
Statistická analýza časových světlostí vozidel na řízené křižovatce

Seminární práce z předmětu **01SMB2**

GAMS/KM/FJFI/ČVUT

Zadání seminární práce

- Oblast měření: libovolná křižovatka řízená světelnou signalizací
- Místo měření: práh křižovatky, tj. místo, kde obvykle zastavuje první vozidlo, svítí-li červený signál (často je práh křižovatky vyznačen bílou čarou na vozovce)
- Analyzovaný soubor: vozidla rozjíždějící se po zeleném signálu
- **Termín pro odevzdání práce: 30. dubna 2011, 24:00**
- Omezení: je nutno vybrat takový pruh křižovatky, kde vozidla po vjezdu do křižovatky nedávají přednost žádným vozidlům ani chodcům, tj. plynule opouštějí křižovatku
- Indexování: projíždějícím vozidlům přiřad'te indexy $\ell \in \mathbb{N}$ odpovídající jejich pořadí při průjezdu křižovatkou
- Zahájení měření: po naskočení zeleného signálu
- Ukončení měření: po naskočení červeného signálu
- Opakování měření: po každém dalším naskočení zeleného signálu
- Zaznamenávané údaje:
 - τ_{ℓ}^{in} , tj. čas, kdy ℓ -té vozidlo protnulou linii prahu křižovatky
 - τ_{ℓ}^{out} , tj. čas, kdy ℓ -té vozidlo opustilo práh křižovatky
- Analyzovaný údaj: tzv. *časová světlost*, tj.

$$t_{\ell} = \tau_{\ell+1}^{\text{in}} - \tau_{\ell}^{\text{out}}$$

- Škálování údajů: celý soubor $\{t_{\ell} : \ell = 1, 2, \dots, N\}$ je nutno převést do tvaru, kdy je střední hodnota nových světlostí rovna jedné. Přejděte tedy ke škálovaným světlostem

$$t'_{\ell} := \frac{t_{\ell}}{\langle t \rangle}, \quad \text{kde} \quad \langle t \rangle = \frac{1}{N} \sum_{\ell=1}^N t_{\ell}.$$

- odtud $\langle t' \rangle = 1$
- podle počtu dat N zvolte velikost Δ dělení časové osy (např. $\Delta = 0.1$)
- určete, kolik škálovaných světlostí se nachází v intervalu $\langle T, T + \Delta \rangle$, přesněji: vypočtete absolutní četnosti

$$n_k = \text{card} \left\{ t'_{\ell} : (k-1)\Delta \leq t'_{\ell} < k\Delta \right\}, \quad k \in \mathbb{N}$$

- jistě platí, že $\sum_{k=1}^{\infty} n_k = N$
- vypočtete relativní četnosti $r_k = \frac{n_k}{N}$
- platí tedy, že $\sum_{k=1}^{\infty} r_k = 1$
- vykreslete graf po částech konstantní funkce $H(x) : \langle 0, \infty \rangle \mapsto \langle 0, \infty \rangle$ zadané implikací:

$$(k-1)\Delta \leq x < k\Delta \quad \Rightarrow \quad H(x) = \frac{r_k}{\Delta}$$

- funkce $H(x)$ se nazývá *histogramem hustoty pravděpodobnosti* pro škálovanou časovou světlost
- je-li $H(x)$ příliš kostrbatá, je třeba zvětšit velikost dělení, tj. Δ
- je-li $H(x)$ vykreslena správně, splňuje rovnosti $\int_0^\infty H(x) dx = \int_0^\infty xH(x) dx = 1$

Dobrovolný úkol: Matematické zpracování výsledku

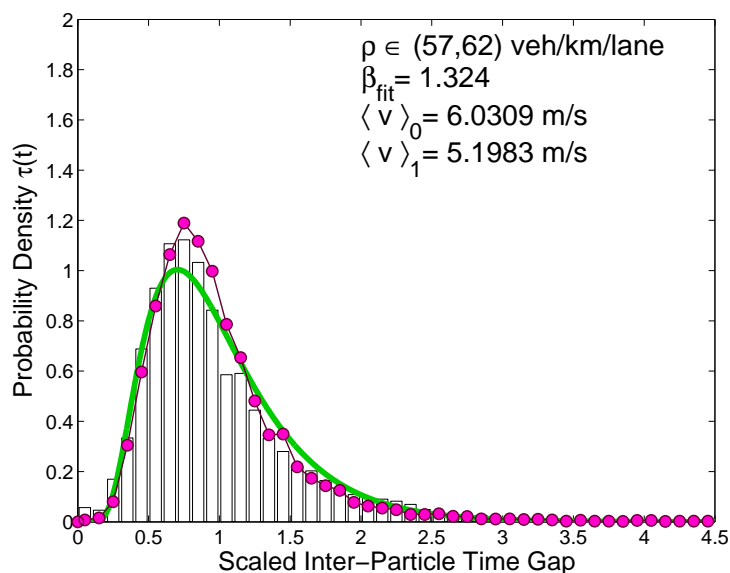
Nalezněte parametr $\beta \in \langle 0, \infty \rangle$ v předpisu

$$\varphi(x) = Ax^\beta e^{-Bx} \quad (1)$$

tak, aby za prvé: $\int_0^\infty \varphi(x) dx = 1$, za druhé: $\int_0^\infty x\varphi(x) dx = 1$ a za třetí: aby součet odchylek

$$\chi(\beta) = \sum_{k=1}^{\infty} |\varphi(x_k) - H(x_k)|^2 \quad \text{pro } x_k = k\Delta - \frac{\Delta}{2}$$

byl minimální. Křivku (1) pro nalezené β vynesete do grafu histogramu. Výsledek může vypadat podobně jako následující obrázek.



Obrázek 1. The Empirical Traffic Distance-Clearances.

Kromě obrázku dodejte také textový soubor (svetlosti.dat) s neškálovanými časovými odstupy t_ℓ uspořádanými takto:

1.234
0.384
1.101
0.762
0.679
⋮