

Система диагностирования

1 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

1.1 Назначение и функции устройства

Объектом диагностирования является микропроцессорное устройство на базе микроконтроллера – беспроводная колонка с управлением жестами.

Помимо соответствия стандартному назначению: воспроизведению музыки посредством Bluetooth-подключения к устройству, с которого будут включаться нужные композиции, реализованы следующие функции:

- остановка воспроизведения;
- продолжение воспроизведения;
- перемотка композиций в обе стороны;
- увеличение или уменьшение громкости в зависимости от направления жеста и его амплитуды.

1.2 Принцип действия устройства

Ниже приведено краткое описание самого устройства и предоставляемого им функционала.

С помощью модуля управления в виде кнопки происходит перевод устройства в рабочее состояние. После чего для его дальнейшего использования необходимо посредством Bluetooth-соединения подключиться к устройству, с которого будет осуществляться включение воспроизведения.

Звук выводится через динамики.

В то же время датчики готовы к фиксированию подаваемых жестов. За очередность проигрывания отвечают два инфракрасных датчика движения. Когда пользователь проводит рукой над устройством, анализируется состояние этих датчиков. Если сначала сработал ближний к пользователю датчик, а затем через заданный интервал – дальний, происходит переход к следующей композиции. Если наоборот, то воспроизводится предыдущая аудиозапись.

Регулирование громкости производится при помощи ультразвукового датчика расстояния. Микроконтроллер побуждает его отправить ультразвуковой сигнал. Волна отражается от поверхности ладони и возвращается к датчику. Микроконтроллер обрабатывает время, прошедшее с момента генерации сигнала, и рассчитывает расстояние в сантиметрах.

Для того, чтобы два вида датчиков выполняли свои функции корректно, выбран диапазон расстояния и установлено граничное значение. Если рука прошла на расстоянии меньшем, чем граничное, то происходит остановка или воспроизведение. Если жест производится выше заданного значения, то осуществляется регулирование громкости.

Если устройству не подается никакая управляющая информация, то оно работает в режиме обычного воспроизведения.

1.3 Состав устройства

Основные компоненты:

- микроконтроллер;
- динамики;
- инфракрасные датчики движения;
- ультразвуковой датчик расстояния;
- усилитель звука;
- аккумулятор.

Структурная схема устройства приведена на рисунке 1.1.

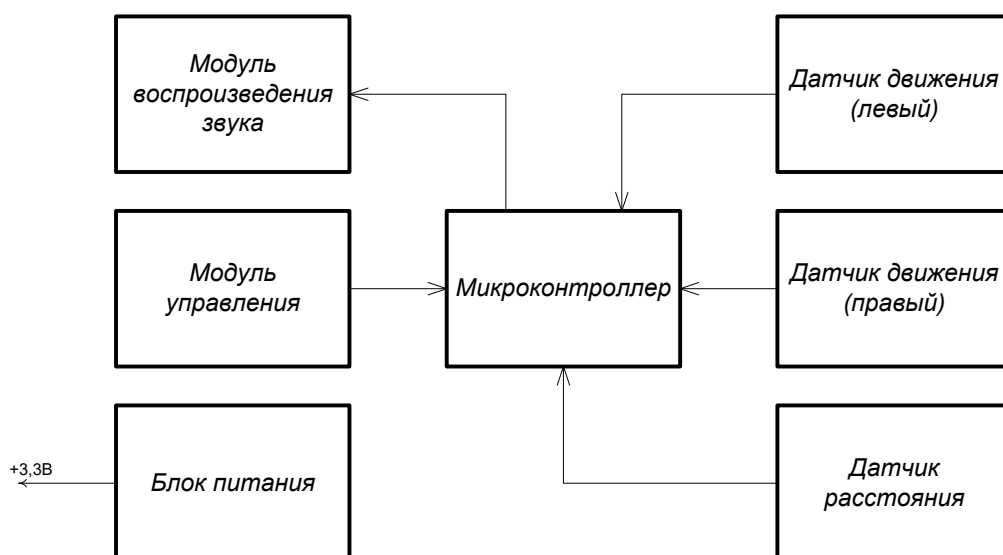


Рисунок 1.1 – Структурная схема устройства

2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

2.1 Обоснование выбора методов тестирования

Микропроцессорное устройство является сложным объектом диагностирования, структура которого неоднородна из-за наличия множества различных функциональных узлов. Соответственно для него не существует общих формальных методов синтеза тестов.

Помимо сторонних методов диагностирования, которые будут рассмотрены ниже, встроенные средства отслеживания состояния системы также присутствуют. А именно: в случае, если необходимо провести отладку,

микроконтроллер можно подключить к компьютеру и получать сообщения о происходящих событиях: выборе команды, ее выполнении, ошибках и прочем.

В данном случае устройство рассматривается как программно-управляемый объект, для которого тест выглядит как проверка отдельных функций системы команд.

Ключевым компонентом устройства является микроконтроллер, который управляет работой всех остальных элементов устройства и обеспечивает корректное функционирование. Поэтому, в первую очередь, необходимо удостовериться в его исправности и работоспособности. Кроме того, такие компоненты, как датчики, усилители или динамики, будет более рационально тестировать с физической точки зрения, нежели с логической.

В этой связи при составлении теста будет использована так называемая стратегия «раскрутки». Так как диагностика будет производиться во время работы устройства, данный метод относится к категории on-line тестирования.

Помимо тестирования аппаратной составляющей устройства, необходимо протестировать прикладное программное обеспечение — код программы, записанный в память микроконтроллера. Исходя из того, что программа разбита на функции, наиболее удобным и эффективным вариантом тестирования является Unit-testing.

2.2 Технические требования к системе диагностирования

На основании предыдущего подраздела можно определить ядро, которое подлежит тестированию в первую очередь. В данном случае ключевыми являются модули, отвечающие за управление и воспроизведение звука, то есть существенно выполнение объектом диагностирования таких функций, как успешное подключение к управляющему устройству по Bluetooth и проигрывание выбранных аудиозаписей.

В случае, если проверенная часть работоспособна, необходимо перейти к тестированию ультразвукового датчика расстояния, поскольку его неисправность приведет к невозможности определения того, команда из какой группы должна быть исполнена в данный момент: либо приостановка/воспроизведение, либо увеличение/уменьшение уровня громкости.

По сути, независимо от предыдущего функционального теста, имеет место проверка корректности исполнения функции перемотки композиций инфракрасными датчиками движения. Важно отметить, что это возможно лишь в том случае, если оба датчика работают исправно.

Успешное прохождение устройством всех упомянутых тестов может с большой долей вероятности гарантировать его работоспособность.

2.3 Средства диагностирования

Как уже было сказано выше, формальные методы в контексте микропроцессорного устройства не применимы, поэтому пригодность к полноценной эксплуатации будет проверяться в ходе непосредственно функциональных проверок.

Что касается тестирования программными средствами, то для каждой функции можно написать тестовый метод, который будет сравнивать полученный результат с эталонным.

3 ЭЛЕМЕНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Основные этапы процесса тестирования работы беспроводной колонки с управлением жестами с применением стратегии «раскрутки» отражены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Тестирование устройства методом «раскрутки»

№	Тестируемый модуль	Действие	Ожидаемая реакция объекта	Фактическая реакция объекта	Диагн оз
1	Модуль управления	Подключение объекта диагностирования к управляющему устройству	Отображение сообщения об установке соединения на управляющем устройстве	Отображение сообщения об установке соединения на управляющем устройстве	Тест пройден
2	Модуль воспроизведения звука	Запуск воспроизведения аудиозаписи	Вывод звука через динамики	Вывод звука через динамики (см. рисунок 3.1)	Тест пройден
3	Датчик расстояния	Проведение рукой на расстоянии меньше граничного («играет» композиция)	Приостановка воспроизведения	Приостановка воспроизведения	Тест пройден

Продолжение таблицы 3.1

4	Датчик расстояния	Проведение рукой на расстоянии меньше граничного (не «играет» композиция)	Продолжение воспроизведения	Продолжение воспроизведения	Тест пройден
5	Датчик расстояния	Проведение рукой в вертикальной плоскости на расстоянии больше граничного в «положительном» направлении	Увеличение громкости	Увеличение громкости	Тест пройден
6	Датчик расстояния	Проведение рукой в вертикальной плоскости на расстоянии больше граничного в «отрицательном» направлении	Уменьшение громкости	Уменьшение громкости	Тест пройден
7	Датчики движения	Проведение рукой сначала мимо ближнего датчика, переходя к дальнему	Переход к следующей композиции	Переход к следующей композиции	Тест пройден
8	Датчики движения	Проведение рукой сначала мимо дальнего датчика, переходя к ближнему	Переход к предыдущей композиции	Переход к предыдущей композиции	Тест пройден

Продолжение таблицы 3.1

9	Датчики движения	Моделирование ситуации переполнения	Последовательные переходы с возможной задержкой	Отсутствие реакции	Тест не пройден
---	------------------	-------------------------------------	---	--------------------	-----------------



Рисунок 3.1 – Демонстрация исправности функции вывода звука

Благодаря тестопригодности рассматриваемого устройства данный метод диагностирования позволяет проверить основные функциональные узлы, правильная работа которых обеспечивает общую работоспособность устройства; а также выявить определенные неисправности, наличие которых не приводит к выходу устройства из строя, однако нарушает исполнение некоторых функций.

Из-за простоты реализации большинства функций программы не все из них рационально подвергать тестированию. Что касается остальных, соответствующие методы приведены ниже.

Метод `bitsToCommand()` определяет команду, которую микроконтроллер использует для исполнения требуемой функции колонки:

```
Command bitsToCommand() {
    String res = "";
    res += S4_value ? "1" : "0";
    res += S3_value ? "1" : "0";
    res += S2_value ? "1" : "0";
    res += S1_value ? "1" : "0";
    res += S0_value ? "1" : "0";

    if (res[3] == '1' && res[4] == '1') {
        return VOL;
    } else {
        return static_cast<Command>(strtol(res.c_str(), 0, 2));
    }
}
```

Тестирующий метод BitsToCommandTest:

```
test(BitsToCommandTest) {
    S4_value = 1;
    S3_value = 0;
    S2_value = 1;
    S1_value = 0;
    S0_value = 1;

    Command resultCommand = bitsToCommand();

    assertEquals(resultCommand, VOL);
}
```

Метод bitsToVolume() вычисляет значение, на которое нужно установить уровень громкости:

```
int bitsToVolume(String binary) {
    String res = "";
    res += binary[2] == '1' ? "1" : "0";
    res += binary[3] == '1' ? "1" : "0";
    res += binary[4] == '1' ? "1" : "0";

    int scaledVolume = strtol(res.c_str(), 0, 2) * 127/7;

    return scaledVolume;
}
```

Тестирующий метод BitsToVolumeTest:

```
test(BitsToVolumeTest) {
    String binary1 = "0b011";
    int result1 = bitsToVolume(binary1);
    assertEquals(result1, 63);

    String binary2 = "0b110";
    int result2 = bitsToVolume(binary2);
    assertEquals(result2, 90);

    String binary3 = "0b000";
    int result3 = bitsToVolume(binary3);
    assertEquals(result3, 0);
}
```

В результате, можно заметить, что в случае успешной установки Bluetooth-соединения и взаимодействия компонентов устройства в контексте программного обеспечения можно говорить о верификации ПО, то есть подтвердить выполнение подготовки исходных данных.

Исходя из успешного выполнения вышеприведенных методов, можно отметить и валидацию ПО, то есть подтвердить, что ПО адекватно выполнило расчеты и обработку результатов таких расчетов.