

Идентификация имитационных моделей транспортных потоков с помощью разнородных источников прецедентной информации

Петров Григорий

МГУ им. М. В. Ломоносова, факультет ВМК

Москва, 2015

Способы сбора информации и их недостатки:

- Транспортные детекторы (ограниченные участки дороги)
- GPS/ГЛОНАСС приемники (меньшая точность, малый процент оборудования)
- Фото-, видеосъемка (зависимость от внешних условий: погода, время суток)

Основные понятия:

- АТС — автомобильное транспортное средство
- $\rho(t, x)$ — плотность транспортного потока: число АТС на единицу длины в момент времени t в окрестности точки трассы с координатой x

- 1 создание имитационного программного стенда
- 2 сравнение плотности, полученной по данным детектора, с реальной плотностью
- 3 сравнение плотности, полученной по данным GPS-трекера, с плотностью по данным детектора
- 4 измерение качества

$$Q = \frac{\sum_{i=0}^{T/dt} |f(i \cdot t_{iter}) - g(i \cdot t_{iter})| \cdot dt}{\sum_{i=0}^{T/dt} f(i \cdot t_{iter}) \cdot dt},$$

Дано

- кольцевой участок дороги, оборудованный транспортными детекторами
- АТС, часть которых оборудована GPS-трекерами
- доля АТС с GPS оборудованием (penetration rate)
- радиус ошибки GPS (spatial accuracy)

Необходимо

Определить границы объема и качества данных, позволяющие восстановить плотность транспортного потока с достаточной точностью

- истинное значение

$$\rho = \frac{n}{L}$$

- на основе данных детектора

$$\rho = \frac{n}{S} = \frac{n}{V_{avr} \cdot t_{det}} = \frac{n}{\frac{V_{sum}}{n} \cdot t_{det}} = \frac{n^2}{V_{sum} \cdot t_{det}}$$

- на основе данных GPS координат: вычисление плотности по средней скорости движения АТС

1 Модель Танака [1]

$$\rho(v) = \frac{1}{d(v)},$$

$$d(v) = L + c_1 v + c_2 v^2,$$

где $d(v)$ – среднее (безопасное) расстояние между АТС, L – средняя длина АТС, c_1 – время, характеризующее реакцию водителя, c_2 – коэффициент пропорциональности тормозному пути.

2 Модель Гриндшилдса [2]

$$\rho = \rho_{max} \left(1 - \frac{v}{v_{max}} \right) + c,$$

3 Модель Гринберга [3]

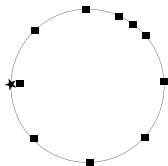
$$\rho = \rho_{max} e^{-\frac{v}{c}},$$

[1] Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением, 1983

[2] Greenshields B.D. A study of traffic capacity, 1934

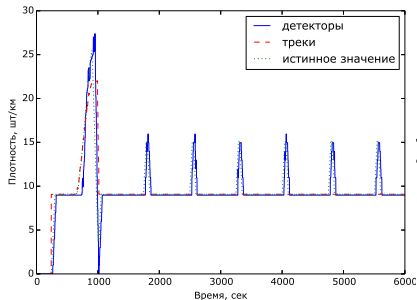
[3] Greenberg H. An analysis of traffic flow, 1959

Начальная конфигурация

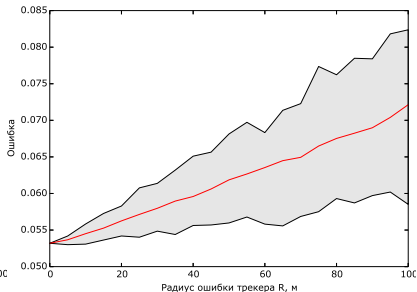


Начальная конфигурация: направление движения по часовой стрелке, прямоугольники — положения детекторов, звездочка — начальное положение АТС.

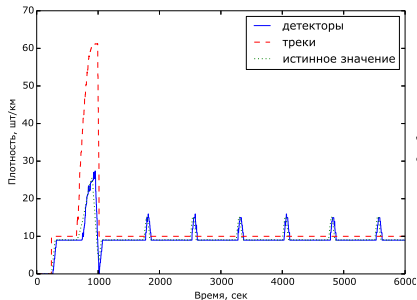
Длина трассы L	12,5 км
Максимальная скорость v_{max}	$\sim U[60\text{км/ч}, 80\text{км/ч}]$
Максимальная плотность ρ_{max}	115 шт/км
Количество итераций	600000
Период дискретизации t_{iter}	0.01 с
Период обновления положения АТС t_a	180.0 с
Период обновления статистики детектора t_{det}	180.0 с
Количество АТС n	120 шт.



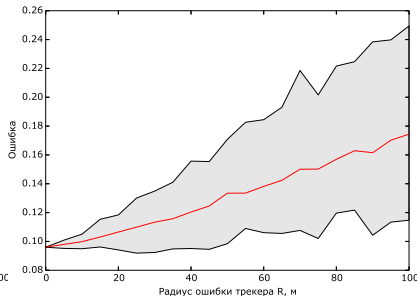
(а) Плотность транспортного потока



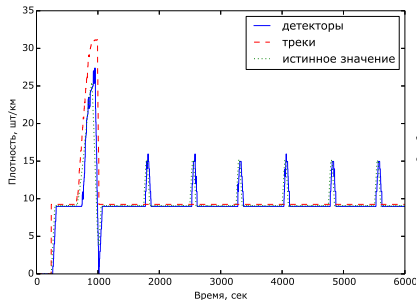
(б) Относительная ошибка плотности транспортного потока (среднее значение и стандартное отклонение)



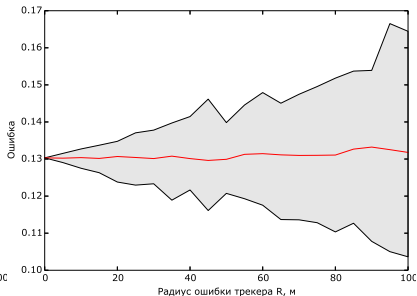
(с) Плотность транспортного потока



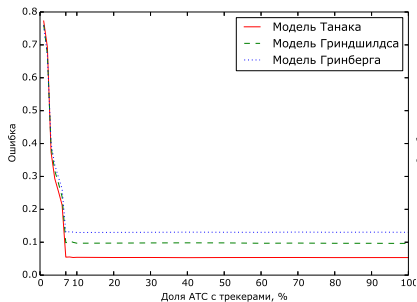
(д) Относительная ошибка плотности транспортного потока (среднее значение и стандартное отклонение)



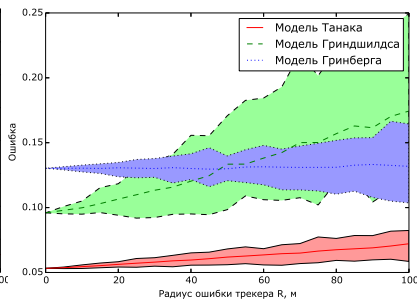
(e) Плотность транспортного потока



(f) Относительная ошибка плотности транспортного потока (среднее значение и стандартное отклонение)



(г) При фиксированном уровне ошибки детектора $R = 10$



(h) При фиксированной доле АТС с оборудованием $P = 7\%$

Относительная ошибка вычисления плотности потока.

- реализована имитационная модель для исследования плотности транспортного потока
- предложена схема эксперимента вычисления плотности транспортного потока по данным детекторов и GPS-трекеров
- ошибка измерения плотности транспортного потока по данным детектора составляет 5%
- оценка необходимой доли АТС с GPS оборудованием составляет 7%
- при точности определения положения АТС до 100м относительная ошибка вычисления плотности АТС увеличивается на 2%