

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

УДК 004.832.25

Лагун  
Дмитрий Александрович

Алгоритмы и программные средства игровых приложений для  
мобильных устройств

**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 В.В.  
к.т.н, доцент

Минск 2014

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

---

---

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Компьютерные игры относятся к числу актуальных проблем современной науки, так как представляют собой уникальный продукт развития техники и современной личности. Игры помогают нам смоделировать различные жизненные ситуации, проблемы и выдают некоторые возможные пути их решения. Игра содержит в себе все необходимые предпосылки для естественного развития личности и культуры общества. С совершенствованием компьютеров совершенствовались и игры, привлекая все больше и больше людей.

Очень сложно найти компьютерную игру, которая обходится без ИИ. Как ни странно, несмотря на значительное развитие отрасли со времени появления первых игр, основные схемы функционирования искусственного интеллекта остались принципиально неизменными. Наиболее простая, классическая схема функционирования логики компьютерного оппонента – это система ветвлений или эвристический конечный автомат. Однако данный метод реализации искусственного интеллекта имеет много минусов.

В целях увеличения эффективности компьютерного оппонента, придания его действиям разнообразия и до определённой степени разумности, целесообразно применять недетерминированные методы, с вероятностными результатами. Существует множество алгоритмов для реализации систем правил и поведения игрового искусственного интеллекта. Некоторые из этих методов являются излишне сложными для небольших проектов в части реализации и отладки, а получаемый на выходе результат без соответствующей оптимизации может быть хуже, чем у классических шаблонных решений.

Одним из подходов для создания ИИ, является комбинирование классических недетерминированных методов с простыми или эвристическими конечными автоматами. Генетический алгоритм является одним из таких классических методов.

Генетические алгоритмы применяются при решении широкого круга задач. Однако при использовании классических генетических алгоритмов для генерации автоматов часто требуются большие вычислительные ресурсы, для того чтобы получить решение с необходимым уровнем качества. Для повышения эффективности генетических алгоритмов требуется их модифицировать с учетом специфики задачи. Поэтому исследования, направленные на разработку более эффективных генетических алгоритмов для построения автоматов, весьма актуальны.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

*Цель* диссертационной работы – разработка методов оптимизации генетических алгоритмов для построения автоматов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ литературы и изучить основную теорию предметной области.
2. Оптимизировать работу генетического алгоритма.
3. Провести экспериментальные исследования.
4. Использовать оптимизированный алгоритм в игровом приложении.

*Объектом* исследования и разработки является искусственный интеллект в игровом программном средстве.

*Предметом* исследования является генетический алгоритм.

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

Работа выполнялась в соответствии с научно-техническими заданиями и планами работ кафедры “Программное обеспечение информационных технологий”.

### **Личный вклад соискателя**

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

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме публикации опубликовано 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов международных конференций.

## **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен общий анализ теории создания игрового искусственного интеллекта. Вторая глава посвящена исследованию оптимизации генерации конечных автоматов с помощью генетического алгоритма. Проведен ряд экспериментов, позволивших сделать вывод об актуальности оптимизации. В третьей главе спроектировано программное средство с использованием разработанного алгоритма.

Общий объем составляет 81 страницу, из которых основного текста 64 страницы, 32 рисунка на 9 страницах, 8 таблиц на 2 страницах, список использованных источников из 18 наименований на 2 страницах и 5 приложений на 5 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ**

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационной работы, описывается предмет исследования, ставятся цель и задачи исследования. Выполнена оценка новизны полученных результатов и формируются положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** содержит обзор теории предметной области и анализ литературных источников.

Генетические алгоритмы – это оптимизационный метод, базирующийся на принципах естественной эволюции популяции особей (индивидов). Задача оптимизации состоит в максимизации функции приспособленности (фитнес-функции). В процессе эволюции (в результате отбора, скрещивания и мутаций особей, а также других операторов генетических алгоритмов) происходит поиск особей с высокой приспособленностью.

Методы генерации автоматов можно разделить на несколько групп, в зависимости от того, какой класс генетических алгоритмов используется:

– эволюционные алгоритмы (по Л. Фогелю), в которых новые особи появляются только за счет операторов мутации. Алгоритмы данного класса

не требуют много памяти, однако работают они довольно медленно и легко могут «застыть» в локальном экстремуме.

– генетические алгоритмы используют не только операторы мутации, но и операторы скрещивания. Такие алгоритмы сходятся существенно быстрее, чем эволюционные, однако для их работы требуется популяции большого размера.

– генетическое программирование является подклассом генетических алгоритмов, в котором особи кодируются с помощью деревьев решений.

В данной работе для генерации автоматов используются генетические алгоритмы.

Важную роль при разработке генетического алгоритма для конкретной задачи играет выбор способа кодирования особи. В тех случаях, когда решением задачи является автомат, наиболее часто используется один из следующих способов: битовые строки, граф переходов или дерево решений. В данной работе автоматы задаются графами переходов. Способ кодирования определяет, какие именно операторы скрещивания и мутации требуется использовать.

Выбор функции приспособленности также играет важную роль. Примером является функция, получающая на вход битовую строку, которая задает некоторый автомат. Эта функция возвращает число, соответствующее эффективности объекта, управляемого автоматом.

Как отмечалось выше, часто построение вручную автоматов, которые могут быть сгенерированы с помощью генетических алгоритмов, является крайне сложной, а, возможно, и невыполнимой задачей. Имеющие место в прошлом ограничения вычислительной техники существенно ограничивали число особей в поколении и не позволяли решать задачи со сложными функциями приспособленности.

Для эффективной работы генетических алгоритмов требуются операторы скрещивания и мутации, учитывающие особенности задачи. В случае, когда решением является автомат, стандартных операторов оказывается недостаточно. В данной работе предлагается модификация генетического алгоритма, позволяющая повысить эффективность генерации автоматов.

**Вторая глава** содержит описание методов генерации автоматов для задачи о флибах, которая появилась в ходе первых работ по моделированию

способностей живых существ к предсказанию. Задача о флибах – это задача моделирования элементарного живого существа, которое способно предсказывать изменения простейшей окружающей среды, имеющие периодичность. Это существо моделируется автоматом (сначала автоматом Мили, а затем автоматом Мили с флагами), а генетические алгоритмы позволяют генерировать автоматы, которые предсказывают изменения среды с достаточно высокой точностью. Таким образом, при решении этой задачи требуется построить «устройство» (предсказатель), которое предсказывает изменения среды с наибольшей вероятностью.

В настоящее время в работе используется генетический алгоритм, основанный на турнирном отборе и принципе элитизма. Предлагаемый алгоритм построен на основе классического генетического алгоритма и учитывает специфику решаемой задачи. Он имеет следующий вид.

1. Создается текущее поколение случайных флибов.
2. Подсчитывается сколько изменений окружающей среды правильно предскажет каждый из флибов.
3. Строится новое поколение флибов:
  - a. Создается пустое новое поколение, и в него добавляется лучший предсказатель из текущего поколения.
  - b. Случайным образом из текущего поколения выбираются две пары флибов.
  - c. Из каждой пары флибов выбирается лучший предсказатель.
  - d. Лучшие предсказатели из указанных пар скрещиваются.
  - e. Случайным образом определяется необходимость применения оператора мутации к полученному флибу. Если это необходимо, то указанный оператор применяется к флибу.
  - f. К флибу применяется новый оператор мутации – «восстановление связей между состояниями автомата».
  - g. Флиб добавляется в новое поколение.
  - h. Переходим к пункту b, если размер нового поколения меньше размера текущего поколения.
4. Текущее поколение флибов заменяется новым.
5. Если число поколений меньше заданного пользователем, то переходим к пункту 2.

В общем случае при генерации генетическим алгоритмом нового поколения решений и применении операторов скрещивания и мутации, переходы в автоматах изменяются случайным образом. При таком изменении переходов в автомате, как правило, возникают состояния, в которые невозможно попасть из начального состояния при любой последовательности значений входных переменных. Будем называть такие состояния недоступными. Состояния, в которые можно попасть из начального состояния при некоторой последовательности значений входных переменных, будем называть доступными. Предлагаемый оператор мутации восстановления связей между состояниями изменяет переходы в автомате таким образом, чтобы в нем не было недоступных состояний.

Опишем алгоритм реализации предлагаемого оператора мутации.

1. Формируется список доступных состояний. Для этого можно, например, использовать алгоритм рекурсивного обхода графа.

2. Выполняется цикл по всем состояниям. Если текущее состояние не входит в число доступных состояний, то для него выполняются следующие операции:

- a. Случайным образом выбирается состояние из списка доступных состояний.

- b. Выбирается случайным образом один переход из выбранного состояния.

- c. В текущем состоянии заменяется один переход из этого состояния на переход, который ведет в то же состояние, что и переход, выбранный в пункте b.

- d. Определенный в пункте b переход заменяется переходом, который ведет в текущее состояние.

- e. Обновляется список доступных состояний. В него добавляется текущее состояние и все состояния, в которые можно попасть из него.

Предложенный оператор является универсальным и может применяться в тех случаях, когда автоматы заданы графами переходов.

Далее в работе приводятся результаты компьютерных экспериментов, которые показывают, что оператор восстановления связей между состояниями повышает эффективность работы генетического алгоритма как при различных битовых масках, задающих среду, так и при различном числе состояний флибов.



В рассматриваемой главе приводятся результаты компьютерных экспериментов, показывающие, что использование автоматов с флагами является более эффективным методом для улучшения точности работы генетического алгоритма по сравнению с увеличением числа состояний автоматов.

В **третьей главе** было спроектировано игровое программное средство использующее модифицированный алгоритм генерации конечных автоматов.

Программное средство представляет собой игровое приложение со встроенным искусственным интеллектом. Для реализации ИИ используется несколько различных алгоритмов взаимодействующих между собой. Так же в программном средстве предусмотрен выбор уровней сложности оппонента. Графическая часть приложения реализуется с помощью игрового Unity Development Kit в среде Unity Engine.

Для построения архитектурного каркаса был выбран широко распространенный паттерн – MVC (модель – представление – контроллер). Под моделью, обычно понимается часть, содержащая в себе функциональную логику приложения, иными словами то, что мы обычно называем «Business Layer», «Бизнес-слой» или «Слой бизнес логики». Основная цель паттерна - сделать так, чтобы модель была полностью независима от остальных частей и практически ничего не знала об их существовании, что позволило бы менять и контроллер и представление модели, не трогая саму модель и даже позволить функционирование нескольких экземпляров представлений и контроллеров с одной моделью одновременно.

Данное приложение можно использовать для дальнейших исследований для разработки или модификации алгоритмов работы искусственного интеллекта.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Основные научные результаты диссертации**

В диссертации получены следующие научные результаты:

1. Предложен новый подход к разработке игрового искусственного интеллекта.
2. Разработаны новые операторы мутации для конечных автоматов, представленных в виде графов переходов: восстановление связей между состояниями и сортировка состояний в порядке использования.
3. Предложена новая функция приспособленности, учитывающая число используемых состояний в автомате, которая позволяет повысить эффективность генетических алгоритмов для генерации автоматов.
4. Разработана модификация генетических алгоритмов для задач о флибах.

По результатам проведенного исследования, было создано приложение, не имеющее полноценных аналогов.

В качестве усовершенствования алгоритма и продолжения исследования можно рассматривать модификацию операторов мутации с целью оптимизации алгоритмов работы, а также расширение списка возможностей ИИ.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Практическое значение работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для решения практических задач. Предложенная модификация генетического алгоритма для построения автоматов, позволяет повысить эффективность работы алгоритма, что подтверждается экспериментальными данными. Практическая ценность подтверждается использованием результатов работы в игровом приложении.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Лагун, Д. А. Эволюционный подход к разработке игрового искусственного интеллекта [Текст] / Д. А. Лагун, Ю. В. Гродель // Приоритетные направления развития науки и образования : материалы III междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 04 дек. 2014 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2014. – С. 165–167.

2. Лагун, Д.А. Использование классических парадигм самообучения для создания игрового искусственного интеллекта [Текст] / Д. А. Лагун // Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 ноября 2014 г.: в 5 частях. Часть III. М.: «АР-Консалт», 2014 г.- С. 61–64.