

Розробка алгоритму планів евакуації при надзвичайних ситуаціях для архітектури клієнт-сервер

Арутюнян В. Е.

Запорізький інститут економіки та інформаційних технологій, м. Запоріжжя, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3573-8393>

Сьогодні розроблено і впроваджено достатню кількість систем масового оповіщення населення при надзвичайних ситуаціях під час аварії на атомній станції, однак, більшість з них мають ряд недоліків, пов'язаних з ефективністю роботи систем, можливістю розподілу населення по точках евакуації, швидкістю оповіщення. Вони також в основному не використовують можливості сучасних технологій — мобільних додатків для смартфонів, які дозволяють ці недоліки усунути. Представлене дослідження присвячене проектуванню та розробці інформаційної системи масового оповіщення населення з використанням алгоритму побудови ефективних планів евакуації у надзвичайних ситуаціях на базі архітектури клієнт — сервер. Комплекс, крім серверної і клієнтської частини, також використовує сервіси Google Maps для роботи з інтерактивною картою. Особливістю даного програмного рішення є інноваційний підхід до розрахунку і передачі потерпілому плану евакуації. При знаходженні ефективного шляху для кожного постраждалого найважливішими є три параметри: відстань до сховища; час проходження даної відстані; швидкість руху. Завдяки цьому алгоритму стає можливим розраховувати оптимальний шлях евакуації для кожного постраждалого окремо, коректуючи відстань в залежності від швидкості руху та наповненості точок збору. Знайдений таким чином шлях не завжди буде мінімально коротким, однак буде ефективним для рівномірного розподілу і заповнення сховищ. Ефективність роботи розробленого алгоритму розподілу потенційних потерпілих по сховищах і точках евакуації представлена в запрограмованих моделях в програмі AnyLogic. Проаналізовано використання моделі евакуації при короткому шляху і при використанні розробленого алгоритму розрахунку шляху. Змодельовані ситуації показують можливості порятунку значно більшої кількості людей. Розроблена інформаційна система ефективно працює в моделях, які побудовані в середовищі програми AnyLogic.

Ключові слова: інформаційні системи, клієнт — сервер, Google Maps, оповіщення населення, надзвичайна ситуація, програма AnyLogic.

© Арутюнян В. Е., 2019

С трімкий розвиток інформаційних технологій зачіпає мережеві технології, комунікативні та обчислювальні пристрої, а, отже, зв'язок життєдіяльності людини та інформаційних технологій стає дедалі тіснішим, вони все частіше впроваджуються в різні сфери життя. Однією з актуальних областей наукових досліджень є сфера безпеки людства при взаємодії з атомною енергетикою, своєчасне попередження про небезпеку ядерного характеру і розробка найбільш ефективних планів евакуації з використанням технологічних можливостей мобільних пристроїв.

В сучасних умовах, вимоги до даних систем значно зросли через ускладнену розвинену інфраструктуру, збільшення щільності населення, підвищення ризиків техногенних і природних катастроф. Крім цього, масове використання смартфонів полегшує сьогодні можливості застосування мобільних додатків масового оповіщення, отже, виникає необхідність ефективно використовувати можливості сучасних мобільних пристроїв в системах масового оповіщення.

Аналіз літературних даних

Загалом, завдання масового оповіщення засобами мобільних пристроїв активно розглядається зарубіжними вченими. Muhammet S. Gulum зі своїми співавторами розглядали ефективність всіх існуючих систем оповіщення на прикладі Університету науки і технологій Міссурі і прийшли до висновку, щодо максимальної ефективності при використанні смартфонів або телефонів в структурі систем оповіщення [1]. Дослідження Alessio Malizia також підтверджує ефективність використання мобільних пристроїв при масовому оповіщенні людей з фізичними або віковими особливостями [2].

Sih-Ting Zeng і Ching-Min Lee в своїй роботі пропонують використовувати мобільний додаток на смартфон для оповіщення населення, але смартфон в даному випадку буде використовуватися лише для отримання інформації про евакуацію, а сервер тільки для розсилки. Ніяких розрахунків для визначення ефективного плану евакуації або для його зміни в процесі роботи системи автори не запропонували [3].

Вчені Ryan Scott Rodkey, Guy Miasnik і Kimberly Zeitz зі своїми колегами також використовують в своїх розробках клієнт — серверну архітектуру і запропонували групувати клієнтів (потенційних потерпілих) за різними ознаками: місце розташування, зона ураження при надзвичайній ситуації, місце роботи або навчання, та інші соціальні ознаки груп або об'єднань людей. Після групування існує можливість вже диференційовано підходити до оповіщення населення, але не вирішеною залишається проблема визначення оптимального плану евакуації, який був би більш ефективним і враховував не тільки угруповання потенційних потерпілих за різними ознаками, а також швидкість їх руху, кількість вільних місць у сховищах або точках збору [4–6].

Корейські вчені на чолі з професором Tae Hyung Kim запропонували використання системи «розумне місто» та технологій IoT для масового оповіщення населення. У даній інформаційній системі передбачається використання різних датчиків для миттєвого визначення надзвичайної ситуації і миттєвого оповіщення, питання розрахунків і зміни планів евакуації в даній роботі не розглядається [7].

Mohammed Ghazal спільно зі своїми колегами описав розробку веб-порталу, який також використовує

архітектуру клієнт-сервер, для урядових установ, щоб повідомляти користувачів в межах діапазону небезпеки в разі аварії за допомогою SMS або push — повідомлень в мобільний додаток. Крім того, засобами технології WiFi в мобільному додатку передбачена система навігації усередині приміщень, для вказівки користувачеві шляху до найближчого виходу на планах громадських місць будівель, до яких можна отримати доступ в автономному режимі без підключення до інтернету. Дана система забезпечує потенційних потерпілих повідомленнями і статичними планами евакуації, які не можуть бути ефективними. Серверна частина використовується лише для визначення надзвичайної ситуації і відправки повідомлень клієнтам, зворотний зв'язок відсутній, як і відсутній розрахунок оптимального шляху евакуації [8].

Asad Ali, H.C. Gabler і Shadman Sakib зі своїми колегами запропонували системи оповіщення для локальних катастроф або аварій на транспорті. Алгоритми роботи даних систем засновані на автоматичному визначенні аварії за допомогою спеціальних датчиків і автоматичному оповіщенні локального кола потенційних потерпілих і екстрених служб [9–11]. Ніяких планів евакуації або обробки даних від клієнтів системи не враховується, що робить дані системи неповними.

Prakhar Bhatt зі своїми колегами розробив інформаційну систему з клієнт — серверної архітектурою для оповіщення аварійних ситуацій на дорогах. Для вирішення цього завдання використовується мобільний додаток, сервер і сервіси Google Maps. При створенні аварійної ситуації клієнти отримують повідомлення на інтерактивній карті з відміткою місця події, але жодних розрахунків для обходу даного місця або альтернативного маршруту запропоновано клієнтові не буде [12]. Дана система оповіщення носить лише інформативний характер і малоєфективна.

Практично всі автори пропонують використання архітектури клієнт — сервер для вирішення завдань оповіщення та евакуації населення, деякі пропонують використання інтерактивних карт типу Google Maps для визначення місцезнаходження потенційних потерпілих або їх шляху. Але жодна робота не зачіпає проблему оптимізації плану евакуації: знаходження максимально ефективного алгоритму евакуації населення, аналізуючи на сервері дані, які отримані від мобільних пристроїв клієнта та від інтерактивних карт. Автори даних систем не пропонують визначати індивідуальний план евакуації для кожного потерпілого і динамічно його змінювати в процесі роботи системи, беручи до уваги дані від клієнтів (швидкість, розташування) всіх потенційних потерпілих в певному квадраті і наповнюваність точок для евакуації або сховищ.

Мета нашого дослідження — розробити сучасну інформаційну систему оповіщення населення при надзвичайних ситуаціях які виникають на атомних станціях, використовуючи архітектуру клієнт — сервер, з огляду на недоліки всіх розглянутих систем. Для досягнення мети було впроваджено в структуру алгоритм для розрахунку ефективних планів евакуації. Дослідження також передбачало розробку математичної моделі алгоритму та її апробацію на моделях в програмі AnyLogic.

Надалі планується доповнити алгоритм отримання плану евакуації при відсутності з'єднання з інтернетом і використовувати карти оффлайн на клієнтській частині. Також планується аналізувати найпопулярніші маршрути потенційних потерпілих і розробити алгоритм розрахунку

декількох ефективних планів евакуації при виникненні надзвичайних ситуацій і передати їх потенційним потерпілим, щоб вони могли бути в них готові в разі відсутності з'єднання з мережею інтернет. Такі кроки зможуть поліпшити надійність розробленої інтерактивної системи оповіщення.

Матеріали дослідження, експериментальна частина.

Для вирішення завдання побудови алгоритму ефективних планів евакуації населення при надзвичайних ситуаціях було розроблено математичну модель. Рішення даної моделі лягло в основу розробки алгоритму.

У реальному житті, при виникненні надзвичайної ситуації в екстремальних умовах люди будуть вважати оптимальним шляхом до сховищ той, який є найкоротшим. Однак такий вибір не буде оптимальним з точки зору збереження більшої кількості потенційних потерпілих і загальної ефективності інформаційної системи масового оповіщення. При знаходженні ефективного шляху для кожного потерпілого найважливішими є три параметри: відстань до сховища; час проходження даної відстані; швидкість руху [13].

Нехай Π — множина всіх можливих шляхів від точки x до сховищ, таким чином коли обираємо шлях $P \in \Pi$ по-старшому мінімізувати величину:

$$\alpha \int_P ds + \beta \int_P dt \quad (1)$$

де α та β — вага даних факторів; ds — інтеграл по довжині шляху; dt — інтеграл за часом. Враховуючи що $ds = f \cdot dt$, де f — швидкість, представимо (1) у вигляді:

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= \alpha \int_P ds + \beta \int_P \frac{1}{f} ds \\ \varphi(x) &= \int_P C ds, C = \frac{\alpha \cdot f + \beta}{f} \end{aligned}$$

де x — деяка точка, з якої розраховується шлях до сховища, $\varphi(x)$ — ефективний шлях до сховищ, який потрібно знайти.

Запропонований критерій будемо використовувати для розрахунку шляху.

Нехай існує функція $\varphi \in \mathbb{R}$, яка на всій своїй області дорівнює значенню критерію оптимальності. Для одночасного досягнення точки призначення і мінімізації критерію оптимальності потенційний потерпілий повинен рухатися в сторону, протилежну градієнту функції. Задана потенційна функція в точці призначення дорівнює нулю, а на всій іншій ділянці шляху задовольняє рівнянню ейконалу:

$$\|\nabla\varphi(x)\| = C$$

Де $\nabla\varphi(x)$ — градієнт функції $\varphi(x)$. Таким чином вектор руху потенційного потерпілого записується у вигляді:

$$\vec{x} = -f(x, \theta) \frac{\nabla\varphi(x)}{\|\nabla\varphi(x)\|}$$

Де $f(x, \theta)$ — швидкість руху потенційного потерпілого, що знаходиться в точці x та рухається в напрямку q [14].

На рисунку 1 представлена блок-схема одного з етапів алгоритму знаходження шляху, в якому визначається короткий шлях до сховища і відбувається перебір маршруту для кожного потенційного потерпілого, до моменту

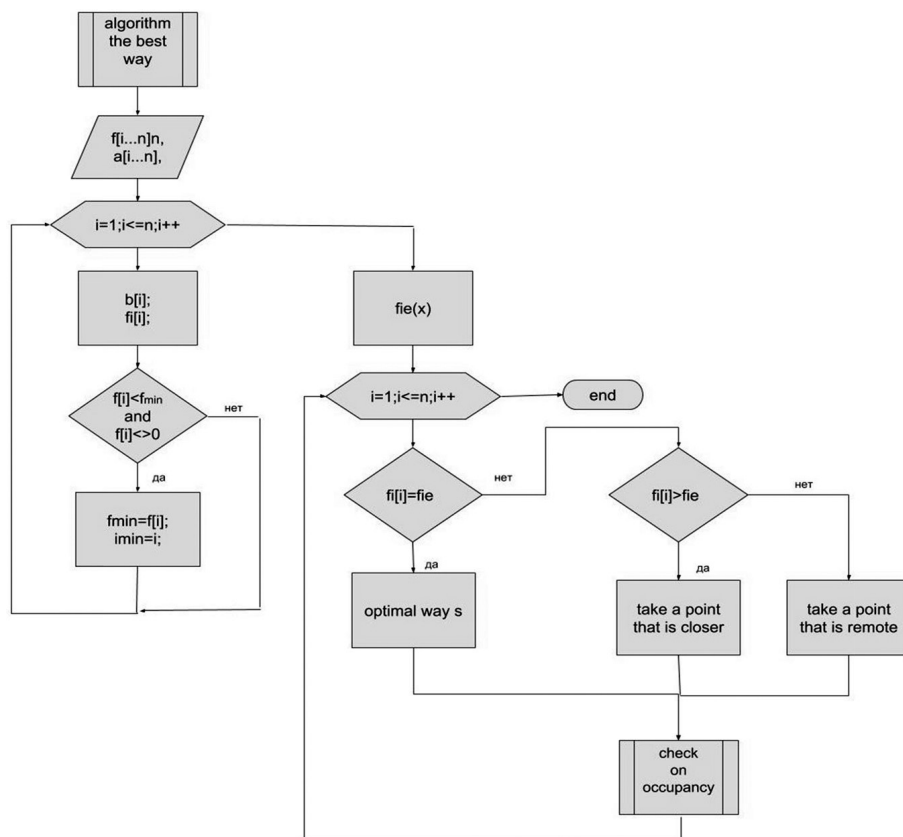


Рисунок 1 — Блок-схема алгоритму знаходження оптимального шляху

отримання оптимального. Також проводиться перевірка сховищ на наповненість.

Завдяки даному алгоритму стає можливим розрахувати шляхи евакуації для кожного потерпілого окремо, коректуючи відстань в залежності від швидкості руху. Знайдений таким чином шлях не завжди буде мінімально коротким, однак буде ефективним для рівномірного розподілу і заповнення сховищ [15]. Розрахований критерій оптимальності буде використовуватися для перевірки правильності обраного шляху серверною частиною програмного комплексу.

Інтерпретація результатів та їх апробація. Отже, було спроектовано і розроблено програмний комплекс для масового оповіщення населення при надзвичайних ситуаціях на атомних станціях. Комплекс крім серверної і клієнтської частини використовує ще сервіси Google Maps для роботи з інтерактивною картою [16]. Особливістю даного програмного рішення є інноваційний підхід для вирішення питання розрахунку і передачі потенційному потерпілому плану евакуації. Сервер на базі отриманих від клієнта даних, використовуючи сервіс Google Maps, розраховує ефективний план евакуації, який допоможе зберегти життя більшої кількості людей. При критичній зміні деяких вхідних параметрів сервер розробляє новий план і передає його клієнту, що дозволяє динамічно змінювати плани евакуації на найбільш ефективні.

Найкоротший шлях може виявитися неефективним, оскільки при плануванні точок евакуації або тимчасових сховищ вони вміщують тільки певну кількість людей.

Розроблений програмний комплекс включає в себе алгоритм, що дозволяє регулювати рівномірну заповнюваність місць укриття або точок евакуації. Плани евакуації

розраховуються для кожного потенційного потерпілого і можуть динамічно змінюватися в залежності від зміни швидкості руху потенційного потерпілого, його віддаленості від потрібної точки, наповненості даної точки або втручання оператора інформаційної системи [17].

Ефективність роботи розробленого алгоритму розподілу потенційних потерпілих по притулках і точкам евакуації можна побачити в запрограмованих моделях в програмі AnyLogic.

Модель передбачає наступні умови: генерується множина потенційних потерпілих в окремій області на умовній карті, але у кожного потенційного потерпілого своя швидкість руху, змодельовані три умовні сховища, які віддалені від множини потенційних потерпілих на різну відстань. Однакові моделі були запрограмовані по-різному для дослідження — який з методів буде ефективніше.

Показана нижче модель використовує примітивний алгоритм знаходження найкоротших шляхів. Видно, що множина потенційних потерпілих зібралася у найближчій точці збору і лише незначна частина рушила до другої точки збору, в той час, коли третя точка збору залишилася невикористана, при цьому кожен потенційний потерпілий рухається з різною швидкістю і все одно потрапляє в чергу на вході в першу точку збору.

Такий план евакуації є неефективним і призведе до великої кількості людських жертв (рисунок 2).

Запрограмований в наступній моделі ефективний алгоритм для розрахунку плану евакуації, який був прорахований і розроблений, показує більш ефективну роботу (рисунок 3).

З огляду на параметри, які одержані від клієнтських програм потенційних потерпілих і від сервісів

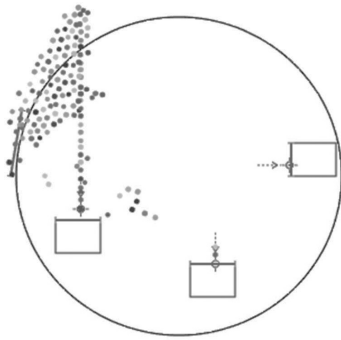


Рисунок 2 — Модель евакуації при використанні алгоритму короткого шляху

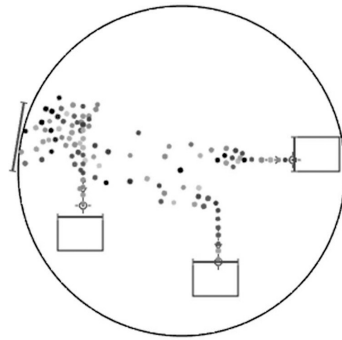


Рисунок 3 — Модель евакуації при використанні розробленого алгоритму розрахунку шляху

інтерактивних карт, кожен потерпілий отримує маршрут слідування до точок евакуації. І, отже, бачимо рівномірний розподіл черги потенційних потерпілих, які рухаються з різною швидкістю, за однаковий проміжок часу.

Висновки

Розроблена інформаційна система масового оповіщення населення при надзвичайних ситуаціях на атомних станціях побудована на архітектурі клієнт — сервер. Таку архітектуру використовують деякі існуючі системи масового оповіщення, вона підтримана у багатьох сучасних роботах зарубіжних розробників подібних систем, оскільки даний тип архітектури використовує інноваційний підхід до систем оповіщення та ефективний завдяки використанню мобільних пристроїв в сучасному мобільному світі. Проведений аналітичний огляд показує, що наш метод вирішення задачі масового оповіщення населення пропонує більш ефективне використання даної архітектури і не має аналогів.

Клієнт оперативно збирає та передає необхідні дані, а сервер, у свою чергу, приймає і аналізує дані від клієнта і від сервісу Google Maps, далі сервер розраховує найбільш ефективний план евакуації при надзвичайних ситуаціях для кожного потенційного потерпілого індивідуально і передає їх потенційним потерпілим за допомогою смартфонів. Розрахунки проводяться, використовуючи описаний вище алгоритм, який був побудований за допомогою математичної моделі знаходження оптимального шляху.

Змодельовавши ситуацію в середовищі програми AnyLogic, заклали в одну модель розроблений алгоритм, а в другу звичайний алгоритм знаходження найкоротшого шляху до точок збору або сховищ. Змодельовані ситуації показали нам ефективність роботи нашого алгоритму, що дає можливість порятунку значно більшої кількості людей.

Список використаної літератури

1. Muhammet S. Gulum, Susan L. Murray. Evaluation of the Effectiveness of a Mass Emergency Notification System. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1177/154193120905301863>
2. Alessio Malizia, Teresa Onorati, Andrea Bellucci, Paloma Diaz, Ignacio Aedo. Interactive Accessible Notifications for Emergency

Notification Systems. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services. Proceedings of the 5th International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 2015, Part III, P. 385. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-02713-0_41

3. Sih-Ting Zeng, Ching-Min Lee. Personal emergency notification application design for mobile devices. *2014 International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE)*, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1109/ISNE.2014.6839378>
4. Digital notification and response system: patent RF, №: US7685245B1, 2014.
5. Predictive alert targeting for mass notification systems: patent RF, №: US8542117B1, 2016.
6. Kimberly Zeitz, Randy Marchany, Joseph Tront, Speed isn't Enough: Usability and Adoption of an Optimized Alert Notification System. *Technology and Society Magazine IEEE*, 2016. V. 35. №. 1, P. 47–55.
7. Tae Hyung Kim, Ji In Chae, Do Nyun Kim. Next generation architecture examination for Mass Notification System(MNS) collaborating with CCTV for Smart & Safe City. *Journal of Engineering Research and Applications*. 2015. V. 5, № 3, P.39–45
8. Mohammed Ghazal, Samr Ali, Marah Al Halabi, Nada Ali, Yasmina Al Khalil. Smart Mobile-Based Emergency Management and Notification System. *IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1109/W-FiCloud.2016.64>
9. Asad Ali, Mohamad Eid. An automated system for Accident Detection. *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) 2015 IEEE International*, 2015, P. 1608–1612.
10. Gabler H. C., Krchnavek R. R., Schmalzel J. L. Development of an automated crash notification system: an undergraduate research experience. *30th Annual Frontiers in Education Conference. Building on a Century of Progress in Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No.00CH37135)*, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1109/FIE.2000.896632>
11. Shadman Sakib, Mohammad Sayem Bin Abdullah. GPS-GSM based inland vessel tracking system for automatic emergency detection and position notification. *2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1109/ISCO.2016.7727018>
12. Prakhar Bhatt, Saransh Gupta, Prateek Singh, Preeti Dhiman. Accident and road quality assessment using android google maps API. *Computing Communication and Automation (ICCCA) 2017 International Conference*, 2017, P. 1061–1064.
13. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие. Москва.: РАНХиГС, 2015. 496 с.
14. Акопов А.С., Бекларян Л.А. Агентная модель поведения толпы при чрезвычайных ситуациях. *Автоматика и телемеханика*. 2015. № 10. С. 131–143.
15. Арутюнян В. Клієнт-серверна модель інформаційної системи масового оповіщення населення. *Технічні науки та технології: науковий журнал*. 2018. № 4 (14). С.149–158.
16. Distance Matrix API: developer's guide. URL: <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/start?hl> (accessed 28.02.2019)
17. Арутюнян В. Е. Сучасна клієнт-серверна модель програмного комплексу масового оповіщення у надзвичайних ситуаціях. *Матеріали Другої міжнародної науково-технічної конференції "Комп'ютерні та інформаційні системи та технології"*. Харків.: ХНУРЕ, 2018. С.69–71

References

1. Gulum, M., Murray, S. (2014). Evaluation of the effectiveness of a mass emergency notification system. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/154193120905301863>
2. Malizia, A., Onorati, T., Bellucci, A., Diaz, P., Aedo, I. (2015). Interactive accessible notifications for emergency notification systems. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services. Proceedings of the 5th International Conference on Universal*

Access in Human-Computer Interaction. Part III, 385. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-642-02713-0_41

3. Zeng, S., Lee, Ch. (2014). Personal emergency notification application design for mobile devices. *2014 International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/ISNE.2014.6839378>

4. Rodkey, R., Rodkey, J., Hickey, D., Ross, D., Ramsey, R. (2014). Digital notification and response system. Patent RF No. US7685245B1.

5. Miasnik, G., Siegel, A. (2016). Predictive alert targeting for mass notification systems. Patent RF No. US8542117B1.

6. Zeitz, K., Marchany, R., Tront, J. (2016). Speed isn't enough: usability and adoption of an optimized alert notification system. *Technology and Society Magazine IEEE*, V. 35, No. 1, 47–55.

7. Kim, T., Chae, J., Kim, D. (2015). Next generation architecture examination for mass notification system (MNS) collaborating with CCTV for Smart & Safe City. *Journal of Engineering Research and Applications*, V.5, No. 3, 39–45.

8. Ghazal, M., Ali, S., Halabi, M., Ali, N., Khalil, Ya. (2016). Smart mobile-based emergency management and notification system. *IEEE 4th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/W-FiCloud.2016.64>

9. Ali, A., Eid, M. (2015). An automated system for accident detection. *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) 2015 IEEE International*, 1608–1612.

10. Gabler, H., Krchnavek, R., Schmalzel, J. (2016). Development of an automated crash notification system: an undergraduate research experience. 30th Annual Frontiers in Education Conference. *Building on A Century of Progress in Engineering Education. Conference Proceedings (IEEE Cat. No.00CH37135)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/FIE.2000.896632>

11. Sakib, Sh., Abdullah, M. (2016). GPS-GSM based inland vessel tracking system for automatic emergency detection and position notification. *2016 10th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/ISCO.2016.7727018>

12. Bhatt, P., Gupta, S., Singh, P., Dhiman, P. (2017). Accident and road quality assessment using android google maps API. *Computing Communication and Automation (ICCCA) 2017 International Conference*, 1061–1064.

13. Katalievskiy, D. (2015). Fundamentals of simulation and system analysis in management. Moscow, 496 p.

14. Akopov, A., Beklaryan, L. (2015). Agent model of crowd behavior in emergencies. *Automation and Remote Control*, No. 10, 131–143.

15. Arutiunian, V. (2018). Client-server model of the information system of public mass notification. *Technical Sciences and Technologies*, No.4(14), 149–158.

16. Distance Matrix API: developer's guide. Retrieved from <https://developers.google.com/maps/documentation/distance-matrix/start?hl=ru>

17. Arutiunian, V. (2018). Modern client-server model of a software package for mass public notification in emergencies. *Computer and Information Systems and Technologies*, No. 2, 69–71.

The Development of an Algorithm of Evacuation Plans in Emergencies for Client-Server Architecture

Arutiunian V.

Zaporizhzhya Institute of Economics and Information Technologies, Zaporizhzhya, Ukraine

A sufficient number of public notification systems in the case of emergencies at nuclear power plants have been developed and implemented. However, most of them have some drawbacks related to system performance, the ability to direct the public to evacuation points, promptness in warning. Mostly, they do not use the capabilities of state-of-the-art technologies – mobile applications for smartphones, which allow elimination of these drawbacks. This research is aimed at the design and development of the public notification system using an algorithm for making effective plans of evacuation in emergencies based on the client-server architecture. In addition to the server and client parts, the package

also uses Google Maps services for dealing with an interactive map. A special characteristic of this software solution is an innovative approach to the calculation and transfer of the evacuation plan to the victim. The following three parameters are the most important in finding an effective way for each victim: distance to the shelter; time to cover an estimated distance; movement speed. Such an algorithm makes it possible to calculate an adequate route of evacuation separately for each victim, adjusting the distance depending on the speed of movement and fullness of shelters. The efficiency of the developed algorithm for the distribution of potential victims in shelters and evacuation points is presented in AnyLogic models. The paper presents the analysis of using the evacuation model for short path and using the developed path calculation algorithm. The simulated situations have shown the possibility of saving a larger number of people. The developed information system effectively deals with the models built in the AnyLogic program.

Keywords: information systems, client-server architecture, interactive maps, mobile applications, public notification, emergencies, AnyLogic program.

Разработка алгоритма планов эвакуации во время чрезвычайных ситуациях для архитектуры клиент-сервер

Арутюнян В.Е.

Запорожский институт экономики и информационных технологий, г. Запорожье, Украина

Сегодня разработано и внедрено достаточное количество систем массового оповещения населения во время чрезвычайных ситуациях при авариях на атомных станциях, однако, большинство из них имеют ряд недостатков, связанных с эффективностью работы систем, возможностью распределения населения по точкам эвакуации, скоростью оповещения. Они также в основном не используют возможности современных технологий – мобильных приложений для смартфонов, которые позволяют эти недостатки устранить. Представленное исследование посвящено проектированию и разработке информационной системы для массового оповещения населения с использованием алгоритма построения эффективных планов эвакуации в чрезвычайных ситуациях на базе архитектуры клиент-сервер. Комплекс, помимо серверной и клиентской части, также использует сервисы Google Maps для работы с интерактивной картой. Особенностью данного программного решения является инновационный подход к вопросу расчета и передачи потенциальному потерпевшему плана эвакуации. При нахождении эффективного пути для каждого потенциального пострадавшего важнейшими являются три параметра: расстояние до хранилища; время прохождения данного расстояния; скорость движения. Благодаря данному алгоритму становится возможным рассчитывать оптимальный путь эвакуации для каждого потенциального пострадавшего отдельно, корректируя расстояние в зависимости от скорости движения и наполненности точек сбора. Найденный таким образом путь не всегда будет минимально коротким, однако будет эффективным для равномерного распределения и заполнения убежищ. Эффективность работы разработанного алгоритма распределения потенциальных пострадавших по убежищам и точкам эвакуации представлена в запрограммированных моделях в программе AnyLogic. Проанализировано использование модели эвакуации при использовании короткого пути и при использовании разработанного алгоритма расчета пути. Смоделированные ситуации показывают возможности спасения значительно большего количества людей. Разработанная информационная система эффективно работает в моделях, которые построены в среде программы AnyLogic.

Ключевые слова: информационные системы, клиент – сервер, Google Maps, оповещение населения, чрезвычайная ситуация, программа AnyLogic.

Отримано 20.03.2019