

ИГРОВОЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Н.В. КУШНИР, А.В. КУШНИР, А.А. КАШИРИН, А.В. ТИМЧЕНКО

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: kushnir.06@mail.ru*

За более чем пятьдесят лет своего развития, искусственный интеллект был достаточно глубоко проработан и изучен. Существует множество алгоритмов для решения самых разнообразных задач. Поскольку в настоящее время компьютерные игры – весьма быстро развивающаяся, прибыльная и перспективная отрасль, то одной из приоритетных отраслей в изучении ИИ является разработка игрового искусственного интеллекта. Игровой ИИ является одной из ключевых составляющих любой успешной игры. Он привносит дух соревнования, делает игру интересной и увлекательной. К тому же, эта тема весьма хороша сама по себе, как область компьютерной науки, потому как затрагивает важные вопросы в целом. Ведь в отличие от классического ИИ, главной целью которого является решение поставленной задачи, игровой ИИ должен обладать высокой производительностью и действовать наиболее похожим на человеческое мышление образом, что, безусловно, очень любопытно. В этой статье мы поговорим о том, как устроен игровой ИИ, каков его принцип работы и устройство, а также как он реализован в различных видах игр.

Ключевые слова: агенты, игровое поле, сенсоры, состояния, навигационный граф.

Игровой искусственный интеллект — это вид искусственного интеллекта, который делает иллюзию наличия интеллекта у соперника в игре. Для понятия принципов создания игрового искусственного интеллекта (ИИ), стоит разобраться, из чего состоит игра. В первую очередь, у игры есть конечная цель. Она достигается действиями игроков, которые действуют согласно заданным правилам игры. А действие игры, происходит на игровом поле.

Сам ИИ в целом делится на 4 группы:

- Мыслит, как человек;
- Мыслит рационально;
- Действует как человек;
- Действует рационально.

При создании ИИ для игры не требуется, что бы он мыслил, в основном от него необходимы только действия, на которые уже будет реагировать живой игрок. А значит, что для создания игры нам нужен ИИ, который будет либо действовать как человек, либо действовать рационально. Под ИИ который

действует рационально, подразумевается то, что он тщательно перебирает возможные варианты действий и выбирает наиболее благоприятный. Такой ИИ чаще всего делают из академического интереса, например, чтобы обыграть гроссмейстера в шахматы. В остальных же случаях создают ИИ, который действует как человек.

При разработке игрового ИИ, необходимо обучить его взаимодействию с игровым полем. Он должен обладать знанием, где он находится и где находятся другие объекты, с которыми он может взаимодействовать. Далее ИИ обучается передвижению по игровому полю. Пространство игрового поля может быть представлено как в двухмерном пространстве, так и в трёхмерном. Яркими примерами игр, использующих двухмерное пространство, могут послужить шахматы, шашки или другие настольные игры. А игры использующие трёхмерное пространство чаще всего реализуются посредством ЭВМ, тем не менее с помощью ЭВМ можно реализовать и игры использующие двухмерное пространство. После принятия необходимой позиции ИИ начинает взаимодействие с другими игроками с целью выполнения поставленной задачи.

Как же работает игровой искусственный интеллект? Попробуем разобраться в этом на примере игры в шахматы [1]. Очевидно, что на каждом этапе игры существует определённое количество ходов, допустимых правилами. Оно может быть достаточно велико, но конечно. Цель компьютера – просчитать все возможные варианты и выбрать наиболее подходящий. На первый взгляд, всё очень просто: выполнив полный перебор, машина будет знать об игре всё, она не сможет проиграть. На самом деле всё несколько сложнее. Число позиций может быть настолько велико, что сделать полный анализ будет просто невозможно. Особенно актуально это в начале игры, когда перспективы наиболее туманны. Выйти из этого затруднительного положения помогает следующий метод. Аналитически строится функция оценки позиций на доске. Чем большее значение она принимает, тем выгоднее положение белых, чем меньшее, тем лучше обстоят дела у чёрных фигур. Далее строится неполное дерево ходов. Неполное оно от того, что количество допустимых

ходов в нём ограничено вычислительными ресурсами компьютерной системы. Затем происходит анализ дерева, при котором заведомо неоптимальные перемещения фигур отсекаются, а наиболее перспективные просчитываются. Этот алгоритм носит название альфа-бета отсечений. Этот метод был прекрасно сформулирован учёными Д. Кнудом и Р. Муром [3]. Давайте ознакомимся с более формальным представлением этого алгоритма. Для этого введём следующие обозначения: p – позиция, $f(p)$ – численная функция, оценивающая выигрыш, это положение также называют «терминальным», $F(p)$ – выигрыш в нетерминальной стадии.

$$F(p) = \begin{cases} f(p) & d = 0, \\ \max \{-F(p_1), \dots, -F(p_d)\}, & \text{если } d > 0. \end{cases}$$

Следует, однако, заметить, что запрограммированная таким образом машина будет вести достаточно осторожный стиль игры. Пусть имеются две позиции p_1 и p_2 , причём p_1 гарантирует ничью (выигрыш 0) и не даёт возможности выиграть, а p_2 даёт возможность выиграть, если противник, допустив оплошность, не заметит очень тонкий выигрышный ход. Машина, основываясь на холодном расчете, выберет первый вариант, потому что исходит из предположения о том, что её противник всегда будет действовать лучшим для себя образом. Но в данной ситуации можно и рискнуть, будучи уверенным, что оппонент отнюдь не всезнающ и всемогущ. Очень вероятно, что именно таким образом людям удаётся обыграть машину, чьи аналитические возможности значительно превышают человеческие.

В компьютерных играх, использующих трёхмерное пространство, ИИ создаётся параллельно созданию игрового пространства. Т.к. сам ИИ не мыслит аналитически, а значит разработчик сам “объясняет” ИИ как выглядит игровое пространство и как с ним взаимодействовать. Искусственный интеллект, который может действовать, называют агентом. Для его функционирования необходима среда, сенсоры и инструменты для действия. Так же необходимо

определить критерии производительности. Они необходимы для оценки эффективности выбранных алгоритмов и решений.

У нас есть агент, но как устроить его внутри? По каким критериям принимать решения? Можно использовать табличного агента. В данном случае просто создаётся таблица со всеми возможными входными данными и для каждого из них задаются решения. Но тут есть подвох - для тех же шахмат размер таблицы будет 10^{150} .

Более очевидным будет использовать программы агентов. Их существует 4:

1. Простые рефлекторные агенты
2. Рефлекторные Агенты с моделью
3. Агенты с целью
4. Агенты с утилитой

Простой рефлекторный агент основывается на моментальной реакции при помощи if-then правил, но они подходят только для полностью обозреваемых сред.

Рефлекторные агенты с моделью обладают заложенной моделью мира, и собственным мнением об этом мире.

Агенты с целью могут осуществлять планирование и поиск решений поставленной им цели, однако они более активно задействуют процессорные мощности.

Агенты с утилитой позволяют выполнять противоречивые цели, а также работать в условиях неопределённости.

Рассмотрим ИИ шутера от первого лица [2]. Для его создания нам будет достаточно агента с целью. Поскольку основной игровой процесс будет заключаться в стрельбе, то первая цель нашего агента будет в реалистичном ведении боя. Для этого он должен будет использовать объекты игрового пространства в качестве укрытий, использовать различное оружие на разных дистанциях, а также иметь возможность принимать коллективные решения, т.е. вести бой с напарниками. Однако, если наш ИИ будет всё время находиться в <http://ntk.kubstu.ru/file/819>

боевом состоянии, то игрок вряд ли поверит в наличие у него интеллекта. Кому в здравом уме будет хотеться всё время воевать? Вот поэтому у ИИ необходимо реализовать второе состояние, которое можно описать как “симуляция жизни”. Ну и самое главное: с ним должно быть интересно играть. ИИ для игр создают не с целью всё время обыгрывать игрока, а с целью его развлекать. Будь то шахматы или “стрелялки”, вам не будет интересно играть, если вас всё время будут побеждать.

Мы описали то, что хотим от нашего ИИ. Но какими средствами этого достичь? Начнём с того, что ИИ должен получать информацию о внешней среде. Технически, ИИ может получить гораздо больше информации от компьютера, нежели человек. А значит нужно уравнивать возможности ИИ с возможностями игрока. Однако в таком случае, мы будем делать прослойку, которая будет потреблять значительную часть ресурсов компьютера, чтобы сначала давать ИИ такую же информацию, как и игроку, а затем пытаться её анализировать. И если на первом этапе особых трудностей нет, то вот с анализом есть проблемы. Нынешние ИИ вне игр продвинулись не так далеко в этой сфере. Наибольшие надежды в анализе данных проявляют нейронные сети, однако их возможностей всё равно будет недостаточно. Тем не менее, их внедрение в игровой ИИ может дать толчок к развитию некоторых жанров. Гораздо проще организовать сенсоры ИИ таким образом, чтобы он мог “читерить” при необходимости, но, чтобы при этом он не “наглед”.

Итак, у ИИ есть различные сенсоры. Какими возможностями они могут обладать? Очевидно, что они не должны превосходить тех, кому они подражают. В данном случае человека. Например, сенсор зрения. Как известно, человек не может видеть сквозь стены. Следовательно, и ИИ не должен этого делать. Существует несколько способов организовать зрение, например, можно с позиции агента отправлять луч и проверять его на столкновение с другими объектами. Если луч сталкивается с игроком или агентом, то мы запоминаем его расположение и отправляем лучи рядом, чтобы попытаться обнаружить как можно больше видимых частей. После обнаружения можно определять

скорость объекта, его угловой объект, близость к направлению взгляда, освещение объекта и время, которое объект находится в списке потенциальных видимых объектов.

Сенсор звука устроен немного проще. Однако, стоит учитывать, что звук не может проходить через стены, но может проходить через отверстия. Для этого можно использовать систему секторов и порталов, где сектор — это, скажем, комната, а портал — это окно или дверь. Соответственно, звук может распространяться между секторами только через порталы. Так же нужны проверки уровня шума и дистанции. А также необходимо создание режимов слуха: спокойное состояние, агрессивное состояние, контузия. Так же можно предусмотреть случаи, снижают ли слышимость предметы гардероба.

Итак, мы наделили ИИ органами чувств. Но то, что он что-то видит, ещё не значит, что он об этом знает. А значит нужно сформировать у нашего агента представление о мире. Тут мы закладываем, кто враги, какие могут подстерегать опасности (например, капкан или граната, готовая взорваться), какое оружие может использовать агент, а также важные игровые объекты, с которыми он может взаимодействовать.

На анализ может задействоваться большое время, а время очень критично для реакции ИИ. Тут мы можем столкнуться с тем, что необходимо рисовать следующий кадр, а алгоритм действий ещё не построен, а значит, мы не знаем, что рисовать в кадре. Причем это время исчисляется не в минутах или даже секундах, а в миллисекундах. Если рендер рисует 30 кадров в секунду (с такой скоростью записывают видео большинство камер), то время которое мы можем тратить на вычисления составляет не более 33 мс. Именно поэтому важно использовать прецепторы. Они позволяют быстро интерпретировать данные, полученные с сенсоров, и работать с памятью агента, которая состоит из базы данных фактов.

Соответственно, можно сделать несколько состояний агента, например:

- Спокойное состояние;
- Смерть;

- Ранение;
- Контузия;
- Слепота.

Стандартным состоянием будет спокойное, именно в этом состоянии агент будет проявлять интеллект. Остальные состояния приостанавливают деятельность агента, поэтому тут можно воспроизводить заданные действия и, если состояние не перманентно (смерть), то по завершению переводить агента в спокойное состояние.

Для спокойного состояния можно использовать агента с целью. Тут стоит разделять цели и действия. Например, целью может быть убийство врага или выполнение приказа, а действием – занять укрытие, стрелять из укрытия, бросить гранату и т.д. Агент строит из возможных действий план, который позволит прийти к намеченной цели.

Одним из таких действий является перемещение агента и этой области ИИ уделяется достаточно много времени т.к. в этой области много сложностей. Агенты могут иметь разные размеры и форму. Некоторые могут использовать для передвижения потолок и стены. Для этого необходимо определить самый быстрый путь. Или как проложить этот путь без использования сложных движений, например, прыжка. Или добраться так, чтобы не быть замеченным указанным персонажем. Агент может запрашивать тактические позиции (к примеру, укрытия) рядом с ним от указанного врага. А также возможность учитывать разрушение окружающей среды. Будет странно, если агенту будет необходимо выйти из здания, и он побежит в другую его часть к выходу, вместо того, чтобы выйти через недавно появившуюся дыру в стене.

Это не все сложности, с которыми предстоит столкнуться, но это то, с чем должна справляться навигационная подсистема. Помимо этого, навигационная система должна постоянно отслеживать позицию игрока, в режиме реального времени создавать навигационный граф, иметь поддержку динамических препятствий, быстро находить путь и начинать двигаться даже до полного построения маршрута.

Игровое поле представляют в виде графа. Он может иметь разную структуру. Одной из самых простых структур является Waypoints или же контрольные точки. Эта структура представляет собой заранее заданные точки в пространстве, между которыми может перемещаться объект.

Другой распространённый способ представления навигационного графа — это ячейки фиксированного размера. Его реализация так же достаточно проста: мы заполняем наше игровое поле одинаковыми геометрическими поверхностями, например, квадратами или шестиугольниками. Затем строится маршрут из соседних ячеек, который приведёт в конечную ячейку.

И не самый простой, однако самый эффективный и наиболее интеллектуально выглядящий для игрока, навигационный граф в виде Navigation Mesh. Он представляет собой область, заполненную многоугольниками. Границей этой области является зона, в которой перемещение невозможно. Исходя из этого, строится кратчайший путь в обход препятствий.

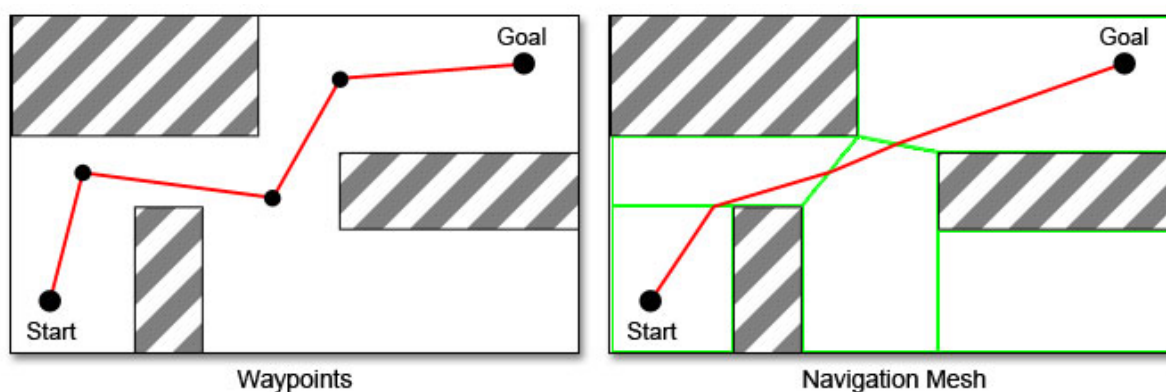


Рисунок 1 - Сравнение Waypoints и Navigation Mesh

Однако, навигационный граф строится заранее, а на игровом поле могут быть динамические объекты. Например, другой персонаж и их пути могут столкнуться. В результате они упрутся друг в друга и никуда не двинутся. Такие проблемы поможет решить алгоритм Reciprocal Velocity Obstacles (RVO) или его более продвинутая версия Optimal Reciprocal Collision Avoidance (ORCA).

Это основные составляющие ИИ, используемого в трёхмерных играх. Реализация некоторых областей может варьироваться, но в целом концепция остаётся прежней. Параллельно с написанием ИИ происходит привязывание конкретных действий к анимациям персонажей. Несмотря на то, что это визуальная часть мало затрагивает сам ИИ (хоть и при создании ИИ следует учитывать возможности отображения действий), именно она влияет на мнение игрока о наличии интеллекта у соперника.

Таким образом, нам удалось убедиться в том, что создание качественного ИИ в игровой среде – не тривиальная задача. Это своего рода наука, требующая к себе определённого подхода. Несмотря на то, что в настоящее время, разработки в этой области уже достигли значительных успехов, вопрос о создании эффективного искусственного интеллекта в играх всё ещё открыт. Компьютеры уже обыгрывают в шахматы известных гроссмейстеров, а поведение ботов в 3Д шутерах порой пугает своей схожестью с действиями человека. Но какими бы разумными не казались наши виртуальные противники, вся их деятельность по-прежнему остаётся лишь симуляцией мышления. Особенно заметно недостатки ИИ проявляются в нестандартных ситуациях, когда его логика, построенная на жёстких правилах и алгоритмах, оказывается бесполезна. Всё-таки, машинам всё ещё не дано мыслить, как человеку, и это с определённой точки зрения даже хорошо. Ведь кто знает, что могло бы случиться, умей компьютеры думать.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИИ – Искусственный интеллект

ЛИТЕРАТУРА

1. Как компьютеры играют в шахматы – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geektimes.ru/post/51076/> Дата обращения 04.11.2015.
2. Д.Яснев, ИИ для онлайн-шутера Survarium. Kharkov AI CLUB, 2013г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://survarium-info.at.ua/news/dmitrij_jasnev_doklad_dlja_kharkov_ai_club/2013-02-02-18

3. С. Рассел, П. Норвиг, Искусственный интеллект. Современный подход.- 2-е изд.: Пер. с англ. — М. : Издательский дом "Вильямс", 2007. — 1408 с.

REFERENCES

1. Как компьютеры играют в шахматы – [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: <http://geektimes.ru/post/51076/> Data obrashcheniya 04.11.2015.

2. D.Yasenev, II dlya onlayn-shutera Survarium. Kharkov AI CLUB, 2013g. [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: http://survarium-info.at.ua/news/dmitrij_jasenev_doklad_dlja_kharkov_ai_club/2013-02-02-18

3. S. Rassel, P. Norvig, Iskusstvennyy intellekt. Sovremennyy podkhod.- 2-e izd.: Per. s angl. — М. : Izdatelskiy dom "Vilyams", 2007. — 1408 s.

GAMING ARTIFICIAL INTELLEGENCE

N.V. KUSHNIR, A.V. KUSHNIR, A.A. KASHIRIN, A.V. TIMCHENKO

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya St., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: kushnir.06@mail.ru*

For more than fifty years of development, artificial intelligence was deep enough worked and studied. There are many algorithms for solving a variety of problems. Because the current computer games is a very fast-developing, profitable and promising sector, one of the priority in the study of AI is the development of the game Artificial Intelligence. Game AI is one of the key components of any successful game. It brings the spirit of competition, makes the game interesting and exciting. In addition, this topic is very good itself, as an area of computer science, because it raises important questions in general. Indeed, in contrast to the classical AI, whose main objective is to solve problems, the game AI has to have a high performance and act more like the way the human mind, which is certainly very curious. In this article, we'll talk about what's inside game AI, what is its principle of operation and the device, as well as how it is implemented in a variety of games.

Key words: agents, playing field, sensors, state, navigation graph.