

Robotizált kockázatmenedzsment a közlekedésbiztonsági tervezésben

(Robotized risk management in the planning of traffic rule systems)

Pitlik László, My-X team, 2015

Kivonat: A cikk elsődleges kérdése, vajon egy, a személygépjárművek esetében feltételezett robotpilóta, mely a XXI. században a közlekedési helyzetek értelmezését támogató big data kapcsolatokkal permanens módon rendelkezik; és a hatóságok által mindenkor időként lefektetett/kitáblázott, s egyértelműnek remélt/ vélt közlekedési szabályok lehetnek-e konfliktusban egymással? A kérdés megválaszolását egy esettanulmány keretében, hasonlóságelemzésre alapozva lehet lépésről lépésre követni.

Kulcsszavak: hasonlóságelemzés, benchmarking, intelligens közlekedés

Abstract: The most relevant question of this article is, whether a robot-driver (being always in connection with the big data of the XXI. century in order to derive ad hoc interpretation of the most rational decisions) and the valid traffic rules of the authorities could be inconsistent? The answer for this question will be searched in frame of a case study an based on similarity analyses.

Keywords: similarity analysis, benchmarking, smart transportation

Bevezetés

Ahhoz, hogy egy személygépkocsi robotpilótája (egyelőre a valamilyen hitelességgel előkészített közlekedési szabályozásoktól és az ezek mögötti közlekedés-szabályozási filozófiáktól függetlenül) racionális döntéseket tudjon hozni, alternatívák értékelésére kell képesnek lennie.

A közlekedésfilozófiák az ún. shared space (közlekedési tábla/lámpa-mentes) koncepciójától a szinte mindenkor kényszerűen inkonzisztens/hiányos táblaerdők kihelyezéséig terjednek – óvatos optimizmussal valahol egy statikus optimum-ponttal ezen halmazon belül.

Jelen cikknek nem célja a filozófiák elméleti szintű értékelése, ellenben az esettanulmány kapcsán – indirekt módon – bizonyos áthallások nem küszöbölhetők ki. Ezek értelmezése azonban már az Olvasóra van bízva (vö. shared space between words/sentences:-).

Az eset

A mellékletek között szereplő 1. ábra mutatja be a helyszínt (Budapest, XIV. kerület, Kassai tér – ahol a tér „szerkezetét” a 7. ábra jellemzi). Az 1. ábrán a piros vonal egy elvileg, vagyis a hatóságok által itt és most szabálytalannak vélt manővert mutat be. A szabálytalanság foka egy rendőrfőnöki interjú alapján 10.000 Ft és 3 büntető pont (a kanyarodási szabályok megsértése kapcsán) vagy 50.000 Ft és 4 büntető pont (a kötelező haladási irány szabályainak megsértése okán). Vagyis egy kellően súlyosnak, egyértelműen társadalomellenesnek ítélt cselekedetről van szó. Az, hogy a járőrnek van-e mérlegelési joga (azaz ő dönti-e el, melyik tételt alkalmazza automatikus feljelentés helyett a helyszíni bírság csekkjének kiállításakor), egyelőre még nem derült ki...

DE: miért is „csábulna” el bárki is ösztönös mérlegelés alapján, hogy a piros vonallal jelölt manővert megtegye?

Ehhez tudni kell az utazás célját: ez pedig ne legyen más, mint az M3-as belváros felé vezető oldaláról átjutni az M3-as városból kivezető oldalára, vagyis quasi megfordulni a Nagy Lajos király útja magasságában az M3-as autópálya városi szakaszán...

Az alternatívák

Matematikailag természetesen nagyon sok alternatíva lenne definiálható az utcaszerkezetet egyfajta gráfként értelmezve. Itt és most 5 egymástól karakterisztikusan eltérő megoldás (A-B-C-D-E) kerül kiemelésre, bemutatásra, elemzésre.

A-variáns (2. ábra): A Google Maps (mint egyfajta közlekedést vezérlő robot) által elsődlegesen javasolt és a fentebb említett büntetési tételekkel járó (egyes emberi sofőrök számára intuitívan triviális) manőver vázlata...

B-variáns (3. ábra): A Róna utca felé való jobbra letéréssel és egyfajta azonnal visszaforgással elérhető, hogy a Nagy Lajos király útjáról immár félreérthetetlenül lehessen a névtelen (innenről szervizútként nevezett) útszakaszra jutni, mely szakasz az 1. ábra piros vonala által megcélzott speciális, a Nagy Lajos király útjának szerves részét nem képező, esetlegesen az Ungvár utca első leágazásának is tekinthető, ill. az Ungvár utca kapcsán egy 5-ágú kereszteződésnek is értelmezhető útpálya.

C-variáns (4. ábra): A kritikus balra kanyarodást mindösszesen háromszori jobbra kanyarodással kiváltó megoldás vázlata.

D-variáns (5. ábra): A preferált hatósági értelmezés vázlata, ahol az M3 irányába, az Ungvár utcán át való mozgás indító-(tájékoztató)-táblája létezik, de utána a sok (zsákutcás lakótelepi útvesztőbe vezető) balra kanyarodási opció kapcsán már nincs további támogató tábla (kék, M3-jel). Vagyis a sofőrnek magának kell a két ágon is használható Rákospatak utcáig, ill. még azt követően egy utcával találgatni, hol is forduljon el...

E-variáns (6. ábra): A Kassai teret kerülő, (a büntetési statisztikák ismeretében ún.) félős megoldás vázlata, mely a következő sztrádalehajtó pontot célozza meg közvetlenül...

Az értékelés szempontjai

Természetesen az értékelési szempontok száma (éppúgy, mint az alternatív variánsok száma) tetszőlegesen sok lehet. Itt és most néhány józan megfontolás mentén, az elemzés áttekinthetőségének megőrzése érdekében limitált számban kerülnek értékelési szempontok felvázolásra. A szempontok értékeit alternatívaként elvileg a variánsok valós/virtuális végrehajtásának videofilmjét felhasználva tranzakciós szinten lehet és kell tudni megállapítani egy real time robot-elemzés érdekében:

1. manőverek száma: mennyi kanyarodási lépést kell végrehajtania a sofőrnek, ahol az értékelő szabály a minél több kanyarodás, annál nagyobb kockázat mentén kerül értelmezésre;

2. keresztező erőterek száma: mennyi kereszteződést érint az útvonal során a sofőr, ahol formálisan akkor is mérlegelnie kell, ha lennének egyértelműnek vélt elsőbbségi szabályok (melyek pl. az előbb érkezés homályos rendszerére is alapozhatnak, ahol a fizikai előbb odaérkezés és egy esetleges feltorlódás után már együttes jelenlét antagonizmusa oldandó fel, hasonlóképpen homályos kontúrú, azaz a vezetők intelligenciájára bízott kérdés: a mikortól is számít megkezdett, azaz a többiek által már védendő manővernek egy manőver, vagyis kit is illet az elsőbbség, mint olyan)? A szabály itt is azonos az első attribútum esetében alkalmazott szabállyal: annál nagyobb a vélelmezett/potenciális kockázat, minél több a keresztező erőterek száma.
3. torlódási kockázat: mennyi pl. tömegközlekedési vonalakon az érintett szakaszra eső, a normál úttesten megállni kényszerülő pl. buszok/buszmegállók száma, ill. a normál (üres-utakra vonatkozó) menetidőhöz képest vélelmezhető többletidő?
4. veszélyforrás I. (emberek által sűrűn lakott/használt terület): az utazás során mennyi az autózást nem preferáló szakaszok aránya, ahol más térhasználati formák miatt az autós „veszélyben lehet”?
5. veszélyforrás II. (általános kockázatok): vagyis mennyi az útszakasz teljes hossza a minden variáns számára azonos kiindulási ponttól a minden variáns számára közös elemzési végpontig, ahol bármilyen egyéb kockázat az útszakasz hosszával arányos módon léphet fel, ill. a másodlagos hatások közül a felesleges utazás felesleges környezetterhelő hatása is kiemelendő?

Az OAM

Az objektum-attribútum-mátrix (OAM) az az adatstruktúra, melyben a benchmarking elemzés kapcsán az objektumok és az attribútumok értékei (jelen esetben minden egyes attribútum esetén az objektumokra vonatkozó sorszám-nézetben) megtalálhatók, ahol a sorrendet a preferenciák (irányok) alapján kell megállapítani (vö. minél/annál-szabályok szempontként).

Az 5 variáns (objektum) és az 5 szempont (attribútum) alapján $5 \times 5 = 25$ értéket kell tranzakciós szinten levezetni tudni, ezen belül is az 5 szempont mentén az 5-5 variáns kockázati sorrendjét. Például:

Az általános (az útszakasz) hosszával (méretfüggően) arányos kockázatok kapcsán

- a legkockázatosabb, azaz leghosszabb alternatív útvonal értelemszerűen a C-variánshoz tartozik, hiszen ez a háromszori jobbra fordulás érdekében masszívan visszafelé mozog (közös pontként minden alternatíva számára pl. a Szerencs utcai csomópontot tekintve),
- a következő a variánsok kockázati sorrendjében az E-variáns, vagyis a félős megoldás, lévén nem párhuzamosan mozog a céllal,
- ezt követi a B-variáns, hiszen a Róna utcán keresztüli visszafordulás rövidebb, mint a Tatai út felé való elhajlás,
- majd a D-variáns, vagyis a jelenleg hatóságilag preferált megoldás következik,
- s a legrövidebb útszakasz a hatóságilag ma tiltott megoldáshoz (A-variáns) tartozik.

Summa summarum az 5. attribútum esetén az objektív kockázatrangsor tehát: **C>E>B>D>A**

A 4. attribútum (a térhasználat intenzitásának kockázatai) kapcsán az objektumok sorrendje a következő: **D>E>C>B>A**, vagyis a legkisebb kockázatot az A-variáns jelenti, lévén végig kifejezetten az M3-as sztrádaszakasz érdekében kialakított szervizúton halad a jármű, ahol más jellegű forgalom minimálisan fordulhat elő – tehát az útszakasz hosszának arányában (relatív) közel 0 % a kockázatos szakaszok kumulált aránya. A legkockázatosabbnak a D-variáns tűnik, mert az Ungvár utca teljes szakasza intenzíven lakott/használt terület határol le egészen a Rákospatak utcáig speciális támogatás (pl. bicikliút) nélkül. A Tatai út felé haladó variáns arányait tekintve szintén jelentős hosszban érinti a közvetlenül lakott területeket, de itt jórészt van bicikliút és az útvonal egyik felé ipari jellegű felhasználáshoz kötött. A harmadik legkockázatosabb szakasz a háromszor jobbra fordulás, mert játszótér, lakózóna képezi az út első részét a visszafelé haladva elért szervizútra kerülésig. Itt figyelhető meg a méretfüggő és a méretfüggetlen hatások átcsapása: a háromszor jobbra fordulás bár a leghosszabb, de relatíve gyorsan eléri az adott helyzetben értelmezett legbiztonságosabb (dedikált) utakat, míg pl. a hivatalosan preferált szinte tudatosan kerül a dedikált szakaszt, tartósan veszélyeztetve a lakótelepi élethelyzeteket.

A torlódási kockázat határozottan kiválthatja az irracionális emberi vezetőkől a kerülőútvonalakra való elmozdulást, melyek talán még az itt vázolt 5 variánsnál is hosszabbak és kitettebbek lehetnek, ill. olyan előzési manőverekre „csábít”, melyek baleseti kockázatokkal járnak együtt. A 3. attribútum kapcsán tehát elmondható, hogy torlódási kockázatot egyrészt a Róna utca felőli visszaforgás esetén a Róna utca pulzáló forgalma okozhatja, hiszen a Róna utca a Nagy Lajos király útja felé több sávon át ürülhet. Ezzel együtt a Róna utcára való ráforgást a telítettség akadályozhatja, s a kicsi átkötő út nem túl nagy puffer; létezik azonban az Uzsoki Kórház felől egy másik visszaforgási pont is, igaz, ehhez több lámpaváltásra lehet szükség, ahol a lámpák maguk is torlódási kockázatot jelentenek. A másik legkevesebb torlódási kockázat az A-variáns esetében van, mert itt egyedül annyi történhet, hogy az esetlegesen jelenlévő és esetlegesen az Ungvár utca felől jobbra a szervizútra kanyarodni akarók számára tartósan elsőbbséget kellhet adni. De a véletlenszerű szakaszbejárások alapján sem a szervizútra balra kanyarodók száma, sem az Ungvár utca felől jobb kanyarodók száma nem tipikus, s főleg nem egyazon időben. Emellett az esetleges visszatörlesztő hatás a dedikált balsávra hat ki elsődlegesen és hosszasan. Hasonlóképpen rel. ideális a C-variáns torlódási kockázata a többivel összevetve, hiszen itt az óvoda/játszótér kapcsán parkoló járművek és a lakótelepi részén tartósabban parkolók okozhatnak ad hoc kockázatokat, ill. a dedikált, az M3-as úttal párhuzamos felvezető szakaszra való felhajtás lehet nehézkes hullámszerűen. Itt és most pontos statisztikák (átlagos várakozási idők az adott szakaszokon) hiányában az A, B, C verziók átlagosan becsült torlódási kockázatokat azonosnak kezeli az elemzés érdekében az OAM. Ezzel szemben az Ungvár utcán haladó buszok miatt, s főleg a Szerencs utca felé tart szakasz vasúti átkötői és már magára az M3-as szakaszra való balrafordulás érdekkonfliktusai miatt jelentős a torlódási kockázat (vö. menetidőtöbblet az üres utakon elérhető átlagos időhöz képest). Vagyis a sorrend: **E>D>A=B=C**

A 2. attribútum, vagyis az érdemben keresztező erőterek száma kapcsán megállapítható, hogy az A-variáns esetében egyetlen egy erőter, vagyis az Ungvár utcából jobbra kihajtók erőtere értelmezhető csak a dedikált útvonal azonnali elérése miatt. A Róna utcán át való visszaforgás kapcsán figyelni kell a kerékpárosokra (1) a jobbra kanyarodásnál, az óvoda és játszótér felől kihajtókra (2), a Róna utcai besorolásra (3), majd a Nagy Lajos király útja kapcsán a kifordulásra (4) és a megfelelő sáv elérésére (5). Minden más variáns sok egyéb kereszteződést érinti, melyek kapcsán a C-variáns (a háromszor

jobbra forgás) esetén a kerékpár/játszótér/óvoda/kisutcák rendszere kedvezőbb, mint a hosszasan intenzíven lakott területen haladó, sok jobbos és balos utcácskát érintő Ungvár utcai (D) variáns, ill. a másként kockázatos, pl. vasúti szakaszokkal nehezített Tatai út felé vezető megoldás. A sorrend tehát: **D=E>C>B>A**

Végül a kanyarodási manőverek száma kapcsán (vö. 1. attribútum) megállapítható, hogy a legjobb az egyetlen egy bal-kanyarral letudható A-variáns. Ezt követi a hivatalosan kikényszerítendő D-variáns (bal, bal, jobb) és a háromszor jobbra forgás (J, J, J), majd a Róna utca felőli forgás (J,B, B, B), s végül a Tatai út felőli megoldás (J,J,B,J,J,B). Vagyis: **E>C>B>D>A**

Az elemzés

Az OAM alapján vizsgálendő kérdés: lehet-e minden objektum a rendelkezésre álló attribútumokhoz tartozó rangsoraik alapján másként egyforma? Abban az esetben, ha a diszkriminációmentesség nem teljesülhet az ezen célt szem előtt tartó optimalizálás (hasonlóságelemzés) keretében, akkor egyes variánsok (objektumok) kényszerűen kockázatosabbnak, ill. kevésbé kockázatosnak, valamint normaszzerűnek, esetlegesen nem értékelhetőnek tekintendők. Az értékelhetetlenség az elemzési módszertan keretében vizsgált függvény-szimmetriák sérüléséből következő, az induktív szakértői rendszerek önkorlátozást garantáló többlet-teljesítménye az általános/naiv klasszifikálásokhoz képest.

OAM	X1	X2	X3	X4	X5	Y
A	5	5	3	5	5	100
B	3	4	3	4	3	100
C	2	3	3	3	1	100
D	4	1	2	1	4	100
E	1	1	1	2	2	100

1. táblázat: Az OAM (Forrás: saját ábrázolás, ahol az egyes értékek rangsorszámok oszloponként; X(i) az attribútumokat jelöli, ill. A-B-C-D-E a variánsok jele)

COCO:Y0	Direkt becslés	Hipotézis	Inverz becslés	ellenőrzés	Magyarázat
A	90.4	100	110.5	valid	tiltott balra fordulás
B	96.3	100	104.4	valid	túrt jobbos visszafordulás
C	103.7	100	96.2	valid	túrt háromszor jobbra
D	103.7	100	95.7	valid	elvárt balra fordulás
E	106.1	100	93.2	valid	túrt problémakerülés

2. táblázat: Az önellenőrző modellezés eredményei

(Forrás: <http://miau.gau.hu/myx-free/coco/index.html>, ill.

http://miau.gau.hu/miau/206/robotizalt_kozkaszatmenedzsment.xls)

Konklúziók

Mint az a 2. táblázat színekódjai alapján triviálisan belátható, a legkockázatosabb megoldás a problémakerülés (E), de a hatóságilag preferált megoldás a norma-szerű (sárga) kockázatszintet tudja csak garantálni (vö. C=D=103.7 a direkt nézetben), s két másik megoldás (B<A) pedig egyértelműen

jobb az aggregált kockázatprofil kapcsán minden más megoldánál. Sőt a legjobb a hatóságilag tiltott megoldás. A valid jelzés azt mutatja, hogy a tagadás-tagadására épülő ellenmodell (inverz-alakzat) és a direkt modell egymással szimmetrikus. Az inverz modellrétegben a C és D megoldások kapcsán a D rosszabb, mint C jelzést láthatunk ($95.7 < 96.2$, vö. piros felé hajló sárgás színárnyalat), vagyis a D, a hatóságilag preferált megoldás még a normaszűrőseget is csak alulról súrolja...

Vita

Az itt bemutatott gondolatmenet tehát a robot-navigátor által GIS-keretek között értelmezhető forgalmi/úthálózati/térhasználati térképrétegek ismeretében meghozható, mesterségesintelligencia-alapú döntéstámogatás logikájának tételes levezetése.

A végeredményt természetesen újabb objektumok és/vagy újabb attribútumok befolyásolhatják (vö. érzékenység-vizsgálat), ill. a jelen tanulmány érdekében nem történtek meg a térképi rétegek értelmezését tranzakciós szinten ténylegesen támogató algoritmusok kialakításai – „csak szakértői becsléseket” tartalmaz az OAM.

A bemutatott módszer lényege az objektivitásra törekvés: az objektíven létező megoldási alternatívákat objektíven kifejezhető és kockázatmenedzsment szempontból legitim módon irányítható attribútumok mentén optimalizáló és antidiszkriminatív alapokból kiinduló (teljesen automatizálható) eljárás keretében való döntéshozatal.

Az, hogy a Google Maps útvonaltervezője ma is a tiltott alternatívát ajánlja már önmagában is felhívja a figyelmet arra, hogy a robotsofőrök racionalitása milyen irányba mutathat. De az, hogy több szempontú kockázatmenedzsment modellekkel a hatóságilag preferált megoldás a normaszűrősege értékítéletét is éppen csak, hogy magáénak tudhatja, azt sejteti, hogy az emberi sofőrök intuitív megoldásai a mesterséges intelligencia alapon levezetett megoldásokkal összezsengve a közlekedés szabályozásának felülvizsgálatára szolgáltathatnak alapos (objektív) okot.

Kitekintés

A shared space világa még racionális, udvarias, defenzív (saját képességeit tudatosan nem korlátozó, azaz nem ittas/drogos/fáradt) vezetők esetére sem elvetendő. A robotsofőrök esetében (az augmented reality kapcsán különösen) a pillanat-orientált helyzetértéklés, vagyis az aggregált kockázatok minimalizálása lesz/lehet a társadalmilag releváns cél.

A mai táblaerdők esetenként inkonzisztens és szinte betarthatatlan/zavaró megoldásait legalább egyfajta automatizált közlekedési monitoring-rendszer keretében illene folyamatosan vizsgálni, ill. a feltárt anomáliákat (vö. jelen esettanulmány) szakértői szemmel még egyszer kiértékelni, és végül a logika kényszerítő ereje előtt meghajolva a közösség életét befolyásoló döntéseket a lehető legracionálisabban meghozni...

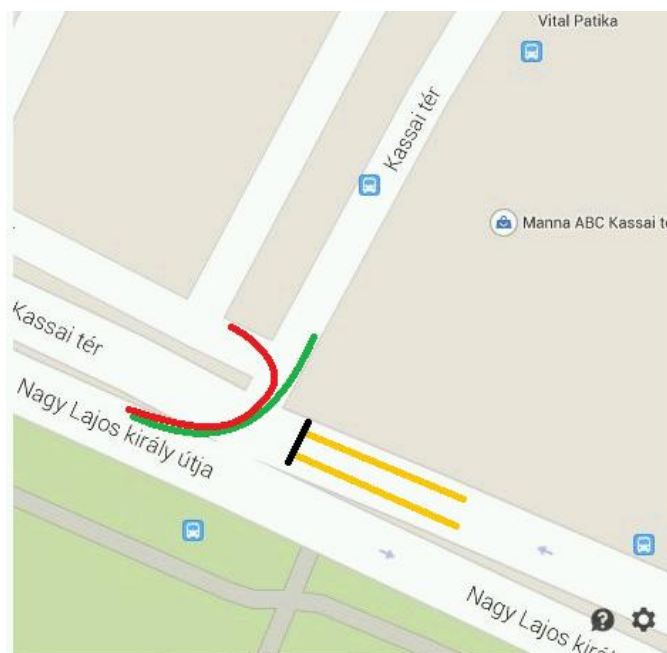
Összefoglalás

A big data és az értelmező módszertanok fejlettsége mára elérte azt a szintet, hogy quasi robotbírók lennének működtethetők a lakossági bejelentések, ill. a közlekedési szabálysértések kapcsán vélelmezett szabályozási anomáliák értelmezését illetően. A közlekedésszabályozás sem

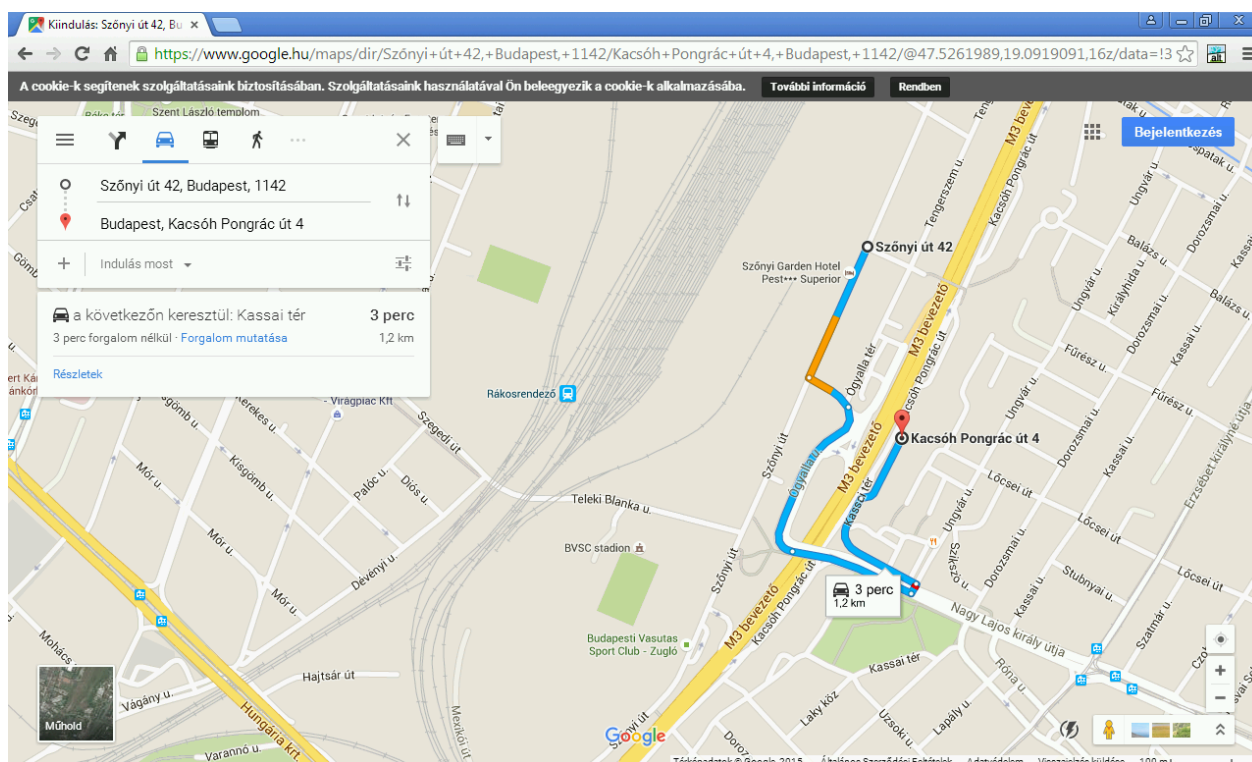
menekülhet el a megatrendek elől, s ezen a fontos szakterületen is elvárható, hogy az objektivitás a társadalom szolgálata érdekében maximalizálásra kerüljön...

A H2020-as pályázatok kiváló keretet adnak ahhoz, hogy az itt bemutatott koncepció mihamarabb valósággá válhasson nem csak hazánkban, hanem know-how transzfer formájában EU-szinten is...

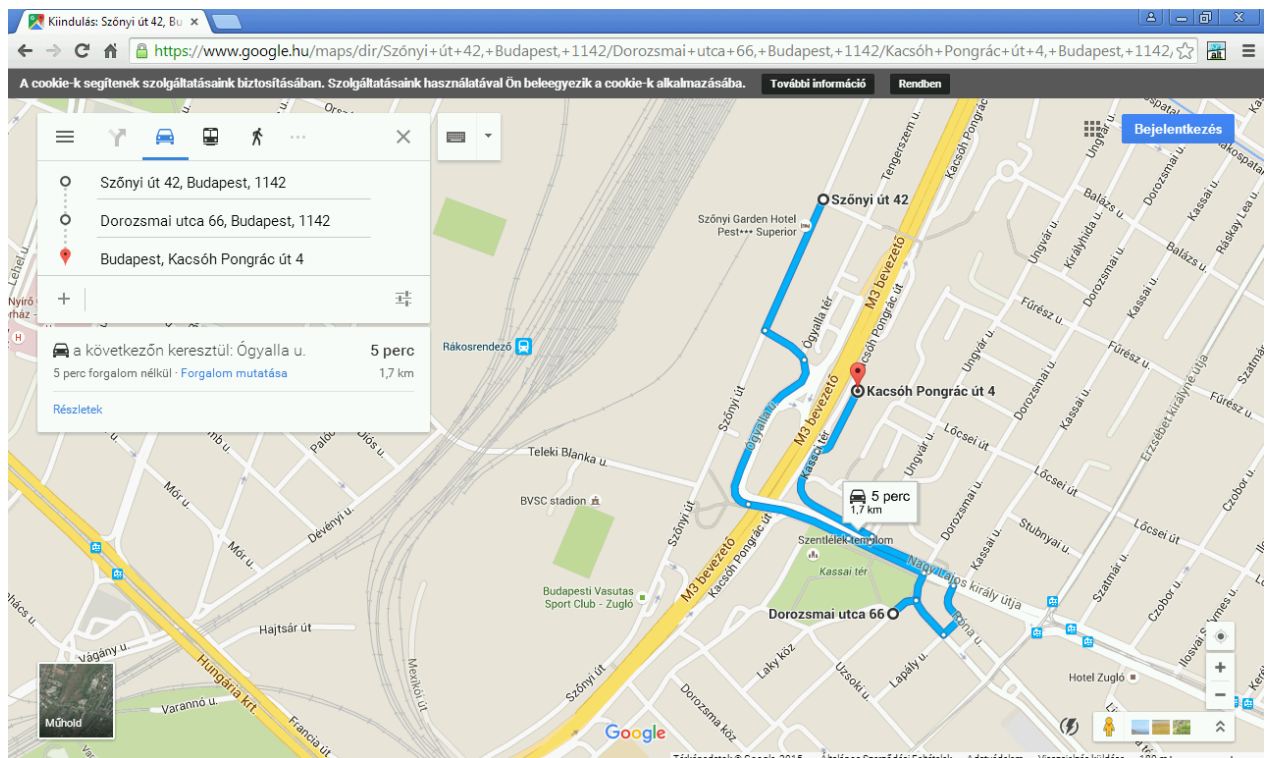
Mellékletek



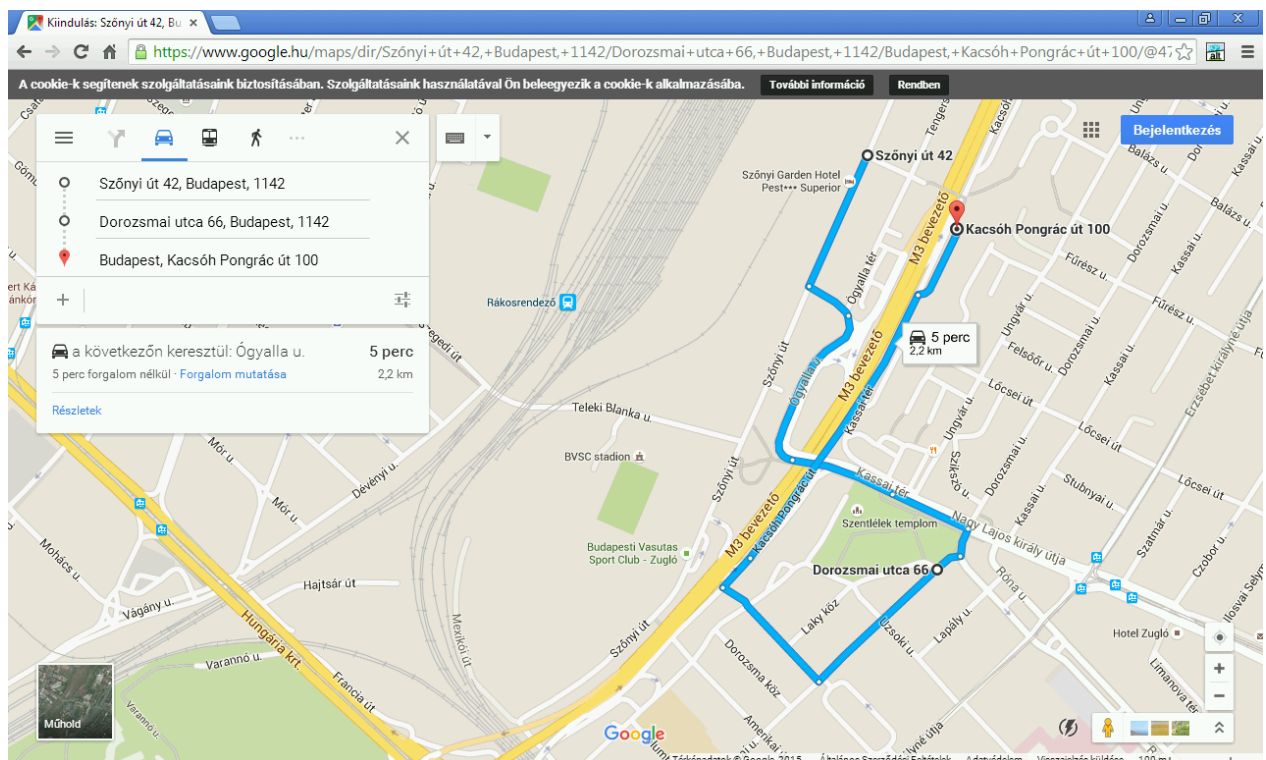
1. ábra: A helyszín (forrás: Google Maps)



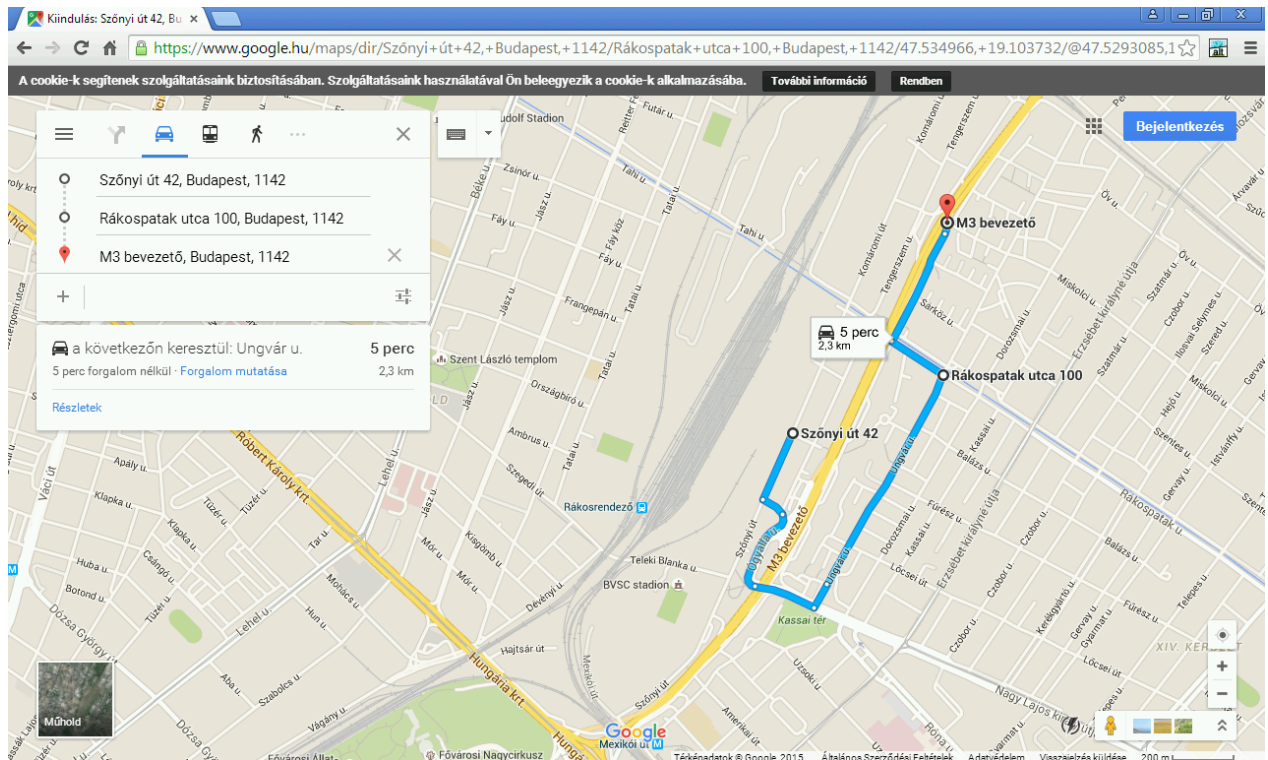
2. ábra: A Google Maps által adott elsődleges megoldás (A-variáns)



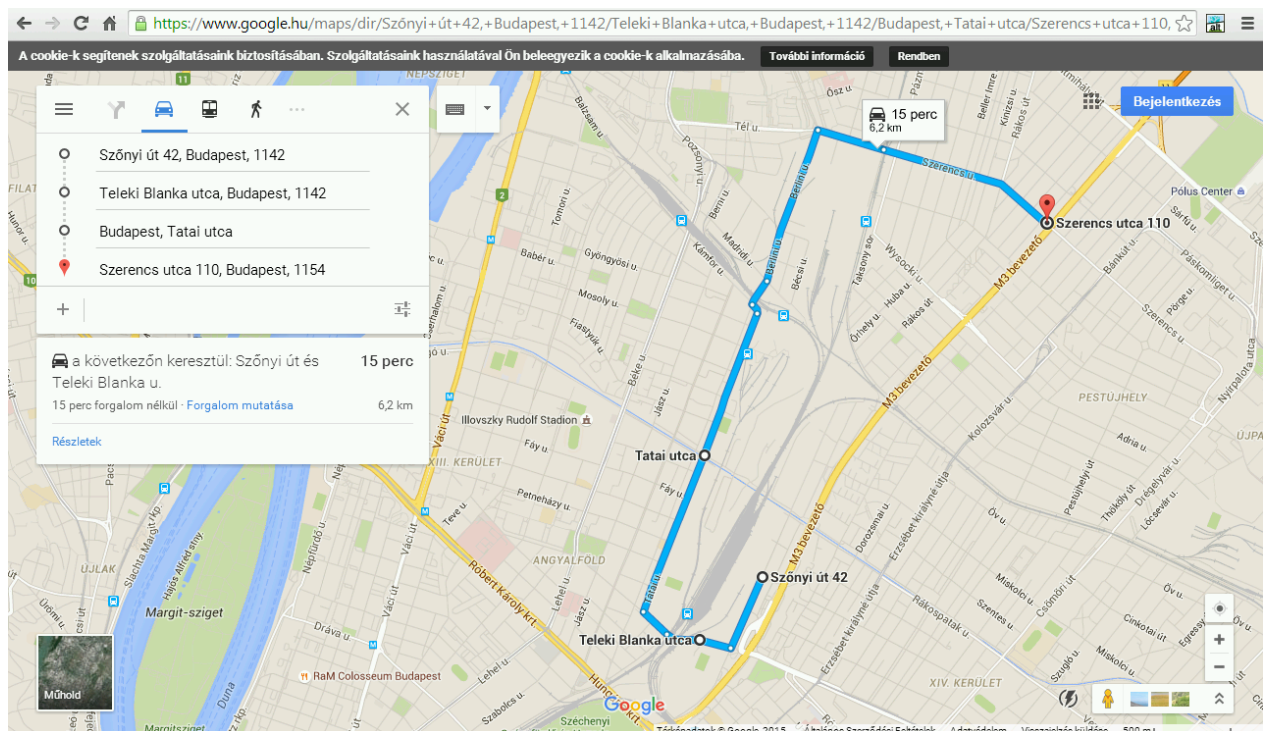
3. ábra: A Google Maps keretében kikényszerített jobbról visszafordulás megoldás (B-variáns)



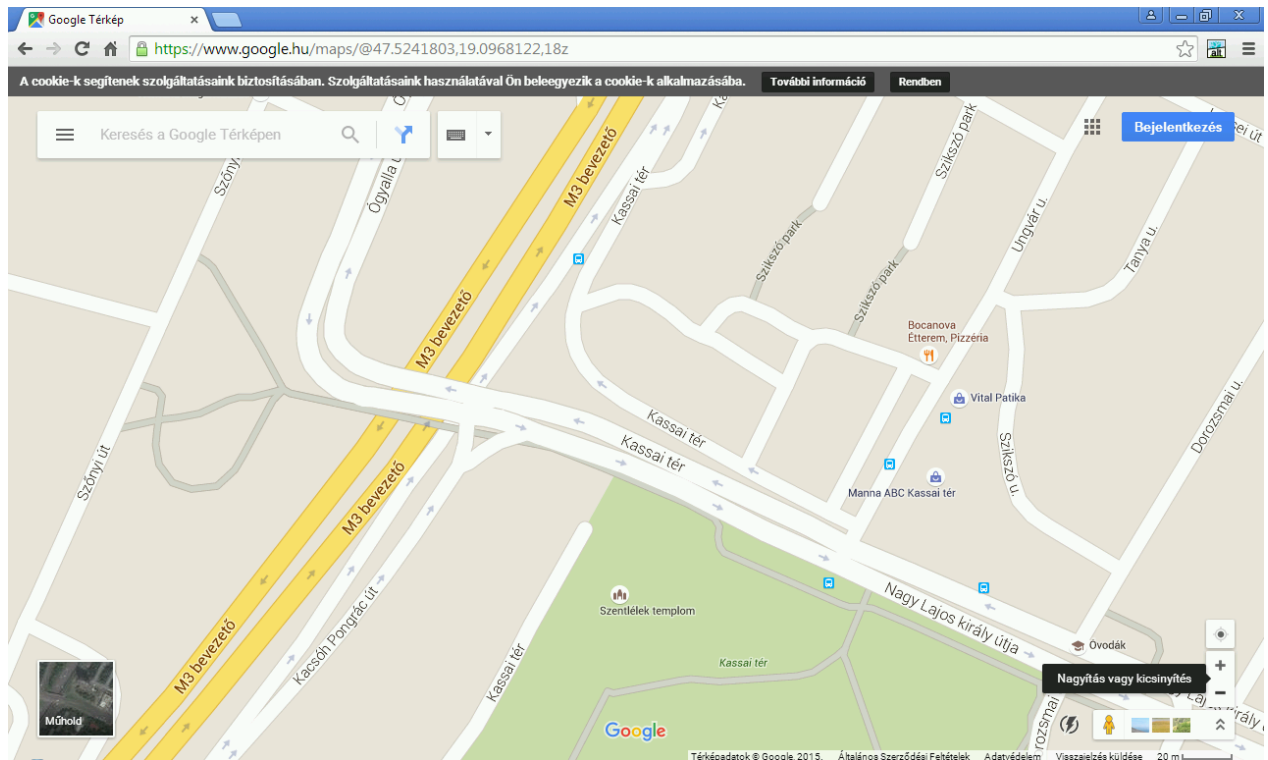
4. ábra: A Google Maps keretében kikényszerített háromszor-jobbra-megoldás (C-variáns)



5. ábra: A Google Maps keretében kikényszerített „elvárt” megoldás (D-variáns)



6. ábra: A Google Maps keretében kikényszerített „félős” megoldás (E-variáns)



7. ábra: A Kassai tér „szerkezete”