

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Всероссийская олимпиада школьников

«Шаг в будущее, Космонавтика»

Разработка системы лазерного сканирования местности

Автор: Михайлов Константин Николаевич, гимназия №1530, 11 класс, г.
Москва

Научный руководитель: Рассадкин Н.Ю., инженер НИИСМ при МГТУ им
Н.Э. Баумана

Москва 2017 г.

Содержание

Введение	3
Концепция системы	4
Лазерный дальномер	5
Плата для разработки	7
Заключение.....	9
Список использованных источников.....	10

Введение

История освоения космоса — самый яркий пример торжества человеческого разума над непокорной материей в кратчайший срок. С того момента, как созданный руками человека объект впервые преодолел земное притяжение и развил достаточную скорость, чтобы выйти на орбиту Земли, прошло всего лишь чуть более пятидесяти лет — ничто по меркам истории! Большая часть населения планеты живо помнит времена, когда полёт на Луну считался чем-то из области фантастики, а мечтающих пронзить небесную высь признавали, в лучшем случае, неопасными для общества сумасшедшими. Сегодня же космические корабли не только «бороздят просторы», успешно маневрируя в условиях минимальной гравитации, но и доставляют на земную орбиту грузы, космонавтов и космических туристов. Более того — продолжительность полёта в космос ныне может составлять сколь угодно длительное время: вахта российских космонавтов на МКС, к примеру, длится по 6-7 месяцев. А ещё за прошедшие полвека человек успел походить по Луне и сфотографировать её тёмную сторону, осчастливил искусственными спутниками Марс, Юпитер, Сатурн и Меркурий, «узнал в лицо» отдалённые туманности с помощью телескопа «Хаббл» и всерьёз задумывается о колонизации Марса.

Сегодня путешествия в космос воспринимаются как нечто само собой разумеющееся. Над нами летают сотни спутников и тысячи прочих нужных и бесполезных объектов, за секунды до восхода солнца из окна спальни можно увидеть вспыхнувшие в ещё невидимых с земли лучах плоскости солнечных батарей Международной космической станции, космические туристы с завидной регулярностью отправляются «бороздить просторы» (тем самым воплощая в реальность ерническую фразу «если очень захотеть, можно в космос полететь») и вот-вот начнётся эра коммерческих суборбитальных полётов с чуть ли не двумя отправлениями ежедневно. Освоение космоса управляемыми аппаратами и вовсе поражает всякое воображение: тут и снимки давно взорвавшихся звёзд, и HD-изображения дальних галактик, и веские доказательства возможности существования жизни на других планетах. Корпорации-миллиардеры уже согласовывают планы по строительству на орбите Земли космических отелей, да и проекты колонизации соседних нам планет давно не кажутся отрывком из романов Азимова или Кларка. Согласно этому остро стоит вопрос создания систем безопасности для космических кораблей, спутников и планетных баз. Одной из таких систем может стать система лазерного сканирования местности, позволяющая определять

препятствия на пути следования объекта или изменения структуры местности на поверхности планеты.

Концепция системы

Основными характеристиками дальностного портрета являются координаты точек. В рамках заданной работы ставится задача получения плоского портрета местности. Определение координат нескольких точек неподвижным радарным блоком невозможно, поэтому добавляется задача поворота модуля и перестроения координат из полярных в прямоугольные. Для написания ПО системы использовалась среда разработки Visual studio. Программирование шагового двигателя осуществлялось в среде Arduino IDE.

Лазерный дальномер

Лазерный дальномер — прибор для измерения расстояний с применением лазерного луча.

Широко применяется в инженерной геодезии, при топографической съёмке, в военном деле, в навигации, в астрономических исследованиях, в фотографии. Современные лазерные дальномеры в большинстве случаев компактны и позволяют в кратчайшие сроки и с большой точностью определить расстояния до интересующих объектов.

Лазерные дальномеры различаются по принципу действия на импульсные и фазовые.

Импульсный лазерный дальномер — это устройство, состоящее из импульсного лазера и детектора излучения. Измеряя время, которое затрачивает луч на путь до отражателя и обратно, и зная значение скорости света, можно рассчитать расстояние между лазером и отражающим объектом. Импульсные лазерные дальномеры обладают большой дальностью работы, т.к. импульс можно выдать с большой мощностью и повышенной скрытностью, включаясь только на время импульса. Поэтому импульсные лазерные дальномеры обычно применяются в военных прицелах.

Способность электромагнитного излучения распространяться с постоянной скоростью даёт возможность определять дальность до объекта. Так, при импульсном методе дальнометрирования используется соотношение

где R — расстояние до объекта, c — скорость света в вакууме, n — показатель преломления среды, в которой распространяется излучение, t — время прохождения импульса до цели и обратно.

Рассмотрение этого соотношения показывает, что потенциальная точность измерения дальности определяется точностью измерения времени прохождения импульса энергии до объекта и обратно. Ясно, что чем короче фронт импульса, тем лучше.

Фазовые лазерные дальномеры на короткий промежуток времени включают подсветку объекта с разной модулированной частотой и по сдвигу фазы вычисляют расстояние до цели. Они не имеют таймера замера отражённого сигнала, поэтому дешевле, но имеют меньшую дальность (до 1 км) и поэтому обычно используются в бытовых целях или как прицелы стрелкового оружия.

Фазовые лазерные дальномеры имеют ошибку на доли длины фазы модуляции, поэтому намного точнее импульсных, а также дешевле, т.к. не имеют сверхточного таймера. Однако необходимость более длительной подсветки цели уменьшает мощность лазера и, как следствие, дальность работы прибора.

Фазовый лазерный дальномер не меняет длину волны самого лазера (это невозможно), а управляет его мощностью, накладывая модулированный сигнал переменной частоты около 500 МГц, что объясняет небольшое "мерцание" бытовых лазерных дальномеров.

Принцип действия фазового лазерного дальномера заключается в том, что при отражении от цели отражённая волна придет в другой фазе. Иными словами, если в данный момент лазер излучает сигнал определённой мощности, то отражённый сигнал будет возвращаться так, как будто мощность излучения была другая, т.к. за время полета света и его отражения изменяется фаза (мощность сигнала) на самом устройстве. Таким образом достигается феноменальная точность вплоть до 0,5 нм, т.к. точность сравнима с длиной волны. Поскольку неизвестно, сколько целых длин волн уложилось при одном измерении, то дальномер меняет частоту модуляции и повторяет замер. Далее процессор в дальномере решает систему линейных уравнений и вычисляет расстояние до цели.

Лазерный дальномер — простейший вариант лидара.

Плата для разработки

Arduino – это инструмент для проектирования электронных устройств (электронный конструктор) более плотно взаимодействующих с окружающей физической средой, чем стандартные персональные компьютеры, которые фактически не выходят за рамки виртуальности. Это платформа, предназначенная для «physical computing» с открытым программным кодом, построенная на простой печатной плате с современной средой для написания программного обеспечения.

Arduino применяется для создания электронных устройств с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами. Проекты устройств, основанные на Arduino, могут работать самостоятельно или взаимодействовать с программным обеспечением на компьютере (напр.: Flash, Processing, MaxMSP). Платы могут быть собраны пользователем самостоятельно или куплены в сборе. Среда разработки программ с открытым исходным текстом доступна для бесплатного скачивания.

Язык программирования Arduino является реализацией Wiring, схожей платформы для «physical computing», основанной на мультимедийной среде программирования Processing.

Существует множество микроконтроллеров и платформ для осуществления «physical computing». Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard и многие другие предлагают схожую функциональность. Все эти устройства объединяют разрозненную информацию о программировании и заключают ее в простую в использовании сборку. Arduino, в свою очередь, тоже упрощает процесс работы с микроконтроллерами, однако имеет ряд преимуществ перед другими устройствами для преподавателей, студентов и любителей:

Низкая стоимость – платы Arduino относительно дешевы по сравнению с другими платформами. Самая недорогая версия модуля Arduino может быть собрана в ручную, а некоторые даже готовые модули стоят меньше 50 долларов.

Кросс-платформенность – программное обеспечение Arduino работает под ОС Windows, Macintosh OSX и Linux. Большинство микроконтроллеров ограничивается ОС Windows.

Простая и понятная среда программирования – среда Arduino подходит как для начинающих пользователей, так и для опытных. Arduino основана на среде программирования Processing, что очень удобно для преподавателей, так как студенты работающие с данной средой будут знакомы и с Arduino.

Программное обеспечение с возможностью расширения и открытым исходным текстом – ПО Arduino выпускается как инструмент, который может быть дополнен опытными пользователями. Язык может дополняться библиотеками C++. Пользователи, желающие понять технические нюансы, имеют возможность перейти на язык AVR C на котором основан C++. Соответственно, имеется возможность добавить код из среды AVR-C в программу Arduino.

Аппаратные средства с возможностью расширения и открытыми принципиальными схемами – микроконтроллеры ATMEGA8 и ATMEGA168 являются основой Arduino. Схемы модулей выпускаются с лицензией Creative Commons, а значит, опытные инженеры имеют возможность создания собственных версий модулей, расширяя и дополняя их. Даже обычные пользователи могут разработать опытные образцы с целью экономии средств и понимания работы.

Заключение

В результате проделанной работы была показана возможность создания автоматизированной системы сканирования местности с помощью лазерного дальномера с использованием дальномера Fluke и платы для разработки Arduino UNO.

К достоинствам разработанной системы можно отнести:

1. Ее полную автономность – все измерения проводятся в автоматическом режиме, оператор лишь дает сигнал о необходимости начала измерений
2. Как следствие, система не требует какой-либо квалификации оператора, кроме как базовое умение работы в ОС Windows.

Недостатки системы:

1. Система даёт двумерный портрет местности, для решения этой проблемы необходимо усложнение конструкции макета.
2. Невозможность применения во встраиваемых системах – для запуска использовался ноутбук под управлением ОС Windows, что само по себе блокирует возможность применения решения как встраиваемого. Для решения данной проблемы необходимо использовать специальные аппаратные средства, такие как NI Compact Rio, пригодные для встраиваемых решений.

Список использованных источников

1. Электронный ресурс www.arduiono.ru
2. Электронный ресурс www.fluke.com
3. Электронный ресурс www.ieee.org