jövőbeli termékekből és Windows-változatokból. Ez azt jelenti, hogy az Internet Explorer webböngésző alapváltozataiból hiányzik a Java. Így abban az olyan weboldalak, amelyek Java-t használnak, nem fognak helyesen megjelenni. A Windows-felhasználók e problémáját megoldva a Sun és más cégek ingyenesen letölthetővé tették a JVM rendszert azon Windows-változatok számára, amelyekből a virtuális gép hiányzik.

A hordozhatóság megvalósítása technikailag nagyon bonyolult. E közben a Java esetében is sok vita volt. Az „írd meg egyszer, futtasd bárhol” szlogenből „írd meg egyszer, keress hibát mindenhol” lett. 2016-ra a hordozhatóság nem okoz tovább problémát, mivel maga a Java is nyílt szabványokra épül, például: OpenGL, vagy Open POSIX.

A Java minden jelentősebb platformon elérhető (Linux, Unix, Windows, iOS).

3.1.4. Swing

A Swing egy eszközkészlet a grafikus felhasználói felületek létrehozására.

A Swinget azzal a céllal fejlesztették, hogy egy szofisztikáltabb GUI komponenshalmazt szolgáltatson mint a korábbi Abstract Window Toolkit (AWT) [1]. A Swingnek a komponensei erőteljesebb és flexibilisebb az AWT-hez hasonlítva. A már ismert komponensekhez, mint például a Button-ök, check boxok és labelek, a Swing olyan további fejlett eszközökkel szolgál, mint a tabbed panel, scroll pane, fák, táblázatok és listák.

Ellentétben az Abstract Window Toolkit komponenseivel, a Swing komponensei nem platform-specifikus kódként lettek implementálva. Helyette teljesen Java nyelven írták meg, ezáltal a komponensek platform-függetlenek lettek. A „lightweight” kifejezéssel írjuk le az ilyen elemeket [15].

A Swinget a közeljövőben a JavaFX [12] fogja felváltani.

3.1.5. JXMapView

A JXMapView [19] egy nyílt forráskódú Java könyvtár, ami egy Swing (3.1.4. fejezet) JPanel [11] szolgáltat, melynek feladata a térkép betöltése, és mutatása.

TODO

3.2. C++

A C++ egy általános célú, magas szintű programozási nyelv. Támogatja a procedurális, az objektumorientált és a generikus programozást is. Napjainkban szinte minden operációs rendszer alá létezik C++ fordító. A nyelv a C hatékonyságának megőrzése mellett törekszik a könnyebben megírható, karbantartható és újrahasznosítható kód írására, ez azonban sok kompromisszummal jár. Erre utal, hogy általánosan elterjedt a mid-level minősítése is, bár szigorú értelemben véve egyértelműen magas szintű.

A nyelv tervezésénél fontos szempont volt a C-vel való kompatibilitás, ezt oly mértékben sikerült megvalósítani, hogy minden szintaktikailag helyes C program egyben egy szintaktikailag helyes C++ program is.

```
1 #include <iostream>
2
3 int main()
4 {
5     std::cout << "Hello , vilag!" << std::endl;
6     return 0;
7 }
```

Forráskód 3.2. A klasszikus „Hello World!” C++-ban

3.2.1. Története

Bjarne Stroustrup kezdte el a C++ programozási nyelv fejlesztését a C programozási nyelv kiterjesztéseként, más nyelvekből véve át megoldásokat, ötleteket. A nyelv első, nem kísérleti körülmények közt való használatára 1983-ban került sor, 1987-ben pedig nyilvánvalóvá vált, hogy a C++ szabványosítása elkerülhetetlen. Ez a folyamat 1991 júniusában kezdődött el, amikor az ISO szabványosítási kezdeményezés részévé vált. A C++ programozási nyelv szabványát 1998-ban hagyták jóvá ISO/IEC 14882:1998 [6] (C++98) néven, a 2003-as változat kódjelzése pedig a ISO/IEC 14882:2003 [7] (C++03) lett. Az ezt követő 2011-es változatot ISO/IEC 14882:2011 [8] (C++11) kódjelzéssel hagyták jóvá. A jelenlegi legfrissebb változata a 2014-es ISO/IEC 14882:2014 [9] (C++14) kódjelzésű verzió.

3.2.2. Boost library

A Boost a C++ programozási nyelvhez ad támogatást olyan könyvtárakkal, melyek különböző területek különböző problémáit segítenek megoldani. Többek között ilyen te-



3.1. ábra. A Boost logója. Forrás: [3].

rületek a lineáris algebra, a pseudorandom számok generálása, a többszálásítás, a képfeldolgozás, a reguláris kiejezések, illetve a unittesztelés.

Az OOCWC (2. fejezet) számára az egyik legfontosabb ilyen könyvtár a BGL (Boost Graph Library) [2], melynek segítségével épül fel az OpenStreetMap [17] (3.5. fejezet) térkép alapján az OOCWC irányított gráfja.

3.3. Maven

Az Apache Maven (röviden Maven) egy szoftver, amelyet szoftverprojektek menedzselésére és a build folyamat automatizálására lehet használni. Jason van Zyl készítette 2002-ben. Funkcionalitásában hasonlít az Apache Ant eszközhöz. A projektet az Apache Software Foundation hosztolja, ahol korábban a Jakarta Projekt részeként működött.

A Maven bevezeti a POM, azaz a Projekt Objektummodell (angolul: Project Object Model) fogalmát. Egy POM egy buildelendő projektet ír le és annak függőségeit. Az egyes lépéseket céloknak, angolul goal-oknak nevezik. Vannak előre definiált célok a tipikus feladatokra, mint például a kód fordítása és csomagolása, de a felhasználónak lehetősége van saját célokat is definiálni a projektspecifikus lépések végrehajtására.

A Maven hálózatképes, tehát szükség esetén dinamikusan is le tud tölteni komponenseket. Repository névvel illetik a különböző hosztok fájlrendszereinek azon mappáit, ahol a letölthető komponensek találhatók. A Maven nem csak a repository-kból való letöltést támogatja, hanem a készült szoftvercsomag feltöltését is. Ezzel az automatizálható le- és feltöltési mechanizmussal a Maven de facto szabványt próbál teremteni, de elég lassan fogadja el a Java közösség.

A Maven-nek léteznek beépülő moduljai számos népszerű IDE-höz, melyek integrációt nyújtanak a Mavennal való az IDE build mechanizmusához, kódszerkesztő eszközeihez. Ezekkel lehetőség van az IDE-ből lefordítani a projekteket, és beállítani a classpath-t a kód kiegészítéshez ill. fordító hibák színezéséhez stb. Ilyen IDE például az Eclipse, illetve a NetBeans is.

3.4. Git

A Git egy nyílt forráskódú, elosztott verziókezelő szoftver, vagy másképpen egy szoftverforráskód-kezelő rendszer, amely a sebességre helyezi a hangsúlyt. A Gitet eredetileg Linus Torvalds fejlesztette ki a Linux kernel fejlesztéséhez. Minden Git munkamásolat egy teljes értékű repository teljes verziótörténettel és teljes revíziókövetési lehetőséggel, amely nem függ a hálózat elérésétől vagy központi szervertől.

Számos nagy volumenű projekt használja jelenleg a Gitet verziókezelő rendszerként; a legfontosabbak ezek közül: Linux-rendszermag, GNOME, Samba, X.org, Qt. A Git karbantartásának felügyeletét jelenleg Junio Hamano látja el.

A Git rendszerét a BitKeeper és a Monotone ihlette. Eredetileg alacsony szintű verziókövető rendszernek tervezték, azonban teljes értékű revíziókövető rendszerré szélesedett, amelyet már közvetlenül is lehet használni. Torvalds, aki jártas a nagy, szétszított fejlesztési projektekben és a fájlrendszerekben, és gyorsan akart működő rendszert fejleszteni, ezekre az elvekre alapozta a Gitet:

- A nemlineáris fejlesztés erős támogatása. A Git támogatja az ágak (branchek) készítését, összefésülésüket, és tartalmaz eszközöket a nem-lineáris fejlesztési történet ábrázolására.
- Elosztott fejlesztés. A Git minden fejlesztő helyi munkaváltozatában rendelkezésre bocsátja a teljes addigi fejlesztési történetet, és a változtatások másolása mindig két repository között történik. Ezeket a változtatásokat, mint külön ágakat importálják és összefésülhetők, hasonlóan a helyben létrehozott fejlesztési branchekhez.
- Nagy objektumok hatékony használata.
- Kriptográfiailag hitelesített történet. A Git-történet olyan módon tárolódik, hogy a szóban forgó revízió neve függ a hozzá vezető fejlesztési történettől. Ha egyszer publikálták, akkor már nem lehetséges észrevétlenül megváltoztatni egy régi revíziót. A struktúra hasonlatos a hash-fához, de hozzáadott adatokkal az egyes csomópontokon és leveleken.
- Eszközkészlet-szerű megoldás. A Git maga C-ben írt programok halmaza, számos shell-szkripttel megtűzdelve, amelyek összefűzik ezeket a C-ben írt programokat. Annak ellenére, hogy a szkriptek többségét újraírták C-ben a Microsoft Windows-ra való portolás eredményeként, a struktúra megmaradt, és továbbra is könnyű az egyes komponenseket láncba rendezni az igényeknek megfelelően.

3.5. OpenStreetMap (OSM)

Az OpenStreetMap (OSM) csoportmunkán alapuló térképfejlesztés, melynek célja egy szabadon szerkeszthető és felhasználható térkép készítése az egész világról.

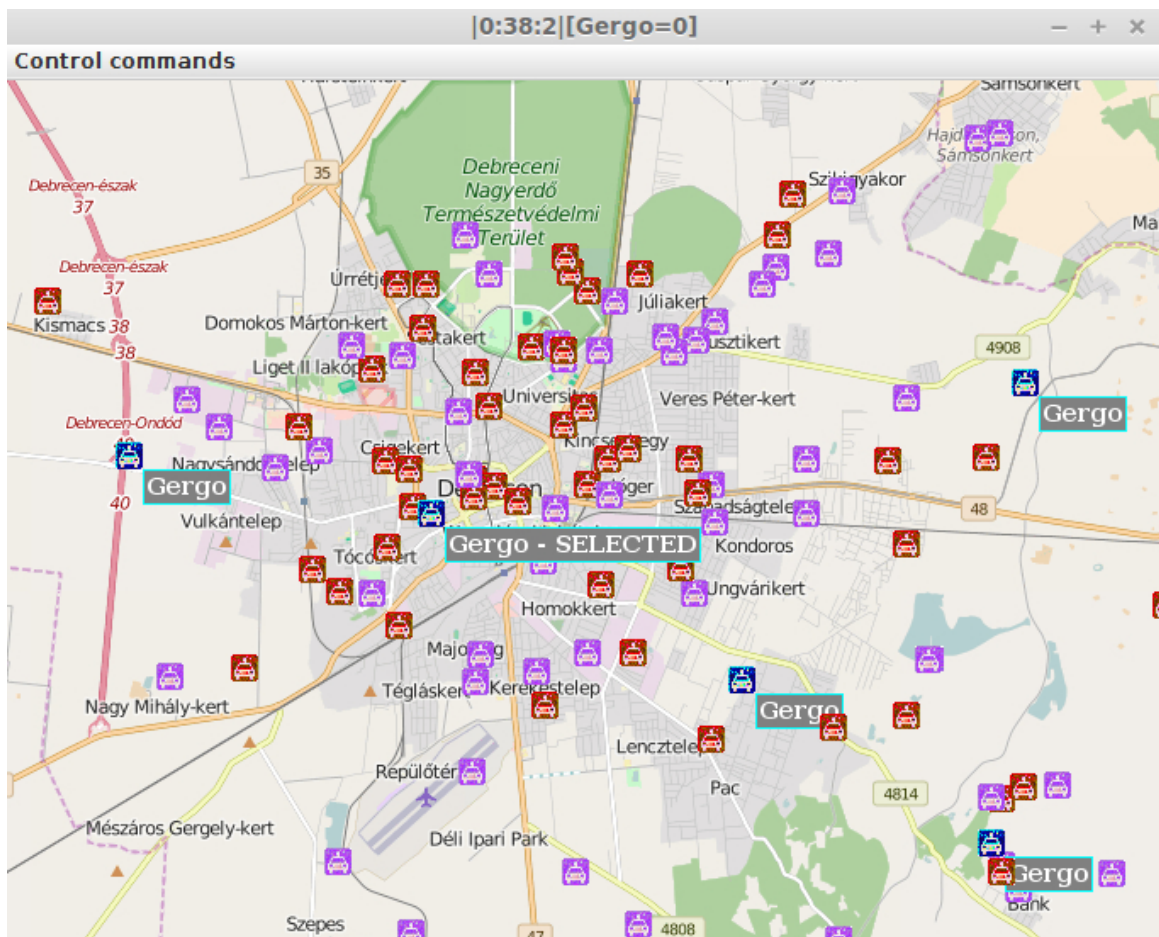
A térképek hordozható GPS eszközökből, légifotókból, szabadon használható, nemzeti kormányzati nyilvántartásokból és egyéb szabad forrásokból származó adatok, vagy egyszerű helyismeret alapján készültek. A térinformatikai adatbázis teljes tartalma Open Database License licenc alatt érhető el letöltésre [18] (a konkrétan megrajzolt térképrészek általában változatos szabad licencek alatt attól függően, hogy azokat ki rajzolta az adatbázisból).

Az OpenStreetMapot olyan oldalak ihlették, mint a Wikipédia – a térkép-megjelenítésnél elérhető egy jellegzetes „Szerkesztés” fül, és a változtatások teljes története is rendelkezésre áll. A regisztrált felhasználók feltölthetnek GPS nyomvonalakat, és szerkeszthetik a vektoros adatokat adott szerkesztőeszközök használatával.

A `www.openstreetmap.org` [17] címen a regisztrációt követően bárki elkezdheti a szerkesztést. A GPS készülékkel vagy PDA-val személyesen gyűjtött adatokat GPX formátumban lehet a megadott oldalra feltölteni, majd a rögzített pontok alapján a tereptárgyakat megrajzolni és beazonosítani. A projektben résztvevők térképező hétvégeket szoktak szervezni egy-egy kiemelt terület felmérésére. A projektnek már 2006-ban több magyar tagja volt, pedig akkor a szerkesztők száma még csak kb. 1000 volt.

4. fejezet

Az alkalmazás (Cop Controller)



4.1. ábra. Pillanatkép a rendszer „Police Edition” változatának a projekt szerinti módosításával (lásd: 4. fejezet). A térkép az OSM egy részlete, Debrecen, Hajdú-Bihar Megye, Magyarország. A megjelenítést a JXMapView2 [19] biztosítja. A térképen a routine car rózsaszínnel, a gengszter ágensok pirossal (smart car), a rendőrágensek (guided car) kékkel jelölve. Az éppen kiválasztott rendőr-ágens melyet éppen irányítunk pedig el van látva a „SELECTED” felirattal. Forrás: [5]

Ennek a projektnek a célja az, hogy az OOCWC (2. fejezet) kvalifikációs (illetve a bátrabbaknak a verseny) részét (is) valósidejű irányítás válthassa ki, ezáltal érdekesebbé, és kézügyességtől (is) függővé válik a gengszterek elkapása.

A projekt egy Maven (3.3. fejezet) által menedzselte Java (3.1. fejezet) alkalmazás, amihez egy Swing (3.1.4. fejezet) grafikus felhasználói felület (Graphic User Interface) tartozik. Továbbá a Maven felelős a projekt dependenciáinak (dependency) a megfelelő verziószámú letöltéséért is.

Ilyen függőség például JXMapView2 [19] (3.1.5. fejezet)).

4.1. Az alkalmazás elindítása

4.2. Az alkalmazás funkciói

4.2.1. Aktuális állás megjelenítése

TODO kép hozzáadása + kevés magyarázás

4.2.2. Rendőrök és gengszterek hozzáadása

TODO kép hozzáadása + működés magyarázása

4.2.3. Rendőrök irányítása

TODO kép hozzáadása + működés magyarázása

5. fejezet

Jövőbeli munka

TODO további lehetséges fejlesztések részletezése

6. fejezet

Összefoglalás

TODO

Irodalomjegyzék

- [1] AWT. Abstract window toolkit, 2016. URL <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/awt/package-summary.html>.
- [2] Boost Graph Library. Boost graph library, 2001. URL http://www.boost.org/doc/libs/1_60_0/libs/graph/doc/index.html.
- [3] Boost logo. Boost logo, 2005. URL <http://boost.cvs.sourceforge.net/viewvc/boost/boost/boost.png?revision=1.2&view=markup>.
- [4] N. Bátfai. robocar-emulator, 2015. URL <https://github.com/nbatfai/robocar-emulator>.
- [5] N. Bátfai, R. Besenczi, A. Mamenyák, and M. Ispány. Traffic Simulation based on the Robocar World Championship Initiative. *Infocommunications Journal*, 7(3): 50–59, 2015.
- [6] C++1998. ISO/IEC 14882:1998, 1998. URL http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=25845.
- [7] C++2003. ISO/IEC 14882:2003, 2003. URL http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38110.
- [8] C++2011. ISO/IEC 14882:2011, 2011. URL http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=50372.
- [9] C++2014. ISO/IEC 14882:2014, 2014. URL http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=64029.
- [10] Google Self-driving car image. Google Self-driving car image, 2015. URL <http://www.newsnish.com/cars/latest-car-news/robocar-google-deploys-nextgen-cars/>.
- [11] Java Swing JPanel. Java swing jpanel, 2016. URL <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/javawx/swing/JPanel.html>.
- [12] JavaFX. Javafx, 2016. URL <http://docs.oracle.com/javase/8/javafx/get-started-tutorial/jfx-overview.htm#JFXST784>.

- [13] JavaName. Why is it called java?, 1991. URL <http://mathbits.com/MathBits/Java/Introduction/BriefHistory.htm>.
- [14] H. Kitano, M. Asada, Y. Kuniyoshi, I. Noda, and E. Osawa. RoboCup: The Robot World Cup Initiative. In *Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agents*, AGENTS '97, pages 340–347. ACM, 1997.
- [15] M. Loy, R. Eckstein, D. Wood, J. Elliott, and B. Cole. In *Java Swing (2 ed.)*, page 53. O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [16] OOCWC Competitions. Competition Result of Debrecen, 2015. URL <http://justine.inf.unideb.hu/2015/Europe/Hungary/Debrecen/>.
- [17] OSM. OpenStreetMap, 2016. URL <https://www.openstreetmap.org/about>.
- [18] R. Weait. Openstreetmap data license is odbl, 2012. URL <https://blog.openstreetmap.org/2012/09/12/openstreetmap-data-license-is-odbl/>.
- [19] M. Steiger. jxmapviewer2, 2016. URL <https://github.com/msteiger/jxmapviewer2>.

Függelék

COPCONTROLLER is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

COPCONTROLLER is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with COPCONTROLLER. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

CSTS is free software: you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

CSTS is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with CSTS. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

Köszönetnyilvánítás