

УДК 629.7.018, 629.7.017

Исследование и разработка программного комплекса моделирования аварийного покидания воздушного судна.

Лебедев И.И.

Аннотация

Аварийное покидание воздушного судна является одной из важных задач обеспечения безопасности полетов. Дополнение реальной демонстрации аварийной эвакуации компьютерным моделированием существенно сократит затраты средств и времени на специальные сертификационные заводские испытания. Математическая модель с высокой степенью точности имитирует процесс аварийной эвакуации людей, и в конечном итоге может дополнить сертификационные демонстрации, к тому же может быть использована для имитации в широких пределах аварийных ситуаций, что не может быть воспроизведено на самолете при жестких ограничениях, установленных для сертификационной демонстрации.

Ключевые слова: аварийное покидание; компьютерное моделирование, эвакуация; авиационные правила; интеллектуальные агенты; психологические состояния

Введение.

Компьютерное моделирование движения людей в потоке — сложная задача, потому что поведение большого количества людей зависит от множества факторов, таких как индивидуальное движение каждого участника толпы, ограничения среды, в которой находится толпа и взаимодействия между всеми участниками толпы. Также описываемая модель должна отражать вариативность поведения человека в условиях затрудненного потока. Происходит постоянная коррекция направления движения в зависимости от их окружения, и благо-

даря этому даже в очень плотных толпах количество столкновений между агентами и резких смен направления движения удивительно мало.

Наиболее реалистичный подход к моделированию движения толпы основывается на агентном подходе, в котором каждый индивид сам принимает решения на основе своих личных характеристик и целей (т.н. локальное управление).

Целью данной работы являлось создание программного комплекса, способного моделировать аварийную эвакуацию людей из самолета в условиях, приближенных к реальности, а также отвечающего требованиям Авиационных правил в части, касающейся аварийного покидания. В дальнейшем предполагается создание экспертной системы для проектирования салона и выбора компоновки, а также создание бортовой экспертной системы по управлению эвакуацией.

При разработке программного комплекса был использован агентно-ориентированный подход к программированию интеллектуальных систем. Он основан на использовании интеллектуальных (рациональных) агентов, а также акцентирует внимание на тех методах и алгоритмах, которые помогут интеллектуальному агенту выживать в окружающей среде при выполнении его задачи. Так, здесь значительно сильнее изучаются алгоритмы поиска пути и принятия решений.

Основные этапы работы над проектом можно разделить на три части, это:

- Оптимизация существующего алгоритма эвакуации
- Введение параметров, учитывающих специфику применения на воздушном транспорте
- Написание программы и проверка полученных результатов

Основная часть.

Расчетная модель, используемая в программе, также состоит из трех частей:

- Модель пассажира
- Модель ВС
- Модель аварийной ситуации

Модель пассажира, как было сказано выше, есть интеллектуальный агент, с определенными характеристиками и параметрами, в частности, габариты, пол, возраст. Все агенты делятся на 4 группы по степени мобильности, 1я-мужчины 30ти лет, 4я- пожилые люди.

Модель ВС – это подготовленный и сохраненный в одном из графических форматов чертеж компоновки салона самолета. ПК на данном этапе использует изображение компоновки в одном из растровых форматов, однако уже сейчас возможно открытие и просмотр чертежей в формате AutoCAD.

Модель аварийной ситуации – сочетание параметров, описывающих требования АП в части аварийной эвакуации. Необходимо сказать, что ПК может просчитывать такие аварийные ситуации, как подлом стоек шасси при посадке.

Общий алгоритм работы ПК.

Можно выделить несколько основных этапов работы с программой:

- Ввод исходных данных
- Получение параметров
- Расчет
- Визуализация
- Экспорт данных

Этот алгоритм похож на работу алгоритма программы-прототипа, однако, не соответствует ему в части, касающейся импорта модели и выбора параметров.

Аналоги.

В качестве программ-прототипов были выбраны продукты компании Ситис, в частности, Ситис Флоутек и Ситис Эватек. Различия этих двух комплексов заключаются в том, что первый рассматривает только поток пассажиров с точки зрения плотности, а второй использует для расчетов многоагентную технологию, по которой агенты ищут кратчайших путь на основе модифицированного алгоритма Дейкстры на растровой решетке. [1]

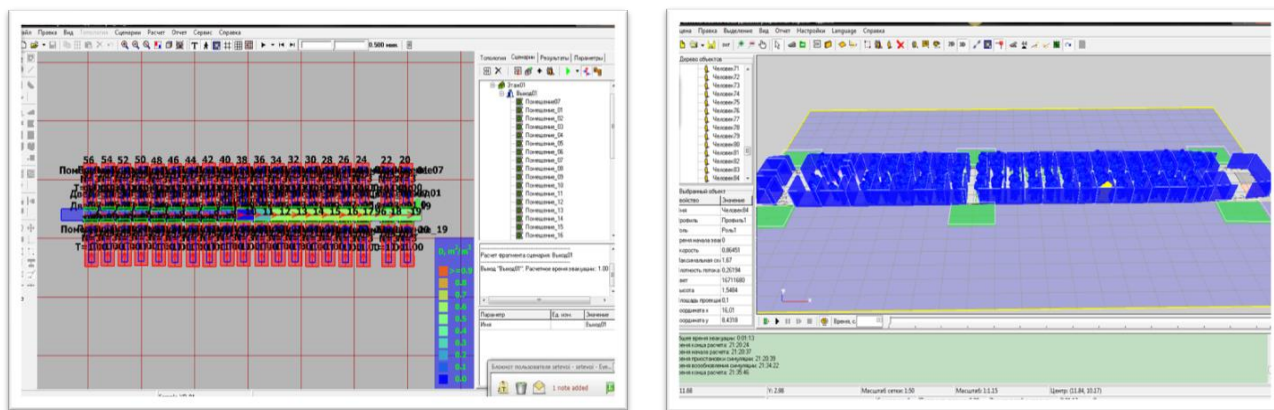


Рис. 1 Аналоги программного комплекса.

Как было сказано выше, одной из задач при разработке была модификация алгоритмов работы. Ниже представлены основные алгоритмы поиска пути и обхода препятствий. Упрощенно, их можно разбить на две большие группы, это трассировка вокруг препятствия и поиск пути на графе. [2] Трассировка вокруг препятствия относится к классу наиболее простых алгоритмов, и первоначальное решение было воспользоваться алгоритмом A*, однако, низкая вариативность выбора направления движения пассажира и, как следствие, низкое количество ребер графа позволили отказаться от его реализации. [3]

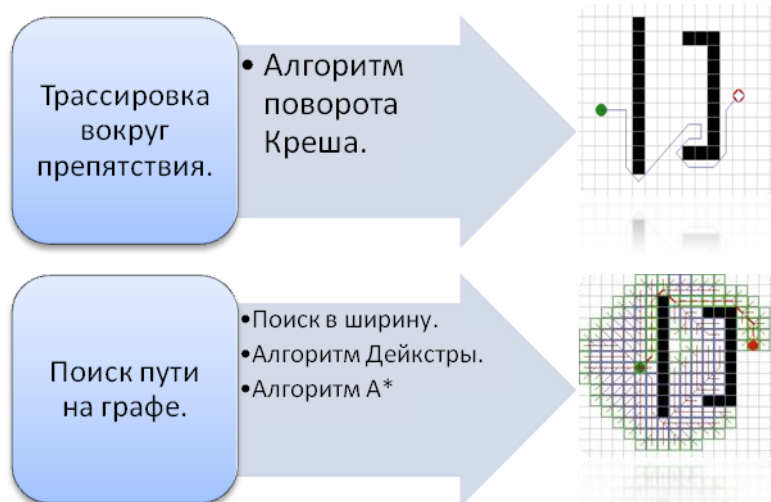


Рис.2 Виды алгоритмов обхода препятствий.

Отличием разрабатываемого ПК от прототипов является учет психологического состояния агента в экстремальной ситуации. Набор этих параметров будет уточняться при дальнейшем тестировании комплекса. Одним из способов достоверного моделирования ситуации является получение параметров при анализе видеосъемки реальной ситуации, что предполагает установку на борт устройств видеofиксации изображения.

Психологические состояния пассажиров.

На данном этапе используются два варианта психологического состояния агента, это витальная реакция и явление сверхмобилизации. [4]

- Витальная реакция

поведение практически полностью подчинено императиву сохранения собственной жизни, с характерными сужением сознания, редукцией моральных норм и ограничений, нарушениями восприятия временных интервалов.

В этот период характерна реализация преимущественно инстинктивных форм поведения, в последующем переходящих в кратковременное (тем не менее — с очень широкой вариативностью) состояние оцепенения.

- Стадия острого психоэмоционального шока с явлениями сверхмобилизации.

характеризовалась общим психическим напряжением, предельной мобилизацией психофизиологических резервов, обострением восприятия и увеличением скорости мыслительных процессов, проявлениями безрассудной смелости (особенно при спасении близких) при одновременном снижении критической оценки ситуации, но сохранении способности к целесообразной деятельности

Поведение в этот период подчинено почти исключительно императиву спасения близких с последующей реализацией представлений о морали, профессиональном и служебном долге. Несмотря на присутствие рациональных компонентов, именно в этот период наиболее вероятны проявления панических реакций и заражение ими окружающих

Далее при работе с ПК идет подготовка базы данных с координатами и параметрами пассажиров, подготовка чертежа и выбор параметров расчета.

Интерфейс СПП

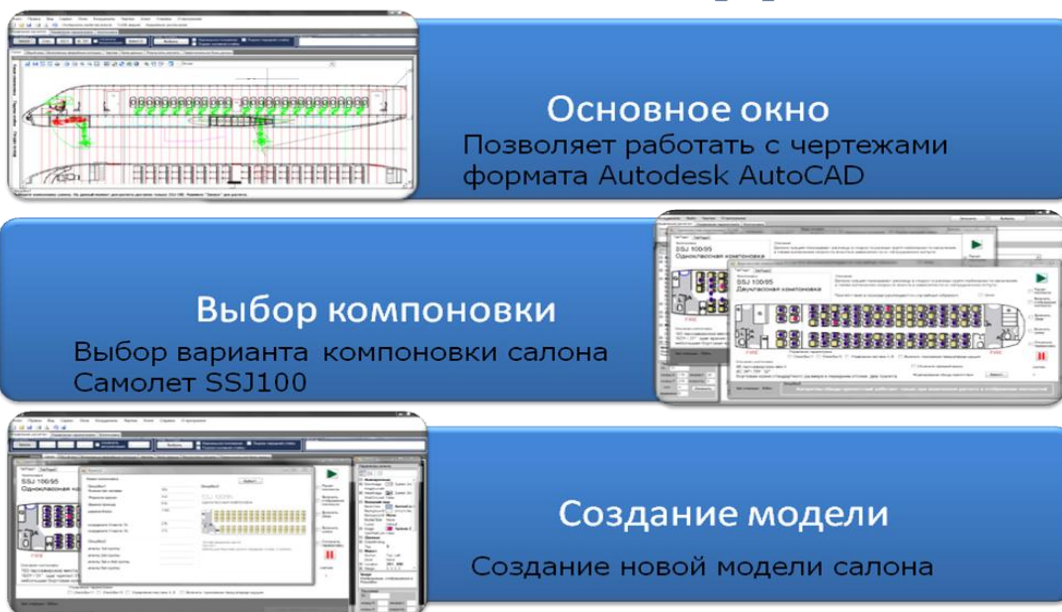


Рис.3. Элементы интерфейса ПК.

Результаты моделирования.

Было проведено несколько тестов и симуляций, с полной и неполной загрузкой салона. Так как параметры расчета распределяются случайным образом, а также из-за возможности оператора контролировать процесс, получается выборка данных по времени, подчиняющаяся нормальному закону распределения. Для первого моделирования среднее время составило 47 секунд при загрузке 45ю пассажирами.

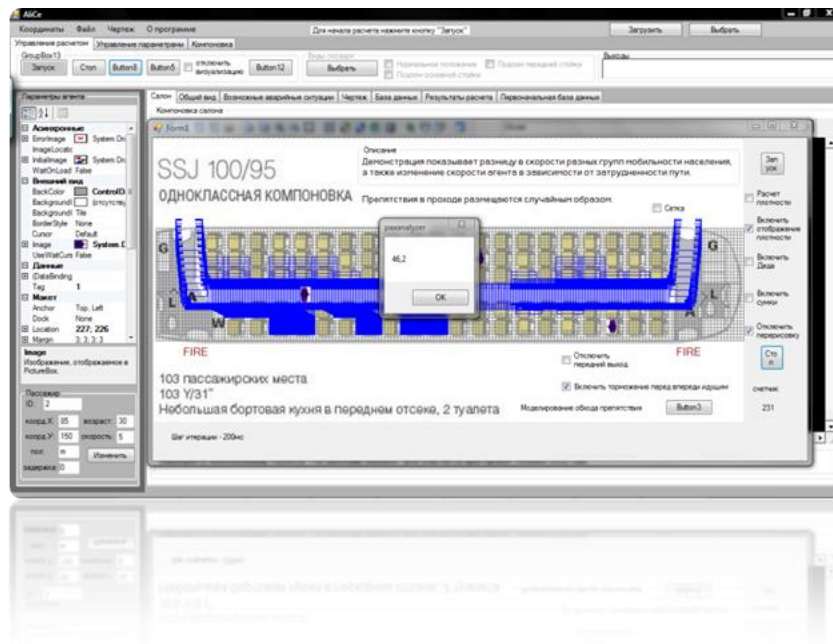


Рис.4 Тестовое моделирование.

Моделирование двухклассной компоновки.

Количество человек тоже, что и в предыдущем моделировании, 45 агентов, рассадка случайная. Расположение агентов по салону равномерное, для имитации загрузки в соответствии с центровкой.

- Выход производится через переднюю и заднюю двери с правого борта.
- В моделирование введены агенты 1ой и 4ой группы.
- Синим цветом отображена зона локального дискомфорта.
- Красным цветом отображены ячейки, принадлежащие массиву координат препятствий.

Как отмечалось выше, в двухклассной компоновке особенно заметна работа алгоритмов обхода препятствий, позволяющих агентам выбирать путь в условиях усложненного прохода между рядами.

Все агенты начинают движение одновременно, задержка перед началом движения равна нулю.

В первый момент времени отчетливо видно поведение пассажиров бизнес - класса, они эвакуируются первыми через выход на правую сторону фюзеляжа. Среди агентов, нахо-

Условия проведения моделирования те же, что и в предыдущем тесте. Загрузка ВС полная, 103 пассажира, ВС – SSJ100/95. Было проведено несколько моделирований, получена выборка времени покидания салона ВС. Среднее время эвакуации составило 74, 35с.

Моделирование разрабатываемого проекта ближнемагистрального самолета.

Для проведения этого теста был разработан специальный интерфейс добавления нового проекта ВС. Также в этом режиме можно работать со средой AutoCAD, что позволяет оперативно проводить тесты и вносить изменения в компоновку. Подробные результаты этого моделирования представлены в прилагаемом отчете.

Моделирование аварии самолета Ту-154

Это моделирование позволяет примерно оценить время эвакуации пассажиров из самолета типа Ту-154 при пожаре в хвостовой части салона. Особенностью данного теста являлось то, что здесь наибольшее количество агентов участвуют в эвакуации, а также используется больше 2х выходов, к тому же они расположены по разные стороны фюзеляжа, что накладывает определенные условия на логику выбора агентом конечной локации.

Заключение.

Корректировка временного шага.

Корректировка временного шага позволяет в определенных пределах изменять конечное время эвакуации, не изменяя коэффициентов программы. В первых тестах такая корректировка позволила уложиться в погрешность, а затем получить результаты, лучше сходящиеся с реальными испытаниями. Таким образом, после анализа результатов реальной демонстрации самолета SSJ 100/95 можно будет окончательно откорректировать параметры, влияющие на время эвакуации и временной шаг.

Для сравнения приведены результаты выполнения моделирования в прототипе.

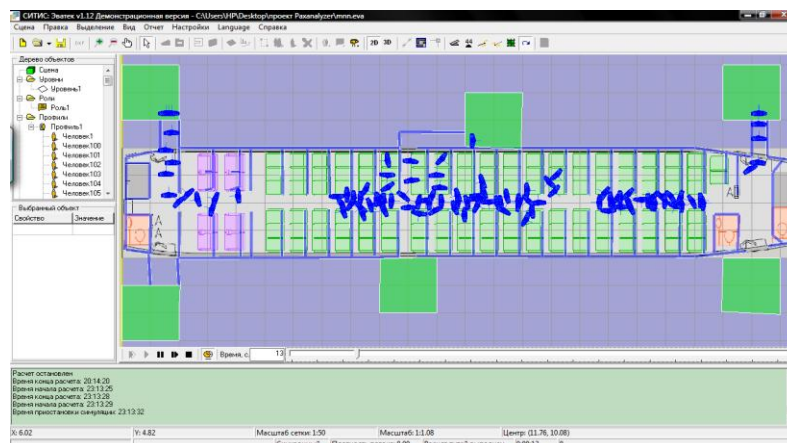


Рис.6 Моделирование в прототипе

Эта демонстрация учитывает использование пассажирами при эвакуации надувных аварийных трапов. Окончательное время эвакуации, полученное в результате тестов в программе- прототипе на модели самолета Airbus A320 составляет 96 секунд.

Применение ПК.

Программный комплекс может использоваться на практически всех этапах жизненного цикла изделия, включая:

- Проектирование (Основная программа, экспертная система)
- Сертификацию (Основная программа, модуль работы с таблицей соответствия)
- Эксплуатацию (Экспертная система, модули экспертной системы, устанавливаемые на борт)

Так как предполагается использование модульной структуры, то определенные части программы можно использовать также в построении авиационных тренажеров для подготовки экипажа в случае нестандартных аварийных случаев (интеллектуальная модель агента с разработанными алгоритмами поведения), в качестве бортовой экспертной системы (БЭС СПП), которая позволяет экипажу более грамотно управлять ходом эвакуации, а также как специальная программа расчета эвакуации в случаях, не указанных в АП 25.

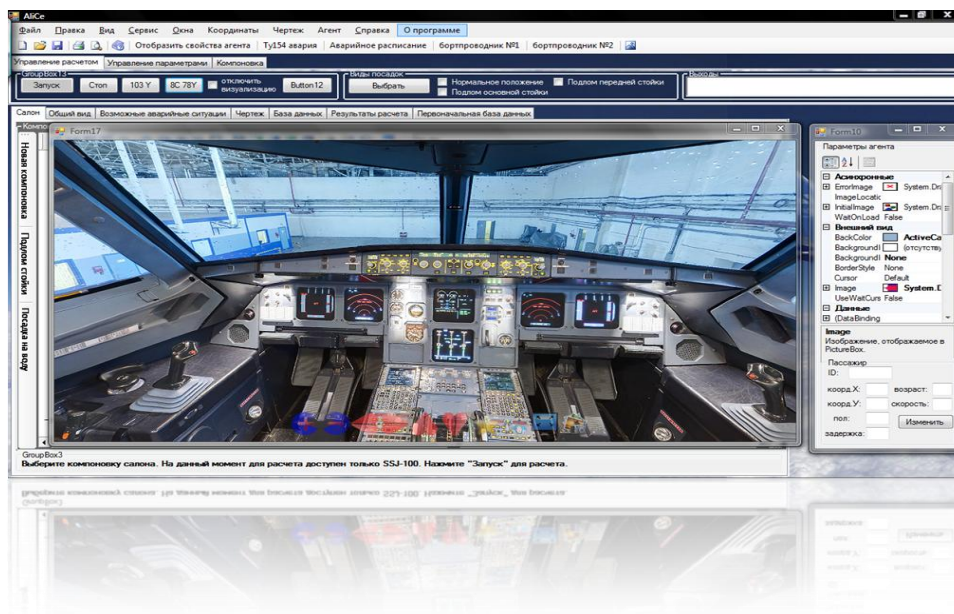


Рис. 7. Прототип виртуального тренажера

Библиографический список.

1. Контарь Н. А. Скочиллов А. Л. Зверев В. В. «Валидация и верификация эвакуационной модели СИТИС: Эватек», <http://sitis.ru/media/documentation/EVA-TR-1-12.pdf>, Нтп, 19.12.2008
2. Анисимов С.Ю. Поиск пути: описание волнового алгоритма и других, http://www.iskint.ru/?xid=games-poisk_puti, http, 12.1996
3. Фролов А.И. Алгоритм обхода препятствий, <http://pmg.org.ru/ai/goaround.html>, http, 12.06.00
4. Решетников М.М. Особенности состояния, поведения и деятельности людей в экстремальных ситуациях с витальной угрозой, <http://nfp.oedipus.ru/book/export/html/83>, http, 05.03.2010

Сведения об авторах.

Лебедев Илья Игоревич, студент Московского авиационного института (государственного технического университета). Ул. Вилиса Лациса, д.18. к.1410, Москва, 125480 тел.: 8 985 119 64 32, email: lebedev103@yandex.ru