

ЛАБОРАТОРНЫЙ МОДУЛЬ НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ФОРМЫ СЕНСОРНЫХ СИГНАЛОВ

Студент группы 10306121 Елец С.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Полынцева Е.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Современные условия развития измерительной техники и повсеместного внедрения датчиков в различных отраслях промышленности, научных исследованиях и образовательном процессе выдвигают новые требования к устройствам анализа сигналов. Разрабатываемый лабораторный модуль на базе программируемого микроконтроллера призван решить актуальную проблему создания компактного, универсального и экономически эффективного средства для наблюдения и анализа формы сенсорных сигналов. В отличие от дорогостоящих стационарных осциллографов, имеющих ограниченную гибкость применения, и простых Arduino-решений с недостаточной производительностью, предлагаемый модуль занимает промежуточную нишу, сочетая в себе точность лабораторного оборудования с программируемостью и адаптивностью микроконтроллерных систем.

Анализ существующих решений показывает, что современный рынок предлагает несколько подходов к анализу сенсорных сигналов. Профессиональные осциллографы обеспечивают высокую точность измерений, но обладают значительной стоимостью, крупными габаритами и узкой специализацией. Платы на базе популярных микроконтроллеров хотя и отличаются доступностью и простотой программирования, но существенно ограничены по частоте дискретизации, разрядности АЦП и возможностям обработки сигналов [1].

Данные часто записываются в виде временных сигналов. Способность точно регистрировать и анализировать эти сигналы имеет решающее значение для

применения в медицине, коммуникационных технологиях, автоматизации и многих других областях.

Алгоритмы, например, для смешивания, фильтрации, преобразования или управления сигналом, составляют основу обработки сигналов и объединяют различные математические операторы и концепции для создания нового сигнала из частей одного или нескольких сигналов. Важными понятиями являются свертка, фильтрация и преобразование Фурье.

Свертка - это математический оператор, который объединяет две функции для получения третьей функции. В цифровой обработке сигналов свертка часто используется для выполнения операций с фильтрами. Фильтры могут иметь различные формы, такие как фильтры низких и высоких частот, полосовые фильтры или фильтры с засечками. Они используются для удаления нежелательных частотных компонентов из сигнала или для выделения определенных частотных диапазонов. Это позволяет улучшить данные при обработке сигнала, например, за счет сглаживания или подавления шума.

Важнейшей частью обработки сигналов является преобразование Фурье, которое переводит сигнал из временной области в частотную. Эта техника имеет огромное значение, поскольку многие сигналы легче анализировать и манипулировать ими в частотной области. Используя быстрое преобразование Фурье (БПФ), эффективную реализацию преобразования Фурье, инженеры могут быстро определять и анализировать частотные компоненты сигнала.

Одним из инструментов в обработке сигналов является разностное уравнение. Разностные уравнения - это рекурсивные уравнения, которые описывают текущее значение дискретного временного ряда как функцию его предыдущих значений и входных значений. Они позволяют систематически моделировать и анализировать поведение сигнала. В цифровой обработке сигналов разностные уравнения часто используются для проектирования и реализации цифровых фильтров, поскольку они обеспечивают математически обоснованный метод описания преобразований сигнала. Использование разностных уравнений позволяет точно определить и эффективно реализовать цифровые фильтры. Математическая точность и гибкость

разностных уравнений делают их незаменимым инструментом при разработке и применении современных алгоритмов обработки сигналов. Их применение позволяет анализировать и манипулировать сложными сигналами, значительно повышая качество и эффективность обработки сигналов [2].

Процесс распознавания начинается с этапа предварительной обработки сигнала, где применяются цифровые фильтры (ФНЧ, ФВЧ и медианные) для устранения шумов, выполняется нормализация амплитуды и удаление постоянной составляющей. Эти операции подготавливают сигнал для дальнейшего анализа, улучшая соотношение сигнал/шум. На следующем этапе система выделяет ключевые признаки сигнала как во временной, так и в частотной областях. Во временной области анализируются такие параметры, как среднеквадратичное значение (RMS), коэффициент асимметрии и эксцесса, а также характеристики огибающей сигнала. Частотный анализ выполняется с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ), что позволяет выявить доминирующие гармоники, оценить спектральную плотность мощности и коэффициент гармонических искажений.

Для классификации сигналов система использует комбинацию детерминированных методов (основанных на пороговых условиях), статистических моделей (метод наименьших квадратов) и нейросетевых классификаторов. Такой комплексный подход обеспечивает надежное распознавание основных типов сигналов: синусоидальных (характеризующихся одной доминирующей гармоникой и низким уровнем искажений), меандров (с богатым спектром нечетных гармоник и крутыми фронтами), пилообразных (с линейным нарастанием и резким спадом), импульсных (с короткой длительностью и широким спектром), шумовых (с равномерным распределением в частотной области) и модулированных (с характерными боковыми полосами в спектре).

В современном мире существует постоянная потребность в усовершенствовании управления различными видами оборудования. Методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных предоставляют новые

возможности для оптимизации процессов управления и повышения эффективности работы оборудования.

Существуют различные методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных, которые могут быть применены к управлению оборудованием. Методы временных рядов, этот метод используется для анализа временных данных, получаемых от оборудования. Они включают в себя модели ARIMA (авторегрессия с интегрированным скользящим средним), экспоненциальное сглаживание и SARIMA (сезонная авторегрессия с интегрированным скользящим средним), которые могут помочь в прогнозировании состояния и поведения оборудования. Также есть, метод нейронных сетей. Использование глубоких нейронных сетей, таких как сверточные нейронные сети и рекуррентные нейронные сети, позволяет обрабатывать сложные данные и выявлять скрытые закономерности. Этот метод может быть применен для прогнозирования отказов оборудования, анализа сигналов и оптимизации процессов управления.

Метод кластерного анализа позволяет группировать оборудование на основе сходства в его характеристиках или поведении. Это помогает в выявлении групп оборудования с общими особенностями и определении оптимальных стратегий управления для каждой группы. А вот метод регрессии используется для моделирования зависимости между входными переменными и выходными значениями оборудования. Он позволяет предсказывать значения выходных параметров, на основе имеющихся данных и использовать эти прогнозы для оптимального управления оборудованием.

Классификация применяется для определения категорий или состояний оборудования на основе его характеристик или поведения. Это может быть полезно для обнаружения аномалий или принятия решений по управлению в зависимости от текущего состояния оборудования. Методы анализа временных рядов и спектрального анализа. Он позволяют извлекать специфическую информацию из временных данных, таких как частоты, амплитуды и тренды. Они могут быть использованы для анализа колебаний и вибраций оборудования, а также для определения его состояния и работы.

Это немногие, но эффективные методы машинного обучения и интеллектуального анализа данных, которые могут быть применены к управлению оборудованием. Выбор конкретного метода зависит от типа оборудования, доступных данных и поставленных задач управления. Для выбора наиболее подходящих методов и алгоритмов для решения задач управления оборудованием является важным этапом исследования. При выборе подходов учитываются разные факторы на основе типа задачи. Задачи управления, различные задачи управления оборудованием требуют разных методов и алгоритмов. Например, для прогнозирования отказов оборудования могут быть эффективны методы временных рядов и нейронные сети. Для оптимизации процессов управления могут быть полезны методы регрессии и оптимизации.

При выборе методов и алгоритмов необходимо учитывать ограничения и требования системы управления оборудованием. Например, если система имеет ограничения по вычислительным ресурсам или требует быстрой реакции, то необходимо выбирать более эффективные и быстрые методы. Использование имеющегося опыта по применению методов машинного обучения и анализа данных в управлении оборудованием также играют важную роль при выборе наиболее подходящего метода. Изучение успешных примеров исследований и промышленных приложений может помочь определить наиболее эффективные подходы для конкретных задач.

В итоге, выбор наиболее подходящих методов и алгоритмов для решения задач управления оборудованием требует комплексного подхода, учета контекста задачи и доступных данных, а также анализа ограничений и требований системы управления.

Практическое применение наиболее подходящих методов на реальных системах управления оборудованием может иметь различные сценарии в зависимости от конкретной задачи и отрасли. Прогнозирование отказов оборудования, лучший метод машинного обучения, такие как методы временных рядов или нейронные сети, могут быть использованы для прогнозирования отказов оборудования. На основе исторических данных и мониторинга текущего состояния

оборудования, модели могут предсказывать вероятность отказа и оптимальный момент для проведения профилактического обслуживания.

Анализ и обнаружение аномалий, к этому методу лучше всего подойдет метод анализа данных, и алгоритмы классификации они могут использоваться для обнаружения аномалий в работе оборудования. Путем анализа сигналов, измерений и параметров работы оборудования, модели могут выявлять необычные или нормативно - технические отклонения, что помогает в раннем обнаружении проблем и принятии мер по предотвращению отказов и повреждений [3].

Современные микроконтроллеры обладают достаточной производительностью для обработки сигналов в реальном времени, а также поддерживают подключение различных периферийных устройств, таких как АЦП (аналого-цифровые преобразователи), дисплеи и интерфейсы связи. Это позволяет создавать осциллографы с широким функционалом, включая возможность сохранения данных, их дальнейшей обработки и передачи на другие устройства.

Разработка осциллографа на базе микроконтроллера также позволяет снизить стоимость устройства по сравнению с традиционными решениями, что делает его доступным для использования в образовательных учреждениях, лабораториях и небольших производственных предприятиях. Кроме того, программируемая природа микроконтроллера обеспечивает гибкость в настройке и адаптации устройства под конкретные задачи, что особенно важно при работе с различными типами сенсорных сигналов.

Осциллограф – это прибор, широко используемый в лабораториях, научно-исследовательских центрах, мастерских и сервисах. Его применяют для наблюдения за амплитудными и временными параметрами электрического сигнала, их измерениями и записью. Этот инструмент станет незаменимым помощником любого инженера, тех, кто работает с аналоговыми и цифровыми приборами любого назначения. Им пользуются и радиолюбители, домашние мастера. Познакомимся более подробно с тем, что представляет собой осциллограф, для чего нужен он, как устроен и работает, для решения каких задач подходит. Определим

основные моменты, которые помогут правильно подобрать прибор под определенные эксплуатационные условия.

Осциллографы выполняют множество важных задач, связанных с анализом и исследованием электрических сигналов. Их основная функция — визуализация сигналов, что позволяет наблюдать, как сигнал изменяется во времени. Это особенно полезно для анализа формы сигналов, таких как синусоидальные, прямоугольные, импульсные и другие. Визуализация помогает понять, как работает электрическая цепь, и выявить возможные искажения или аномалии в сигнале.

Одной из ключевых задач осциллографов является измерение параметров сигналов. С их помощью можно точно определить амплитуду (напряжение), частоту, период, длительность импульсов и фазу сигнала. Эти измерения необходимы для проверки корректности работы электронных устройств и систем. Например, при разработке усилителя важно убедиться, что выходной сигнал соответствует ожидаемым параметрам по амплитуде и частоте.

Осциллографы также используются для анализа искажений и шумов в сигналах. Они помогают выявлять гармонические искажения, шумы, выбросы и затухания, которые могут негативно влиять на работу электронных устройств. Это особенно важно в таких областях, как аудио- и видеообработка, где качество сигнала играет критическую роль. Еще одной важной задачей осциллографов является диагностика и поиск неисправностей в электронных схемах. Они позволяют определить, где именно в цепи происходит сбой, например, из-за неправильной работы компонентов, обрывов или коротких замыканий. Это делает осциллографы незаменимыми инструментами для ремонта и обслуживания электронного оборудования [4].

Литература

1. О.Н. Пьявченко Интеллектуальные микропроцессорные модули сбора и обработки информации датчиков.

2. Optomet [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://www.optomet.com/ru/znanija-i-tehnologii/osnovy-i-tehnologija-izmerenii/obrabotka-signalov/>

3. Sportacadem [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа : <https://m.e-academy.sportacadem.ru/student-portfolio/43290.pdf#page=200>

4. Tehncom [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: https://www.tehencom.com/Categories/Oscilloscopes/Theory/Tektronix_Oscilloscopes_Basic_Principles_Rus.pdf?srsltid=AfmBOoqrY_jYYo2Ygmz3YRbGBI8QC9P_LqxtJ1kVmeBfTJ0SpZB-US