

Lámpa-terhelésindex számítása lámpaprogram-sorrendek becslése érdekében

(Calculation of an exposure-index for traffic lights - concerning an ideal traffic-light-program)

Pitlik László, Pitlik Marcell, Pitlik Mátyás, Pitlik László (jun) (MY-X team)

Kivonat: A mesterséges intelligencia alapú fogalomalkotás kertében levezethető lámpaterhelés-index képes feltárni valós forgalmi adatok alapján az egyes lámpairányokba/sávokon való továbbhaladás esélyegyenlőségi zavarait. Minél nagyobb egy sáv terheltsége, annál több zöldet illik, hogy kapjon a dugulás fokozatos elhárítása érdekében. Amennyiben tetszőlegesen sok lámpaprogram áll rendelkezésre, melyről lámpa-irányonként tudjuk, hogy az aktuálisan becsült terhelés-indexet okozó lámpaprogramtól melyik irány mennyivel kap több zöld jelzést, akkor a lámpaterhelés-index és a lámpaprogramok aggregált előnyössége alapján naiv és/vagy optimalizált lámpaprogram-optimum vezethető le. Amennyiben kombinatorikailag quasi minden lehetséges lámpaprogram szerepel az értékelendő/versengő alternatívák között, akkor formálisan numerikus forgalomoptimalizálásról beszélhetünk egy-egy kereszteződést illetően.

Kulcsszavak: hasonlóságelemzés, láncmodell

Abstract: Anomalies in the stream of traffic (it means: exposure index-values for alternative traffic lights) concerning different directions in a junction can be derived based on artificial intelligence driven term-creation models, where anomalies are unequal chances of streaming away in arbitrary directions. The more is the exposure index for a given direction, the more green signs should have this traffic light – in order to decrease the exposure as such. If a lot of alternative traffic lights programs are available, the optimal one can be estimated in a naïve and/or modelled way, where it is necessary to know in case of each traffic light program, which ratio (in percent described) is characteristic for the green signs in a given direction compared to the default traffic light program. If each combinatorial possible traffic light program got prepared for benchmarking, then the competition of the traffic light programs can also be seen as a kind of numeric optimization.

Keywords: similarity analysis, model chains

Bevezetés

Ez a tanulmány egy immár 7 elemből álló sorozat következő, nyolcadik része, hol egy GINOP projekt keretében azon módszertani lehetőségek kerülnek kidolgozásra, melyek a mesterséges intelligencia-alapú forgalom-/környezeti terhelés-optimalizálás kapcsán újszerű megközelítésnek számítanak: vö.

1. http://miau.gau.hu/miau/233/kvant_monitoring_v5.docx
2. http://miau.gau.hu/miau/235/kvant_simulation_v1.docx
3. http://miau.gau.hu/miau/235/kvant_geneticpotential_v1.docx
4. http://miau.gau.hu/miau/238/Manuscript_Template_2017_myx.docx
5. http://miau.gau.hu/miau/239/kvant_behavior_patterns_v1.docx
6. http://miau.gau.hu/miau/240/lampa_ki_be.docx
7. http://miau.gau.hu/miau/240/traffic_layers_1.docx
8. (http://miau.gau.hu/miau/240/lampaprogramok_versenye.docx)

Kiindulásként tételezzünk fel egy átlagos kereszteződést, ahol két út 4 ágán 3-3 (balra, egyenesen, jobbra mutató) lámpairányok/sávok találhatók. A szóban forgó kereszteződésben létezzen egy aktuális lámpaprogram, mely minden lehetséges iránynak a ciklusidő valahány százalékában zöldet ad. Mivel

az egyes lámpairányoknak adandó zöld jelzések között ún. védelmi okból kötelező biztonsági szünetet tartani, így pl. egy 100 másodperces lámpaciklus alatt pl. 90 másodpercnyi az az idő, amíg valamely irányba valamely lámpák zöldet mutatnak. A legegyszerűbb szabályozási helyzetben, ahol egyszerre mindenkor csak egy irány kap zöldet, a zöldjelzések összege 90 másodperc kell, hogy legyen. Abban a pillanatban, amikor egyszerre több irány is zöldet mutathat, pl. az összes jobbra kanyarodás az elsőbbségi szabályok betartása mellett folyamatosan zöld jelzéssel támogatott, akkor természetesen a zöldfények időhosszáinak összege nagyobb lesz, mint 90 másodperc. Itt nincs értelme maximális zöldjelzés-időösszegekről beszélni, mert formálisan a 4 útág 3-3 lámpájának mindegyike lehetne végig zöld, ami nem lenne más, mint egy lámpa nélküli kereszteződés az általános elsőbbségi szabályok szerint vezérelve, s ez $12 \cdot 100 = 1200$ egységet eredményezne a zöldfények összegeként – teljesen értelmetlenül a vezérlés kifejezést alapul véve.

lámpaprogram	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
terhelési index	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
zöldarány [%]	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
lámpaprogram1	7	8	5	9	7	8	9	5	8	8	8	8	1000.0	8	8	8	8	8	8
lámpaprogram2	7	8	7	9	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	9	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram3	5	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	1000.0	7	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram4	10	7	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram11	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram14	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram16	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram18	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram19	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8

1. ábra: 1+19 lehetséges lámpaprogram (forrás: saját számítások, ahol minden lámpairány minimum 5 %, maximum 9 % zöldarányt kaphat pl. egy 100 másodperces ciklusidőn belül és egyszerre csak egy lámpairány kaphat zöldet, így a százalékos arányok minden esetben 90 másodpercet, azaz 90 százalékot kell, hogy kiadjanak a 10%-os holtidőt figyelembe véve)

lámpaprogram	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
terhelési index	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
zöldarány [%]	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
lámpaprogram1*	7	8	7	9	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	8	8	8	8	8
lámpaprogram2	7	8	7	9	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	9	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram3	5	8	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	1000.0	7	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram4	10	7	8	8	8	8	8	7	7	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram11	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram13	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram14	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram16	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram18	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8
lámpaprogram19	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	1000.0	8	1000.0	8	8	8	8

2. ábra: A legkritikusabb lámpairányok maximális preferálása (vö. lámpaprogram1* - forrás saját ábrázolás)

Az 1. ábra quasi egy véletlenszámgenerátorral létrejött állapotot mutat be. Amennyiben a minimális és a maximális zöldarány egy-egy lámpairány esetén adott, ill. meghatározásra kerül a minimum és a maximum közötti lépték (pl. 1%), akkor ezzel a kombinatorikai tér számításához minden adott (pl. 5-6-7-8-9% legyen az engedélyezett értékkészlet minden lámpára, vagyis 5 érték á12 lámpairány esetén, akkor a maximális száma a variációknak 5^{12} db, de ennek egy része esetén nem teljesül a 12 szám összege legyen 90 egység elvárás, vagyis a racionális variánsok száma lényegesen kevesebb a hatványozással nyert teoretikus értéknél – amennyiben egyszerre/párhuzamosan több lámpairány is kaphat zöld jelzést, akkor a kombinatorikai tér mérete ugrásszerűen nő).

A 2. ábra azt mutatja meg, hogyan lehetséges a 90-es korlát fenntartása mellett a szürke háttérű cellákkal jelölt, leginkább kitett (piros terheltségi indexű) oszlopokra megemelni a zöld jelzések arányát, vagyis az adott lámpairány áteresztő képességét.

Terhelés/kitettség-index

Az 1. és a 2. ábra felső részén látható terhelés/kitettség-index a következőképpen értelmezendő, az alábbi lépések nyomán jöhet létre:

irány	0	0	0	0	0	0
	Várakozó jármű (db)	Átlagos várakozási idő (mp)	Közeledő járművek száma (db)	Közeledő járművek átlagsebessége (km/h)	Közeledő járművek összes hossza (m)	Y0
lámpairány(sav)1	4	36	5	44	45 1000	
lámpairány(sav)2	0	19	3	20	47 1000	
lámpairány(sav)3	5	45	0	16	30 1000	
lámpairány(sav)4	3	58	3	32	35 1000	
lámpairány(sav)5	4	37	2	11	31 1000	
lámpairány(sav)6	0	15	3	42	42 1000	
lámpairány(sav)7	0	7	2	45	45 1000	
lámpairány(sav)8	0	51	5	21	48 1000	
lámpairány(sav)9	2	18	2	49	30 1000	
lámpairány(sav)10	1	37	0	41	32 1000	
lámpairány(sav)11	0	4	1	15	43 1000	
lámpairány(sav)12	4	27	1	37	32 1000	
egy időintervallumban	Várakozó jármű (db)	Átlagos várakozási idő (mp)	Közeledő járművek száma (db)	Közeledő járművek átlagsebessége (km/h)	Közeledő járművek összes hossza (m)	Y0
lámpairány(sav)1	2	6	1	3	3 1000	
lámpairány(sav)2	8	8	3	9	2 1000	
lámpairány(sav)3	1	3	11	10	11 1000	
lámpairány(sav)4	5	1	3	7	7 1000	
lámpairány(sav)5	2	4	6	12	10 1000	
lámpairány(sav)6	8	10	3	4	6 1000	
lámpairány(sav)7	8	11	6	2	3 1000	
lámpairány(sav)8	8	2	1	8	1 1000	
lámpairány(sav)9	6	9	6	1	11 1000	
lámpairány(sav)10	7	4	11	5	8 1000	
lámpairány(sav)11	8	12	9	11	5 1000	
lámpairány(sav)12	2	7	9	6	8 1000	

3. ábra: A lámpaterhelés-index OAM-ja (forrás: saját számítások)

A 3. ábra felső részén látható, hogy a szóban forgó kereszteződés 12 lámpairánya/sávja esetén elvárható pl. egy, a kereszteződés felett lebegő drón által rögzített képernyőképeket elemző robot számításainak eredményeként vagy emberi megfigyelők mérései alapján, hogy tudni lehessen, vajon egy-egy adott lámpa alatt/előtt/után mennyi a már várakozó (álló) járművek száma (db), mennyi az átlagos (esetlegesen maximális, minimális) várakozási idő (másodpercben), (igény szerint mennyi a várakozó járművek hossza méterben), ill. mennyi az adott lámpa felé közeledő járművek száma (db), átlagsebessége (km/h), ill ezen járműoszlop összes hossza, stb. Vagyis meghatározhatók a lámpa számára terhelést, kitettséget jelentő egyedi, mérhető jelenségek köre. S csak olyan jelenség kell, hogy ebben a körben említésre kerüljön, melyekre vonatkozóan irány adható meg: pl. minél több a már álló, zöldre váró járművek száma, annál terheltebb, annál kitettebb a szóban forgó lámpairány.

Itt kell megemlíteni, hogy abban az esetben, ha adott irányból egy sávon érkező járművek közül kell eldönteni, hogy a végén a fizikailag is létező 3 sávra (balra, egyenesen, jobbra) milyen arányban fognak széteszlani, akkor ez önálló becslőmodellt igényel, mely becslő modell naiv alakzata a mindekor rendelkezésre álló forgalmi adatok alapján számított statisztikai átlag. Ez az átlag azonban pl. a napon belüli megoszlását tekintve tetszőlegesen nagy eltéréseket produkálhat, amennyiben pl. reggelente a balra kanyarodás az ott lévő iskola/óvoda/bölcsőde miatt a forgalom felét is érinti, s délutánonként – mivel a szülők más irányból jönnek zömmel – nem is kell, hogy legyen még egy csúcs. A nap további részében a balra kanyarodás aránya adott felhordó sávból minimális (vö. ebédszállítás, orvos, védőnő, stb. esetleges aktivitásai).

Mivel a cikksorozat egy módszertani fejlesztés elemeit mutatja be a keletkezési ritmus szerint, így mindenkor ki kell emelni, hogy a módszertant alkalmazni akaró szervezet/szakértő maga dönthet arról, milyen attribútumokat (oszlopokat és irányokat) választ be egy-egy adott kereszteződés lámpa-kitettségi indexének modellezésének folyamatába. A beválasztás során nincs semmilyen kikötés/elvárás, mint pl. a klasszikus statisztikai elemzések (pl. fő-komponens-analízis - PCA) esetén (vö. értékelési indexek/indikátorok körének szűkítése), amennyiben a nyers attribútumok hasonlóságelemzéssel kerülnek feldolgozásra, ahol az attribútumok sorszám-vetületeinek azonossága

esetén akár hány változó is kerül ebbe az azonossági csoportba egyetlen egy eredő hatás jön létre, ill. amennyiben csak minimális a sorszámkülönbség, akkor ennek hatása a modell szempontjából kerül értékelésre: vagy hasznos információként, vagy felesleges információként, s két egymástól teljesen különböző attribútum esetén az egyik lehet akár felesleges is.

A http://miau.gau.hu/240/traffic/lampaprogramok_versenye.xlsx „objektumok_lampairanyok” munkalapja bemutatja az anti-diszkriminatív modellezés eredményét:

időpont	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)	terhelés-index (OAM)
2017.01.01	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.02	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.03	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.04	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.05	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.06	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.07	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.08	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.09	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.12	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.13	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.14	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.15	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.16	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.17	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.18	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.19	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.20	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.21	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.22	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.23	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.24	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.25	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.26	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.27	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.28	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.29	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.30	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2017.01.31	10	10	10	10	10	10	10	10	10

4. ábra: A terhelés-index eredményei a 12 lámpairányra vonatkozóan (forrás: saját számítások)

A 4. ábra világosan jelzi, hogy a két legpirosabb színkóddal jelölt objektum (lámpairány/sáv) a legkitettebb a többihez képest. Vagyis ezen irányok potenciális torlódásával kellhet számolni. Itt érdemes megjegyezni, hogy a terhelés fenti alakulásából a már várakozó járművek jelentik a prompt terhelést, a közeledő autók a várható terhelés első hullámát, de akár a további hullámokat is lehet becsülni akkor, ha a fenti terhelés-index OAM-jába még be nem vont felhordó szakaszok forgalmát is figyelembe vesszük. Sőt, a már álló járművek adataiból önálló statikus terhelés-index is számítható, melyhez a közeledő autók eltérő távolság-intervallumokból való figyelembe vétele alapján további, számos dinamikus terhelés-index is becsülhető. Ugyanez érvényes a kereszteződést elhagyó sávok forgalmára nézve is. S az így kapott quasi idősoros terhelés-index alapján a terhelés változása is becsülhető, ahol a lecsengő terhelés esetén a prompt terhelés könnyítése érdekében nem is érdemes akár lámpaprogramok változtatni, hiszen az apró „cunami” magától is lecseng, míg a terhelés dinamikus növekedését vélelmezve már azonnal érdemes a felsejlő tovább-haladási esélyegyenlőtlenség irányába hatni annak érdekében, hogy a lehető legtöbb idő álljon az ellenvezérlés számára rendelkezésre.

A lámpaterhelés-index egy OAM-os értelmezéséig két lépésben is el lehet jutni, amennyiben ez a real-time jelleget nem sérti: ehhez az álló, közeledő, ill. a kiáramló oldali statisztikákat kereszteződésenként különböző időbeli/távolságbeli megközelítésekkel kell leírni.

Sőt le kell írni az időbeli részterhelések trendjét/meredekségét is önálló attribútumként, mely minél nagyobb, annál nagyobb a terhelés-index. A térbeli réteg esetén is lehet ezek trendjéről beszélni, minél nagyobb a távolság növekedésével a részterhelések növekménye, annál nagyobb a dugulási potenciál várható növekedése, hiszen annál több jármű várható a már adott szinten aktuálisan is kritikus lámpairány/sáv esetében.

Az idő- és/vagy tér-alapú rétegterhelések és a trendek, változásmértékek attribútumai által alkotott terhelés aggregáló modell helyébe léphet tehát az 1. ábra elemi OAM-jának. Ez az OAM-masztaba a képfeldolgozással analóg logika, ahol egy adott felbontás (sok pixel) eredőjét mindenkor meg lehet és kell tudni határozni, vagyis meg kell tudni adni, vajon x színes pixeltömeg eredője, egyetlen egy pixellel leírt reprezentáló adata milyen színkódot illik, hogy felvegyen a részletgazdagság csökkentése nyomán.

Itt is ajánlatos felhívni a figyelmet arra, hogy a mesterséges intelligencia-alapú közlekedés optimalizálás lényege, hogy lehetőség szerint egyetlen egy intelligencia motort (hasonlóságelemzés: anti-diszkriminatív modellezés) használjon (vö. Einstein-i elvárás: az egyszerűbb, a jobb), és bármilyen

gyanú-momentumot (fogalmat) képes legyen a rendelkezésre álló big data alapján real-time értelmezni. A kérdések értelmezése a kapcsolódó OAM-ok generálni tudását jelenti, ahol az OAM mérete elvileg tetszőleges lehet, de a futási/elemezési idő a mátrixmérettel exponenciálisan nő, így a racionális méretű OAM-ok definiálni tudása a valódi feladat. Jelen esetben a lámpaterhelés-index becslésekor egy adott lámpa teljes élettörténete lehetne az objektumképzés alapja, ellenben itt és a most a példa (3. ábra) egy adott pillanatfelvétel kiértékelését jelenti csak, mint minimális már elengedő információmennyiség. Minél több pillant kerül egy OAM-ba, vagyis minél több lesz a sorok (objektumok = lámpapillanatok) száma, annál nagyobb számítási idővel kell kalkulálni, ami adott objektummennyiségtől felfelé adott infrastruktúra esetén már a real-time elvárásokat sérteni fogja. Amennyiben az objektumok száma tetszőlegesen nagy, vagyis sok (közele) pillanatfelvétel került értelmezésre, a ténylegesen előálló sorok információtartalma lehet azonos, ami egy előszűréssel jelentősen képes csökkenteni a modell-számítások időigényét. Vagyis a sorok kapcsán egy fajta select-distinct nézetre van szükség, természetesen az eredeti objektumképzésre visszavezetni tudva a logikai szinten összevont (fizikailag törölt) sorokat.

Az attribútumok számát is elvileg lehetséges korlátlanul értelmezni az előzőek alapján. Itt az exponenciális időigény nem hat, az oszlopszám lineárisan növeli a futásidőt, ellenben az oszlopok esetén is érvényes a select-distinct-elvű sűrítés lehetősége.

A sorok és az oszlopok számának egymással való viszonya komplex: rel. kevés sor és rel. sok oszlop esetén az anti-diszkriminatív modell számára egyre nő az esélye annak, hogy minden lámpairány (objektum) másként lehet egyformán terheltnak/kitettnek tekinthető. Vagyis a haladás esélyegyenlősége egyre inkább létezik, ami a vezérlés-szükségyszerűség meredek csökkentését jelenti. Minél kevesebb az attribútumok száma, annál szűkebb látókörű egy modell, annál inkább demagóg, annál inkább akar mindenbe és azonnal beavatkozni. Így a közlekedés-optimalizálás mesterséges intelligencia-alapú támogatása esetén a bevezető szakértő kell, hogy a vezérlés potenciális hektikusságáról döntsön azáltal, milyen objektum-attribútum-arányokat vállal fel.

Az OAM képzés tehát a sorok növelésével és/vagy az OAM-ok logikai csoportokba sorolásával (párhuzamosításával, majd aggregálásával) is elérhető. Ez a fajta gondolati rugalmasság garantálja, hogy bármely komplexitású/méretű probléma esetén a számításmenetek hardver-potenciál által generált exponenciális számítási/idő-igény-kockázatai tetszőlegesen finomhangolhatók, ill. a real-time jelleg betartható a valamit valamiért elv (vagyis az elemzési pontosság és időszükséglet) antagonizmusait kezelve.

Lámpaprogramok értékelése

A pillanatfelvétel alapján kialakult lámpaterheléshez mindenkor tartozik egy lámpaprogram, mely működése kellett, hogy okozza a lámpa-irányonkénti terhelést/kitettséget.

Az 5. ábra az 1. ábra 0. lámpaprogramja alapján kiszámítja, mennyi százalékkal és milyen irányba változik egy-egy lámpairány kitettsége egy másik lámpaprogram bevezetése esetén. Nulla a változás mértéke, ha két lámpaprogram azonos arányban ad zöld jelzést adott lámpairány esetében. A változások egy 5-9%-os zöldarány-intervallumban értelemszerűen +/- 4 egység között változhatnak.

elérési_a 0 = átlagpótló	lampapenny(su1)	lampapenny(su2)	lampapenny(su3)	lampapenny(su4)	lampapenny(su5)	lampapenny(su6)	lampapenny(su7)	lampapenny(su8)	lampapenny(su9)	lampapenny(su10)	lampapenny(su11)	lampapenny(su12)	YO
lampaprogram1	0	0	-1	1	0	-2	2	1	-2	0	1	2	1999
lampaprogram2	0	-2	0	1	1	1	1	-2	-1	-2	2	1	1999
lampaprogram3	-4	1	1	0	1	1	0	-1	-1	-2	2	-1	1999
lampaprogram4	-3	1	1	0	2	-3	0	0	-1	2	3	2	1999
lampaprogram5	2	1	-2	1	1	-2	-1	-2	2	0	-1	1	1999
lampaprogram6	1	-1	-1	1	2	-2	1	-1	2	-1	3	1	1999
lampaprogram7	1	-5	-2	1	0	1	1	0	1	0	-1	1	1999
lampaprogram8	2	-3	0	1	0	-1	1	-1	2	0	0	1	1999
lampaprogram9	1	0	1	0	1	-3	2	-1	1	0	1	3	1999
lampaprogram10	-1	0	1	-1	2	-1	-2	-1	2	-1	1	1	1999
lampaprogram11	-1	-1	2	1	1	-1	1	0	-1	0	0	-1	1999
lampaprogram12	2	0	0	0	0	-1	2	0	2	-3	0	-1	1999
lampaprogram13	2	-2	-2	-3	1	-1	-1	-1	2	1	1	1	1999
lampaprogram14	-2	0	2	1	0	-2	2	-1	2	-2	0	2	1999
lampaprogram15	2	-1	0	-1	1	-2	1	-2	0	-1	2	-1	1999
lampaprogram16	-1	-1	0	-1	0	1	2	1	-2	0	2	-1	1999
lampaprogram17	0	1	2	1	2	-3	2	-2	-2	0	1	2	1999
lampaprogram18	1	-3	1	0	0	-1	2	1	-1	0	2	-2	1999
lampaprogram19	-1	1	-1	1	1	-2	2	1	-1	0	-1	0	1999

5. ábra: Az 1. ábra konvertálása előnyösségi szintekké a default lámpaprogram alapján (forrás: saját számítások)

elérési_a 0 = átlagpótló	lampapenny(su1)	lampapenny(su2)	lampapenny(su3)	lampapenny(su4)	lampapenny(su5)	lampapenny(su6)	lampapenny(su7)	lampapenny(su8)	lampapenny(su9)	lampapenny(su10)	lampapenny(su11)	lampapenny(su12)	YO
lampaprogram1*	2	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	-2	2	1999
lampaprogram2	0	-2	0	1	1	1	1	-2	-1	-2	2	1	1999
lampaprogram3	-2	1	1	0	1	1	0	-1	-1	-2	2	-1	1999
lampaprogram4	-3	1	1	0	2	-3	0	-1	2	0	3	2	1999
lampaprogram5	2	1	-2	1	1	-2	-1	-2	2	0	-1	1	1999
lampaprogram6	1	-1	-1	1	2	-2	1	-1	2	-1	3	1	1999
lampaprogram7	1	-5	-2	1	0	1	1	0	1	0	-1	1	1999
lampaprogram8	2	-3	0	1	0	-1	1	-1	2	0	0	1	1999
lampaprogram9	1	0	1	0	1	-3	2	-1	1	0	1	3	1999
lampaprogram10	-1	0	1	-1	2	-1	-2	-1	2	-1	1	1	1999
lampaprogram11	-1	-1	2	1	1	-1	1	0	-1	0	0	-1	1999
lampaprogram12	2	0	0	0	0	-1	2	0	2	-3	0	-1	1999
lampaprogram13	2	-2	-2	-3	1	-1	-1	-1	2	1	1	1	1999
lampaprogram14	-2	0	2	1	0	-2	2	-1	2	-2	0	2	1999
lampaprogram15	2	-1	0	-1	1	-2	1	-2	0	-1	2	-1	1999
lampaprogram16	-1	-1	0	-1	0	1	2	1	-2	0	2	-1	1999
lampaprogram17	0	1	2	1	2	-3	2	-2	-2	0	1	2	1999
lampaprogram18	1	-3	1	0	0	-1	2	1	-1	0	2	-2	1999
lampaprogram19	-1	1	-1	1	1	-2	2	1	-1	0	-1	0	1999

6. ábra: A 2. ábra konvertálása előnyösségi szintekké a default lámpaprogram alapján (forrás: saját számítások)

A 6. ábra lámpaprogram1* sora jelzi, hogy a 2. ábra legkritikusabb (piros színkódú) két oszlopa esetén a szürkével kiemelt cellákban +12 és +1 egység javulás lenne elérhető. Amennyiben a default lámpaprogramok közül nincs javító hatású a legkritikusabb lámpaírányokra vonatkozóan, attól még a teljes forgalomáramlás (ill. komplexebb esetekben a teljes forgalmi idealitás indexe, ahol a környezeti hatások is figyelembevételre kerülnek) még javulhat.

terhelési_hátszám	lampapenny(su1)	lampapenny(su2)	lampapenny(su3)	lampapenny(su4)	lampapenny(su5)	lampapenny(su6)	lampapenny(su7)	lampapenny(su8)	lampapenny(su9)	lampapenny(su10)	lampapenny(su11)	lampapenny(su12)	YO	max	max sorozat
lampaprogram1	0	0	1999.3	1999.3	0	1999.4	1999.4	1999.3	0	1999.2	0	1999	43.5	7	
lampaprogram2	0	1999.6	0	1999.3	1999.2	1999.7	1999.8	1999.3	1999.4	1999.4	1999.7	1999	42.8	17	
lampaprogram3	1999.6	1999.2	1999.2	0	1999.2	1999.7	0	1999.3	1999.1	1999.1	1999.4	1999	37.5	18	
lampaprogram4	1999.5	1999.5	1999.2	0	1999.4	1999.2	0	1999.3	1999.6	1999.1	1999.4	1999	49.6	3	
lampaprogram5	1999.6	1999.3	1999.6	1999.3	1999.2	1999.4	1999.8	1999.6	1999.6	0	1999.2	1999	15.1	9	
lampaprogram6	1999.3	1999.6	1999.3	1999.3	1999.4	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.7	1999	14.6	10	
lampaprogram7	1999.3	1999.0	1999.6	1999.3	0	1999.2	1999.8	0	1999.3	0	1999.2	1999	17.4	8	
lampaprogram8	1999.6	1999.0	0	1999.2	0	1999.1	1999.8	1999.3	1999.3	0	0	1999	43.7	3	
lampaprogram9	1999.3	0	1999.3	0	1999.2	1999.1	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.2	1999	42.4	5	
lampaprogram10	1999.3	0	1999.3	1999.3	1999.4	1999.7	1999.6	1999.3	1999.6	1999.7	1999.2	1999	19.7	19	
lampaprogram11	1999.3	1999.3	1999.3	1999.3	1999.2	1999.7	1999.8	0	1999.4	0	0	1999	7.4	11	
lampaprogram12	1999.6	0	0	0	0	1999.7	1999.6	1999.3	1999.6	1999.1	0	1999	19.7	1	
lampaprogram13	1999.6	1999.0	1999.6	1999.2	1999.2	1999.7	1999.8	1999.8	1999.8	1999.2	1999.7	1999	19.7	11	
lampaprogram14	1999.6	0	1999.6	0	1999.3	1999.4	1999.6	1999.3	1999.6	1999.4	0	1999	7.4	12	
lampaprogram15	1999.6	1999.3	0	1999.3	1999.2	1999.4	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.7	1999	17.6	14	
lampaprogram16	1999.3	1999.2	0	1999.3	0	1999.3	1999.6	1999.3	1999.6	1999.7	1999.7	1999	19.2	16	
lampaprogram17	0	1999.2	1999.6	1999.3	1999.4	1999.1	1999.6	1999.6	1999.6	1999.2	1999.4	1999	3.7	13	
lampaprogram18	1999.3	1999.0	1999.3	0	0	1999.7	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.4	1999	19.8	8	
lampaprogram19	1999.3	1999.3	1999.3	1999.3	1999.2	1999.4	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.2	1999	43.2	4	

7. ábra: A kitettségi index és az programváltás-hatások eredője az 1. és az 5. ábra alapján (forrás: saját számítások)

terhelési_hátszám	lampapenny(su1)	lampapenny(su2)	lampapenny(su3)	lampapenny(su4)	lampapenny(su5)	lampapenny(su6)	lampapenny(su7)	lampapenny(su8)	lampapenny(su9)	lampapenny(su10)	lampapenny(su11)	lampapenny(su12)	YO	max	max sorozat
lampaprogram1*	0	0	0	0	0	1999.2	0	0	1999.3	0	0	1999.4	0	1999	43.5
lampaprogram2	0	1999.6	0	1999.3	1999.2	1999.7	1999.8	1999.3	1999.4	1999.4	1999.7	1999	42.8	17	
lampaprogram3	1999.6	1999.2	1999.2	0	1999.2	1999.7	0	1999.3	1999.1	1999.1	1999.4	1999	37.5	18	
lampaprogram4	1999.5	1999.5	1999.2	0	1999.4	1999.2	0	1999.3	1999.6	1999.1	1999.4	1999	49.6	3	
lampaprogram5	1999.6	1999.3	1999.6	1999.3	1999.2	1999.4	1999.8	1999.6	1999.6	0	1999.2	1999	15.1	9	
lampaprogram6	1999.3	1999.6	1999.3	1999.3	1999.4	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.7	1999	14.6	10	
lampaprogram7	1999.3	1999.0	1999.6	1999.3	0	1999.2	1999.8	0	1999.3	0	1999.2	1999	17.4	8	
lampaprogram8	1999.6	1999.0	0	1999.2	0	1999.1	1999.8	1999.3	1999.3	0	0	1999	43.7	3	
lampaprogram9	1999.3	0	1999.3	0	1999.2	1999.1	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.2	1999	42.4	5	
lampaprogram10	1999.3	0	1999.3	1999.3	1999.4	1999.7	1999.6	1999.3	1999.6	1999.7	1999.2	1999	19.7	19	
lampaprogram11	1999.3	1999.3	1999.3	1999.3	1999.2	1999.7	1999.8	0	1999.4	0	0	1999	7.4	11	
lampaprogram12	1999.6	0	0	0	0	1999.7	1999.6	1999.3	1999.6	1999.1	0	1999	19.7	1	
lampaprogram13	1999.6	1999.0	1999.6	1999.2	1999.2	1999.7	1999.8	1999.8	1999.8	1999.2	1999.7	1999	19.7	11	
lampaprogram14	1999.6	0	1999.6	0	1999.3	1999.4	1999.6	1999.3	1999.6	1999.4	0	1999	7.4	12	
lampaprogram15	1999.6	1999.3	0	1999.3	1999.2	1999.4	1999.8	1999.8	1999.8	1999.8	1999.7	1999	17.6	14	
lampaprogram16	1999.3	1999.2	0	1999.3	0	1999.3	1999.6	1999.3	1999.6	1999.7	1999.7	1999	19.2	16	
lampaprogram17	0	1999.2	1999.6	1999.3	1999.4	1999.1	1999.6	1999.6	1999.6	1999.2	1999.4	1999	3.7	13	
lampaprogram18	1999.3	1999.0	1999.3	0	0	1999.7	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.4	1999	19.8	8	
lampaprogram19	1999.3	1999.3	1999.3	1999.3	1999.2	1999.4	1999.6	1999.3	1999.3	0	1999.2	1999	43.2	4	

8. ábra: A kitettségi index és az programváltás-hatások eredője az 2. és az 6. ábra alapján (forrás: saját számítások)

scenario	tempertary(su)1	tempertary(su)2	tempertary(su)3	tempertary(su)4	tempertary(su)5	tempertary(su)6	tempertary(su)7	tempertary(su)8	tempertary(su)9	tempertary(su)10	tempertary(su)11	tempertary(su)12	YD
tempertary(su)1	11	9	14	1	13	10	1	1	17	9	7	4	1000
tempertary(su)2	11	14	9	1	5	1	9	10	13	15	1	1	1000
tempertary(su)3	10	1	4	11	5	1	16	7	9	17	1	11	1000
tempertary(su)4	1	10	4	11	1	1	16	16	7	1	17	1	1000
tempertary(su)5	2	1	17	1	1	10	1	16	1	1	1	1000	1000
tempertary(su)6	7	15	14	1	1	10	9	7	1	14	9	14	1000
tempertary(su)7	7	15	17	1	13	1	9	7	9	3	17	1	1000
tempertary(su)8	2	15	9	1	13	16	9	7	7	1	12	1	1000
tempertary(su)9	7	9	4	11	5	10	1	7	9	9	7	10	1000
tempertary(su)10	14	5	4	16	1	5	10	7	1	13	7	1	1000
tempertary(su)11	14	10	1	1	5	5	9	5	13	3	12	11	1000
tempertary(su)12	2	5	9	11	13	2	1	7	1	17	12	11	1000
tempertary(su)13	2	15	17	10	5	5	9	7	1	1	7	1	1000
tempertary(su)14	10	9	1	1	13	10	1	7	1	15	12	4	1000
tempertary(su)15	2	10	9	16	5	10	9	10	13	1	1	11	1000
tempertary(su)16	14	10	9	16	13	1	1	1	17	3	1	12	1000
tempertary(su)17	11	1	1	1	1	16	1	16	17	9	7	16	1000
tempertary(su)18	7	15	4	11	13	5	1	1	13	3	1	16	1000
tempertary(su)19	14	1	14	1	5	10	1	1	13	3	17	6	1000

scenario	temperry(su)1	temperry(su)2	temperry(su)3	temperry(su)4	temperry(su)5	temperry(su)6	temperry(su)7	temperry(su)8	temperry(su)9	temperry(su)10	temperry(su)11	temperry(su)12	YD
temperryprog1*	1	5	9	10	19	5	15	1	12	8	19	8	1990
temperryprog2	12	14	9	1	5	1	8	10	14	15	1	1	1
temperryprog3	18	1	4	10	5	1	15	7	9	17	1	11	1000
temperryprog4	1	10	4	10	1	10	15	7	1	17	1	1	1
temperryprog5	7	1	17	1	1	11	18	16	1	2	16	1	1
temperryprog6	6	15	15	8	1	7	1	14	1	14	1	1	1
temperryprog7	8	15	17	1	13	1	5	9	1	16	1	1	1
temperryprog8	7	15	9	1	18	16	8	7	1	11	1	1	1
temperryprog9	8	5	4	10	5	10	1	7	9	5	7	19	1000
temperryprog10	14	5	4	10	1	0	19	7	1	13	7	1	1
temperryprog11	14	10	1	1	5	6	6	5	18	3	11	11	1000
temperryprog12	2	5	9	10	13	8	1	7	1	17	11	11	1000
temperryprog13	2	15	17	19	5	8	8	7	1	1	7	1	1
temperryprog14	18	5	1	1	18	11	1	7	1	15	11	8	1000
temperryprog15	2	10	9	16	5	11	8	10	12	1	1	11	1000
temperryprog16	14	10	9	16	13	1	1	1	18	3	1	11	1000
temperryprog17	12	1	1	1	1	16	1	18	18	3	7	16	1000
temperryprog18	8	15	4	10	13	6	1	1	14	3	1	16	1000
temperryprog19	14	1	15	1	5	11	1	1	14	8	16	8	1000

A 9. és a 10. ábra (noha csak egyetlen egy objektum, vagyis az első sorok térnek el egymástól) jelentősen különbözik egymástól. Mégis igaz, hogy az anti-diszkriminatív modellezés keretei között mindkettőre egyformán igaz a minden objektum lehet másként egyforma elv (vö. 11. és 12. ábra).

[illegible]

A 9. és a 10. ábra másságát a 11. és a 12. ábra értékmássága mutatja meg, de minden egyes sor helyettesítési értékeinek összege 1000 (kerekítési hibáktól eltekintve), mert a nyers kiindulási adatok esetére is igaz volt, hogy az oszlop összege 90. Ilyen speciális esetekben tehát optimalizációs szempontból nem lehet és nincs is különbség az objektumok hasznossága, értékessége között. Ilyenkor operatíván csak a naiv értékelés sorrendjei alapján lehet a következő lámpaprogramot kiválasztani.

