Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Брестский государственный технический университет»

Кафедра ИИТ

Реферат

«Искусственный интеллект в компьютерных играх»

**Выполнил:** Студент группы ИИ-22

Факультета электронно-информационных систем

Копанчук Е. Р.

**Проверил:** Анфилец С.В.

Брест 2021

**Содержание:**

1. Вступление
2. История появления ИИ в играх
3. Как работает ИИ в играх?
4. Игровой искусственный интеллект сегодня
5. Искусственный интеллект в игре Counter-strike

**Вступление**

Если вы когда-либо играли в видеоигры, почти со стопроцентной вероятностью можно утверждать — вы взаимодействовали с искусственным интеллектом (ИИ). Независимо от того, являетесь ли вы любителем гонок, стратегий, шутеров или других жанров, в играх всегда будут элементы, контролируемые ИИ. Однако чаще всего его ассоциируют с поведением персонажей, будь то нейтральные торговцы, противники или даже животные.

Игровой искусственный интеллект — это набор программных методов, которые используют в видеоиграх для создания иллюзии разума у NPC через поведение персонажей. Игровой ИИ включает в себя алгоритмы теории управления, робототехники, компьютерной графики и информатики в целом. Ещё несколько десятилетий назад нечто подобное могло встретиться разве что в научной фантастике, но теперь аналогичные технологии применяют повсеместно.

**История появления ИИ в играх**

Зарождение искусственного интеллекта в видеоиграх началось до того, как сама индустрия стала неотъемлемой частью жизни практически каждого человека. Один из наиболее ранних и громких прецедентов использования этой технологии в игре относится к 1950-м годам.

Тогда Алан Тьюринг, известный в научном сообществе как «отец компьютерных наук», создал программный алгоритм Turochamp. Разработанное ПО умело анализировать положение шахматных фигур на доске, чтобы выбрать наилучший возможный ход. Логика алгоритма основывалась всего на нескольких самых элементарных шахматных правилах, а «думать» он был способен только на два хода вперёд. То есть Turochamp, конечно, мог играть с живыми людьми, но точно не побеждать профессионалов.

В семидесятых видеоигры начали стремительно покорять рынок, а все их элементы — становиться лучше, причём в геометрической прогрессии. И искусственному интеллекту разработчики уделяли отдельное внимание с самого зарождения игровой индустрии.

Так, ИИ управлял ракеткой в игре Pong, где уже мог двигаться, основываясь на действиях игрока. При этом, если рассматривать видеоигры в целом, поведение врагов в них было довольно примитивным. К примеру, всё нарастающая скорость движения инопланетян в Space Invaders связана с аппаратными особенностями микрокомпьютеров, а не с программным кодом. Микропроцессоры семидесятых не могли одновременно обрабатывать большое количество спрайтов врагов, поэтому игра «подтормаживала». Чем больше инопланетян уничтожал игрок на одном экране, тем меньше информации требовалось учитывать процессору — отсюда и ускорение игрового процесса. Сами же враги только и умели, что медленно приближаться к игроку и иногда стрелять.

В восьмидесятых появляется ещё одна всем известная игра — Pac-Man. Это первая видеоигра, в которой представили систему поиска маршрутов. Благодаря ей враги могли легко расшифровать путь, который игрок выбрал при определённых обстоятельствах. К тому же у каждого из призраков в Pac-Man были уникальные паттерны поведения, что делало противостояние с ними более интересным.

А Donkey Kong от Nintendo представила игрокам целый ворох разнообразных противников с уникальными особенностями и движениями. Особой гордостью разработчиков стало плавное повышение уровня сложности, которое толкало геймеров того времени на предел их возможностей. Однако искусственный интеллект всё ещё был достаточно ненадёжен. Он не умел ни учиться на своих ошибках, ни адаптироваться к поведению игроков, поэтому последним приходилось идеально заучивать конкретные паттерны, чтобы двигаться дальше, — никаких поблажек авторы не делали.

В 1967 году Ричард Гринблатт создал программу MacHack. Он участвовал в шахматных турнирах и первым обыграл живого соперника. Интересно, что он также был включен в список почетных членов Массачусетской государственной шахматной ассоциации и даже занял 1243-е место в тогдашнем рейтинге лучших шахматистов. В течение почти двух десятилетий подряд появлялись игры, в которых использовались базовые алгоритмы искусственного интеллекта, но они были очень предсказуемы и их чрезвычайно легко побеждать. В те годы противники в играх могли двигаться очень ограниченно вперед или назад. Чтобы атаковать, им приходилось ждать, пока игрок приблизится к ним.

К концу восьмидесятых годов увлечение аркадными автоматами начало угасать. С развитием технологий в домах активно начали появляться персональные компьютеры и консоли, которые задали развитию видеоигр новое направление. Игры, разработанные для этих устройств, стали разнообразнее из-за более высоких возможностей процессоров, но ИИ всё ещё нуждался в доработках. Разработчикам пришлось серьёзно относиться к игровому искусственному интеллекту, поскольку он превратился в обязательное условие для качественного продукта.

В этот период появилось много новых жанров игр. Среди них стратегии в реальном времени (RTS) сильнее всего стимулировали развитие игрового ИИ. Игровой искусственный интеллект крайне важен для стратегических игр, поскольку именно поведение врагов в RTS определяет уровень интереса, напряжения и даже азарта от геймплея. Благодаря стратегиям ИИ в играх начали развивать как самостоятельную и важную сферу игровой индустрии.

В 1994 году мы могли играть в Warcraft, RTS, выпущенный Blizzard. Он использовал, среди прочего Алгоритмы поиска пути, благодаря которым подразделениям под компьютерным управлением удавалось избегать препятствий, а также перемещаться по указанной области и эффективно следовать за противником. Алгоритмы поиска пути были известны гораздо раньше, но Blizzard были первыми, кто применил их к стольким единицам одновременно и, таким образом, совершил небольшую революцию. Warcraft разработал модель игрового процесса, основанную на Dune II (вышедшую в 1992 г.), основой в которой были простые задания «создать базу, создать армию, уничтожить врага». Blizzard также представила новые беспрецедентные типы миссий, такие как завоевание мятежников и сокращение количества единиц, которые могут быть изготовлены. В игре также используется генератор случайных карт (для многопользовательских игр), ранее использовавшийся в пошаговой стратегии Civilization (выпущенной в 1991 году). Warcraft: Orcs & Humans - также первая RTS, в которой действие происходит в Средние века.

Следующий небольшой шаг вперед случился в 1997 году, когда компания Rare выпустила игру GoldenEye 007, в которой применялся алгоритм реагирования врагов при виде выстрела в напарника. После чего они начинали искать убийцу и становились более осторожными.

Три отличных проекта, выпущенных в 1998 году: Half-Life (Valve), Thief: The Dark Project (Looking Game Studios) и Metal Gear Solid (Konami) принесли настоящий прогресс. В каждой из этих игр противников учили работать вместе. В Half-Lifie приходилось сражаться с коммандос, которые могли прикрывать друг друга. Что интересно, хотя только первые двое активно атаковали персонажа, а остальные только симулировали фланкирование.

В Thief приходилось прятаться в тени, и то, видел ли противник фигуру игрока, зависело от степени его укрытия, расстояния от противника и направления, в котором он смотрел. Кроме того, охранники реагировали на звуки и свет. Metal Gear Solid также использовал алгоритмы, позволяющие врагам видеть убитых коллег, эффективно реагировать и информировать других товарищей об опасности.

Хотя разработчики ИИ в 1990-х годах очень усердно работали над тем, чтобы NPC выглядели умными, этим персонажам не хватало одной очень важной черты — способности учиться. В большинстве видеоигр модели поведения NPC запрограммированы заранее, неигровые персонажи не способны чему-либо научиться у игроков. Причина, по которой большинство NPC не проявляют способности к обучению, заключается не только в том, что это трудно запрограммировать. Зачастую создатели игр предпочитают избегать любого неожиданного поведения NPC, которое может хоть как-то ухудшить игровой опыт геймера.

Одной из самых ранних видеоигр, в которых NPC могли учиться чему-то новому, была Petz. В этой игре геймер может дрессировать оцифрованного питомца так же, как способен обучать настоящую собаку или кошку. Поскольку стиль обучения варьируется от игрока к игроку, поведение домашних животных также становится персонализированным. Именно это и сделало игру такой популярной в своё время.

Но способность ИИ к машинному обучению в играх влечёт за собой и трудности для разработчиков. Например, игрок может сознательно появляться в одном и том же месте снова и снова, тем самым обучая ИИ следить только за конкретной локацией и игнорировать всё остальное.

В 1999 году появилось еще одна крупная компания, которая привела к значительному развитию алгоритмов искусственного интеллекта в играх. Epic Games и Digital Extremes представили FPS Unreal Tournament, в котором боты могли изучать поведение игроков. В результате они знали, где удобно прятаться, и использовали похожие схемы движения. Интересно, что боты из Unreal Tournament 2004 смогли пройти тест Тьюринга в 2012 году после того, как они были перепроектированы для целей турнира BotPrize.

В самом конце 1999 года также появилась Quake 3: Arena, в которой использовались те же предположения алгоритма, что и в Unreal Tournament. Quake- боты также изучили поведение других игроков и смогли разработать лучшую стратегию, чтобы победить своего противника. Их искусственный интеллект проверял последующую тактику, принимая те, которые работали, и отвергая те, которые не работали.

В 2000 году Codemasters выпустили игру Colin McRae Rally 2.0. Это была первая игра, использовавшая нейронную сеть. Искусственный интеллект собирал данные о поездке игрока и определял трек (линию) и модель вождения. ИИ мог определить не только оптимальный маршрут, но также скорость, тип поверхности и параметры, используемые игроком. Алгоритмы, основанные на этих знаниях, пытались имитировать равную борьбу с человеком и со временем становились лучше.

В 2000 году компанией Maxis Studios была выпущена революционная игра в области искусственного интеллекта The Sims. Это был первый проект, в котором была внедрена система потребностей. Виртуальные персонажи могут сообщить, что хотят пойти в туалет, принять ванну, что-нибудь поесть или посмотреть программу по телевизору. Они нуждались в развлечениях и любви, они ставили перед собой задачи и использовали оборудование, доступное дома, естественно приспосабливаясь к новым покупкам. Они могли оценить, понравился ли им новый предмет или нет. Интересно, что разработчики не учили симов использовать предметы, и именно предметы говорили им, как их использовать. Изначально The Sims предназначалась как программа для дизайна интерьера, но Уилл Райт решил превратить ее в полноценную игру.

Следующую революцию привнесла игра Black & White, выпущенная в 2001 году, разработанная Питером Молинье и студией Lionhead (как и продолжение, выпущенное в 2005 году). Для нужд имелось существо, которое может научиться правильному поведению на основе поведения игрока. Мы могли его хвалить или критиковать, что сказывалось на многих ситуациях во время игры. Если мы регулярно хвалили знакомого и наказывали его, он не знал, как себя вести, и его поведение становилось хаотичным и непредсказуемым.

Игра Black & White была в свое время очень высокие требования к оборудованию и ряд ошибок, но вошла среди других в Книгу рекордов Гиннесса за сложность ИИ

Хорошо обученное существо очень помогало. Оно могло научиться использовать, например, амбар или тотем. Плохое, в свою очередь, часто спало или возражало против приказов. У него было несколько статистических данных, включая силу, энергию и голод. Его поведение зависело от них, и задача игрока заключалась в том, чтобы направлять существо так, чтобы он не в чем не нуждался. Например, вы должны были научить его поднимать и перемещать валуны и камни, чтобы тренироваться и увеличивать его силу. Игрок, как сверхъестественное существо, должен был постоянно присматривать за ним, чтобы он постоянно развивался. Black & White - это первая игра, в которой искусственный интеллект в реальном времени поглощал знания.

В ноябре 2004 года вышел долгожданный Half-Life 2, которую многие игроки упоминают как игру с хорошим искусственным интеллектом, хотя разработчики не избежали нескольких багов. Одним из примеров является способ обмануть вашего противника. Для этого достаточно перед атакующим противником схватить любой предмет и нести его впереди себя. Он прекращал стрелять и ждал, пока мы подойдем к нему. Однако, когда мы на мгновение смотрели в другом направлении (все еще удерживая объект), враг возобновлял огонь. Но помимо таких курьезов, производство студии Valve принесло несколько отличных решений. Противники могут взорвать дверь, искать врага, прикрывать друг друга или заходить с фланга. Кроме того, боты кооперировались до такой степени, что придумали разные способы убить игрока. Если первая группа из четырех человек шла с атакой, то последняя, атаковала сзади, и два других оказали поддержку. Враги могут находить укрытие в реальном времени и адаптироваться к меняющейся ситуации. Искусственный интеллект уже в то время выглядел хорошо.

**Как работает ИИ в играх?**

Вместо того чтобы узнать, как лучше всего победить игроков, ИИ в видеоиграх предназначен совсем для другого. Он необходим для улучшения игрового опыта геймеров.

Самая распространённая роль ИИ в видеоиграх — управление неигровыми персонажами, и разработчики часто используют различные трюки, чтобы NPC выглядели более умными. Один из широко используемых алгоритмов называется конечным автоматом (FSM или finite-state machine). Его ввели в разработку видеоигр в 1990-х годах. В FSM-алгоритме разработчик обобщает все возможные ситуации, с которыми может столкнуться ИИ, а затем программирует конкретную реакцию для каждой из них. Например, в шутерах искусственный интеллект атакует, когда появляется игрок, а затем отступает, когда его собственный уровень здоровья становится слишком низким.

****

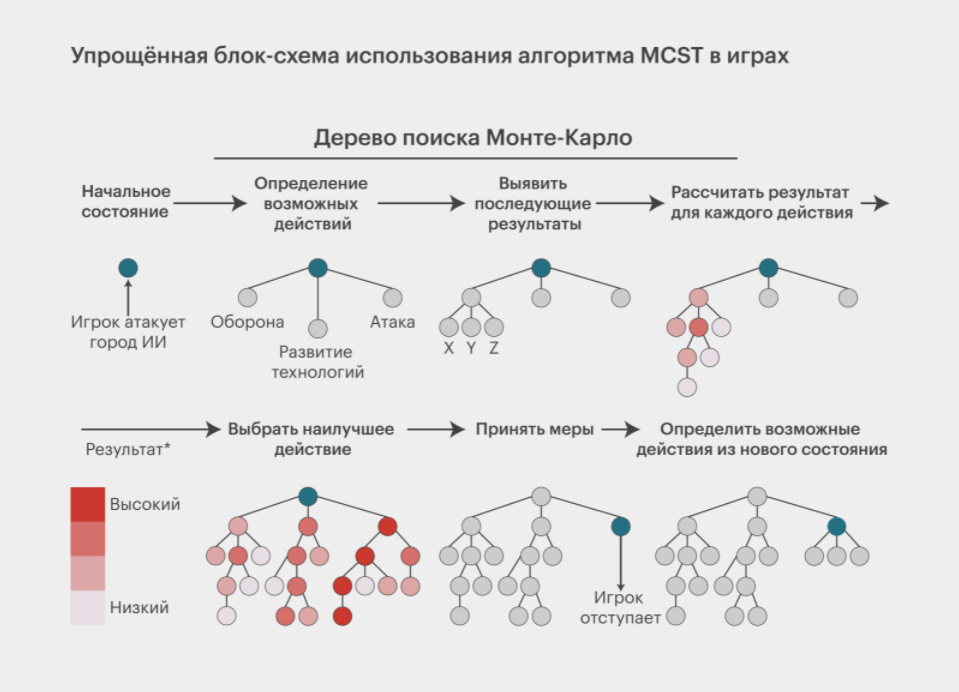
В примере алгоритма FSM NPC может выполнять четыре основных действия в ответ на возможные ситуации: поиск помощи, уклонение, блуждание и нападение. Многие известные игры, например Battlefield, Call of Duty и Tomb Raider, включают в себя успешные примеры искусственного интеллекта на основе FSM-алгоритма.

Более продвинутый метод, который используют разработчики для повышения персонализированного игрового опыта, — алгоритм дерева поиска Монте-Карло (MCTS или Monte Carlo Tree Search). Алгоритм MCTS был создан для предотвращения аспекта повторяемости, который присутствует в FSM-алгоритме. MCTS-алгоритм сначала обрабатывает все возможные ходы, доступные NPC в конкретный момент времени. Затем для каждого из этих возможных ходов он анализирует все действия, которыми игрок мог бы ответить. А далее — снова возвращается к оценке NPC уже на основе информации о поступках игрока.

Этот алгоритм искусственного интеллекта использовала компания IBM при создании Deep Blue — первого шахматного суперкомпьютера, который 11 мая 1997 года вошёл в историю и выиграл матч из шести партий у чемпиона мира по шахматам Гарри Каспарова.

Подобный алгоритм применяют и во многих стратегических играх. Но поскольку возможных ходов гораздо больше, чем в шахматах, рассмотреть их все попросту не получится. В таких играх алгоритм MCTS будет случайным образом выбирать некоторые из возможных ходов. Благодаря этому действия NPC становятся гораздо более непредсказуемыми для игроков.

Вспомним такую игру, как Civilization, в которой существует огромное количество вариантов событий, доступных для компьютерного противника. Постройка дерева для каждого возможного выбора и сценария заняла бы очень много времени. Именно поэтому, чтобы избежать столь огромных вычислений, алгоритм MCTS случайным образом выбирает несколько возможных вариантов. В итоге игра отнимает меньше ресурсов системы, при этом ИИ в ней всё ещё способен удивлять игроков.



## **Игровой искусственный интеллект сегодня**

В какой-то момент требования разработчиков игр стали в значительной степени удовлетворяться искусственным интеллектом, который мы сегодня не считаем таким уж разумным. Отсутствие больших, заметных скачков в развитии игровых ИИ объясняется тем, что лежащие в его основе алгоритмы не претерпели радикальных изменений.

Современные игры всё ещё оперируют старыми фундаментальными концепциями и методами в плане ИИ, но используют их в больших масштабах и с преимуществами вычислительной мощности компьютеров.

Гумбы из игры Super Mario, ужасно трудные боссы в Dark Souls 3, враги из Rogue и Dead Cells — все они используют одни и те же методы.

Боссы из игры Dark Souls 3 могут двигаться с невероятной скоростью, они запрограммированы предвидеть множество распространённых ошибок, которые допускают игроки, но используют точно такой же алгоритм поведения ИИ, как и Гумбы в Super Mario, которая вышла на несколько десятков лет раньше.

Большинство действий вражеских ИИ всё ещё может систематизировать и предугадать даже самый незаурядный геймер. До недавнего времени современный игровой искусственный интеллект был способен пробить себе путь к уверенной победе только в очень узких областях. Например, в шахматах.

В принадлежащей Google лаборатории DeepMind, в исследовательском отделе ИИ Facebook и других подразделениях по всему миру усердно учат ИИ играть в более сложные видеоигры. Это включает в себя всё — от китайской настольной игры го и классических проектов Atari до продвинутых киберспортивных дисциплин вроде Dota 2 и CS:GO.

Также для улучшения игрового ИИ пытаются применять нейронные сети, пускай и в качестве эксперимента. Есть несколько очень известных недавних примеров, одним из которых стал ИИ, победивший профессиональную команду по Dota 2.

В 2019 году в Сан-Франциско прошёл чемпионат OpenAI Five, в ходе которого состоялась встреча ИИ с пятью киберспортсменами из команды OG — и люди проиграли. Эта команда в 2018 году взяла высшую награду в киберспорте, заняв первое место на турнире The International по Dota 2.

Также для улучшения игрового ИИ пытаются применять нейронные сети, пускай и в качестве эксперимента. Есть несколько очень известных недавних примеров, одним из которых стал ИИ, победивший профессиональную команду по Dota 2.

В 2019 году в Сан-Франциско прошёл чемпионат OpenAI Five, в ходе которого состоялась встреча ИИ с пятью киберспортсменами из команды OG — и люди проиграли. Эта команда в 2018 году взяла высшую награду в киберспорте, заняв первое место на турнире The International по Dota 2.

После успеха OpenAI некоторые люди подняли вопрос о том, может ли ИИ победить игроков в стратегиях реального времени (RTS), таких как StarCraft и Warcraft. Короткий ответ: да, может. Но с точки зрения возможных ходов и элементов управления RTS намного сложнее.

У ИИ есть несколько преимуществ над людьми — например, способность к многозадачности и реагирование на что-либо с молниеносной скоростью. Поэтому в некоторых играх разработчикам ИИ даже приходилось сознательно занижать его возможности, чтобы улучшить игровой опыт геймеров.

Современные разработчики стремятся не к созданию максимально сложного ИИ, а скорее к его удачным применениям внутри систем игры, чтобы добиться так называемого эмерджентного геймплея.

Возьмем, к примеру, Red Dead Redemption 2 от студии Rockstar, которая позволяет игрокам взаимодействовать с неигровыми персонажами тысячами сложнейших способов, вызывающими различные реакции в зависимости от целого ряда деталей. Например, от шляпы, которую вы носите, или от наличия на вашей одежде пятен крови. Мир тут настолько сложный и проработанный, что разные игроки могут пережить разные события.

Современные разработчики стремятся не к созданию максимально сложного ИИ, а скорее к его удачным применениям внутри систем игры, чтобы добиться так называемого эмерджентного геймплея.

Точно так же культовая игра Dwarf Fortress использует огромное количество геймплейных систем — от процедурно сгенерированных уровней эрозии до различных состояний настроения и склонностей жителей-гномов, — чтобы создавать уникальные и причудливые ситуации.

Также следует упомянуть игру Middle-Earth: Shadow of Mordor, выпущенную в 2014 году студией Monolith Productions. Что делает эту игру действительно особенной и выделяющейся на фоне других, так это система Nemesis.

Вместо заурядного ИИ, который иногда можно найти бессмысленно бродящим и ждущим игрока, враги в Средиземье по-настоящему эволюционируют и превращаются в действительно опасных противников. «Тень Мордора» в какой-то мере создаёт искусственную социальную память — форму интеллекта, которую мы встречаем в реальной жизни, но в играх — почти никогда. Средиземье убеждает игроков, что их враги думают о них на другом, личном, уровне — они помнят, они ненавидят, а также называют их по именам.

Изначально система разрабатывалась как нечто более простое. Вражеские воины должны были помнить встречи с игроками и реагировать соответствующим образом серией насмешек. Но по мере развития идеи амбиции расширялись. Команда ввела элемент продвижения: вражеские солдаты получают больше власти и продвигаются по карьерной лестнице, побеждая игрока и других капитанов.

Nemesis предусматривает предательства, казни и стычки — игрок может обнаружить их и даже повлиять на исход ситуации. Благодаря этому каждое сражение в игре может быть уникальным. Но самое главное — внутриигровое общество, которое функционирует без главного героя и живёт своей жизнью. Каждый персонаж создан из ряда случайно назначенных сильных и слабых сторон, а также переменных качеств, таких как моральный дух и дисциплина. Из скромного набора атрибутов команда смогла создавать практически бесконечный ряд врагов.

Также студия Monolith Productions разработала игру F.E.A.R.: First Encounter Assault Recon, которую выпустили в 2005 году. Несмотря на многие последующие инновации, искусственный интеллект F.E.A.R. всё ещё считается в некоторых кругах стандартом для шутеров от первого лица.

Одним из ключевых вопросов, которые должны были рассмотреть разработчики, — поведение NPC, а именно построение какой-то долгосрочной стратегии. Зачастую даже сегодня враги в шутерах имеют более реактивный характер. Это означает, что они сосредотачиваются на действии немедленно, без учёта того, что происходило ранее или может произойти в будущем. И возникает проблема, что их поведение тогда не командное, не эмерджентное. Оно всего лишь привязано к конкретным ситуациям.

В F.E.A.R. благодаря планированию ИИ существует возможность отделить действия от целей. Разработчики использовали предварительные условия при создании NPC. С такой моделью можно создать целый ряд уникальных действий для различных типов персонажей в игре. А это, в свою очередь, делает поведение врагов более неожиданным и продуманным.

Можно вспомнить и известную многим геймерам Alien: Isolation от студии Creative Assembly. При создании игры её авторы использовали несколько необычные методы реализации ИИ. В игре существует система заданий, которая позволяет Чужому находиться в двух основных состояниях — активном и пассивном. Активное состояние — это когда система приказывает Чужому обыскать всю локацию или определённые места после срабатывания какого-то триггера. А пассивный режим включается, когда уровень угрозы находится на пике слишком долго, а потом резко пропадает. Тогда Чужой самостоятельно пытается найти игрока.

Поведение инопланетянина зависит от прописанного заранее дерева. Монстр обладает более чем 100 узлами, скрытыми в его системе. Но при запуске игры используется всего 30. Система постепенно разблокирует комплексные модели поведения — по мере выполнения определённых условий на протяжении всей игры. Это гарантирует, что чем больше геймер проводит времени в Alien: Isolation, тем сильнее Чужой начинает проявлять новые поведенческие черты, чтобы постоянно удивлять и шокировать. Именно благодаря такой концепции создаётся впечатление, что монстр начинает учиться на собственном опыте и, что важнее, на поступках игрока.

В будущем развитие ИИ в играх, скорее всего, не будет сосредоточено на создании более мощных NPC, чтобы они искали изощрённые способы победы над игроками. Вместо этого разработка сконцентрируется на том, как создать уникальный игровой опыт для каждого геймера.

Игроки в наши дни уделяют большое внимание деталям — это включает в себя не только внешний вид и качество графики, но и то, насколько яркой и интерактивной является игра во всех возможных отношениях. И именно ИИ может поднять игровой опыт на новый уровень. Быть может, в один прекрасный день игроки не смогут сказать, управляет персонажем в игре искусственный интеллект или другой геймер.

Так же нельзя пропустить студию Irrational Games и серию игр Bioshock, особенно последнюю часть, с подзаголовком Infinite, выпущенную в 2013 году. Женский персонаж Элизабет, с которым мы взаимодействуем, была очень хорошо продумана. Она не только ищет полезные предметы в данной комнате, но также может бросить нам аптечку, оружие или боеприпасы. Она охотно участвует во всех мероприятиях, предпринимаемых жителями Колумбии. Она бежит за игроком, но у нее есть собственный разум, и вам не нужно беспокоиться о том, что она может застрять где-нибудь. Герой, которым мы управляем, Брукер ДеВитт, устанавливает с ней очень близкие отношения. Главный программист Irrational Games Джон Аберкромби заявил в интервью, что создание Элизабет было самой большой проблемой в его карьере. Вся студия хотела, чтобы она была как можно более человечной.

Действительно, Элизабет обладает своим эмоциональным диапазоном и ей не безразлично, что происходит вокруг нее. Она показывает страх, агрессию и беспокойство, когда кто-то нападает на нас, ценит флору и фауну Колумбии, а также сооружения, с которыми она сталкивается на своем пути. Она тепло отзывается о многих вещах, которые видит, и критикует поведение враждебных групп. У игрока может сложиться впечатление, что этот персонаж на самом деле жив на столько, на сколько позволяет мир Колумбии. Невозможно не любить Элизабет. Особо продвинутые алгоритмы искусственного интеллекта здесь не использовались, но был создан естественный и интересный персонаж.

Конечно, в истории игр было много отличных персонажей. Тот же Тревор из Grand Theft Auto V, Кратос, Макс Пейн, Снейк или Натан Дрейк и Хлоя из серии Uncharted. Тем не менее, не получается вспомнить ни одной игры, которая бы конкретно способствовала развитию искусственного интеллекта за последнее десятилетие. Можно подумать о проектах вроде Splinter Cell (2002), Crysis (2007), Far Cry (2004) и Assassin's Creed (2007), но по-настоящему революционных решений нет. Да, в Splinter Cell враги могли реагировать, когда была активирована сигнализация, что иногда означало конец миссии. В свою очередь, DMA Design в Grand Theft Auto 3 (2001) были первыми, кто представил различные модели поведения и транспорта жителей города в зависимости от времени суток и района. Однако это не было развитой формой искусственного интеллекта, хотя такое разнообразие было очень интересным.

Лучом света стала игра «The last of us», выпущенная в 2013 году, в которой противники могли сотрудничать, окружать игрока и атаковать его, когда у него кончились патроны. Мы могли скрываться, но враги постоянно искали нас, иногда они отступали, а иногда концентрировали свои силы в том месте, где в последний раз видели нас. Их страх был также виден, когда они были одни, или их уверенность, когда у них было несколько компаньонов, чтобы помочь. Они могли реагировать в панике и немедленно атаковать игрока или отступать за укрытие. Игра была отличной с точки зрения атмосферы и сюжета, но мы уже видели похожий ИИ. Тем не менее, стоит признать, что сотрудничество Джоэла и Элли восхищало, хотя последний имел тенденцию уходить под пули, и много раз случалось так, что он умерал, а противники ... они просто не видели этого. Студия Naughty Dog, однако, проделала отличную работу, поэтому TLOU - одна из самых интересных и наиболее реализованных игр последних лет.

Типы алгоритмов ИИ, используемые в играх

В большинстве современных компьютерных игр используется как минимум несколько разных алгоритмов. Поведение ИИ рассчитывается по-разному при движении и отличается при принятии решения о бое или разговоре. Жанр и игровой процесс также меняют поведение системы. Разные алгоритмы используются в шутерах и в гоночных играх. Моделирование поведения человека и использование адаптивных навыков возможно благодаря алгоритмам, которые позволяют:

создать плана действий

решить проблем

стратегически планировать.

Кроме того, существует Алгоритм Aс 1968 г. Его разработали три программиста: Питер Харт, Нильс Нильссон и Бертрам Рафаэль. Обычно он используется для рисования пути данного персонажа из точки A в точку B с использованием сети узлов. Что особенно важно, благодаря ему, персонаж не ищет слепо дорогу, но оценивает направление, в котором он будет идти, а затем устанавливает маршрут и рисует пути, которые по какой-то причине недоступны (например, из-за наличия стены или крутого холма). Однако, как вы можете догадаться, самым большим недостатком этого алгоритма является его полная предсказуемость. Если программист не использует другие приемы, игрок быстро выяснит, в каком направлении движется искусственный интеллект.

Крейг Рейнольдс впервые представил стадный алгоритм в 1987 году в области компьютерной графики. Он дает реалистичное количество определенной группы объектов. Он объединяет несколько простых правил, которые могут имитировать сложные групповые действия, например, те, которые касаются стада птиц, стаи рыб или толпы. Основное предположение состояло в том, чтобы управлять объектами так, чтобы они не сталкивались друг с другом, не следовали в одном направлении и поддерживали безопасное расстояние между ними. Алгоритм был использован, среди прочего в первом Warcraft и Command & Conquer. Со временем его разработали, чтобы дать игроку еще больший контроль над группой, например, в командах у Врат Балдура или Долины Ледяного Ветра,

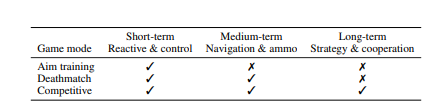
Metro: Last Light - хороший пример современной игры с искусственным интеллектом, намного хуже, чем в проектах десятилетней давности

Деревья решений - это не что иное, как алгоритмы, которые помогают определить искусственному интеллекту, стоит ли что-то делать. Эти деревья представлены в виде таблицы решений и возможных последствий. Объект анализирует дерево настолько, насколько сочтет нужным, с учетом всех возможных шагов относительно текущей ситуации. В принципе, он выбирает тот, который считает наиболее выгодным. Конечно, этот метод лучше всего подходит для несложного контента (до четырех шагов), но при проектировании более сложного искусственного интеллекта трудно должным образом оптимизировать дерево решений. Этот алгоритм чаще всего используется в сложных RPG, таких как Baldur's Gate.

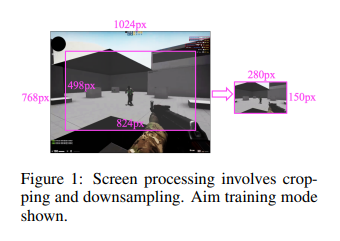
Искусственный интеллект в играх - это алгоритмы, которые выполняют определенные действия, а иногда также изучают поведение игроков. Серия Black & White пока единственная, которая использует продвинутую систему ИИ, способную учиться у игрока во время игры. Нелегко писать и балансировать фрагменты кода. Проблема заключается в создании искусственного интеллекта, который работает таким образом, чтобы он достиг своих целей, и в то же время не воспринимался как машина. К сожалению, чаще всего это не удается, что во много раз влияет на удовольствие от игры.

**Искусственный интеллект в игре Counter-strike**

Два ученых из Великобритании и Китая научили нейронную сеть играть в CS:GO прямо как человека. В апреле этого года, Тим Пирс из университета в Кэмбридже и Дзюн Чжу из университета в Цинхуа, опубликовали свою научную работу на тему обучения и воспроизведения человеческой модели действий при игре в Counter-strike. Особенностью этой работы является метод полномасштабного клонирования поведения, когда боту или же нейронной сети не дают никакого доступа к памяти или коду игры, как это было в Dota OPEN AI, которую обучали при помощи полноценной API игры с безусловным преимуществом, так как обучающаяся программа получала намного больше данных, нежели обычные игроки. По сути, этот метод, представляет из себя обычного игрока, который смотрит прямые эфиры профессиональных игроков, подмечает какие-то фишки и потом пытается воспроизвести их в своей игре, однако не факт, что воспроизводите их корректно. То есть, грубо говоря, нейронная сеть будет переобучаться в процессе игры, делая выводы и стараясь избегать допущенных ошибок в будущем. Суммарно боту было скормлено больше 70 часов и 216 гигабайт записанного материала, 16 из которых это идеальный геймплей, с тренировкой на аим карте, и 200 гигабайт реального геймплея из обычного deathmatch режима с слабыми ботами, средними ботами и реальными людьми. Важно подметить, что ранее уже были попытки научить нейронную сеть играть в CS:GO, однако в конечном счёте, это всё скатывалось к созданию читов, которые просто научились распознавать паттерны и фиксировать прицел игрока на головах противников. Это крайне примитивное решение и не имеет ничего общего с сегодняшней работой. Ключевое отличие заключается в трех критериях обучения: Краткосрочная эффективность - когда программа учится бегать и реагировать стрельбой на противников. Среднесрочная эффективность - когда бот учится полноценной навигации на карте, следит за своими показателями патронов и здоровья. И на основе этого начинает строить самые базовые тактики, например, отказывается выходить из-за укрытия при маленьком количестве здоровья, или перезаряжается, спрятавшись в укромном месте. И долгосрочная эффективность - когда бот учится экономике игры и умной закупке амуниции, планирует полноценные игровые стратегии на будущее, адаптируется к слабым и сильным сторонам противника, и, что самое главное, начинает грамотно взаимодействовать с командой.



Все предыдущие попытки и читы останавливаются на первой ступени, когда на карте появляется aim bot и стреляет всем в голову. Когда в процессе создания этой работы, исследователи остановились на второй ступени, добившись крайне высокой эффективности на aim картах и средней эффективности в deathmatch с реальными людьми. Стоит подметить, что бота учили играть именно как обычного человека, заставляя его буквально двигать курсором мышки и нажимать на виртуальные кнопки, тем самым избегая опасное поведение, когда курсор резко перемещается на нужную координату и фиксируется на цели. Благодаря этому удалось добиться довольно естественного поведения с контролем разброса при стрельбе. Обычно Counter-strike играется в разрешении 1920 на 1080, однако исследователи запускали игру в разрешении 1024 на 768, обрезали видимость до 584 на 488 и ещё уменьшили изображение до 180 на 80 пикселей. Именно с таким разрешением, в 16 кадров в секунду бот и играет.



Особенно интересно наблюдать как нейронная сеть совершает абсолютно человеческие ошибки, вроде стрельбы по уже мёртвому игроку или случайному игнорированию противников.

*Ссылки на использованные материалы:*

[ИИ в видеоиграх: принцип работы, лучшие примеры / Skillbox Media](https://skillbox.ru/media/gamedev/iskusstvennyy-intellekt-v-igrakh/)

[История искусственного интеллекта в компьютерных играх | shikari | Яндекс Дзен (yandex.ru)](https://zen.yandex.ru/media/id/5cb572d546f7cd00b258d622/istoriia-iskusstvennogo-intellekta-v-kompiuternyh-igrah-5dca72e740e93148148a1a79)

[Нейронная сеть играет в CS:GO - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=bEPlMefpyl8&list=PLBIMQsQzId8eQCaJM2ppBlThwYFFeA-Rr)

[https://arxiv.org/pdf/2104.04258.pdf](https://www.youtube.com/redirect?event=video_description&redir_token=QUFFLUhqbnF6a2J0TGR1em1XTGdYbDE2MWpUQ1RRN2VxUXxBQ3Jtc0tuQUZhaE9Ec2I2X1l1emZ4YXJ6dHctWkNpeWpYb0ZkbDZhZTF0bkVEWWU5M3hsemFhQlkxYjlZYWNnVi1EX2lublRJVmRuam9KZTc5WC1UWDZ3NmNzZTBpVVpMeGRmZzFlVjNsalBZTk8zamhabkFoMA&q=https%3A%2F%2Farxiv.org%2Fpdf%2F2104.04258.pdf)