

Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Навчально-науковий інститут цивільного захисту
Кафедра управління проектами, інформаційних технологій та телекомунікацій

«Допущено до захисту»
Начальник кафедри УПІТтаТ
кандидат технічних наук
доцент
_____ Олександр ПРИДАТКО
“ _____ ” _____ 20__ року

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему «Розроблення моделі та алгоритму інтелектуальної системи
визначення об’єктового рівня безпеки в контексті аналізу шляхів
евакуації»

Виконав:
здобувач VI курсу, групи КНм-61з
спеціальності 122 «Комп’ютерні науки»
_____ (шифр і назва спеціальності)

_____ Станіслав ЛУКАНДІ
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Назарій БУРАК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Павло ЛУБ
(прізвище та ініціали)

Львів – 2021 року

АНОТАЦІЯ

Станіслав ЛУКАНДІ «Розроблення моделі та алгоритму інтелектуальної системи визначення об'єктового рівня безпеки в контексті аналізу шляхів евакуації». Дипломна робота за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» складається з текстової частини, що містить 3 розділи, 60 с., 19 рис., 1 таблиця, 22 джерела.

Об'єкт дослідження – моделі та методи алгоритмізації архітектури систем моделювання та розрахунку параметрів процесів евакуації з будівель різного призначення.

Мета роботи – дослідження наявних засобів розробки систем моделювання та розрахунку параметрів процесів евакуації та створення на основі цих досліджень моделі та алгоритму інтелектуальної системи моделювання руху людських потоків під час евакуації при пожежі.

Магістерська дипломна робота спрямована на розробку моделі та алгоритму інтелектуальної системи визначення об'єктового рівня безпеки в контексті аналізу шляхів евакуації.

Проведено аналітичний огляд сучасних програмно-моделюючих комплексів щодо розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі.

Досліджено архітектуру та шляхи розробки програмних комплексів щодо розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі.

За результатами проведеного аналізу запропоновано модель та алгоритм інтелектуальної системи визначення об'єктового рівня безпеки в контексті аналізу шляхів евакуації.

Розроблена концепція дозволяє здійснювати моделювання руху людських потоків та здійснювати автоматизовані розрахунки часу евакуації людей з будівель і споруд при пожежі.

ЕВАКУАЦІЯ, ІНДИВІДУАЛЬНО-ПОТОКОВІ МОДЕЛІ, АЛГОРИТМ, КЛІТИННІ АВТОМАТИ.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну задачу розробки моделі та алгоритму інтелектуальної системи визначення об'єктового рівня безпеки в контексті аналізу шляхів евакуації, зокрема:

1. Виконано аналітичний огляд сучасних моделей руху людських потоків, а також програмно-моделюючих комплексів щодо розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі та встановлено, що в Україні відсутні подібні комплекси, які б повністю відповідали нормам чинного законодавства (ДСТУ 8828-2019). Закордонні ж аналоги є комерційним продуктом із високою вартістю. Результати аналізу дають підстави зробити висновок, що розробка аналогічних програм із врахуванням у якості вихідних даних вимог чинного законодавства нашої держави є актуальним завданням;

2. Досліджено архітектуру та шляхи розробки програмних комплексів щодо розрахунку часу евакуації людей з будинків та споруд під час пожежі та обґрунтовано доцільність засосування клітинно-автоматних моделей для розробки подібних систем. Перевагою такого підходу є його виняткова ефективність при реалізації (як програмній, так і апаратній), що зумовлена локальністю усіх взаємодій. Крім того, такий підхід є достатньо гнучким, бо дозволяє моделювати рух невизначеної кількості учасників евакуації у середовищі з геометрією довільної складності (будь-якому розташуванні перешкод). При цьому, співвідношення, на які покладена динаміка учасника евакуації, є достатньо простими та інтуїтивно зрозумілими. Водночас простота базових правил переміщення не обмежує здатність моделі відтворювати всі можливі явища.

3. Розроблено клітинно-автоматну математичну модель руху евакуційного потоку, яка дає змогу встановлювати маршрути руху учасників евакуації, виходячи з об'ємно-планувальних рішень будівель та особливостей поведінки учасників евакуації. Врахування поведінки полягало в тому, що учасник евакуації брав до уваги інформацію про окіл радіуса в дві клітини і робив прогноз тільки на один крок у часі. Цей підхід давав можливість

моделювати поведінку людей, які в процесі евакуації дізнаються, що вихід, до якого вони прямують, заблоковано.

4. Розроблено алгоритм системи моделювання процесів евакуації при пожежі із будівель і споруд різного призначення. Модель дозволяє здійснювати моделювання різних сценаріїв: прості приміщення з одним виходом, коридори великої довжини, зустрічний рух учасників, перетин потоків під різними кутами, злиття потоків на прямих діляках, злиття потоків після поворотів; злиття трьох і більше потоків, складна геометрія приміщень, розтікання потоків.

Загалом результати виконання роботи становлять практичну цінність і можуть бути використаними в роботі як розробниками програмного забезпечення, так і працівниками ДСНС України і проектних організацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gwynne, S. A review of the methodologies used in the computer simulation of evacuation from the built environment / S. Gwynne, E.R. Galea, M. Owen, P. J. Lawrence, L. Filippidis // *Building and Environment*. –1999. – Vol. 34. – P. 741-749.
2. Kuligowsky, E.D. A review of building evacuation models/ E.D. Kuligowsky, R.D. Peacock. – National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Technical note 1471, 2005. – 156p.
3. Daamen, W. First-order pedestrian traffic flow theory / W. Daamen, S.P. Hoogendoorn, P.H.L. Bovy // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. – 2005. – Vol. 1934, N.1. – P. 43-52.
4. Bruno, L. Non-local first-order modelling of crowd dynamics: A multidimensional framework with applications / L. Bruno, A. Tosin, P. Tricerri, F. Venuti // *Applied Mathematical Modelling*. – 2011. – Vol. 35, N. 1. – P. 426-445.
5. Colombo, R.M. A macroscopic model for pedestrian flows in panic situations / R.M. Colombo, P. Goatin, M.D. Rosini // *International Series Mathematical Sciences and Applications*. – 2010. – Vol. 32. – P. 255-272.
6. Helbing, D. Dynamics of crowd disasters: An empirical study / D. Helbing, A. Johansson, H. Z. Al-Abideen // *Physical Review E*. – 2007. – Vol. 75. – P. 46-109.
7. Техническое руководство СИТИС: Флоутек ВД 2.20. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: 3-я ред. – 2011.URL:<http://sitis.ru/media/documentation/FVD-TR-03.pdf>.
8. SIMULEX [Электрон. ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: www.iesve.com/Software/VE-Pro/Simulex.
9. PYROSIM [Электрон. ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://pyrosim.ru/raschet-vremeni-ehvakuacii-lyudej>
10. FDS+Evac Miscellaneous Examples [Электрон. ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/fdsevac/examples_fds6.html

11. EVACNET 4 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.iklimnet.com/hotelfires/fire_egress_software_10.html
12. Traffgo [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: www.traffgoht.com/en/pedestrians/products/pedgo/index.
13. Fenix+ [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://mst.su/fenix/>
14. Burak, N., & Rak, Yu. (2014). Model of project-information environment of rescuers training improvement in mental space of IT technologies. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*. 10, 24–32.
15. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 163 с.
16. Эвакуация и поведение людей при пожарах : учебное пособие / Холщевников В.В., Самошин Д.А. Парфененко А.П., Кудрин И.С., Белосохов И.Р. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015 – 262 с.
17. Krushinsky D., Makarenko A. Context-dependent Hopfield-like network / Second International Scientific Conference «Intelligent Decision-Making Systems and Applied Aspects of Information Technologies» (ISDMIT 2006). — 2006. — P. 229–232.
18. Goldengorin B., Makarenko A., Smilianec N. Some applications and prospects of cellular automata in traffic problems / In: El Yacoubi S., Chopard B., Bandini S. (eds.) ACRI 2006. LNCS. — Springer, Heidelberg. — 2006. — 4173. — P. 532–537.
19. Makarenko A. Anticipating in modeling of large social systems - neuronets with internal structure and multivaluedness // *International Journal of Computing Anticipatory Systems*. — 2002. — 13. — P. 77–92.
20. Луканді С., Хлевной О. Визначення площі горизонтальної проєкції людини із застосуванням графічного редактора (Збірник тез доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, студентів і курсантів «Інформаційна безпека та інформаційні технології», С. 176-179.

21. Yamamoto, K. Simulation for pedestrian dynamics by real-coded cellular automata (RCA) / K. Yamamoto, S. Kokubo, K. Nishinari // *Physica A.* – 2007. – Vol. 379. – P. 654-660.

22. Nicolis (1974). "Dissipative Structures, Catastrophes, and Pattern Formation: A Bifurcation Analysis" (PDF). *PNAS.* 71 (7): 2748–2751. Retrieved 25 March 2017.