

УДК 004.021

С.Ю.Сазонов, А.Н. Дмитренко, С.Н.Козлова, Е.С.Сазонова*aldmitrenko051@gmail.com, koslowasweta96@mail.ru**Юго-Западный государственный университет, г.Курск*

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКОГО ПОТОКА ИЗ ПОМЕЩЕНИЯ

*Рассмотрена эвакуация людей при пожаре нечеткими сетями
Петри*

Пожары являются наиболее распространенными причинами чрезвычайных ситуаций на объектах с массовым пребыванием людей. Поэтому снижение пожарного риска до социально приемлемого уровня, включая сокращение числа погибших и получивших травмы в результате пожара людей, может рассматриваться как важнейший индикатор и оценка эффективности функционирования системы пожарной безопасности [4, 5].

Пожары невозможно полностью предотвратить, но пожарный риск можно значительно уменьшить, если предварительно рассчитать вероятность пожарной опасности для людей, находящихся в здании, и принять специальные меры для ее минимизации. Одним из способов достижения данной цели является моделирование эвакуационных процессов [6].

Моделирование расчетного времени эвакуации людей при пожаре тесно связано со структурой здания. Наилучшими представлениями путей эвакуации людей из помещения могут служить графы. В нашей работе за основу моделирования процесса эвакуации людей берется механизм сетей Петри, который основан на графовом представлении. В частности, это потоковые и стохастические или нечеткие сети. В данной статье рассматриваются нечеткие временные сети Петри типа C_{PT} (см. ниже).

Введение неопределенности в описание исходной математической структуры нечетких временных сетей Петри предполагает задание одной или нескольких структур с неопределенностью, которая может отображать стохастический, нечеткий или комбинированный характер ее проявления. Несомненным достоинством сетей Петри является математически строгое описание модели. Это позволяет проводить их анализ с помощью современной вычислительной техники. Основными свойствами сети Петри являются:

- ограниченность — число меток в любой позиции сети не может превысить некоторого значения K ;
- безопасность — частный случай ограниченности, $K=1$;
- сохраняемость — постоянство загрузки ресурсов, $\sum A_i N_i$ постоянна. Где N_i — число маркеров в i -той позиции, A_i — весовой коэффициент;
- достижимость — возможность перехода сети из одного заданного состояния (характеризуемого распределением меток) в другое;
- живость — возможность срабатывания любого перехода при функционировании моделируемого объекта.

Графически нечеткие временные сети Петри S_{PT^*} представляются в виде ориентированного двудольного графа, аналогично классическим сетям Петри. Особенностью графического представления сети является изображение позиций (мест) в виде кружков, а переходов — в виде черточек (барьеров). Дуги графа соединяют позиции с переходами, а переходы с позициями. Еще одной явной особенностью графического представления нечетких временных сетей Петри является размещение вектора параметров временных задержек маркеров в позициях, а над переходами размещается вектор параметров времен срабатывания разрешенных переходов.

В качестве примера рассмотрим эвакуацию людей из помещения, план которого изображен на рис.1. Соответствующая ему сеть изображена на рис.2.

Сеть, изображенная на рис.2, отображает не весь план эвакуации, а только одну сторону помещения. Потоки людей начинают движение одновременно и передвигаются параллельно. Аналогичным образом потоки людей двигаются относительно выхода P15-1. Так как к выходам P13 - 1 и P15 - 1 двигаются по два параллельных потока людей, то необходимо выбрать и посчитать время эвакуации только того потока, загрузка которого будет максимальной. Таким является поток P15 (рис. 2). На графе, представленном на рис. 2, помещению с номером P1 на рис.1 соответствует кружок с номером P1 на рис. 2. Дверные проемы также являются местами, проему P11-1 см. (рис. 1) соответствует кружок P11-1 (см. рис. 2). А T1 - это условие перехода маркера из помещения P1 в P11. Под маркерами мы будем понимать людей в помещении [2].

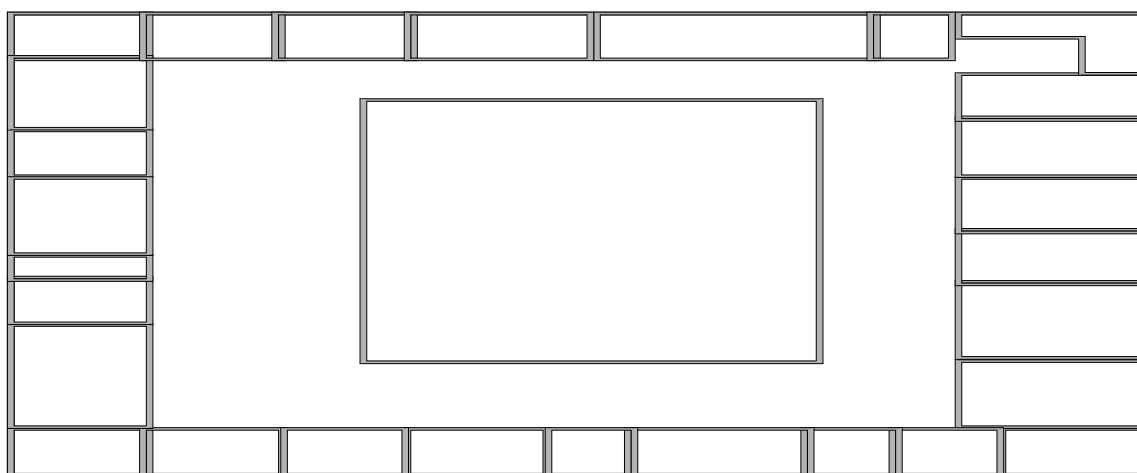
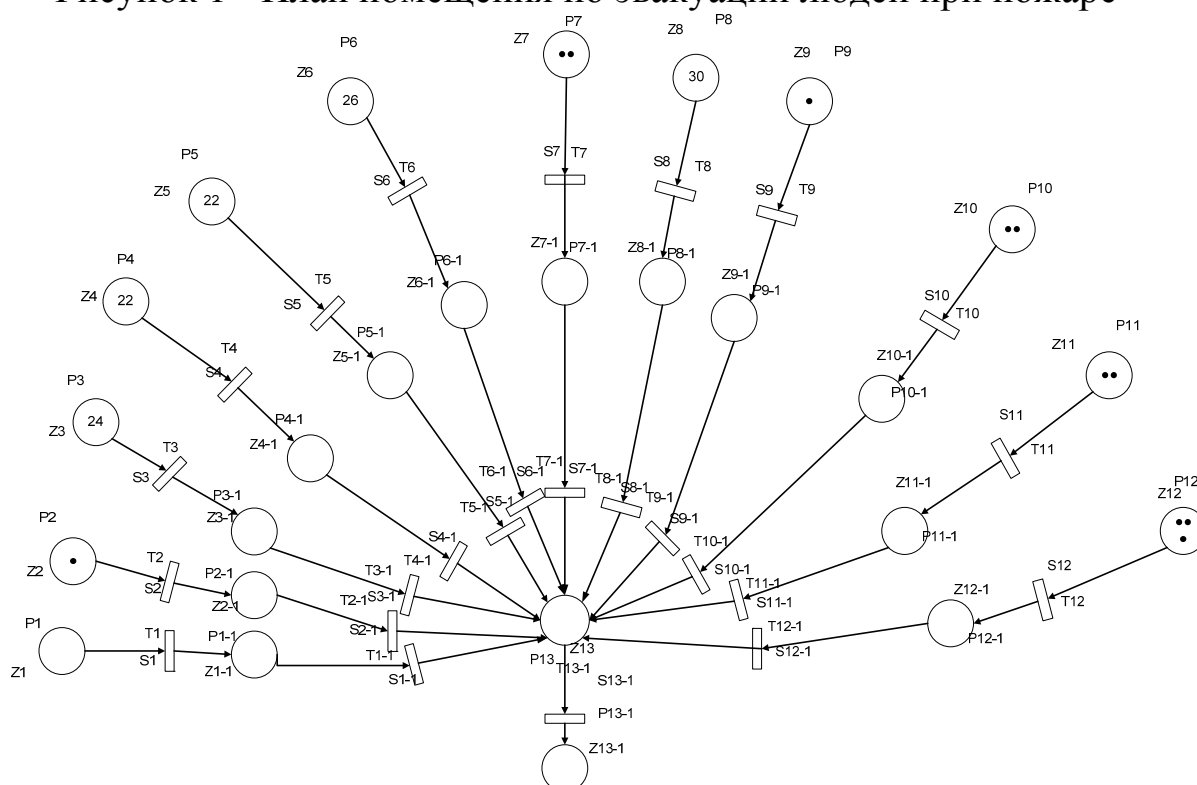


Рисунок 1 - План помещения по эвакуации людей при пожаре

Рисунок 2 - Графическое представление плана эвакуации при помощи нечеткой сети Петри типа C_{PT^T}

Библиографический список

1. Мараховский В. Б., Розенблюм Л. Я., Яковлев А. В. Моделирование параллельных процессов. Сети Петри. Курс для системных архитекторов, программистов, системных аналитиков, проектировщиков сложных систем управления. - Санкт-Петербург: Профессиональная литература, АйТи-Подготовка, 2014. - 400 с.

2. Гриценко Ю.Б. Использование сетей Петри для оценки времени эвакуации людей в зданиях и сооружениях при возникновении пожара. Алгоритм / Ю.Б. Гриценко, О.И. Жуковский, О.Г. Загальский // Доклады ТУСУРа. – Томск: В-Спектр, 2010. – № 1 (21), ч. 2. С.213-218.

3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. — М: Мир, 1984. — 264 с.

4. Сазонов, С.Ю. Подход к прогнозированию возникновения пожароопасной ситуации в дата-центре на основе нейронных сетей [Текст] / С.Ю.Сазонов, Е.А.Титенко, Н.А.Ханис // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2015. № 4 (17). С. 8-14.

5. Емельянов, С.Г. Метод и модель оценки риска возникновения пожароопасных ситуаций. [Текст] / С.Г.Емельянов, С.Н.Фролов, С.Ю.Сазонов // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. Т. 12. № 5. С. 21-27.

6. Фролов, С.Н. Структурно-функциональная организация автоматизированной информационной системы государственного пожарного надзора на базе многоагентного подхода [Текст] / С.Н.Фролов, С.Ю.Сазонов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 142-147.

7. Сравнительный анализ динамических режимов однофазных инверторов напряжения/ Кобелев Ю.В., Рябцева А.С., Яночкина О.О., Киселев А.В.// В сборнике: Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации, сборник материалов XII Международной научно-технической конференции. 2015. С. 164-166.

8. Алгоритмы автоматической диагностики сердечно-сосудистых заболеваний/ Киселев А.В., Богданова А.А., Деменкова А.О.// В сборнике: Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы, Материалы докладов III региональной заочной научно-практической конференции «ИИС-2015». Юго-Западный государственный университет. 2015. С. 57-58.

9. Методика проведения экспериментальных исследований бифуркационных явлений в инверторе напряжения/ Киселев А.В., Яночкина О.О.// В сборнике: Инструменты современной научной деятельности, Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур Альбертович. 2016. С. 53-55.

10. Динамика однофазного инвертора напряжения/ Киселев А.В., Кобелев Ю.В., Яночкина О.О.// Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13. № 6. С. 46-49.

11. Математическое и методическое обеспечение управления качеством продукции на основе анализа данных о взаимодействии процессов/ Емельянов С.Г., Сторублев М.Л., Сазонов С.Ю.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2011. № 6-2 (39). С. 144а-149.

12. Способ биометрической аутентификации по почерку в компьютеризированной системе контроля доступа/ Милых В.А., Лапина Т.И., Лапин Д.В.// патент на изобретение RUS 2469397 30.09.2011

13. Использование информационного критерия для классификации данных измерений/ Лапина Т.И., Лапин Д.В., Петрик Е.А.// Научные технологии. 2014. Т. 15. № 12. С. 45-50.

14. Нейросетевой алгоритм выделения контуров на изображениях, основанный на вейвлете габора/ Акинин М.В., Лапина Т.И., Никифоров М.Б.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. С. 208.

15. Биометрическая аутентификация пользователя по рукописному почерку/ Лапина Т.И., Лапин Д.В., Петрик Е.А.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 2. С. 07-12.

16. Структурно-функциональная организация автоматизированной информационной системы государственного пожарного надзора на базе многоагентного подхода/ Фролов С.Н., Сазонов С.Ю.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 142-147.

17. Модель нарушителя комплексной системы обеспечения информационной безопасности объектов защиты/ Чебанов А.С., Жук Р.В., Власенко А.В., Сазонов С.Ю.// Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013. № 1. С. 171-173.

18. Методический подход к выбору и разработке моделей оценки эффективности комплексной системы объектов защиты/ Чебанов А.С., Власенко А.В., Жук Р.В., Сазонов С.Ю.// Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 6 (45). С. 038-040.

19. Способ биометрической аутентификации пользователя по рукописному почерку в системах контроля доступа/ Лапина Т.И., Милых В.А., Лапин Д.В.// Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. Т. 9. № 11. С. 40-43.

20. The information-analytical program tool for regional decision making in social sphere/ Artemenko M., Hudac O., Lapina T., Sokolova M.V.// Telecommunications. 2004. Т. 9. С. 42.

21. Построение моделей для анализа и интерпретации экспериментальных данных/ Лапина Т.И.// Информационно-измерительные и управляющие системы. 2008. Т. 6. № 4. С. 38-44.