

**ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ С НЕЙРОНЫМИ
СЕТЯМИ НА ПРИМЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР**

Третьяков С.А.

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
Екатеринбург, Россия

sema.tretyakov.2024@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается разработанная архитектура и дерево поведения интеллектуального агента, основанные на инновационной гибридной архитектуре InteRRap, с использованием глубокого обучения с подкреплением и алгоритмом REINFORCE. Использование машинного обучения позволит усложнить модели поведения игровых противников за счет адаптации к поведению игрока.

Ключевые слова: искусственный интеллект, мультиагентная система, интеллектуальный агент, глубокое обучение с подкреплением, нейронные сети, компьютерные игры.

**APPLICATION OF MULTI-AGENT SYSTEMS WITH NEURAL
NETWORKS ON THE EXAMPLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
OF COMPUTER GAMES**

Tretyakov S.A.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The paper considers the developed architecture and behavior tree of an intelligent agent based on the innovative hybrid architecture of InteRRap, using deep reinforcement learning and the REINFORCE algorithm. The use of machine learning will make it possible to complicate the behavior patterns of game opponents by adapting to the behavior of the player.

Keywords: artificial intelligence, multi-agent system, intelligent agent, deep reinforcement learning, neural networks, computer games.

1. Введение

Искусственный интеллект (ИИ) становится все более интегральной частью современных технологий, находя применения в различных областях, включая мультиагентные системы и компьютерные игры. Мультиагентные системы представляют из себя совокупность интеллектуальных агентов [1], где агент – это вычислительная система, помещенная во внешнюю среду и способная взаимодействовать с ней и с другими агентами, совершая автономные рациональные действия для достижения определенных целей [2].

Компьютерные игры давно являются популярным объектом исследований в области искусственного интеллекта, поскольку они становятся все более сложными и разнообразными, предлагая интересные сценарии для тестирования и разработки алгоритмов ИИ. Использование мультиагентных систем с нейронными сетями позволит автоматизировать процесс разработки и создавать сложные модели поведения и самообучение для различных агентов, а также повысить в игре реализм и разнообразие игрового процесса.

В данной работе будет рассмотрено применение мультиагентных систем с нейронными сетями на примере ИИ компьютерных игр, а также представлена подробная архитектура и дерево поведения самообучающегося интеллектуального агента. Такой тип агента позволит сконцентрироваться разработчикам на других не менее важных аспектах проекта и снизить трудозатраты при работе над игрой.

2. Адаптивная мультиагентная система.

В процессе работы были определены требования к интеллектуальному агенту и к игровой среде. Будем рассматривать игровую среду как виртуальный мир, основанный на двумерном или трехмерном пространстве, в котором происходит игровой процесс. В игровой среде должны учитываться все данные (положение, определенные параметры класса объекта и т.д.) о

игровых объектах, с которыми по ходу игры могут взаимодействовать агенты и игрок, а также данные о самом игроке и об каждом агенте.

Агент, находясь в игровой среде, для принятия решений должен выполнять следующие действия [3]:

- анализировать внешние параметры;
- диагностировать ситуацию, обращаться к базе знаний, в случае определения соответствующей ситуации агент пытается найти решение (сценарий действий) в базе знаний или выработать его самостоятельно;
- принимать решения;
- определять или переопределять цели;
- контролировать достижение целей;
- делегировать цели другим агентам;
- обмениваться сообщениями.

С учетом всех требуемых параметров для работы был выбран метод deep RL (англ. Deep Reinforcement Learning – глубокое обучение с подкреплением). Данный метод сочетает в себе процесс обучения с подкреплением, в ходе которого агент будет учиться принимать решения методом проб и ошибок, и глубокое обучение, которое позволит использовать искусственную нейронную сеть для преобразования набора входных данных об игровой среде и об самом интеллектуальном агенте в набор необходимых выходных данных для реализации правил дерева поведения агента. [4]

При реализации данного метода использовался алгоритм REINFORCE (алгоритм градиента стратегии). Алгоритм строит параметризованную стратегию, которая получает вероятности действий по состояниям среды. Агенты непосредственно используют эту стратегию, чтобы действовать в среде. [4]

Исходя из представленной информации была проработана универсальная архитектура игрового агента, основанная на гибридной архитектуре InteRRaP, в которую были добавлены модуль памяти, для хранения данных

игровой среды и результатов обучения нейронной сети, и модуль навигатора, для реализации алгоритмов построения маршрутов и избежание столкновения. Основная идея этой архитектуры в том, чтобы представить агента как множество уровней, которые связаны через управляющую структуру и используют общую базу знаний [5]. Данная архитектура игрового агента создана с учетом возможности добавления новых функций в зависимости от целей и типа игры.

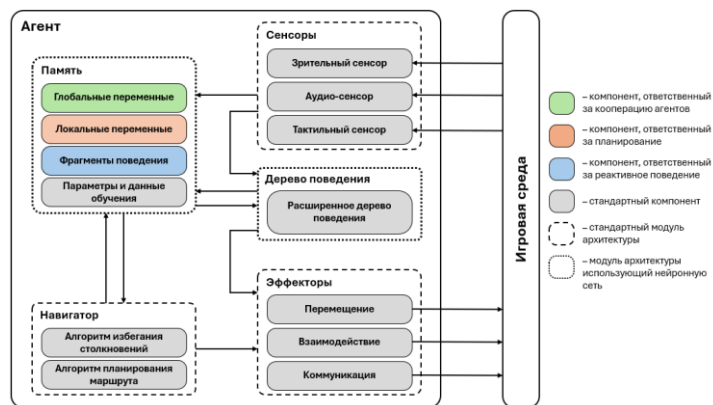


Рисунок 1 – Архитектура игрового агента

В расширенном дереве поведения (см. рисунок 2) будут использоваться искусственные нейронные сети для глубокого обучения в узлах «Фильтр правила» и «Действия правила». Главная задача этих нейронных сетей состоит в том, чтобы динамически адаптироваться к действиям игроков и других агентов, определяя оптимальные весовые коэффициенты для узлов действий и целей.

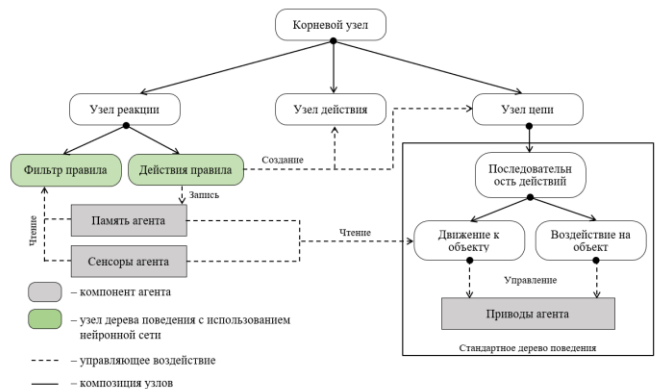


Рисунок 2 – Расширенное дерево поведения агента с использованием нейронной сети

3. Заключение

В результате исследования применение мультиагентных систем с нейронными сетями в структуре ИИ компьютерных игр позволяет сократить работу разработчиков над деревом поведения, при этом сохраняя реалистичное поведения агентов и добавляя разнообразие в игровой процесс благодаря применению глубокого обучения с подкреплением и алгоритма REINFORCE. Рассмотренные технологии имеют значимость не только для игровой индустрии, но и для разнообразных сфер, включая робототехнику, автоматизацию и прочее. Таким образом, дальнейшие исследования и разработки в этой области будут играть важную роль в будущем технологического прогресса.

Библиографический список

1. Shoham, Y. Multiagent System. Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations / Yoav Shoham, Kevin Leyton-Brown. – Stanford University, University of British Columbia, Cop. 2010. – 532 p.
2. Бугайченко, Д. Ю. Фракционирование порошков / М. Д. Бугайченко, И. П. Соловьев // Системное программирование – 2005. – №1 – С. 36–67.
3. Спицина, И. А. Мультиагентный метод анализа и синтеза информационных систем: учебное пособие / И. А. Спицина, К. А. Аксенов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 92 с.
4. Грессер, Л. Глубокое обучение с подкреплением: теория и практика на языке Python / Лаура Грессер, Ван Лун Кенг. – Санкт-Петербург: Изд-во Питер, 2022 (Серия «Библиотека программиста») – 416 с.
5. Городецкий, В. И. Многоагентные системы / В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, Хабалов А. В // Новости искусственного интеллекта – 1988. – №2 – С. 64–116.