

**Применение генетического алгоритма при построении игрового
искусственного интеллекта коллекционной карточной игры**

Жудин А.Ю., Рудова Е.А.

Донецкий национальный технический университет
кафедра искусственного интеллекта и системного анализа

E-mail: nerpb14@mail.ru

Аннотация

Рудова Е.А., Жудин А.Ю. Применение генетического алгоритма при построении игрового искусственного интеллекта коллекционной карточной игры. Рассмотрены проблемы игрового искусственного интеллекта на примере существующих коллекционных карточных игр. Определен подход разработки алгоритмов работы игрового искусственного интеллекта на основе генетического алгоритма.

Общая постановка проблемы. В последнее время игровая индустрия стала бурно развиваться и написание алгоритмов, которые способны имитировать интеллект человека, становится актуальной темой.

Игровой искусственный интеллект присутствует практически во всех жанрах компьютерных игр, но в рамках данной статьи будет рассмотрено построение игрового искусственного интеллекта в жанре коллекционных карточных игр с использованием подхода генетического алгоритма.

В компьютерных играх роль ИИ сводится к тому, чтобы создать у игрока ощущение, будто они играют против реальных, разумных соперников. Разработка ИИ для каждого случая производится отдельно и является уникальной, но существуют готовые алгоритмические решения, которые дадут базу для создания ключевого модуля. Алгоритмы поиска пути присутствует в том или ином виде почти у каждого ИИ для различных целей. Примером могут служить алгоритмы поиска путей, а именно:

– Алгоритм Дейкстры – работающий только с графами без ребер отрицательного веса;

– Алгоритм Ли, который используется при трассировке печатных плат или же в поиске кратчайшего пути в компьютерных играх.

Существуют и некоторые алгоритмические приемы взаимодействия между персонажами с ИИ. Имеет место ситуация, в которой разработчики намеренно встраивают возможность стрельбы союзных персонажей с ИИ друг в друга. Это случается, если один бот преграждает путь для стрельбы другому [1]. Уникальность каждого ИИ достигается в сфере его применения и окружающей обстановки, под которую он программируется и часто, для достижения целей

программистам приходится создавать новые решения для реализации искусственного интеллекта под свою задачу.

Рассмотрение проблемы игрового искусственного интеллекта на примере существующих коллекционных карточных игр

Игровой искусственный интеллект (ИИИ) в отличие от просто искусственного интеллекта должен быть реализован малой ценой в рамках поставленного бюджета, но чтобы этого было достаточно для достижения поставленной задачи.

Для рассмотрения аналогов ИИИ жанра коллекционных карточных игр (ККИ) были взяты две игры в разных сферах своего существования, а именно: *Hearthstone: Heroes of Warcraft* и *Orions: Legend of Wizards*. Две данные игры имеют различный бюджет, имеют разную концепцию и свой ИИИ.

Hearthstone находится в высокой категории, является распространённой игрой по всему миру. По своей сути, игра больше направлена на дружеские матчи между двумя игроками, но также имеет свой ИИИ, который, в свою очередь, благодаря возможностям режима «Приключения», может выступать за различных персонажей с различными тактиками игры. Обычно, чтобы игрок мог победить каждого из таких персонажей, ему самому надо выбрать соответствующую тактику. Чаще всего в режиме «Приключения» разработчиками применяется обманый искусственный интеллект. Обманый ИИ может использоваться в случаях, где нужен творческий подход человека и подразумевается, что ИИ имеет стартовое преимущество (или преимущество со временем) над игроком.

Orions относится к более низкой категории игр, в которых бюджет крайне мал. Имеет другую концепцию, и тактика ИИИ во всей игре является однотипной. В отличие от *Hearthstone*, игра *Orions* направлена на одиночную игру против ИИ. Поэтому, в ней реализована возможность выбора сложности с тремя уровнями ИИ для более интересной игры.

Построение ИИИ в существующих коллекционных карточных играх не целесообразно, но разработка алгоритмов принятия решения в играх, схожих с приведенными выше, и с возможностью их внедрения в дальнейшем, является актуальной.

Для реализации коллекционной карточной игры и построения для нее ИИИ, была составлена таблица различий двух ранее приведенных аналогов. В таблице 1 проведен сравнительный анализ рассматриваемых игр в жанре ККИ, результат которого будет полезен при создании игры и реализации для нее ИИ.

Таблица 1 – Сравнительный анализ реализации игр в жанре ККИ Hearthstone и Orions

Свойство	Hearthstone: Heroes of Warcraft	Orions: Legend of Wizards
Карта тратится при ее использовании	Да	Нет
Карты имеют активные способности	Нет	Да
Карты существ имеют точное расположение на поле боя	Нет	Да
ИИ имеет уровень сложности	Нет	Да
Количество применяемых карт за ход	Ограничено количество маны	Ограниче но одной картой

Можно использовать значения свойств из столбцы Orions, при этом заменить лишь значение количества применяемых карт за ход на две. Это и будет основная концепция создаваемой игры. Игрок может применить за ход две карты и у многих карт будет свойство («Серия приемов» в Hearthstone), которое будет определять, какой по счету была применена карта за ход (первой или второй) и, в зависимости от порядка применения, карты будут иметь разные характеристики.

Основная цель создания ИИИ для данной игры: возможность выбирать уровень сложности в большом диапазоне, например, с применением шкалы от 1 до 10.

Разработка алгоритмов работы ИИИ на основе генетического алгоритма.

Генетический алгоритм (ГА) – это алгоритм поиска решения определённой задачи, основанный на эвристике. ГА потребует лишь в его базовой основе и для достижения поставленных целей от него будет использоваться лишь ключевой состав.

Составляющие ГА необходимые для построения ИИИ разрабатываемой коллекционной карточной игры:

- определение фитнес функции – это целевая функция, по мере возрастания которой и достигается цель;
- генотип – некоторый набор генов, который в своем базовом виде представляет набор коэффициентов, но в нашем случае каждый коэффициент может выступать другой функцией, что повлечет древовидную структуру генов (более точное определение будет приведено далее);
- определение популяций – набор решений, которые будут формироваться на каждой эпохе;
- операторы мутации, скрещивания и селекции – нужны для создания новых популяций;

– штрафная функция – функция условия выживания генотипа.

Далее для каждого из пунктов нужно определять значения и функции. Главная часть фитнес функции будет состоять, согласно поставленному условию, из двух генов, соответствующих первой и второй картам, которые разыгрываются в раунде. Именно эту комбинацию ИИИ применит в конце всех операций.

Была выделена главная часть фитнес функции, так как будет существовать и второстепенная часть. Пусть S – количество подконтрольных игроку слотов для карт. Тогда по формуле (1) фитнес функция имеет вид:

$$FF = \sum_{i=1}^2 C_i^k + \sum_{j=1}^s A_j^k \rightarrow \max, \quad (1)$$

где C_i^k – функция эффективности карты, разыгрываемой под номером i , и находящейся в общей базе карт игрока под номером k ;

A_j^k – функция эффективности использования способности карты в слоте под номером j (если карта не имеет способности или соответствующий слот пустой, то коэффициент равен нулю) и находящейся в общей базе карт игрока под номером k .

В формуле (1) после знака плюс находится второстепенная часть фитнес функции. Она определяет эффективность использования умений существ в той или иной ситуации. В некоторых случаях две части функции будут влиять друг на друга.

Было сказано, что гены в этом случае имеют древовидный вид, так как функция должна иметь свои аргументы. В аргументы функции эффективности карты будут переданы такие параметры, как:

– если это карта существа: цена, здоровье, атака, наличие активных способностей, наличие пассивных способностей, слот постановки и др.;

– если это карта заклинания: цена, урон/исцеление, цель на которую используется заклинание, другие эффекты, оставляемые после использования заклинания и др.

Каждая карта индивидуальна и имеет свою функцию эффективности и свои, необходимые для ее вычисления, аргументы. Важной особенностью является и синергия некоторых карт. Под синергией в данном случае подразумевается улучшение эффективности одной карты в присутствии или за счет другой. Поэтому, в некоторых картах в аргументы при вычислении фитнес функции передаются не только текущая обстановка на поле боя, но и другая карта, которая будет разыграна, если данный вариант «победит» в отборе.

Аргументы функции эффективности использования способностей также гибкие, и каждой способности нужен свой набор для ее последующего вычисления. Чаще всего, он, помимо перечисленных параметров, будет включать

в себя общий запас маны игрока, так как для их активации требуется некоторое ее количество.

Согласно базовому ГА необходимо создать начальную популяцию.

Для создания новых популяций требуется на каждой эпохе находить некоторое количество генотипов, которые останутся «в живых». Для этого будут оценены все генотипы и выживут только $n/3$ из их общего количества, у которых фитнес функция имела наибольшее значение. Вторая треть должна формироваться путем скрещивания выживших генотипов. Два родителя выбираются случайным образом, и методом случайной маски формируется потомок. Последняя треть формируется случайным образом, как это было при составлении начальной популяции.

Также надо учесть оператор мутации. Его работа в данном алгоритме не сводится к изменению генов согласно некоторому условию. При возникновении мутации у гена с функцией эффективности мутирует один из возможных аргументов функции. Самые явные аргументы, которые могут мутировать – слот, в который будет поставлена карта или же цель направленного заклинания. Если мутация выпала на функцию эффективности использования способности, то значение меняется на противоположное и выступает логической переменной так как способность может либо примениться, либо нет. Стоит предварительно учесть, что если мутация возникла в аргументах функции эффективности карты, то изначальный генотип так и останется без изменений, а новый генотип появится как потомок. Один коэффициент аргумента может уменьшить функцию эффективности настолько, что она не пройдет селекцию в следующей эпохе, хотя предложенный изначальный вариант может быть одним из лучших. По указанному выше принципу формируются эпохи до тех пор, пока не выполнится определенное условие. Так как существует задача построения ИИИ и его сложность нужно регулировать в большом диапазоне, то логичнее всего будет при увеличении сложности ИИИ увеличивать количество итераций алгоритма, а также количество генотипов в каждой из эпох, что даст возможность найти лучшее решение.

Ранее было сказано, что генотип имеет древовидную структуру. Пример некоторого случайного генотипа X приведен на рисунке 1.

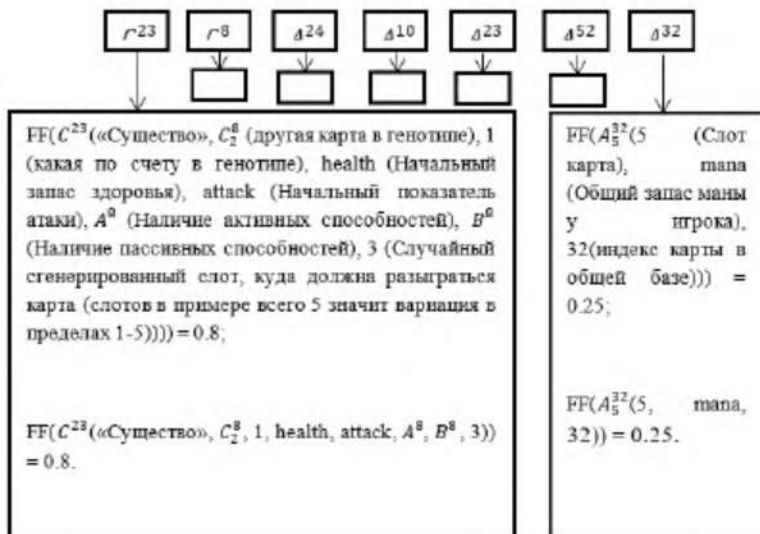


Рис. 1 – Случайно сгенерированный древовидный состав генотипа

Согласно условию, которое было установлено в определении скрещивания генотипов, было сказано, что создание потомка произойдет по схеме случайной маски. Но если реализовать именно так, то возникает проблема, которая заключается в том, что, возможно, на некоторой эпохе Y фитнес функции большинства из генотипов будут примерно (или точно) равны. Это обусловлено случайным скрещиванием генотипов, у которых на значение итоговой суммы фитнес функции показывают первые два гена, так как остальные попросту могут обнулиться. Чтобы обойти эту проблему требуется вмешаться в случайный отбор и добавить некоторое условие, которое при скрещивании двух родителей всегда будет выбирать первые два гена от разных родителей.

Последний пункт – штрафная функция. Описать в явном виде ее не получится из-за ее вариативности в разных вариантах реализации самой игры. Штрафная функция представляет собой систему условий, которые ограничивают генотипы, не удовлетворяющие некоторым условиям. Самое очевидное из условий – в аргументы функции эффективности карты существа не может поступить слот, который уже занят на поле боя или же карты заклинания, цель которой не существует.

Выводы. В качестве подхода построения игрового искусственного интеллекта коллекционной карточной игры был выбран генетический алгоритм, основной задачей которого является предоставление игроку возможности выбора сложности игры из большого диапазона.

При реализации некоторых других алгоритмов поведения искусственного интеллекта необходимо искусственно ухудшать полученный результат при расчетах комбинаций ходов или создавать множество ветвлений алгоритма для каждой из предложенных сложностей. Данный алгоритм позволяет не прибегать к таким приемам, но из-за этого необходимо для каждой из карт в базе данных представить функции эффективности.

При выполнении поиска решения анализируются не все ходы, а лишь те, что случайно были предложены и сгенерированы позднее. Сложность позволит корректировать критерий остановки генетического алгоритма и количество комбинаций на каждом шаге.

Также для достижения максимальной эффективности и вариативности игры с ИИ, помимо реализации выбора с помощью генетического алгоритма, можно добавлять, сколько необходимо дополнительных условий, которые непосредственно будут влиять на итоговое значение фитнес функции. Эти варианты могут быть реализованы как простыми ответвлениями, так и сложными функциями и могут также входить как в сам генотип, так и как дополнительный анализ решения. К примеру, в рассматриваемой абстрактной игре должна присутствовать некая функция зависимости, которая не относится к штрафной функции, а лишь анализирует поле боя и карты, которые будут доступны, если очки маны не будут затрачены.

Следует отметить, что рассматриваемый алгоритм берет за основу точное количество используемых карт (в данном случае 2) за ход при допуске варианта, когда вторая карта не будет сыграна вообще. Для переработки алгоритма для варианта, где за ход надо затратить весь запас маны, как в Hearthstone, требуется смена фитнес функции на вариант, где количество генов в каждом генотипе может быть разным, но принцип останется тот же: фитнес функция должна стремиться к максимальному значению при условиях системы штрафной функции.

Список литературы

1. Бухараев Т. Игровой искусственный интеллект [Электронный ресурс], 2006. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Игровой_искусственный_интеллект.
2. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы: учебное пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2006. – 320 с.
3. Емельянов В.В. Теория и практика эволюционного моделирования / В.В. Емельянов, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2003. – 432 с.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 452 с.