



Közlekedési forgalomelemzés és szimuláció közösségi alapon

Ispány Márton
Debreceni Egyetem
Informatikai Kar
2016. március 8.



Tartalom

- ▶ Smart City és Urban computing
- ▶ Okos autók Okos városokban
- ▶ A Robotautó Világbajnokságról
 - ▶ Az OOCWC platform felépítése
- ▶ Adatgyűjtés crowd-sourcing alapon
- ▶ Szimuláció: modellek és eredmények
- ▶ Debrecen a térképen
- ▶ Publikációk

Smart City és Urban computing

- ▶ Városi érzékelés és adatgyűjtés
 - ▶ Energiafogyasztás és titoktartás
 - ▶ Lazán kontrollált és nem egyenletes eloszlású szenzorok
 - ▶ Nemstrukturált, implicit és zajos adatok
- ▶ Heterogén adatok feldolgozása
 - ▶ Többszörös megerősítéses tanulás
 - ▶ Hatékony és hatásos tanuló algoritmusok
 - ▶ Vizualizáció
- ▶ Hibrid rendszerek: a valós és a virtuális világ keveredése
- ▶ Kulcsszavak: smart city, urban computing, urban informatics, big data, human mobility, city dynamics, urban sensing, knowledge fusion, computing with heterogeneous data, trajectories

Városi adatforrások

- ▶ Földrajzi adatok
- ▶ Közlekedési adatok
- ▶ Mobiltelefon jelek
- ▶ Elektronikus kártya és jegyrendszerek
- ▶ Környezeti megfigyelések (monitorállomások)
- ▶ Közösségi hálók
- ▶ Gazdasági adatok
- ▶ Energia
- ▶ Egészségügy

Okos autók Okos városokban

1. 2050-re várhatóan a Föld lakosságának 70%-a városokban fog élni¹
 - ▶ Új kihívások a városi infrastruktúrának
 - ▶ Okos város alkalmazások
2. Okos autók ➡ önvezető autók
3. Hogyan segítheti a város ezen autók közlekedését?
4. A városnak minden információ a rendelkezésére áll
 - ▶ Képesség releváns adatokat gyűjtésére

¹World Urbanization Prospects. The 2007 Revision, United Nations, 2007.

Kitekintés



Google Inc.
Stanford University

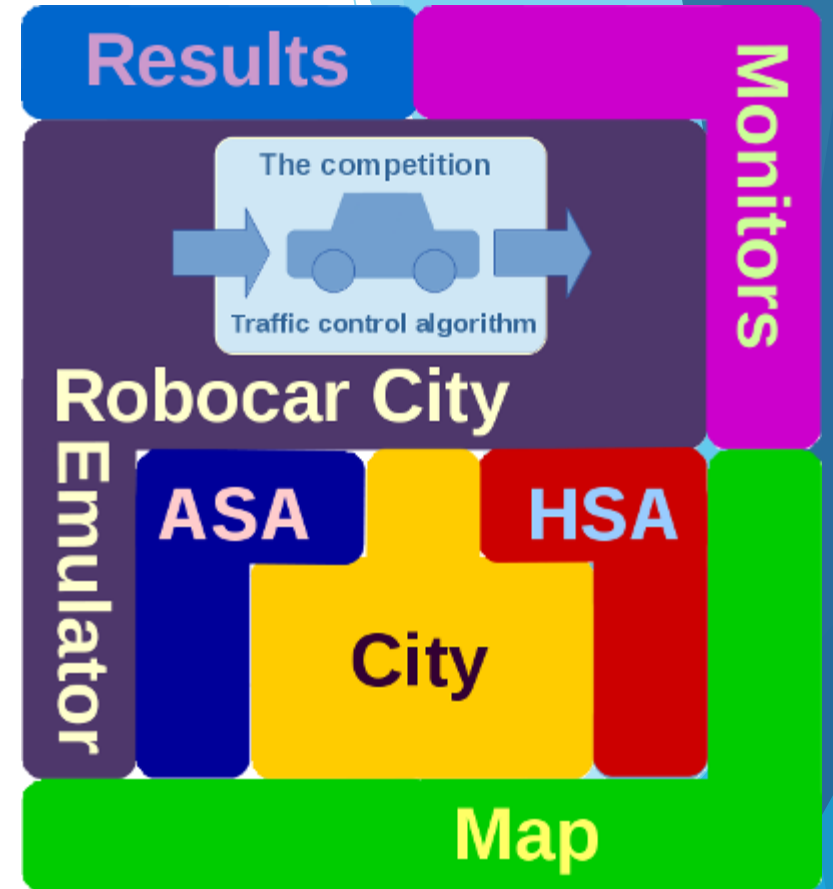


Robotautó Világbajnokság - OOCWC

- ▶ Szimuláció
- ▶ Útvonal tervezése
- ▶ Verseny:
 - ▶ Forgalomelemző és útvonaltervező algoritmusok (kutatás)
 - ▶ Prototípus-fejlesztés (agile software process)
 - ▶ Programozási verseny (UDProg kurzusok)
- ▶ Adatgyűjtés

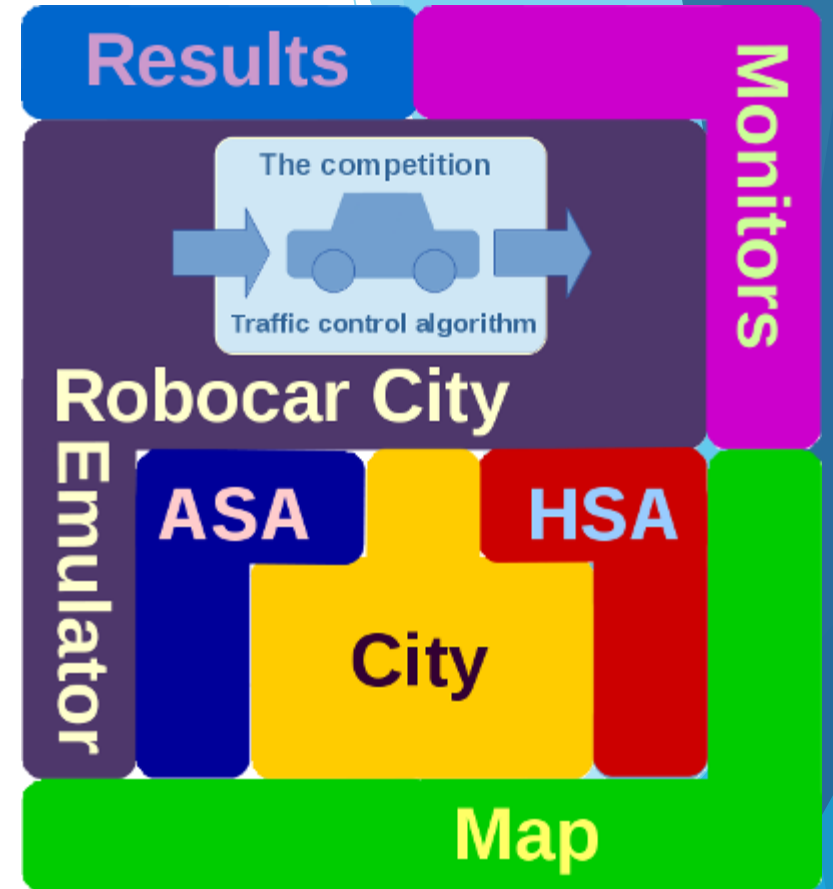
Az OOCWC platform felépítése

- ▶ **Map:** OpenStreetMap
- ▶ **City:** Adott városon értelmezett
- ▶ **ASA:** (Automated Sensor Annotations)
Adatgyűjtés automatikusan
- ▶ **HSA:** (Human controlled Sensor Annotations)
Kézi adatgyűjtés



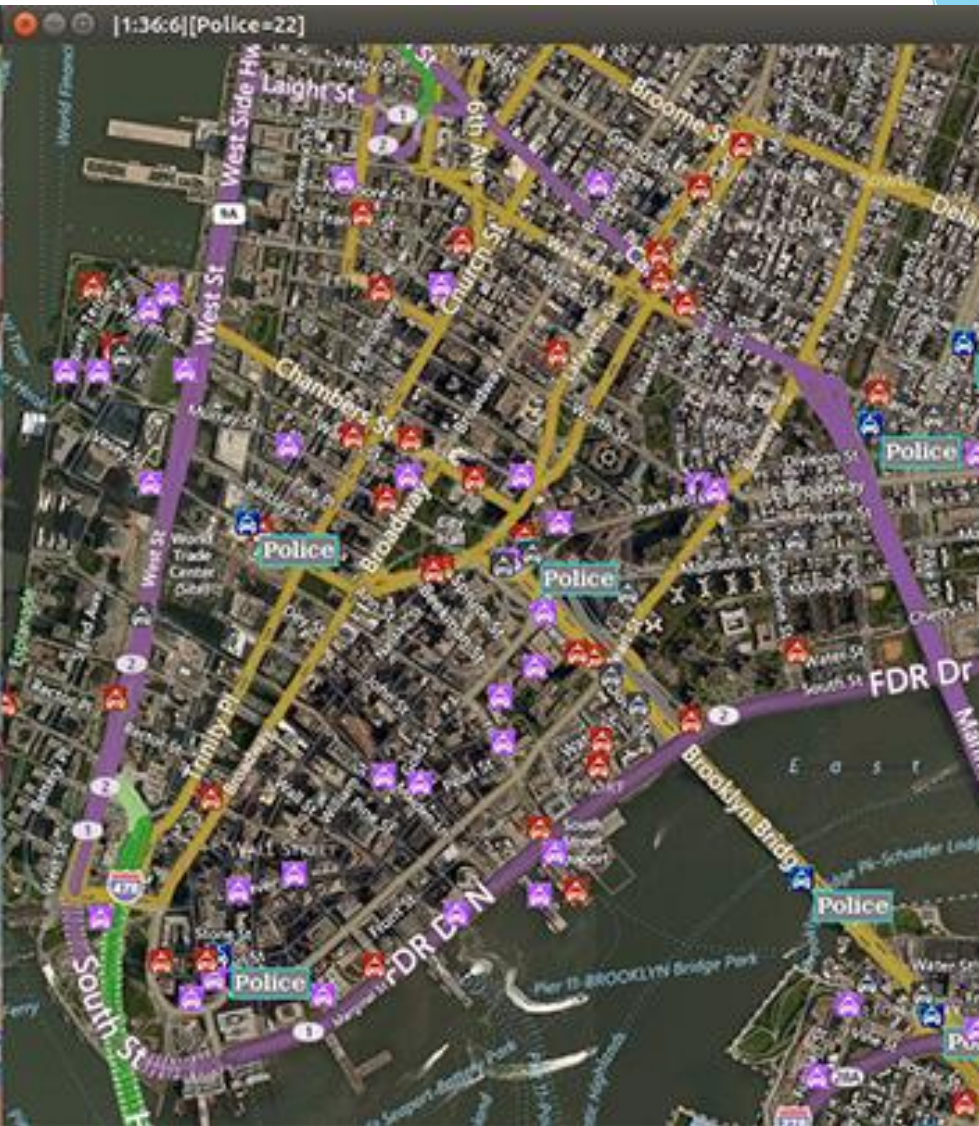
Az OOCWC platform felépítése

- ▶ Robocar City Emulator: szimuláció
- ▶ The competition
- ▶ Results: a verseny vagy egy elemzés eredményei
- ▶ Monitors: megjelenítés

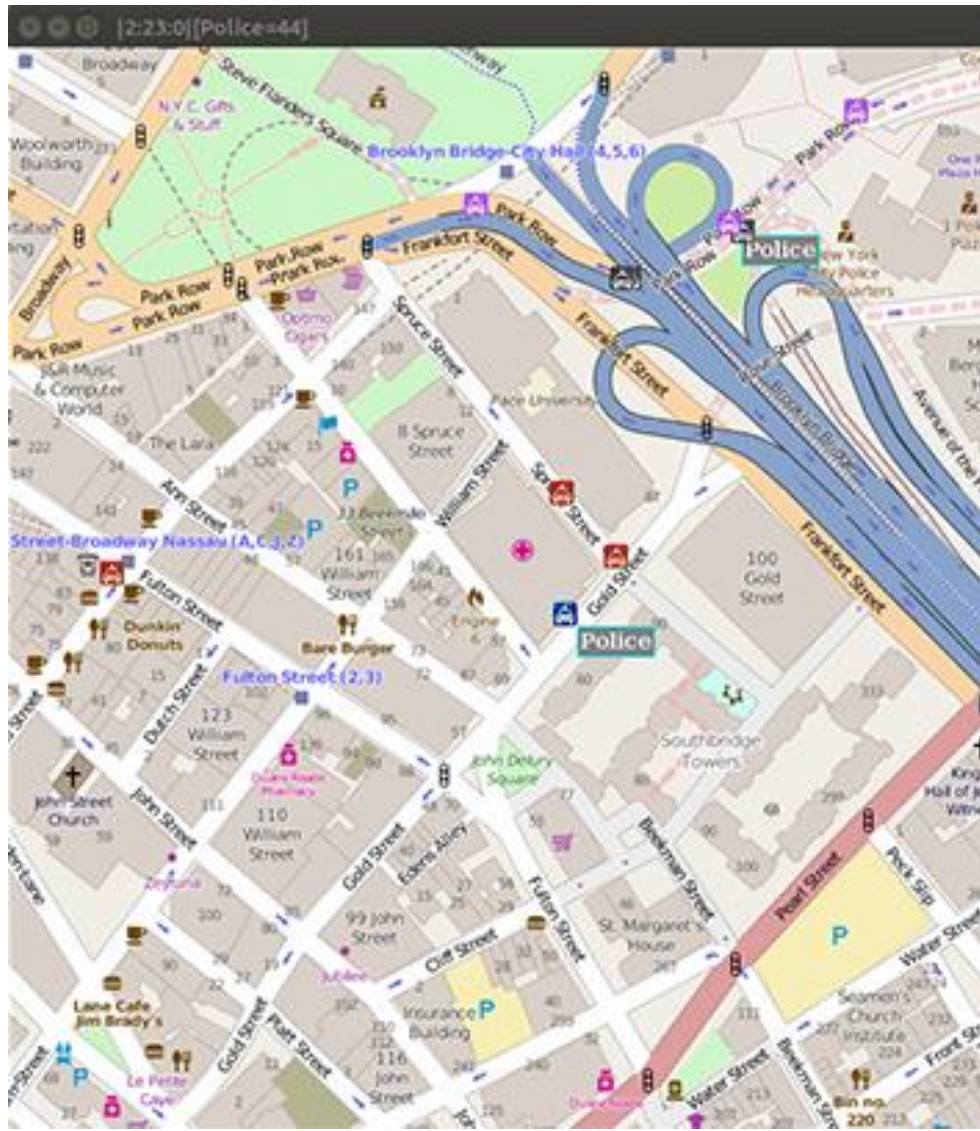




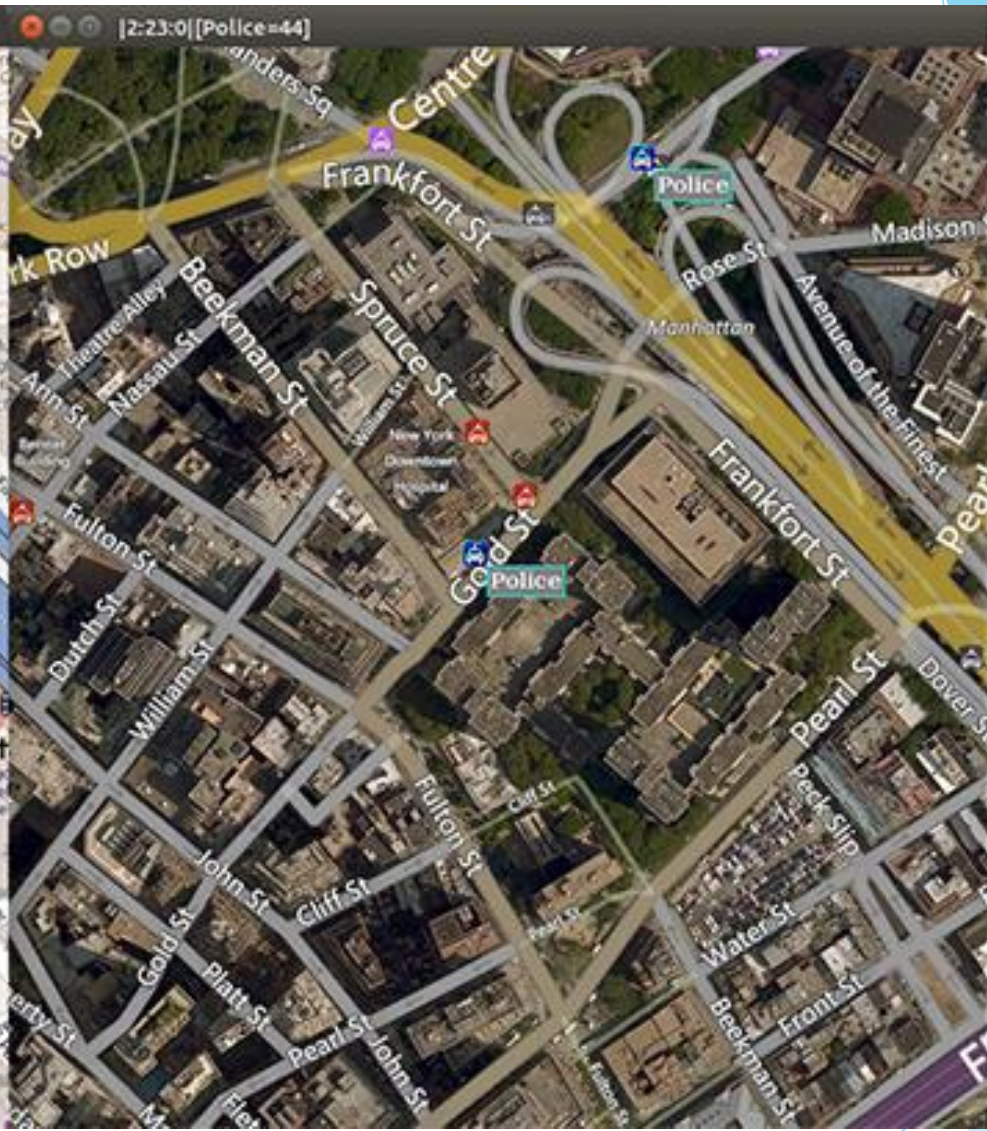
Manhattan, New York City, NY, USA



JXMapView2



Manhattan, New York City, NY, USA



JXMapView2

Adatgyűjtés

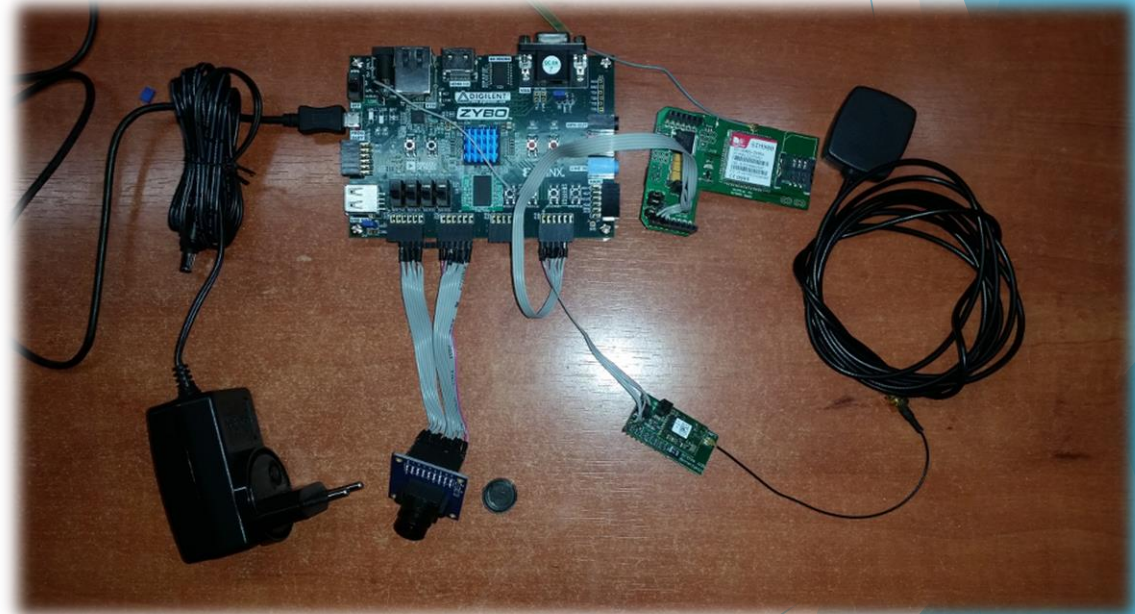
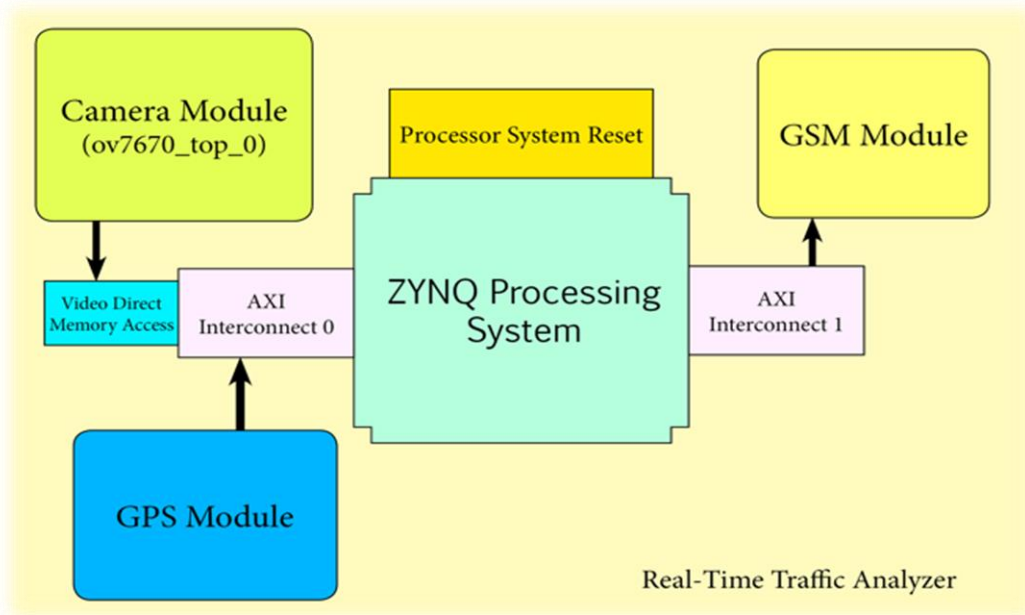
- ▶ Tömegérzékelés (Crowd sensing)
 - ▶ Kézi (HSA)
 - ▶ Automatikus (ASA)
- ▶ Robocar City Cloud
 - ▶ Itt fogjuk tárolni az emulátor bemeneteként szolgáló adatokat
- ▶ Open for public

Real-time Traffic Analyzer

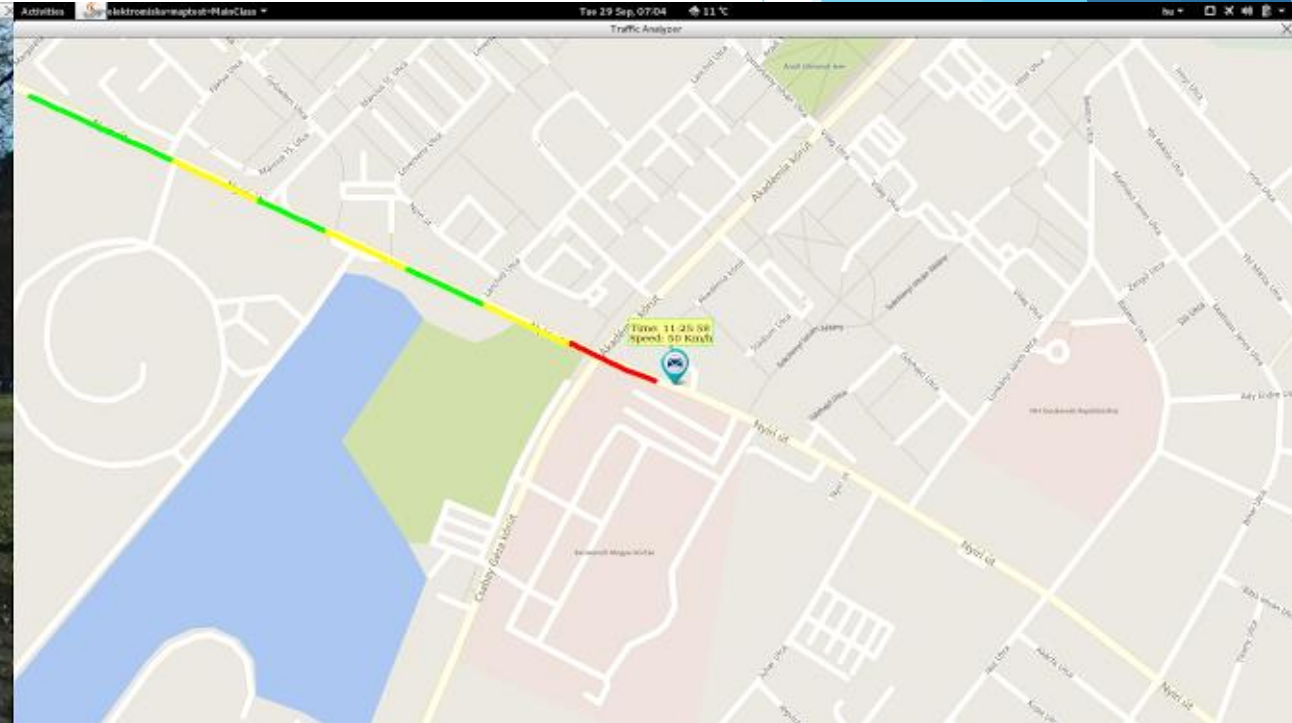
- ▶ Embedded Linux System
- ▶ Digilent Zybo
 - ▶ ARM processzor
- ▶ Kamera, GPS, GSM

- ▶ Szoftver a hardveren (ARM processzor)
 - ▶ Képi információk elemzése (Haar-cascade klasszifikáció alapú objektumfelismerés)
 - ▶ GPS adatok értelmezése
 - ▶ Utcanév és intenzitásérték küldése GSM hálózaton

Real-time Traffic Analyzer



Real-time Traffic Analyzer



Adatgyűjtés

- ▶ Több adatforrás
 - ▶ Pl. Google Maps, DKV
- ▶ Saját adatok validálására
- ▶ Adatok súlyozott „kombinációjából” egy pontosabb forgalmi helyzet
 - ▶ A súlyokat paraméter halmazként tekintjük és szimulált hűtéssel finomítjuk
 - ▶ Kezdetben a kézi mérést fogadjuk el ground truth-ként

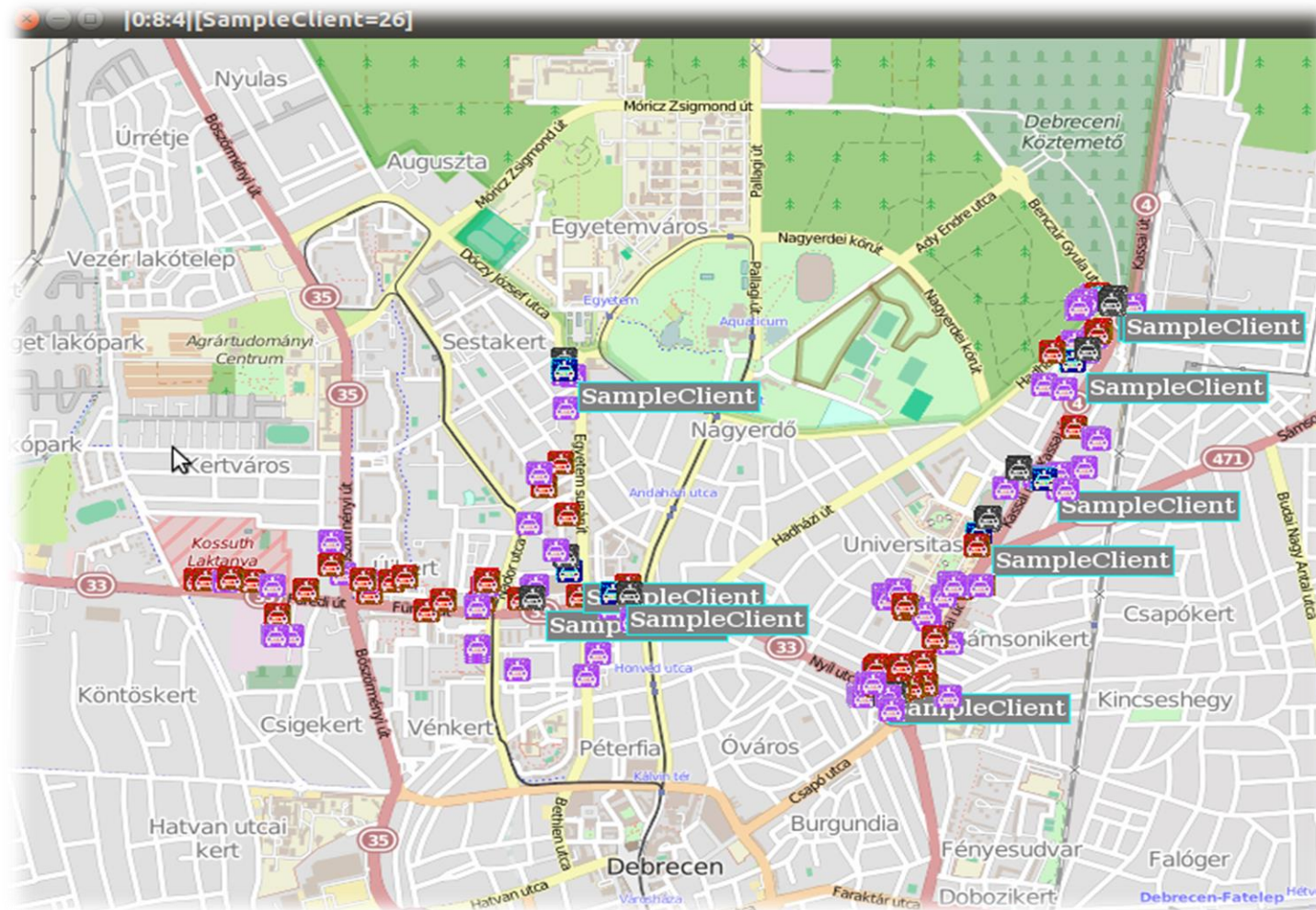
Crowd-sourced Traffic Simulator

- ▶ A RTTA által előállított adatok
 - ▶ Szöveges file: utca neve + forgalmi intenzitás: (s_i, v_i) , $i = 1, \dots, N$
 - ▶ Utca (s_i) az OSM gráfban
 - ▶ Intenzitás (v_i) az s_i utcán: gépjárművek száma/óra
 - ▶ OSM csúcsok száma (n_i) az s_i utcán
 - ▶ s_i^j a j -edik OSM node az s_i utcán ($j=1, \dots, n_i$)
- ▶ Így a térképre az alábbiak szerint kerülnek fel a járművek:

$$P(s_i^j) = \frac{v_i}{\sum_{k=1}^N n_k v_k}$$

- ▶ Ezen kezdeti eloszlásból a Nagel-Schreckenberg modellhez hasonlóan lépünk tovább

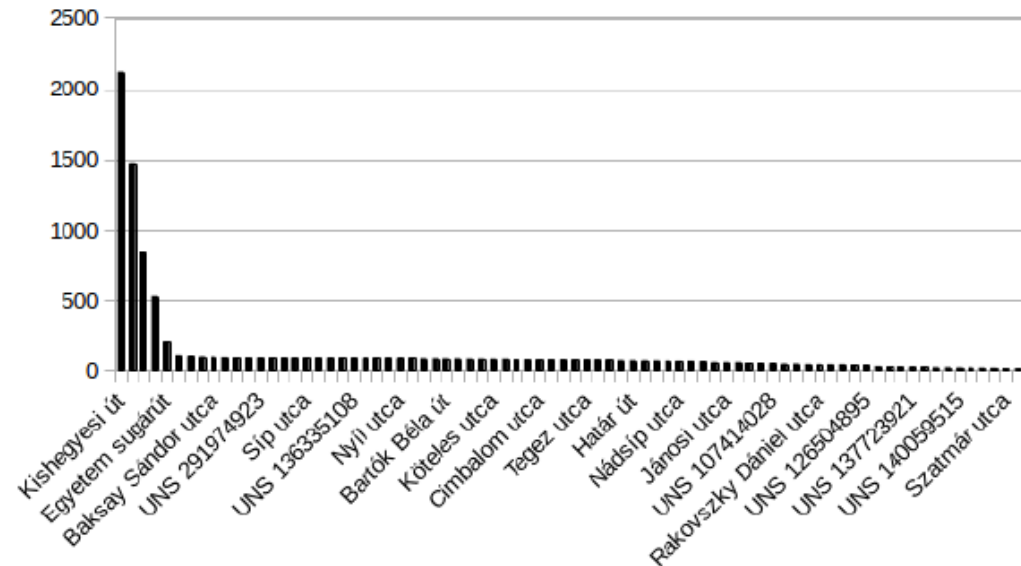
Crowd-sourced Traffic Simulator



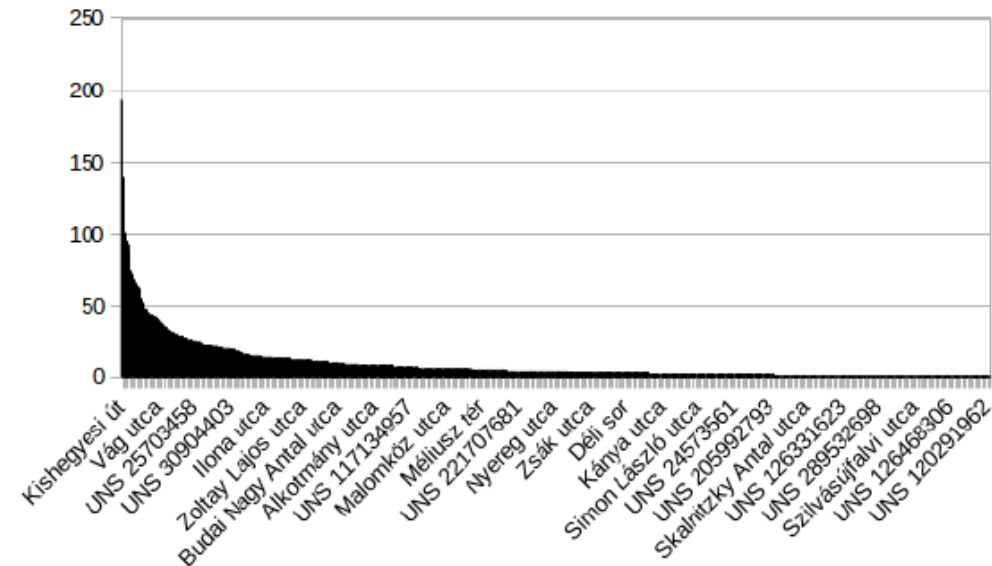
Kassai út 789, Egyetem sugárút 317, Füredi út 559

Crowd-sourced Traffic Simulator

► Hogyan változik a szimuláció során az eloszlás?



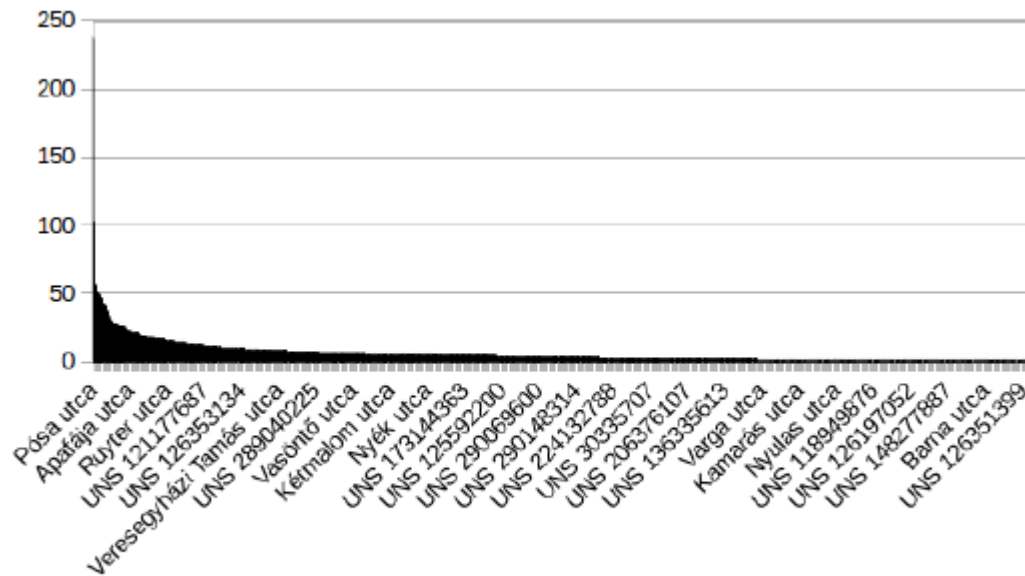
(a) At the beginning of the simulation the number of roads is 78.



(b) After a minute the number of roads is 1085.

Crowd-sourced Traffic Simulator

- ▶ Hogyan változik a szimuláció során az eloszlás?

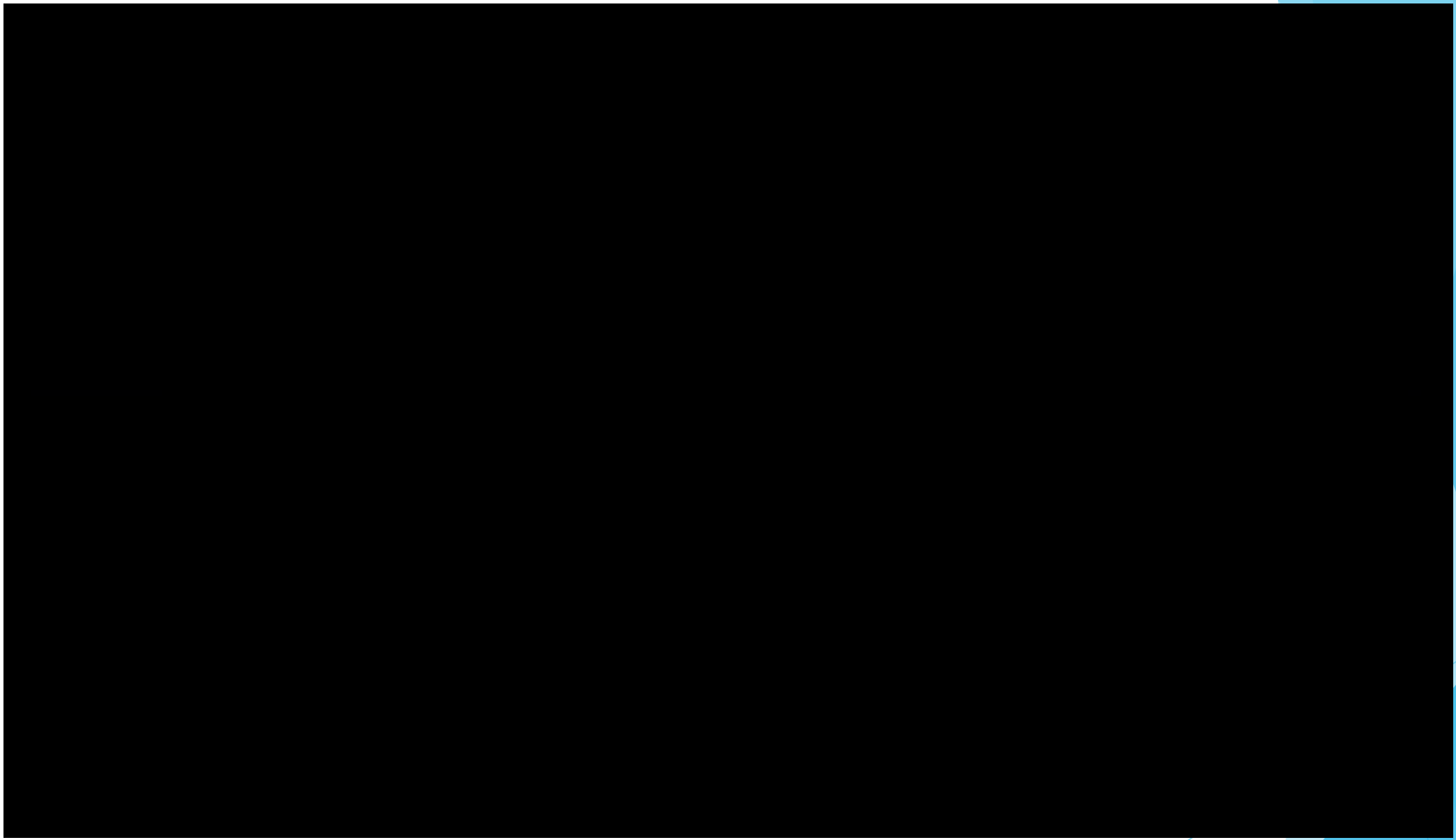


Cél: eloszlástartó szimuláció

(c) After the ten-minute simulation the number of roads is 1725.

Szimulációs követelmények

- ▶ Szimulációs platform: egy irányított gráf, melyben vannak egy és kétirányú élek, melyek nem megszakítottak
- ▶ Szimulált mennyiségek: gépjármű darabszámok, melyeket rendelhetünk az élekhez, de a csúcsokhoz is
- ▶ Nincs teleportáció: a gépjárművek csak az élek mentén közlekedhetnek
- ▶ A gépjárművek nem válnak ketté és nem egyesülnek
- ▶ A gépjárművek elhagyhatják a várost (úton vagy leparkolnak)
- ▶ Új gépjárművek érkezhetnek a városon kívülről vagy a garázsokból, parkolókból



Bernoulli elágazó folyamat bevándorlással gráfokon

- ▶ Sztochasztikus folyamat egy d csúcscsámú irányított gráfon
- ▶ $X_{k,l}$: a gépjárművek száma a k -edik pillanatban az l -edik csúcsban
- ▶ Sztochasztikus rekurzió:

$$X_{k,l} = \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^{X_{k-1,i}} \xi_{k,i,j,l} + \varepsilon_{k,l}$$

- ▶ $\xi_{k,i,j,l}$ Bernoulli eloszlású v.v., azaz pontosan akkor 1, ha a $k-1$ -edik pillanatban az i -edik csúcsban lévő j -edik gépjármű az l -edik csúcsba megy tovább feltéve, hogy van út (él) i -ből l -be. Megjegyezzük, hogy $i=l$ esetén a gépjármű nem tudott tovább menni. Legyen $\phi_{i,l} := P(\xi_{k,i,j,l} = 1)$. Ekkor $\Phi := (\phi_{i,l})$ egy $d \times d$ -es szubsztochasticus mátrix
- ▶ $\varepsilon_{k,l}$ a k -edik pillanatban újonnan megjelenő gépjárművek száma az l -edik csúcsban. Legyen $\lambda := (E\varepsilon_{1,1}, \dots, E\varepsilon_{1,d})^T$, a beáramlási intenzitás

Stacionárius eloszlás

- ▶ Ha a bevándorlás független Poisson eloszlást követ, azaz a generátor függvény $H(\mathbf{s}) = \exp(\boldsymbol{\lambda}^T (\mathbf{s} - \mathbf{1}))$, akkor a stacionárius eloszlás is független Poisson azzal a $\boldsymbol{\mu}$ paraméterrel, amely kielégíti:

$$\boldsymbol{\mu} = \Phi \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\lambda}$$

- ▶ Mivel a stacionárius eloszlás koordinátáinak (csúcsok) függetlensége nem ésszerű, ezért érdemes az alábbi bevándorlást választani

$$H(\mathbf{s}) = \exp\left(\boldsymbol{\lambda}^T (\mathbf{s} - \mathbf{1}) + \frac{1}{2} (\mathbf{s} - \mathbf{1})^T \Lambda (\mathbf{s} - \mathbf{1})\right)$$

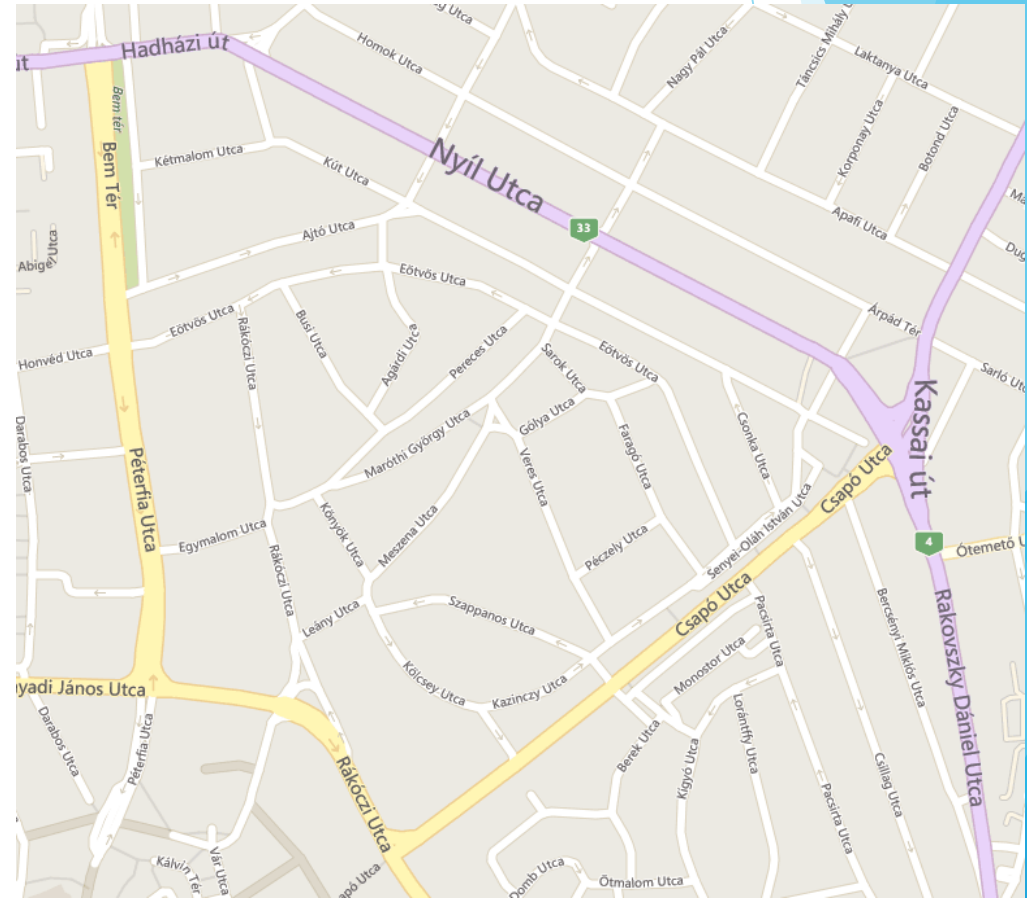
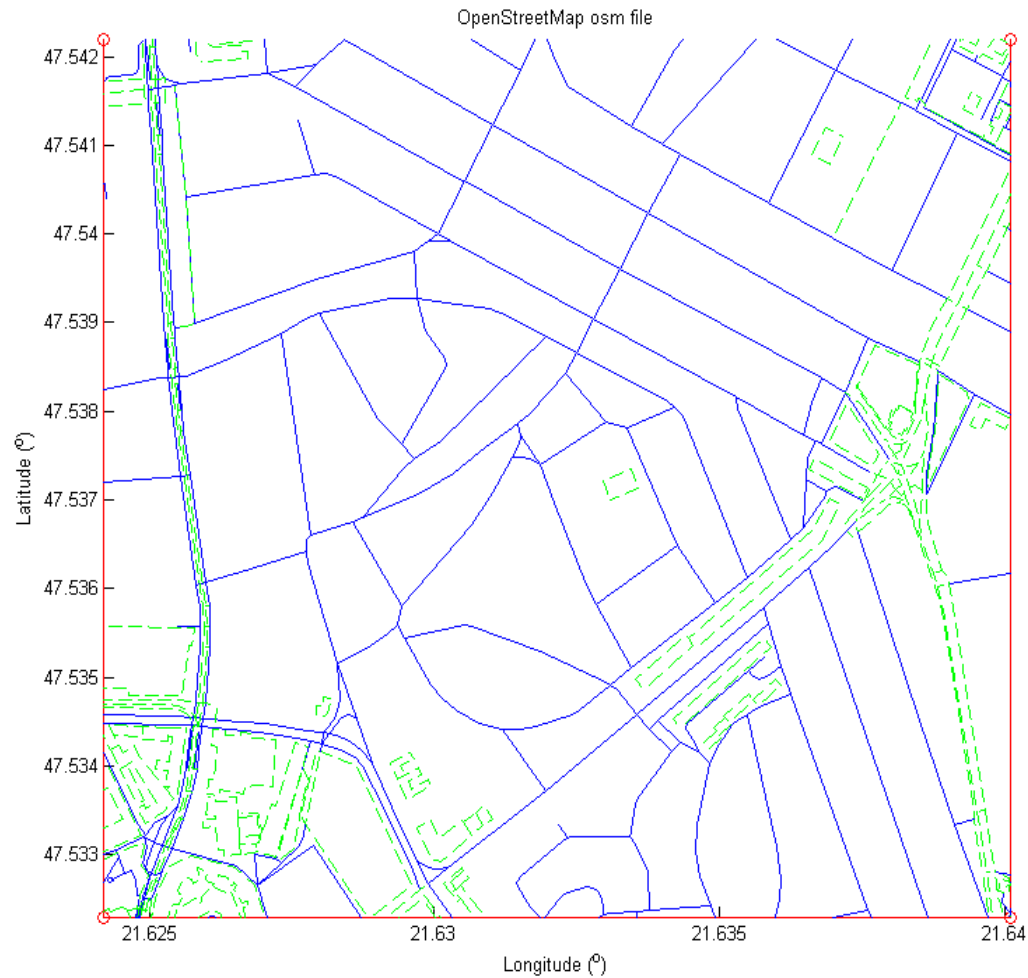
ahol Λ egy szimmetrikus mátrix a diagonálisában 0-val (a kétirányú utak interakciója)

- ▶ Ekkor a stacionárius eloszlás is ilyen alakú $(\boldsymbol{\mu}, \Psi)$ paraméterekkel:

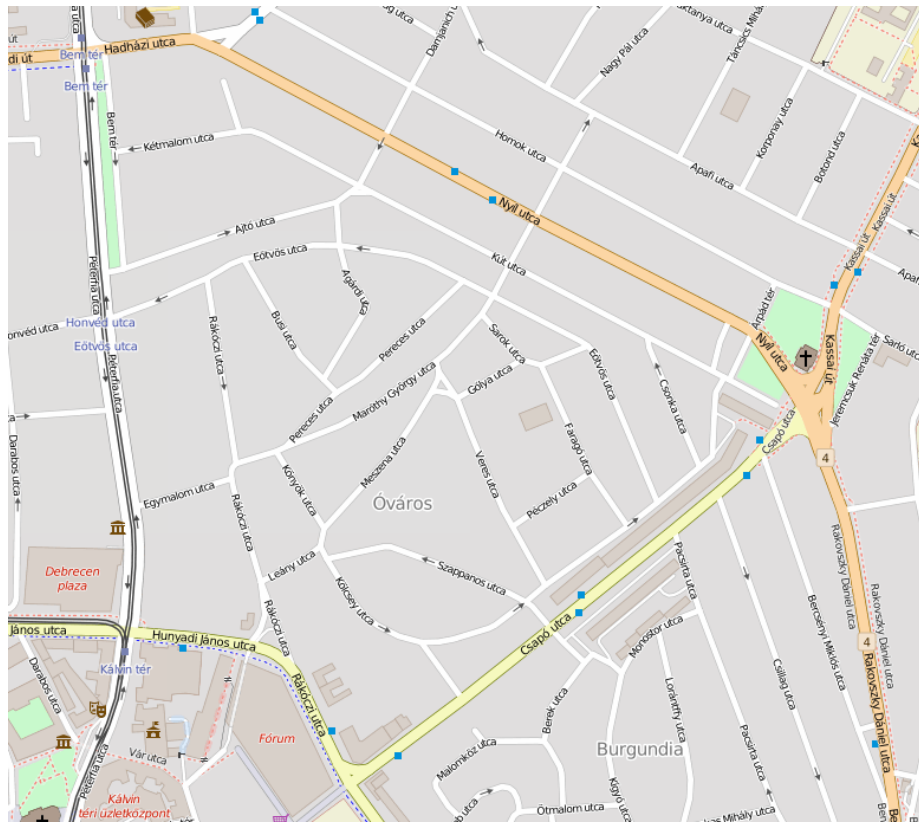
$$\boldsymbol{\mu} = \Phi \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\lambda}$$

$$\Psi = \Phi \Psi \Phi^T + \Lambda$$

Szimuláció Debrecen OSM térképén

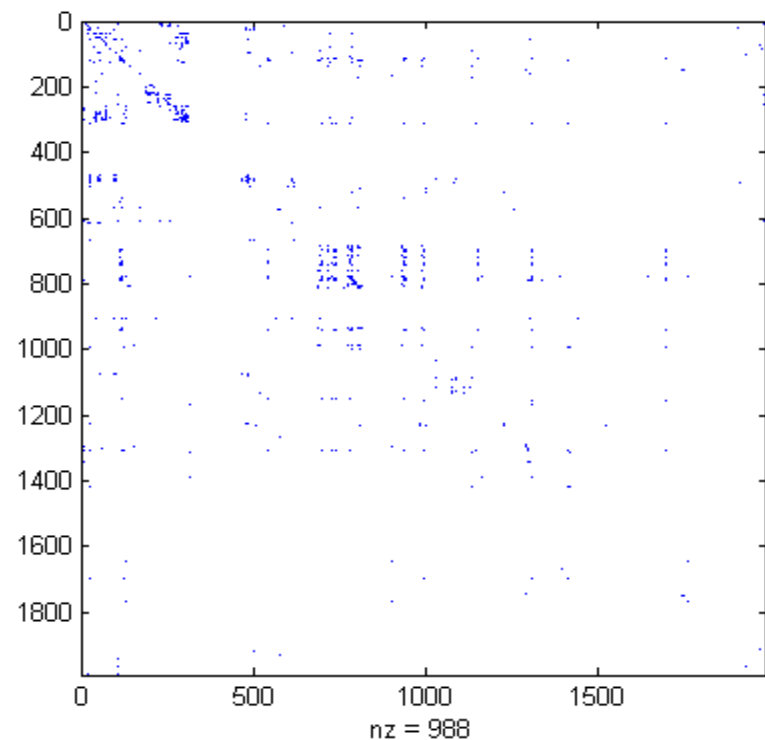


Szimuláció Debrecen OSM térképén

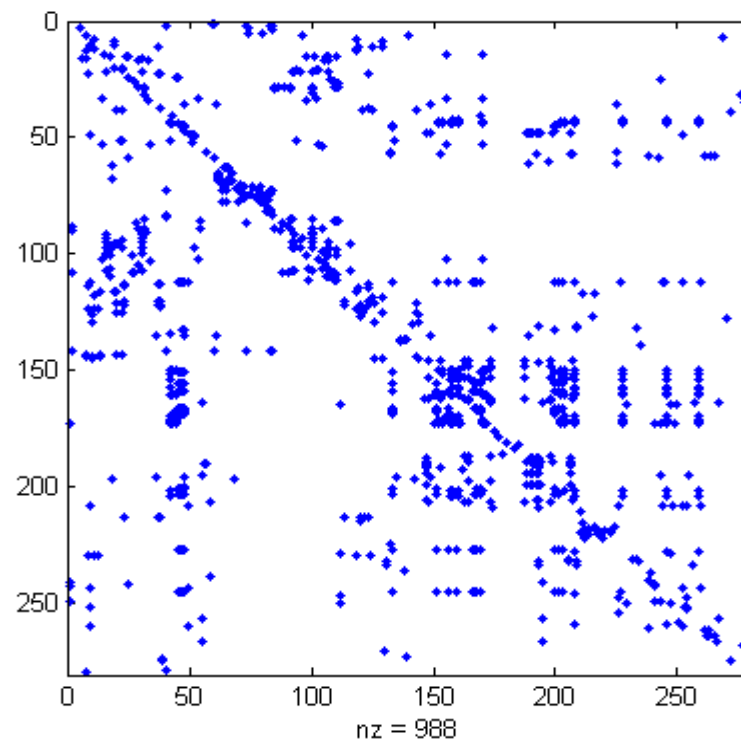


Debrecen óváros: OSM gráf jellemzése

► OSM gráf: 1991 csúcs, 988 él

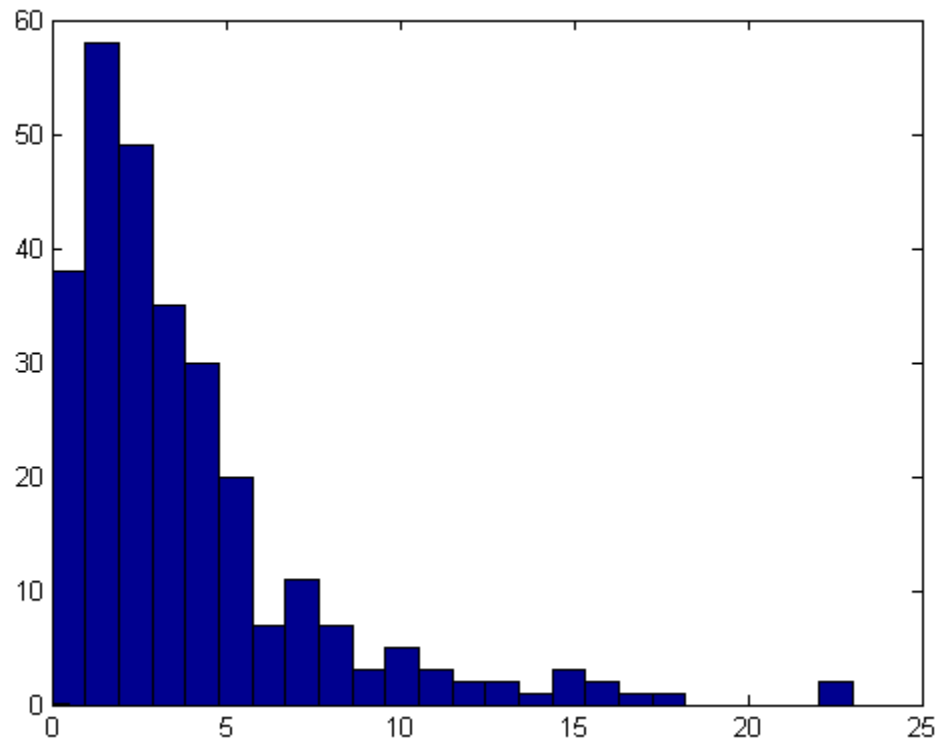


OSM váz: 280 csúcs, 988 él

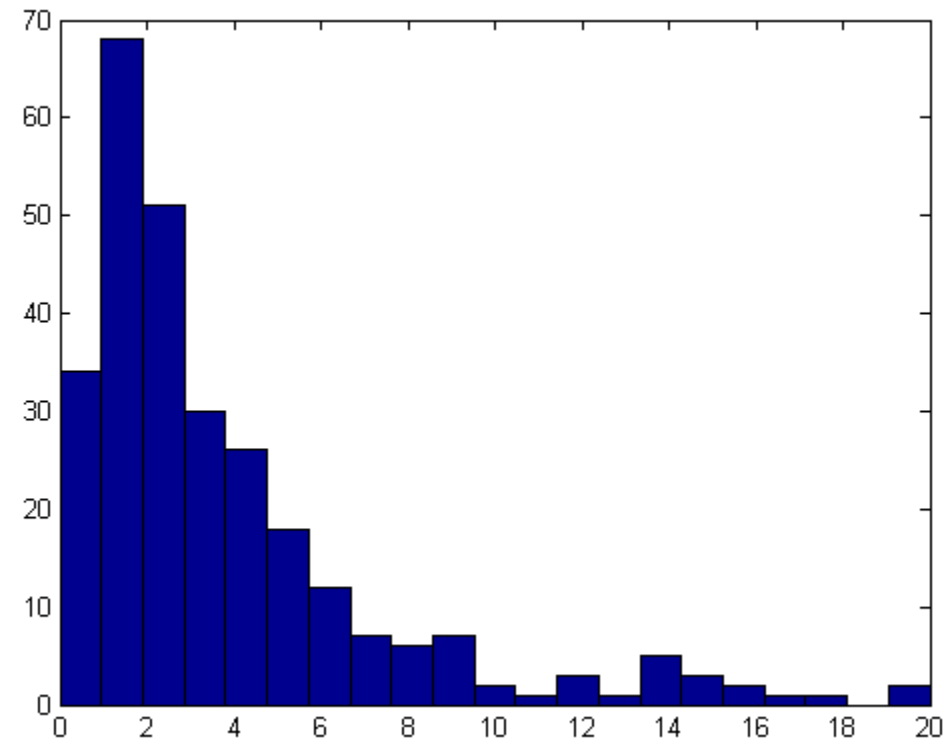


Debrecen óváros: OSM gráf jellemzése

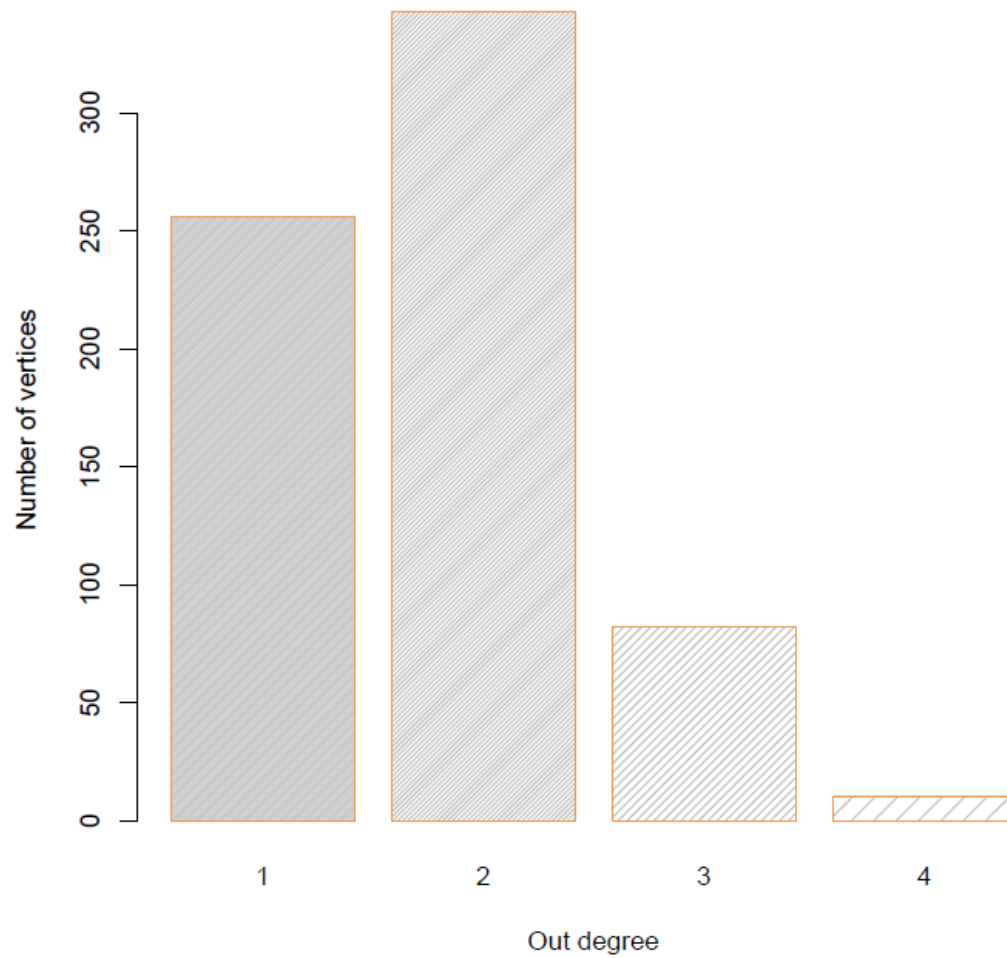
► Befok eloszlás



Kifok eloszlás

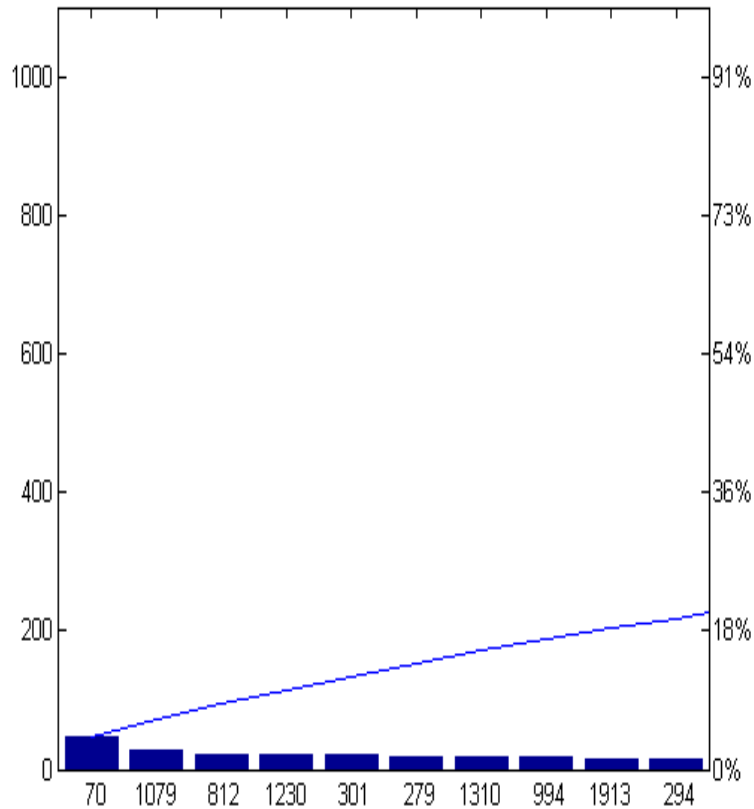


Debrecen óváros OSM gráf jellemzése

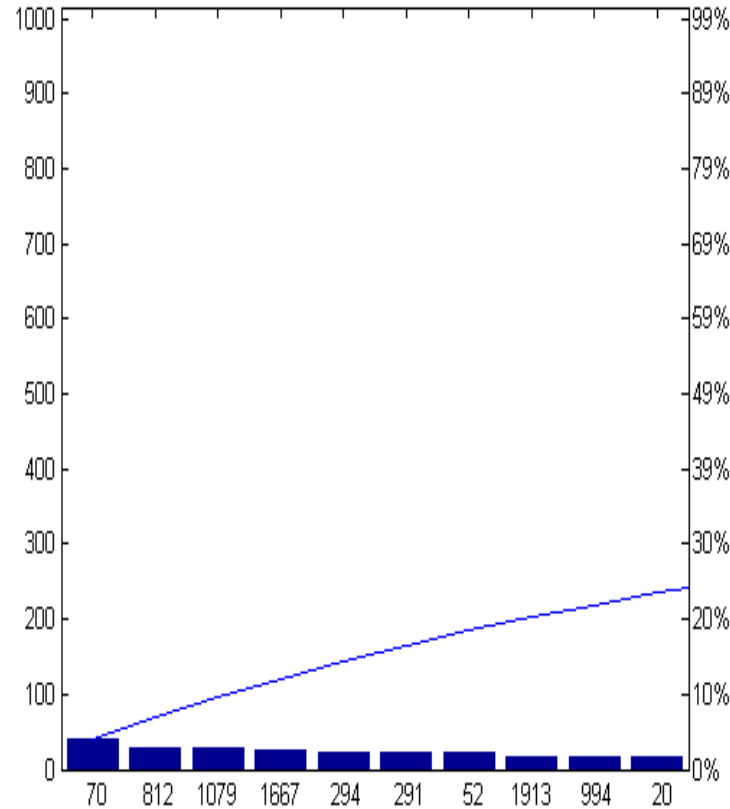


Debrecen óváros szimulációs eredmények

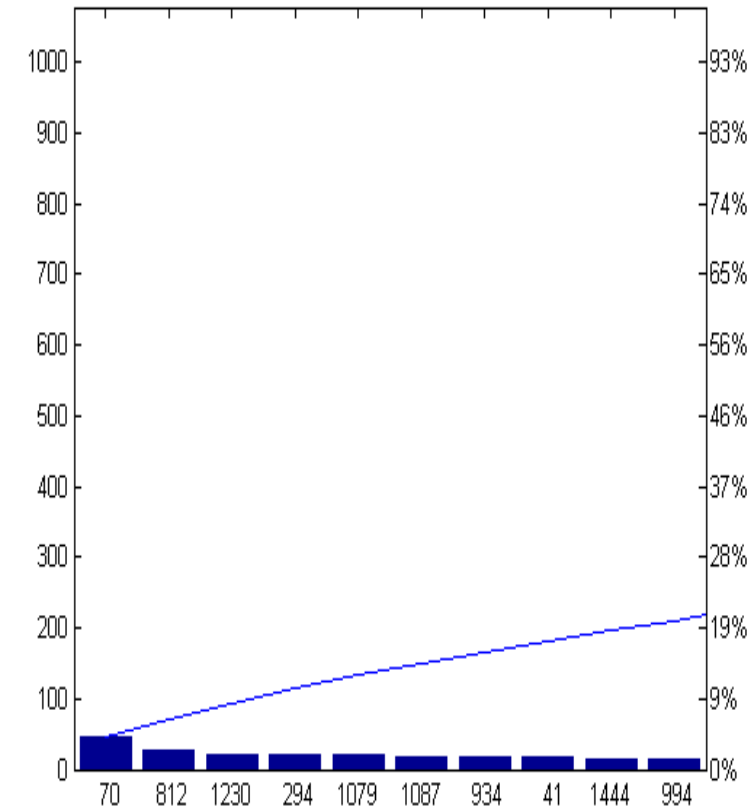
▶ 100 lépés után



200 lépés után



300 lépés után



Az okosabb Debrecenért

- ▶ HTML, XML kurzus (gyakorlat) a PTI BSc szakon: 160 hallgató/év
- ▶ Az oktatásban fontos az életből származó gyakorlati alkalmazások bemutatása
- ▶ Az OSM térképek, ezen belül különösen Debrecen illetve régiójának, fejlesztése egy, a lehetséges gyakorlati alkalmazások közül, melyet a hallgatók pozitívan fogadtak
- ▶ A „Még okosabb lesz Debrecen a térképen” projektjavaslatunkat már a városi illetékeseknek is vázoltuk

Debrecen ma

	München	Budapest	Debrecen
Terület	310 km ²	525 km ²	461km ²
Szerkesztők	6521	1989	187
OSM XML	1.8 GB	580 MB	18 MB

Adatok forrása: OSM Metro Extract
<https://mapzen.com/data/metro-extracts>

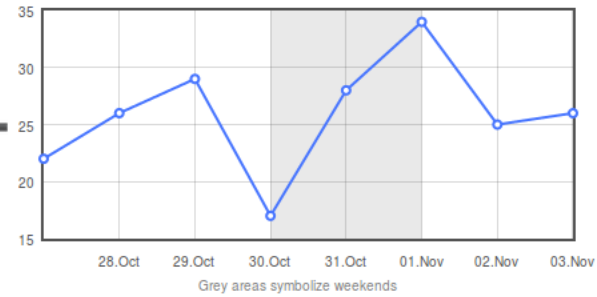
Country: [Hungary](#)

[← Back to country overview](#)

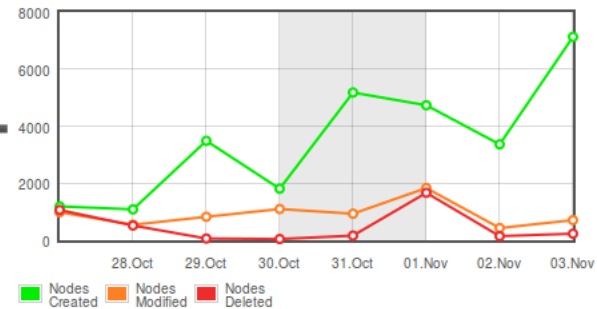
Report run at Nov, 04th 2015 1:03 am CET
Statistics of the free wiki world map (OpenStreetMap.org)
created in Central European Time (CET)

Yesterday's number of active members	26
Yesterday's number of created nodes	7131
Yesterday's number of modified nodes	705
Yesterday's number of deleted nodes	230

No. of daily active members



No. of nodes that are daily created/modified/deleted

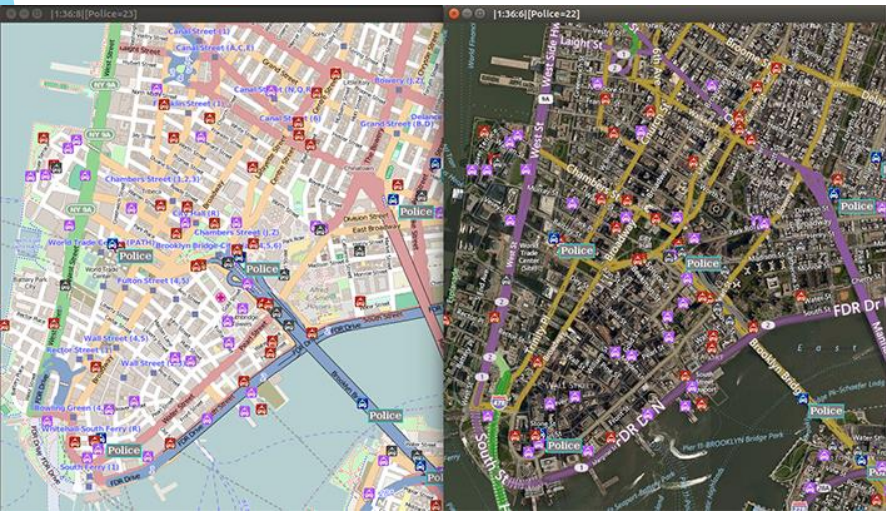


A képek a <http://resultmaps.neis-one.org/> és a <http://www.itoworld.com/map/179> címekről elérhető lapokról készültek, amelyekre az OpenStreetMap Hungary csoportban hívták fel a figyelmünket.

Eredmények

- Bártfai, N.; Besenczi, R.; Mamenyák, A.; Ispány, M.,
"OOCWC: The Robocar World Championship Initiative,"
Graz, Ausztria, 2015.07.13-2015.07.15. Graz: IEEE, 2015. 6 p. 2015 IEEE 13th International Conference in *Telecommunications (ConTEL)*,
- Bártfai, N.; Besenczi, R.; Mamenyák, A.; Ispány, M.,
"Traffic Simulation based on the Robocar World Championship Initiative,"
Infocommunications Journal 7:(3) pp. 50-59. (2015)
- Besenczi, R.; Szilágyi, M.; Bártfai, N.; Mamenyák, A.; Oniga, I.; Ispány, M.,
"Using Crowdsensed Information for Traffic Simulation in the Robocar World Championship Framework,"
in *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 2015 6th IEEE Conference on, 2015.
pp.333-337
- Besenczi, R.; Katona, T.; Szilágyi, M.,
"A Fork Implementation of the Police Edition of the OOCWC System,"
in *Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 2015 6th IEEE Conference on, 2015.
pp.163-164

Köszönöm a figyelmet!



The official logo of the project
Copyright (C) 2014, Márton Vona

