

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ КОНФЛИКТОВ В ГЕТЕРОГЕННЫХ MAS НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ИГР С НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ

Рассматривается подход к динамическому разрешению конфликтов в гетерогенных многоагентных системах на основе теории игр с неполной информацией. Предложена модель управления трафиком дронов в городской среде. Анализируются преимущества метода перед системами жёстких правил.

ВВЕДЕНИЕ

Рост использования дронов в городской среде требует новых подходов к управлению воздушным трафиком. Традиционные методы часто не учитывают динамичность таких систем. Теория игр с неполной информацией предлагает решение, позволяя агентам адаптироваться к изменениям. Разработка модели конфликтов на основе асимметричных игр для гетерогенных MAS является актуальной задачей.

I. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФЛИКТОВ В АСИММЕТРИЧНЫХ ИГРАХ

Асимметричные игры отражают различия в стратегиях, ресурсах и информации между агентами, что характерно для гетерогенных MAS.

В отличие от классических симметричных моделей, асимметрия позволяет учесть уникальные параметры каждого участника, такие как приоритеты маршрутов, технические ограничения дронов и уровень доступа к данным.

Таблица 1 – Методы управления трафиком

Метод	Точность	Адаптивность	Сложность
Жёсткие правила	Низкая	Низкая	Низкая
Теория игр	Высокая	Высокая	Средняя
Машинное обучение	Средняя	Высокая	Высокая

Ключевым аспектом становится адаптивность стратегий: агенты корректируют свои действия на основе наблюдаемого поведения других участников и частичной информации о состоянии среды.

Для формализации конфликтов применяется аппарат Байесовых игр, где неполнота данных компенсируется вероятностными оценками намерений оппонентов. Это создаёт основу для прогнозирования конфликтных ситуаций и выбора оптимальных траекторий движения.

Михнюк Александр Иванович, студент ФИТиУ БГУИР, alexander.mikhniuk@gmail.com.

Савчиц Павел Сергеевич, студент ФИТиУ БГУИР, psavchits@gmail.com.

Научный руководитель: Хаджинова Наталья Владимировна, старший преподаватель кафедры ИТАС БГУИР, khajynova@bsuir.by.

II. ПРИМЕНЕНИЕ В УПРАВЛЕНИИ ТРАФИКОМ ДРОНОВ

В городских условиях дроны сталкиваются с динамическими препятствиями, включая здания, другие БПЛА и внезапные изменения маршрутов.

Предлагаемая модель интегрирует данные с датчиков и исторические паттерны движения для формирования адаптивных стратегий. Каждый агент оценивает риски столкновений, учитывая не только свои цели, но и вероятные действия соседних дронов, даже при отсутствии полной информации об их параметрах.

Алгоритмы на основе теории игр позволяют агентам пересчитывать маршруты в реальном времени, балансируя между эффективностью и безопасностью.

III. ВЫВОДЫ

Использование асимметричных игр с неполной информацией обеспечивает гибкость и адаптивность, критически важные для гетерогенных MAS. Результаты исследования подчёркивают потенциал теории игр в создании интеллектуальных систем, способных функционировать в условиях неопределённости. Дальнейшая работа будет направлена на интеграцию машинного обучения для улучшения прогнозирования поведения агентов и учёта дополнительных факторов, таких как погодные условия и правовые ограничения. Это открывает перспективы для безопасного масштабирования применения БПЛА в умных городах.

1. Ahmad F. Game theory applications in traffic management: A review of authority-based travel modelling: Travel Behaviour and Society / F. Ahmad. Netherlands, 2023.
2. Shamasoshoara A. Distributed Cooperative Spectrum Sharing in UAV Networks Using Multi-Agent Reinforcement Learning : arXiv / A. Shamasoshoara. USA, 2018.