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

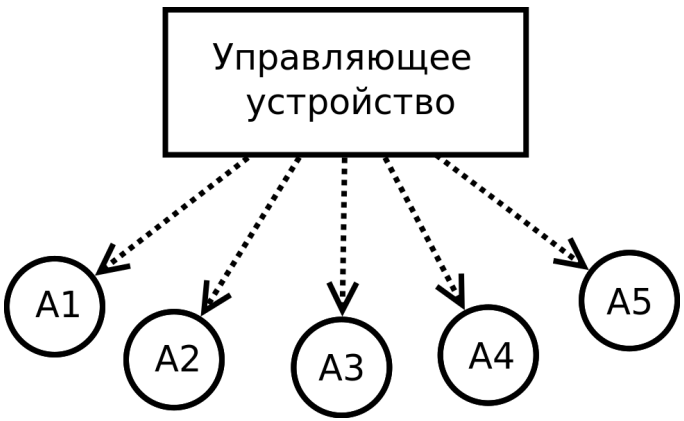

Рис.: Централизованная стратегия

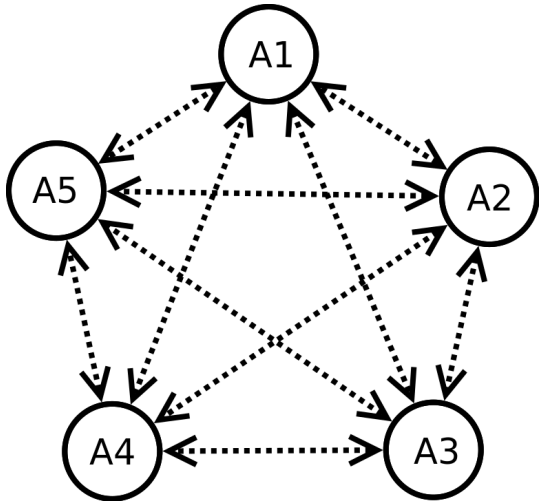

Рис.: Децентрализованная стратегия

Строевая задача

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

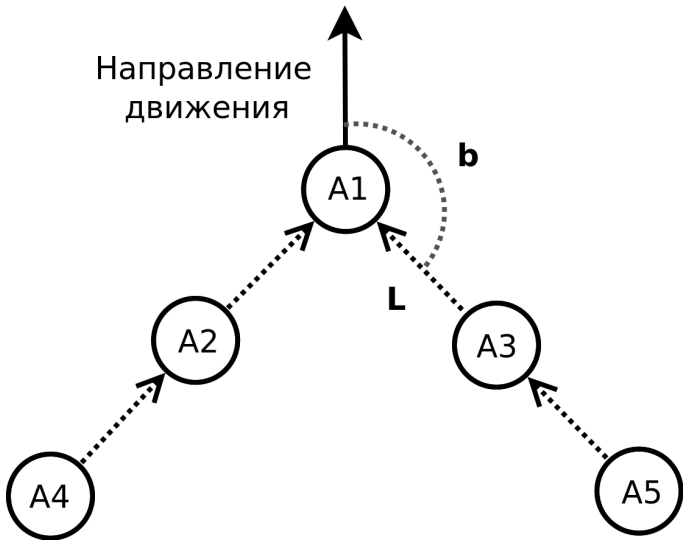

Рис.: Строй в форме клина из 5-ти агентов

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

Постановка задачи

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

Каждый квадракоптер:

- Имеет массу $m = 1$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 мастера

Закон управления мастера состоит из двух компонент:

$$\vec{u} = \vec{u}_{along} + \vec{u}_{across}$$

$|\vec{u}_{along}| \sim |\vec{v}_d - \vec{v}|$, направлена вдоль траектории

$\vec{u}_{across}$ — пропорциональна перпендикуляру к траектории

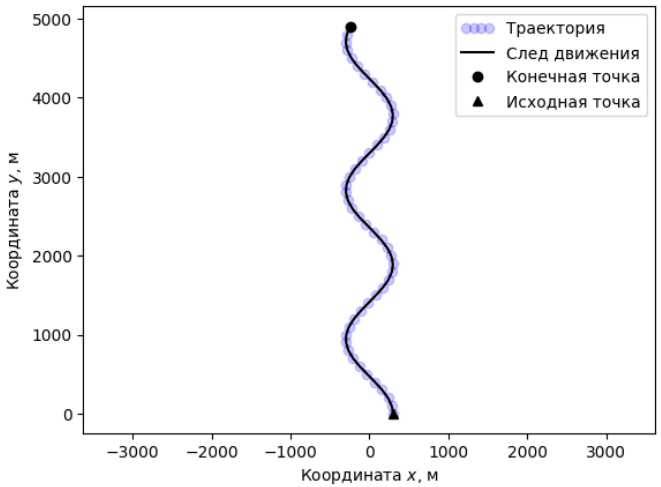

Рис.: След движения агента по траектории

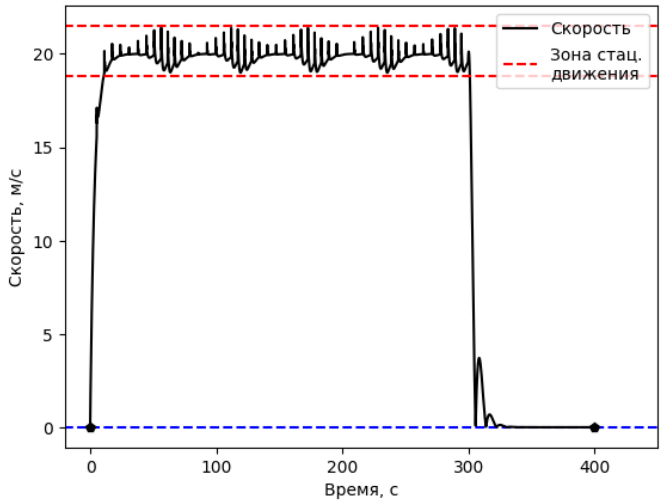

Рис.: Скорость агента при движении. $\vec{v}_d = 20$м/с

Алгоритм управления миньона

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

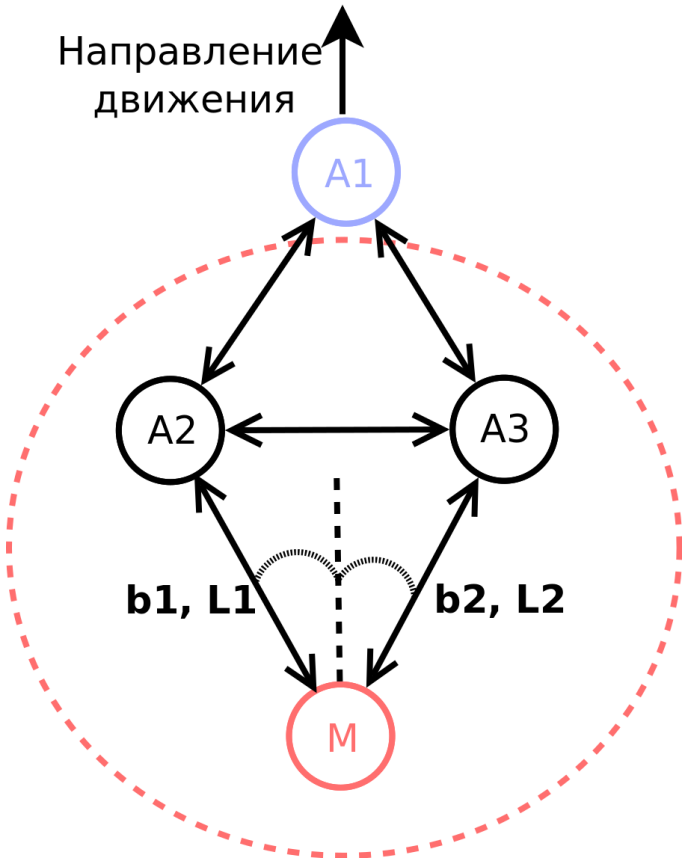

Рис.: Миньон в строю

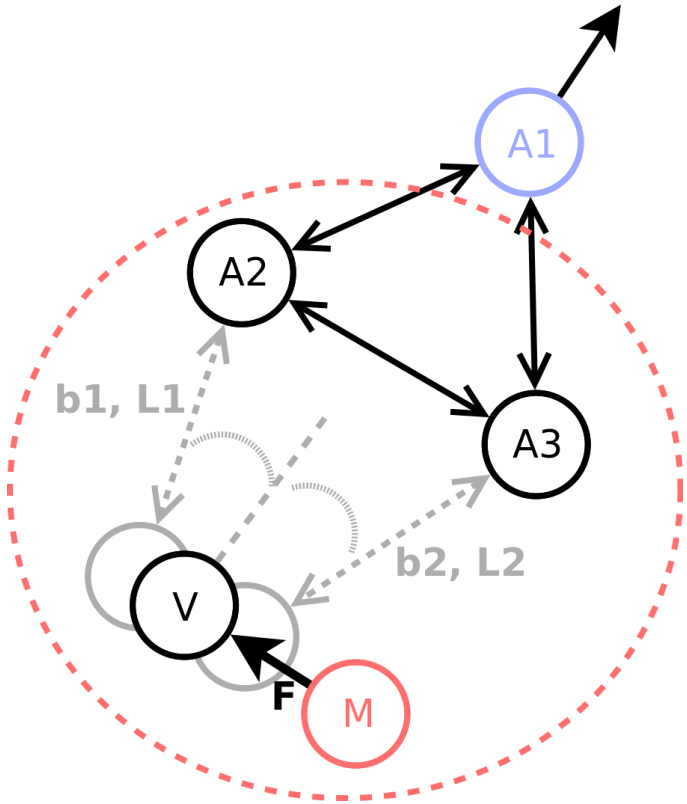

Рис.: Миньон в повернувшемся строю

Движение строя без возмущений

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

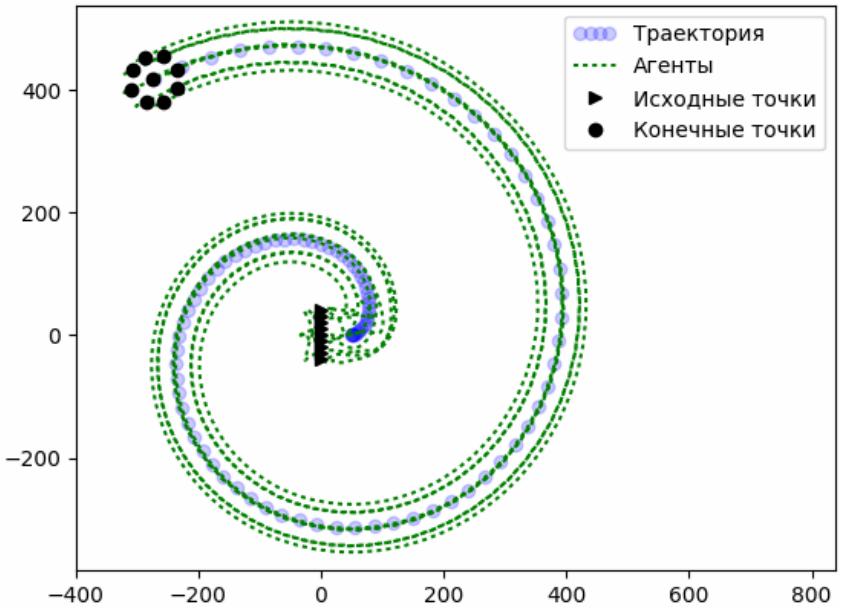

Рис.: Общий план

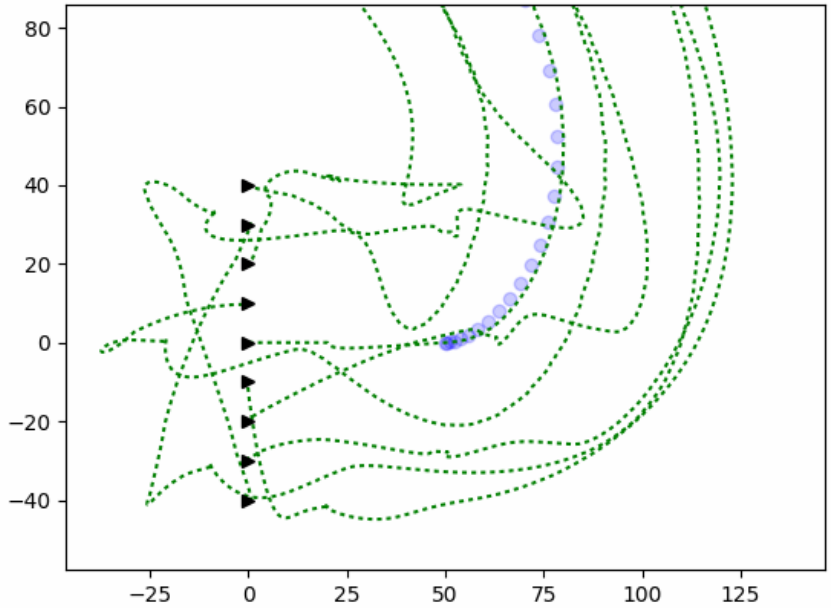

Рис.: Процесс формирования строя

Движение строя при малых возмущениях

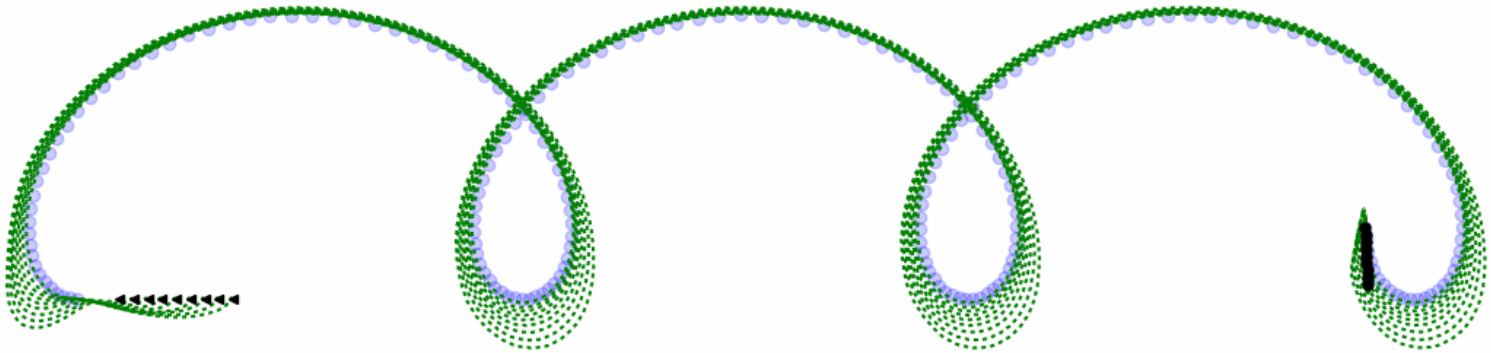

Рис.: Движение строя в виде линии из 9-ти агентов

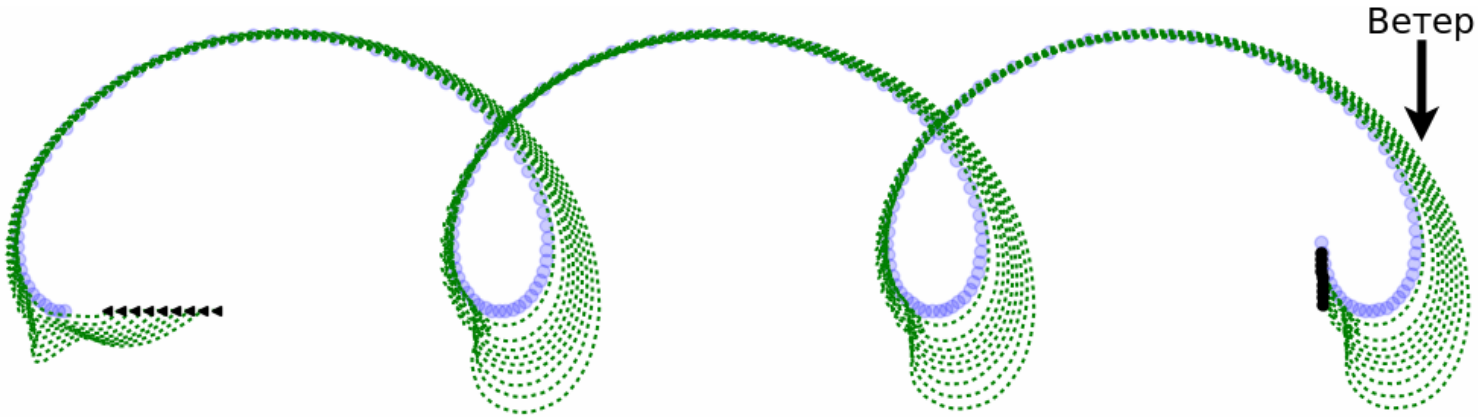

Рис.: Движение строя при постоянном южном ветре

Движение строя при отказах агентов

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

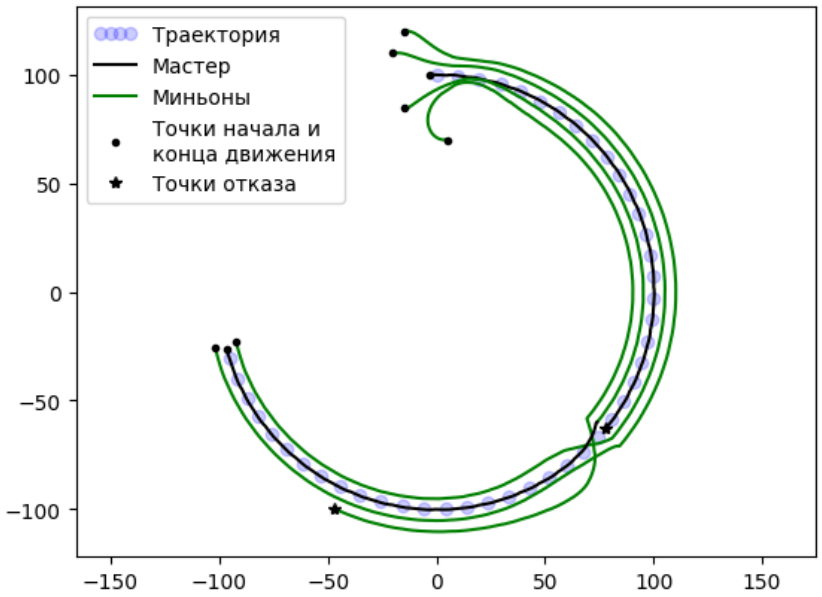

Рис.: Общий план

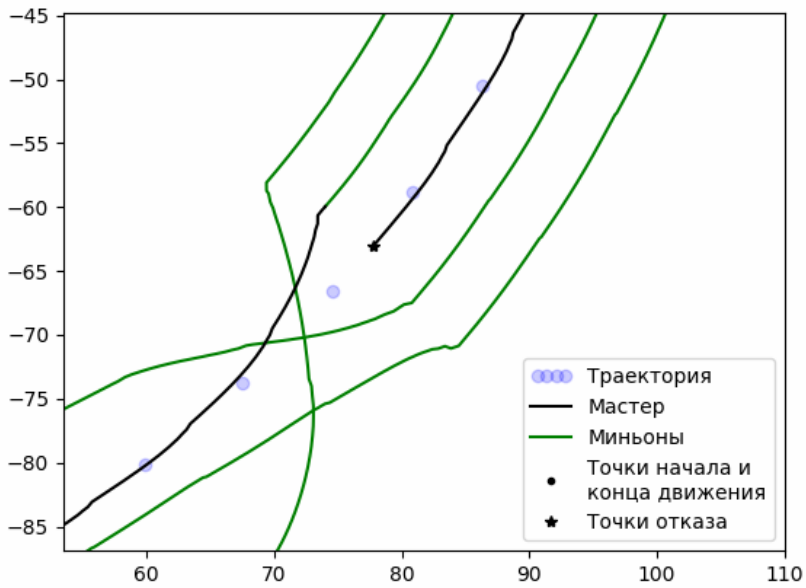

Рис.: Отказ мастера

Движение строя при отказах агентов (подробнее)

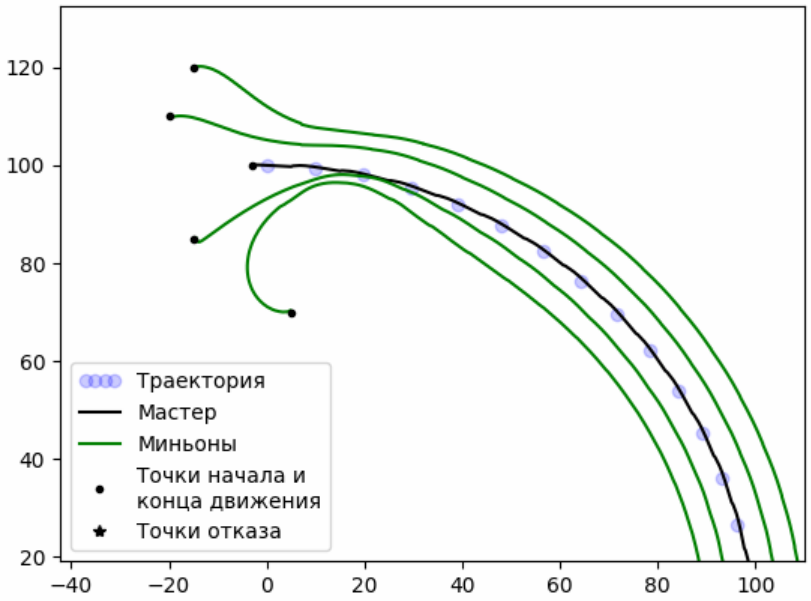

Рис.: Формирование строя

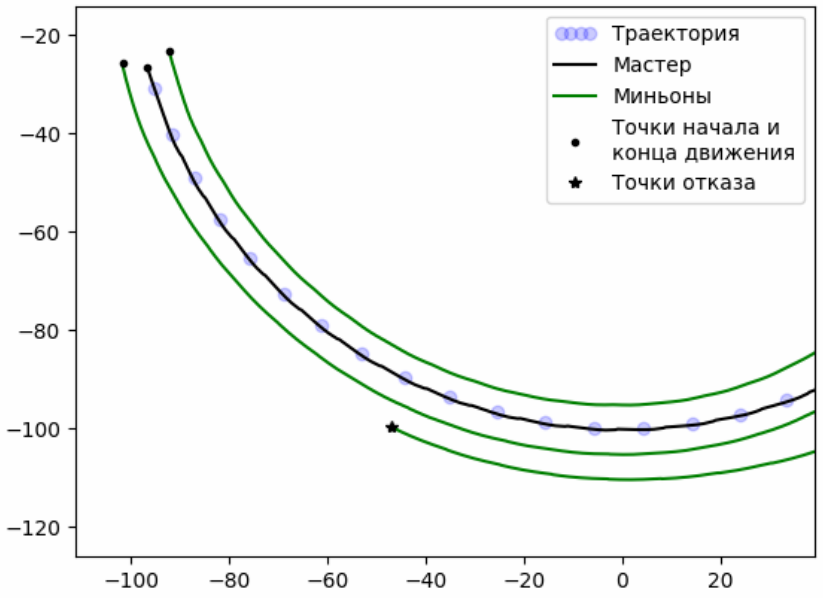

Рис.: Отказ миньона

Движение строя при критических возмущениях

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

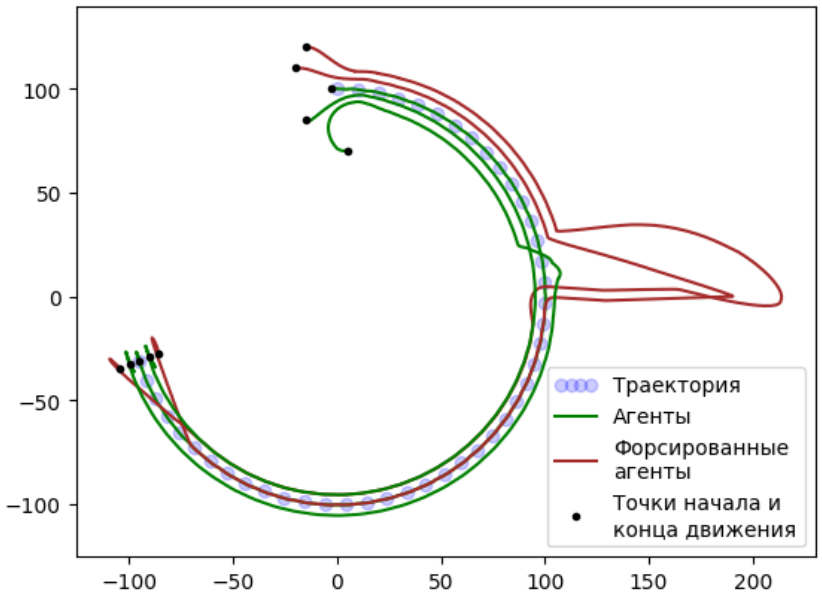

Рис.: Общий план

Образуются две подгруппы — 2 и 3 агента.
Области радиовидимости не пересекаются.

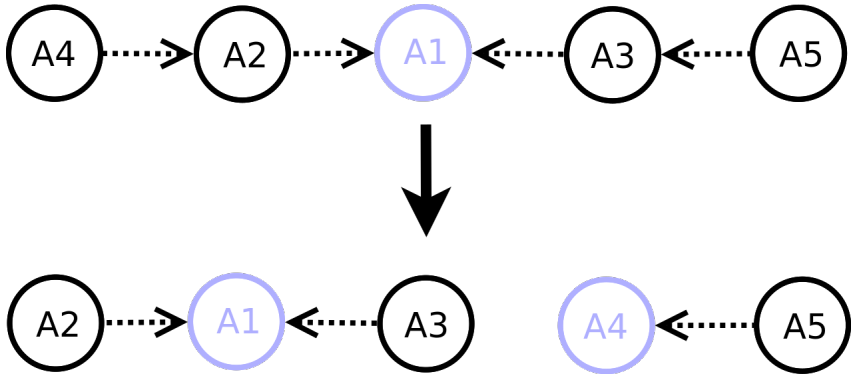

Рис.: Разбиение строя на подгруппы

Движение строя при критических возмущениях (подробнее)

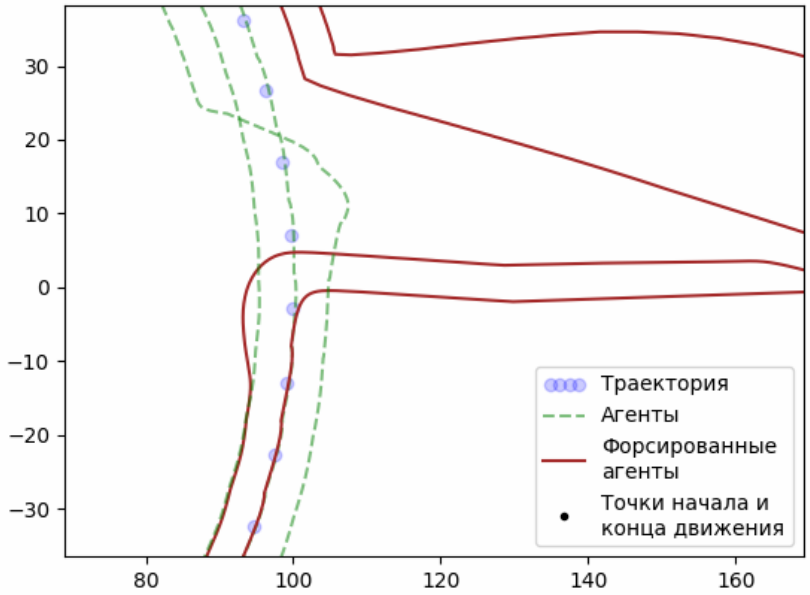

Рис.: Возврат на траекторию

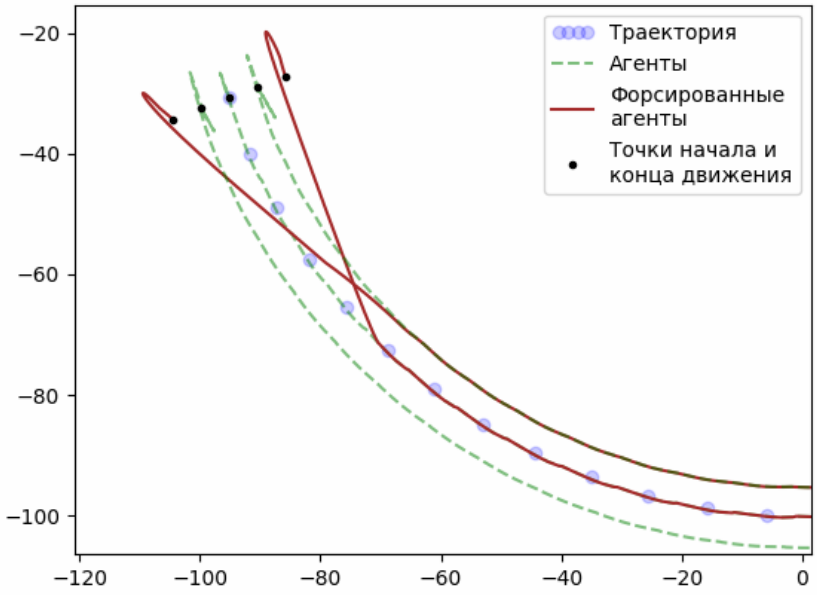

Рис.: Восстановление строя

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

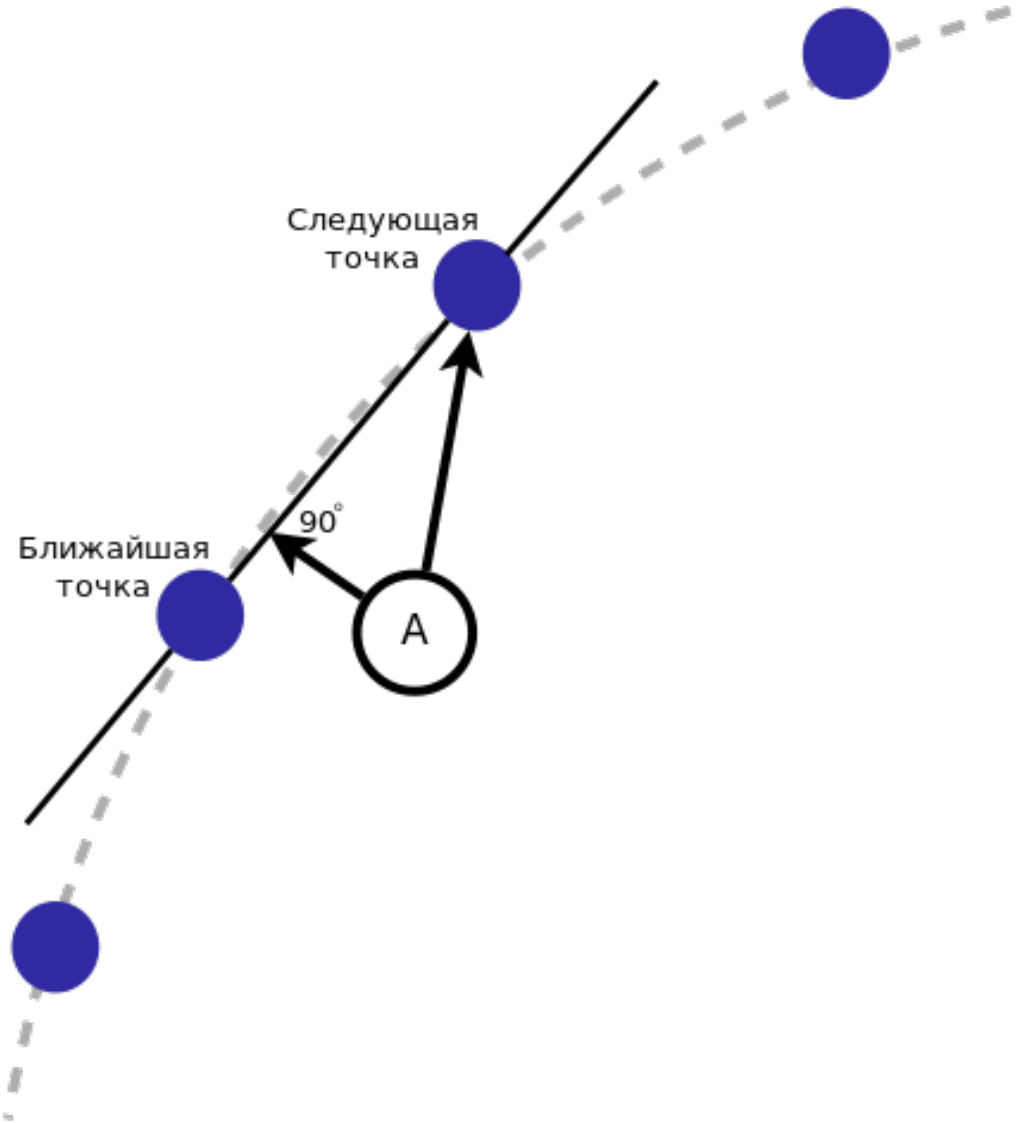

Рис.: Поясняющий рисунок к алгоритму движения мастера по траектории

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

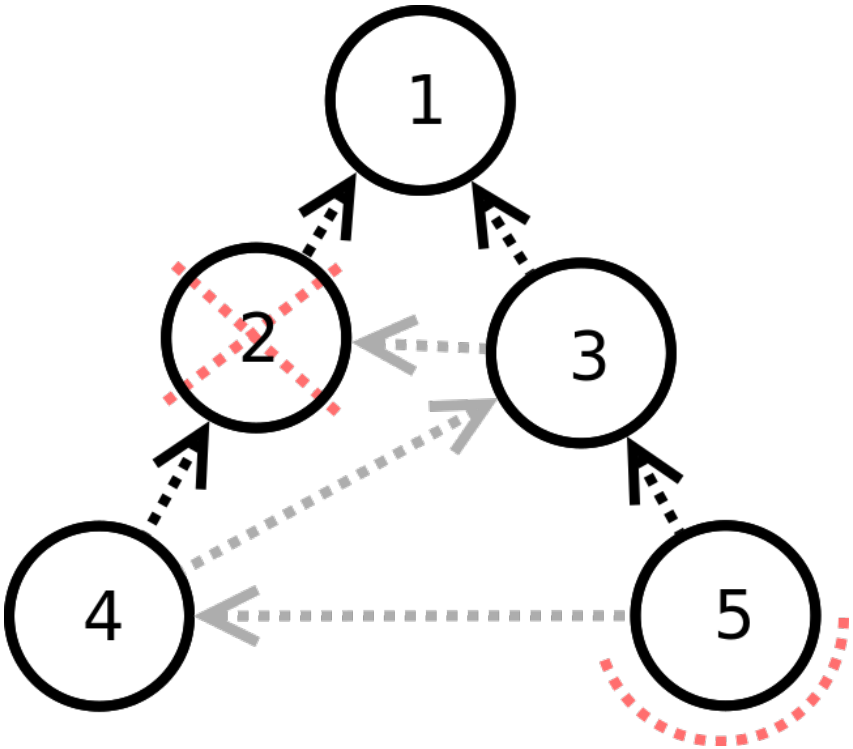

Рис.: Точки структуры строя

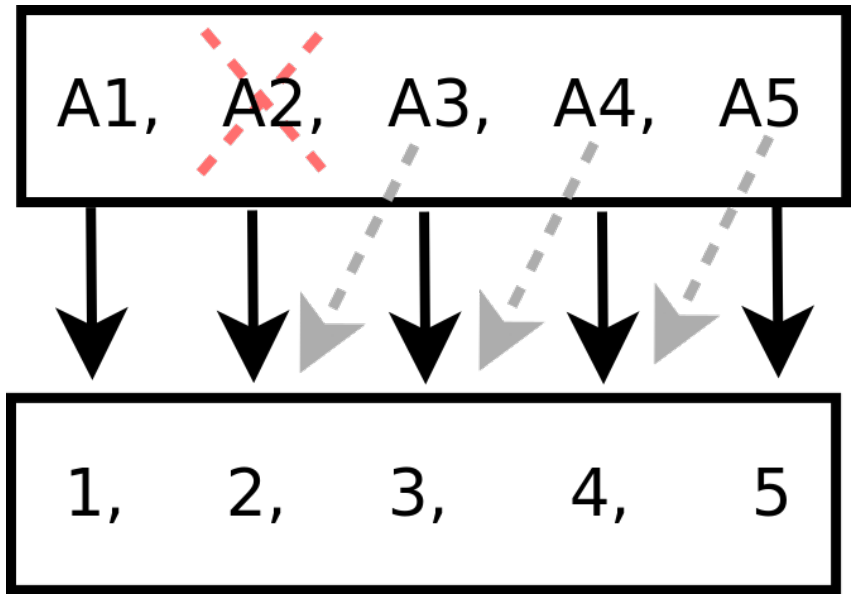

Рис.: Отношения агент-точка структуры

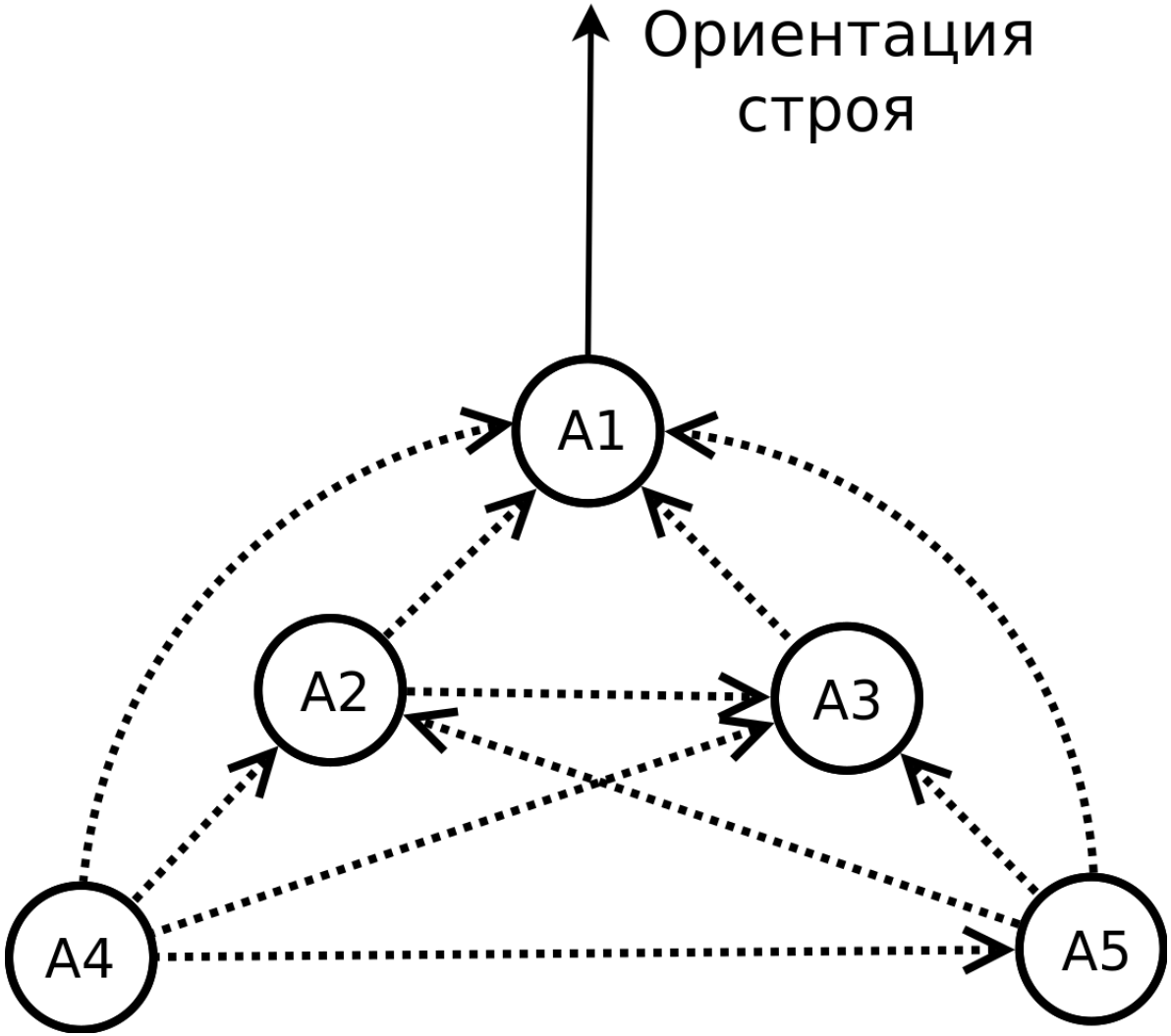

Рис.: Строй со всеми изображёнными связями

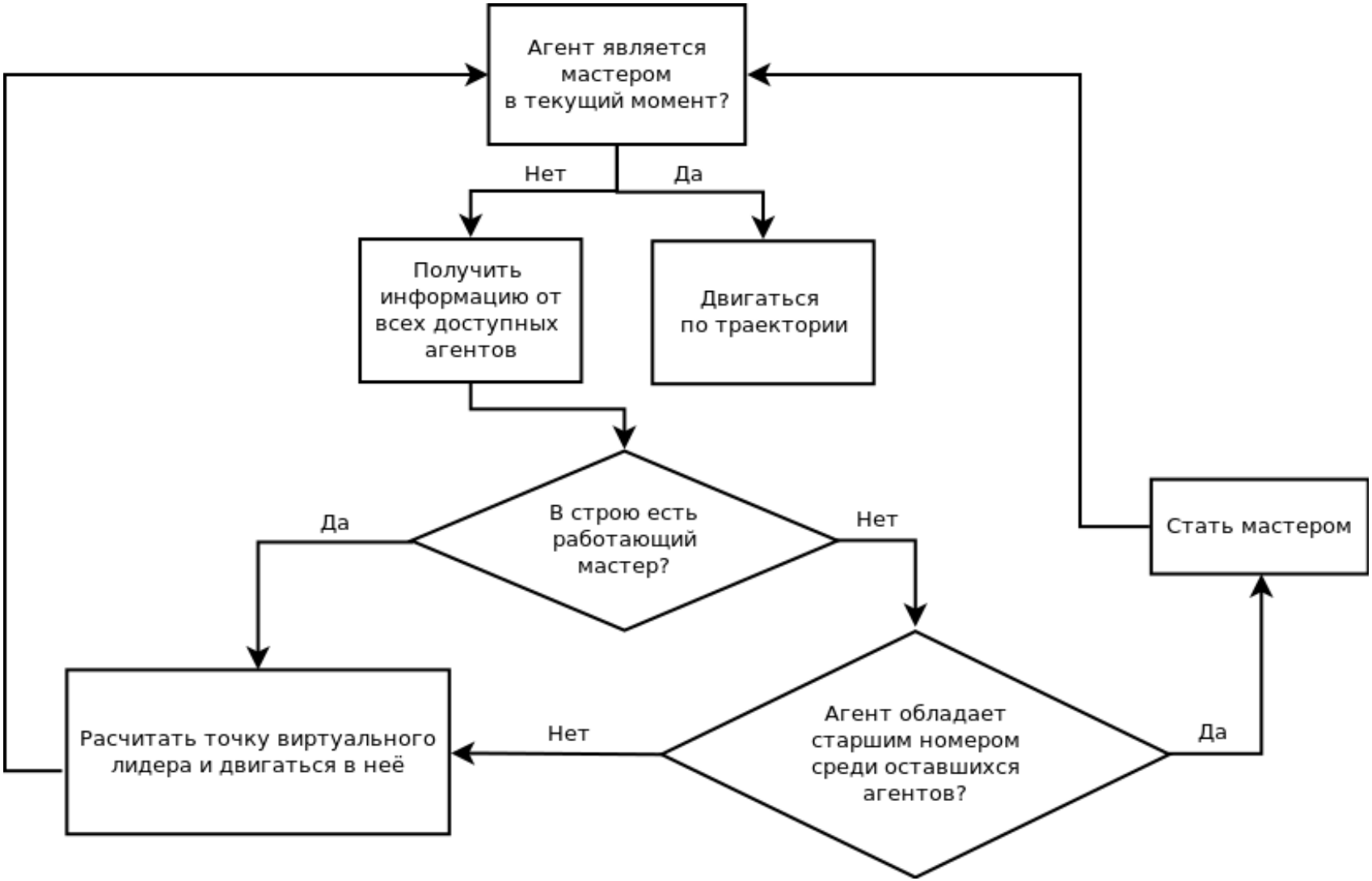

Рис.: Блок схема работы агента