

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОДЕЛИ РОБОТА-ПОЖАРНОГО С ИК-ДАТЧИКОМ

Березин Н.С.

г. Пермь, МАОУ «Лицей № 9», 5 «А» класс

Научный руководитель: Смирнова О.А., г. Пермь, учитель информатики высшей категории, МАОУ «Лицей № 9»

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте III Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://www.school-science.ru/0317/11/28297>.

Актуальность

При возникновении чрезвычайных ситуаций значительную часть аварийно-спасательных работ по их ликвидации приходится проводить в условиях большой задымлённости, высокой температуры, маленьких проходов, загрязнённости территорий и атмосферы. В таких условиях повышается актуальность задачи снижения риска для жизни спасателей. Более широкое применения современных роботов повысит эффективность противопожарных работ и будет способствовать сохранению жизни личному составу.

Создание роботов-пожарных не только сбережет человеческие ресурсы, но и позволит точно определять место самой высокой температуры (а значит, и самого сильного возгорания), а также определять точную температуру тех мест, где огонь чуть тлеет, и его невозможно определить визуально.

Цель: создание действующей модели робота-пожарного, который может автоматически распознавать место с максимальной высокой температурой на основе датчика ИК-излучения.

Задачи:

- изучить историю ИК излучения, свойства ИК излучения, применение;
- создать программу на языке программирования C++;
- собрать модель робота-пожарного и провести испытания;
- исследовать способность робота на основе датчика MLX90614 к распознаванию объектов с максимальной высокой температурой;
- исследовать способности робота к распознаванию объектов с максимальной высокой температурой через различные препятствия.

Гипотеза:

Робот-пожарный, используя ИК-датчик, сможет автоматически определить место с максимальной температурой, несмотря

на некоторые виды препятствий, показать это место, а затем в ручном режиме подехать к нему и потушить пожар.

Теоретическая часть

История изучения инфракрасного излучения и общая характеристика.

Свойства ИК излучения

В 1800 г. астрономом У. Гершель проводил опыты по уменьшению нагрева оптических линз телескопа: расположил термометры около разложенного на отдельные цвета света, и обнаружил, что термометр с максимальной температурой находится за красным цветом. Такой вид излучения и назвали инфракрасным (от латин. *infra* – ниже и слова красный).

С этого опыта началось изучение инфракрасного излучения.

Инфракрасное излучение – это электромагнитные волны, которое испускает любое тело, температурой выше абсолютного нуля – 273.15 °С (эта та температура, при которой прекращается тепловое движение молекул в веществе). Инфракрасное излучение занимает в спектре электромагнитных волн область между красным светом (его окончанием) и микроволновым излучением.

Инфракрасное излучение часто называют «тепловым излучением», так, источники инфракрасных волн (батарея центрального отопления, разогретый духовой шкаф и т.д.) воспринимаются кожей человека как источник тепла, мы его чувствуем, хотя человеческое зрение не в состоянии видеть в этой части спектра.

Самый известный естественный источник инфракрасных лучей на нашей Земле – это Солнце, а самый известный на Руси искусственный источник длинноволновых инфракрасных лучей – это русская печь.

Свойства инфракрасного излучения – хорошо поглощаются телами, изменяют электрическое сопротивление, действуют на термоэлементы и фотоматериалы, хорошо проходят сквозь туман и другие непрозрачные тела. Это излучение невидимо.

Применение ИК излучения

Человечество издавна применяло инфракрасное излучение. Практически народы, которые проживают в климатическом поясе с ярко выраженным холодным периодом, есть устройства, с помощью которых люди согревались, просушивали одежду, заготавливали продукты. Так, у русских – это незаменимая русская печь, которая занимала центральное место, как в избе, так и в жизни, у корейцев – «ондоль» – теплый воздух идет по полостям под полом, у народов Крайнего Севера – в центре яранги очаг с открытым пламенем.

В настоящее время инфракрасное излучение нашло широчайшее применение во многих отраслях человеческой жизни.

Инфракрасным излучением заинтересовались военные. Инфракрасные лучи невидимы, но в то же время позволяют зафиксировать объекты с температурой выше абсолютного нуля, вести наблюдение, слежение. Инфракрасные датчики используются в системах наведения ракет, в приборах ночного видения.

Инфракрасное излучение широко применяется в медицине, есть специальные приборы и инфракрасные сауны. В астрономии, с помощью инфракрасного излучения, появляется возможность заглянуть за пределы Солнечной Системы и увидеть далекие галактики. Фотографии в инфракрасном свете позволяют узнать температуру объектов вне Солнечной системы и сделать выводы о процессах, происходящих в них.

В повседневной жизни мы также часто сталкиваемся с инфракрасным излучением. Всем известный пульт дистанционного управления управляет теле-видео, аудиоаппаратурой. Постановка-снятие машины на сигнализацию, запуск мотора также осуществляется с помощью инфракрасного порта. Также инфракрасное излучение применяется в охранных системах, сотовых телефонах.

Инфракрасная сушка применяется для сушки лакокрасочных поверхностей.

Инфракрасное излучение применяется для обогрева внутренних помещений

Инфракрасный свет активно используется в научных нуждах. Инфракрасные приборы фиксируют животных, которые активны только в ночное время суток.

Принцип работы ИК датчика температуры

Все вокруг, если это не объект с температурой абсолютного нуля, становится источником инфракрасного излучения.

В веществах, молекулы которых состоят из множества атомов, атомы колеблются по отношению друг к другу или общего центра

тяжести. При повышении температуры эти колебания усиливаются. При колебательных процессах появляются электромагнитные волны.

В ИК датчиках температуры электромагнитная волна попадает на чувствительную фотопластину и преобразует ее в напряжение несколько милливольт, а затем преобразует в значение температуры, можно в Кельвинах, Цельсиях или по Фаренгейту.

Инфракрасные датчики бывают контактные и бесконтактные. Принцип работы у них немного отличается.

В контактных ИК датчиках температуры есть открытые концы. Термоэлементы в одной точке соединяются. Если есть разница температур на концах и точкой контакта, то между открытыми концами возникает напряжение.

В нашей работе используется бесконтактный датчик. При бесконтактном способе измерения температуры повышение температуры точки вызывается за счет попадания в эту точку инфракрасного излучения. Каждый объект излучает инфракрасный свет, причем энергия этого света повышается с повышением температуры объекта. ИК датчики температуры измеряют излучаемую мощность и таким образом с высокой точностью определяют температуру объекта.

В нашей работе применяется пирозлектрический датчик MLX90614, фиксирующий инфракрасные лучи в диапазоне от 5,5 до 14 мкм.

Для того чтобы создать робота-пожарного, необходимо собрать непосредственно робота и написать компьютерную программу по управлению блоками. Затем провести испытания и эксперимент.

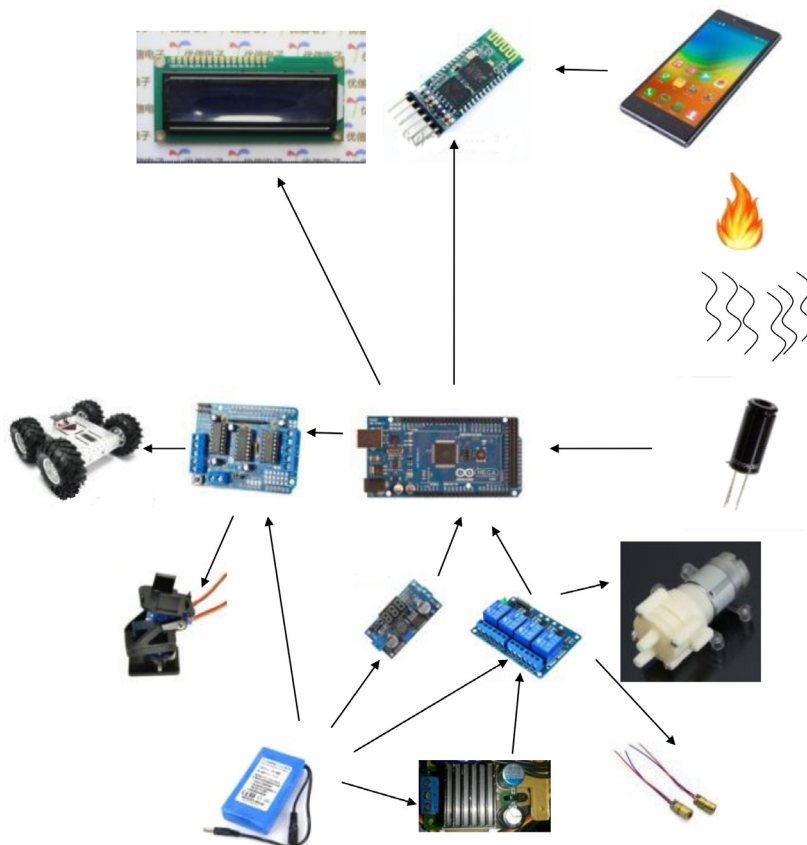
Практическая часть

Сборка робота

Наш робот собирался на базе программируемого микроконтроллера Ардуино. Для того, чтобы робот-пожарный был мобильным, используем полноприводную колесную базу. Для управления двигателями использовалась плата управления моторами постоянного тока. Соединяем эту плату с каждым двигателем и вставляем в Ардуино. Для того, чтобы наш робот мог плавно «поворачивать» датчик температуры, используем сервопривод. В нашем проекте использовался ИК датчик mlx 90614-DCI. Чтобы наглядно было видно, где датчик определил самую высокую температуру, используем лазер. Датчик температуры и лазер скрепляем вместе для точного показа места наибольшей температуры. Мы использовали изоленту. Нам важно знать, какая най-

дена наибольшая температура, используем для этих целей ЖК индикатор QC1602A. Прикрепляем его на опорных столбиках и соединяем с Ардуино с помощью проводов. Для управления Ардуино со смартфона используем программу Arduino IO Control. Для передачи данных использовался Bluetooth – модуль. В качестве источника постоянного тока использовалась аккумуляторная батарея 12 v. Для управления насосом использовалось реле 5В. Для питания платы Ардуино

использовался преобразователь напряжения постоянного тока 12В/9В. Для питания лазерного диода использован преобразователь напряжения постоянного тока 12В/5В. Включение/выключение лазерного диода организовано также через реле 5В. Для питания ИК датчика mlx 90614-DCI использовался встроенный в плату Ардуино преобразователь напряжения на 3,3В. Для тушения использовался насос 12В и в качестве шлангов 2 упаковки капельниц.



Структурная схема робота-пожарного

Робот-пожарный собран.

1. Компьютерная программа для робота
2. Для того чтобы написать программу, необходимо знать алгоритм того, что будет делать робот.
3. Питание включается.
4. Инфракрасный датчик температуры включается.
5. Инфракрасный датчик температуры начинает сканировать помещение.
6. Находит место с наибольшей температурой.
7. Запоминает его.
8. Включает подачу воды.
9. Корректируем цель и в ручном режиме тушим огонь.

Для того чтобы писать программу сразу в контроллер Ардуино, было решено использовать язык программирования СИ. У этого языка программирования есть большое преимущество: программа пишется сразу на контроллер. Сложности в этом языке представляет то, что все команды надо набирать по буквам, и на английском языке. Такие программы для Ардуино называют скетчем. Затем скетч компилируется (преобразуется в код, понятный контроллеру) и прошивается (прописывается) в память контроллера.

Программа залита в контроллер Ардуино.

Испытания

Испытания выявили факторы, влияющие на работу ИК датчика.

ИК датчик измеряет температуру окружающих предметов, при этом находя максимальную температуру. Если в поле зрения попадает человек – то максимальная температура у человека. Если отопительные приборы – то датчик показывает у них максимальную температуру. Если человек и отопительные приборы (батарея центрального отопления) появляются в поле зрения датчика – максимальная температура у отопительной батареи (если, конечно, она горячей человека). Значит, при работе ИК датчика температуры необходимо изолировать дополнительные источники ИК излучения. В домашних условиях мы закрывали батарею центрального отопления поролоновыми матами.

У датчика имеется «поле зрения», так называемая средняя температура пятна. Так, если в поле зрения попадала горящая свеча, температура пламени выводилась как 50–60 градусов, при этом известно, что температура пламени свечи достигает 1400 градусов. Чем больше объект заполняет «поле зрения», тем точнее выводится температура. В нашем случае свеча хоть и была небольшая, но ее температура была явно выше окружающих предметом, поэтому датчик ее фиксировал. Если бы была возможность провести эксперимент с горячей бумагой или древесиной, скорее всего, датчик выводил температуру уже гораздо выше 200–300 °С.

Дуло водяной пушки находится на высоте 16 см, этой мощностью насоса гасится огонь свечи высотой 11 см на расстоянии 65–70 см. При увеличении расстояния брызги и струи воды гасят огонь свечи уже меньшего размера. При расстоянии более 1 метра свеча остается незатушенной. Можно нарисовать баллистическую кривую.

Датчик ИК находится на высоте 17,5 см, лазерный прицел на высоте 17 см, дуло на высоте 16 см, оказалось, очень сложным так откалибровать, чтобы они «смотрели» в одну точку. Для точного определения места с максимальной температурой необходимо, чтобы лазерный прицел и ИК датчик составляли одно целое, другими словами, были друг с другом на одной оси.

Результаты испытаний:

1. При работе ИК датчика температуры необходимо изолировать дополнительные источники ИК излучения.

2. Чем больше объект заполняет «поле зрения», тем точнее выводится температура.

3. Для точного определения места с максимальной температурой необходимо, чтобы лазерный прицел и ИК датчик составляли одно целое.

Эксперименты

Задача эксперимента: исследовать способность датчика MLX90614 к распознаванию объектов с максимально высокой температурой и выяснить, от чего зависит пропускная способность ИК излучения

Условия эксперимента: температура окружающего воздуха 26 °С.

Эксперимент № 1

Пропускная способность различных материалов для ИК излучения

Материалы для эксперимента: пластмасса (непрозрачная), толщиной 1 мм.

Ход эксперимента: между датчиком и источником температуры (лампа накаливания), расположенными на расстоянии 40 см между собой, помещали посередине пластик.

Результат эксперимента: температура лампы >265, через пластик датчик выдавал температуру 230 °С.

Вывод: Пластмасса толщиной 1 мм поглощает часть ИК излучения.

Эксперимент № 2

Пропускная способность прозрачных материалов для ИК излучения

Материалы: прозрачный упаковочный пластик, толщиной 0,5 мм, половина оставлена прозрачной, половина закрашена черным перманентным маркером.

Ход эксперимента: между датчиком и источником температуры (лампа накаливания), расположенными на расстоянии 40 см между собой, помещали посередине сначала прозрачную половину, а затем непрозрачную, закрашенную в черный цвет.

Результат эксперимента: температура лампы датчик воспринимает >265 °С, через пластик датчик выдавал температуру 220 °С, а через закрашенный пластик 215 °С.

Вывод: черный цвет поглотил часть ИК излучения (поглощение составило 2.28 %)

Эксперимент № 3

Пропускная способность материалов для ИК излучения в зависимости от их толщины

Материалы: листы бумаги А4.

Ход эксперимента: между датчиком и источником температуры (лампа накаливания), расположенными на расстоянии 40 см между собой, помещали посередине сначала 1 лист бумаги, затем 2-й, 3-й.

Результат эксперимента: каждый последующий лист бумаги уменьшает температуру, воспринимаемую датчиком. 3 и 4 листа становятся преградой для ИК излучения.

Количество листов	1 лист	2 листа	3 листа	4 листа
Температура, в градусах	33	28	26	26

Построим соответствующий график.

Показания датчика в зависимости от количества листов бумаги

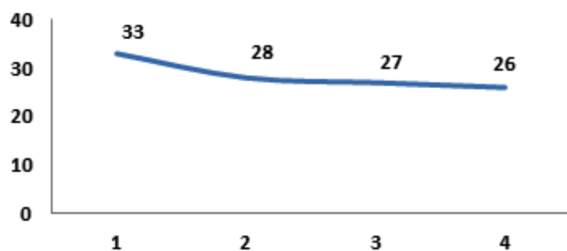


График зависимости температуры, фиксируемой датчиком и количества листов

Вывод: пропускная способность ИК излучения зависит от толщины материала. Чем толще, тем пропускная способность ниже.

Список литературы

1. <http://arduino-projects.ru/> Видео демонстрация проектов на ардуино. arduino библиотеки к модулям. Онлайн уроки arduino.
2. <http://cppstudio.com/> СИ+ для начинающих программистов.
3. http://www.aif.ru/society/safety/permskiy_valli_robot-pozharnyy_kotoryy_ne_boitsya_dyma_i_ognya. Робот Валли у пермских пожарных.
4. <http://www.rentamatic.ru/ms/megasensor/temperatura/ik-datchiki-HL-Planar/princip-raboty-ik-datchikov-temperature/index.html> принцип работы ИК датчика температуры.
5. <http://arduino.ru/Reference/Modulo> программирование на Ардуино.
6. Физика. Справочник школьника. М., 1995.
7. Физика и техника инфракрасного излучения. Под ред. Н.В. Васильченко, М., 1965.
8. Брамсон М.А. Инфракрасное излучение нагретых тел. М., 1964.