

## МЕТОД ОРИЕНТИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕННОЙ АНТЕННЫ НА ПОДВИЖНЫЙ ОБЪЕКТ.

Криушов Р.А., Кабаева О.Н.  
КГТА, г. Ковров, Россия, [onkabaeva@mail.ru](mailto:onkabaeva@mail.ru)

Сегодня всё большую популярность набирают мобильные роботы и робототехнические комплексы военного и гражданского назначения. Одной из основных задач, стоящих при проектировании таких робототехнических систем, является создание надёжного, обеспечивающего необходимую дальность действия, канала связи между роботом и оператором. Как правило, эта связь осуществляется посредством технологий беспроводной передачи данных, для которых необходимы приемопередающие антенны.

Существуют два основных типа таких антенн: направленные и всенаправленные. За счёт особенностей конструкции направленная антенна фокусирует и уплотняет сигнал, избирательно направляя его в точку приёма. Такие антенны, по сравнению с всенаправленными, обладают повышенным коэффициентом усиления, что позволяет создавать беспроводную сеть с более высоким качеством передаваемого сигнала и большим расстоянием от передатчика до зоны приёма. Однако, направленную антенну необходимо постоянно ориентировать на робота, так как она имеет ограниченную ширину полосы передаваемого сигнала.

Существуют два основных способа ориентирования антенны на объект:

- С помощью GPS;
- С помощью метода визуальной одометрии (метод особых точек).

### Способ ориентирования объекта по GPS

При использовании метода ориентирования на объекта по GPS на подвижный объект (в нашем случае на робот) устанавливается GPS-трекер (Рис. 1).



Рисунок 1 – GPS-трекер

Практически любой GPS-трекер включает в конструкцию два модуля – приемный и передающий. Первый сегмент выполняет функцию определения координат своего положения, а транслятор обеспечивает их отсылку владельцу по каналам GPS.

Как же GPS-приемник определяет свое местоположения?

Система GPS использует способ определения координат места по измерениям дальностей до ориентиров-спутников, определяемой с помощью псевдослучайного кода. Для этого приемник синхронно со спутником генерирует аналогичный собственный код. Измеряя раз-

ность сдвига между одинаковыми участками указанных кодов по времени, приемник определяет так называемую псевдодальность. По трем псевдодальностям он может определить свое точное положение.

Почему «псевдо»? Проблема в том, что если бы псевдослучайные коды приемника и спутника были сгенерированы одновременно, то псевдодальности были бы дальностями. Однако часы спутника очень точные и корректируются по сигналам с земли, а часы приемника менее точны. Кроме того, имеются задержки распространения сигнала в ионосфере, тропосфере и т.д., что создает суммарную ошибку.

Определить однозначно двумерные координаты по двум окружностям равных расстояний (линиям положений) невозможно. Например, если часы приемника отстают, то истинная позиция будет ближе, но в каждом случае пропорционально ближе к каждому из спутников. Вводя линию положения от 3-го спутника, мы можем получить однозначный результат. Программа приемника GPS, используя три измеренные псевдодальности (три линии положения) путем совместного решения трех уравнений вычисляет три неизвестные величины: долготу, широту и ошибку часов. Вот почему для определения двумерных координат необходимо как минимум 3 спутника, для трехмерных – 4.

### **Способ ориентирования объекта с помощью метода визуальной одометрии**

Следующий способ предполагает использование алгоритма визуальной одометрии

Визуальная одометрия — это метод оценки положения и ориентации робота или иного устройства с помощью анализа последовательности изображений, снятых установленной на нем камерой (или камерами).

Идея алгоритма визуальной одометрии заключается в том, чтобы выделять на стереоизображениях набор так называемых особых точек, обладающих определенным свойством, например углы зданий, темные пятна на асфальте и т. д., наблюдать изменение их положения, а затем пересчитывать это изменение в смещение и угол поворота робота. Для вычисления пути робота находят смещение особых точек между текущим и предыдущим изображением.

Пример выделения особых точек на изображении и отслеживания изменения их местоположения приведен на рис. 2.



Рисунок 2 – Пример выделения особых точек на изображении

Стандартный алгоритм визуальной одометрии выглядит следующим образом:

1. Получение изображения с камеры/стереокамеры/всенаправленных камер
2. Коррекция изображения (устранение дисторсии и т.п.)
3. Детектирование ключевых точек изображения:

- 1) детектирование ключевых точек (например — метод Лукаса-Канаде);
- 2) сравнение точек между кадрами;
- 3) построение оптического потока.
4. Проверка векторов оптического потока на потенциальные ошибки, отбрасывание выбросов (outliers)
5. Определение движения камеры из оптического потока:  
вариант 1: используя фильтр Калмана  
вариант 2: определяя геометрические и 3D -свойства точек, для минимизации целевой функции, основанной на минимизации ошибки проекции между двумя смежными кадрами.
6. Периодическое обновление набора ключевых точек для отслеживания.

Целью алгоритма визуальной одометрии является определение местоположения объекта наблюдения в текущий момент времени относительно его положения в момент запуска алгоритма визуальной одометрии.

При использовании метода визуальной одометрии важно понимать, что чем быстрее движется объект слежения, тем большее количество кадров должно обработаться алгоритмом визуальной одометрии, чтобы отследить последовательность перемещения особых точек на снимках. Поэтому имеет смысл проработать алгоритм работы системы слежения за объектом так, чтобы при увеличении скорости движения данного объекта увеличивалась и частота снимков с камеры, и наоборот. Такой подход обеспечит как точность позиционирования объекта наблюдения (в нашем случае мобильного робота), так и более экономный расход ресурсов вычислительных средств.

Каждый способ имеет свои преимущества и недостатки. Основные из них представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика способов ориентирования на объект

	<b>Преимущества</b>	<b>Недостатки</b>
GPS	Объект может находиться вне поля зрения	Ошибка позиционирования до 1м
Визуальная одометрия	Высокая точность и скорость работы алгоритма	Требуется мощный компьютер для обработки изображения, объект должен находиться в прямой видимости, накопление ошибки позиционирования

Таким образом, для того, чтобы создать наиболее гибкую и универсальную систему автоматического ориентирования направленной антенны на подвижный объект, работающую в различных условиях и при различном рельефе местности необходимо комбинировать эти два метода.

### Список литературы

1. Типы и классификация Wi-Fi антенн: [Электронный ресурс]. URL: <http://bloganten.ru/typy-i-klassifikaciya-wi-fi-antenn/> (Дата обращения 26.03.2017).
2. Все о GPS-навигаторах / В.С. Найман, А.Е. Самойлов, Н.Р. Ильин, А.И. Шейнис. – М. : НТ Пресс, 2005. – 392 с.
3. Е.А. Девятериков, Б.Б. Михайлов Визуальный одометр // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана., -2012. – с. 68-82.