

lotrainer will be able to independently decide to change the scale towards narrowing the target.

For the exercise “Slalom” it is possible to adjust the width of the permissible deviation and the sinusoid parameters in the same way.

By introducing multimedia games into training for athletes, for rehabilitation patients, or for balance therapy, variety and additional motivation in passing the tests are created. The patient (the trainee), controlling what is happening on the screen with his own body movements, plays the role of a kind of game manipulator. For example, in the game "Labyrinth", the user can be tasked to pass it in a certain time, gradually complicating the levels of the game (Figure 2).



Figure 2 - Concept of the game "Labyrinth" in the stabilotrainer

One way or another, the gamification of balance therapy can be implemented on the basis of a stabilometric platform with mobile access. In this case, one can either create a game story and the application itself from scratch, or use existing games available in the public domain, replacing the input data in them with the data obtained from the stabilometric platform.

References

1. Лютыч А. В. Стабилотренажер с биоуправлением по опорной реакции // Сборник курсных научных работ студентов и магистрантов Ч.1 / УО «Брестский государственный технический университет»; редкол.: Н.Н. Шалобыта [и др.]. – Брест: Издательство БрГТУ, 2022. – С. 101–105.

2. Стабилметрическое исследование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://biomera.ru/upload/biblio/skvortcov_preprint.pdf – Дата доступа: 25.10.2022.

УДК 656.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПОСРЕДСТВОМ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТА

Е.В. Швецова, В.Н. Шуть, Е.Е. Пролиско

Брестский государственный технический университет, Беларусь, Брест,
helengood@gmail.com, lucking@mail.ru, prolisko@mail.ru

Information technologies are used in various areas of human activity, including the organization of passenger transportation, allowing you to track changes in passenger traffic in real time and carry out adequate dispatching of the transportation process. The proposed work describes the concept of a robotic passenger transport system based on unmanned electric vehicles, in which the organization of the transportation process is based on the use of information technology and intelligent algorithms for processing the received information in real time.

Городская пассажирская транспортная на базе беспилотных транспортных средств. Подробно концепция транспортной системы описана в работах [1-4]. Основной транспортной единицей является беспилотный электрокар небольшой вместимости (до 30 человек), называемый инфобусом (рисунок 1).

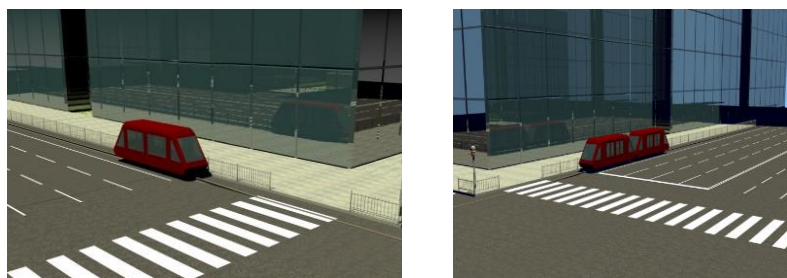


Рисунок 1 – Инфобус и кассета инфобусов

Каждый инфобус оснащен бортовой системой управления, получающей команды от единого информационного сервера. Инфобусы передвигаются как автономно, так при необходимости объединяясь в кассеты. Здесь под кассетой инфобусов понимается совокупность электрокаров, объединяющихся на определенном участке маршрута в единое транспортное средство, в котором пассажиры могут за время движения перейти по необходимости из одного инфобуса в другой и продолжить в нем дальнейшее движение после его отсоединения от кассеты. Движение инфобусов происходит по фиксированному маршруту (рисунок 2). Начинается из Накопителей, находящихся в начале и конце маршрута, в которых электрокары осуществляют подзарядку.

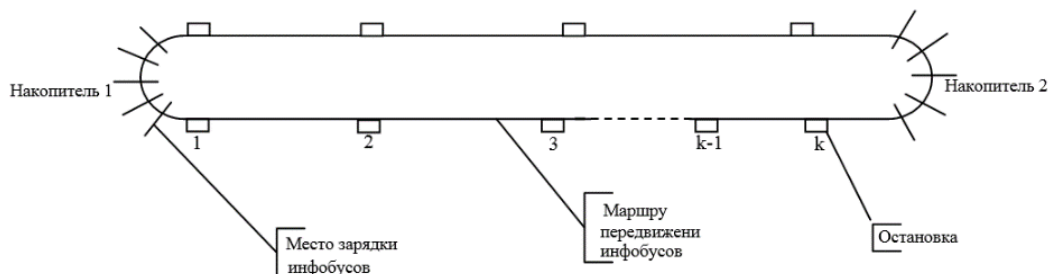


Рисунок 2 – Маршрут движения инфобусов

Сбор заявок от пассажиров на перевозку осуществляется через терминалы, располагающихся на остановках маршрута (рисунок 3).



Рисунок 3 – Терминалы на остановках

Поданная заявка моментально поступает в информационную систему единого управляющего сервера транспортной системы и сразу же фиксируется в матрице корреспонденций (рисунок 4), являющейся информационной основой организации перевозочного процесса. Матрица имеет размер $k \times k$ (по числу остановок маршрута). Каждый элемент $m_{ij}, i < j, i = \overline{1, k-1}, j = \overline{2, k}$ матрицы содержит число пассажиров, желающих ехать с остановки i на остановку j .

$$M_z = \begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} & \dots & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1k} \\ 0 & 0 & m_{23} & \dots & \dots & m_{2j} & \dots & m_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & m_{34} & \dots & m_{3j} & \dots & m_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 & m_{k-1k} \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 4 – Матрица корреспонденций

Всякий раз при поступлении новой заявки на перевозку с остановки i на остановку j сервер проверяет соблюдение условия достаточности накопления заявок по данной корреспонденции:

$$m_{ij} \geq a * V, a \in [0.8, 1), i = \overline{1, k-1}, j = \overline{2, k}, \quad (1)$$

где a - коэффициент эластичности, используемы для обеспечения резерва мест для пассажиров, которые могут подойти на остановку к моменту появления там транспортного средства.

При накоплении достаточного числа заявок на перевозку (1) по корреспонденции $i-j$ информационный сервер фиксирует матрицу корреспонденций и по ней составляется план перевозки, в котором определяется число инфобусов, участвующих в перевозке; для каждого инфобуса идентификационный номер, график движения [5,6] и остановки посадки – высадки пассажиров. Сформированные планы перевозки пересылаются для их исполнения бортовым системам инфобусов.

Алгоритм составления плана перевозки по матрице корреспонденций. Рассмотрим на примере один из алгоритмов составления плана перевозки по

зафиксированной сервером матрице корреспонденций, представленной на рисунке 5. В примере маршрут состоит из 14 остановок, объем инфобуса $V=25$. Данный алгоритм выделяет в матрице элемент, удовлетворяющий условию (1), называемый критическим элементом, и для него составляется план перевозки, который еще предполагает дополнительный попутный подвоз пассажиров помимо «пассажиры критического элемента».

Элемент, удовлетворяющий условию (1) $m_{59} = 20$, это указывает на то, что с пятой на девятую остановку маршрута будет перевезено без остановок как минимум 20 пассажиров. При движении от Накопителя к пятой остановке инфобус может произвести дополнительный подвоз. Для его организации анализируются элементы $m_{i5}, i = \overline{1,4}$. В данном случае для дополнительного подвоза на пятую остановку будут взяты пассажиры с первой, третьей и четвертой остановок. А так же анализируются на возможность перевозки элементы m_{13}, m_{14}, m_{34} , т.к. инфобус может осуществить перевозку с первой на третью и четвертую остановки, с третьей на четвертую. Выбранные алгоритмом элементы выделены в матрице, представленной на рисунке 5.

$$M_z = \begin{pmatrix} 0 & 1 & \boxed{2} & 11 & \boxed{15} & 3 & 3 & 3 & 7 & 1 & 0 & 1 & 0 & 11 \\ 0 & 0 & 3 & 1 & 14 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & \boxed{1} & \boxed{3} & 6 & 2 & 0 & 3 & 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \boxed{4} & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 4 & 2 & 1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 8 & \boxed{20} & 1 & 7 & 5 & 3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 7 & 1 & 0 & 7 & 2 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & 4 & 2 & 0 & 2 & 1 & 14 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9 & 2 & 7 & 6 & 1 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \boxed{6} & 10 & \boxed{5} & 4 & \boxed{12} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 & \boxed{1} & 1 & \boxed{1} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 2 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & \boxed{11} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 5 – Зафиксированная матрица корреспонденций

Аналогичным образом дополнительный подвоз будет осуществлен с девятой, десятой и двенадцатой остановок на четырнадцатую.

В результате основной подвоз пассажиров с пятой на девятую остановки будет произведен в режиме такси (без остановок) и при этом на других участках маршрута транспортное средство произведет еще дополнительный подвоз пассажиров, что сделает перевозку более экономически эффективной. Не выбранные алгоритмом для перевозки элементы матрицы возвращаются в базу данных и принимают участие в формировании следующей матрицы.

Заключение. Предложена новая технология городских пассажирских перевозок, которая способна адаптивно реагировать на изменения спроса на перевозку за счет активного использования возможностей информационных систем для оперативного сбора и анализа данных.

Список использованных источников

1. Shviatsova A. The smart urban transport system based on robotic vehicles / A. Shviatsova, V. Shuts // Artificial Intelligence. – Kiev: Science and Education, 2019. – №3-4(85-86). – P. 40-49.
2. Швецова Е.В. Пассажирская транспортная система для новой городской мобильности/ Е.В. Швецова, Т.А. Глущенко // Новые математические методы и компьютерные технологии

в проектировании, производстве и научных исследованиях: Материалы XXIII Республиканской научной конференции студентов и аспирантов, Гомель, 23–25 марта 2020 . – Гомель: ГГУ им. Ф.Скорины, 2020. – С. 181-182.

3. Shviatsova A. The Smart Urban Transport System / A. Shviatsova, V. Shuts// Research Papers Collection of Open Semantic technologies for Intelligent System, Minsk, 19-22 Feb. 2020. – Minsk: Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2020. – P. 349-352.

4. Shuts, V. System of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, Ternopol, 28-29 May 2019. – Ternopol: TNTU, 2019 – С. 174-184

5. Shuts V. The drawing up of the motion schedule in the intelligent urban passenger transport system / V. Shuts, A. Shviatsova // Artificial Intelligence. – Kiev: Science and Education, 2021. – №2. – P. 104-109.

6. Швецова Е.В. О построении графика движения транспортных средств в городской пассажирской транспортной системе / Е.В. Швецова, В.Н. Шуть // Вестник БелГУТа: Наука и Транспорт. – Гомель: 2021. – № 2. – С. 21-24.