



Rutinútvonalak felismerése és alkalmazása

Dr. Forstner Bertalan, AAIT
P1 T2 Hely alapú mobil szolgáltatások

Tartalom

- Kutatási terület bemutatása
- Alapfeltevések
- Megvalósítás
 - Adatgyűjtés
 - Rutinfelismerés
- Alkalmazási területek

- **Rutinútvonalak:** bizonyos időközönként ismétlődő útvonalak
- **Felismerése:** gyakoriság és egyéb reprezentatív paraméterek gépi tanulása
- **Alkalmazása:** Sok lehetséges alkalmazási terület, például találkozásszervezés

Kutatási terület



Cél:

Rendszeresen megtett
útvonalak felismerése,
és a **rutin** paramétereinek **gépi**
tanulása

Formalizálásnál szem előtt
tartva:

- Földrajzi adatok pontossága
- Térképre illesztés
- Energiahatékonyság



Koncepció



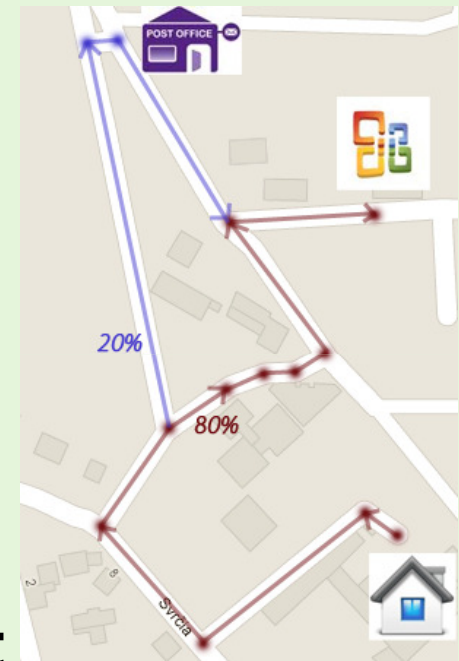
Mindenki életében sok az ismétlődő esemény

- Munkába menni minden hétköznap
- Szombat délelőtt bevásárlás

Többnyire ugyanazon útvonalakat választjuk, de kis valószínűséggel eltérünk

- A hónap első hétfőjén beugrunk a postára
- Minden második este hazafelé útba ejtjük a boltot

Rutinonként érdemes **egyetlen útvonalat tárolni**, és azt **karbantartani az idő során**



Rutin fogalma

$$R \in \{(T, date_{start}, date_{last}, W, I, t_{start}, t_{end})\}$$

- T : az útvonal
 - Otthonról munkába
- I : Ismétlődési idő
 - 2 hét
- $date_{start}, date_{last}$: első és legutóbbi előfordulás
 - 2010.09.05 – 2011.11.07
- t_{start}, t_{end} : kezdési és befejezési idő
 - 7:40 – 8:10
- W : A hét napjai, amikor a rutin értelmezett
 - Hétfőtől péntekig
 - Kedden és csütörtökön

Feladatok

1

- Adatgyűjtés

2

- Adatok tisztítása, tömörítése

3

- Adathalmaz útvonalakká vágása

4

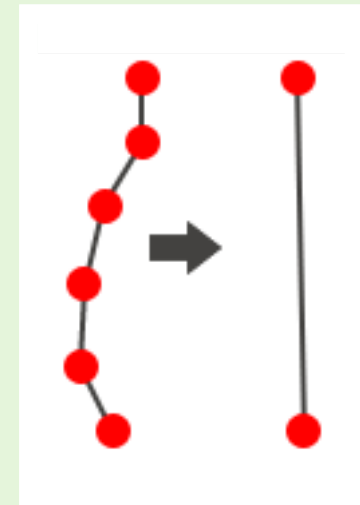
- Rutinfelismerés

5

- Rutinhalmaz alkalmazása

- Input:
 - GPS vevő (esetleg GSM hálózat) által szolgáltatott földrajzi pozíciók
 - Másodperc pontosságú időbélyegek
- Mérési pontatlanság
 - Zaj, szórás
- Megszűnhet a vétel
 - Mérési sűrűség tág határok között változhat
- Nyitott kérdések:
 - Szórás, kiesés kezelése
 - Mintavétel sűrűsége

- A nyers adatok felesleges információt hordozhatnak, tömöríthetők
- A tömörítvénynek tartalmaznia kell mindent, ami a rutinfelismeréshez szükséges
- Módszerek:
 - Egyenesek pontjainak ritkítása
 - Pontok kvantálása
 - Ismert paraméterű háló rácspontjaira
 - Térképre
 - További lehetőségek vizsgálata



Útvonalakká vágás

Vágás útvonalakká

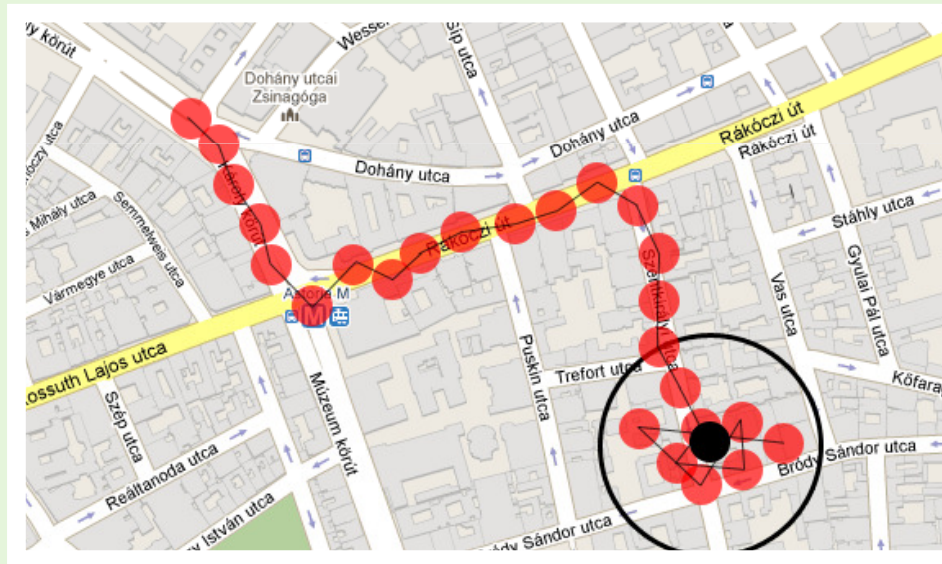


- Egy mért ponthalmaz több elkülöníthető útvonalat is tartalmaz(hat)
- Felismerhető egy útvonal vége
- Feltevés: az útvonal befejeződik, ha a mért pozíciók egy pont körül kezdenek sűrűsödni

Vágás útvonalakká

Baseline: Mohó algoritmus

Minden pontra megvizsgálja, hogy az elmúlt m perc koordinátái egy r sugarú körön belülrre esnek-e



Vágás útvonalakká

- Mozgó átlag
 - Az egymást követő pontok irányvektorai összegének csúszó átlagát vizsgáljuk
 - Amennyiben ez nulla felé közelít, vége az útvonalnak

$$\bar{P}(t) = \frac{\sum_{i=t}^{t+|w|} P(i)}{|w|}$$

- STOP ha $|\bar{X}(t)| \leq TH$
- Lineáris időben számítható

Rutinfelismerés

- Új útvonal összevetése a már felismert rutinokkal

- Hasonlóság kritériumai:

- Kezdeti és befejeződési idők közel vannak egymáshoz

$$|t_{start}^T - t_{start}^{RT}| \leq TH_t \text{ és } |t_{end}^T - t_{end}^{RT}| \leq TH_t$$

- Útvonalak végpontjai közel vannak egymáshoz

$$d(p_0^T - p_0^{RT}) \leq TH_r \text{ és } d(p_n^T - p_m^{RT}) \leq TH_r$$

- **Útvonalak teljes hosszukban hasonlóak**

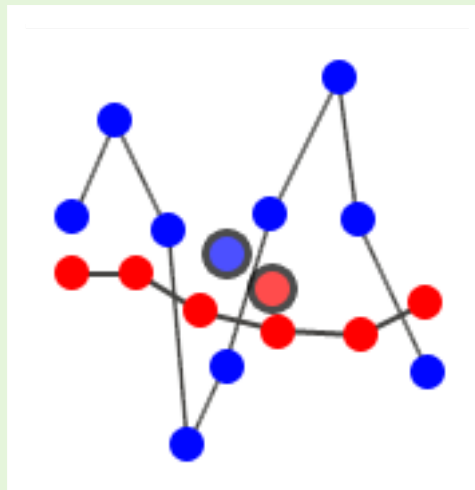
- Nincs egyértelmű mérték

Útvonalak hasonlósága

- Döntési feladat két útvonal hasonlóságáról
- Első közelítés
 - Felső korlát súlypontok távolságára

$$S_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i^T, |S_T - S_{R_T}| \leq TH$$

- Probléma: a súlypont független az útvonal köztes irányaitól

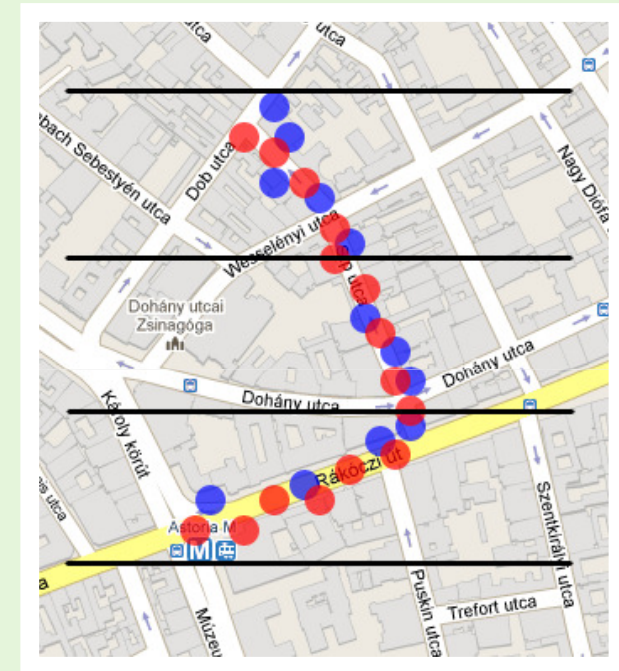


Útvonalak hasonlósága

- Szegmentálás

- Azonos vágó egyenesekkel szakaszokra bontjuk az útvonalakat
- Szakaszok összehasonlításával pontosabb képet kapunk a valódi távolságról

$$\text{Szegmens: } s_k = \bigcup_{i=k-1}^k p_i$$



Sok nyitott kérdés

– Szegmentáló eljárás

- Szegmensek száma
- Domináns irány meghatározása
- Szegmentálandó tartomány kijelölése
- Vágó egyenesek iránya
 - Koordinátatengelyekkel párhuzamosan
 - Merőlegesen a domináns irányra
 - Adaptívan az útvonalak lokális irányainak megfelelően
- Útvonalak vágása diszjunkt szakaszokra

– Szegmensek távolságának mérőszáma: $d(s_i^1, s_i^2)$

Elvárások:

- Függetlennek kell lennie a szegmensek
 - Hosszától
 - Pontok sűrűségétől
 - Időtől
 - Iránytól
- Jól kell tükröznie a szegmensek
 - Irányainak differenciáját
 - Pozícióinak távolságát

- Módszerek:

- Felső korlát minden szegmenspár távolságára:

$$\forall i: d(s_i^1, s_i^2) \leq C$$

- Felső korlát a távolságok összegére:

$$\sum_{i=1}^{\#s} d(s_i^1, s_i^2) \leq C$$

- Előbbiek konstans helyett útvonal paramétereitől függő korláttal

- Útvonal hosszával arányos korlát
- Útvonal idejével arányos korlát

- Felső korlát a nagymértékben eltérő párok arányára

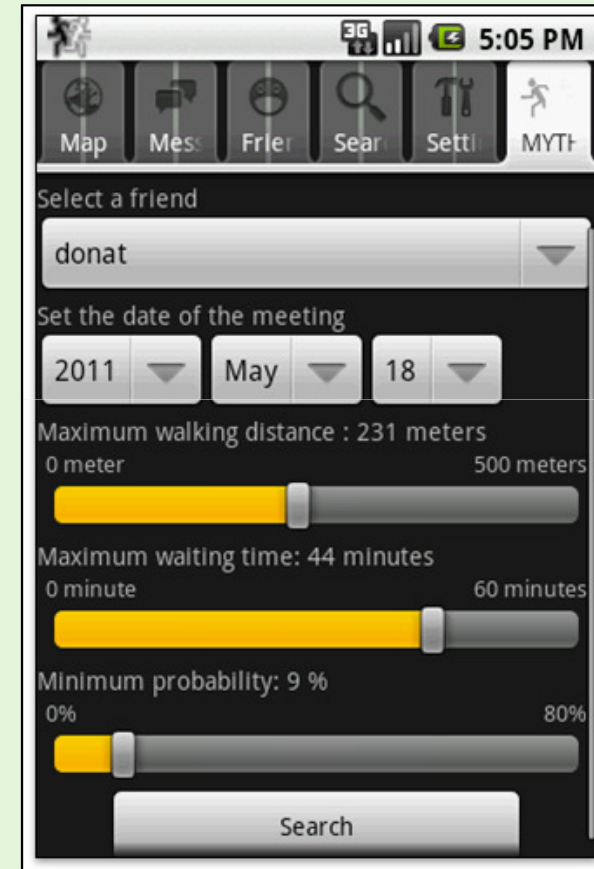
Aktív kutatási téma a legjobb módszer megtalálása

Alkalmazási területek

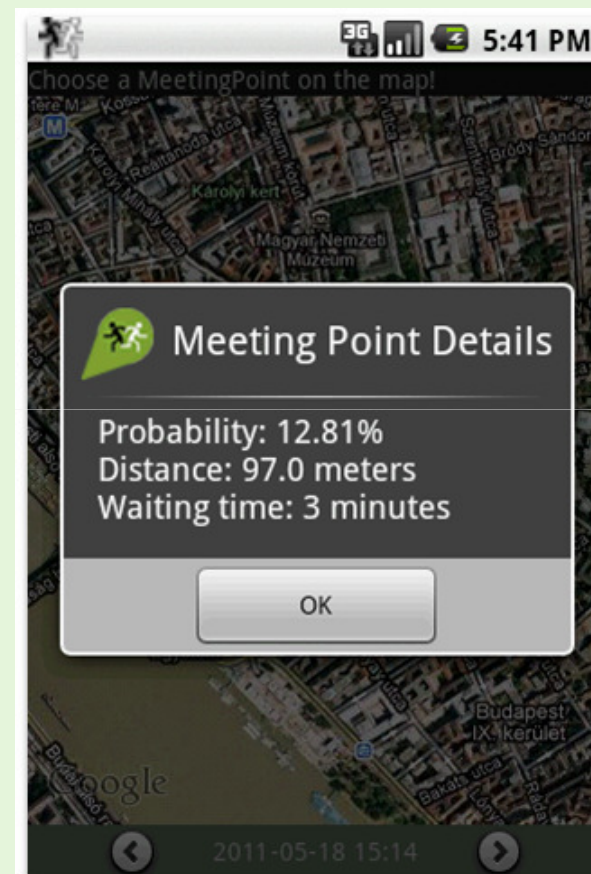
Találkozószervezés



- Mobil közösségi alkalmazás szerver háttérrel
- Adatgyűjtés a telefonon
- Rutinfelismerés és találkozó számítás a szerveren
- Személyes adatok védelme



Találkozási pontok



2011.11.08.

Műegyetem - Kutatóegyetem
Intelligens környezet és e-technológiák

További alkalmazások



- Robot rajok: terület optimális bejárása
- Másodperces pontosságú aktuális BKV menetrend
- Közlekedési dugók előrejelzése
- Fuvarszervezés

Jelenlegi kihívások



- Probléma absztrakciója
- Nyitott kérdések kutatása
- Szimulációs környezet tervezése
 - Matlab lehetőségeinek vizsgálata
 - KMDM osztálykönyvtár használata
 - Egyéb keretrendszerek
- Adatgyűjtő mobilkliens optimalizálása

- Marcell Fehér, Bertalan Forstner: **Identifying and utilizing routines of human movement.** In: 2nd Eastern European Regional Conference on the Engineering of Computer Based Systems (ECBS-EERC 2011). Pozsony, Szlovákia, 2011.09.05-2011.09.06. *pp. 135-138. Paper 47.*
- László Blázovics, Kristóf Csorba, Csaba Varga, Bertalan Forstner, Hassan Charaf, Marcell Fehér: **Vision based area discovery with swarm robots.** In: 2nd Eastern European Regional Conference on the Engineering of Computer Based Systems (ECBS-EERC 2011). Pozsony, Szlovákia, 2011.09.05-2011.09.06. *pp. 1-2. Paper 10.*
- Marcell Fehér, Bertalan Forstner: **Comparing methods of determining route proximity.** In: Proceedings of the Automation and Applied Computer Science Workshop 2011 (AACS'11). Budapest, Magyarország, 2011.06.24. Budapest: *pp. 140-148. Paper 15.*
- Marcell Fehér, Bertalan Forstner: **Enhanced Mobile Community Networks - Pattern Recognition in User Routines.** In: Proceedings of the Automation and Applied Computer Science Workshop 2010 (AACS'10). Budapest, Magyarország, 2010.06.25. Budapest: *pp. 117-125. Paper 17.* (ISBN: 978-963-313-004-9)