

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук Образовательная программа «Программная инженерия»

УДК 004.852

СОГЛАСОВАНО

Руководитель,
доцент департамента
программной инженерии
факультета компьютерных наук,
канд. техн. наук

_____ И.В. Иванов

«_____» _____ 20__г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Программная инженерия»
профессор департамента программной
инженерии, канд. техн. наук

_____ В.В. Шилов

«_____» _____ 20__г.

Отчет

по исследовательскому курсовому проекту

на тему «Обучение с подкреплением для задач распределения ресурсов в облаке»
по направлению подготовки бакалавров 09.03.04 «Программная инженерия»

Выполнил:

Студент группы БПИ204

образовательной программы

09.03.04 «Программная инженерия»

Пеганов Никита Сергеевич

Москва 2021

1 Реферат

Перечень ключевых слов: обучение с подкреплением, reinforcement learning, RL, распределение ресурсов в облаке, облачные технологии, облачные ресурсы.

Краткое описание объекта исследования: особенности выделения ресурсов при работе с облачными сервисами.

Краткое описание предмета исследования: применимость обучения с подкреплением для задачи распределения ресурсов в облаке.

Цель проекта: исследование применимости обучения с подкреплением в задачах распределения облачных ресурсов. Сравнение данного подхода с другими методами решения задачи.

Метод или методология проведения работы: метод эксперимента.

Результаты проекта:

Апробация результатов:

2 Содержание

Содержание

1 Реферат	2
2 Содержание	3
3 Основные термины, определения и сокращения	4
4 Введение	5
5 Обзор и анализ источников	6
6 Выбор методов, алгоритмов, моделей для решения поставленных задач	7
7 Описание выбранных или предлагаемых методов, алгоритмов, моделей, методик	8
8 Описание эксперимента	9
9 Анализ и оценка полученных результатов	10
10 Заключение	11
11 Перспективы дальнейших исследований по данной тематике	12
Список использованных источников	13
12 Приложения	14

3 Основные термины, определения и сокращения

IT (произносится ай-ти, сокращение от англ. Information Technology) — информационные технологии
RL (англ. reinforcement learning) — обучение с подкреплением

4 Введение

В первой части работы описано применение обучения с подкреплением для визуализации компьютерной игры "Тетрис"[1]. Эта игра представляет собой клетчатое поле шириной 10 клеток и высотой 20 клеток. В верхней части поля друг за другом появляются клетчатые фигурки, состоящие из 4 клеток (тетрамино). Фигурки имеют форму, напоминающую форму букв "I" "Z" "L" "T" а также квадрат из четырех клеток. Пользователь имеет возможность поворачивать фигурку на 90°, а также двигать ее по горизонтали во время падения. В случае заполнения одной из строк частями фигурок строка "исчезает": все фигурки выше нее опускаются на одну строку вниз. Каждая "исчезнувшая" строка приносит игроку 1 очко.

Во второй части работы обучение с подкреплением применено для решения задач распределения облачных ресурсов.

Актуальность

Облачные технологии позволяют обеспечить круглосуточную и бесперебойную работу интернет-сервисов, что делает их востребованными во всех сферах IT-индустрии. Облачными вычислениями занимаются Amazon, Google, Huawei и другие крупнейшие информационные компании[2][3]. В 2020 году мировой рынок облачных вычислений оценивается в 289.25 миллиардов долларов[4]. Распределение облачных ресурсов — одна из важнейших задач облачных вычислений.

Предмет исследования

Возможность использования обучения с подкреплением для решения задачи распределения ресурсов облака.

Методы исследования

Экспериментальное сравнение показателей RL в ходе решения задачи распределения облачных ресурсов с иными используемыми на практике способами. Для наглядности в работе также решена близкая задача: автоматическая игра в "Тетрис" с помощью обучения с подкреплением.

Цели и задачи работы

Определение эффективности обучения с подкреплением в задаче распределения ресурсов в облаке.

Новизна и достоверность полученных результатов

Теоретическая значимость

Практическая ценность

В случае превосходства RL над другими методами в рамках решения задачи распределения облачных ресурсов применение данного способа машинного обучения способно сократить нагрузку на сервера, предоставляющие доступ к облачным сервисам. Это позволит уменьшить расходы компаний на поддержку их работоспособности, а также расходы на производство при сокращении количества серверов. Проект имеет практическую ценность для экологии: уменьшение расходов электроэнергии приведет к уменьшению углеродного следа компаний.

5 Обзор и анализ источников

Первая часть курсовой работы посвящена автоматической игре в "Тетрис" с помощью обучения с подкреплением. Рассмотрим исследования данной задачи и ее решения. В статье "Tetris is Hard, Even to Approximate"[5] доказывается, что игра Тетрис является NP-полной задачей. Это одна из причин схожести данной игры с распределением ресурсов в облаке[6]. В статье Playing the Original Game Boy Tetris Using a Real Coded Genetic Algorithm[7] используется генетический алгоритм для симуляции игры в тетрис. В данной работе метриками успеха автор считает максимальное число удаленных строк до поражения и среднее число удаленных строк у запущенного несколько раз алгоритма. Обе метрики значительно уступают роевым оптимизациям, продемонстрированным в работах Apply ant colony optimization to tetris[8] и Swarm tetris: Applying particle swarm optimization to tetris[9]. Примером использования RL для игры в Тетрис является статья A deep reinforcement learning bot that plays tetris[10].

6 Выбор методов, алгоритмов, моделей для решения поставленных задач

Для демонстрации работы обучения с подкреплением на примере игры "Тетрис" требовалось выбрать среду для симуляции игры, а также библиотеку для реализации машинного обучения.

В качестве среды был рассмотрен симулятор устройства для игр "Game Boy" PyBoy[11]. Однако он был отвергнут в пользу более популярной и более простой в использовании библиотеки gym-tetris[12], являющейся частью OpenAI Gym[13] — среды для симуляции известных компьютерных игр и физических задач.

При выборе библиотеки были рассмотрены `pyqlearning`[14] и `Tensorforce`[15]. Однако выбрана была библиотека `KerasRL`[16], надстройка над фреймворком `TensorFlow`[17]. Выбор был сделан в пользу `KerasRL` из-за совместимости со средой OpenAI Gym.

7 Описание выбранных или предлагаемых методов, алгоритмов, моделей, методик

Библиотека OpenAI Gym применяется для обучения нейронных сетей игре в различные компьютерные игры, а также решения физических задач таких, как хождение и удержание баланса.

8 Описание эксперимента

В первую очередь, с помощью библиотеки OpenAI Gym создается среда, в которой обучающийся агент производит какие-либо действия. В случае, рассматриваемом в данной работе, создается среда TetrisA-v0 — эмулятор игры "Тетрис".

9 Анализ и оценка полученных результатов

10 Заключение

11 Перспективы дальнейших исследований по данной тематике

Список использованных источников

- [1] *Kent, Steven* (2001) The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon: The Story Behind the Craze That Touched Our Lives and Changed the World (1st ed.). Three Rivers Press. С. 377-381.
- [2] *Arif Mohamed* (2018) A history of cloud computing // Сайт Computerweekly.com. 9 апреля (<https://www.computerweekly.com/feature/A-history-of-cloud-computing>) Просмотрено: 11.12.2021.
- [3] *Matt Kapko* (2021) Can Huawei ‘Reinvent Itself’ as a Cloud Leader? // Сайт Sdxcentral.com. 26 апреля (<https://www.sdxcentral.com/articles/news/can-huawei-reinvent-itself-as-a-cloud-leader/2021/04/>) Просмотрено: 11.12.2021
- [4] *Laura Wood* (2021) Global Cloud Computing Market (2020 to 2026) - by Service, Deployment, Application Type, End-user and Region Businesswire.com. 24 августа (<https://www.businesswire.com/news/home/20210824005585/en/Global-Cloud-Computing-Market-2020-to-2026-by-Service-Deployment-Application-Type-End-user-and-Region-ResearchAndMarkets.com>) Просмотрено: 11.12.2021
- [5] *Erik D. Demaine, Susan Hohenberger, David Liben-Nowell* (2002) Tetris is Hard, Even to Approximate // Сайт Arxiv.org. 21 октября (<https://arxiv.org/abs/cs/0210020>) Просмотрено: 11.12.2021
- [6] *Harvinder Singh, Anshu Bhasin, Parag Ravikant Kaveri* (2021) QRAS: efficient resource allocation for task scheduling in cloud computing // Сайт Researchgate.net. Апрель (https://www.researchgate.net/publication/350192028_QRAS_efficient_resource_allocation_for_task_scheduling_in_cloud_computing) Просмотрено: 11.12.2021
- [7] *Renan Samuel da Silva, Rafael Stubs Parpinelli* (2017) Playing the Original Game Boy Tetris Using a Real Coded Genetic Algorithm // Сайт Researchgate.net. Октябрь (https://www.researchgate.net/publication/322321608_Playing_the_Original_Game_Boy_Tetris_Using_a_Real_Coded_Genetic_Algorithm) Просмотрено: 11.12.2021
- [8] *X. Chen, H. Wang, W. Wang, Y. Shi, and Y. Gao* (2009) Apply ant colony optimization to tetris // Сайт Dl.acm.org. 8 июля (<https://dl.acm.org/doi/10.1145/1569901.1570136>) Просмотрено: 11.12.2021
- [9] *L. Langenhoven, W. S. van Heerden, and A. P. Engelbrecht* (2010) Swarm tetris: Applying particle swarm optimization to tetris // Сайт Ieeexplore.ieee.org. 18-23 июля (<https://ieeexplore.ieee.org/document/5586033>) Просмотрено: 11.12.2021
- [10] *nuno-faria, nlinker (Nick Linker)* (2019) A bot that plays tetris using deep reinforcement learning. // Сайт Github.com. 7 сентября (<https://github.com/nuno-faria/tetris-ai>) Просмотрено: 11.12.2021
- [11] *Baekalfen (Mads Ynddal)* (2021) Game Boy emulator written in Python. // Сайт Github.com. 22 октября (<https://github.com/Baekalfen/PyBoy>) Просмотрено: 01.02.2022
- [12] *Christian Kauten* (2019) An OpenAI Gym environment for Tetris on The Nintendo Entertainment System (NES) based on the nes-py emulator. // Сайт PyPI.org. 3 июня (<https://github.com/Baekalfen/PyBoy>) Просмотрено: 01.02.2022
- [13] *OpenAI* (2021) A toolkit for developing and comparing reinforcement learning algorithms. // Сайт Github.com. 2 октября (<https://github.com/openai/gym>) Просмотрено: 01.02.2022
- [14] *accel-brain, chimera0* (2020) Reinforcement Learning Library: pyqlearning. // Сайт PyPI.org. 13 июля (<https://pypi.org/project/pyqlearning/>) Просмотрено: 01.02.2022
- [15] *Tensorforce* (2021) Tensorforce: a TensorFlow library for applied reinforcement learning. // Сайт Github.com. 30 августа (<https://github.com/tensorforce/tensorforce>) Просмотрено: 01.02.2022
- [16] *Keras-RL* (2018) Deep Reinforcement Learning for Keras. // Сайт Github.com. 1 мая (<https://github.com/keras-rl/keras-rl>) Просмотрено: 01.02.2022
- [17] *tensorflow* (2021) An Open Source Machine Learning Framework for Everyone. // Сайт Github.com. 4 ноября (<https://github.com/tensorflow/tensorflow>) Просмотрено: 01.02.2022

12 Приложения

Приложение 1

Ссылка на репозиторий проекта с исходным кодом и всеми использованными материалами.
<https://github.com/NikPeg/Reinforcement-learning-for-resource-allocation-tasks-in-the-cloud>