

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет прикладной математики и информатики

Кафедра математического моделирования и анализа данных

Аннотация к дипломной работе

**«РЕАЛИЗАЦИЯ МИНИ-СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
СТОЛКНОВЕНИЯ САМОЛЕТОВ В ВОЗДУХЕ НА ОСНОВЕ
ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ»**

Горбач Виктория Игоревна

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук, доцент
Дмитрук Н.М.

Минск, 2025

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа, 52 страницы, 12 рисунков, 16 источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ САМОЛЕТОВ В ВОЗДУХЕ, ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ, ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, МНОГОАГЕНТНАЯ НЕЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА, МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ПРОКСИМАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ

Объект исследования — многоагентная нелинейная система с непрерывным управлением и частично наблюдаемой динамикой, функционирующая в рамках модели обучения с подкреплением.

Предмет исследования — методы и алгоритмы обучения с подкреплением для координации многоагентных систем управления воздушным движением с непрерывными управляющими воздействиями.

Цель работы — разработка и обучение многоагентной интеллектуальной системы управления воздушным движением, применение обучения с подкреплением в авиации.

Методы исследования — обучение с подкреплением, метод оптимизации проксимальной политики.

Полученные результаты и новизна: разработана имитационная среда воздушного пространства в трехмерных координатах, в которой функционируют несколько агентов с индивидуальными динамиками и непрерывными управляющими воздействиями, обучены агенты, показавшие устойчивое поведение в многоагентной среде, способные избегать столкновений и увеличивать безопасный интервал до других агентов.

Достоверность материалов и результатов дипломной работы: использованные материалы и результаты дипломной работы являются достоверными. Работа выполнена самостоятельно.

Область применения — управление воздушным движением, разработка стандартов для автономных воздушных систем будущего, системы предотвращения столкновений в воздухе.

АНАТАЦЫЯ

Дыпломная работа, 52 старонкі, 12 малюнкаў, 16 крыніцы.

Ключавыя словы: СІСТЭМА ПАПЯРЭДЖАННЯ СУТЫКНЕННЯ САМАЛЁТАЎ У ПАВЕТРЫ, НАВУЧАННЕ З ПАДМАЦАВАННЕМ, АПТЫМАЛЬНАЕ КІРАВАННЕ, МЕТАД АПТЫМІЗАЦЫІ ПРАКСІМАЛЬНАЙ ПАЛІТЫКІ, ШМАТАГЕНТНАЯ НЕЛІНІЙНАЯ СІСТЭМА.

Аб'ект даследавання — шматагентная нелінейная сістэма з бесперапынным кіраваннем і часткова назіранай дынамікай, якая функцыянуе ў рамках мадэлі навучання з падмацаваннем.

Прадмет даследавання — метады і алгарытмы навучання з падмацаваннем для каардынацыі шматагентных сістэм кіравання паветраным рухам з непарыўнымі кіруючымі ўздзеяннямі.

Мэта працы — распрацоўка і навучанне шматагентнай інтэлектуальнай сістэмы кіравання паветраным рухам, прымяненне навучання з падмацаваннем у авіяцыі.

Метады даследавання — навучанне з падмацаваннем, метады аптымізацыі праксімальнай палітыкі.

Атрыманыя вынікі і навізна: распрацавана імітацыйнае асяроддзе паветранай прасторы ў трохмерных каардынатах, у якім функцыянуюць некалькі агентаў з індывідуальнай дынамікай і бесперапыннымі кіруючымі ўздзеяннямі, навучаны агенты, якія праявілі ўстойлівыя паводзіны ў шматагентным асяроддзі, здольныя пазбягаць сутыкненняў і павялічваць бяспечны інтэрвал да іншых агентаў.

Даставернасць матэрыялаў і вынікаў дыпломнай працы: выкарыстаныя матэрыялы і вынікі дыпломнай працы з'яўляюцца даставернымі. Праца выканана самастойна.

Вобласць прымянення — кіраванне паветраным рухам, распрацоўка стандартаў для аўтаномных паветраных сістэм будучыні, сістэмы прадухілення сутыкненняў у паветры.

ANNOTATION

Diploma work, 52 pages, 12 figures, 16 sources.

Keywords: TRAFFIC COLLISION AVOIDANCE SYSTEM, REINFORCEMENT LEARNING, OPTIMAL CONTROL, PROXIMAL POLICY OPTIMIZATION METHOD, MULTI-AGENT NON-LINEAR SYSTEM.

The object of the research is a multi-agent non-linear system with continuous control and partially observable dynamics, operating within a reinforcement-learning framework.

The subject of the research are methods and algorithms of reinforcement learning for coordination of multi-agent air traffic control systems with continuous control actions.

The purpose of the research is the development and training of an intelligent multi-agent air traffic control system, application of reinforcement learning in aviation.

Methods of research are reinforcement learning, proximal policy optimization method.

The results obtained and novelty — was developed a three-dimensional airspace simulation environment in which multiple agents with individual dynamics and continuous control inputs operate. Agents were trained and demonstrated stable behavior in the multi - agent setting, successfully avoiding collisions.

Authenticity of the materials and results of the diploma work: the materials used and the results of the diploma work are authentic. The work has been put through independently.

Recommendations on the usage. Air traffic management, development of standards for future autonomous aerial systems, airborne collision-avoidance systems.