

Метод

Предлагаемый метод может быть представлен как набор этапов:

Этап 1. Формирование последовательного списка остановок, используемых пользователем:

$$\{s_i, \mathbf{x}_i\}_{i=1, \overline{I_d}}$$

Этап 2. Формирование списка потенциально использованных маршрутных ТС для осуществления вероятных корреспонденций:

$$\{s_i^{start}, s_i^{end}, m_i^\ell, k_i^\ell, t(d, m_i^\ell, k_i^\ell, s_i)\}_{\ell \in \mathfrak{S}_i, i \in I_d}$$

Этап 3. Оценка вероятностных характеристик корреспонденций маршрутных ТС.

Пусть

$$p_i(t) = \begin{cases} \lambda_i \left(t - \left(t_i^{\max} - \frac{1}{3\lambda_i} \right) \right) \exp \left(- \left(t - \left(t_i^{\max} - \frac{1}{3\lambda_i} \right) \right) \right), & t - \left(t_i^{\max} - \frac{1}{3\lambda_i} \right) \geq 0; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Определим искомую вероятность $P_{i\ell}$ потенциально использованного маршрута в виде:

$$P_{i\ell} = \frac{p_i(t(d, s_i^{start}, m_i^\ell, k_i^\ell))}{\sum_{j \in \mathfrak{S}_i} p_i(t(d, s_i^{start}, m_i^j, k_i^j))} \cdot r(m_i^\ell, k_i^\ell)$$

Далее, список возможных корреспонденций сокращаем так, чтобы выполнялось условие:

$$\min_{\ell \in \mathfrak{S}_i} P_{i\ell} > \varepsilon$$

Сформированные результаты окончательно содержат для каждого дня d пользователя u :

1) список вероятных корреспонденций пользователя на общественном транспорте с их вероятностными характеристиками для конкретного дня d , каждая в виде:

$$(d, s_i = s_i^{start}, s_i^{end}, \lambda_i, t_i^{\min}, t_i^{\max}, e_i, \sigma_i^2, m_i^\ell, k_i^\ell, t(d, m_i^\ell, k_i^\ell, s_i), P_{i\ell})$$

2) список вероятных пересадок пользователя с их вероятностными характеристиками, каждая в виде:

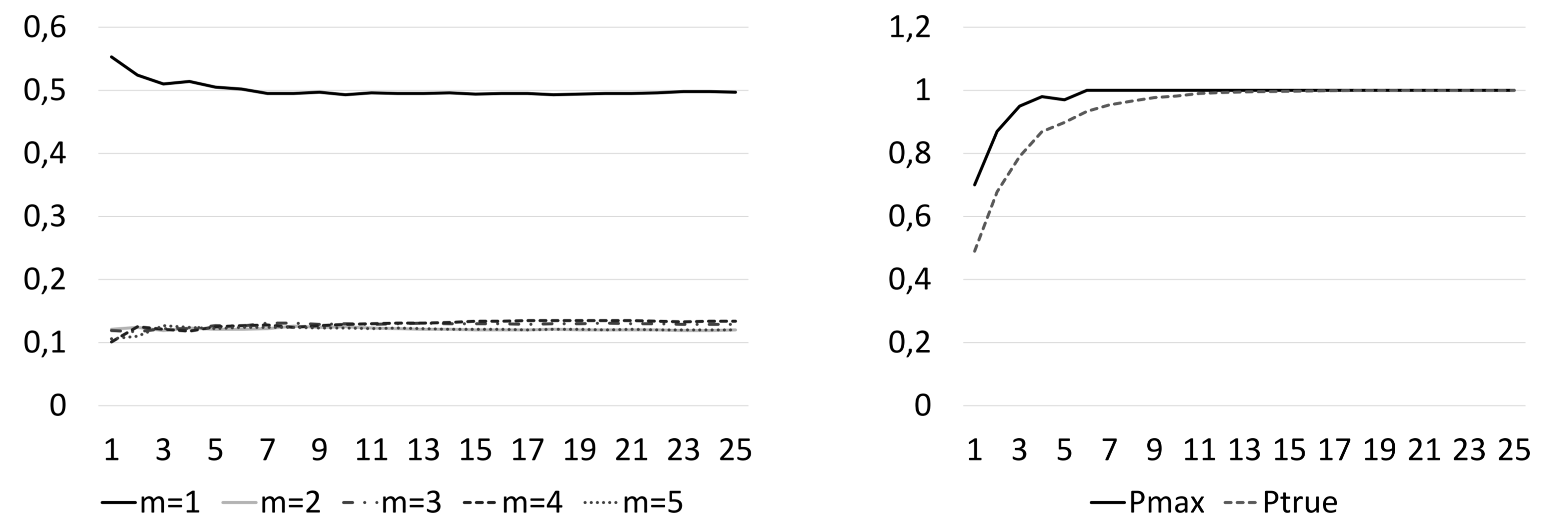
$$\{(d_i, s_j^0, m_j^0, t_j^0, s_j^1, m_j^1, t_j^1, P_j)\}_{j \in J} \quad (m_j^1 \in M \cup \{\Delta\})$$

3) частоты использования пользователем остановки в качестве стартовой/финишной:

$$\eta_u^*(s|d), \quad s \in S$$

Результаты

Результаты экспериментальных исследования представлены графиками зависимости среднего значения вероятности использования маршрута m от количества дней/поездов d и оценки вероятностей верной реконструкции корреспонденции пользователя от количества дней/поездов d . Вероятности P_d^{\max} показывают вероятность верной реконструкции корреспонденции, вероятности P_d^{true} говорят о надежности этого решения. Близость пары этих вероятностей одновременно к 1 говорит о том, что решение принято правильно и с высокой надежностью.



По представленным результатам экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- вероятность верной реконструкции транспортной корреспонденции пользователя городского общественного транспорта монотонно повышается по мере роста числа поездок/дней;
- верная реконструкция транспортной корреспонденции возможна уже при 6 поездках пользователя, надежность принятия такого решения составляет не ниже 0.933;
- полностью надежная верная реконструкция транспортной корреспонденции происходит при 18 сделанных поездках. При 22 рабочих дней в месяце верная корреспонденция распознается менее чем за месяц.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (уникальный идентификатор проекта RFMEFI57518X0177).