

Verkeersmonitoring met probes

N.J. van der Zijpp
Sectie Verkeerskunde
TU Delft

Inhoud presentatie

- DEEL I
Radiografische lokalisatie technieken
- DEEL II
Incident detectie met probes: een analyse
- DEEL III
Map-matching algoritmes

DEEL I

Radiografische lokalisatie technieken

Radiografische lokalisatie technieken

- GPS
- Bakens
- Deadreckoning
- GSM 'actief'
 - signal strength detection (E911)
- GSM 'passief'
 - cell-ID, cell-ID +timing advance
 - multipath pattern recognition

GPS, Bakens, deadreckoning

- Potentieel erg nauwkeurig
- Specifieke hardware nodig
- Transmissiekosten
- 'Kritische massa' effect

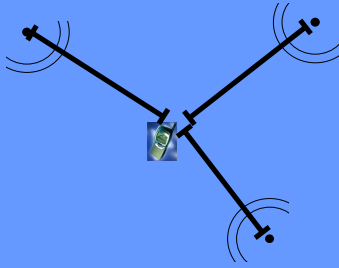
GSM 'actief'

- GSM met ingebouwde GPS ontvanger, of
- Signal strength detection
- Bedoeld voor E911 vereiste

Ook in dit geval:

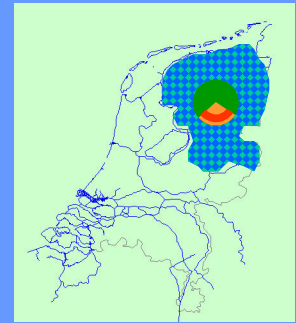
- Transmissie kosten
- Nieuwe hardware benodigd

Signal strength detection



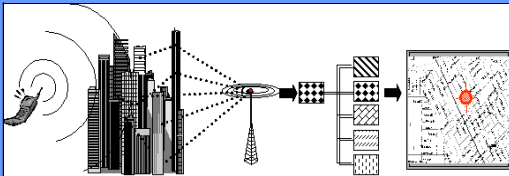
GSM 'passief'

1. Standby (>20km)
2. Cell ID (<8km)
3. Enhanced cell ID (<5 km)
4. Enhanced Cell ID + timing advance (<800m)



Multipath pattern recognition

- Hoge (geclaimde) nauwkeurigheid (<100m)
- Geen nieuwe hardware voor consument vereist



Radiografische lokalisatie technieken: Samenvatting

- Veel informatie is 'gratis' beschikbaar in GSM netwerk, *maar*:
 - Informatie is beperkt tot actieve handsets
 - Nauwkeurigheid laat te wensen over
 - Gegevens zijn niet exclusief afkomstig van wegverkeer
 - Gegevens zijn beperkt representatief

DEEL II Incident detectie met probes: een analyse

Incident detectie met probes: een analyse

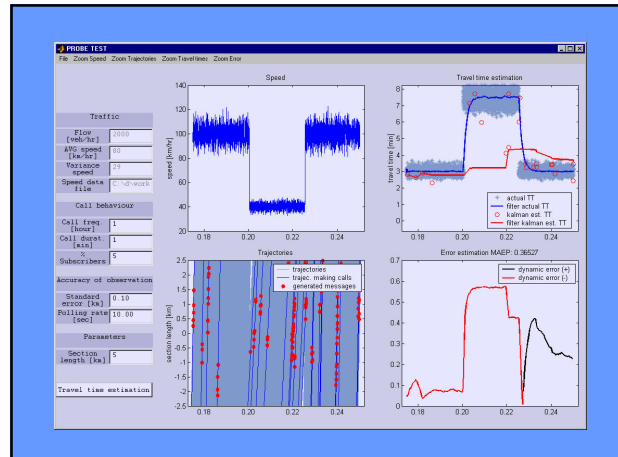
Uitgangspunten (1)

- Homogene wegsectie (lengte L)
- Variatie in rijnsnelheid rond gemiddelde
- Gemiddelde snelheid plotseling af tijdens incident

Incident detectie met probes: een analyse

Uitgangspunten (2)

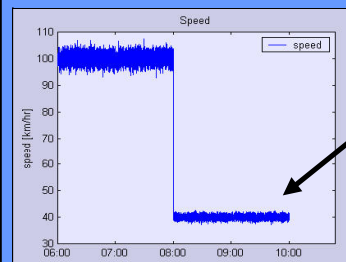
- Intensiteit (4000 veh/h)
- Plaatsbepalingsnauwkeurigheid (400 m)
- Frequentie van plaatsbepaling (6/min)
- Gemiddelde gesprekstijd (2 min)
- Gemiddelde gespreksfrequentie (1/3 uur)



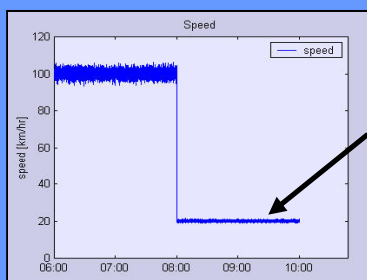
Resultaten

- Nauwkeurigheid is functie van het aantal probe voertuigen, niet van het percentage
- Er is een trade-off tussen response tijd en nauwkeurigheid

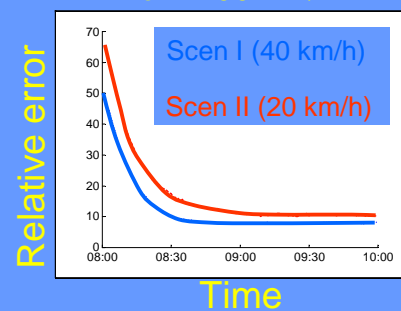
Scenario I



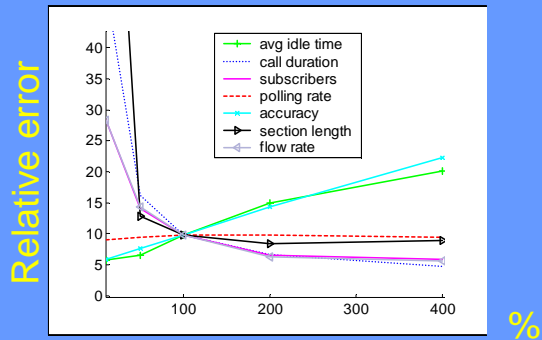
Scenario II



Relative error after speed drop from 100 km/h



Gevoeligheden na 30 min



Conclusie (Incident detectie met probes)

- Bij de huidige nauwkeurigheid van plaatsbepaling zijn de mogelijkheden voor incident detectie nog beperkt tot intensief gebruikte wegsecties
- De veelbelovende toepassingen van gegevensinwinning via GSM zitten op dit moment nog vooral in de off-line dataverwerking

DEEL III Map-matching algoritmes

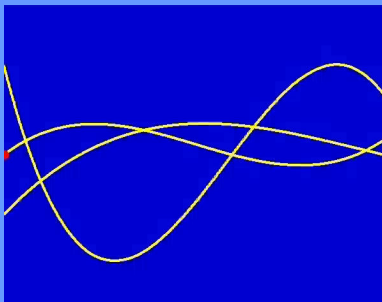
Probleem

“Hoe kan een serie gerapporteerde locaties worden gekoppeld aan een route over een fysiek netwerk”

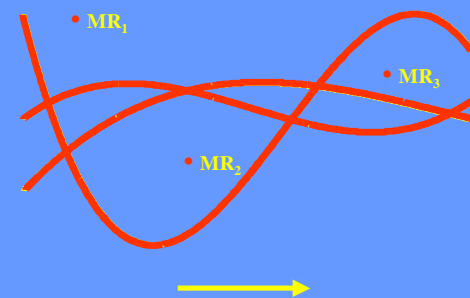
Extra condities

- Logica in route
- Haalbaarheid van de geïmpliceerde snelheden

Waarnemingsproces



Problem definition



Bestaande Map Matching technieken

Heuristisch

- Bijvoorbeeld: snap naar dichtstbijzijnde schakel of punt;
- Houd rekening met richting van eerder waargenomen beweging;
- Probeer eerder opgebouwd pad voort te zetten;
- etc.

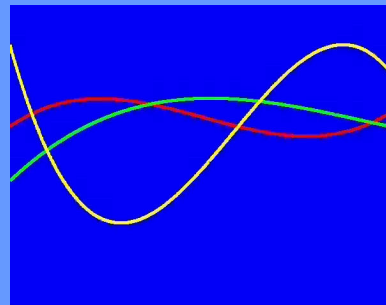
Bezwaar tegen heuristiek

- Moelijk overdraagbaar naar nieuwe situaties;
- Theoretisch niet optimaal;
- Niet aan te passen aan nieuwe probleemttypen.

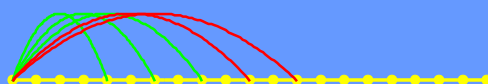
Uitdaging:

“Ontwikkel theoretisch optimaal map-match algoritme”

Stap 1: Discretiseer routes + kies een lineaire representatie

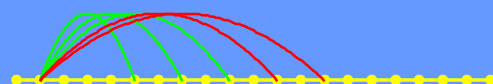


Stap 2: Bepaal haalbare en onhaalbare sprongen



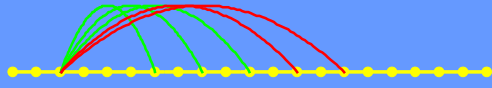
— Haalbare sprong
— Onhaalbare sprong

Stap 2: Bepaal haalbare en onhaalbare sprongen



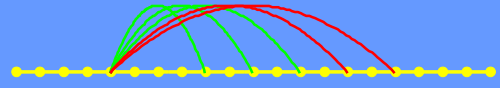
— Haalbare sprong
— Onhaalbare sprong

Stap 2: Bepaal haalbare en onhaalbare sprongen



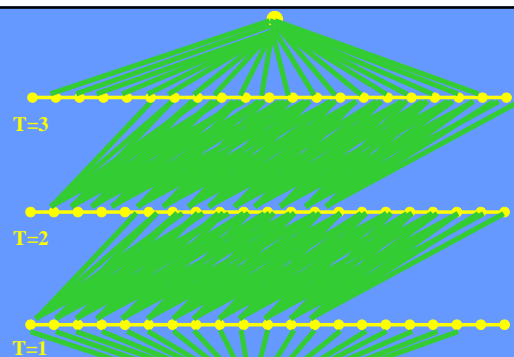
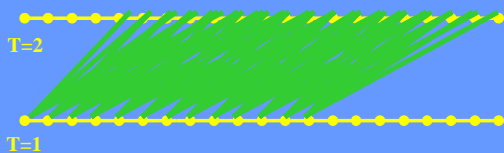
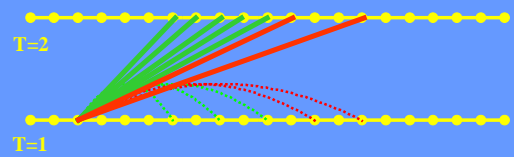
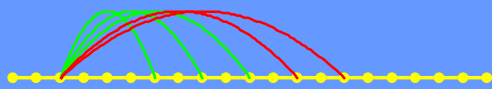
— Haalbare sprong
— Onhaalbare sprong

Stap 2: Bepaal haalbare en onhaalbare sprongen



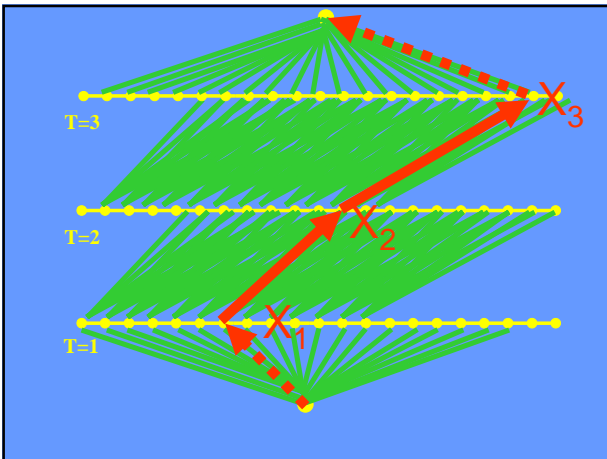
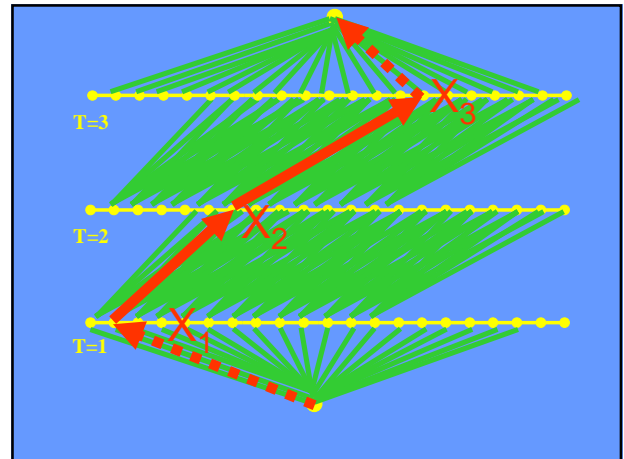
— Haalbare sprong
— Onhaalbare sprong

Stap 3: Bepaal haalbare reeks van sprongen

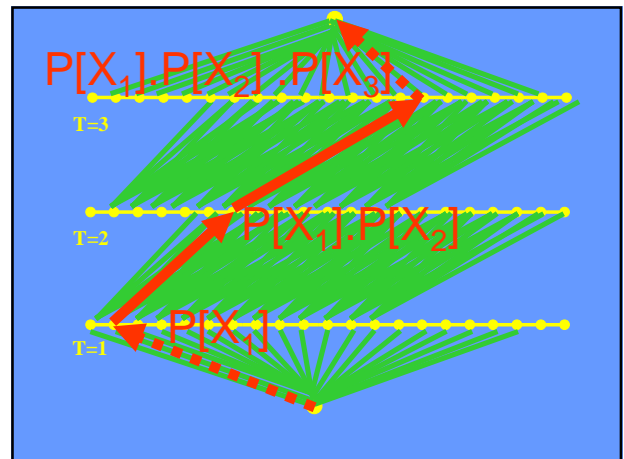
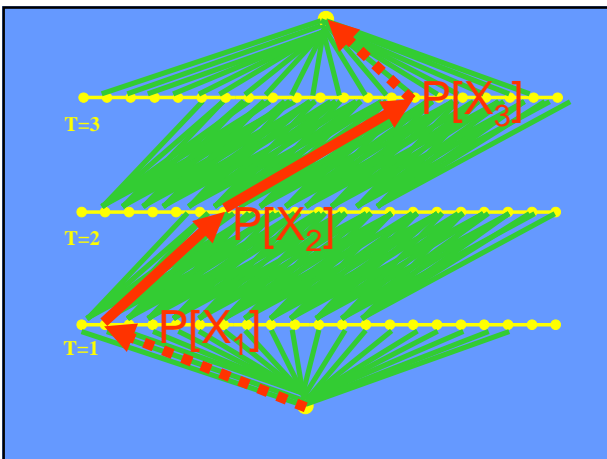


Observatie:

“Een haalbare reeks van stappen correspondeert met een *route* in het zojuist gecreëerde *supernetwerk*”



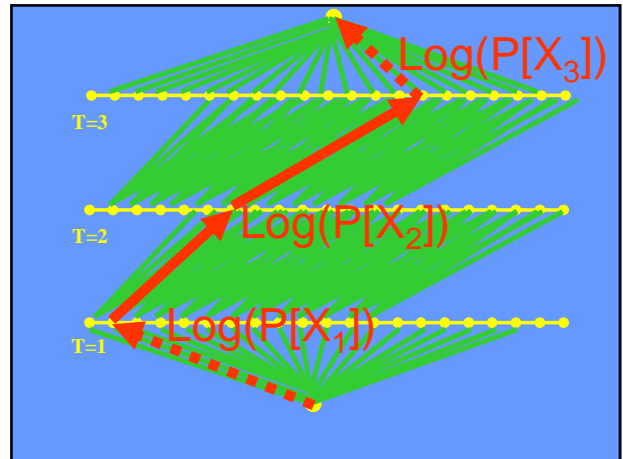
Stap 3: Bepaal meest *waarschijnlijke* reeks van sprongen



Op te lossen:

Bepaal X_1, X_2 en X_3 zodanig dat $P[X_1].P[X_2].P[X_3]$ minimaal is.

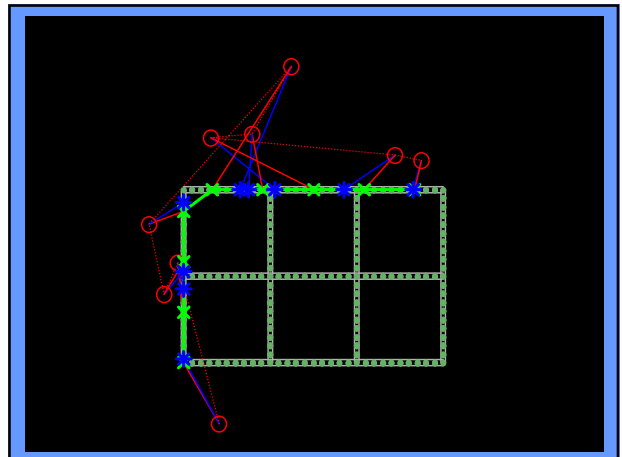
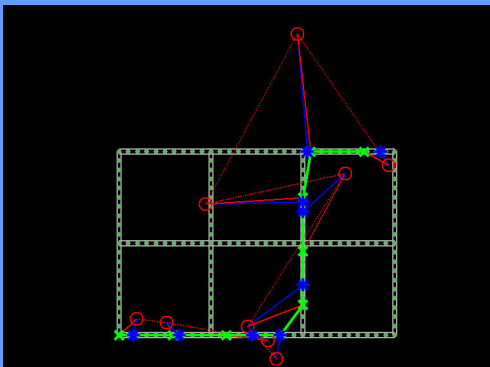
In dat geval is ook $\text{Log}(P[X_1]) + \text{Log}(P[X_2]) + \text{Log}(P[X_3])$ minimaal !!

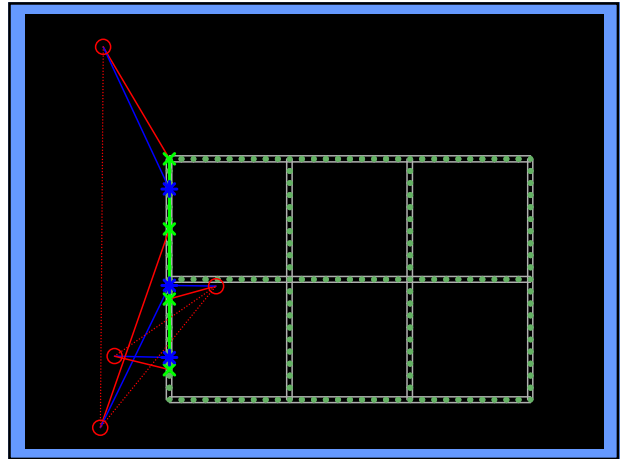
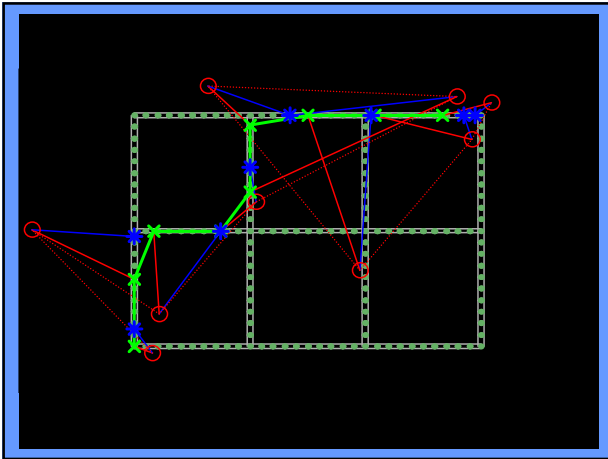


Conclusie

- Het Map-matching probleem is equivalent aan een kortste route zoek probleem
- Dit is met gangbare methoden effectief op te lossen

Voorbeelden



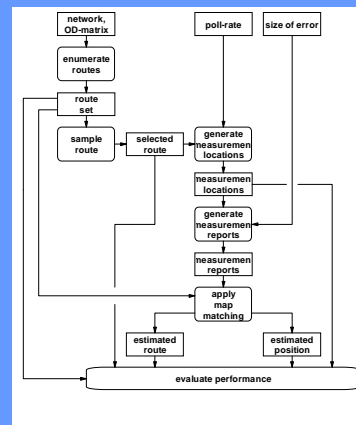


Experimenten

Herhaal voor alle scenarios:

Herhaal 1000 keer per scenario:

- Sample OD pair
- Sample Route
- Bepaal Measurement Report sending times
- Sample meetfouten



Voorbeeld

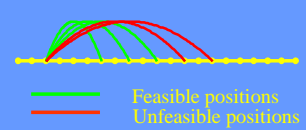
Compute sensitivity for:

- Accuracy of measurement
- Time between measurements
- Speed margin
- Spatial resolution

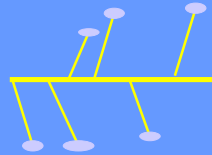
Accuracy



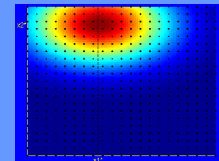
Speed margin



Poll rate



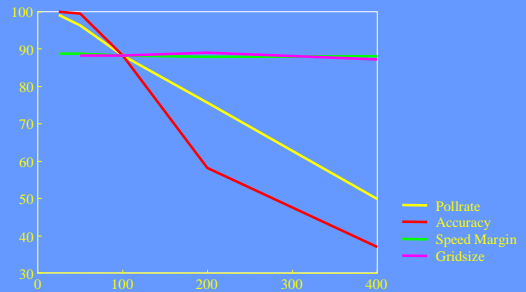
Grid size



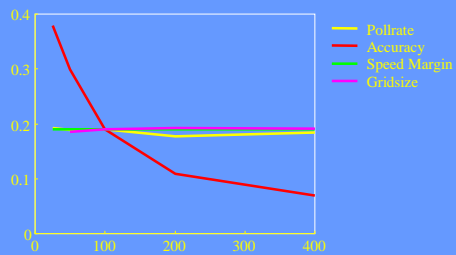
Performance Criteria

- % of correctly matched routes
- % of correctly matched links
- Reduction in positioning error
- Reduction in bias
- Likelihood
- etc

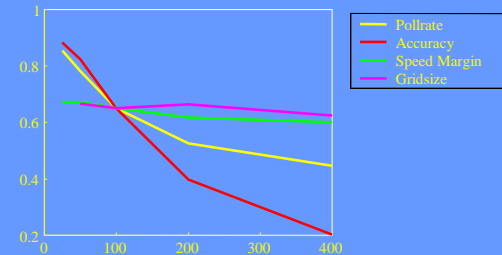
% of correctly matched routes



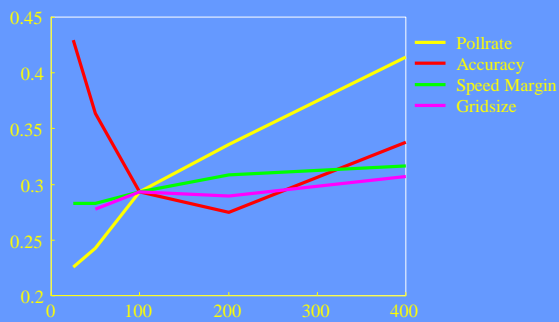
% of correctly snapped links



% of correctly matched links



Link snap success rate / Link match success rate



L2 error reduction

