

Математическое моделирование транспортных потоков на основе микроскопической схемы предиктор-корректор

Файзуллин Р.Т., Соловьев В.А.

Омский Государственный Технический Университет

Описание модели

Неориентированный граф:

- *вершины – перекрестки,*
- *ребра – дороги.*

Движение:

- *однополосное,*
- *без обгонов.*

Транспортное средство (ТС) :

точка на ребре графа

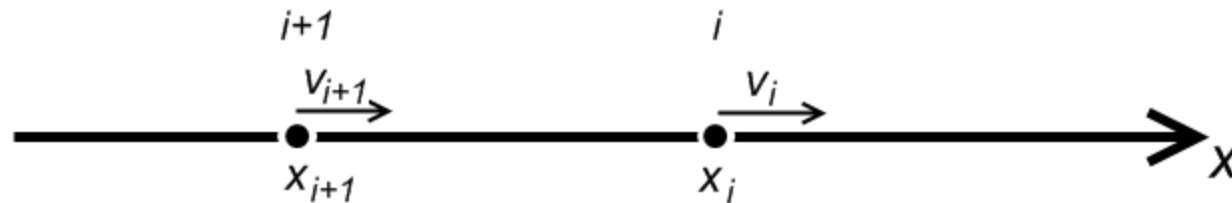
Работа модели:

по тактам

Δt - промежуток времени, соответствующее одному такту

x_i - положение i -го ТС

v_i - скорость i -го ТС



Движение ТС:

$$x_i(t) + v_i(t + \Delta t)\Delta t - x_{i+1}(t) - v_{i+1}(t + \Delta t)\Delta t = Su, \quad i = 1, \dots, M \quad (1)$$

где

$x_i(t)$ - положение ТС в момент времени t

$v_i(t)$ - скорость ТС в момент времени t

u - минимально допустимое расстояние между ТС

S - ограничивает скорость ТС*

M - количество ТС на дороге

(* - скорость не должна превышать максимально допустимую)

Уточнение движения

$\Delta \tau$ - новый промежуток времени, соответствующее одному такту

Движение ТС:

$$x_i(t + \Delta \tau) = x_i(t) + v_i(t)\Delta \tau + \alpha(x_i) \left(\frac{v_i(t + \Delta t) - v_i(t)}{\Delta t} \right) \Delta \tau^2 \quad (2)$$

$$v_i(t + \Delta \tau) = v_i(t) + \alpha(x_i) \frac{v_i(t + \Delta t) - v_i(t)}{\Delta t} \Delta \tau \quad (3)$$

где

$v_i(t + \Delta t)$ - найдено из (1)

$\alpha(x)$ - модификатор скорости

Такт модели:

1. Получение прогнозируемых значений характеристик ТС через Δt
2. Используя результаты (1), вычисление характеристик ТС через $\Delta \tau$

Другой подход

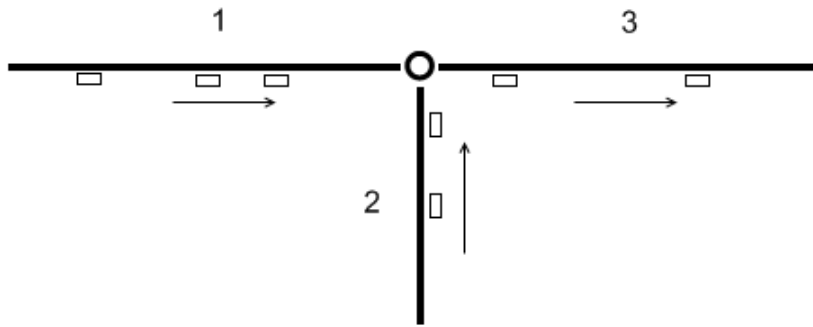
«Дружественная» стратегия поведения:

$$-x_{i-1}(t) - v_{i-1}(t + \Delta t)\Delta t + 2(x_i(t) + v_i(t + \Delta t)\Delta t) - x_{i+1}(t) - v_{i+1}(t + \Delta t)\Delta t = 0 \quad (4)$$

Особенности:

1. ТС старается удержаться по середине между впереди едущим и следующим за ним ТС.
2. Информация о «пробке» передается вверх по потоку.
3. Меньшие колебания скоростей, по сравнению с (1).

Сравнение подходов



M	$t1_{cp} / t2_{cp}$
10	1.314
20	1.274
30	1.23
40	1.192
50	1.13
60	1.08

- $t1_{cp}$ среднее время прохождения теста (1й стратегия)

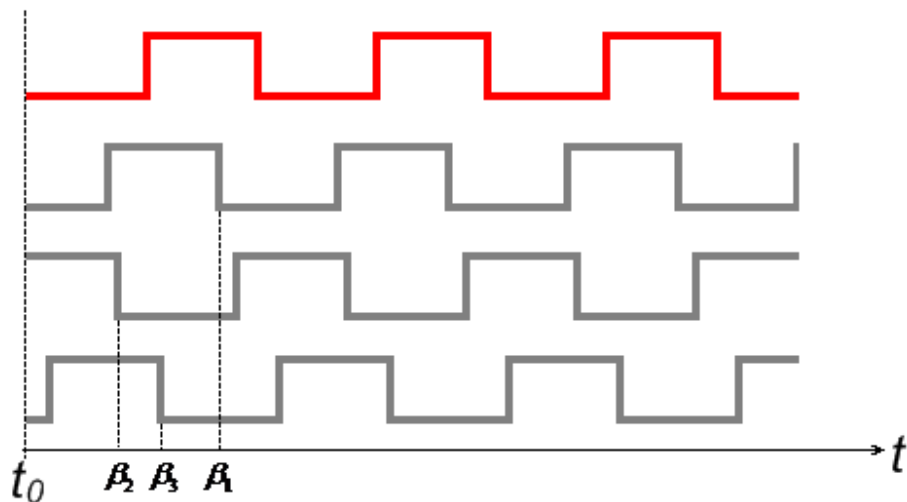
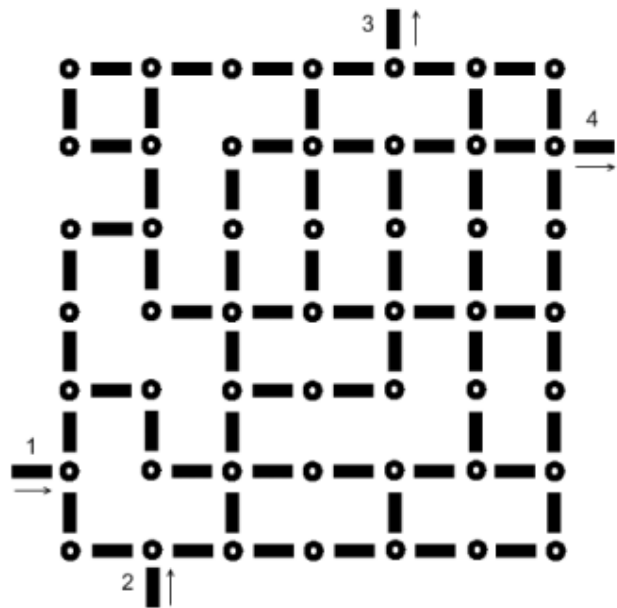
- $t2_{cp}$ среднее время прохождения теста (2й стратегия)

- M количество генерируемых машин

Для каждого M было проведено 1000 тестов.

Регион

Транзит через регион осуществляется через дороги 1,2,3,4.



Работа светофоров:

$f(\beta_1, \dots, \beta_p)$, где β_i - фаза i светофора относительно выделенного

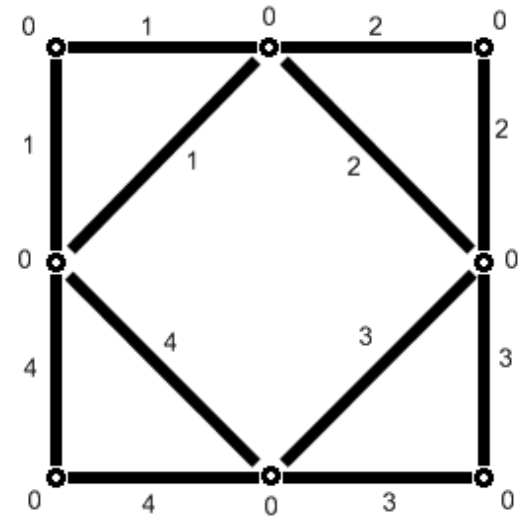
Оптимизация работы светофоров:

$v_{cp}(\beta_1, \dots, \beta_p) \rightarrow \max$, где v_{cp} - средняя скорость прохождения транзитного ТС через регион

Распараллеливание

Замечания:

- деление по регионам
- светофоры на отдельном процессоре
- минимальные связи между регионами



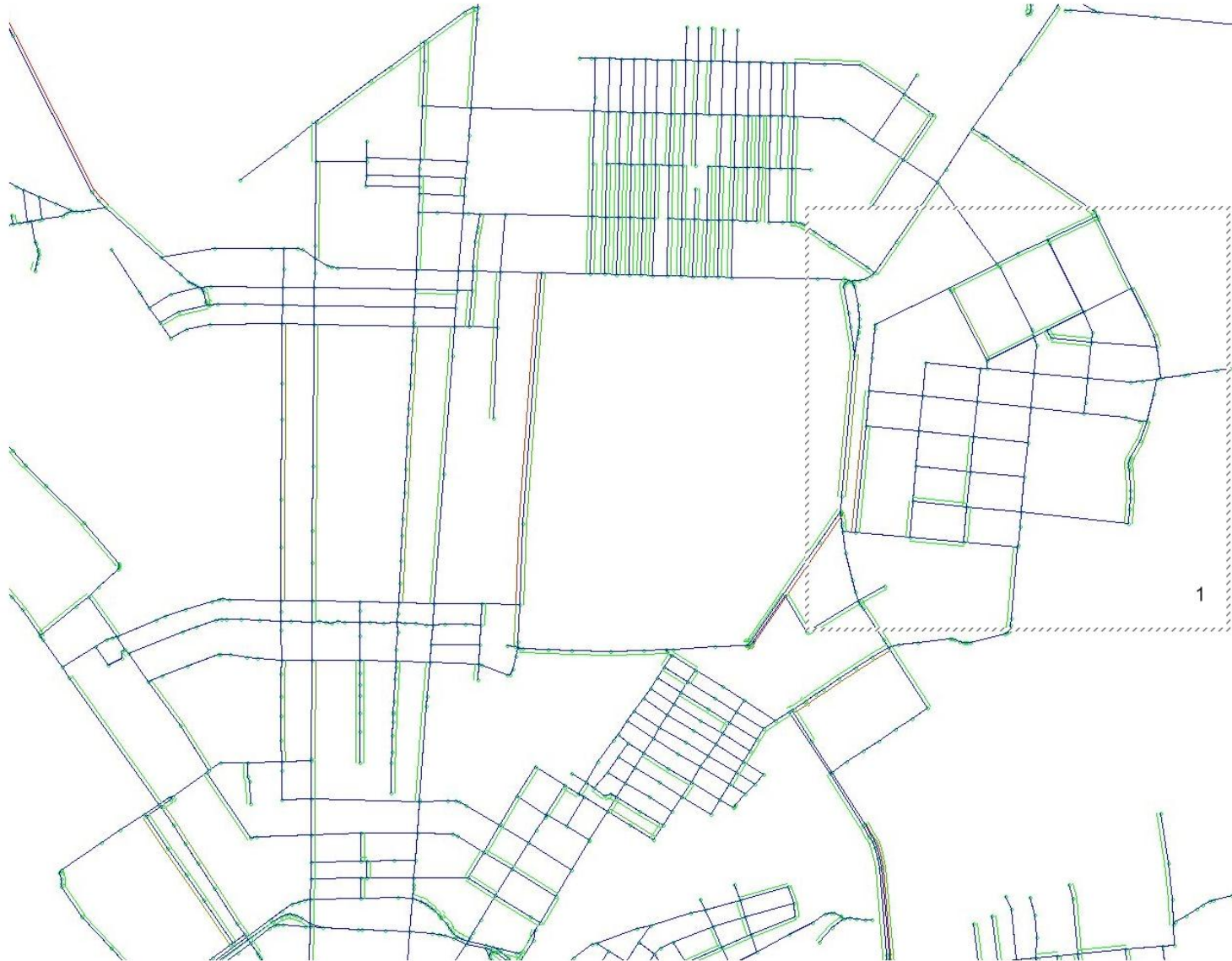
Приложение

г. Омск:

- I - Советский АО
- II - Первомайский АО
- III - Кировского АО



Моделирование потоков

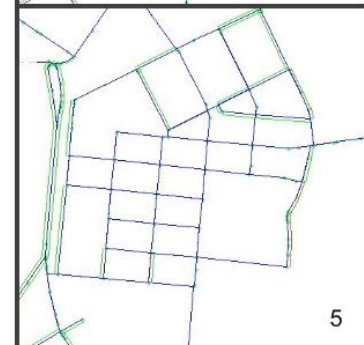
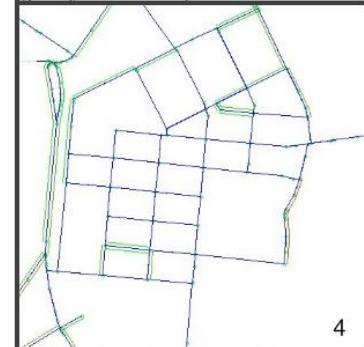
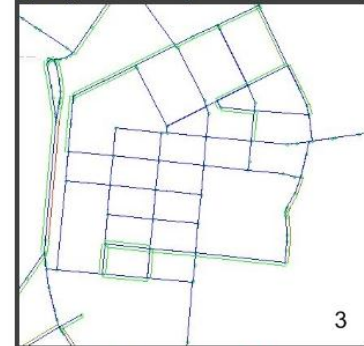
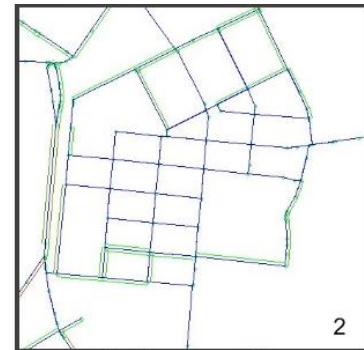


Загруженность участка дороги

минимальная



максимальная







Результаты

1. Описана математическая модель основанная на микроскопической схеме предиктор-корректор.
2. Предложены и исследованы два варианта поведения транспортных средств.
3. Поставлена задача максимизации потока транспортных средств через выделенный регион.
4. Предложен естественный способ распараллеливания в приложении к реальному городу.

Благодарю за внимание