

Математические основы робототехники

lec-06-quadro-intro

13.10.2021

Цель

- **Как сделать так, чтобы квадрокоптер летал автономно?**
- Как мы можем оценить положение квадрокоптера по показаниям датчиков?
- Как мы должны генерировать команды управления, чтобы квадрокоптер выполнял поставленную задачу?

Вспомнить все

- Введение, текущее состояние дел (state of the art)
- Линейная алгебра, 2D геометрия
- 3D геометрия, датчики
- Приводы и регуляторы (PID)
- Вероятностная оценка состояния
- Калмановская и Байесовская фильтрация
- Визуальная одометрия

Мотивация: почему квадрокоптеры?

- Представьте, что у вас есть летающая камера
- Для чего вы бы ее использовали?

Мотивация: почему квадрокоптеры?

- Представьте, что у вас есть летающая камера
- Для чего вы бы ее использовали?



Перспективы применения

- Поисковые и спасательные операции



Перспективы применения

- Инспекция зданий после природных катастроф



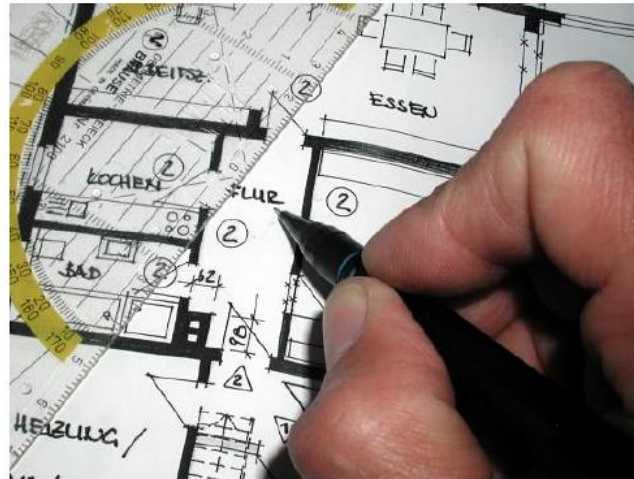
Перспективы применения

- Инспекция крыш, мостов, etc.
- Сельское хозяйство (дистанционный мониторинг)



Перспективы применения

- Построение карт зданий
- Планирование производственных площадей



Перспективы применения

- Перевозка грузов



Квадрокоптеры

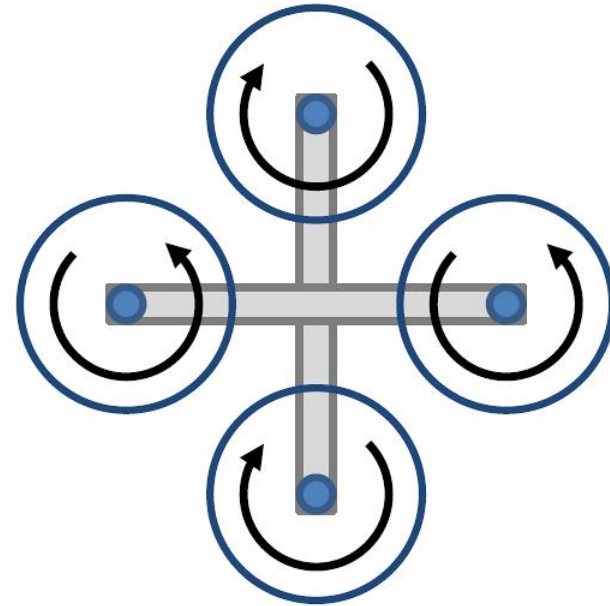
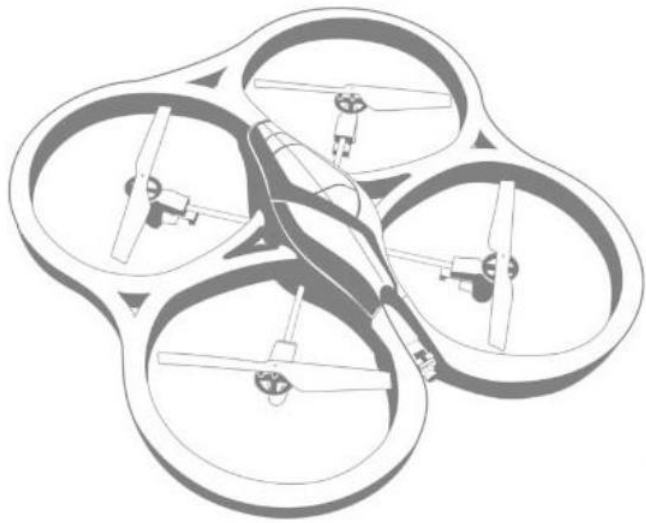
- Различные сферы применения
- Большой коммерческий потенциал
- Проблема:
существующие решения требуют опытных операторов

Как повысить автономность летательных роботов?

Различные уровни автономности

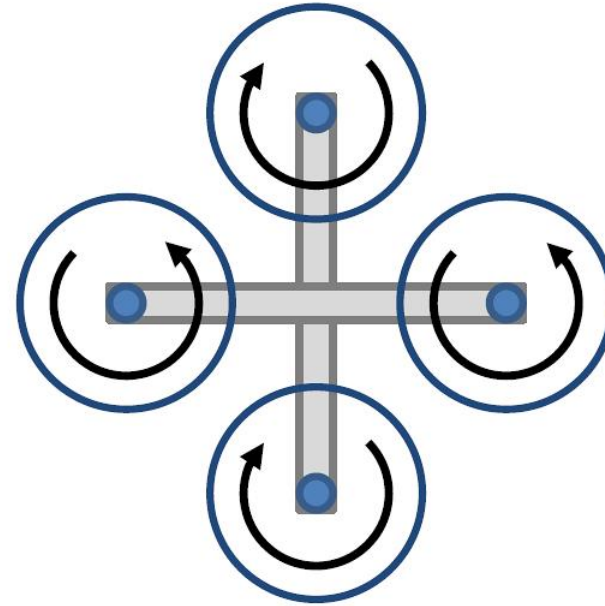
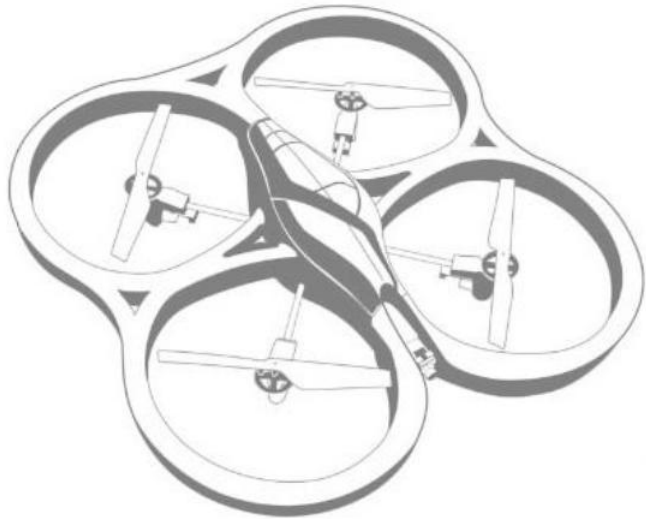
- Ручное управление
- Полуавтономный (контроль высоты/положения, автоматический взлет/посадка, обход препятствий, ...)
- Полностью автономный (планирование пути, задачи мониторинга и сопровождения, ...)

Квадрокоптер: основные принципы



Что необходимо делать, чтобы сохранять положение?

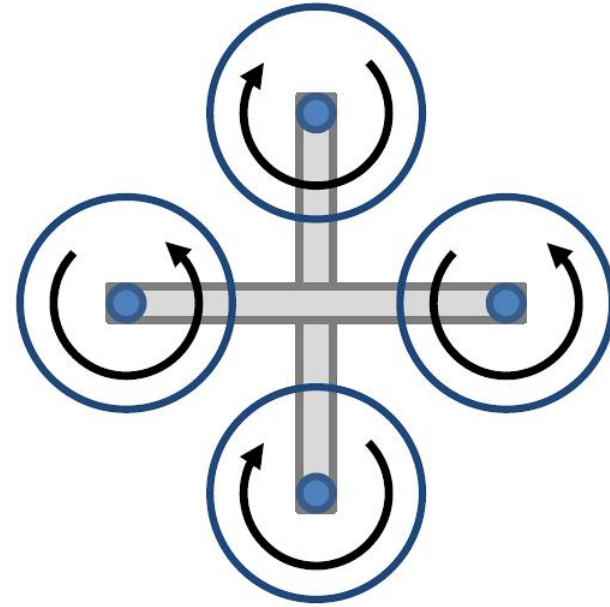
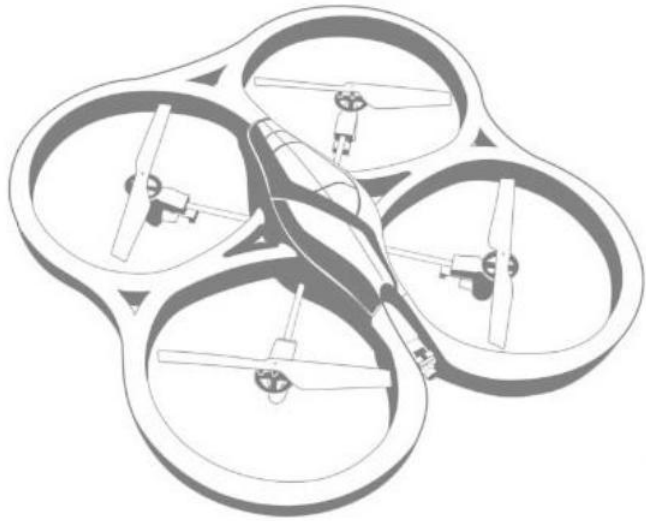
Квадрокоптер: основные принципы



Поддержание положения:

- Тяга компенсирует гравитацию

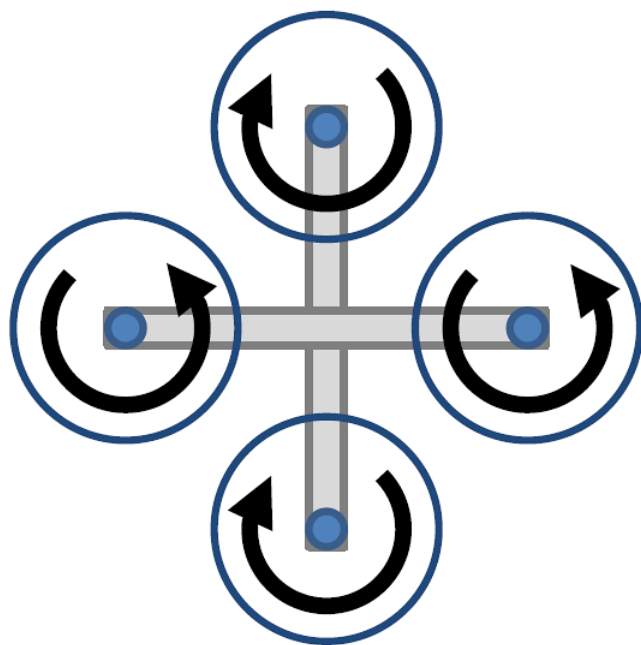
Квадрокоптер: простейшее движение



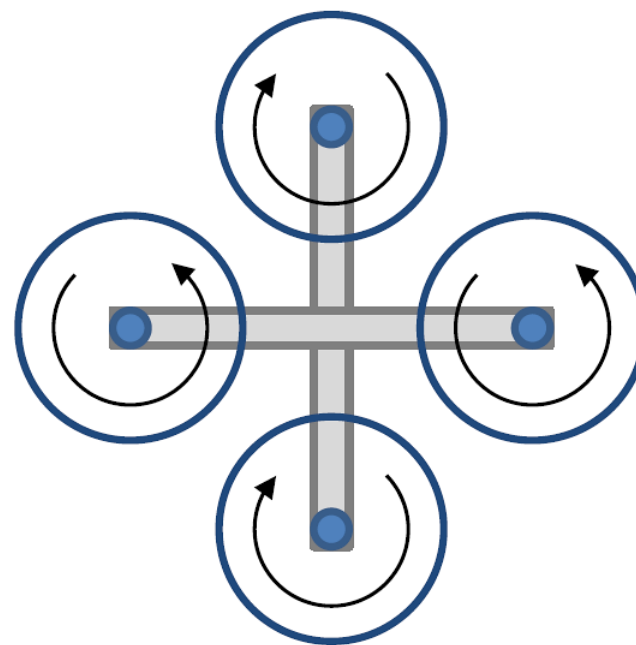
Поддержание положения:

- Тяга компенсирует гравитацию
- Сумма всех крутящих моментов равна 0

Квадрокоптер: простейшее движение

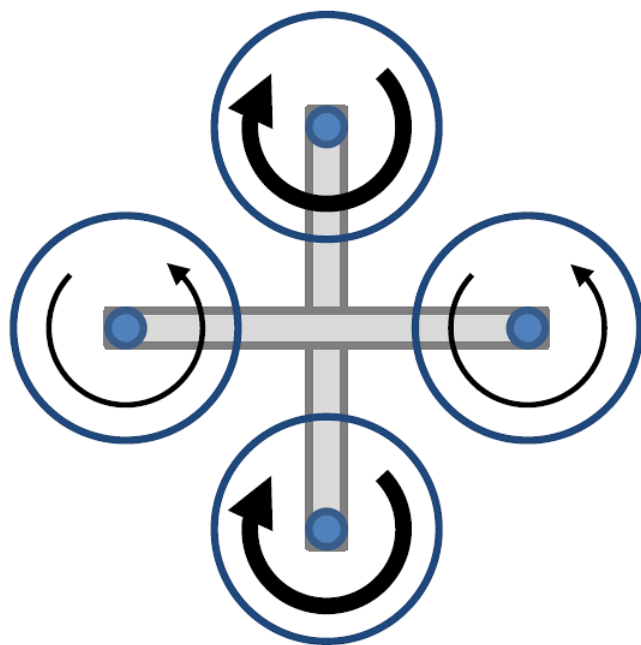


Подъем

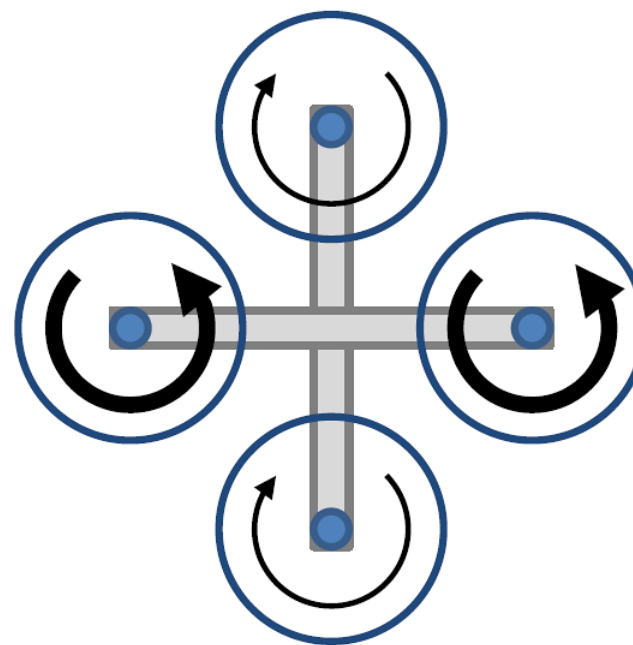


Спуск

Квадрокоптер: простейшее движение

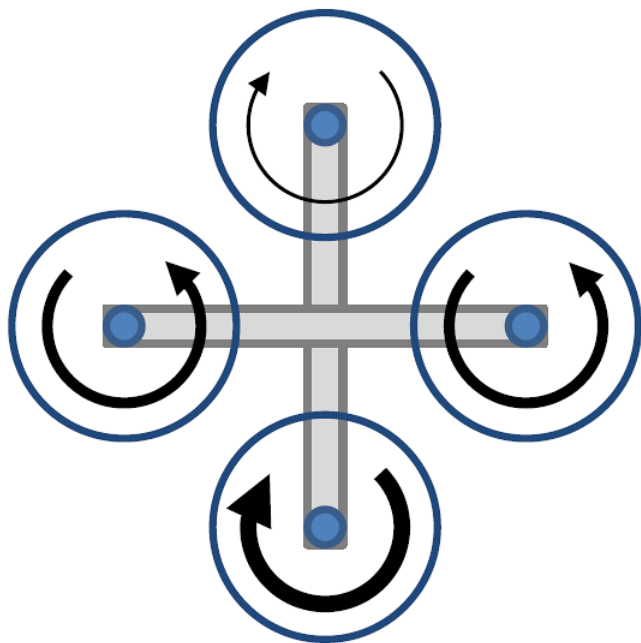


Поворот налево

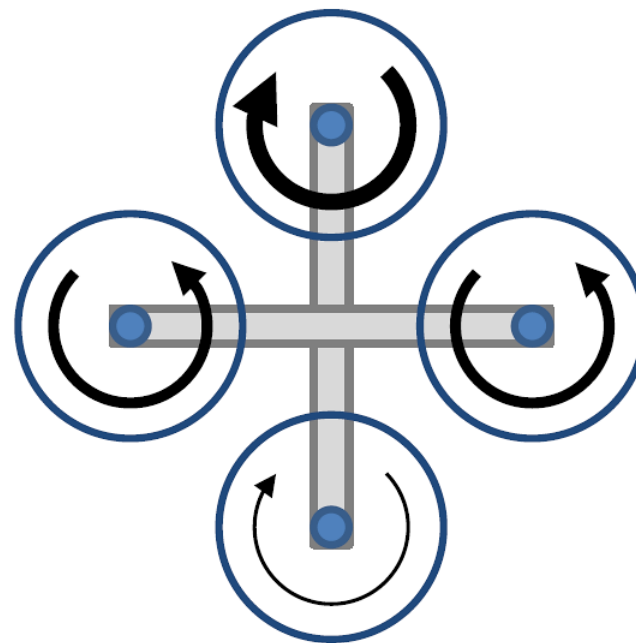


Поворот направо

Квадрокоптер: простейшее движение

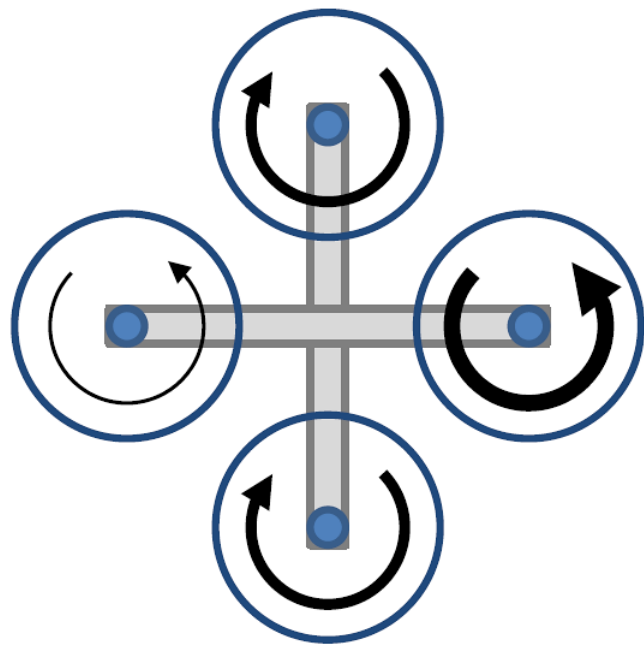


Движение вперед

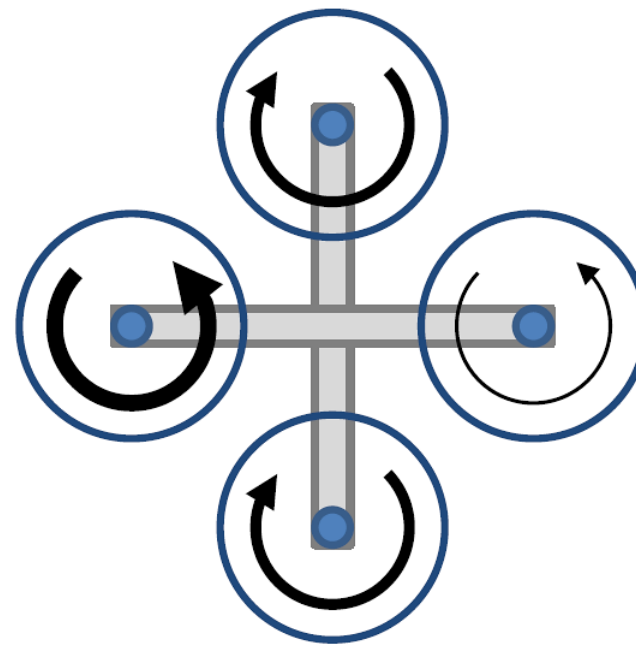


Движение назад

Квадрокоптер: простейшее движение



Движение налево



Движение направо

Пример: Parrot Ardrone 2.0

- Бесколлекторные моторы 14,5 Вт
- AVR контроллеры
- Li-Po аккумулятор 1000 мАч



Пример: Parrot Ardrone 2.0

- Акселерометр, гироскоп, магнитометр (IMU)
- Ультразвуковой датчик
- Датчик давления
- Визуальная одометрия 60 fps
- Фронтальная камера 30fps 720p



Пример: Parrot Ardrone 2.0

- ARM Cortex A8, 1 ГГц
- Linux 2.6.32
- USB 2.0
- Wi-Fi
- Open-source API



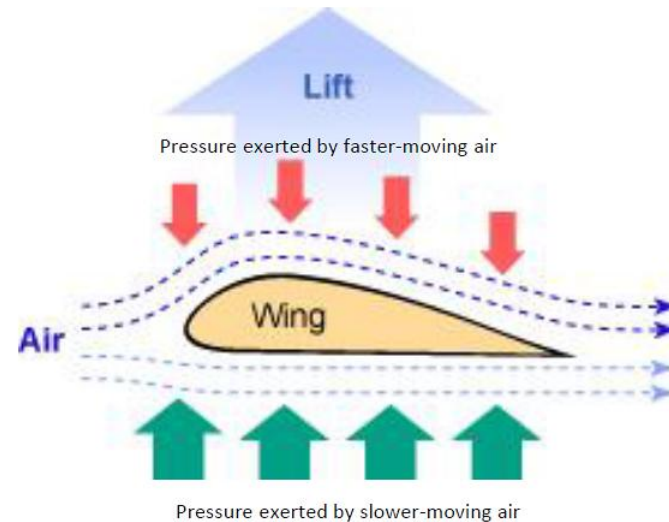
Другие доступные платформы

- Parrot: Ardrone
- Ascending Technologies: Hummingbirg, Pelican, Firefly
- Bitcraze: Crazyflie
- Open-source projects: Mikrokopter, ...



Летательные аппараты с неподвижным крылом

- Первый моторизированный полет – 1903 г. (братья Райт)
- Подъемная тяга – за счет специальной формы крыла
- Управление – с помощью заслонок



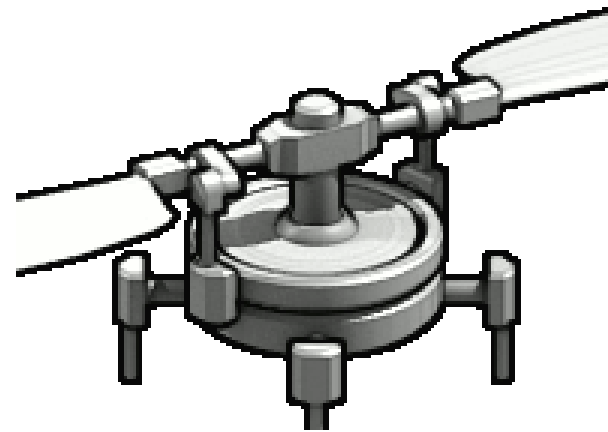
Квадрокоптеры

- Первый успешный полет: 1924 г.
- Вертикальный взлет/посадка
- Проблемы: устойчивость, управление



Вертолеты

- Первый успешный полет: 1936 г.
- Вращение компенсируется хвостовым винтом



Микро летательные аппараты

- Стабилизация возможна благодаря MEMS
- Дистанционно управляемые квадрокоптеры
- Возрождение – начало 2000-х

Автономность: внешнее позиционирование

- GPS
2 Гц
3-5 м точность позиционирования
- Motion Capture
200-500 Гц
1 мм точность позиционирования

Навигация с помощью бортовых датчиков

- GPS
- Лазерный дальномер
- Камеры
- Kinect

Наша цель

- **Обеспечить автономное движение квадрокоптера в 3D, используя бортовые камеры как главный датчик**
- Камеры легкие и информативные
- Подзадачи: навигация, локализация, 3D реконструкция, исследование, сопровождение, ...



Техническое зрение

- Камеры глубины RGB-D
- SLAM, 3D реконструкция
- Сегментация изображений
- etc.

