



Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Кафедра "Механика и процессы управления"
mc.spbstu.ru

Управление движением группы мобильных роботов

Выполнил: Хафизов Х.А.
Начный рук.: проф. Бурдаков С.Ф.

Содержание

Введение

Постановка задачи

Алгоритм

Результаты

Заключение

Управление квадрокоптером

Объект управления — квадрокоптер. БПЛА с высоким потенциалом.

Сферы применения:

- ▶ Наблюдение и контроль зон, поражённых естественными и техногенными катастрофами
- ▶ Спасательные операции
- ▶ Метеорология
- ▶ Военные цели

Подходы к решению задачи управления одиночным квадрокоптером хорошо изучены.

Управление группой квадрокоптеров

Преимущества группы квадрокоптеров перед одиночным роботом:

- ▶ Увеличение надёжности системы
- ▶ Расширение спектра задач

Существующие подходы:

- ▶ Централизованная стратегия
- ▶ Децентрализованная стратегия

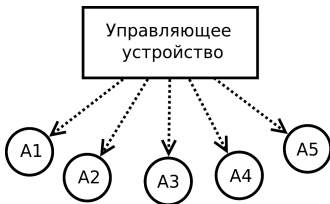


Рис.: Централизованная стратегия

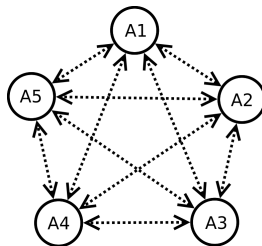


Рис.: Децентрализованная стратегия

Строевая задача

Управление строем — частный случай группового управления.
Отличие — фиксированное положение агентов в пространстве.
Каждый участник строя здесь и далее называется агентом.

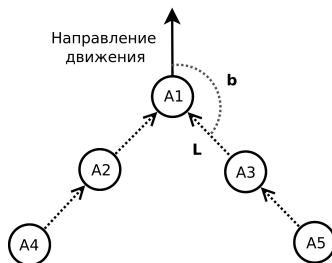


Рис.: Строй в форме клина из 5-ти агентов

Задачи: видеомониторинг, разведка, формирование ФАР,
картирование сельскохозяйственных угодий.

Постановка задачи

Разработать алгоритм децентрализованного управления строем квадрокоптеров. Моделирование будет происходить в горизонтальной плоскости xy

Каждый квадрокоптер:

- ▶ Имеет массу $m = 1\text{кг}$
- ▶ Имеет ограниченную тягу двигателя F_{max}
- ▶ Имеет ограниченную зону радиовидимости R_a

Задача которая ставится перед строем — движение по траектории с задаваемой скоростью.

Требования к решению

- ▶ Алгоритм устойчив к малым возмущениям и к отклонениям по начальным условиям
- ▶ При потере целостности строя из-за сильного возмущения выполнение задачи должно быть продолжено
- ▶ Отказ любого агента не оказывает критического влияния на выполнение задачи

Общее описание алгоритма

Агенты в строю разделяются на два типа:

- ▶ Мастер — движется по траектории
- ▶ Миньон — формирует своё местоположение относительно других агентов так, чтобы поддерживать рисунок строя

Алгоритм управления миньона

Задача — формировать своё местоположение относительно других агентов так, чтобы сохранялся рисунок строя.

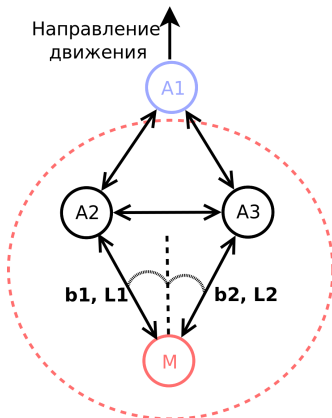


Рис.: Миньон в строю

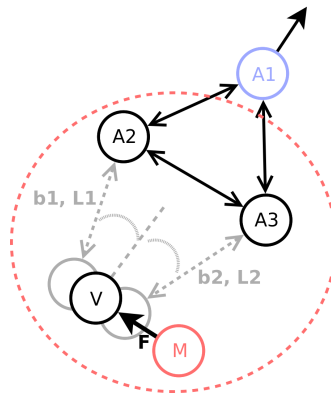


Рис.: Миньон в повернувшемся строю

Движение строя без возмущений

Движение строя из 9-ти агентов в форме окружности по спиралевидной траектории. Мастером является агент в центре окружности.

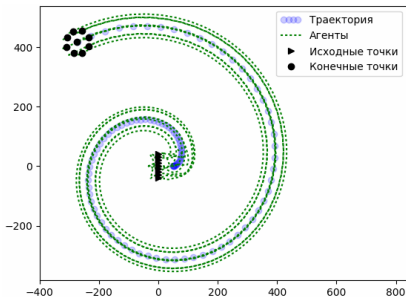


Рис.: Общий план

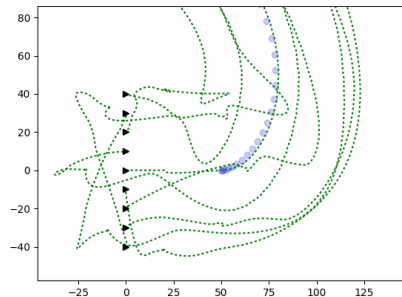


Рис.: Процесс формирования строя

Движение строя при малых возмущениях

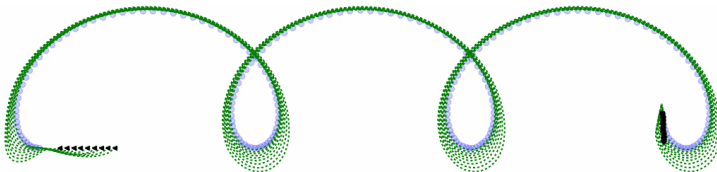


Рис.: Движение строя в виде линии из 9-ти агентов

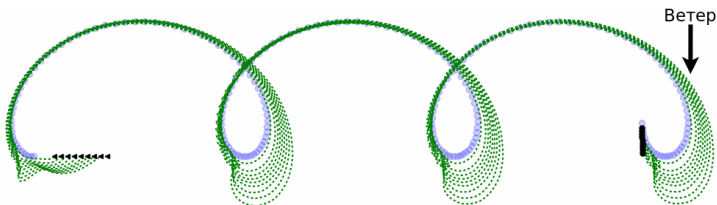


Рис.: Движение строя при постоянном южном ветре

Движение строя при отказах агентов

Движение строя из 5-ти агентов в форме линии перпендикулярной к траектории с отказом мастера и миньона.

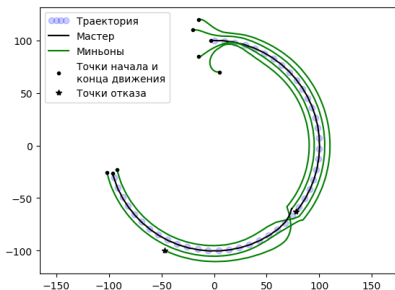


Рис.: Общий план

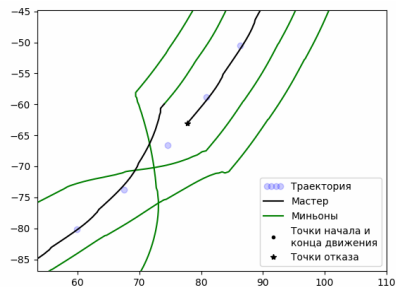


Рис.: Отказ мастера

Движение строя при отказах агентов (подробнее)

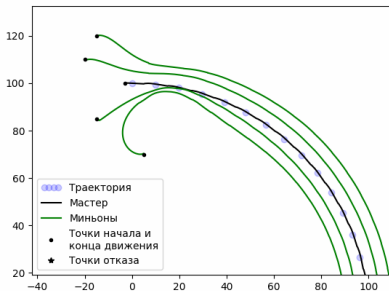


Рис.: Формирование строя

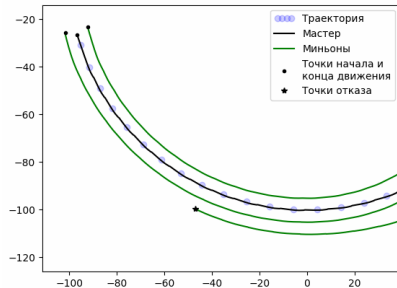


Рис.: Отказ миньона

Движение строя при критических возмущениях

Строй из-за сильного возмущения, действовавшего на двух агентов теряет свою целостность.

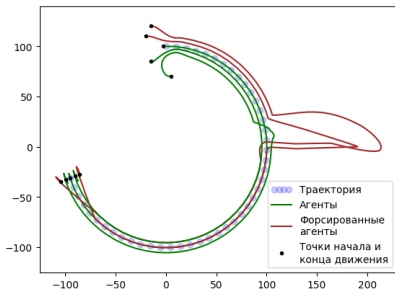


Рис.: Общий план

Образуются две подгруппы — 2 и 3 агента.

Области радиовидимости не пересекаются.

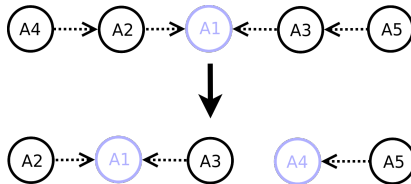


Рис.: Разбиение строя на подгруппы

Движение строя при критических возмущениях (подробнее)

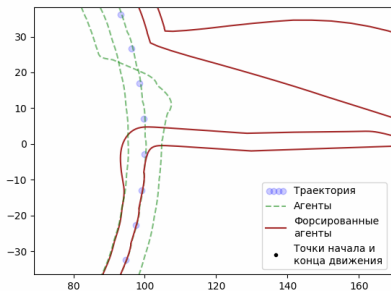


Рис.: Возврат на траекторию

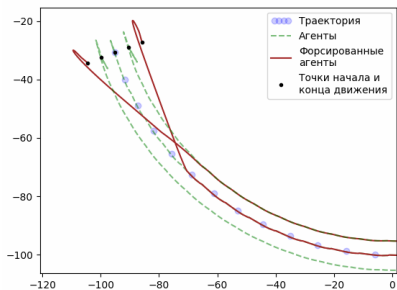


Рис.: Восстановление строя

Выводы

Реализованный децентрализованный алгоритм управления строем обладает следующими характеристиками:

- ▶ Малые возмущения приводят к малым отклонениям строя от желаемого закона движения
- ▶ Алгоритм управления устойчив к отклонениям по начальным условиям
- ▶ Потеря целостности и отказ агентов не приводит к невыполнению задачи
- ▶ Высокая масштабируемость относительно количества агентов в строю

Спасибо за внимание!

<https://github.com/xozzslip/agents-platooning>

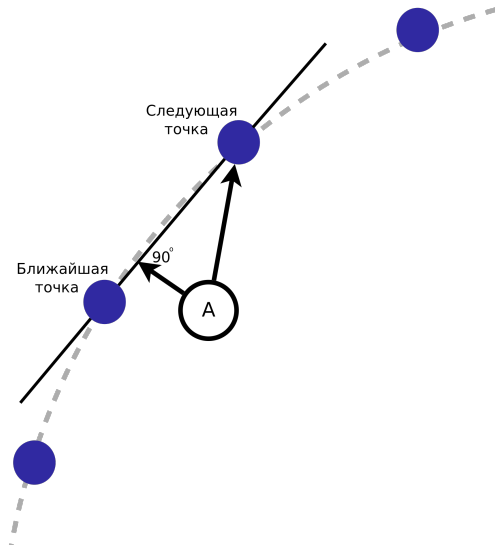


Рис.: Поясняющий рисунок к алгоритму движения мастера по траектории

Перемещения агентов при отказе второго агента находящегося во второй точке структуры.

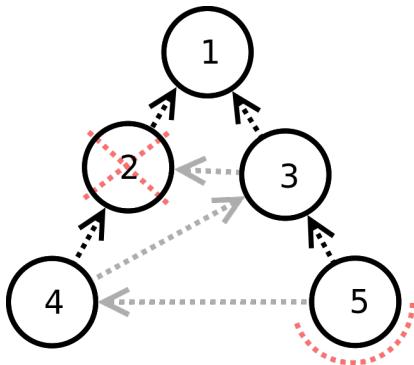


Рис.: Точки структуры строя

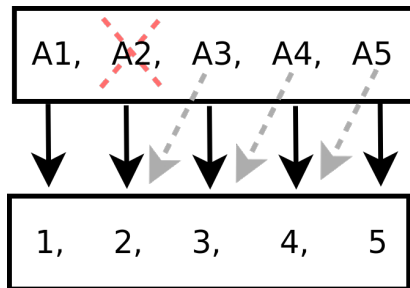


Рис.: Отношения агент-точка структуры

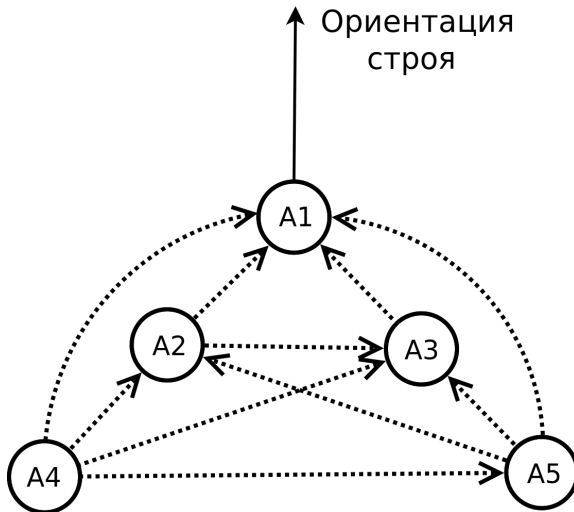


Рис.: Строй со всеми изображёнными связями

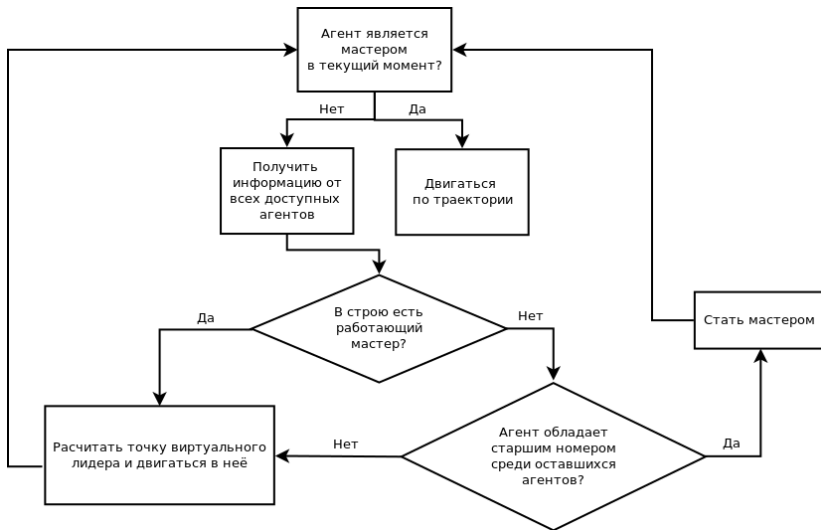


Рис.: Блок схема работы агента