

ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА

УДК 159.9

ГРНТИ 15.81.31

ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В КИБЕРСПОРТЕ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

© 2023 г. С.Ф. Сергеев*, А.С. Микрюкова**

** Доктор психологических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: s.f.sergeev@spbu.ru*

*** Бакалавр Санкт-Петербургского государственного университета;
г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: st084915@student.spbu.ru*

Индустрия компьютерных игр для киберспорта стремится к инновациям, используя современные технологии искусственного интеллекта (ИИ), что способствуют появлению новых успешных игр и расширению аудитории пользователей и киберспортсменов. Исследования в области метагейминга и психологии геймеров позволяют создавать интересные и реалистичные игровые среды. Нейросети предоставляют широкие возможности для генерации игрового контента и влияния на мотивацию игроков. Использование ИИ для создания уникальных геймплеев, ботов и искусственных противников повышает сложность игр, их привлекательность. Существуют проблемы, связанные с метагеймом и честной игрой (фэйр-плей), требующие инженерно-психологического и технологического решения при интеграции нейросетей в создание компьютерных игр и их использование в киберспорте. Главные области применения нейронных сетей в играх связаны с созданием искусственных интеллектуальных игровых персонажей и генерацией разнообразного игрового контента. Нейросети обучаются на основе действий игроков, что позволяет создавать умных и адаптивных противников, улучшая взаимодействие с игроками. Нейросети способствуют созданию процедурно-генерируемых игровых уровней и сценариев, делая игру более индивидуальной и интересной для каждого игрока. Однако использование нейросетей требует больших объемов данных и вычислительных ресурсов. Геймплей, созданный нейросетью, может быть непредсказуемым и не всегда соответствовать ожиданиям игроков.

Рассматривается игровой контент и методы его генерации с помощью нейронных сетей и технологий ИИ, что улучшает иммерсивность игровой среды и стимулирует мотивацию игроков. Процедурная генерация контента в играх использует алгоритмические методы для создания разнообразных элементов игры. Рассматриваются основные типы процедурно генерируемого игрового контента и алгоритмы генерации в соответствии с жанром игры. Нейронные сети предоставляют разработчику значительные преимущества в создании различных типов игрового контента. Использование нейронных сетей позволяет сохранить структуру повествования в игре, одновременно предоставляя новые и неожиданные комбинации, что придает свежий взгляд на создаваемый игровой продукт. В перспективе, нейронные сети могут быть применены для создания общего искусственного интеллекта в играх, который будет динамически генерировать игровой сюжет, события, реакции персонажей, навигацию по миру и взаимодействия между участниками игры. Это позволит создать сложный, полный сюрпризов, игровой мир, и привлечь активное участие игроков в достижении игровых целей.

Ключевые слова: нейросети, геймплей, метагейм, генерация контента, фэйр-плей, иммерсивность, интерактивность.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка и производство компьютерных игр для дисциплин киберспорта в настоящее время испытывают интенсивное развитие за счет внедрения современных технологий и идей. Основные ожидания и прогресс в рассматриваемой области связаны с использованием технологий искусственного интеллекта и прежде всего генеративных нейронных сетей приводящих к появлению новых игр, часть из которых становится коммерчески успешными и популярными.

Стремление к расширению пользовательской аудитории приводит разработчиков к изучению проблем метагейминга, психологии геймера, его поведения в игровой среде (Богачева, Войскунский, 2015; Назаров, Казакова, 2014), профессионально-важных качеств киберспортсменов (Сергеев, Тимохов, Баскаков, Циневич, 2020), эргономики киберспорта (Сергеев, 2018), дизайна игровой среды (Казакова, 2016). Это позволяет сделать игру более интересной, насыщенной и реалистичной. Массовое производство игр и игровых аксессуаров для геймплея, высокая конкуренция приводят к необходимости ускорения процессов создания игр, внедрению в их механику и логику формирования игровой среды средств управления мотивационной сферой и поведением игрока

(Казакова, 2016). С этой целью перспективно использование технологий искусственного интеллекта для генерации и управления содержанием и различными компонентами и свойствами игровой среды.

Нейронные сети предоставляют широкие возможности для генерации игрового контента любого типа. В настоящей статье рассматриваются инженерно-психологические проблемы и возможности использования нейронных сетей для формирования игровой среды и методов управления контентом. В частности, исследуется вопрос, насколько нейросети способны создать контент, положительно влияющий на игрока и вовлекающий его в игру, формируя чувство присутствия и игровую мотивацию. Кроме того, важно учитывать и то, как контент, динамически создаваемый и модифицируемый игроком в процессе игры или генерируемый искусственным интеллектом, влияет на игровую среду.

Использование нейросетей для создания геймплея является одним из направлений искусственного интеллекта в игровой индустрии. *Геймплей* — это компонент игры, отвечающий за взаимодействие игры и игрока, описывает, как игрок взаимодействует с игровым миром и как мир действует на игрока. Включает определенные задачи и варианты действий игрока, проявляющего активность и интерактивность в процессе достижения целей игры. Искусственный интеллект позволяет создавать более сложные и разнообразные игры с уникальным геймплеем. Например, нейросети могут быть использованы для решения игровых задач (Романников, Воевода, 2018), создания ботов или искусственных противников, которые могут учиться играть и развиваться в процессе игры. Это значительно повышает уровень сложности и интересности игры, так как боты могут использовать различные нетривиальные тактики и стратегии, чтобы победить игрока.

Возникает новая для инженерной психологии проблема — *противодействие человека деструктивной деятельности искусственных агентов*, наделенных искусственным интеллектом, обучающихся в информационных средах в задачах противодействия и противоборства в процессе достижения заданных целей. Решение

данной проблемы имеет решающее значение в задачах боевого противодействия в военных конфликтах и в киберинформационных войнах.

Второй проблемой использования нейросетей в компьютерных играх, используемых в киберспорте, является проблема *метагейма* игры связанная с созданием оптимизированной стратегии игры на основе игрового мира и интерфейса взаимодействия с ним и игровыми персонажами. В инженерно-психологическом плане необходимо решение вопросов создания интерфейсов взаимодействия оператора с игровым миром и решения задач управления действующими в искусственной среде аватарами. Решение данных задач позволит создать системы виртуального интерфейса, работающие с индуцированными средами, что важно для проектирования технологических систем использующих роботы и роботизированные системы (Сергеев, Юсупова, Сергеев, 2022).

Третья проблема связана с понятием фэйр-плей, описывающим честную игру, основанную на принципах справедливости и уважения к другим игрокам. Она включает в себя следование правилам игры, отсутствие мошенничества, соблюдение спортивного поведения и уважительное отношение к другим игрокам. В инженерно-психологическом плане возникает *проблема комбинированного и группового управления* операторами, действующими в искусственной среде по определенным правилам и решающими задачу достижения общей цели при групповом противодействии со стороны противников.

Рассмотрим в данном контексте проблемы инженерно-психологического и технологического плана, возникающие при решении задач внедрения нейросетевых технологий в практику создания компьютерных игр и их использования в киберспорте.

ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИГРОВОГО СОДЕРЖАНИЯ

Использование нейронных сетей для создания геймплея — это актуальная и интересная тема в современной игровой индустрии. Нейросети могут помочь создавать

более реалистичные и проработанные игровые миры, управляемые компьютером, и повышать общее качество игрового процесса.

Одной из основных областей применения нейронных сетей в игровой индустрии является создание искусственного интеллекта для игровых персонажей. Например, нейросети могут обучаться на основе поведения и действий игроков в игре, чтобы создать более умных и адаптивных противников. Такие персонажи могут более реалистично взаимодействовать с игроком и создавать более интересный и вызывающий у игрока опыт игры.

Также нейросети могут быть использованы для создания генеративных моделей игрового процесса, которые позволят игре создавать случайные, но при этом интересные и сбалансированные уровни, персонажей, предметов и событий в игре. Это может помочь создавать более разнообразный и нестандартный игровой процесс, который будет вызывать у игроков больший интерес и желание играть.

Нейросети позволяют создавать более реалистичные и динамичные игры, а также сокращать время на разработку и тестирование игр.

С помощью нейросетей можно создавать игровые персонажи и определять их поведение в игре. Например, можно создать нейросеть, которая будет управлять искусственным интеллектом врагов, чтобы они стали более умными и непредсказуемыми в своих действиях. Также нейросети могут помочь в создании реалистичных физических моделей игровых объектов, что позволит сделать игру более интересной и динамичной.

Перспективно использование нейросетей для создания сценариев и заданий в играх. Они могут анализировать поведение игрока и создавать персональные сценарии, которые будут учитывать стиль игры каждого игрока, что позволит сделать игру более индивидуальной и интересной для каждого игрока.

Нейросети могут быть использованы для создания процедурно-генерируемых уровней, которые могут быть уникальными для каждой игры, что позволяет создавать бесконечное количество вариантов игровых уровней, которые будут отличаться друг от

друга по сложности, стилю и дизайну. Использование нейронных сетей для создания геймплея основано на их способности обучаться на основе большого количества данных и опыта. Например, нейронные сети могут быть обучены распознавать образы и образцы поведения в игре, что позволяет им создавать реалистичное поведение для персонажей.

Несмотря на очевидные преимущества использования нейронных сетей для создания геймплея, есть и некоторые ограничения. Во-первых, для создания геймплея с использованием нейронных сетей требуется большое количество данных и вычислительных ресурсов. Во-вторых, нейронные сети могут создавать непредсказуемый геймплей, который может не соответствовать ожиданиям и логике действий игроков и не давать возможности игрокам изменять игровой процесс в соответствии с их потребностями и желаниями. Кроме того, создание алгоритмов для нейросетей может потребовать специальных навыков и знаний, наличие опытных специалистов в области инженерной психологии, машинного обучения и эргономики, что может повысить общую стоимость разработки игры.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ИГРОВЫХ СТРАТЕГИЙ, МЕТАГЕЙМА И ФЭЙРПЛЕЙ ИГРЫ

Понятие метагейм связано с созданием оптимизированной стратегии игры и погружением игрока в оптимальную захватывающую игровую среду (Kim, 2010).

Термин «метагейм» в мире киберспорта сильно эволюционировал со временем и частично отошел от своего определения в других областях. Его можно кратко определить как оптимизированную стратегию на основе игры и окружающих структур игры. Перед проведением соревнований в конкретной дисциплине киберспорта исследователи должны попытаться изучить, количественно описать и ознакомиться с ее метагеймом. Понимание метагейма может помочь создать единый исторический контекст, что в свою очередь поможет избежать многих неверных ассоциаций и сравнений, возникающих из-за предубеждений. Кроме того, понимание метагейма может помочь исследователям понять

процессы принятия решений игроков и то, что на них повлияло. Наконец, из-за цикличности природы некоторых аспектов метагейма есть возможность предсказывать будущие тенденции, пересматривая прошлые метагеймы, которые имели сходства с доминирующим метагеймом (Kokkinakis et.all, 2021).

Существует несколько моделей метагейминга, которые могут использоваться в различных играх. Одной из наиболее распространенных моделей является «разделение мира» (world separation), которая предполагает, что игроки должны строго разделять знания и действия своих персонажей в игре и свои внутриигровые знания. Эта модель используется, например, в ролевых играх, где игроки должны вести себя так, как будто они находятся в мире игры и не могут использовать знания, которые персонажи не могли бы иметь.

Другая модель — «расширение мира» (world expansion), которая предполагает, что игроки могут использовать внутриигровые знания, чтобы улучшить свою игру, но при этом они не должны прямо нарушать правила игры. Например, в настольных играх игроки могут использовать свои знания о правилах и стратегиях, чтобы выиграть игру, но они не могут использовать внутриигровые знания, которых их персонажи не знают.

Третья модель — «полное слияние миров» (world integration), которая предполагает, что игроки могут использовать все свои знания, включая внутриигровые и внешние, для улучшения своей игры. Эта модель используется, например, в онлайн-играх, где игроки могут обмениваться знаниями и опытом, чтобы улучшить свои персонажи и выиграть игру.

Психология игрока, который противостоит персонажу, наделенному искусственным интеллектом (ИИ), может быть довольно разнообразной и зависит от конкретной игры и ситуации. Однако, можно выделить несколько общих факторов, которые влияют на психологию игрока в такой ситуации.

Во-первых, игрок может испытывать чувство страха и тревоги перед мощным ИИ-противником, который может быть более умным и опасным, чем другие враги в

игре. Это может привести к тому, что игрок начнет действовать более осторожно и предусмотрительно, что может замедлить его прогресс в игре.

Во-вторых, игрок может чувствовать некоторое беспокойство от того, что он противостоит не живому существу, а машине, которая не имеет эмоций и может использовать любые методы, чтобы победить в игре. Это может вызвать у игрока чувство некоторой несправедливости и неравенства перед ИИ-противником.

В-третьих, игрок может испытывать чувство удовлетворения от победы над мощным ИИ-противником. Это может стать одним из главных мотиваторов для игрока и стимулировать его продолжать игру.

Наконец, важно учитывать, что психология игрока может сильно зависеть от того, насколько хорошо реализован ИИ-противник в игре. Если ИИ слишком простой и предсказуемый, то игрок может быстро потерять интерес к игре. Если же ИИ слишком сложный и непредсказуемый, то игрок может столкнуться с чувством беспомощности и отчаяния. Поэтому, важно найти баланс между сложностью ИИ и удовлетворением игрока от игры. “Концепция метагейминга основана на предпосылке, что рациональный человек, принимающий решения, может быть только субъективно рациональным, то есть он выбирает какое-то действие как наиболее предпочтительное для него в соответствии с данной информацией, которая может быть ошибочной” (Dutta, King, 1980, с. 359).

Метагейминг (Meta-gaming) предполагает использование знаний о внутриигровых механиках и правилах игры для получения преимущества над другими игроками, вместо использования только того, что доступно персонажу в игре. Область применения метагейминга может быть различной в зависимости от игры или ситуации. Например, в ролевых играх метагейминг может проявляться в использовании знаний об уязвимостях монстров или слабостях врагов, которые персонажи игроков в игре не могут знать. В настольных играх метагейминг может проявляться в использовании знаний об определенных стратегиях и тактиках, которые игрок может использовать для получения преимущества. Однако, метагейминг может иметь негативные последствия для игры, так

как он может нарушать баланс и фэйр-плей. Некоторые игроки могут использовать метагейминг для обхода правил и достижения своих целей, что может испортить впечатления от игры для других участников. Также, метагейминг может создавать нереалистичные ситуации, которые могут нарушить иммерсию игры.

Таким образом, метагейминг является сложным и контекстуальным понятием, которое может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для игры. Ограничения метагейминга заключаются в том, что его использование должно быть ограничено правилами игры и здравым смыслом, чтобы сохранить баланс и фэйр-плей в игре.

Фэйр-плей (fair play) — это понятие, которое описывает честную игру, основанную на принципах справедливости и уважения к другим игрокам. Включает в себя следование правилам игры, отсутствие мошенничества, соблюдение спортивного поведения и уважительное отношение к другим игрокам. Фэйр-плей может применяться в различных сферах, включая спорт, игры, бизнес и общение в обществе. В каждой из этих сфер существуют определенные правила и нормы поведения, которые помогают сохранять фэйр-плей.

Честная игра подразумевает, что игроки должны следовать правилам игры и не использовать нечестные способы, чтобы получить преимущество над другими игроками. Они также должны соблюдать спортивное поведение и уважать других игроков. Фэйр-плей является важным элементом в общении и помогает создавать уважительную и доверительную атмосферу между людьми. Когда люди соблюдают правила и проявляют уважение к другим, это способствует установлению позитивных взаимоотношений и помогает избежать конфликтов и недоразумений.

ПРИСУТВИЕ И ИММЕРСИВНОСТЬ В ИГРОВОЙ СРЕДЕ: ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

Игровой контент — это все, что может быть воспринято, интерпретировано и превращено в действие игроком/игроками в целях достижения игрового результата. К

игровому контенту относятся текстуры, фоновые звуки, карты, уровни, персонажи, оружие, квесты, игровые механики и правила (Barriga, 2019). Игровой контент может быть, как созданным дизайнерами, так, и сгенерированным различными способами, в том числе автоматически и методами искусственного интеллекта. В работе (Hastings, Guha, Stanley, 2009) были впервые предложен алгоритм cgNEAT для автоматизированной в реальном времени генерации контента в популярных играх на основе предпочтений игроков и показана его перспективность и эффективность. В настоящее время генерация контента является одной из функций игровой среды. Разделяется по источникам его происхождения на:

- созданный разработчиками контент: производится до релиза игры;
- созданный алгоритмами контент (до релиза): производится алгоритмами, но отбирается и/или дорабатывается разработчиками;
- произведенный игроками контент: создается в процессе игры и взаимодействия игроков друг с другом;
- сгенерированный алгоритмами контент (после релиза): создается либо непосредственно до начала игры (процедурная генерация игрового мира), либо во время игры (например, поведение NPC — non-playable character, персонаж, управляемый компьютером) (Анохин и др., 2020).

Главная задача игрового контента — вовлечь игрока в сюжет игры, поставить перед ним цель/цели, которые он пытается достигнуть с помощью средств игры. Основная цель — обеспечение *иммерсивности* — свойства игровой среды, характеризующее ее возможности вовлекать игрока в текущую систему отношений, определяемую содержанием среды (Sergeev, Burmistrov, 2019). Игровая среда предоставляет игроку непрерывный поток стимулов и опыта, а игрок, в свою очередь, включается в игровую среду, реагируя на эти стимулы и тем самым создает новый контент.

Таким образом, игра оказывается диалогом между игроками и искусственной или

естественной игровой средой. Идет взаимодействие между системами: игровой системой, игроком и другими игроками.

В большинстве теорий, описывающих поведение игрока, делается предположение, что игроки формируют свои действия на основе анализа действий противника выбирая рациональные ответы. Но данная стратегия может приводить к ошибочным результатам, так как игроки могут иметь ошибочные представления о действиях противника. Возникновение баланса и гармонии между этими компонентами и есть цель разработчика игры. Аналогично в случае противостояния игроки находятся в равновесии, если они рациональны и точно предсказывают стратегии других игроков. Правда это редко происходит в действительности. Теория «когнитивной иерархии» (Camerer, Ho, Chong, 2004) напротив считает, что каждый игрок предполагает, что его стратегии являются наиболее изощренными, что ведет к нарушению баланса рациональности и логики игры.

Таким образом, теоретики игр добавляют предположение о том, убеждения каждого игрока согласуются с действиями других игроков. Взаимная согласованность и рациональность определяют игровой баланс.

Погружение в среду сопровождается появлением эффекта присутствия. *Присутствие* выражает ощущение человека нахождения в среде, в том числе отличающейся от среды непосредственного чувственного восприятия: например, переживание присутствия может происходить в процессе чтения литературного произведения (Sergeev, Burmistrov, 2019). Еще одним понятием, связанным с игровой средой, является состояние *потока*. Состояние потока в контексте игры характеризуется крайней степенью сфокусированности на игровой деятельности, абсолютной вовлеченностью и высокой степенью мотивации для достижения поставленной цели (Казакова, 2016). Такому эффекту способствует тщательная проработка аудиовизуального контента, сценария и поведения неигровых персонажей. Это приводит к тому, что игрок начинает верить событиям, происходящим в игре, и не различает их в пределе с физической реальностью. Важно не допустить появления недоработанного и

неестественного для темы или сеттинга игры контента, так как это ведет к прерыванию состояния потока. Состояние потока, в свою очередь, приводит к высокой мотивации игрока, заставляет его проводить больше времени в игре.

Учитывая вышесказанное можно рассмотреть следующие возможности создания игрового контента с помощью искусственного интеллекта:

— повышение иммерсивности игровой среды, которая со временем может падать (игрок привыкает к сюжету, осваивает игровой мир), а искусственный интеллект, управляя контентом, может поддерживать на требуемом уровне игровую мотивацию и иммерсивность игры;

— при создании контента вручную высока вероятность ошибки при увеличении масштаба игры и объема необходимых текстур, сюжетов и персонажей. В этом случае использование процедурной генерации контента с помощью генеративных нейросетей позволяет сократить время работы и, соответственно, улучшить качество производимых элементов дизайна игры.

ПРОЦЕДУРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ИГРОВОГО КОНТЕНТА

Важной особенностью эргономики игрового мира является возможность процедурной генерации контента — использование алгоритмических методов для производства игрового контента (Barriga, 2019). Ряд авторов (Hendrikx et al., 2013; Barriga, 2019) выделяют шесть типов генерируемого игрового контента:

— *игровые биты* — текстуры, звук, растительность, здания, поведение, системы частиц (огонь, вода, камни, облака);

— *игровое пространство* — карты внутренних помещений: ограниченных пространств внутри домов, в подземельях, пещерах; карты внешнего мира, водные пространства, прочие карты (зоны телепортации, горы, овраги и т.д.);

— *игровые системы* — экосистемы, дорожные сети, городская среда, поведение сущностей (например, взаимодействие с игроком);

— *игровые сценарии* — головоломки, раскадровки, сюжет, уровни;

— *игровой дизайн* — системный дизайн (механики и правила), дизайн мира (сюжет, сеттинг, тема);

— *производный контент* — новости, трансляции, доска лидеров.

Эти виды различаются по уровню сложности их генерации: если, например, сгенерировать текстуру достаточно просто, то намного сложнее сделать это с типами дизайна игры и производного контента.

Алгоритмы процедурной генерации контента можно разделить на три группы: традиционные методы, поисковые методы (search-based) и машинное обучение (Barriga, 2019). К традиционным методам относят генераторы псевдослучайных чисел, генеративную грамматику, фрактальную генерацию. Поисковые методы (search-based methods) основаны на правиле «сгенерируй-и-протестируй»: контент генерируется и затем оценивается согласно заданной функции, и если он не удовлетворяет условиям, то генерация продолжается (например, эволюционная генерация). Методы машинного обучения — рекуррентные нейронные сети, автоэнкодеры, генеративно-сопоставительные сети (GAN) и марковские модели. В табл. 1 даны примеры процедурно сгенерированного контента в компьютерных играх.

Таблица 1

Примеры процедурно сгенерированного контента в разных играх и исследованиях

Тип контента	Контент	Игра	Метод (алгоритм)	Источник
Игровые биты	Оружие	Galactic Arms Race	Content-generating NeuroEvolution of Augmenting Topologies (cgNEAT)	(Hastings et al., 2009)
Игровое пространство	Игровой мир (галактики, планеты)	Elite	Генерация псевдослучайных чисел	(Amato, 2017)
Игровые системы	Леса	The Elder Scrolls IV: Oblivion	Алгоритм SpeedTree	(Amato, 2017)
Игровые сценарии	Уровни	Super Mario Bros.	Генеративные нейронные сети (GAN)	(Volz et al., 2018)
Дизайн игры	Механики и правила	Аркадные игры	Video Game Description Language (VGDL) — язык описания игр	(Nielsen et al., 2015)

Производный контент	Комиксы по прохождению игры	World of Warcraft	(Chan et al., 2009)
---------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------

Использование процедурной генерации контента позволяет не только упростить работу разработчиков, но также создать персонализированный игровой контент, адаптирующийся к каждому конкретному игроку (Barriga, 2019). Например, в игре «Left for Dead» в зависимости от успехов команды игроков искусственный интеллект адаптирует под них волны противников, а в игре «Galactic Arms Race» генерирует новое оружие в соответствии с предпочтениями игроков. Такая генерация повышает иммерсивность игры и насыщает процесс игры разнообразным мотивирующим контентом.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЯХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ ИГРОВОГО КОНТЕНТА В РАЗЛИЧНЫХ ЖАНРАХ

Используется широкий класс нейросетевых технологий.

Сверточные нейронные сети (convolutional neural networks, CNNs) — представляют собой класс нейронных сетей с глубокой прямой связью (Anantrasirichai, Bull, 2022). Они состоят из сверточных слоев, предназначенных для использования двумерных структур (например, изображений). Слои производят операции свертки между ядром определенного размера и входным сигналом; таким образом, выход каждого сверточного слоя представляет собой модифицированный фильтром входной сигнал. Сверточные нейронные сети активно используются для улучшения качества изображений: усиление контраста, раскрашивание, шумоподавление.

Реккурентные нейронные сети — имеют три или более слоев: входной слой, скрытые слои и выходной слой (Zhang et al., 2023). В момент времени t состояние в скрытом слое зависит от скрытого состояния в момент времени $t-1$, в чем и заключается рекуррентность сети. Реккурентные нейронные сети применяются для данных, распределенных во времени: распознавание речи, рукописного ввода, создание музыки

(Anantrasirichai, Bull, 2022).

Генеративные состязательные нейронные сети (generative adversarial network, GAN) — это модель порождения данных, основанная на состязании двух частей: генератора и дискриминатора (Малахов, Андросов, Аверченков, 2020). Генератор создает новые экземпляры данных, а дискриминатор решает, принадлежит каждый новый экземпляр заданному набору данных или нет. Задача генератора — создать такие экземпляры данных, чтобы дискриминатор не отличил их от оригинальных. Задача дискриминатора — как можно более точно классифицировать поступающие данные, отделив оригинальные экземпляры от созданных генератором экземпляров.

Автокодеры — нейронные сети, задача которых — воссоздать входные данные в качестве выходных (Oussidi, Elhassouny, 2018). Они представляют собой прямую неповторяющуюся сеть, которая сначала постоянно уменьшает размерность входных данных до наименьшего скрытого слоя (часть кодера), а затем восстанавливает данные из этого слоя, повторяя структуру входных данных (часть декодера). При этом цель автоэнкодеров заключается не в точном повторении данных из ввода на вывод, а в использовании базовых шаблонов и характеристик распределения данных для генерации новых примеров из того же множества, что и обучающее.

Современные технологии позволяют значительно ускорить и облегчить процесс творчества при создании игрового контента до релиза игры. В статье (Галкин, Коновалова, Бобков, 2022) рассматриваются два подхода к автоматизации творчества: инструментальный и генеративный. Инструментальный подход используется повсеместно: к нему относятся автофокус на фотоаппарате, автозамена слов с ошибкой в текстовых редакторах, другие подсказки. Усложнение таких систем приводит к программам ассистентам, которые не просто подсказывают, но активно помогают человеку. Генеративный подход заключается в том, что «человек не создает конкретный объект, а проектирует способ создания ряда объектов» (Галкин, Коновалова, Бобков, 2022, с. 22); примерами такого подхода являются искусственные нейронные сети.

Процесс творчества содержит два этапа: поисковый и композитный (Галкин, Коновалова, Бобков, 2022). Поисковый этап состоит из постановки задачи, сбора и накопления информации, а на композитном этапе происходит создание продукта (решение задачи). Компьютер легко справляется со вторым этапом, но он не способен самостоятельно поставить задачу. Таким образом, работа нейронных сетей невозможна без участия человека. В этом смысле можно говорить о системе «человек-искусственный интеллект» и об успешности взаимодействия человека и компьютера.

Взаимодействие человека и компьютера связано с понятиями доверия и недоверия человека к технике (Обознов и др., 2021). Достижение желаемого результата возможно при доверии человека к себе и доверии или недоверии к технике в тех пропорциях, в которых они не переходят в сверхдоверие и сверхнедоверие, так как такие проявления отрицательно влияют на результат. Недоверие же человека к себе приводит к большему доверию технике, что может влиять на пропуск ошибок. В нашем случае желаемым результатом является получение элементов игрового контента, повышающих иммерсивность игры. Для этого важно критически оценивать то, что выдает нейронная сеть, не полагаясь полностью на нее. Кроме того, возможность передать реализацию идей компьютеру, в частности, нейросети, требует от человека точного понимания решаемой задачи и ее точного описания.

Применение генеративных нейронных сетей позволяет автоматизировать производство контента, который требует усилий дизайнеров (Малахов, Андросов, Аверченков, 2020). Нейросети способны изменять фотографии так, чтобы изменений не было заметно, генерировать реалистичные изображения, а также создавать изображения высокого разрешения на основе изображений с низким разрешением.

Также в настоящее время возможности нейросетей позволяют генерировать контент одного типа (например, изображение) на основе контента другого типа (например, текста). Использование конкретных нейросетевых технологий связано с классификацией игр по жанрам.

Лучшие киберспортивные игры: Apex Legends, Counter-Strike: Global Offensive, Dota 2, Hearthstone, League of Legends, Overwatch, PUBG, Valorant, Warcraft III: Reforged, Warface. Они реализуют различные виды геймплея.

Например, распределение игр по геймплею (Lee et al., 2014) выделяет следующие жанры:

— action («экшн») — сделан акцент на серию действий, выполняемых игроком для достижения целей (пример: Super Mario Bros.);

— action/adventure («экшн» и приключения) — действие игры разворачивается в определенном мире, который игрок должен исследовать и в котором требуется достичь поставленных целей через серии действий (пример: The Legend of Zelda);

— driving/Racing (вождение/гонки) — управление различными транспортными средствами, иногда с целью выиграть гонку у соперника (пример: Mario Kart);

— puzzle (головоломки) — разгадывание загадок, маршрутов, манипуляции с артефактами (пример: Tetris, Hearthstone, Clash Royale);

— fighting («файтинг», сражения) — управление персонажем для участия в бою с противником (пример: Street Fighter);

— RPG (role-playing game) — ролевая игра, история, в процессе развития которой персонаж игры эволюционирует в заданном направлении (пример: Final Fantasy);

— shooter («шутер», «стрелялки») — стрельба по ряду противников и зачастую их уничтожение (пример: Doom, CounterStrike: Global Offensive, Overwatch, Call of Duty);

— simulation (симуляция) — целью игры является воссоздание опыта реальной деятельности в игровом мире (пример: SimCity);

— sports (спорт) — имитация определенных видов спорта в игровом мире (пример: NHL (хоккей), FIFA (футбол) и EA Sports UFC (смешанные единоборства));

— strategy (стратегия) — игры, характеризующиеся стратегическими решениями игроков и их вмешательствами в игровую действительность для достижения желаемого результата (Starcraft, Warcraft и Total War: Warhammer II.).

Так как нас интересует генерация игрового контента с помощью искусственного интеллекта, рассмотрим, как для разных жанров возможно усилить игровую мотивацию с помощью динамического изменения контента (табл.2).

Таблица 2

Жанры игр и генерируемый в них контент

Жанр игры	Генерируемый контент
Action («экшн»)	Новые уровни, динамическое изменение уровня в зависимости от успехов/неудач игрока
Action/adventure («экшн» и приключения)	Динамическое изменение уровня в зависимости от успехов/неудач игрока
Driving/Racing (вождение/гонки)	Улучшение навыков противников в гонках, новые уровни (с более сложными трассами), динамическое изменение погодных условий (в дождь ехать сложнее, в солнечную погоду - легче)
Fighting («файтинг», сражения)	Усложнение противников в зависимости от успехов игрока, новые комбинации навыков и новые навыки противников
Puzzle (головоломки)	Новые уровни
RPG (role-playing game, ролевая игра)	Новые игровые предметы, новые квесты (задания, которые дают персонажи в игровом мире — т. е новые сюжеты)
Shooter («шутер», «стрелялки»)	Динамическое улучшение точности врагов, их ускорение
Simulation (симуляция)	Новые предметы, новые диалоги, симулирующие реальную действительность
Sports (спорт)	Улучшение навыков противников
Strategy (стратегия)	Новые зоны, новые здания (постройки, добывающие ресурсы или дающие бонусы), новые юниты (персонажи, которыми управляет игрок), новые противники

Динамическое изменение контента или генерация нового контента в зависимости от успехов или неудач игрока позволяет улучшить его игровой опыт. Игрок всегда будет сталкиваться с задачами, решение которых будет с одной стороны возможно, а с другой стороны потребует от него приложения некоторых усилий, что приводит к удовлетворению от игры.

ВОЗМОЖНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИГРОВОГО КОНТЕНТА

Игровые биты. В качестве игровых битов рассмотрим три элемента: изображения, которые могут быть использованы в качестве текстур, звук (музыка), необходимый в играх для создания атмосферы и повышения иммерсивности, и 3D-

объекты.

Создание изображений с помощью нейронных сетей на основе текстового ввода возможно несколькими способами, к которым относятся генеративные нейронные сети (GAN), диффузные методы и авторегрессивные методы (Zhang et al., 2023). Долгое время генеративные нейронные сети были способны создавать лишь небольшие и зачастую нереалистичные изображения, но в настоящее время разбиение процесса на несколько этапов, за каждый из которых отвечает отдельная нейронная сеть, позволяет генерировать реалистичные изображения высокого разрешения на основе неструктурированного текстового ввода (Zhang et al., 2016).

Авторегрессивные методы вдохновлены сетями-трансформерами, соединяющими кодер и декодер с помощью механизма внимания, впервые предложенными в статье (Vaswani, 2017). На основе такого подхода работает, в частности, нейросеть DALL-E (Zhang et al., 2023). Кроме изображений, трансформеры используются, в частности, при генерации музыки (Бурякова, 2022). Создаваемая таким образом музыка не ограничена по жанрам и стилю. При определенных обучающих выборках она может, например, повторять стиль конкретного композитора, кроме того, возможно задать ее настроение с помощью изображений.

Диффузные модели состоят из последовательности шумоподавляющих автоэнкодеров (Rombach et al., 2017) и сейчас привлекают к себе большое внимание (пример диффузной модели: Stable Diffusion) (Zhang et al., 2023). Кроме 2D-изображений, диффузные нейронные сети применяются для работы с 3D, например, в сети DreamFusion, генерирующей 3D-модель на основе текстового ввода через использование предварительно обученной 2D-модели диффузии текста в изображение (Poole et al., 2022).

Для уменьшения времени работы с 3D-графикой разработан также инструмент Omniverse Audio2Face от компании Nvidia. Он дает возможность сократить время на лицевую анимацию, генерируя ее на основе аудиодорожки. Использование этого

инструмента позволяет избежать больших временных и финансовых затрат на работу 3D-аниматоров.

Игровое пространство. Нейросети позволяют не только создавать уникальные трехмерные объекты или усложнять трехмерную геометрию на основе текстовых запросов. В статье (Козар, Кугуракова, Сахибгареева, 2022) рассматривается инструмент для расстановки объектов в 3D-сцене на основе текстового описания. Он позволяет ускорить создание полноценной сцены, снизить временные затраты на генерацию. Кроме того, данная технология на основе одного описания способна создать почти бесконечное множество вариантов. Ее использование позволит каждый раз при новом прохождении одного и того же игрового уровня получать разный опыт, что повысит интерес к игре.

Игровые системы. Игровые системы, например, дорожные сети или переходы состояний NPC, можно выразить с помощью графов. Генерация графов с помощью нейронных сетей — сложный процесс, требующий особого внимания. Авторегрессивные методы генерации создают графы шаг за шагом, что повышает масштабируемость, но требует больших вычислительных затрат (Zhang et al., 2023). Автоэнкодеры неспособны точно генерировать информацию о такого рода структуре. Генеративные нейронные сети позволяют достичь более качественного результата, но их обучение в этой сфере нестабильно. Применение диффузных нейросетей для создания графов позволяет, с одной стороны, создать структуры, похожие на обучающую выборку, а с другой стороны дают возможность генерировать графы, оптимизирующие заданные модели. Таким образом, генерация графов со временем развивается, что в будущем позволит автоматически создавать такие сложные структуры, как, например, дорожные сети.

К игровым системам также относится поведение неигровых персонажей (NPC), которое также может быть сгенерировано с помощью нейросети. Например, генерация текста в языковых моделях позволяет создавать уникальные ответы персонажа на

вопросы игрока, в том числе зависящие от окружающей обстановки и ситуации (например, если персонаж занят, он даст один ответ, если он отдыхает — другой ответ). Генерация действий NPC должна быть вписана в игровой мир, и потому каждое действие должно иметь отклик не только у игрока, но также и в игровой среде. Учет этого значительно усложняет разработку игры, но нейронные сети, контролирующие как NPC, так и ответ мира на его действие, способны облегчить труд разработчиков.

Игровые сценарии и дизайн игры. Генеративные нейросети способны создавать сценарии, учитывая решения и поведение игрока. Примером такого использования технологий является игра AI Dungeon, текстовое приключение (как однопользовательское, так и многопользовательское), в которой на основе текстового ввода нейросеть генерирует ответ игрового мира на действия игрока (Anantrasirichai, Bull, 2022). Генеративные модели при создании сценариев опираются на: знание персонажей и их черт, знание темы сценария и стиля написания сценариев, а также знание структуры сценария (Anantrasirichai, Bull, 2022).

Это позволяет создавать натуралистичные и качественные сценарии. Кроме того, порой нейросеть способна создавать неожиданные сочетания, комбинируя информацию из различных областей, что позволяет создать непредсказуемые варианты развития сюжета. Разрушение стереотипов приводит к формированию WoW-фактора — характеристики, мгновенно вызывающей положительное восприятие продукта или проекта со стороны потребителя, зрителя или пользователя (Казакова, 2016).

Важно учитывать и тот факт, что кинематографический сценарий отличается от игрового. Если киносюжет представляет теоретическую информацию, ориентирован на возбуждение в зрителях эмоций и переживаний, субъективен и может быть воспринят по-разному разными людьми, то игра — это эмпирический опыт. Она ориентирована на действие и имеет объективную оценку с точки зрения успешности действий игрока (Казакова, 2016). Так как часть сюжета может быть рассказана с помощью игровой механики, стоит учитывать этот факт при автоматическом создании сценария и при его

обработке.

Нарративная игровая механика вовлекает игровых агентов, включая игрока, во взаимодействие друг с другом для выполнения действий, поддерживающих сценарии, разворачивающиеся в игровом мире (Dubbelman, 2016). Игровой сценарий может быть создан разработчиками, произведен игроками (например, в онлайн-игре), сгенерирован алгоритмами искусственного интеллекта как до, так и после релиза.

Производный контент. Нейронные сети в настоящее время активно используются, в частности, в новостной сфере (Zhang et al., 2023). Относительно игр это позволяет разработчикам избежать самостоятельной генерации новостей, предоставив это нейросети. Использование искусственного интеллекта при создании рекламы позволяет персонализировать рекламный контент и сделать его более привлекательным для конкретных пользователей (Zhang et al., 2023). Таким образом, нейронные сети способны создавать производный контент по играм, например, генерируя новости и создавая персонифицированную рекламу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологии нейронных сетей позволяют генерировать игровой контент разных типов, превосходя по продуктивности возможности человека. Нейросеть за короткий промежуток времени способна выдавать большее количество вариантов контента, и поэтому может значительно ускорить разработку компьютерных игр.

Основываясь на обучающем материале, нейросеть позволяет сохранить структуру повествования в игре, создавая неожиданные сочетания, что позволяет по-новому взглянуть на создаваемый продукт. Возникает проблема инженерно-психологического проектирования игрового мира и его связи (интерфейса) с игроком (игроками).

Перспективно применение нейросетей в игровой индустрии для создания общего искусственного интеллекта мира игры, который позволит использовать генеративные нейросети для динамической генерации и управления игровым сюжетом, событиями, реакцией персонажей, перемещениями по миру, взаимодействиями между акторами и

участниками игры. Превращение игрового мира в полную сюрпризов реальность привлекает пользователей и заставляет их активно включаться в деятельность по достижению игровых целей.

Использование нейронных сетей в игровой индустрии ведет к дальнейшему развитию и расширению данной области. При этом особое значение приобретает решение инженерно-психологических и эргономических вопросов, связанных с организацией искусственной среды деятельности геймера и его безопасного взаимодействия с динамическим содержанием игрового мира.

ЛИТЕРАТУРА

- Анохин А.О., Садовникова Н.П., Катаев А.В., Парыгин Д.С.* Моделирование поведения агентов для реализации игрового искусственного интеллекта // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2020. № 2 (50). С. 85–99. DOI: 10.21672/2074-1707.2020.50.2.096-110
- Богачева Н.В., Войскунский А.Е.* Когнитивные стили и импульсивность у геймеров с разным уровнем игровой активности и предпочитаемым типом игр // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2015. № 1 (12). С. 29–53.
- Бурякова О.С., Решетникова И.В., Черкесова Л.В.* Методы искусственного интеллекта в генерации алгоритмических музыкальных композиций // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 8. С. 82–91. DOI: 10.17513/snt.39271
- Галкин Д.В., Коновалова К.В., Бобков С.П.* К проблеме автоматизации творчества в сфере искусства и дизайна: инструментальный и генеративный подходы // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. 2021. № 44. С. 14–24. DOI: 10.17223/22220836/44/2
- Казакова Н.Ю.* Принципы проектирования обуславливающих достижение состояния «потока» аспектов в гейм-дизайне // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 2: Филология и искусствоведение. 2016. № 1 (172). С. 150–156.
- Казакова Н.Ю.* Основные принципы разработки сюжета игрового проекта в рамках гейм-дизайна // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 2: Филология и искусствоведение. 2016. № 3 (182). С. 216–222.

Казакова Н.Ю. Основные принципы разработки персонажа в рамках гейм-дизайна // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2016. № 35. С. 146–157.

Козар Б.А., Кугуракова В.В., Сахибгареева Г.Ф. Структуризация сущностей естественного текста с использованием нейронных сетей для генерации трехмерных сцен // Программные продукты и системы. 2022. № 26. С. 329–339. DOI: 10.15827/0236-235x.139.329-339

Малахов Ю.А. Анализ и применение генеративно-состязательных сетей для получения изображений высокого качества / Ю.А. Малахов, А.А. Андросов, А.В. Аверченков // Эргодизайн. 2020. № 4 (10). С. 167–176. DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-167-176

Назаров Ю.В., Казакова Н.Ю. История возникновения гейм-дизайна как самостоятельной формы визуального искусства. Жанры видеоигр и основные этапы их разработки // Дизайн и технологии. 2014. № 43 (85). С. 91–99.

Назаров Ю.В., Казакова Н.Ю. Психология игрового процесса и сценарии в гейм-дизайне // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. 2014. № 4. С. 370–386.

Обознов А.А., Акимова А.Ю., Рунец О.В. Феномены сверхдоверия и сверхнедоверия оператора к интерфейсу «человек — искусственный интеллект» // Институт психологии Российской Академии Наук. Организационная психология и психология труда. 2021. Т. 6. № 2. С. 4–20. DOI: 10.38098/ipran.opwr_2021_19_2_001

Романников Д.О., Воевода А.А. Использование нейронных сетей для решения игровых задач на примере задачи поиска пути в лабиринте // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. 2018. № 4. С. 33–42. DOI:10.24143/2072-9502-2018-4-33-42

Сергеев С.Ф. Юзабилити в киберспорте: игровые интерфейсы и среды // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2018. № 3 (88). С. 43–47.

Сергеев С.Ф. Эргономика киберспорта: неклассические представления // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. 2018. № 3 (88). С. 28–34.

Сергеев С.Ф., Тимохов В.В., Баскаков А.С., Циневич Р.К. Сравнительный анализ профессионально-важных качеств киберспортсменов базовых игровых дисциплин // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Выпуск 9 / Под ред. А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. М.: Изд-во «Институт

психологии РАН», 2020. С. 316–337. (Труды Института психологии РАН).
DOI: 10.38098/ergo.2020.018

Сергеев А.В., Юсупова А.Ю., Сергеев С.Ф. Мультимерные интерфейсы в активной управляющей индуцированной виртуальной среде // Робототехника и техническая кибернетика. 2022. Том 10. № 4. С. 261–266. DOI: 10.31776/RTSJ.10403

Amato A. Procedural Content Generation in the Game Industry // Game Dynamics / ed. by O. Korn, N. Lee. Cham. Springer, 2017. pp. 15–25. DOI: 10.1007/978-3-319-53088-8_2

Anantrasirichai N., Bull D. Artificial intelligence in the creative industries: a review // Artificial Intelligence Review, 2022. V. 55. pp. 589–656. DOI: 10.1007/s10462-021-10039-7

Baldominos A., Saez Y., Recio G., Calle J. Learning Levels of Mario AI Using Genetic Algorithms // Proceedings CAEPIA 2015: Advances in Artificial Intelligence. Albacete, Spain, November 9–12, 2015. Lecture Notes in Computer Science. vol 9422. Cham: Springer, 2015. pp. 267–277. DOI: 10.1007/978-3-319-24598-0_24

Barriga N.A. A Short Introduction to Procedural Content Generation Algorithms for Videogames // International Journal on Artificial Intelligence Tools. 2019. V. 28(02). p. 1930001. DOI: 10.1142/s0218213019300011

Camerer C.F., Ho T.-H., Chong J.-K. A cognitive hierarchy model of games // The Quarterly Journal of Economics, 2004. V.119(3). pp. 861–898. DOI: 10.1162/0033553041502225

Chan C., Thawonmas R., Chen K. Automatic storytelling in comics // CHI EA '09: CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Boston MA USA April 4 - 9, 2009. New York: Association for Computing Machinery, 2009. pp. 3589–3594. DOI: 10.1145/1520340.1520539

Dubbelman T. Narrative Game Mechanics // Proceedings ICIDS 2016: Interactive Storytelling. Los Angeles, CA, USA, November 15–18, 2016. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 10045. Cham: Springer, 2016. pp. 39–50. DOI: 10.1007/978-3-319-48279-8_4

Dutta B.K., King W.R. Metagame analysis of competitive strategy // Strategic Management Journal. 1980. V. 1 (4). pp. 357–370.

Hastings E.J., Guha R.K., Stanley K.O. Automatic Content Generation in the Galactic Arms Race Video Game // IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games. 2009. V. 1(4). pp. 245–263. DOI: 10.1109/tciaig.2009.2038365

- Hendriks M., Meijer S., Van Der Velden J., Iosup A.* Procedural content generation for games: A survey // ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications. 2013. 9 (1). pp. 1–22. DOI: 10.1145/2422956.2422957
- Kim A.J.* Meta-Game Design: Reward Systems that Drive Engagement. 2010. URL: <https://www.gdcvault.com/play/1012242/Meta-Game-Design-Reward-Systems> (дата обращения: 05.09.2023).
- Kokkinakis A., York P., Patra M.S., Robertson J., Kirman B., Coates A., Chitayat A.P., Demediuk S., Drachen A., Hook J., Nolle I., Olarewaju O., Slawson D., Ursu M., Block F.O.* Metagaming and metagames in Esports // International Journal of Esports, 2021. 1(1). URL: <https://www.ijesports.org/article/51/html> (дата обращения: 05.09.2023).
- Lee J.Y., Karlova N., Clarke R.I., Thornton K., Perti A.* Facet Analysis of Video Game Genres // Proceedings iConference 2014 Culture. Context. Computing. Berlin. Mach 4-7. Berlin: iSchools Publ., 2014. pp. 125–139. DOI: 10.9776/14057
- Nielsen T.S., Barros G.A., Togelius J., Nelson M.T.* Towards generating arcade game rules with VGDLE // Proceedings IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG). Tainan, Taiwan 31 August 2015- 1 September 2015. New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Publ. 2015. DOI: 10.1109/cig.2015.7317941
- Oussidi A., Elhassouny A.* Deep generative models: Survey // Proceedings International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV), 02-04 April 2018, Fez Morocco. New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Publ. 2018. pp. 1–8. DOI: 10.1109/isacv.2018.8354080
- Poole B., Jain A., Barron J.T., Mildenhall B.* DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion. // *arXiv (Cornell University)*. 2022. DOI: 10.48550/arxiv.2209.14988
- Rombach R., Blattmann A., Lorenz D., Esser P., Ommer B.* High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models // *arXiv (Cornell University)*. 2021. DOI: 10.48550/arxiv.2112.10752
- Sergeev S., Burmistrov I.* Cybersport within non-classical ergonomics of immersive and interactive environments // Proceedings IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Efficient waste treatment - 2018 13–14 December 2018, Congress Center of Peter the Great, St. Petersburg Polytechnic University. IOP Publ, 2019. 337. 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/337/1/012051
- Vaswani A.* Attention Is All You Need // *arXiv.org*. 2017, (June 12). URL: <https://arxiv.org/abs/1706.03762v5> (дата обращения: 05.09.2023) DOI: 10.48550/arXiv.1706.03762

Volz V., Schrum J., Liu J., Lucas S.M., Smith A. Risi S. Evolving mario levels in the latent space of a deep convolutional generative adversarial network // Proceedings GECCO '18: Genetic and Evolutionary Computation Conference Kyoto Japan July 15 – 19. New York: Association for Computing Machinery, 2018. pp. 221-228. DOI: 10.1145/3205455.3205517

Zhang C., Zhang C., Zheng S., Qiao Y., Li C., Zhang M., Dam S.K., Thwal C.M., Tun Y.L., Huy L.L., Kim D., Bae S., Lee L., Yang Y., Shen H.T., Kweon I.S., Hong C.S. A Complete Survey on Generative AI (AIGC): Is ChatGPT from GPT-4 to GPT-5 All You Need? // *ArXiv (Cornell University)*. 2023. DOI: 10.48550/arxiv.2303.11717

Zhang H., Xu T., Li H., Zhang S., Wang X., Huang X., Metaxas D. StackGAN: Text to Photo-realistic Image Synthesis with Stacked Generative Adversarial Networks // *arXiv (Cornell University)*. 2016. DOI: 10.48550/arxiv.1612.03242

Статья поступила в редакцию: 08.11. 2023. Статья опубликована 01.01.2024

ENGINEERING AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF THE USE OF NEURAL NETWORKS IN ESPORTS AND COMPUTER GAMES

© 2023 S.F. Sergeev*, A.S. Mikryukova**

** Doctor of Psychological Sciences, Professor,
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
e-mail: ssfpost@mail.ru*

*** Bachelor of Saint Petersburg State University;
Saint Petersburg, Russia
e-mail: st084915@student.spbu.ru*

The computer gaming industry for esports is striving for innovation by harnessing modern artificial intelligence (AI) technologies, which contribute to the emergence of new successful games and the expansion of the user and esports player base. Research in metagaming and gamer psychology enables the creation of engaging and realistic gaming environments. Neural networks provide extensive opportunities for generating gaming content and influencing player motivation. The use of AI to create unique gameplay, bots, and artificial opponents increases the complexity and appeal of games. Challenges exist related to metagaming and fair play, requiring engineering, psychological, and technological solutions when integrating neural networks into the development of computer games and their use in esports. The primary applications of neural networks in games are linked to the creation of artificial intelligent gaming characters and the generation of diverse gaming content. Neural networks learn based on player actions, allowing for the creation of intelligent and adaptive opponents, enhancing player interaction. Neural networks facilitate the development of procedurally generated gaming levels and scenarios, making the game more individualized and interesting for each player. However, the use of neural networks demands substantial data volumes and computational resources. Gameplay generated by neural networks can be unpredictable and may not always align with player expectations. This article explores gaming content and the methods of its generation using neural networks and AI technologies, enhancing the immersive gaming environment and stimulating player motivation. Procedural content generation in games employs algorithmic methods to create diverse game elements. The main types of procedurally generated gaming content and generation algorithms tailored to the game genre are considered. Neural networks offer significant advantages to developers in creating various types of gaming content. The use of neural networks enables the preservation of the game's narrative structure while simultaneously providing new and unexpected combinations, offering a fresh perspective on the created gaming product. In the future, neural networks can be applied to create a general artificial intelligence in games that dynamically generates game plots, events, character reactions, world navigation, and interactions between game participants. This will allow for the creation of a complex, surprise-filled gaming world and engage players actively in achieving gaming objectives.

Key words: neural networks, gameplay, metagame, content generation, fair play, immersion, interactivity.

REFERENCE

- Anohin, A.O., Sadovnikova, N.P., Kataev, A.V., & Parygin, D.S. (2020). Modelirovanie povedeniya agentov dlya realizacii igrovogo iskusstvennogo intellekta [Modeling the behavior of agents for the implementation of game artificial intelligence]. *Prikaspijskij zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii [Caspian Journal: Management and High Technologies]*. 2 (50), 85–99. (in Russian). DOI: 10.21672/2074-1707.2020.50.2.096-110

- Bogacheva, N.V., & Vojskunsij, A.E. (2015). Kognitivnye stili i impul'sivnost' u gejmerov s raznym urovnem igrovoj aktivnosti i predpochitaemym tipom igr [Cognitive styles and impulsivity in gamers with different levels of gaming activity and preferred type of games]. *Psihologiya. Zhurnal Vysshej shkoly ekonomiki [Psychology. Journal of the Higher School of Economics]*. 1 (12), 29–53. (in Russian).
- Buryakova, O.S., Reshetnikova, I.V., & Cherkesova, L.V. (2022). Metody iskusstvennogo intellekta v generacii algoritmicheskikh muzykal'nyh kompozicij [Methods of artificial intelligence in the generation of algorithmic musical compositions]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern high-tech technologies]*. 8. 82–91. (in Russian). DOI: 10.17513/snt.39271
- Galkin, D.V., Konovalova, K.V., Bobkov, S.P. (2021). K probleme avtomatizacii tvorchestva v sfere iskusstva i dizajna: instrumental'nyj i generativnyj podhody [To the problem of automation of creativity in the field of art and design: instrumental and generative approaches]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Kul'turologiya i iskusstvovedenie [Bulletin of Tomsk State University. Cultural studies and art history]*. 44. 14–24. (in Russian). DOI: 10.17223/22220836/44/2
- Kazakova, N.Yu. (2016). Principy proektirovaniya obuslavlivayushchih dostizhenie sostoyaniya «potoka» aspektov v gejm-dizajne [Principles of designing aspects that determine the achievement of the state of "flow" in game design]. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2: Filologiya i iskusstvovedenie [Bulletin of the Adygea State University. Series 2: Philology and Art History]*. 1 (172). 150–156. (in Russian).
- Kazakova, N.Yu. (2016). Osnovnye principy razrabotki syuzheta igrovogo proekta v ramkah gejm-dizajna [The basic principles of developing the plot of a game project within the framework of game design]. *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2: Filologiya i iskusstvovedenie [Bulletin of the Adygea State University. Series 2: Philology and Art History]*. 3 (182). 216–222. (in Russian).
- Kazakova, N.Yu. (2016). Osnovnye principy razrabotki personazha v ramkah gejm-dizajna [The basic principles of character development in the framework of game design]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstva [Bulletin of the Kemerovo State University of Culture and Arts]*. 35. 146-157. (in Russian).
- Kozar, B.A., Kugurakova, V.V., & Sahibgareeva, G.F. (2022). Strukturizaciya sushchnostej estestvennogo teksta s ispol'zovaniem nejronnyh setej dlya generacii trekhmernykh scen [Structuring of natural text entities using neural networks to generate three-dimensional scenes]. *Programmnye produkty i sistemy [Software products and systems]*. 26. 329–339. (in Russian). DOI: 10.15827/0236-235x.139.329-339

- Malahov, Yu.A. Androsov, A.A., & AVerchenkov, A.V. (2020). Analiz i primenenie generativno-sostyazatel'nyh setej dlya polucheniya izobrazhenij vysokogo kachestva [Analysis and application of generative-adversarial networks for obtaining high-quality images]. *Ergodizajn [Ergodesign]*. 4 (10). 167–176. (in Russian). DOI: 10.30987/2658-4026-2020-4-167-176
- Nazarov, Yu.V., & Kazakova, N.Yu. (2014). Istoriya vznikoveniya gejm-dizajna kak samostoyatel'noj formy vizual'nogo iskusstva. Zhanry videoigr i osnovnye etapy ih razrabotki [The history of the emergence of game design as an independent form of visual art. Genres of video games and the main stages of their development]. *Dizajn i tekhnologii [Design and technology]*. 43 (85). 91–99. (in Russian).
- Nazarov Yu.V., & Kazakova N.Yu. (2014). Psihologiya igrovogo processa i scenarii v gejm-dizajne [Psychology of gameplay and scenarios in game design]. *Dekorativnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaya sreda. Vestnik RGHPU im. S.G. Stroganova [Decorative art and the subject-spatial environment. Bulletin of the Russian State Pedagogical University named after S.G. Stroganov]*. 4. 370–386. (in Russian).
- Oboznov, A.A., Akimova, A.Yu., & Runets, O.V. (2021). Fenomeny sverhdoveriya i sverhnedoveriya operatora k interfejsu «chelovek – iskusstvennyj intellekt» [Phenomena of super-trust and super-trust of the operator to the interface "man - artificial intelligence"]. *Institut psihologii Rossijskoj Akademii Nauk. Organizacionnaya psihologiya i psihologiya truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational psychology and labor psychology]*. 6(2). 4–20. (in Russian). DOI: 10.38098/ipran.opwp_2021_19_2_001
- Romannikov, D.O., & Voevoda, A.A. (2018). Ispol'zovanie nejronnyh setej dlya resheniya igrovyyh zadach na primere zadachi poiska puti v labirinte [The use of neural networks for solving game problems on the example of the problem of finding a path in a maze]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i Informatika [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Engineering and Computer science]*. 4. 33–42. (in Russian). DOI:10.24143/2072-9502-2018-4-33-42
- Sergeev, S.F. (2018). Yuzabiliti v kibersporte: igrovye interfejsy i sredy [Usability in esports: game interfaces and environments]. *Chelovecheskij faktor: problemy psihologii i ergonomiki [Human factor: problems of psychology and ergonomics]*. 3 (88), 43–47. (in Russian).
- Sergeev, S.F. (2018). Ergonomika kibersporta: neklassicheskie predstavleniya [Ergonomics of esports: non-classical ideas]. *Chelovecheskij faktor: problemy psihologii i ergonomiki [Human factor: problems of psychology and ergonomics]*. 3 (88). 28–34. (in Russian).

- Sergeev, S.F., Timohov, V.V., Baskakov, A.S., & Cinevich, R.K. (2020). Srovnitel'nyy analiz professional'no-vazhnykh kachestv kibersportsmenov bazovykh igrovyykh discipline [Comparative analysis of professionally important qualities of esports players of basic gaming disciplines]. In Aktual'nye problemy psihologii truda, inzhenernoj psihologii i ergonomiki. Vypusk 9 [Actual problems of labor psychology, engineering psychology and ergonomics. Issue 9]. A.A. Oboznov, A.L. Zhuravlev (Eds.). (pp. 316–337). Moscow. Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences Publ. (in Russian). DOI: 10.38098/ergo.2020.018
- Sergeev, A.V., Yusupova, A.Yu., & Sergeev, S.F. (2022). Mul'timernye interfejsy v aktivnoj upravlyayushchej inducirovannoy virtual'noj srede [Multimeric interfaces in an active control induced virtual environment]. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika [Robotics and technical cybernetics]*. 10. 4. 261–266. DOI: 10.31776/RTCJ.10403
- Amato, A. (2017). Procedural Content Generation in the Game Industry. In: *Game Dynamics*. O. Korn, N. Lee, (eds). (pp. 15–25). Cham. Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-53088-8_2
- Anantrasirichai, N., & Bull, D. (2022). Artificial intelligence in the creative industries: a review. *Artificial Intelligence Review*. 55, 589–656. DOI: 10.1007/s10462-021-10039-7
- Baldominos, A., Saez, Y., Recio, G., & Calle, J. (2015). Learning Levels of Mario AI Using Genetic Algorithms. Proceedings from: Advances in Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science. vol 9422. *CAEPIA 2015: Albacete, Spain, November 9–12, 2015*. (pp. 267–277). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-24598-0_24
- Barriga, N.A. (2019). A Short Introduction to Procedural Content Generation Algorithms for Videogames. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*. 28(02). 1930001. DOI: 10.1142/s0218213019300011
- Camerer, C.F., Ho, T.-H., & Chong, J.-K. (2004). A cognitive hierarchy model of games. *The Quarterly Journal of Economics*. 119(3). 861–898. DOI: 10.1162/0033553041502225
- Chan, C., Thawonmas, R., & Chen, K. (2009). Automatic storytelling in comics. Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. *CHI EA '09: CHI '09 Boston MA USA April 4-9, 2009*. (pp. 3589–3594). New York: Association for Computing Machinery. DOI: 10.1145/1520340.1520539
- Dubbelman, T. (2016). Narrative Game Mechanics. Proceedings from Interactive Storytelling. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 10045. *ICIDS 2016: Los Angeles, CA, USA, November 15–18, 2016*. (pp. 39–50). Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-48279-8_4

- Dutta, B.K., & King, W.R. (1980). Metagame analysis of competitive strategy. *Strategic Management Journal*. 1(4). 357–370.
- Hastings, E.J., Guha, R.K., & Stanley, K.O. (2009). Automatic Content Generation in the Galactic Arms Race Video Game. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*. 1(4). 245-263. DOI: 10.1109/tciaig.2009.2038365
- Hendriks, M., Meijer, S., Van Der Velden, J., & Iosup, A. (2013). Procedural content generation for games. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 9(1), 1-22. DOI:10.1145/2422956.2422957
- Kim, A.J. Meta-Game Design: Reward Systems that Drive Engagement. 2010. Retrieved from: <https://www.gdcvault.com/play/1012242/Meta-Game-Design-Reward-Systems> (Accessed: 05.09.2023).
- Kokkinakis A., York P., Patra M.S., Robertson J., Kirman B., Coates A., Chitayat A.P., Demediuk S., Drachen A., Hook J., Nolle I., Olarewaju O., Slawson D., Ursu M., & Block F.O. (2021). Metagaming and metagames in Esports. *International Journal of Esports*. 1(1). Retrieved from <https://www.ijesports.org/article/51/html> (Accessed: 05.09.2023).
- Lee, J.Y., Karlova, N., Clarke, R.I., Thornton, K., & Perti, A. (2014). Facet Analysis of Video Game Genres. Proceedings from Culture. Context. Computing. *iConference 2014. Berlin. Mach 4-7*. (pp. 125–139). Berlin: iSchools Publ. DOI: 10.9776/14057
- Nielsen, T.S., Barros, G.A., Togelius, J., & Nelson, M.T. (2015). Towards generating arcade game rules with VGDL. In *IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG). Tainan, Taiwan 31 August 2015- 1 September 2015*. (pp. 185 - 192). New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Publ. DOI: 10.1109/cig.2015.7317941
- Oussidi, A., & Elhassouny, A. (2018). Deep generative models: Survey. In *International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV). Fez Morocco 02-04 April 2018*. (pp. 1-8). New Jersey: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Publ. DOI: 10.1109/isacv.2018.8354080
- Poole, B., Jain, A., Barron, J. T., & Mildenhall, B. (2022). DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion. arXiv (Cornell University). DOI: 10.48550/arxiv.2209.14988
- Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2021). High-Resolution Image Synthesis with Latent Diffusion Models. arXiv (Cornell University). DOI: 10.48550/arxiv.2112.10752
- Sergeev, S., & Burmistrov, I. (2019). Cybersport within non-classical ergonomics of immersive and interactive environments. Proceedings from IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Volume 337. *Efficient waste treatment - 2018 Congress*

Center of Peter the Great, St. Petersburg Polytechnic University. 13–14 December 2018. IOP Publ. DOI: 10.1088/1755-1315/337/1/012051

Vaswani, A. (2017, June 12). Attention Is All You Need. arXiv.org. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1706.03762v5> (Accessed: 05.09.2023). DOI: 10.48550/arXiv.1706.03762

Volz, V., Schrum, J., Liu, J., Lucas, S.M., Smith, A. & Risi, S. (2018). Evolving mario levels in the latent space of a deep convolutional generative adversarial network. Proceedings from Genetic and Evolutionary Computation Conference. GECCO '18: Kyoto Japan July 15 - 19. (pp. 221-228). New York: Association for Computing Machinery Publ. DOI: 10.1145/3205455.3205517

Zhang, C., Zhang, C., Zheng, S., Qiao, Y., Li, C., Zhang, M., Dam, S.K., Thwal, C.M., Tun, Y.L., Huy, L.L., Kim, D., Bae, S., Lee, L., Yang, Y., Shen, H. T., Kweon, I. S., & Hong, C.S. (2023). A Complete Survey on Generative AI (AIGC): Is ChatGPT from GPT-4 to GPT-5 All You Need? *ArXiv (Cornell University)*. DOI: 10.48550/arxiv.2303.11717

Zhang, H., Xu, T., Li, H., Zhang, S., Wang, X., Huang, X., & Metaxas, D. (2016). StackGAN: Text to Photo-realistic Image Synthesis with Stacked Generative Adversarial Networks. *arXiv (Cornell University)*. DOI: 10.48550/arxiv.1612.03242

The article was received: 08.11. 2023. Published online: 01.01.2024

Библиографическая ссылка на статью:

Сергеев С.Ф., Микрюкова А.С. Инженерно-психологические аспекты применения нейросетей в киберспорте и компьютерных играх // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2023. Т. 8. № 4. С. 147–179. DOI: 10.38098/ipran.opwrp_2023_29_4_007

Sergeev, S.F., Mikryukova, A.S. (2023). Inzhenerno-psihologicheskie aspekty primeneniya nejrosetej v kibersporte i komp"juternyh igrakh [Engineering and psychological aspects of the use of neural networks in esports and computer games]. *Institut Psikhologii Rossiyskoy Akademii Nauk. Organizatsionnaya Psikhologiya i Psikhologiya Truda [Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. Organizational Psychology and Psychology of Labor]*. 8(4). 147–179. DOI: 10.38098/ipran.opwrp_2023_29_4_007

Адрес статьи: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document958.pdf>