

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра информатики и программирования

**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В РАЗРАБОТКЕ ИГРОВЫХ
ПРИЛОЖЕНИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 273 группы

направления 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование
информационных систем

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Гизатуллина Данилы Александровича

Научный руководитель:

профессор, д.ф. -м.н

_____ Д.К. Андрейченко
подпись, дата

Зав. кафедрой информатики и

профессор, д.ф. -м.н

_____ Д.К. Андрейченко
подпись, дата

Саратов 2021

Актуальность темы.

Параллельно с увеличением доступности вычислительной техники росла и

популярность цифровых развлечений разного рода. Одним из первых досугов такого вида, доступным для разного рода ЭВМ были игровые приложения. Изначально, они представляли собой относительно простые программные продукты. Но, с возникновением игровых консолей и с увеличением вычислительных способностей доступной для простого потребителя техники, игровые приложения становились все сложнее, обрастая все более требовательной графикой и незаурядными игровыми механиками.

Со временем игровая индустрия перестала быть обычным приложением рынка программного обеспечения, сформировавшись в отдельную сферу экономики с огромным финансовым оборотом у крупных участников. На данный момент, игровая индустрия сформировалась в отдельное направление культуры, объединяющее вокруг себя миллионы самых разных людей по всему миру

Как и во всех прочих сферах, связанных с творческой деятельностью, успех игровых продуктов часто зависит от оригинальности идей, реализованных в процессе работы над ними. В рамках видеоигр, одним из направлений для реализации новых идей может являться изменение игрового процесса.

Как правило, игровой процесс связан со статическими, заранее определенными структурами. Это могут быть противники, преграды игрового ландшафта, или другие объекты, препятствующие игроку в достижении его целей. Однако, такой подход имеет несколько издержек, ухудшающих всю совокупность игрового опыта:

- Со временем игроки обучаются преодолевать препятствия, с которыми сталкиваются. Это заметно уменьшает сложность игры, из-за чего к ней пропадает интерес
- Для создания впечатления действительно уникального опыта в каждой из игровых сессий приходится прибегать к ряду методик процедурной генерации и механик с использованием случайности
- Как правило, такие игры плохо работают с рефлексией в ответ на действия игрока, обеспечивая только прямую обратную связь

В связи с этим особенно перспективным видится использование генетических алгоритмов, с целью улучшения игрового опыта. Одной из возможных сфер применения генетического алгоритма в игровой разработке может быть попытка получения сложных паттернов поведения игровых персонажей, включающих в себя:

- Обратная связь в зависимости от принятых игроком решений.
- Непредсказуемость поведения в следствии наличия мутаций в каждом поколении.
- Адаптация под изменяющиеся условия среды

Цель работы – изучение теоретических основ генетических алгоритмов и средств разработки игрового программного обеспечения, для создания прототипа игрового приложения, который так или иначе будет использовать генетические алгоритмы.

Поставленная цель определила **следующие задачи**:

1. Изучение теоретических основ проектирования генетических алгоритмов
2. Постановка концепции будущего прототипа
3. Разработка соответствующего генетического алгоритма
4. Разработка игрового прототипа на unity, использующего генетический алгоритм, задающий поведение врагов
5. Тестирование работы алгоритма в прототипа в разных условиях

Методологические основы применения генетических алгоритмов представлены в работах Д.Е. Голдберга, В.В. Емельянова, Т.В. Панченко, Д.А. Трофоимова, Ю.Д.Бедного

Структура и объём работы. Магистранская работа состоит из введения, 9-ти разделов, заключения, списка использованных источников и 6 приложений. Общий объём работы – 70 страниц, из них 51 страниц – основное содержание, включая 10 рисунков и 2 таблиц, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 17 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоритические основы генетических алгоритмов» посвящен теоритической обазе использования генетических алгоритмов.

Генетический алгоритм представляет собой адаптивный поисковый метод, который основан на селекции “лучших” элементов в популяции, подобно эволюционной теории Ч. Дарвина. В них используются как аналог механизма генетического наследования, так и аналог естественного отбора. При этом сохраняется биологическая терминология в упрощенном виде и основные понятия линейной алгебры. Основой для возникновения генетических алгоритмов послужили модели биологической эволюции и случайного поиска.

В генетических алгоритмах рассматривается понятие популяции. Каждый элемент популяции - некоторая особь. Особи представляют собой набор хромосом, но часто особь состоит только из одной хромосомы, поэтому в дальнейшем эти понятия будут отождествляться.

Параметры каждой особи определяются генами. Гены могут иметь разные типы значений. Как правило числовые значения берутся на основе некоторого конечного алфавита. Набор генов, внутри хромосомы, является упорядоченным. В целом гены представляют собой набор аргументов некоторой функции, используемой для определения успешности особи в ходе отбора в генетическом алгоритме

Помимо прочего один набор значений для всех используемых хромосом также может называться фенотипом.

В общем случае процесс работы генетического алгоритма может быть описан следующим образом:

1. Генерируем начальную популяцию
2. Вычисляем пригодность для каждой хромосомы
3. Отбор пар хромосом-родителей для репродукции
4. Кроссовер двух родителей
5. Мутация потомков
6. Шаги 3-5 повторяются пока не будет сгенерировано новое поколение хромосом
7. Шаги 2-6 повторяются пока не будет достигнут критерий окончания процесса

Второй раздел «Определение базовой игровой концепции» Посвящен описанию работы первого разработанного прототипа.

1. Игровое поле будет представлено набором клеток
2. Вражеский объект способен двигаться только в клетки, непосредственно соседние к текущей
3. Враги появляются в отдельной стартовой клетке
4. Цель врагов - достичь специально обозначенной зоны
5. Клеточное поле может быть произвольным
6. Некоторые клетки будут определены как ловушки. Они могут быть размещены игроком в реальном времени

7. Генетический алгоритм должен способствовать максимально быстрому достижению врагов цели с максимально малым количеством встреченных ловушек

Третий раздел «Описание используемого генетического алгоритма в рамках первой части работы» посвящен описанию первого генетического алгоритма:

1. Формируем граф, в котором вершины соответствуют клеткам игрового поля, а ребра возможным переходам между ними
2. Формируем N случайных путей в обозначенном графе
3. Оптимизируем каждый полученный путь
4. Создаем N врагов в точке старта
5. Не производим действий пока жив хотя-бы один враг
6. По достижению обозначенной зоны, враг записывает пройденный путь и количество встреченных клеток в специальный пул статистик
7. Вычисляем значения D для каждой статистики
8. Сортируем полученные показатели по возрастанию
9. Выбираем первые M статистики
10. Проводим скрещивание. Каждый отобранный родитель скрещивается со всеми другими отобранными пока не будет получено N результатов
11. Возвращаемся к шагу 3

Четвертый раздел «Описание первого разработанного игрового прототип» посвящен описанию работы первого прототипа. Это раздел посвящен нюансам реализации прототипа на движке Unity.

Пятый раздел «Описание первого разработанного игрового прототип» посвящен описанию метода тесирования времени работы алгоритма и результатам этих тестирований.

Шестой раздел «Усложнение методики работы генетического алгоритма» посвящен идеям модификации генетического алгоритма из предыдущих разделов и изменением правил игрового прототипа.

Вместо старой системы подсчета ловушек, встреченных на пути особи, новая подразумевает наличие у особи определенного лимита здоровья, по истечению которого жизненный цикл особи прерывается. Здоровье представляет собой вещественное число больше нуля. Каждый контакт с клеткой-ловушкой будет наносить определенный урон здоровью, приводящий к его уменьшению. Урон может быть одного из трех типов: огонь, лед и пустота в зависимости от цвета

ловушки, с которой контактирует особь. В коде это выглядит следующим образом:

Описанное выше изменение принципа работы ловушек сделано для усложнения задачи для генетического алгоритма. С этого момента генетический алгоритм будет отвечать не только за адаптацию методом изменения пути движения по клеточному полю, но и за адаптацию методом изменения сопротивления к имеющимся типам урона.

Под сопротивлением урону будем подразумевать число от 0 до 100, означающее сколько процентов от полученного урона будет на самом деле вычитаться из здоровья особи. Очевидно, что таких чисел три. Все три числа должны быть включены в обновленный геном особей.

Таким образом урон разделяется на два вида: базовый и фактический. Сопротивление приводит к снижению базового урона и получению фактического. Такая система широко распространена в разработке реальных игровых приложений.

Для ограничения вырабатываемого к урону сопротивления ограничим общую сумму параметров до 100. Таким образом геном может выработать абсолютное сопротивление только к одному из типов ловушек.

Седьмой раздел «Улучшение прототипа для работы с несколькими популяциями» посвящен описанием реализации изменений в алгоритме, позволяющим работать с несколькими популяциями.

Восьмой «Система тестирования алгоритма» посвящен описанию удобной системы тестирования описанного алгоритма и ее реализации.

Для наблюдения за работой алгоритма требуется ряд изменений. Это обусловлено несколькими факторами:

- Анализ алгоритма подразумевает анализ генома и результата жизни каждой из особи популяции
- Эти данные необходимо наблюдать для каждого поколения
- Приложение работает в реальном времени, что усложняет анализ с использованием стандартных средств отладки
- Данные необходимо накапливать, чтобы смотреть как алгоритм меняет поведение с поколением

Для анализа алгоритма понадобятся следующие данные:

- Дата проведение тестирования
- Наименование популяции
- Процент выживаемости в популяции в рамках одного поколения
- Номер поколения
- Информация об уровне жизни, а также о имеющихся параметрах сопротивления для каждого представителя поколения

Описанные выше данные предполагается записывать в файл по истечению срока жизни каждого поколения

Девятый «Тестирование и анализ работы второго генетического алгоритма» посвящен описанию результатов тестирования алгоритма с помощью системы, описанной в предыдущем пункте. Тестирование проводится на нескольких популяциях с разными параметрами генетического алгоритма и среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной работы были изучены основы построения генетических алгоритмов, разработана концепция игрового приложения, пригодного для тестирования генетического алгоритма. Был разработан и протестирован прототип такого приложения. Полученный опыт позволяет сделать следующие выводы:

- Генетические алгоритмы в целом демонстрируют эффективность при решении задач в реальном времени в том виде, который требуется для игровых приложений
- Генетические алгоритмы могут демонстрировать неожиданный способ решения стоящих перед ним задач
- Генетические алгоритмы просты в понимании, реализации и масштабировании под новые условия задачи

Основные источники информации:

- 1 D.E. Goldberg, *Genetic Algorithms in search* / D.E. Goldberg. — Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- 2 В.В. Емельянов, *Теория и практика эволюционного программирования* / В.В. Емельянов. — Москва, 2003.
- 3 Т.В. Панченко, *Генетические алгоритмы* / Т.В. Панченко. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007.
- 4 Д.А. Трофимов, *Методы оптимизации стратегий в играх для двух участников с использованием генетических алгоритмов* / Д.А. Трофимов, А.А. Шалыто.
- 5 Ю.Д. Бедный, *Применение генетических алгоритмов для создания системы управления танком в игре gobocode* / Ю.Д. Бедный, А.А. Шалыто.
- 6 Д.О. Соколов, *Применение двухэтапного генетического программирования для построения автомата, управляющего моделью танка в игре gobocode* / Д.О. Соколов.