

## **1 слайд:**

Добрый день. Меня зовут Марухин Михаил. Я являюсь студентом группы 15-В-1, и сегодня я расскажу о создании программно-аппаратной системы позиционирования робота в помещении.

В настоящее время очень быстро развивается направление робототехники, стремительно появляются новые технологии и разрабатываются более совершенные роботы. Роботы-пылесосы, роботы для очистки бассейнов, игровые роботы и роботы телеприсутствия с каждым днем становятся все более доступными, тем самым спрос на них стремительно увеличивается.

Большинству роботов, в зависимости от их назначения, необходима система позиционирования, и задача по её разработке становится одной из наиболее важных, при разработке робота.

## **2 слайд:**

Целью данной работы является реализация программно-аппаратной системы позиционирования робота в помещении. Для достижения заданной цели были поставлены следующие задачи: проанализировать техническое задание, разработать систему на структурном и программном уровне, а также провести эксперименты и тестирование, на предмет подтверждения правильности работы системы или обнаружение ошибок.

При оценке методов навигации следует в первую очередь учитывать точность позиционирования. Так, принято считать, что допустимая ошибка при определении координат робота — это величина, значение которой не больше половины от минимальных габаритов робота.

Таким образом в робототехнике выделяют четыре вида навигационных систем:

Глобальная система, задача которой — определение абсолютных координат, т. е. широты и долготы. Это такие системы как GPS, Глонасс, Galileo, которые используют спутники для позиционирования.

Персональная система. Она применяется при позиционировании отдельных частей робота и взаимодействии с близлежащими предметами. Такая направленность важна для устройств, имеющих манипуляторы.

Автономная система. В рамках автономной системы навигации применяются гироскопы, цифровые компасы, и используются данные системы на достаточно ровной поверхности.

Локальная система. Локальные системы используют для позиционирования некоторую точку, обычно стартовую. В условиях замкнутого пространства целесообразно применение локальной системы позиционирования.

Выбор системы определения расстояния от робота до серверной части является очень важной задачей.

Метод потенциальных полей - простой, низкоуровневый алгоритм навигации робота. Суть его состоит в том, что цель притягивает робота, а препятствия отталкивают. Таким образом, каждое препятствие в окружении имеет отталкивающее потенциальное поле, с силой обратно пропорциональной расстоянию до него, а цель имеет однородную силу притяжения.

Метод триангуляции — суть его состоит в построении целого ряда или сети примыкающих друг к другу треугольников и, соответственно, определении положения их вершин в выбранной системе координат. В каждом треугольнике измеряют все три угла, а одну из его сторон определяют из вычислений путём последовательного решения предыдущих треугольников, начиная от того из них, в котором одна из его сторон получена в результате измерений. Длины сторон треугольника вычисляются по формуле синусов. Дирекционные углы вычисляются по измеренным горизонтальным углам.

Также существует метод трилатерации.

### **3 слайд:**

Информационная модель системы выглядит следующим образом. В помещении размещены три устройства с ультразвуковыми приёмниками, а также, где-то в их зоне досягаемости, находится робот с ультразвуковым передатчиком. Робот генерирует ультразвуковой сигнал, а три устройства серверной стороны принимают его и вычисляют координаты робота на основе алгоритма трилатерации.

### **4 слайд:**

В данной работе, для позиционирования робота в помещении, используется алгоритм трилатерации. С геометрической точки зрения задача трилатерации сводится к нахождению точки пересечения трех или четырех сфер, координаты центра которых известны (ими являются Приёмники O, X, Y), а радиусом которых является расстояние от центра каждой из сфер до робота. Если известно расстояние от робота до одного приёмника, то эта информация позволяет говорить, что робот находится где-то на поверхности этой сферы. Если известны расстояния до двух приёмников, то это сужает область местонахождения робота до пространства, образуемого в месте пересечения двух сфер. Расстояния до трех приемников позволяет узнать две точки, в одной из которых находится робот — это точки пересечения трех сфер. Таким образом, применение системы из 3-х приемников уместно только в том случае, когда робот находится с ними в одной плоскости. В ситуациях, когда предполагается полёт робота — требуется применение системы из 4-х приемников.

### **5 слайд:**

Информация со слайда.

### **6 слайд:**

Так как скорость звука зависит от температуры воздуха, забегая вперед, можно сказать, что серверная сторона системы оборудована термометром, информация с которого позволяет вносить коррективы в расчет скорости звука.

После измерения температуры окружающей среды и вычисления скорости звука, происходит отправка синхросигналов с устройства O на устройства X и Y, для того, чтобы привести их в рабочее состояние. Далее передатчик на роботе начинает генерировать ультразвуковой сигнал, а приёмники на трёх устройствах серверной стороны принимают данный сигнал. Полученная временная задержка используется в расчете расстояния от передатчика до приёмника.

Когда все данные получены, а именно расстояние от робота до каждого из приемников, происходит вычисление координат робота по алгоритму трилатерации и их передача на компьютер.

### **7,8,9 слайд:**

Структурный уровень системы выглядит следующим образом:

Аппаратные средства системы позиционирования робота, в данной работе, состоят из двух частей: клиентской и серверной.

Клиентское устройство представляется из себя робота, который время от времени генерирует ультразвуковые сигналы, позволяющие серверной стороне вычислить его местоположение. Включает в себя: плату Arduino Mega 2560, модуль RS-485, для синхронизации отправки ультразвукового сигнала, и сам ультразвуковой передатчик. Работает данное устройство от двух аккумуляторов форм-фактора 18650. В качестве самого передатчика выступает отпаянный от ультразвукового модуля HC-SR04 трансмиттер.

Серверная часть состоит из четырех устройств, три из которых состоят из Arduino Uno, ультразвукового приемника. По мимо того, устройство, находящееся в начале координат, также имеет аналоговый термометр LM35 и модуль RS-485 для соединения с клиентской стороной.

Четвертым устройством является Arduino Leonardo, которая соединяет остальные устройства серверной стороны и компьютер.

Для обмена данными между платами серверной стороны используется шина I2C.

Вся серверная часть крепится на деревянную конструкцию, позволяющая разместить устройства в правильном положении для наилучшего приёма сигнала от робота.

Вся система запитывается от одного источника, что позволяет запускать все устройства одновременно.

#### **10 слайд:**

В качестве ультразвукового датчика мы использовали HC-SR04. Первые эксперименты показали, что датчик работает несколько странно. Странность была в том, что даже при отсутствии входящего сигнала ультразвуковой приемник все равно принимал сигнал, как бы мы не старались. Было принято решение собрать схему, для которой выпаяли из датчика HC-SR04 отдельно приёмник и передатчик. Проведенные эксперименты показали, что в данной конфигурации датчики работают исправно и выполняют поставленные задачи.

Для создания чистого сигнала используются звуковой усилитель мощности LM386 и компаратор напряжения LM393. Так же в схеме присутствуют следующие элементы: резисторы на 220 Ом и 10 кОм, подстроечный резистор на 10 кОм, конденсатор на 100 нФ и красный светодиод.

Принципиальная схема данного устройства представлена на слайде.

#### **11 слайд:**

Изначально, данная схема была собрана на макетной плате, для того, чтобы убедиться, что она правильно и на ее основе построить проект. Данное решение позволяет быстро устранить разного рода проблемы и очень быстро заменять или переставлять элементы.

#### **12 слайд:**

После того, как эксперименты дали положительный результат, схема ультразвукового приёмника была распаяна на печатной макетной плате, что позволило жестко зафиксировать элементы и уменьшить вероятность плохого контакта.

На схеме приёмника для устройства, находящегося в начале координат, было принято решение распаять термометр, также для его жесткой фиксации.

#### **13 слайд:**

В заключении разработки любой программно-аппаратной системы происходит этап тестирования.

Для проведения тестирования, в рабочей области системы, были выбраны три точки, координаты которых были измерены, и в которые был помещен робот для вычисления его координат.

В первом эксперименте, робот помещен в координаты 1.15 и 0.65. Результат вычисления координат можно увидеть на рисунке справа.

#### **14 слайд:**

Во втором эксперименте, робот помещен в координаты 0.6 и 0.8.

#### **15 слайд:**

В третьем эксперименте, робот помещен в координаты 0.5 и 0.75.

Из результатов проведенных экспериментов, можно заметить, что вычисленные координаты робота в помещении близки с реальными, за исключением некоторой погрешности.

**16 слайд:**

Публикации

**17 слайд:**

Спасибо за внимание!