



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭВАКУАЦИИ НА ОСНОВЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОДХОДОВ

Рассматривается задача моделирования процессов эвакуации людей из объектов социального назначения, которая рассматривается на примере учебного корпуса № 2 Вологодского государственного университета. Рассматривается реализация алгоритма поиска безопасного пути в условиях пожара программными средствами пакета Unity. Приводятся численные результаты имитационного моделирования процесса эвакуации из данного учебного корпуса.

Мультиагентное моделирование, эвакуация в условиях пожара, алгоритм поиска пути, результаты имитационного моделирования.

Эвакуация – организованный процесс передвижения людей из зоны воздействия опасных факторов пожара. В современных зданиях, таких как корпуса учебных заведений, эвакуация при возникновении пожара имеет повышенное значение. Пожары на таких объектах часто протекают по быстроразвивающемуся сценарию. В местах большого скопления людей реальную опасность в экстренной ситуации представляет возникновение паники, хаотичность передвижений и давка на выходах из здания.

Правильно организованные пути эвакуации обязаны обеспечивать безопасное и беспрепятственное передвижение людей. Маршруты движения должны проходить по кратчайшим траекториям, ведущим к аварийным выходам. Для предотвращения возникновения давки и «пробок» на путях движения важно правильно распределять потоки людей, учитывая пропускную способность выходов.

Агентно-ориентированные программы для проведения симуляций используют интеллектуальных агентов (от одного до множества), которые взаимодействуют друг с другом, а также внешней средой, которая в свою очередь учитывает результаты этих взаимодействий. Интеллектуальные агенты могут преследовать общую коллективную цель или стремиться к достижению собственных индивидуальных целей.

Агент – термин, означающий «двигать», «привести», происходит из латинского глагола *agere*. Для выполнения функций, заданных пользователем, агент должен обладать достаточной компетенцией в выбранной сфере задач, чтобы заменить действия пользователя в системе [1].

В докладе рассматривается программное средство для проведения симуляции эвакуации при пожаре в учебном корпусе № 2. Построены трехмерные карты этажей по утвержденному плану эвакуации. Интеллектуальные агенты, находясь в учебных аудиториях, покидали их и направлялись к ближайшему выходу из здания или же к выходу, указанному в начальных параметрах моделирования. В разработанной мультиагентной системе представлено несколько режимов

симуляции процесса эвакуации с различным числом участвующих интеллектуальных агентов, от нескольких десятков до нескольких тысяч. Каждый режим включается отдельно в меню пользователя, время отсчитывается от начала эвакуации с того момента, когда интеллектуальный агент начал свое движение. Программным средством реализации системы является язык C# в среде разработки Unity3D [2].

В разработанном приложении «Эвакуация» агенты ищут кратчайший путь до своей цели, используя специальные инструменты среды разработки Unity3D, такие как Nav Mesh (Navigation Mesh) навигационный меш (набор различных вершин и/или многоугольников, представляющих форму трехмерного объекта в среде) или другими словами навигационную карту, по которой происходит движение интеллектуального агента.

Поиск кратчайшего пути осуществляется агентом на основе алгоритма A*, поддерживаемого средой разработки Unity3D. Данный алгоритм реализует эвристический поиск, сортирующий все узлы по приближению к наилучшему маршруту, идущему через данный узел. Формула эвристики выражается следующим образом:

$$f(n) = g(n) + h(n),$$

где $f(n)$ – значение оценки, назначенное узлу n , $g(n)$ – наименьшая стоимость прибытия в узел n из точки старта, $h(n)$ – эвристическое приближение стоимости пути к цели от узла n .

Данный алгоритм сочетает в себе учет длины своего предыдущего пути, в соответствии с известным алгоритмом Э. Дейкстры и эвристикой, заимствованной из алгоритма «лучший-первый» (рис. 1).

Навигационная карта, созданная в среде разработки Unity3D, представляет собой непрерывное пространство. Для нахождения кратчайшего пути в этом пространстве алгоритм A* применяет дискретизацию пространства, используя ячейки, точки видимости, выпуклые полигоны, квадратные деревья, обобщенные цилиндры, потенциальные поля (рис. 2) [3].

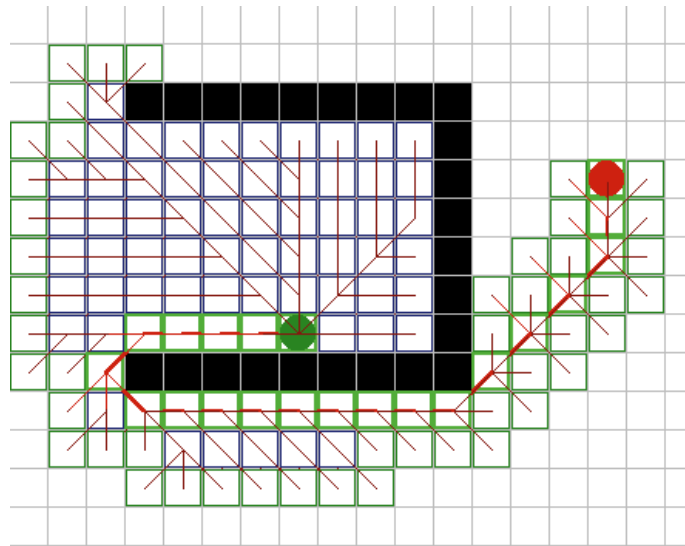


Рис. 1. Алгоритм A*

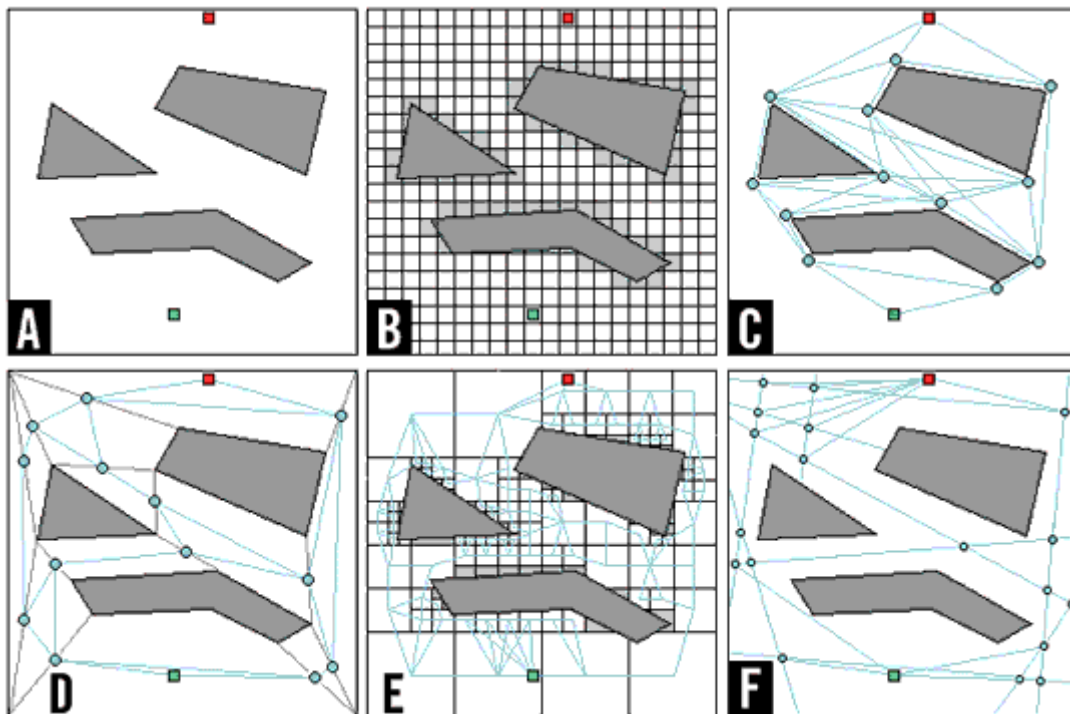


Рис. 2. Графическое представление алгоритмов деления пространства поиска

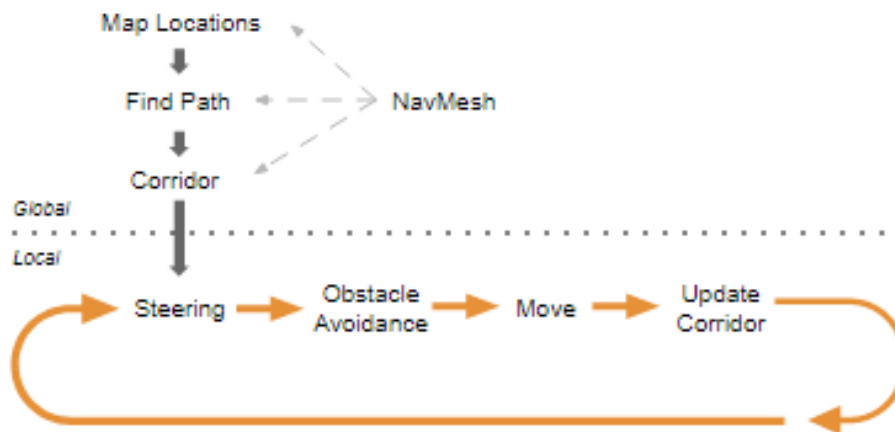


Рис. 3. Схема движения интеллектуальных агентов

Среда разработки Unity имеет простой Drag&Drop интерфейс, который настраивается под требования конкретного пользователя, окна программы можно расположить удобным для работы образом. Unity поддерживает два скриптовых языка программирования – это C# и Java Script. Вся физика среды разработки и физические взаимодействия рассчитываются на базе физического ядра PhysX от компании NVIDIA [2].

Обобщенная схема выбора пути показана на рисунке 3.

Таблица
Результаты моделирования процесса эвакуации

Число агентов	Минимальное время, сек.	Среднее время, сек.	Максимальное время, сек.
25	21,71	22023	22,85
50	23067	24,11	24,67
75	24,25	24,57	25,58
100	23,89	24,66	25,91
125	25,37	26,26	27,66
150	27,82	28,91	29,63

A.N. Shvetsov, N.S. Stepukov

MODELING OF EVACUATION PROCESS BASED ON AGENCY-ORIENTED APPROACHES

The problem of modeling the processes of people evacuation from social facilities, which is considered on the example of an educational building of Vologda State University, is considered. The implementation of the algorithm for finding a safe path in case of fire using Unity software is considered. Numerical results of simulation modeling of the evacuation process from this educational building are presented.

Multi-agent modeling, fire evacuation, path finding algorithm, simulation results.

Результаты моделирования процесса эвакуации из учебного корпуса № 2 Вологодского государственного университета представлены в таблице.

Полученные числовые значения показывают, что при количестве эвакуируемых в диапазоне от 25 до 150 человек время эвакуации укладывается в установленные нормативы безопасности.

Литература

1. Швецов, А. Н. Агентно-ориентированные системы: основные модели / А. Н. Швецов. – Вологда : ВоГТУ, 2012. – 190 с.
2. UnityDocumentation : официальный сайт. – URL: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (дата обращения: 28.11.2019). – Текст : электронный.
3. Стивенс, Р. Н. Алгоритмы. Теория и практическое применение / Р. Н. Стивенс. – Москва : Эксмо, 2016. – 544 с.