

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.94+004.031.43

Астапович
Евгений Иванович

Корректировка имитационной модели пешеходных потоков в условиях
массовой паники

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40 80 05 – Математическое и программное
обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель
Сечко Владимир Владимирович
канд. техн. наук, доцент

Минск 2017

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Темой данной работы является корректировка разработанной в рамках дипломного проекта имитационной модели пешеходных потоков для работы в условиях массовой паники.

Упомянутый дипломный проект ставил своей целью разработку программного средства, способного предсказывать вероятные места скопления людей в помещениях. Предполагаемые задачи, решаемые данным программным средством, включали в себя задачу по оценке безопасности исследуемого сооружения. Данная работа значительно расширяет возможности разработанной имитационной модели и программного средства, позволяя сконцентрироваться на исследовании таких важных параметров сооружения, как время эвакуации.

Однако сценарий эвакуации отличается от нормального функционирования сооружения — при эвакуации возможно возникновение массовой паники. Именно поэтому данная работа ставит своей целью модификацию модели для работы в условиях массовой паники. С помощью модифицированного программного средства можно будет оценить время эвакуации из заданного сооружения при различных "уровнях" паники.

Работа включает в себя подробный обзор существующей научной литературы на обсуждаемую тему, описание разработанной модели и ее характеристик, описание процесса проектирования модификаций программного средства, измененное руководство пользователя к разрабатываемому программному средству, оценку результатов, полученных с помощью программного средства, и заключение.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Цель магистерской диссертации — провести исследование влияния массовой паники на поведение людей в общем и на характеристики пешеходных потоков в частности, а также оценить степень и механизмы влияния массовой паники на время эвакуации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– Провести исследование существующих моделей массовой паники: выделить основные атрибуты моделей, оценить их результаты.

– На основе исследования существующих моделей разработать собственную модель, учитывающую некоторые дополнительные аспекты рассматриваемой области.

– Разработать программное средство, использующее модель массовой паники собственной разработки.

– Провести эксперименты, позволяющие оценить влияние массовой паники на исследуемые характеристики.

Объектом магистерской диссертации является явление массовая паники.

Предметом магистерской диссертации является влияние массовой паники на характеристики пешеходных потоков и на время эвакуации. Основная гипотеза, положенная в основу работы: массовая паника негативно сказывается на времени эвакуации.

Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническим заданием и планом работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработка моделей, методов, алгоритмов, повышающих показатели проектирования, внедрения и эксплуатации программных средств для перспективных платформ обработки информации, решения интеллектуальных задач, работы с большими массивами данных и внедрение в современные обучающие комплексы» (ГБ № 16-2004, № ГР 20163588, научный руководитель НИР – Н. В. Лапицкая).

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя В. В. Сечко, заключается в формулировке цели и задач исследования.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на тринадцатой международной научной школе «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах» (Санкт-Петербург, Россия, 2015).

Опубликованность результатов диссертации

По теме диссертации опубликована 1 печатная работа в сборниках трудов и материалов международных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и одного приложения. В главе 1 приводится обзор существующей научной литературы на обсуждаемую тему. Глава 2 посвящена описанию разработанной модели массовой паники. Глава 3 включает в себя описание модификаций, выполненных на программном средстве, позволяющих ему использовать разработанную в главе 2 модель. В главе 4 приводится краткое измененное руководство пользователя к разработанному программному средству. Глава 5 описывает проведенные эксперименты и анализирует их результаты.

Общий объем работы составляет 75 страниц, из которых основного текста — 75 страниц, 17 рисунков на 13 страницах, 1 листинг исходных кодов на 20 страницах, список использованных источников из 32 наименования на 3 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во введении определена область и указаны основные направления исследования.

В первой главе произведен анализ существующей научной литературы на тему моделирования массово паники. Были рассмотрены работы таких авторов как Д. Хелбинг, П. Молнар, А. Кирчнер, Ч. Рен, Дж. Патрикса и др. Рассмотрены различные подходы к моделированию пешеходных потоков в общем и к моделированию пешеходных потоков в сценарии паники в частности. Рассмотренные подходы включают в себя газокINETическую модель, модель социальных сил, модель на основе клеточных автоматов, агентную модель и расчетную модель.

Во второй главе описана разработка собственной модели паники на основе анализа существующих моделей. Приведены требования к разрабатываемой модели, а затем по каждому требованию составлен компонент модели, учитывающий данное требование. Список требований, реализованные в модели, представлены ниже:

- люди становятся более нервными, то есть быстрее и чаще принимают необоснованные и иррациональные решения;
- люди стараются двигаться значительно быстрее чем обычно;
- люди начинают толкаться, взаимодействия между людьми становятся физическими по природе;
- люди демонстрируют «стадное поведение», то есть делают то же, что и другие люди вокруг них.

Также глава включает в себя конкретное математическое описание каждого компонента модели, призванного учесть один или несколько аспектов из требований:

- сила флуктуации — учитывает требование о необоснованных и иррациональных решениях;
- сила физического отталкивания — учитывает требование об учете физических взаимодействий;
- сила «стадного поведения» — учитывает требование об учете желания делать то же, что и другие люди вокруг них;
- уровни паники и их распространение — уникальный компонент разработанной модели, учитывает распространение паники.

В третьей главе описан процесс модификации существующего программного средства для работы с разработанной во второй главе моделью. Представлен план изменений, которые будет необходимо внести в программное средство, а также решения, принятые в процессе модификаций. В конце раздела приводится анализ архитектуры разработанного программного средства, в частности рассматривается вопрос сложности внесения изменений.

В четвертой главе представлено измененное руководство пользователя к разработанному программному средству. Так как интерфейс программного средства не претерпел сильных изменений, данная глава получилась достаточно короткой.

В пятой главе представлены описания экспериментов, поставленных с использованием разработанного программного средства, а также анализ полученных результатов. Результаты, полученные с помощью разработанного комплекса модели массовой паники и программного средства, можно поделить на две группы.

В первую группу входят негативные результаты, не отражающие никаких зависимостей между конкретным аспектом поведения людей и исследуемыми характеристиками. К данной группе можно отнести результаты по учету физических контактов между людьми и по учету желания людей при-

держиваться того же направления движения что и люди вокруг них. Представлен анализ причин таких результатов, а так же предложены будущие улучшения модели и программного средства для исправления ситуации.

Во вторую группу входят положительные результаты, выявившие определенные закономерности в исследуемых характеристиках. К ним можно отнести результаты по учету случайных иррациональных решений людей, правила распространения паники и результаты общего исследования о влиянии паники на время эвакуации. В этих результатах выявлена положительная зависимость между аспектом поведения людей о времени эвакуации, которую можно сформулировать как «Увеличение уровня паники приводит к замедлению эвакуации», что подтверждает основную гипотезу исследования.

В целом, разработанный комплекс модели массовой паники и программного средства, ее реализующего, демонстрирует некоторые интересные результаты, однако в некоторых аспектах не полностью отражает реальность. В заключении предложены направления для дальнейшей работы, которые позволят улучшить модель и программное средство для возможности проведения более объемлющего исследования представленной темы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

- Проведено исследование существующих моделей массовой паники на основе различных подходов;
- Предложена новая модель массовой паники на основе существующих, но со значительными улучшениями;
- Произведена оценка влияния каждого аспекта разработанной модели массовой паники;
- Составлены предложения по дальнейшему улучшению разработанной модели массовой паники.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Астапович, Е. И. Оценка уровня безопасности помещений при эвакуации с использованием имитационного моделирования пешеходных потоков / Е. И. Астапович, Р. В. Прохорчик // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах, СПб, 17-19 ноября 2015 / Санкт-

Петербургский Институт Информатики и Автоматизации РАН. — СПб,
2015. — с. 168–173.

Библиотека БГУИР