

Автономная некоммерческая общеобразовательная организация
“Физтех-лицей” им. П. Л. Капицы

XX научно-практическая конференция
“Старт в инновации”

Пространственная дискретизация. Оцифровка и
обработка аналогового изображения в реальном
времени

Работу выполнили:

Иванов Дмитрий, Аношин Матвей

Ученики 10а класса

Руководитель:

Кутелев К. А., Сканов Д. М.

2021 г.

Оглавление:

1. Введение
2. Цель и задачи
3. Способ реализации поставленной задачи
4. Необходимые знания
5. Итоговый продукт
6. Вывод
7. Источники

Введение:

В современном мире вся информация проходит через электронные устройства. Обучение уже давно вышло за рамки школы, особенно в период пандемии вируса COVID-19. Последние полгода большинство учеников провело на дистанционном обучении, получая материалы от учителей через электронные устройства. Но, как показывает практика, не все смогли перестроиться на новый дистанционный режим работы. Такой формат обучения требует от учителя сильно поменять способ преподавания. [1]

84% учителей считают, что их нагрузка увеличилась с переходом школ на дистанционное обучение.

В то же время 59% отметили, что нагрузка на детей увеличилась, а 21% учителей считают, что, напротив, уменьшилась.

Оценка рабочей нагрузки на учителя в период дистанционного обучения



Оценка учебной нагрузки на детей в период дистанционного обучения



Но даже люди, которые смогли приспособиться к новой жизни, порой испытывают трудности, связанные с низким качеством связи и недостаточной производительностью компьютеров и мобильных устройств.

Наиболее часто называемые учителями причины, почему они не используют средства дистанционного обучения

У большинства детей в моем классе нет даже мобильного интернета, не говоря уже о высокоскоростном, а компьютер есть только у троих.

Причина в плохой связи, нет должного интернета и не все дети имеют ноутбуки.

Слабый интернет, нет доступа к интернету у многих учеников. У меня дома 1 ноутбук, которым пользуется мой сын, выпускник 11 класса, и после него занимается другой сын, ученик 9 класса.

Кроме всего вышеперечисленного, так же можно отметить ситуацию, когда одна часть класса присутствует на уроке в классе, а другая, например, из-за карантина или болезни, наблюдает за уроком посредством демонстрации учителем, с помощью веб камеры, доски.

Часто из-за такого способа представления информации некоторая часть материала невидна из-за большого угла наклона веб камеры к доске со стола учителя или бликов от ламп и окон. В связи с вышеперечисленными причинами мы решили придумать устройство, способное облегчить процесс обучения для учеников и учителей, а также способное снизить нагрузку на интернет.

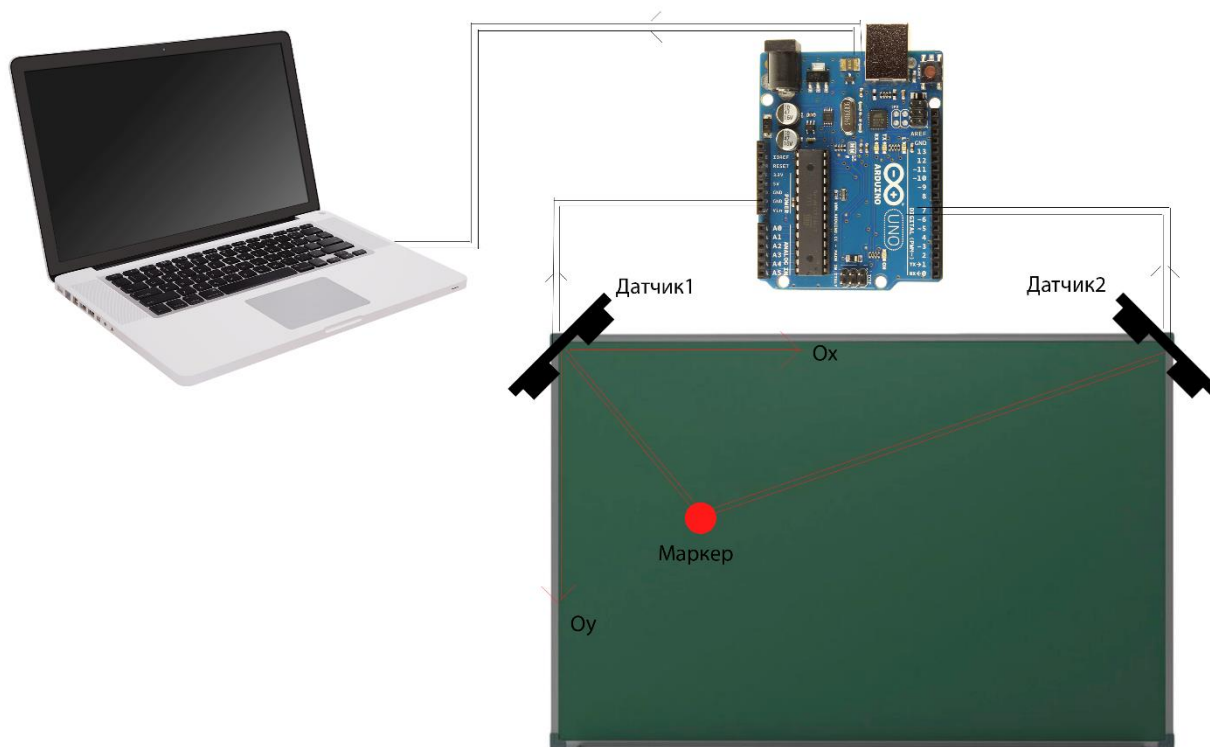
Цель: Создать устройство для считывания информации с физической доски и перенесения данной информации в цифровой вариант с целью облегчить процесс обучения для учеников и учителей.

Задачи:

- Придумать способ считывания данных с доски
- Придумать способ обработки, вывода и передачи полученных данных
- Спроектировать устройство для считывания данных
- Создать данное устройство и запрограммировать его
- Провести серию экспериментов с данным устройством
- Сделать вывод о проведённой работе

Способ реализации поставленной задачи











Для создания нашего продукта мы решили использовать микроконтроллер Arduino Uno и два ультразвуковых датчика. Принцип работы следующий: мы фиксируем два ультразвуковых датчика в левом верхнем и правом верхнем углах доски и направляем их в сторону центра доски, как показано на схеме.



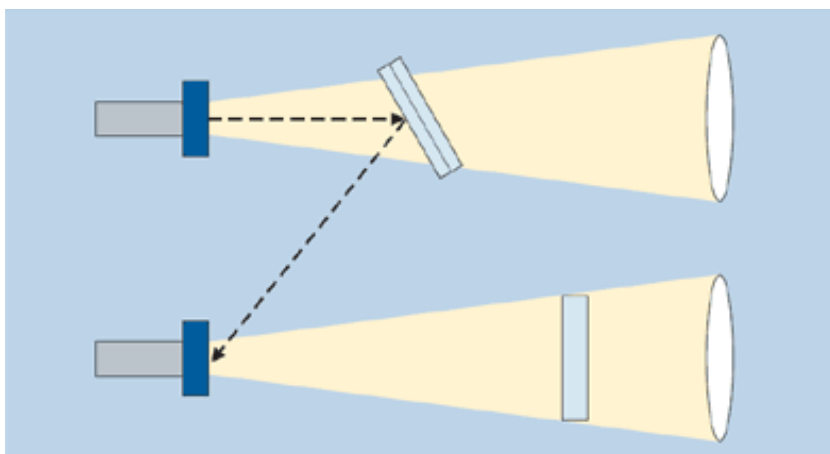
Датчики подключаются к микроконтроллеру и измеряют расстояние до предмета, которым пишут на доске. Данные о расстоянии передаются из Arduino на компьютер, после чего, зная расстояние между датчиками, из треугольника в котором известны три стороны (расстояние между датчиками, расстояние от предмета до первого датчика, расстояние от предмета до второго датчика) по теореме косинусов находим угол датчик1-датчик2-предмет и, зная расстояние от датчика 2 до предмета находим координаты объекта. Зная координаты объекта, строим точку, где он находится, на виртуальной доске. Снимаем точки достаточно часто, тем самым точки, накладываясь друг на друга, создают необходимую фигуру.

Необходимые знания

Для работы с Arduino Uno необходимо уметь пользоваться Arduino IDE – программная среда разработки, использующая язык программирования C++ и предназначенная для программирования плат Arduino [4]. Изучив основные нюансы работы с Arduino IDE [2] [3], необходимо разобраться в работе с ультразвуковыми датчиками и их нюансах [5]. В таблице ниже представлены минимальные расстояния, на которые могут быть удалены друг от друга ультразвуковые датчики.

Рабочий диапазон	
 0,07 м	$\geq 0,25$ м
 0,15 м	$\geq 0,25$ м
 0,24 м	$\geq 0,25$ м
 0,25 м	$\geq 0,35$ м
 0,35 м	$\geq 0,40$ м
 1 м	$\geq 0,70$ м
 1,3 м	$\geq 1,1$ м
 3,4 м,	≥ 2 м
 6 м	≥ 4 м

Данное ограничение появляется из-за того, что сигнал от одного из датчиков, отражаясь от объекта, может попадать во второй датчик (пример показан на схеме ниже). Чтобы этого избежать, следует синхронизировать датчики между собой. Это позволит им выполнять измерения в одно и то же время, что исключит ложные измерения.



Кроме этого у датчиков есть угол раствора, который ограничивает зону видимости датчика. Угол раствора наших датчиков примерно 80 градусов. Это позволяет исключить отражения ультразвуковых волн от краёв доски, но при этом создаёт слепые зоны, в которых не будет считываться сигнал.

На схеме ниже представлена зона видимости наших датчиков (центральная зона внутри линий) и слепая зона.



Итоговый продукт

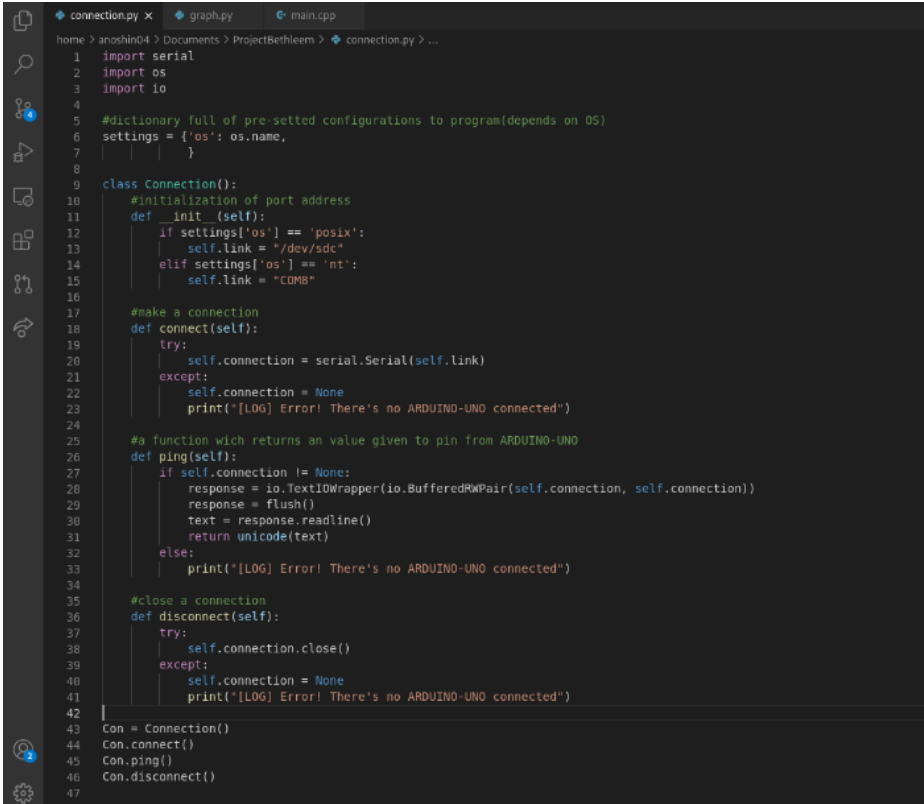
Для создания итогового продукта мы приобрели микроконтроллер Arduino Uno, соединительные провода и два ультразвуковых датчика. Мы собрали установку и начали писать код. Код состоит из нескольких частей. Первая часть находится на Arduino. Её задачи:

1. Синхронизировать датчики между собой
2. Считывать информацию с датчиков
3. Преобразовывать информацию с датчиков в расстояние в сантиметрах
4. Передавать получившиеся расстояния с Arduino на компьютер

Вторая часть кода находится на компьютере. Перед ней стоят задачи:

1. Получить данные с Arduino
2. Аппроксимировать полученные данные
3. Построить и вывести данные

Ниже представлен фрагмент кода, написанный на языке Python:



```
1 import serial
2 import os
3 import io
4
5 #dictionary full of pre-setted configurations to program(depends on OS)
6 settings = {'os': os.name,
7            }
8
9 class Connection():
10     #initialization of port address
11     def __init__(self):
12         if settings['os'] == 'posix':
13             self.link = "/dev/sdc"
14         elif settings['os'] == 'nt':
15             self.link = "COM8"
16
17     #make a connection
18     def connect(self):
19         try:
20             self.connection = serial.Serial(self.link)
21         except:
22             self.connection = None
23             print("[LOG] Error! There's no ARDUINO-UNO connected")
24
25     #a function wich returns an value given to pin from ARDUINO-UNO
26     def ping(self):
27         if self.connection != None:
28             response = io.TextIOWrapper(io.BufferedRWPair(self.connection, self.connection))
29             response = flush()
30             text = response.readline()
31             return unicode(text)
32         else:
33             print("[LOG] Error! There's no ARDUINO-UNO connected")
34
35     #close a connection
36     def disconnect(self):
37         try:
38             self.connection.close()
39         except:
40             self.connection = None
41             print("[LOG] Error! There's no ARDUINO-UNO connected")
42
43 Con = Connection()
44 Con.connect()
45 Con.ping()
46 Con.disconnect()
47
```

Для построения графиков нами было решено использовать библиотеку matplotlib. Для реализации получения данных с Arduino была использована библиотека Serial. Для реализации работы с пинами Arduino использовалась библиотека pyFirmata.

После написания кода, сборки устройства и калибровки датчиков для нашей тестовой доски, мы столкнулись с большой проблемой.

В ходе работы с ультразвуковыми датчиками была выявлена достаточно большая погрешность: на расстояниях до 30 см разброс значений, получаемых с Arduino, может достигать 5 см. Для получения более точного значения расстояния до объекта, которым пишут, было решено использовать аппроксимацию расстояний, полученных с датчиков.

Для этого необходимо сделать как минимум 20 измерений расстояний в то время, как пишущий предмет находится примерно в одной точке. Экспериментально было выявлено, что для построения приемлемого изображения необходимо строить как минимум 12 точек на графике за секунду. И того в секунду минимум должно происходить:

$$20 * 12 = 240$$

240 измерений расстояния в секунду. Рассмотрим пропускную способность шины на Arduino

При комнатной температуре и нормальном давлении скорость звука примерно равна 332 м/с. Скажем, что максимальное расстояние до маркера равно 1 метр. Отмечу, что данное расстояние может быть максимальным только на небольшой доске, для больших досок это расстояние может доходить до 3 метров. Так как звуковая волна сначала доходит до предмета, а потом возвращается обратно в датчик, она проходит удвоенное максимальное расстояние. Тогда для правильной синхронизации между датчиками необходимо сделать интервал между измерениями, равный

$$T = \frac{1\text{м} * 2}{332 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 0,006\text{с}$$

При этом для приемлемого построения необходимо получать расстояния каждые t секунд, где t равно

$$t = \frac{1\text{с}}{240} \approx 0,004\text{с}$$

Мы видим, что $t < T$, из-за этого не удаётся получить достаточное количество точек, что и стало нерешаемой проблемой проекта. Единственным решением данной проблемы является замена ультразвукового датчика на более совершенный, но в лице других датчиков не было, а самим приобрести их у нас не было возможности.

Вывод: В ходе научной работы нашей команде не удалось достичь поставленной цели, но мы смогли выполнить большинство поставленных задач. Придуманный метод считывания данных имеет большой потенциал, а созданное устройство и написанный код являются основой для будущих, более успешных версий проекта. В будущем мы планируем заменить датчики на более точные, а также доработать устройство и код в целом для более удобного использования и более быстрой работы.

В ходе данного проекта наша команда научилась работать с микроконтроллером Arduino и ультразвуковыми датчиками. Мы получили большой опыт при работе с кодом и программным обеспечением. Также мы разобрались в том, что делает жизнь учеников и учителей сложнее и как можно её облегчить и улучшить, что даёт нам много идей для будущих проектов.

Источники:

[1] Сайт НИУ ВШЭ

<https://icef.hse.ru/data/2020/04/15/1556221517//Дистанционное%20обучение%20глазами%20учителей.pdf>

[2] «AlexGyver Technologies» <https://alexgyver.ru/lessons/arduino-ide/>

[3] «Мир микроконтроллеров» <https://mikrokontroller.ru/arduino-projects/kak-nachat-rabotu-s-arduino-uno-rukovodstvo-dlya-nachinayushhih/>

[4] «Arduino+» <https://arduinoplus.ru/arduino-ide-opisanie-gde-skachat/>

[5] «Энциклопедия электрика» <https://oooevna.ru/ultrazvukovye-daciki/>

[6] «Настройки и рекомендации» <https://allomart.ru/arduino-nastroyka-skorosti-i2c/>