

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ПУТИ В ЗДАНИИ В ПРОЦЕССЕ ЭВАКУАЦИИ

Яценко А.А.

В мире разработано большое количество моделей эвакуаций, но все внимание в них уделено на процесс эвакуации, в частности на моделирование движений (людского потока). И только единичные модели предлагают функционал, позволяющий выполнить расчеты с учетом оптимизации по времени выхода последнего человека из здания. В данной статье представлен обзор существующих моделей данного типа, в сравнении с разрабатываемой новой моделью.

Прежде чем приступить к обзору моделей, необходимо ввести ряд принятых основных обозначений и терминов, используемых при разработке систем данной тематики, которые могут быть непонятны в процессе ознакомления. Под агентом подразумевается человек. Более подробную информацию вы можете найти в статье, приведенной в [6].

Структура – предоставляет доступ агентам к передвижению по зданию и поиск путей.

Представление агентов – видение агентами здания и обозначение агентов в здании.

Поведение агентов – выбор агентами действия в процессе эвакуации.

2. Обзор существующих решений

2.1. EVACNET4+

Данная модель может быть применена для различных типов зданий, таких как офисы, стадионы, высотные здания, отели, рестораны и школы. Основной задачей является оптимизация эвакуации из здания, сведение к минимуму времени эвакуации из здания[1][2].

Модель представляет людей в здании в виде потока, а поток представляет здание глобально, с момента эвакуации движение происходит по оптимальному пути. Хотя этот путь может быть не самым коротким, так как движение происходит в определенном направлении для снижения конечного времени эвакуации, агенты знают здание и перемещаются по самому оптимальному пути.

Каждое помещение представляется в виде вершины графа, а дверь в виде дуги, соединяющей вершины. Вес вершинам и дугам пользователь устанавливает сам.

2.2. Takahashi's Fluid Model

Данная модель прогнозирует и оценивает время эвакуации людей при пожаре, с учетом минимального ущерба[3][4]. Необходимо отметить, что движение людей рассчитывается как движение жидкости.

Каждое из помещений в модели может быть представлено в виде 6 элементов: комнаты, пути, лестница, коридор, холл, и убежище области.

Модель представляет людей глобально, как однотипные группы с возможностью перемещаться как жидкость с константной скоростью, в каждое свободное пространство. Агенты знают здание и перемещаются по самому оптимальному пути. В таблице 1 представлены основные характеристики каждой модели.

2.3. Сравнение моделей

В таблице 1 выделены самые основные параметры моделей.

Таблица 1. Основные характеристики моделей

Характеристика	Takahashi's Fluid Model	EVACNET4+	Разрабатываемая модель
Структура	Грубая	Грубая	Регулярная
Представление агентов	Поток	Поток	Агентная
Поведение людей	Нет	Нет	ИИ
Импорт САД	Нет	Нет	Да
Визуализация	Нет	Нет	Да
Слияние потоков	Нет	Нет	Нет
Ручное задание выходов	Нет	Нет	Да
Влияние пожара	Нет	Нет	Да
Определение групп	Нет	Нет	Нет
Задержки	Да	Нет	Да
Выбор пути	Оптимальный	Оптимальный	Оптимальный
Использование лифта	Нет	Да	Нет
Влияние О.В. на агентов	Нет	Нет	Да
Нетерпение/бег агентов	Нет	Нет	Да
Распределение людей	Оптимальное, от помещения до выхода	Оптимальное	Оптимальное/Ручное

3. Предлагаемый подход

3.1. Структура

Выбор регулярной сетки обусловлен тем, что она предлагает максимально точный поиск путей (в зависимости от шага ячейки) в отличие от грубой сетки, которая делит здание только на помещения, или помещения - на большие участки пути, тем самым снижая точность расчетов.

Рассмотрим более подробно процесс построения сетки. Для всего здания строится регулярная сетка с шагом N-метров, затем определяются проходимые зоны.

По узлам ячеек сетки строится взвешенный неориентированный граф, в котором ребра имеют неотрицательный вес. Выбор обусловлен тем что, агент может передвигаться по одному пути неоднократно. Для поиска используется алгоритм обхода графа в ширину, алгоритм Левита. Так как выходов из здания может быть более одного, данный алгоритм сохраняет все пути от одной вершины до всех остальных. Также этот алгоритм имеет

очень хорошую асимптотику $O(n \log(n))$ [5]. Поиск пути выполняется с каждым определенным шагом по времени.

Преимущество: точность расчетов.

Недостатки: скорость работы программы заметно ниже, чем в случае с остальными моделями.

3.2. Представление агентов

Агенты для здания представлены индивидуально. Каждый агент знает все выходы из здания, т.е. представляет здание глобально, а не локально (не по участкам). Данный подход можно сравнить с примером, в котором каждому человеку привязать оператор, который сообщал бы куда идти. Для более четкого понимания приведу в пример фильм «Матрица», часть первая, когда главного героя (Нео) координировали по мобильному телефону для того, чтобы он покинул незаметно здание.

Преимущество: точность расчетов, дает возможность оценить каждого агента отдельно, вплоть до определения влияний опасных факторов пожара на него.

Недостатки: скорость работы программы заметно ниже, чем в случае с представлением группы агентов в виде единого потока.

Таким образом, разрабатываемая модель имеет более точные расчеты. Важным фактором для более четкого понимания работы каждой модели эвакуации является ее визуализация. Также преимущество использования агентов с попыткой реализации искусственного интеллекта является приближенным к реальности моделирования поведения людей.

1. [1] Nelson, H. E. (2003). Personal Communication
2. [2] Johnson, P., Beck, D., & Horasan, P. (1994). Use of Egress Modeling In Performance Based Fire Engineering Design - A Fire Safety Study At The National Gallery of Victoria. In T. Kashiwagi (Ed.), Fire Safety Science - Proceedings of the 4th International Symposium (pp. 669-680).
3. [3] Takahashi, K., Tanaka, T., & Kose, S. (1988). An Evacuation Model for Use in Fire Safety Designing of Buildings. In Fire Safety Science -- Proceedings of the 2nd International Symposium (pp. 551-560).
4. [4] Tanaka, T. (5-12-2003). Internet Communication
5. [5] [электронный ресурс] http://e-maxx.ru/algo/levit_algorithm (дата обращения 2011г.)
6. [6] Производство. Технология. Экология: Материалы конференции и школы. – Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2010. – 332с., С.С. 39 – 49.