Analizy mikrosymulacyjne - wykłady

Ruch i jego reprezentacja

dr inż. Rafał Kucharski[1]

[1]Zakład Systemów Komunikacyjnych
Politechnika Krakowska

Kraków, 2017

Sprawy formalne

- cztery wykłady
- esencja
- obecność wysoce wskazana
- treść wykładów wymagana do zaliczenia

Terminy wykładów

sala 404 WIL
godzina 16:15

- 09.05.2017
- 23.05.2017
- 30.05.2017
- ~~06.06.2017~~
- 13.06.2017

Zakres wykładów

- opis ruchu drogowego, miary ruchu i ich pomiary
- dynamika ruchu
- mikro, a makro skala
- od opisu ogólnego do szczegółowego:
  - markoskopowa funkcja oporu $\longrightarrow$ diagram fundamentalny $\longrightarrow$ wykres: czas-przestrzeń-prędkość $\longrightarrow$ mikrosymulacja
- modele mikroskopowe:
  - modele podążania za liderem:
    - modele analityczne (optymalne),
    - modele rzeczywiste (*np. Intelligent Driver Model, Wiedemann'a*)
  - modele dyskretne (zmiana pasa, decyzja o włączeniu się)
- losowość (niedeterministyczność) w podejściu symulacyjnym
- mikrosymulacja transportu zbiorowego

Literatura

- Treiber, M., Kesting, A. (2013). Traffic flow dynamics: Data, Models and Simulation. [1]
- Vissim - User Manual
- Newell, G. F. (2002). A simplified car-following theory: a lower order model.
- Daganzo, C. F. (1995). Requiem for second-order fluid approximations of traffic flow.
- Viti, F., van Zuylen, H. (2004). Modeling queues at signalized intersections.
- Cats, O., . . . (2010). Mesoscopic simulation for transit operations.
- Kesting, A., Treiber, M., Helbing, D. (2010). Enhanced intelligent driver model to access the impact of driving strategies on traffic capacity.
- Gentile, G. (2010). The General Link Transmission Model for dynamic network loading and a comparison with the DUE algorithm
- Kucharski, R., Drabicki, A. (2017). Estimating Macroscopic Volume Delay Functions with the Traffic Density Derived from Measured Speeds and Flows.
- Kucharski, R., Drabicki, A., Szarata, A. (2016). Modelowanie oporu skrzyżowań w modelach makroskopowych. Transport Miejski i Regionalny, (8), 14-19.
- Tiddi, D., Kostic, B., Gentile, G. (2013). Conflict Areas for Macroscopic Models in Dynamic Traffic Assignment.

[1] większość grafik w wykładach pochodzi z tej książki

Ruch drogowy
zapis faktycznych zjawisk

Zapis dla:

- odcinków
  https://www.youtube.com/watch?v=MtwY9xKfaYo
- skrzyżowań
  https://www.youtube.com/watch?v=FF7ByafPOOk

Ruch jest:

- złożony
- zmienny (losowy)
- ludzki, nie analityczny
- ale jednak jest w nim pewna regularność, która można opisać analitycznie (fizycznie).

Reprezentacja ruchu

marko-, mezo-, mikro-

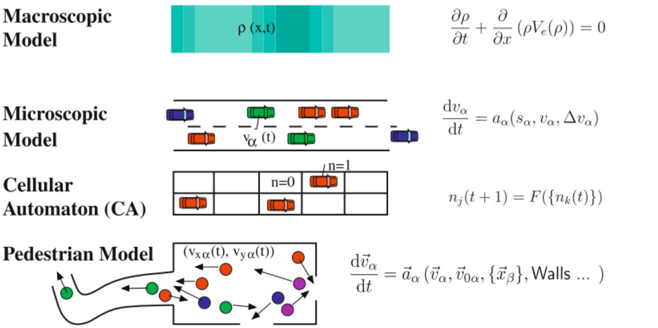
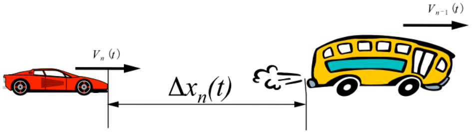


Fig. 6.2 Comparison of various model categories (with respect to the way they represent reality) including typical model equations

Reprezentacja ruchu

pojazdo-kierowca w ujęciu mikroskopowym

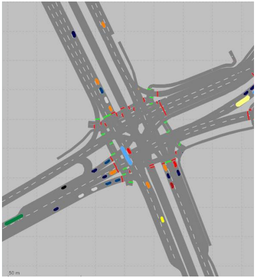


α	pojazd (kierowany przez kierowcę)
$x_\alpha(t)$	położenie pojazdu α w czasie t (podłużne i poprzeczne)
$v_\alpha(t)$	prędkość
$dv_\alpha(t)/dt$	zmiana prędkości

Ograniczenia:

- **sieć** ogranicza mozliwość wyboru (pasa, skrętu, prędkości)
- **pojazd** determinuje przyśpieszenie $max(dv_\alpha(t)/dt)$ i opóźnienie $min(dv_\alpha(t)/dt)$.
- w tych ograniczeniach **kierowca** decyduje i wybiera: prędkość, pas ruchu; decyduje o zatrzymaniu się i ruszeniu.

Reprezentacja ruchu



ruch drogowy, to położenie wszystkich pojazdów przez cały okres zapisu:

$$\{x_\alpha(t) : t \in T, a \in A\}$$

Reprezentacja ruchu

trajektorie

położenie pojazdu w czasie

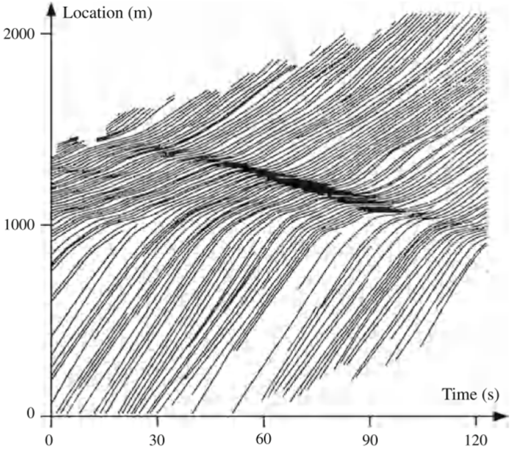


Fig. 2.1 Trajectories with moving stop-and-go waves on a British motorway segment [Adapted from: Treiterer et al. (1970)]

Reprezentacja ruchu

mikroskopowy pomiar pojazdu

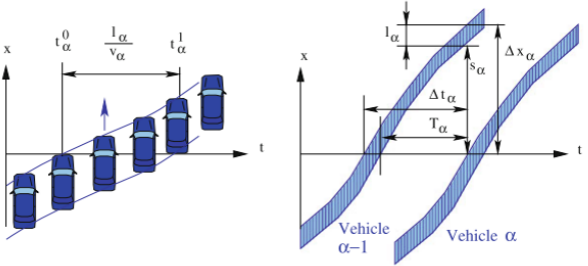


Fig. 3.2 Single-vehicle data as measured by an induction loop (or any other cross-sectional detector). The shaded area indicate the "detector occupancy" at different times

- długość pojazdu
- odstęp czasowy
- odstęp podłużny
- prędkość

$l_\alpha = v_\alpha(t^1_\alpha - t^0_\alpha)$

$\Delta t_\alpha = v_\alpha(t^0_\alpha - t^0_{\alpha-1})$

$d_\alpha = v_{\alpha-1}\Delta t_\alpha$

dla pętli podwójnych

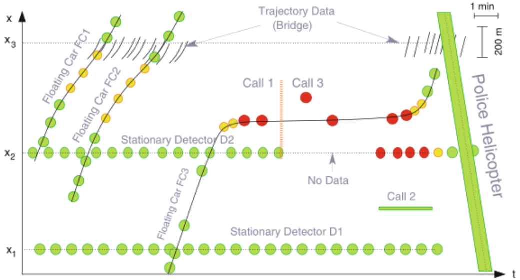
Reprezentacja ruchu

gromadzenie danych z różnych źródeł

wiele źródeł danych:

- pętle stacjonarne,
- pojazdy sondujące (FCD)
- pomiar trajektorii na krótkim odcinku
- przelot helikopterem

5.3 Data Fusion 47



Reprezentacja ruchu

jak opisać to, co obserwujemy?

1. model makroskopowy statyczny
2. model makroskopowy dynamiczny
3. modele mikroskopowe

Reprezentacja ruchu

agregacja wartości mikroskopowych do opisu makroskopowego

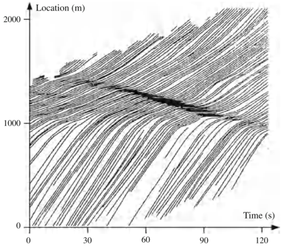
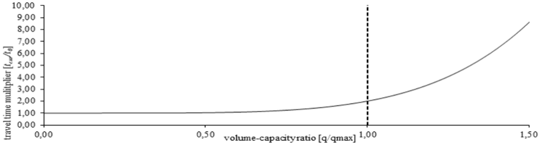


Fig. 2.1 Trajectories with moving stop-and-go waves on a British motorway segment [Adapted from: Treiterer et al. (1970)]

liczba pojazdów	N
potok	$Q(x,t) = \Delta N/\Delta t$
średnia prędkość	$V(x,t) = \langle v_\alpha \rangle$
gęstość	$\rho(x,t) = \frac{Q(x,t)}{V(x,t)}$

Funkcja oporu

statyczny makroskopowy opis ruchu



- w modelowaniu strategicznym (planistyka) pomijamy zmienną czasu $q_a(t) \rightarrow q_a$
- czas przejazdu jest szacowany t jako funkcja wykorzystania przepustowości q/q_{max}

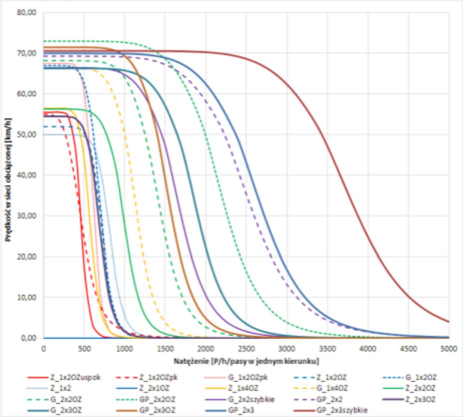
$$t = t_0 \cdot \left(1 + a \cdot \left(\frac{q}{q_{max}}\right)^b\right)$$

- nie ma tu nigdzie indeksu czasu, cały opis stanu korzysta ze zmiennych zagregowanych $Q_a = \Delta N / \Delta T$, $\Delta T = 1\text{h}$

Funkcja oporu

statyczny makroskopowy opis ruchu

Rysunek I.7 Funkcje oporu uzyskane dla poszczególnych typów przekrojów dróg w wyniku przetwarzania danych z pomiarów ręcznych i GPS



Źródło: obliczenia własne.

WBR 2015

Markoskopowa statyczna funkcja oporu

problem

FIGURE 2: Measurement site, Al. Krakowska, Warsaw, Poland, (c) Google Satellite.

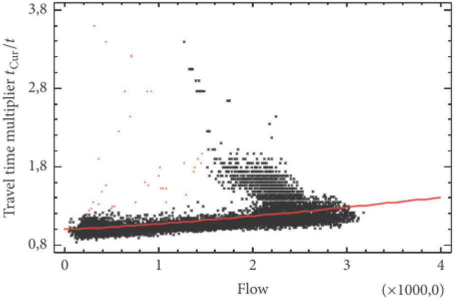


FIGURE 5: Travel time multiplier [—] against hourly flow [veh/h] and the BPR function estimated for this data (red) with output parameters equal to $a \approx 1$ and $b = 1.27$.

.

zależność funkcyjna między potokiem, a prędkością **nie zachodzi**

Diagram fundamentalny

trzy makroskopowe zmienne opisu ruchu:

- potok Q [poj./h]
- prędkość v [km/h]
- gęstość k [poj./km]

podstawowa zależność hydrodynamiczna:

- $Q = kv$,
- $v = Q/k$,
- $k = Q/v$

Fig. 8.8 Schematic fundamental diagram. The circles correspond to the traffic states illustrated in Fig. 8.7

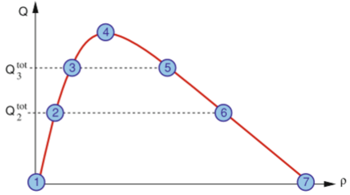


Diagram fundamentalny

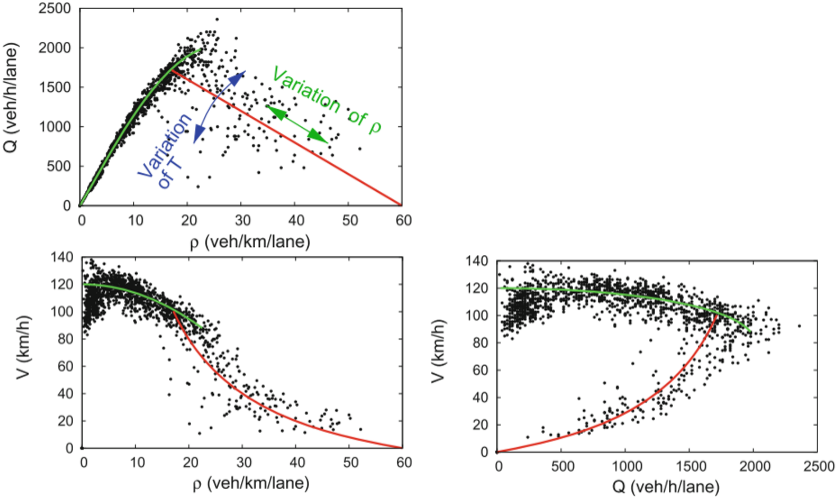


Fig. 4.12 Flow-density, speed-density, and speed-flow diagrams of the 1-minute data captured on the Autobahn A5 near Frankfurt, Germany using harmonic mean speed. The lines show the fit of a

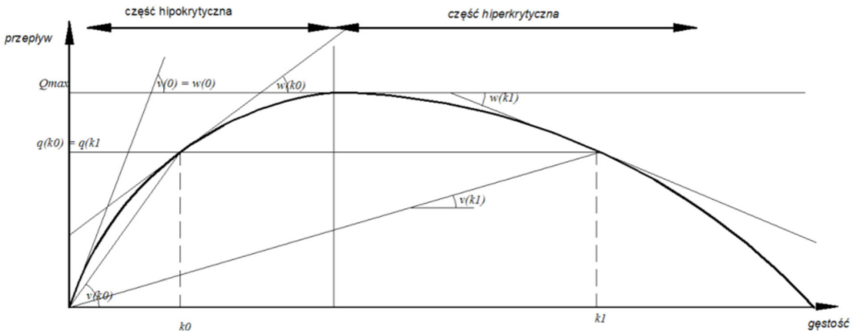
Diagram fundamentalny

rozszerzenie z opisu punktowego na przestrzeń i czas

Diagram opisuje stan w danej chwili czasu t w danym miejscu x:
$k(x,t)$, $q(x,t)$, $v(x,t)$.
jak określić dynamikę w czasie: $\frac{dk}{dt}$ i w przestrzeni $\frac{dk}{dx}$?
Fala wzburzeniowa

Diagram fundamentalny

fala wzburzeniowa



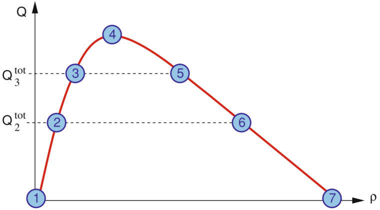
$$w(x,t) = \frac{dq(x,t)}{dk(x,t)}$$

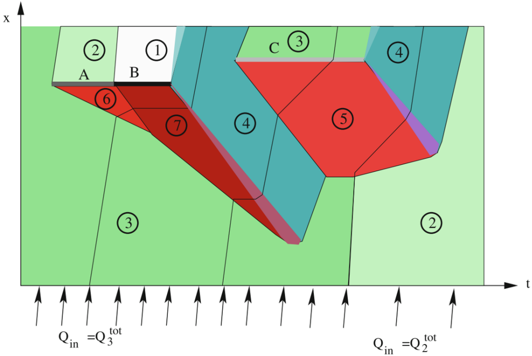
fala - pochodna diagramu fundamentalnego

kierunek i prędkość propagacji zmiany stanu (gestości)

Wykres czasoprzestrzenny

rekonstrukcja

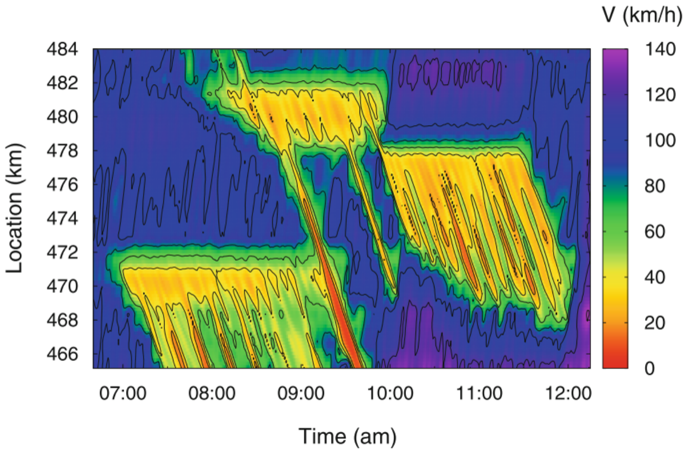




kolor oznacza prędkość (im ciemniej, tym mniejsza prędkość v
dla każdego punktu na diagramie mozemy odczytać prędkość q/k ,
prędkość i kierunek fali w
i odtworzyć ruch w czasie (oś x) i w przestrzeni (na odcinku, oś y)

Wykres czasoprzestrzenny

przykład



- zator i spowolnienie od godziny 7 do 9 na 472 kilometrze
- zator z 482 kilometra propaguje **wstecz** i dociera (przed dziesiątą) na 466 kilometr
- wjeżdzając na odcinek o godzinie 9 trafimy na kilka różnych korków 'stop-and-go wave'

Dynamiczny makroskopowy model przepływu

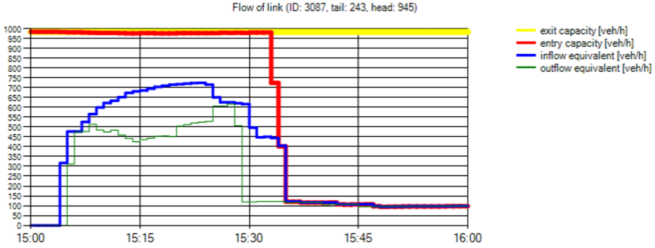
synteza

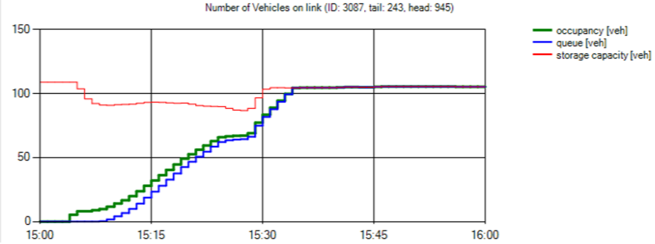
Dynamiczny makroskopowy model przepływu:

- wyniki jako funkcja czasu i przestrzeni $q(x, t)$
- uproszczony graf
- nie ma pojedynczych pojazdów, a **potoki**
- model deterministyczny, tzn. wszyscy zachowują się tak samo - przeciętnie
- bardzo szybki w obliczeniach (do zastosowań w czasie rzeczywistym)
- bogata reprezentacja zjawiska

Dynamiczny makroskopowy model przepływu

przykład wyników





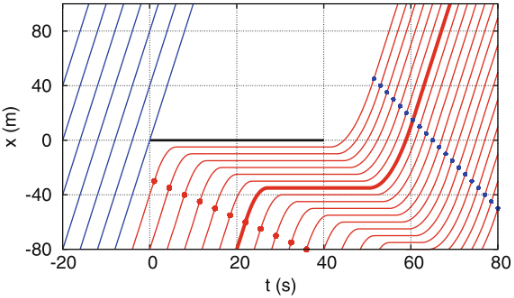
Model mikroskopowy

podsumowanie

Model mikroskopowy:

- wyniki jako trajektorie indywidualnych pojazdów $x_\alpha(t)$
- rozbudowany graf (uwzględnia geometrię i inżynierię ruchu)
- model stochastyczny, losowy (to dobrze, a nawet źle)
- długi czas obliczeń
- do analiz konieczność agregacji i uśredniania z kilku symulacji

Powtórzenie



Pytania:

- co oznacza pozioma czarna linia?
- jaki jest czas przejazdu i opóźnienie dla pogrubionego pojazdu?
- jaki jest dopływ pojazdów/h dla $t \leq 20$ (poj./h)?
- jaka jest prędkość w ruchu swobodnym (km/h)?
- jaka jest gęstość pojazdów w kolejce (poj./km)?
- jaki jest przepływ pojazdów po usunięciu przeszkody (poj./h)?
- jaka jest prędkość fal: budowania i rozładowywania się kolejki (km/h)?

Dziękuję za uwagę

zapraszam do dyskusji

na następnym wykładzie:

- model mikroskopowy deterministyczny (Newell's car-following model)
- model mikroskopowy rozbudowany (Wiedeman)
- modele wyboru dyskretnego
    - zmiana pasa
    - włączenie się do ruchu

Dziękuję za uwagę

zapraszam do dyskusji

źródła wszystkich obrazów (jeśli nie podano inaczej)
M. Treiber, A. Kesting Traffic Flow Dynamics, Spirnger 2013, lub własne