

Касияник Алексей Леонидович

Многокритериальная многомодальная задача планирования туристического маршрута.

Научный руководитель
Михаил Яковлевич Ковалев
доктор физико-математических наук, профессор

Актуальность



Sygic Travel | London, UNITED KINGDOM | 1 AUG Tuesday

DAILY PLAN PLACES TOURS HOTELS CAR RENTAL TUBE MAP STONEHENGE

Tuesday, Aug 1

1 TUE 1.3 mi Walking

National Theatre 2h 0.6 mi / 11 min

Covent Garden 1h 30m 0.7 mi / 14 min

Regent Street 30 min

Total 4h 26m, 26 min walking (1.3 mi)

+ Add... Print day

Place, tour, hotel, address...

USD \$

TRIP OVERVIEW

A screenshot of a travel planning application interface for London. The top bar shows the location as "London, UNITED KINGDOM" and the date as "1 AUG Tuesday". Below this is a "DAILY PLAN" section with a summary of walking distance and time, and a list of attractions with estimated distances and times: National Theatre (2h), Covent Garden (1h 30m), and Regent Street (30 min). The total duration is 4h 26m for 1.3 miles of walking. Below the plan is a "TRIP OVERVIEW" map of central London, showing a walking route starting near the National Theatre and passing through Covent Garden and Regent Street, with other landmarks like the British Museum and British Library marked along the way. The map includes street names and a scale bar.

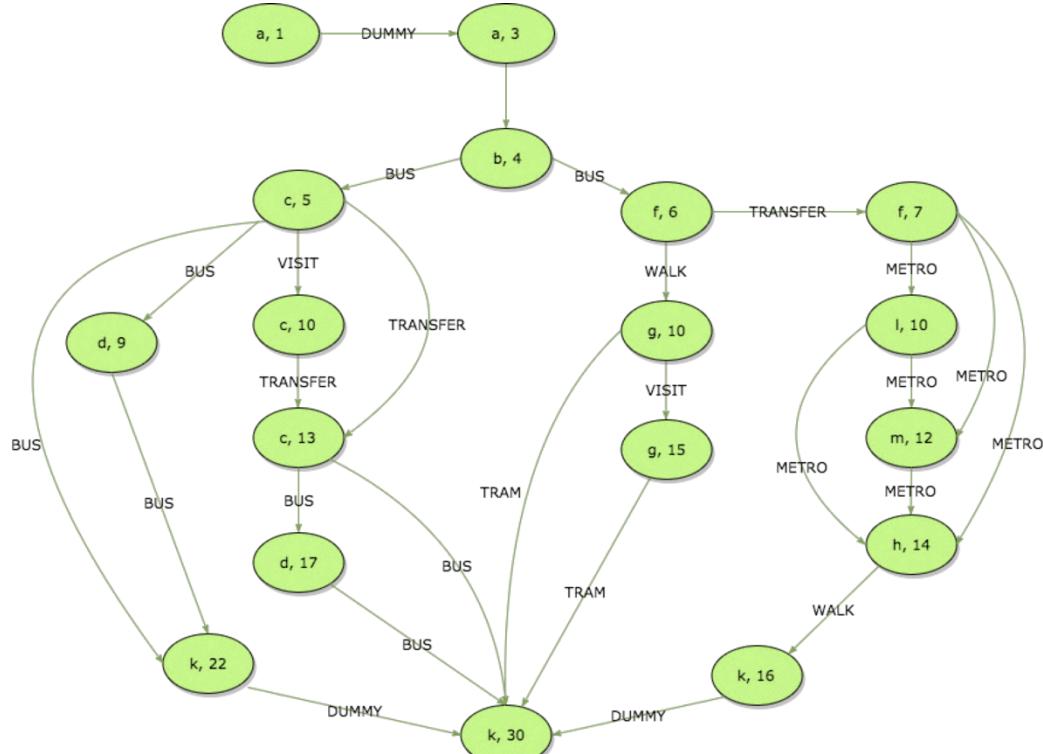
Постановка задачи. Основные параметры.

- Место и время отправления
- Место и время прибытия
- Точки интереса и длительность посещения
- Транспортные модули
- Критерии

Постановка задачи. Критерии.

- MaxPoi
- MinTime
- MinPrice
- MinChanges
- MinTimeTransfer
- MinTimeWalking
- MinCO₂

Модель транспортной сети. Граф.



$$G = (N, A)$$

(l, t) – вершины

(m, i, a, j, b) – дуги

Модель транспортной сети. Веса дуг.

- l_{ijm} – расстояние между вершинами
- v_{ijm} – скорость перемещения
- p_{ijm} – стоимость перемещения
- c_{ijm} – количество выбрасываемого CO_2

Задачи БЛП

$$x_{m,i,a,j,b} \in \{0,1\}, (m, i, a, j, b) \in A$$

- MaxPoi $\sum_{i \in I} \sum_{(v,i,a,i,b) \in V} x_{v,i,a,i,b} \rightarrow \max$
- MinTime $\sum_{\substack{(m,i,a,j^*,t^*) \in A, \\ m \neq r}} t^* \cdot x_{m,i,a,j^*,t^*} + \sum_{(r,j^*,a,j^*,t^*) \in A} a \cdot x_{r,j^*,a,j^*,t^*} \rightarrow \min$
- MinPrice $\sum_{(m,i,a,j,b) \in A \setminus (T \cup U \cup R)} p_{m,i,a,j,b} \cdot x_{m,i,a,j,b} \rightarrow \min$
- MinCO₂ $\sum_{(m,i,a,j,b) \in A \setminus (B \cup W \cup T \cup V \cup R)} c_{m,i,a,j,b} \cdot x_{m,i,a,j,b} \rightarrow \min$

Метод решения

$$\{Q_k \mid k = 1, \dots, n\}$$

$$\{\varepsilon_k \mid k = 1, \dots, n\}$$

$$1. \max_{x \in D} Q_1(x)$$

$$Q_1(x^*) = a$$

$$2. \max_{x \in D} Q_2(x)$$

$$Q_1(x) \geq a - \varepsilon_1$$

$$3. \max_{x \in D} Q_3(x)$$

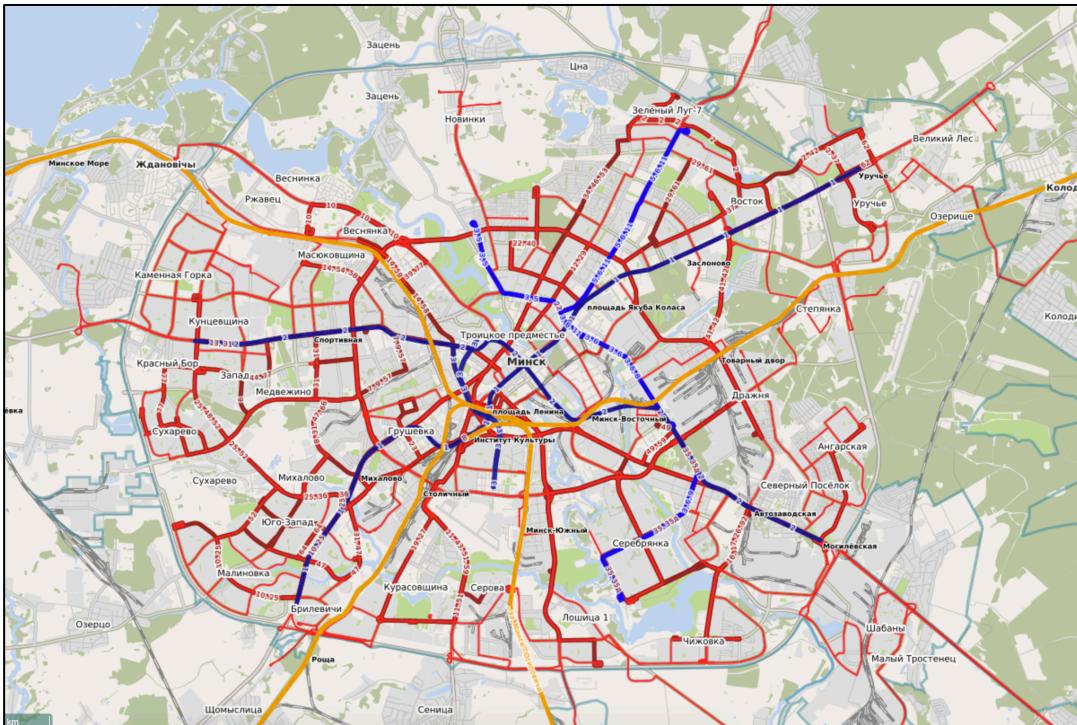
$$Q_1(x) \geq a - \varepsilon_1$$

$$Q_2(x^{**}) = b$$

$$Q_2(x) \geq b - \varepsilon_2$$

$$Q_3(x^{***}) = c$$

Вычислительный эксперимент. Граф.



- 152 геолокации
 - 16 маршрутов
 - 9:58 – 11:00
 - ~ 18500 вершин
 - ~ 300000 дуг
 - ~ 370000 условий

Вычислительный эксперимент. Сценарии.

$$\varepsilon_1 = 0.0, \varepsilon_2 = 0.25, \varepsilon_3 = 0.5$$

13699 возможных вариантов выбора критериев.

Сценарий А:

- MaxPoi
- MinTime
- MinChanges
- MinTimeTransfer
- MinTimeWalking
- MinPrice
- MinCO₂

Сценарий В:

- MinTime
- MinTimeTransfer
- MinPrice
- MaxPoi
- MinCO₂
- MinChanges
- MinTimeWalking

Сценарий С:

- MinChanges
- MinTimeTransfer
- MinTimeWalking
- MaxPoi
- MinCO₂
- MinPrice
- MinTime

Вычислительный эксперимент. Конфигурации.

Конфигурация 1. Отправление от ст. м. «Могилевская» – прибытие на остановку «Кропоткина»

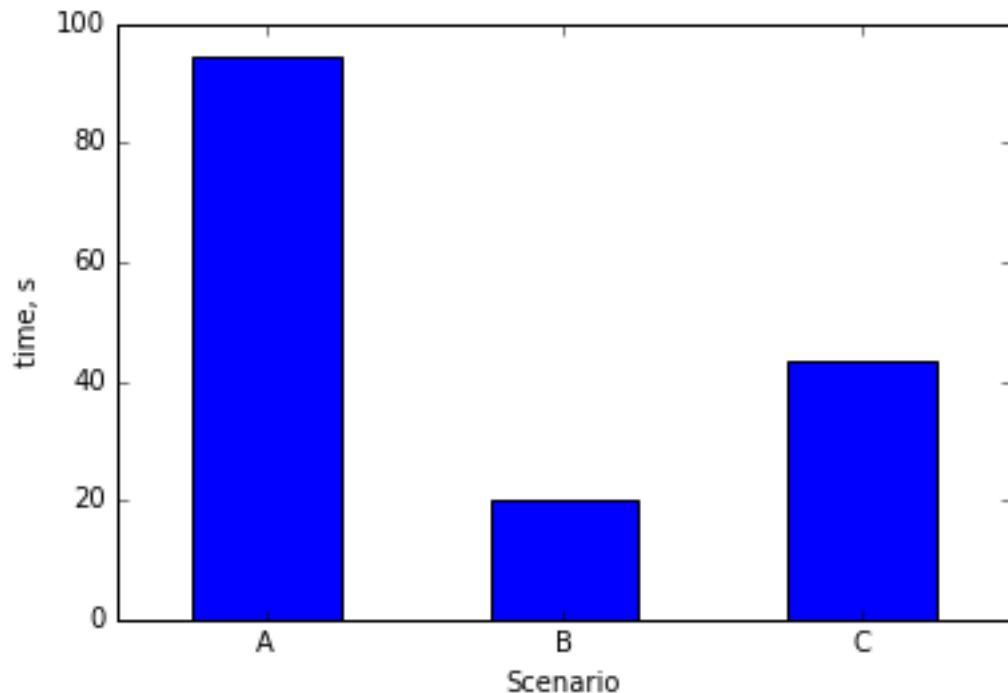
Конфигурация 2. Отправление от остановки «Ак. Купревича» – прибытие на остановку «Ванеева»

Конфигурация 3. Отправление от ДС Зеленый Луг – прибытие на ст. м. «Партизанская»

Пример построенного маршрута

Mode	Start location	Departure time	Finish location	Arrival Time
DUMMY_START	ст. м. «Могилевская»	8:58	ст. м. «Могилевская»	9:00
METRO_2_B	ст. м. «Могилевская»	9:00	ст. м. «Купаловская»	9:24
VISIT	ст. м. «Купаловская»	9:24	ст. м. «Купаловская»	9:34
WALK	ст. м. «Купаловская»	9:34	ст. м. «Октябрьская»	9:36
METRO_1_B	ст. м. «Октябрьская»	9:36	ст. м. «Площадь Якуба Коласа»	9:44
WALK	ст. м. «Площадь Якуба Коласа»	9:44	Пл. Якуба Коласа	9:45
TRAM_5_B	Пл. Якуба Коласа	9:45	Дворец Молодежи	9:57
VISIT	Дворец Молодежи	9:57	Дворец Молодежи	10:07
WALK	Дворец Молодежи	10:07	Кропоткина	10:20
DUMMY_FINISH	Кропоткина	10:20	Кропоткина	11:00

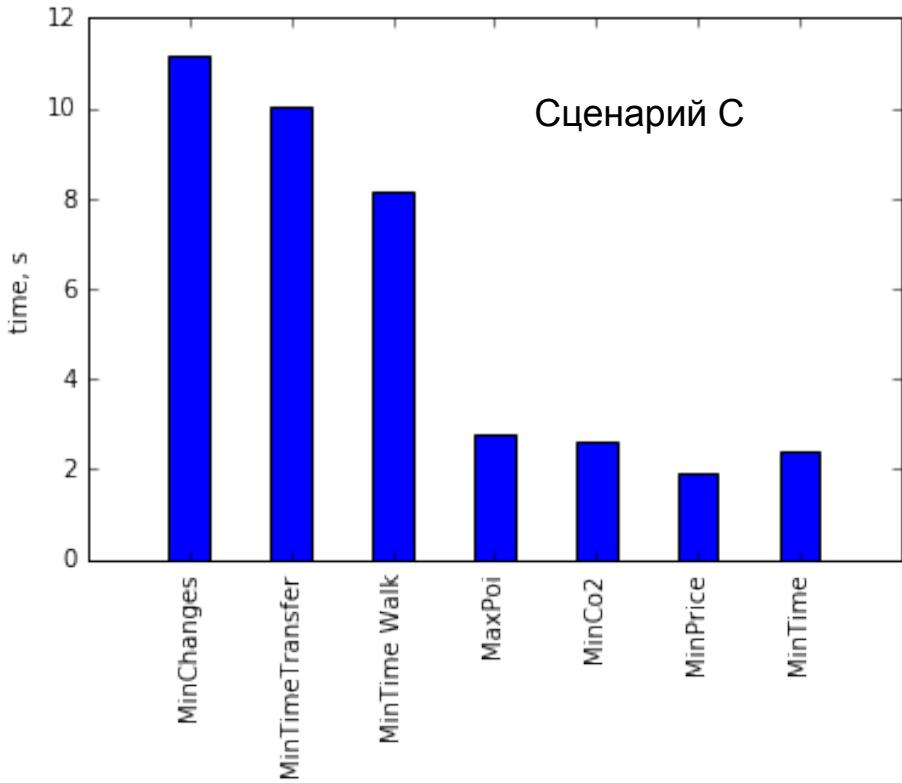
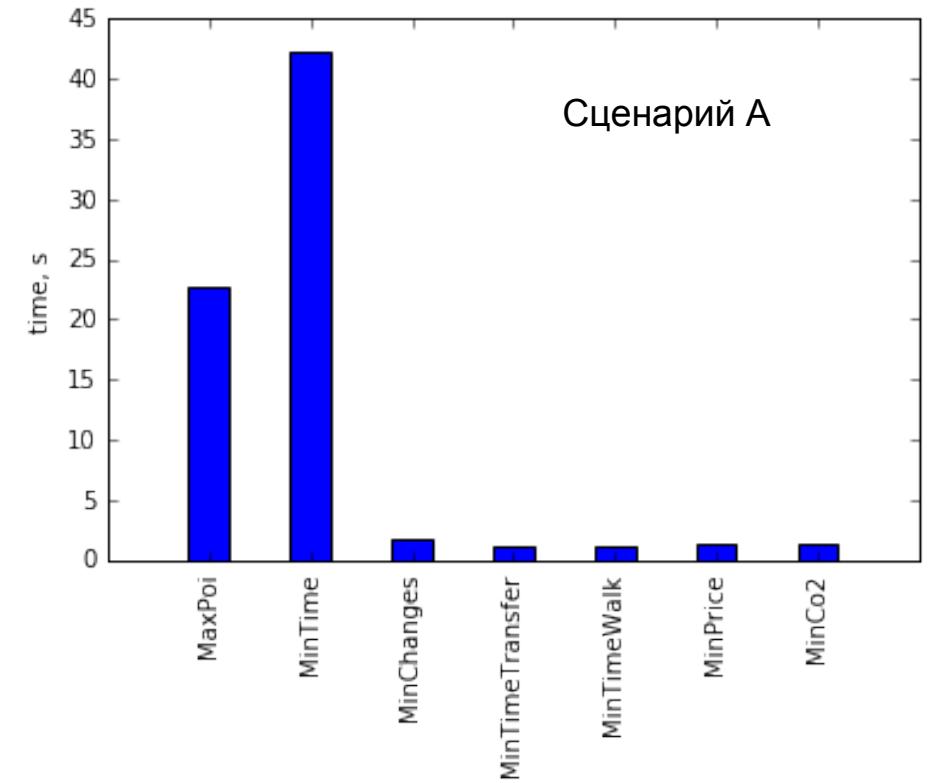
Зависимость времени от порядка критериев



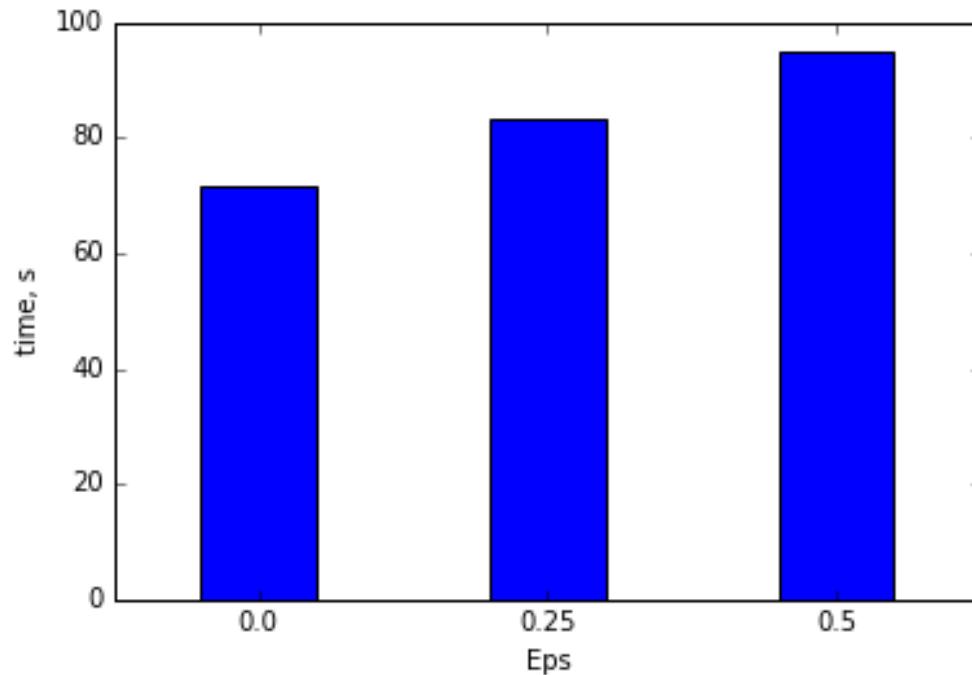
52.5 сек – среднее время решения всех задач БЛП

15.8 сек – среднее время первой задачи БЛП

Зависимость времени от порядка критериев



Зависимость времени от отклонения



Заключение

- В результате работы предложены модель и метод построения многомодальных многокритериальных маршрутов для городского туризма и осуществлена программная реализация.
- Проведено тестирование на реальном примере транспортной сети города Минска. Среднее время нахождения маршрута занимает около 50 секунд, что является хорошим результатом для задач подобной сложности и размерности.
- Анализ результатов тестирования показал, что требуется дополнительное исследование влияния порядка критериев. Целесообразно проведение дальнейшие исследование в целях уменьшения области поиска решения для задач БЛП, что может улучшить производительность.

Спасибо за внимание!