

Рисунок 2 – Структура Tensor Flow

Заключение

Таким образом, становится возможной реализация системы распознавания на достаточно маломощном устройстве, в основе которого лежит микроконтроллер STM32. Это расширяет спектр применения интеллектуальных систем, представляя новые функции в различных сферах промышленности и сельского хозяйства, транспорта, медицине, документообороте. Разработка требует предварительно подготовленной прогнозирующей модели на платформе Google Colab, преобразованной в формат TensorFlow Lite. Одним из возможных ограничений использования может явиться требование обеспечения безопасности.

Список цитированных источников

1. Распознавание документов на частном примере – обзор доступных платных и бесплатных решений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/en/post/518460>. – Дата доступа: 11.04.2021.
2. Сканеры с распознаванием текстов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.foroffice.ru/products/skaner/tag-skanery-s-raspoznavaniem-tekstov.html>. – Дата доступа: 11.04.2021.
3. Захват изображения с USB камеры при помощи STM32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://we.easyelectronics.ru/STM32/zahvat-izobrazheniya-s-usb-kamery-pri-romoschi-stm32.html>. – Дата доступа: 11.04.2021.
4. TensorFlowLite guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [tensorflow.org](https://www.tensorflow.org/lite). – Дата доступа: 01.04.2021.

УДК 656.131.2

Николаев М. В.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шуть В. Н.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ «ТРАНСПОРТ ПО ЗАПРОСУ»

В последнее время получает распространение автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт [1–6]. Активно внедряются элементы информационных технологий в перевозочный процесс городов, появляются информационные автоматизированные системы и приложения.

Ведётся разработка автоматизированной системы «Транспорт по запросу» для оптимизации работы городского маршрутного такси в форме двух веб-приложений – пассажира и водителя маршрутного такси. Похожая система – всем известное приложение «Яндекс.Такси». Одной из важных функций приложения для водителя маршрутного такси являются рекомендации по времени отправления. Идея заключается в определении такого времени отправления, чтобы маршрутное такси не было перегружено и при этом не следовало по маршруту полупустым.

В связи с вышеописанными проблемами была предложена оптимизированная модель городского транспорта, известная как «Транспорт по запросу».

Основные задачи системы:

1. Создание заявки пассажира, ожидающего на остановочном пункте маршрутного такси.
2. Информирование водителя маршрутного такси о загруженности маршрута.
3. Информирование водителя маршрутного такси о количестве пассажиров, которые заполнят и покинут маршрутное такси на каждом следующем остановочном пункте.

Хранение и передача данных происходит в виде запросов между приложениями и сервером. Каждый запрос представляет собой набор, определяющий маршрут, начальный и конечный остановочные пункты (далее – остановки). Маршрут, в свою очередь, определяется упорядоченной последовательностью остановок.

Для достижения этой цели применяется следующая математическая модель. На рисунке изображён линейный маршрут, состоящий из k остановок (рисунок 1). На данном маршруте обозначены два конечных и $k - 2$ промежуточных остановочных пункта. Обозначим остановки натуральными числами $i = \overline{1, k}$; l_{ij} – расстояния между i -ой и j -ой остановками.

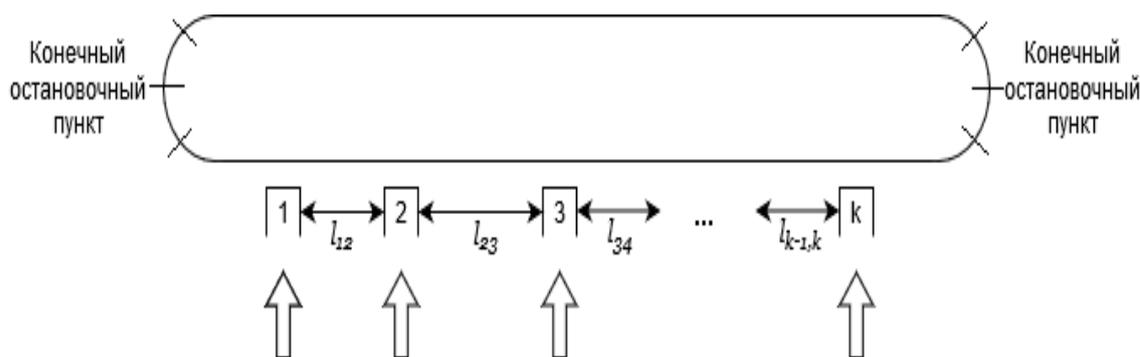


Рисунок 1 – Маршрут транспортного средства

Данные о пассажирах передаются серверу и хранятся в виде матрицы корреспонденций (1). Элемент матрицы m_{ij} – число пассажиров, которые вошли в маршрутное такси на i -ой остановке и едут до j -ой остановки.

Элементы матрицы M на главной диагонали и под главной диагональю равны нулю (т. к. пассажир не может выйти на остановке, на которой сел в маршрутное такси, и не может ехать «назад») [7].

$$M = \begin{bmatrix} 0 & m_{1,2} & \dots & m_{1,j} & \dots & m_{1,k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & m_{i,j} & \dots & m_{i,k} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & m_{k-1,k} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Обозначим m_i – общее количество пассажиров, садящихся на i -ой остановке; m_i определяется как сумма элементов i -ой строки матрицы M (2):

$$m_i = \sum_{j=1}^k m_{i,j} = \sum_{j=i+1}^k m_{i,j}, \quad i = \overline{1, k-1}. \quad (2)$$

При этом $m_k = 0$.

В свою очередь обозначим n_i – число пассажиров выходящих на i -й остановке; n_i определяется как сумма элементов i -го столбца матрицы M (3):

$$n_i = \sum_{j=1}^k m_{j,i} = \sum_{j=1}^{i-1} m_{j,i}, \quad i = \overline{2, k}. \quad (3)$$

При этом $n_1 = 0$.

Пусть S_r – заполненность транспортного средства на r -ой остановке, $r = \overline{2, k}$. V – его общая вместимость. Тогда после отъезда от остановки с номером r количество пассажиров в транспортном средстве вычисляется следующим образом (4):

$$S_r = \sum_{i=1}^r m_i - \sum_{i=1}^r n_i = \sum_{i=1}^r (m_i - n_i), \quad r = \overline{2, k}. \quad (4)$$

На каждой остановке число заходящих пассажиров совместно с числом пассажиров, уже находящихся в транспортном средстве, не должно превышать максимальную вместимость маршрутного такси V (далее объём). Так, после отъезда от первой остановки заполненность транспортного средства будет составлять m_1 пассажиров (5), т. к. первая остановочный пункт является конечным и транспортное средство прибывает на данный остановочный пункт пустым.

$$S_1 = m_1 \leq V. \quad (5)$$

Далее на второй остановке заполненность составит (6):

$$S_2 = m_1 - m_{12} + m_2 \leq V, \quad (6)$$

т. к. некоторое число пассажиров, ехавших с первого остановочного пункта на второй, покинут транспортное средство, а также найдут ещё пассажиры с целью ехать дальше по маршруту. На третьей остановке (7):

$$S_3 = m_1 - m_{12} + m_2 - (m_{13} + m_{23}) + m_3 \leq V. \quad (7)$$

Далее аналогично до $k-1$ остановки. Для k -ой остановки заполненность маршрутного такси составит (8):

$$S_k = m_1 - m_{12} + m_2 - (m_{13} + m_{23}) + m_3 - \dots - (m_{1k} + m_{2k} + m_{3k} + \dots + m_{k-1,k}) \leq V, \quad (8)$$

т. к. это конечный остановочный пункт и на нём пассажиры не заходят в транспортное средство.

Из представленных выше формул можно вывести закономерность. Таким образом, общая заполненность транспортного средства на r -ой остановке имеет вид (9):

$$S_r = \sum_{i=1}^r m_i - \sum_{i=1}^{r-1} \sum_{j=i+1}^r m_{i,j} \leq V, \quad r = \overline{2, k}, \quad (9)$$

где m_{ij} – элемент матрицы корреспонденций M , k – количество остановок на маршруте, V – объем транспортного средства.

Когда выражение выше превращается в равенство, достигается предполагаемая максимальная эффективность перевозки для одной единицы транспорта (маршрутного такси).

Необходимо также учитывать интенсивность пассажиропотока λ – приблизительное количество людей, приходящих на остановку за единицу времени. Примерное время t , за которое транспортное средство доедет до остановки n (10):

$$t = \frac{\sum_{i=2}^r l_{i-1,i}}{v}, \quad r = \overline{2, k}, \quad (10)$$

где v – средняя скорость транспортного средства.

Таким образом, условие отправления транспортного средства имеет вид (11):

$$s_r + t_r * \lambda_r \leq V, \quad r = \overline{2, k}, \quad (11)$$

В реальных условиях необходимо учитывать погрешность в изменении количества пассажиров на маршруте при расчёте максимально допустимой заполненности маршрутного такси, поэтому она составляет 80–90 % от реальной максимально допустимой заполненности. В математической модели это проявляется в виде коэффициента требуемой заполненности a (12):

$$s_r + t_r * \lambda_r \leq aV, \quad r = \overline{2, k}, \quad (12)$$

Система информирует водителя при помощи клиентского приложения, в какое время маршрутному такси лучше отправляться. При необходимости пользователь (водитель) сам может посмотреть данные о пассажирах на остановках и принять соответствующее решение. Такая система позволяет сократить затраты на топливо в ситуациях, когда большое количество маршрутных такси следует по маршрутам с малой интенсивностью пассажиропотока, а также позволит собирать информацию о количестве пассажиров на маршрутах и остановках, которую в дальнейшем можно использовать для оптимизации городской транспортной сети.

Список цитированных источников

1. Жогал, А. Н. Автоматический городской интеллектуальный пассажирский транспорт / А. Н. Жогал, В. Н. Шуть, Е. В. Швецова // Транспорт и инновации: вызовы будущего: материалы Международной научной конференции. – Минск : Национальная библиотека Беларуси, 2019. – С. 23–33.

2. Shuts, V. Mobile Autonomous robots – a new type of city public transport / V. Shuts, V. Kasyanik // Transport and Telecommunication. – 2011. – Vol. 12. – № 4. – P. 52–60.

3. Пролиско, Е. Е. Высокопроизводительный вид городского пассажирского транспорта на базе современных информационных технологий / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Актуальные направления научных исследований XXI века – теория и практика : сб. научн. трудов Междунар. заочной науч.-практич. конф. (Воронеж, 14–15 нояб. 2016 г.). – Воронеж : ВГЛУ-ТУ, 2016. – Т. 4. – № 5. – Ч. 3. – С. 336–341.

4. Пролиско, Е. Е. динамическая модель работы транспортной системы «инфобус» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы : материалы науч.-технич. конф. (Брест, 25–28 мая 2016 г.). – Брест : БрГТУ, 2016. – С. 49–54.

5. Шуть, В. Н. Высокопроизводительная система городской транспортировки пассажиров / В. Н. Шуть, Е. Е. Пролиско // Електроніка та інформаційні технології : матеріали VIII українсько-польської науч.-практич. конф. (Львов, 27–30 авг. 2016 г.). – Львов : Львовський національний університет ім. І. Франка, 2016. – С. 62–64.

6. Persia, L. High capacity robotic urban cluster-pipeline passengers transport / L. Persia, J. Barnes, V. Shuts, E. Prolisko, V. Kasjanik, D. Kapskii, A. Rakitski // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы (Be-Safe 2016) : материалы Междунар. науч.-технич. конф. (Брест, 25–28 мая 2016 г.). – Брест : БрГТУ, 2016. – С. 62–68.

7. Пролиско Е. Е., Шуть В. Н. Математическая модель работы «ИНФОБУСОВ» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть / Материалы VII-ой Украинско-польской научно-практической конференции «Електроніка та інформаційні технології (ЕЛІТ-2015)», Львов-Чинадиево, 2015 – с. 59–62.

УДК 629.359

Олесик М. В.

*Научные руководители: к. т. н., доцент Костюк Д. А.,
ст. преподаватель Ланч С. В.*

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ БАГАЖА С ФУНКЦИЯМИ ТЕЛЕМЕТРИИ

В настоящее время электронные устройства различного назначения находят применение в самых неожиданных сферах жизни человека. В частности, всё более внедряются различные элементы, относящиеся к концепциям «умного дома», «умного города» и др. Несмотря на уже имеющуюся высокую степень автоматизации в этой области, в данном направлении всё ещё существует большое пространство возможностей для улучшения путём внедрения различных технических решений и идей.

Современный человек на протяжении жизни осуществляет большое количество разнообразных поездок с различными целями: командировки, туризм, путешествия и другие. Как правило, данные поездки не обходятся без большого числа вещей, которые он вынужден перевозить с собой в чемоданах, сумках и других платформах для перевозки багажа, причём часть из этих вещей предназначена именно для поездок, например, накопительный источник питания (PowerBank) для подзарядки своих портативных устройств. Пребывание в неизвестной местности или среди большого скопления неизвестных людей может привести к утрате багажа по причине кражи или забывчивости и спешки. Также передвижение с большим количеством сумок и чемоданов может быть затруднительным и утомительным. Все эти факторы приводят к дискомфорту и дополнительным нагрузкам со стороны путешественника. Поэтому актуальна автоматизация таких связанных с багажом задач, как его транспортировка следом за владельцем, контроль местоположения и несанкционированного доступа. В связи с этим предлагается модернизация концепции багажа путём создания транспортной платформы для перевозки личных вещей, оснащённой модулями телеметрии и автономными средствами перемещения.

Блок управления предлагаемой транспортной платформы для перевозки багажа (рис. 1) состоит из четырёх основных модулей:

- 1) микроконтроллер;
- 2) Bluetooth-модуль;
- 3) интерфейс взаимодействия с электронно-вычислительной машиной (ЭВМ);
- 4) блок памяти.