

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Сәтбаев Университеті

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

Амантай Талмас Канатулы

Разработка прототипа «умной трости»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломной работе

5B071600 – Приборостроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Сәтбаев Университеті

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматизики»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой РТиТСА

 кандидат техн. наук
К.А. Ожикенов
« 20 » 05 2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломной работе

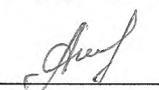
Тема: «Разработка прототипа умной трости»

по специальности 5В071600 – Приборостроение

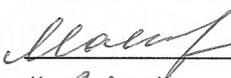
Выполнил

Амантай Талмас

Рецензент
к.т.н., доцент, зав. каф. общенаучных
дисциплин

 Сейдилдаева А.К.
« 15 » 05 2019 г.

Научный руководитель
Сениор - лектор, к.ф.- м.н.

 Макешева К.К.
« 24 » 05 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Сәтбаев Университеті

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматизи́ки»

5B071600 – Приборостроение

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РТиТСА

кандидат техн. наук

К.А. Ожикенов

« 29 » мае 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Амантай Талмас Канатулы

Тема: Разработка прототипа умной трости.

Утверждена приказом Ректора Университета № 202-п от «06» 17 2018 г.

Срок сдачи законченной работы «29» мае 2019 г.

Исходные данные к дипломной работе: Приборы помогающие людям с дефектами зрения передвигаться на местности

Перечень подлежащих разработке вопросов в дипломной работе:

- а) Основные проблемы с которыми сталкиваются слепые при передвижении по незнакомой местности;*
- б) Анализ основных средств помогающих людям с дефектами зрения;*
- в) Анализ положительных и отрицательных качеств каждого из методов;*
- г) Вывод основополагающих принципов в разработке умной трости*
- д) Разработка прототипа умной трости;*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

представлены 10 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 7 наименований _____

ГРАФИК

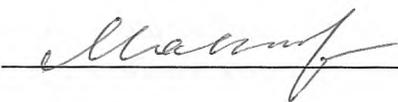
подготовки дипломной проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Технологическая часть	15.01 – 05.02.2019 г.	Выполнен
Программная часть	02.03 – 20.04.2019 г.	Выполнен

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный проект
с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормконтролер	Ж.С.Бигалиева, магистр технических наук, лектор	20.05.2019 г.	

Научный руководитель  Макешева К.К.

Задание принял к исполнению обучающийся  Амантай Т.К.

Дата

« 20 » 05 2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

В наше время процент населения с нарушениями зрительного аппарата быстро увеличивается. Ежегодно число людей с нарушениями зрения увеличивается во всем мире на 2 миллиона. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывается 39 миллионов слепых людей и 246 миллионов слабовидящих.

Одной из самых серьёзных трудностей для этих людей является безопасное самостоятельное передвижение. Независимая мобильность является важным фактором, гарантирующим, что эта группа населения может выполнять простые ежедневные задачи, не завися от других. Для повышения мобильности людей с дефектами зрения существует ряд приспособлений и методов.

Одним из них является традиционная белая трость, которая является недорогим и обще доступным инструментом. Но к сожалению, пользователи белой трости могут испытывать ряд трудностей с обнаружением препятствий на уровне головы и пояса или движущихся транспортных средств, пока они не окажутся в опасной близости, что может привести к столкновениям, падениям и травмам. Ограниченные возможности белой трости обусловлены ее длиной и навыками маневрирования пользователя.

Чтобы устранить эти трудности, за последние четыре десятилетия было представлено много «умных» продуктов для слабовидящих, в том числе умные трости и портативные или носимые устройства, оснащённые сенсорной системой. Но эти умные продукты не были успешно приняты и использованы большим количеством людей с нарушениями зрения. Основными препятствиями для потенциальных пользователей является цена и низкая эргономичность устройств.

Цель данной работы разработка прототипа умной трости, способной предупреждать носителя о преградах перед ним а так же преградах на уровне головы.

Первой частью дипломной работы является анализ используемых средств ориентации на местности для людей с дефектами зрения

Вторая часть посвящена описанию принципа работы будущего прототипа, созданию макета и выбору компонентов. Внешний вид прибора должен быть максимально схож с обычной белой тростью.

Третья и финальная часть заключается в изготовлении прототипа умной трости. Написании программного кода. Тестировании прототипа. Разработке плана дальнейшего развития устройства.

1. Анализ средств ориентации на местности для слепых

1.1 Белая трость

Белая трость была введена в 1940-х годах и является наиболее распространенным вспомогательным средством передвижения для слабовидящих. Эта трость позволяет обнаруживать препятствия перед пользователем в пределах 1-1,5 м. Пользователи обычно водят трость по дуге слева направо постукивая ей по поверхности настолько далеко, насколько это позволяет длина трости. Это постукивание дает пользователю обширную информацию об окружающей его среде. Данный метод является очень доступным, Однако у этого метода есть несколько проблем:

Во-первых, дальность обнаружения сильно ограничена и, как правило, позволяет обнаруживать препятствия только на расстоянии, равном длине трости. Этот короткий диапазон обнаружения влияет на скорость ходьбы пользователя, поскольку он не позволяет пользователю уверенно оценивать приближающиеся препятствия за пределами этого диапазона. Таким образом, пользователи должны концентрироваться и постоянно перепроверять препятствия, потому что они не могут предвидеть препятствия на расстояниях, превышающих длину трости. Это сознательное усилие снижает скорость ходьбы. Исследования скорости ходьбы людей с нарушениями зрения показали, что расширение информации об окружающем пространстве до 3,5 м с помощью Sonic Pathfinder увеличило скорость ходьбы испытуемых на 18%. по сравнению со скоростью ходьбы при использовании белой трости. Это объясняется повышенным уровнем доверия; чем больше уверенность пользователя, тем быстрее он передвигается. Таким образом, скорость ходьбы может использоваться как мера уверенности пользователя и увеличивается за счёт расширения объёма информации об окружающем пространстве.

Так же, наиболее опасные ситуации для людей с нарушениями зрения связаны с быстро движущимися препятствиями. Когда диапазон обнаружения препятствий всего 1 м, опасность столкновения с быстро движущимися объектами многократно возрастает, поскольку данный диапазон обнаружения не обеспечивает пользователя достаточным временем для реагирования, это в особенности касается пожилого слоя населения, который больше всех подвержен проблемам со зрением и имеет низкую скорость реакции.

Низкая область обнаружения при использовании белой трости представляет еще одну проблему - поскольку белая трость не обнаруживает препятствий на уровне верхней части тела, пользователи подвержены опасностям, связанным с повышенным риском падений и столкновений. В свете этих обстоятельств, как отмечалось ранее, люди с нарушениями зрения, использующие только белые трости часто сталкиваются с препятствиями, расположенными на уровне головы и туловища. Для безопасности

пользователей с нарушениями зрения их крайне важно обеспечить средствами для обнаружения препятствий выше уровня колен.

Ещё одним недостатком белой трости является её постоянное активное использование при ходьбе. Правильное и относительно безопасное использование белой трости требует постоянного перемещения трости по дуговой арке и постукивания. Несмотря на довольно лёгкий вес трости, постоянные действия подвергают мышцы рук нагрузке.



Рисунок 1 - Складная белая трость

Таблица 1 – Достоинства и недостатки белой трости

Достоинства	Недостатки
Доступная цена	Ограниченный диапазон обнаружение препятствий
Низкий вес	Требует постоянной активной нагрузки
Компактность	Высокий риск столкновения с движущимися объектами
Широкая распространённость	Высокий риск получения травм головы

1.2 Собака поводырь

Собака поводырь - является хорошим помощником для многих людей с проблемами зрительного аппарата. Хорошо обученные собаки, привыкшие к своим хозяевам способны значительно увеличить скорость передвижения пользователя по незнакомой местности, предупредить об опасности и даже позвать на помощь если с хозяином что-то случится. Большая часть информации передаётся тактильным путём через специальную рукоятку закреплённую на животном.

Так же не стоит забывать об эмоциональной пользе. Питомцы уже много лет используются в терапевтических целях для помощи людям с хронической депрессией, посттравматическим стрессовым расстройством и другими

расстройствами, сказывающимися на настроении пациента. Так как люди с дефектами зрения более подвержены плохому настроению и упадку духа, постоянное наличие рядом живого существа способно улучшить настроение и в следствии здоровье и самочувствие пациента.



Рисунок 2 - Собака поводырь со специальной рукояткой

Но несмотря на все положительные качества собаки поводыри имеют свои недостатки. Главные из которых это стоимость и их ограниченный срок службы, в среднем всего 7 лет. Так же собаки, как и любое другое живое существо требуют ухода за собой, что может быть затруднительным для людей с дефектами зрения.

Таблица 2 – Достоинства и недостатки собак поводырей

Достоинства	Недостатки
Высокий диапазон передаваемой информации и следовательно высокая скорость передвижения пользователя	Высокая стоимость
Возможность предупредить хозяина о приближающейся опасности	Ограниченный срок службы
Возможность позвать на помощь	Привыкание к хозяину и достижение симбиоза требует времени
	Требуют ухода и заботы за собой

1.3 Коммерческие умные трости

Умные решения для помощи слепым людям в передвижении существуют на рынке уже давно. Различные варианты отличаются друг от друга по стоимости, удобству использования, дальности покрытия и типу используемой обратной связи. Однако несмотря на все разнообразие готовых решений процент людей с серьёзными проблемами со зрением использующих умные решения для передвижения крайне мал, основными причины являются: высокая стоимость и различные проблемы связанные с

удобством использования: постоянная зарядка устройств, отсутствие некоторых особо важных функций, компактность и прочее. Хотя все рассмотренные ниже решения пытаются найти баланс между доступной ценой и функциональностью, ни одно из них не пришло к массовой популярности. Ниже рассмотрены самые различные модели умных тростей доступные на рынке, их свойства и дизайн, задача этого обзора - подбор основных функций и принципов которые лягут в основу будущего прототипа.

1.3.1 Ultra Cane (Sound Foresight Technology Ltd)

Это устройство сделано на основе традиционной белой трости.

На ручке трости находятся два ультразвуковых сенсора, позволяющих обнаруживать препятствия в пределах 2 или 4 метров от пользователя (в зависимости от того, какая настройка используется), это осуществляется путём испускания ультразвуковых волн.

Эта трость также обнаруживает препятствия на уровне груди и головы на расстоянии до 1,5 м, тактильная обратная связь с пользователем осуществляется с помощью двух вибрирующих кнопок на ручке, на которые пользователь кладёт большой палец. Эти кнопки могут вибрировать с различной частотой. За счёт характера вибраций данных кнопок пользователь получает информацию о препятствиях, расстоянии до них и их положении относительно пользователя.



Рисунок 3 - Ultra Cane

Ultra Cane доступна для покупки на рынке Великобритании и Евросоюза, продажа осуществляется через собственный сайт компании производителя. Основным минусом Ultra Cane является её цена - 635 фунтов стерлингов в Великобритании. Это значительно дороже, чем другие варианты, описанные ниже, но компания производитель почти не имеет конкурентов на рынке Великобритании.

1.3.2 The Smart Cane (The academia-NGO-industry partnership)

Smart Cane - это электронное вспомогательное средство для путешествий, которое является насадкой на обычную белую трость. Smart Cane дополняет

функциональность обычной белой трости обнаруживая препятствия находящиеся на уровне от колен до головы. Она также использует ультразвуковые сенсоры для обнаружения препятствий и вибрации для передачи информации о расстоянии и место положении препятствий. Вибрации можно чётко ощущать по всей рукоятке, что позволяет держать устройство с максимальным удобством. Также этот прибор позволяет устанавливать ультразвуковые сенсоры в одно из трёх положений, в зависимости от высоты и хватки пользователя, это позволяет обеспечить надёжное обнаружение препятствий, расположенных на разных высотах. В отличие от большинства других устройств, этот прибор поставляется с внутренней перезаряжаемой батареей и может заряжаться так же, как обычный мобильный телефон. Данное устройство было разработано для приспособления к различным типам хваток, которые обычно используются людьми с нарушением зрения. Ещё одной особенностью этой технологии является то, что она чрезвычайно доступна. В настоящее время в Индии насчитывается около 10 000 пользователей этого устройства.



Рисунок 4 - Smart Cane

1.3.3 BAWA Cane

Разработана как надёжное и безопасное вспомогательное устройство передвижения для людей с дефектами зрения. Функции данной трости полностью раскрываются благодаря подключению к мобильному приложению и умному браслету. Эта трость была тщательно разработана для обнаружения и оповещения пользователя о препятствиях на высоте от колена до 1,2 метра над уровнем талии, а также ступенях и впадинах глубиной от 25 миллиметров. Уровень заряда батареи передаётся пользователю каждый раз, когда включается BAWA Cane, так же при низком уровне заряда батареи звучит голосовое предупреждение. Трость также посылает предупреждение, когда направление движения пользователя неверно, а если трость упадет, она начинает подавать звуковой сигнал, до тех пор пока не будет поднята. Мобильное приложение BAWA Cane гарантирует, что пользователь сможет безопасно добраться до пункта назначения с помощью голосовой навигации. В приложении есть интеграция

со службами такси, это помогает слепому человеку добраться до пунктов назначения за пределами пешей досягаемости. На данный момент BAWA Cane через мобильное приложение интегрировано с Uber. В случае чрезвычайной ситуации близкие лица и медицинский персонал будут проинформированы одним нажатием кнопки или голосовой командой. Умный браслет идущий в комплекте с Bawa Cane предоставляет пользователю более лёгкий доступ к кнопке экстренного оповещения, чтобы немедленно отправлять сигналы SOS родственникам и медицинскому персоналу. Существует также тактильная обратная связь на запястье пользователя в виде вибраций.

Рисунок 5 - Bawa Cane, умный браслет и мобильное приложение

1.3.4 I-Cane Mobilo (I-Cane Social Technologies)

I-Cane Mobilo - это белая трость оснащённая передовой технологией обнаружения и навигации. Она сочетает в себе функции обнаружения препятствий и GPS-навигацию, а так же обеспечивает тактильную обратную связь с пользователем. Для работы, пользователь также должен иметь телефон на базе iOS (iPhone 4S и выше, iOS 7.0 и выше) или Android (версия 4.2 и выше) смартфон с приложением «GO I-Cane». I-Cane Mobilo имеет удобную рукоять, позволяющую крепче держать трость. Ручка содержит батарею, всю внутреннюю электронику, а так же вибрирующую и вращающуюся стрелку. Вибрирующая и вращающаяся стрелка расположенная под указательным пальцем и служит для указания направления, в котором должен проходить запланированный маршрут, рассчитанное приложением, и предупреждает пользователя о препятствиях на пути. Так же в устройстве находится вид радарного детектора, который может обнаруживать препятствия на уровне плеч.

Если пользователь потерялся, приложение с помощью аудио информации может помочь ему узнать свое местоположение. Также можно отправить сообщение с координатами местоположения через аварийную кнопку медицинскому работнику или лицу, осуществляющему уход за больным. Длина трости регулируется в диапазоне от 98 до 135 см или от 110 до 164 см, в нормальном режиме использования срок службы батареи составляет 8 часов.



Рисунок 6 - I-Cane Mobilo

Таблица 3 – Сравнительная таблица коммерческих умных тростей

Устройство	Дальность покрытия (метр)	Стоимость	Обратная связь	Система навигации
Ultra Cane	Средняя R<4	650 £	Кнопки с тактильным Откликом	-
The Smart Cane	Средняя R<3	46 €	Вибрации рукояти	-
BAWA Cane	Низкая R<1.2	699 \$	Синтезатор Речи	GPS
I-Cane Mobilo	Средняя R<3	1700 €	Синтезатор Речи	GPS
			Тактильная стрелка	

Таблица 4 – Достоинства и недостатки умных решений

Достоинства	Недостатки
Высокий диапазон передаваемой информации и следовательно высокая скорость передвижения пользователя	Высокая стоимость
Обнаружение препятствий на уровне головы и пояса	Требуется подзарядка
Возможность вызвать помощь	Комфортное пользование требует времени и обучения
Геолокация по GPS	При разрядке превращается в
Возможность интеграции с различными мобильными приложениями (Uber, Google maps и тд.)	

1.4 Руководящие принципы проектирования

Исходя из всего выше описанного можно сделать анализ и перечислить руководящие принципы которым необходимо следовать при проектировании прототипа и финальной версии устройства.

В руководящих принципах определены четыре основные категории, которые необходимо улучшить

1.4.1 Расширенный объем получаемой информации

Для эффективной работы умной трости необходимо увеличить объем получаемой пользователем информации при использовании этого прибора в сравнении с получаемой информацией от использования обычной белой трости. Первым отличием является увеличение дистанции обнаружения препятствий находящихся перед пользователем. Вторым - обнаружение ям и препятствий на уровне головы и пояса. Третьим - передача информации о текущем местоположении. Четвёртым - навигация до заданной точки на карте.

Дальнейшее расширение объема получаемой информации может привести к путанице пользователя и осложнению освоения прибора.

1.4.2 Эффективная обратная связь

Тактильная обратная связь является самым распространенным и эффективным методом передачи информации пользователю, но у этого способа есть одна большая проблема: чувствительность к вибрациям индивидуальна для каждого человека. В зависимости от возраста, жёсткости кожи на ладонях и прочих факторов вибрация стандартной мощности может быть не достаточно сильной для некоторых пользователей. Поскольку трудно учесть предпочтения интенсивности вибраций для всех пользователей,

лучшее решение - позволить пользователю контролировать интенсивность тактильного отклика. Однако количество уровней интенсивности вибрационной обратной связи должно быть ограничен. Большое разнообразие вариантов может препятствовать адаптации пользователя к новому устройству. Так же необходимо добавить дополнительные способы обратной связи, главным из которых является аудио сигналы, они должны дополнять информацию об окружающем пространстве получаемую пользователем. Передавая информацию в более чем одной форме, пользователи будут чувствовать себя более защищёнными и уверенными при ходьбе с умной тростью.

1.4.3 Эффективный источник питания

Питание трости является большой проблемой для пользователей. При отсутствии индикатора заряда батареи и удобного порта питания пользователь рискует остаться с разряженной тростью. Которая по сути является утяжелённой и соответственно менее удобной версией обычной трости. Для решения этой проблемы во первых нужно добавить кнопку включения - выключения на трость для экономии заряда батареи. Во вторых обеспечить трость объёмным аккумулятором которого хватит на полный день. В третьих предоставлять пользователю информацию о текущем заряде батареи либо об оставшемся времени работы при каждом включении прибора. Так же информация об оставшемся заряде должна быть оглашена когда уровень заряда проходит определённые метки в 50,30,15 и 10 процентов. В четвёртых необходимо предоставить для трости удобный интерфейс зарядки, предпочтительно micro USB или USB type-c, в силу их распространённости. Последним пунктом является создание стационарной док станции, к которой будет подключаться умная трость для зарядки - это позволит пользователю заряжать прибор не утруждаясь в поиске таких мелких деталей как порт питания или кабель зарядного устройства.

1.4.4 Портативность и удобство

Умная трость должна обладать всеми положительными качествами обычной трости: а именно портативностью, лёгкостью и эргономичностью. Всех этих качеств можно достичь благодаря разработке правильного дизайна для умной трости. Необходимо выбрать лёгкий и прочный материал конструкции, сделать трость складной и найти баланс между объёмом аккумулятора и весом трости.

Основываясь на всех вышеперечисленных принципах можно начать проектирование прототипа.

2. Техническая часть работы

2.1 Основные задачи прототипа

Для успешного создания прототипа в стадии планирования необходимо выбрать основные задачи выполняемые умной тростью.

Задачами прототипа являются: обнаружение препятствий на пути передвижения и на уровне головы пользователя. Обнаружение ям, и быстро приближающихся объектов. Обработка данных. Передача информации об окружающей среде пользователю в удобной и доступной форме. Общее удобство и комфорт в использовании.

2.2 Принцип работы прототипа

Работа умной трости основана на принципах эхолокации. Устройство определяет препятствия благодаря трем ультразвуковым дальномерам два из которых расположены таким образом чтобы определять дальность до препятствий расположенных на уровне головы и перед пользователем. Третий дальномер определяет наличие ям и впадин на пути человека. Каждый из дальномеров настроен согласно своей задаче а так же параметрам пользователя. Дальность первого дальномера, отвечающего за обнаружение препятствия на уровне головы зависит от высоты пользователя и его манеры держать трость. Вторым дальномером отвечающим за обнаружение объектов расположенных перед пользователем работает на расстоянии до трех метров, это позволяет значительно увеличить объем получаемой владельцем информации сохранив при этом точность работы. Третий дальномер отвечающий за обнаружение ям лицом расположен вдоль основания трости, для его корректной работы нужно брать в учёт высоту пользователя, его манеру держать трость и саму высоту трости. Использование микроконтроллера Arduino позволяет легко подбирать индивидуальные настройки под каждого человека.

Для обработки всей поступающей от датчиков информации требуется микроконтроллер который в дальнейшем будет отправлять сигналы на модули обратной связи.

Для поддержания обратной связи с пользователем было решено выбрать аудио сигнал и один вибро мотор расположенный под указательным пальцем.

2.3 Аппаратно-программные средства

Для разработки прототипа умной трости требуется выбрать микроконтроллер. Он будет играть основную роль в правильной работе прототипа, обработке входной информации и выдаче обратной связи пользователю. Для выполнения этой задачи было решено выбрать платформу Arduino, а именно модель серии UNO. Это решение было сделано

основываясь на ряде факторов, главными из которых является скорость работы с микроконтроллером на этапе прототипа, большая база данных связанных с данным микроконтроллером и наличие удобной и знакомой среды разработки.

Плата Arduino Uno основана на микроконтроллере ATmega328. На ней присутствует 14 цифровых разъёмов ввода и вывода и 6 аналоговых входов, USB подключение.

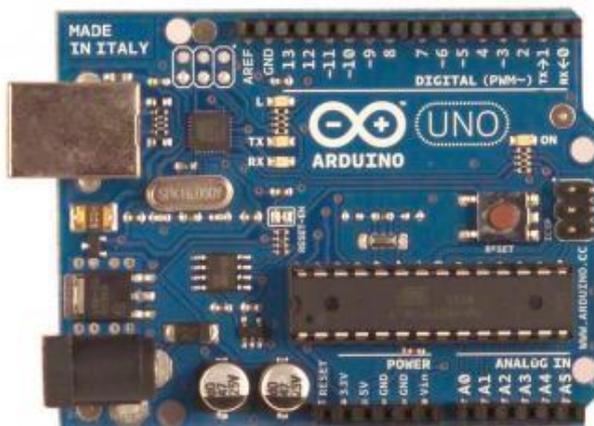


Рисунок 7 – плата Arduino Uno

Таблица 5 – Технические характеристики плат Arduino Uno

Микроконтроллер	Atmega328
Напряжение питания:	5 В
Диапазон рекомендуемого входного напряжения	7 – 12 В
Диапазон входного напряжения	6 – 20 В
Число цифровых разъёмов ввода и вывода	14
Число аналоговых входов	6
Постоянный ток через вход/выход	40 мА

Для определения дальности до препятствий будет использован ультразвуковой датчик модели HC-SR04.

Работа модуля основана на принципе эхолокации. Модуль посылает ультразвуковой сигнал и принимает его отражение от объекта. Измерив время между отправкой и получением импульса, можно будет вычислить расстояние до препятствия. Данный датчик превосходно обнаруживает объекты, не вступая с ними в контакт. Его эффективность измерения расстояния не зависит от солнечного света, бликов, отражающих поверхностей или какого-либо чёрного материала в отличие от инфракрасных датчиков. Единственным препятствием для корректного

обнаружения объектов являются звукопоглощающие материалы, которые скорее всего, не будут обнаружены. HC-SR04 состоит из модуля передатчика и приёмника. Диапазон эффективной работы устройства 2 см - 400 см.



Рисунок 8 – дальномер HC-SR04

Таблица 6 – Технические характеристики дальномера HC-SR04

Модель	HC-SR04
Напряжение питания:	5 В
Потребление в режиме тишины	2 мА
Потребление при работе	15 мА
Диапазон расстояний	2–400 см
Рабочий угол наблюдения	30°
Габаритные размеры	45мм x 20мм x 15мм

Для тактильной обратной связи с пользователем был выбран микро вибро мотор. Выбор обосновывается небольшими размерами устройства позволяющими легко расположить данный прибор на рукоятке трости.



Рисунок 9 – микро вибро мотор

Для обратной связи по средствам аудио сигналов был выбран модуль MP3 плеера DF Player Mini с картой памяти на 2 гигабайта.

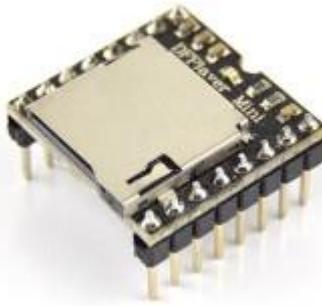


Рисунок 10 – DF Player Mini

Для питания устройства была выбрана литий-ионная батарея с функцией зарядки.

2.3 Построение прототипа

Корпус для прототипа был напечатан на 3D ручке. Высота трости была выбрана на основе стандартов под средний рост Казахстанцев 171 см. Следовательно высота трости которая в вертикальном положении должна доставать подбородка 140 см. На верхней части трости жгутами закреплён главный модуль устройства состоящий из микроконтроллера, трёх ультразвуковых датчиков расположенных под углом друг к другу, батареи и пассивного зуммера. Так же к верхнему сегменту закреплена рукоятка трости. На рукоятке с нижней стороны были вырезаны три отверстия в которых размещены вибромоторы. Провода соединяющие микроконтроллер с вибро моторами проведены внутри трости. Вся программная часть работы была выполнена в Arduino IDE.

2.4 Дальнейшее развитие прибора

Будущие версии устройства необходимо будет оснастить bluetooth модулем соединив его с мобильным телефоном через приложение. Это позволит значительно расширить возможности умной трости. Можно будет сделать из трости умный навигатор для более комфортного передвижения по городу. В мобильном приложении необходимо осуществить связь с сервисами заказа такси для преодоления большого расстояния. Так же в умную трость нужно добавить обратную связь по средствам синтезатора речи и наушника. Так же три ультразвуковых модуля должны менять угол положения в зависимости от манеры держать трость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были изучены основные проблемы при передвижении, с которыми сталкиваются люди с дефектами зрения. Рассмотрены различные решения повышающие мобильность этих людей, а так же были перечислены положительные и отрицательные стороны каждого из рассмотренных решений. Ещё было рассмотрено нынешнее состояние отрасли занимающейся разработкой «умных» приборов для слабовидящих. Исходя из проведённого анализа были составлены руководящие принципы проектирования умной трости

Далее исходя из этих принципов, согласно с поставленной целью работы был разработан прототип умной трости и принцип его работы. Так же были обоснованы причины выбора микроконтроллерной платформы, различных датчиков входящих в электронную составляющую а так же была решена конструкции умной трости. Данный прототип был успешно исполнен в жизнь и протестирован.

Стоит отметить что полученный прототип умной трости не является совершенным решение для людей с дефектами зрения. Однако, он должен подходить для большинства людей с серьёзными проблемами зрительного аппарата, стоимость прототипа делает его практически таким же доступным как обычную белую трость, но при этом при использовании трости значительно увеличивается объем получаемой информации об окружающем пространстве и следовательно уверенность и скорость передвижения пользователя так же возрастает.

Основываясь на результатах выполненной работы можно сделать вывод, что даже простые приборы в теории способны значительно облегчить жизнь людей у которых отсутствует те или иные способы взаимодействия и познания окружающего мира.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.stat.gov.kz>
2. <https://www.who.int/>
3. Comparing Methods for Introducing Blind and Visually Impaired People to Unfamiliar Urban Environments 1998.
4. Depression and Anxiety in Visually Impaired Older People 2007.
5. The efficiency and walking speed of visually impaired people 1985
6. Detection and notification of dangerous obstacles and places for visually impaired persons using a smart cane. 1979.
7. Usability and Design Guidelines of Smart Canes for Users with Visual Impairments 2013.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

```
#define trigPinF 13
#define echoPinF 12
#define trigPinS 11
#define echoPinS 10
#define trigPinT 9
#define echoPinT 8
#define motorF 7
#define motorS 6
#define motorT 5
#define buzzer 4

void setup(){
pinMode(trigPinF, OUTPUT);
pinMode(echoPinF, INPUT);
pinMode(motorF, OUTPUT);

pinMode(trigPinS, OUTPUT);
pinMode(echoPinS, INPUT);
pinMode(motorS, OUTPUT);

pinMode(trigPinT, OUTPUT);
pinMode(echoPinT, INPUT);
pinMode(motorT, OUTPUT);

pinMode(buzzer,OUTPUT);
}

void loop(){
//Создание переменных
long durationF, distanceF;
long durationS, distanceS;
long durationT, distanceT;

// Первая пара
digitalWrite(trigPinF, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPinF, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPinF, LOW);

durationF = pulseIn(echoPinF, HIGH);
distanceF = (durationF/2) / 29.1;
```

```

if (distanceF < 250) //
{
mp3_play(1);
delay(2000);
digitalWrite(motorF,HIGH);
} else
{
digitalWrite(motorF,LOW);
} delay(50);

//Вторая пара
digitalWrite(trigPinS, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPinS, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPinS, LOW);

durationS = pulseIn(echoPinS, HIGH);
distanceS = (durationS/2) / 29.1;

if (distanceS < 150) //
{
digitalWrite(motorS,HIGH)
mp3_play(2);
delay(2000);
} else
{
digitalWrite(motorS,LOW);
} delay(50);

//Третья Пара
digitalWrite(trigPinT, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPinT, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPinT, LOW);

durationT = pulseIn(echoPinT, HIGH);
distanceT = (durationT/2) / 29.1;

if (distanceT < 150) //
{
mp3_play(3);

```

```
delay(2000);
```

```
digitalWrite(motorT,HIGH);  
} else  
{  
digitalWrite(motorT,LOW);  
} delay(50);  
}
```