

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКІВ ВІДВІДУВАЧІВ ТОРГОВО-РОЗВАЖАЛЬНОГО ЦЕНТРУ

Ісаєнко С. С., Палагін В. І., Тімофєєв А. А., Черкашин В. С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Прохоров О. В.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», каф. комп'ютерних наук та
інформаційних технологій,
м. Харків, Україна
e-mail: o.prokhorov@khai.edu

Features of the simulation model creation for analyzing the flow of visitors to the shopping and entertainment center «Nikolsky» in Kharkiv are considered in this work. The model makes it possible to estimate the filling of shopping centers according to different flows of visitors. This provides a representation of simulated visitor flows, where individual visitors have to visit several stores and, optionally, restaurants, restrooms, and a movie theater, which are the mall's entertainment venues. The model also allows you to explore the map of the density of visitors in the halls. In the future, we can complicate the model by adding, for example, different models of individual consumer behavior, etc.

Знання явищ, пов'язаних з рухом і поведінкою пішоходів, є важливим у сферах роздрібної торгівлі та послуг. Таке переконання знаходить підтвердження в численних дослідженнях, які довели справжній тісний зв'язок між прибутковістю магазинів і тим, як клієнти переміщуються в них. Дослідження спрямоване на розробку моделі поведінки пішоходів у торгово-розважальному центрі (ТРЦ) на основі багатоагентного імітаційного моделювання. В роботі планується зосередитись на створенні імітаційної моделі одного з великих торгових центрів Харкова – ТРЦ «Нікольський». Таким чином, важливо визначити можливі фактори впливу на процес максимізації корисності та ефективності діяльності ТРЦ, щоб розробити більш зрозумілими моделі руху відвідувачів.

Основними задачами, що дозволяє вирішити пішохідне моделювання, зазвичай є: оцінка пропускної спроможності будівель та окремих об'єктів усередині них, оптимізація бізнес-процесів у пунктах обслуговування, оцінка щільності потоку відвідувачів торгових зон, знаходження «вузьких місць» для пішохідних потоків, створення та обґрунтування планів евакуації при надзвичайних ситуаціях тощо.

ТРЦ «Нікольський» один із найбільших торгово-розважальних центрів Харкова із загальною площею 105 000 кв. м., на якій представлено понад 150 магазинів. Він має декілька поверхів, входи зі сторони метрополітену, паркінгу та вулиці, обладнаний ескалаторами та сходами, які, по суті, є вузькими місцями в пішохідних потоках.

В якості середовища для моделювання було обрано AnyLogic та розпочато з просторового представлення поверхів ТРЦ. Спочатку було створено рівні, на яких розташовані елементи кожного з поверхів та загальні елементи моделі. Далі створено просторове представлення кожного з поверхів. Для цього використовувались елементи розмітки простору AnyLogic. Магазили та інші приміщення формувались за допомогою поліній. Встановлено параметри кольору, висоти та прозорості, щоб отримати необхідний вигляд. За допомогою елементу TargetLine задані місця появи агентів-відвідувачів в нашому просторі. Власне це є входами, що є в ТРЦ. Враховуючи наявність ескалаторів сформовано їх також за допомогою елементів TargetLine, причому є 4 елементи (два в одну сторону та два в іншу). Біля кожного з магазинів також сформовано цільову лінію, куди будуть прямувати відвідувачі. При цьому розділено магазини на ключові (anchor) та звичайні. Для підрахунку кількості відвідувачів кожного з магазинів розміщено текстове поле поруч, що буде відображати значення лічильника. За допомогою елемента Wall задано області, де відвідувачі не зможуть перемішуватись.

Для формування фуд-зони використовуємо елемент розмітки простору Polygonal Node. Для нього формуємо необхідну кількість елементів Attractor, що відповідає кількості столиків для відвідувачів. Для обслуговування відвідувачів у зоні харчування необхідно задати відповідний сервіс та чергу за допомогою елемента Service With Lines.

Для моделі, яка розроблювалась, сформовані наступні агенти:

- Consumer – відвідувач ТРЦ;
- Task – агент задачі (покупки, харчування, відвідування туалетної кімнати тощо);
- AreaDelay – використовується для імітації відвідування та затримки на виконання дій в магазинах та приміщеннях ТРЦ;
- Food – агент для формування поведінки відвідувача у фуд зоні;
- Stairs – агент для воріт та сходів;
- ChangeFloor – агент для ескалаторів на інший поверх.

Кожен відвідувач має колекцію tasks, яка містить задачі, що генеруються для кожного поверху. В імітаційній моделі сформовано декілька потоків відвідувачів в ТРЦ за допомогою блоків PedSource. Також додаткові блоки PedSource формують потоки відвідувачів, що приходять в ТРЦ за чіткими цілями – за продуктами у Сільпо, у кінотеатр Мультиплекс або в ресторани ТРЦ. Для кожного з таких блоків вказано цільову лінію, інтенсивність потоку відвідувачів, а також виклик функції, що створює для кожного з відвідувачів випадковий набір задач для цього поверху. Далі, через вхід агент відвідувача потрапляє на блок SelectOutput, де перевіряється умова про наявність задач в колекції у відвідувача на цьому поверсі. Після цього розглядається перша задача у списку та, в залежності від її типу, направляється відвідувач у відповідне місце (брендовий

магазин, магазин, туалет, фуд зона). Коли у відвідувача закінчуються задачі на поточному поверсі, він приймає рішення про те, щоб залишитись в ТРЦ чи залишити його. З відповідною долею ймовірності він може захотіти відвідати інші поверхи. Для цього йому слід скористатись ескалаторами. Після запуску моделювання бачимо 3D вигляд ТРЦ з відображенням всіх поверхів та маємо можливість відобразити окремий з них (рисунок 1).



Рисунок 1 – 3D режим при запуску моделювання ТРЦ

Перейшовши до режиму 2D можемо побачити карту щільності відвідувачів у холах та зробити висновки щодо пропускної здатності. До речі, інтенсивність відвідувачів можна задавати графіком, моделюючи будні, вихідні та святкові дні, різні години дня, коли потік відвідувачів різний.

Додатковий режим було реалізовано, що дозволяє закрити магазин або забезпечити евакуацію відвідувачів при оголошенні повітряної тривоги. Тож можна дослідити зони скупчення людей та отримати середній та максимальний час, що необхідний для повної евакуації з ТРЦ.

В подальшому планується ускладнювати модель, додаючи, наприклад, різні моделі індивідуальної поведінки споживачів тощо.

Список використаних джерел:

1. Kłeczek, P., Waś J. Simulation of Pedestrians Behavior in a Shopping Mall // Lecture Notes in Computer Science, 2014. vol 8751. P. 650–659. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11520-7_69 (дата звернення: 07.03.2024).

2. Rasouli A., Kotseruba I., Tsotsos J. K. Understanding Pedestrian Behavior in Complex Traffic Scenes // IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 2018. vol. 3, no. 1. P. 61–70. <http://ieeexplore.ieee.org/document/8241847/> (дата звернення: 07.03.2024).