

УДК 612.82

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА С ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР

М.К. Дадочкин

Научный руководитель – д.т.н., профессор Б.П. Тимофеев

Наибольшую известность в области разработки интерфейса мозг-компьютер (ИМК) получили эксперименты бразильского нейробиолога Мигеля Николелиса (Miguel Nicolelis), начатые в конце 1990-х годов. Внедряя в мозг обезьяны электроды, ученый добился поразительной синхронизации движения руки животного и ее роботизированного аналога. Имплантированные электроды обеспечивали двустороннюю связь мозговых клеток обезьяны и датчиков, установленных на роботе. Стоило мартышке сжать в своей руке игрушку, как рука робота в точности повторяла ее жест. Таким образом ученые смогли добиться использования мозговой деятельности обезьяны для управления роботом. Чтобы эффектно это продемонстрировать, Николелис провел следующий эксперимент: обезьяна в США мыслит, что она сгибает руку, а механическая рука в Японии совершает эти действия.

Идея достаточно проста: на испытуемого надевается шлем с электродами, которые подключаются к датчику, фиксирующему поступающие из мозга сигналы. Вначале человек проходит тренировку – ему предъявляются различные изображения, прибор фиксирует, какие участки мозга активизируются, а программное обеспечение запоминает схему активности отделов мозга. Следующий этап – распознавание мыслеобразов: человек воображает картинку, а компьютер, на основе запомненной схемы, угадывает, о чем он думает.

Для того чтобы ИМК из экзотического приспособления, довольно неудобного при длительном использовании, превратился в естественное продолжение человеческого тела, недостаточно лишь продолжения его технического усовершенствования: требуется более глубокое проникновение в природу тех явлений, которые могут использоваться, и даже, возможно, принципиально новые подходы к перспективам развития взаимодействия человека и ИМК. ИМК впервые в эволюции позволил мозгу интенсивно общаться с внешним миром без помощи мышечного аппарата, и мы, скорее всего, находимся лишь в начале понимания многообразия возможностей, которые тем самым открываются перед человеком.

Предложено практическое применение данной технологии в следующих направлениях:

- помощь инвалидам (немым, глухонемым, слепым, дальтоникам и т.д.) в решении их проблем;
- улучшение человеческих способностей в условиях боевых действий, творческих задач, повседневной деятельности;
- возможность переноса информации как из мозга в компьютер, так и в обратную сторону;
- управление объектами (автомобилем, манипулятором, компьютером и т.д.);
- изучение строения и функций мозга с нового ракурса;
- нейропротезирование;
- игровые системы.

Целью работы стало исследование потенциала ИМК. Следующей стадией исследований будет использование устройства, снимающего ЭЭГ показания мозга, в задачах с двумя возможными исходами. Для лабораторных испытаний и управления мультимедиа было выбрано устройство Emotiv EPOC.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ФАЗОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ГИРОСКОПА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

И.Г. Дейнека, М.Ю. Плотников

Научные руководители:

д.т.н., профессор И.К. Мешковский; к.ф.-м.н., профессор В.Е. Стригалева

Вступление. На сегодняшний день проявляется большой интерес к волоконно-оптическим гироскопам благодаря их применению в качестве чувствительного элемента вращения в инерциальных системах навигации, управления и стабилизации.

При создании таких приборов высокой точности (волоконно-оптическая плавучая гидроакустическая антенна, волоконно-оптический датчик напряжения и др.) возникают задачи соединения анизотропных оптических элементов и волокон между собой, изучения и определения требуемых характеристик, предъявляемых к изготовлению оптических волокон, а так же определения требуемых точностей к поляризационному согласованию оптических волокон и подбор режимов сваривания.

Цель работы. Исследование преобразования поляризации оптического излучения в точке сварного соединения специальных анизотропных оптических волокон типа PANDA и ESC.

Базовые положения исследования. Сварка анизотропных оптических волокон типа PANDA и ESC производится на стандартном сварочном аппарате, предназначенном для телекоммуникационных волокон, с использованием поляризационного интерферометра Майкельсона. Сварочный аппарат дополнен волоконным вращателем, позволяющим вращать закрепленное в нем оптическое волокно вдоль его продольной оси.

Для выставления поляризационных осей волокон используется высокоточный метод поляризационной интерференции.

Практические результаты. В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:

- модернизирован сварочный аппарат, путем добавления волоконного вращателя, позволяющего выставлять поляризационные оси анизотропных волокон;
- описана методика оценки угла рассогласования поляризационных осей волокон;
- получены практические результаты сварки оптических волокон в различных комбинациях: ESC-ESC, ESC-PANDA, PANDA-PANDA.

Основной результат. В ходе работы был модернизирован сварочный аппарат. Достигнута точность $0,1^\circ$ выставления поляризационных осей анизотропных оптических волокон.

Литература

1. Максфилд Дж. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы: Пер. с англ. – М., 2007. – 408 с.
2. Lefevre H. Fiber-optic gyroscopes. – London, Boston: Artech House. – 1993. – 313 p.

АДАПТИВНОЕ РАСШИРЕНИЕ ПЛОЩАДИ СКАНИРОВАНИЯ МИКРОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ИХ ИССЛЕДОВАНИИ МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ МАЛОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ

П.А. Ермолаев

Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Волинский

Для задач криминалистики, оптимизации технологического процесса производства бумаги, исследования и реставрации предметов искусства и других приложений требуются бесконтактные высокоразрешающие методы контроля поверхностей исследуемых объектов.

Традиционно для подобных исследований применяются интерференционные методы [1] как наиболее точные из оптических. Однако в микроинтерферометрах [2] используются высокоапертурные объективы с малым полем зрения (порядка 200×200 мкм). Исследуемые микронеровности имеют площади порядка 1 мм^2 , в результате чего возникает задача сканирования многих участков с последующей сшивкой результатов.

Исследование каждого участка поверхности включает в себя получение набора интерферограмм участка поверхности с различной разностью хода, обработку данных с получением на выходе набора двумерных карт рельефа поверхности и объединение результатов сканирования смежных областей для получения расширенной карты микрорельефа поверхности, площадь которой превышает площадь отдельного участка.

Из-за погрешностей в работе измерительных приборов невозможно получить данные о точном взаимном расположении участков исследуемой поверхности. Вследствие этого необходимо осуществлять сканирование смежных областей с некоторым перекрытием, по которому впоследствии можно будет определить их взаимное положение. Совмещение результатов сканирования двух смежных участков с некоторой областью перекрытия происходит последовательным путем в разных направлениях за счет определения области перекрытия по критерию максимизации коэффициента корреляции.

Отдельный интерес представляет оптимизация стратегии выбора областей сканирования. Можно использовать адаптивное расширение области сканирования на основе фильтра Калмана [3], для чего требуется наличие критерия, определяющего области интереса. Существуют также автоматические (локальные и интегральные) критерии, основанные на анализе получаемых изображений. К локальным критериям можно отнести задание некоторого порога перепада высот на исследуемой поверхности, к интегральным – критерии на основе преобразования Фурье или текстурных признаков изображения поверхности объекта.

Автором разработано программное обеспечение для анализа рельефа поверхности с расширенной областью сканирования в микроинтерферометре МИИ-4 [4].

Литература

1. Gurov I., Karpets A., Margariants N., Vorobeva E. // Proc. SPIE. – 2007. – V. 6618. – P. 661807.
2. Коломийцов Ю.В. Интерферометры. – Л.: Машиностроение. – 1976. – 296 с.
3. Kalman R.E. A new approach to linear filtering and prediction problems // ASME, J. Basic Eng., 82. – 1960. – P. 35–45.
4. Alarousu E., Gurov I., Kalinina N., Karpets A., Margaryants N., Mullula R., Prykari T., Vorobeva E. Full-field high-resolving optical coherence tomography system for evaluating paper materials // Proc. SPIE. – 2008. – V. 7022. – P. 702212.

БЕСПРОВОДНАЯ СЕНСОРНАЯ СЕТЬ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ RFID

Н.Н. Касьянов (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики),

Т.О. Касьянова (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина))

Научный руководитель – д.т.н., профессор Г.Н. Лукьянов

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Введение и постановка задачи. Благодаря бурному развитию микроэлектроники появилась возможность разрабатывать сенсорные сети, обладающие гибкой топологией и высокой скоростью передачи данных. Кроме того, элементы сенсорных сетей обладают такими важными качествами как низкая стоимость и компактность. В последнее десятилетие большое распространение получили беспроводные сети таких стандартов: ZigBee, TI Simplicity, Bluetooth, WiFi и другие беспроводные протоколы группы стандартов IEEE 802. Отсутствие проводов позволило расширить сферу применения сенсорных сетей. К сожалению, высокая производительность беспроводной сети требует энергоемких источников питания. Их основными источниками питания являются химические элементы, применение которых вносит существенные усложнения и ограничения в эксплуатацию беспроводных сетей. Они связаны с необходимостью регулярного обслуживания химических элементов питания, что, в свою очередь, увеличивает стоимость и уменьшает надежность беспроводной сети. Использование альтернативных источников, например, тепла или солнечной энергии, применимо лишь для узкого спектра специфических задач, поэтому не является решением проблемы обеспечения элементов беспроводной сети универсальными источниками питания.

Цель работы. Решение поставленной задачи предполагает использовать энергию электромагнитного поля несущей частоты сигнала. Подобным образом работают системы RFID (англ. Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Система RFID обычно состоит из считывателя (источник электромагнитного излучения) и RFID метки, принимающей от него несущую частоту. RFID метка состоит из двух основных частей: интегральной схемы, на которой хранятся данные, и антенны, которая принимает радиосигнал от излучающего радиоволны считывателя.

Базовые положения исследования. Отличительная особенность RFID-технологии от беспроводных протоколов группы стандартов IEEE 802 в том, что метка может быть пассивной, т.е. не иметь собственного источника питания. Системы RFID обладают сравнительно высокими характеристиками дальности (до 50 м) и скорости (до 2 Мб/с) передачи сигнала [3]. Системы RFID имеют сходные характеристики со многими беспроводными сенсорными системами, основанными на группе протоколов IEEE 802. Однако их нельзя применять для построения сенсорных сетей, так как конечные устройства сенсорной сети кроме адреса должны передавать оцифрованную информацию, получаемую от датчиков, в то время как RFID устройства специализируются в основном на идентификацию.

Для оцифровки и передачи данных в конечном устройстве сенсорной сети используется микроконтроллер как минимум с одним задействованным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Операции АЦП требуют сравнительно больших энергетических затрат микроконтроллера. Даже для энергосберегающих микроконтроллеров недостаточно напряжения индуцируемого считывателем на антенне RFID устройства [1]. Чтобы увеличить

напряжение до необходимого значения, предлагается использовать схему повышения напряжения (charge pump voltage) [2]. Включение ее в RFID устройство не требует существенной программной переработки стеков протоколов. Для реализации сенсорной системы предполагается использование протокола ISO18000 (900MHz). Он обладает большой гибкостью, что позволяет разработчику самому определять формат передаваемых данных. Использование стандартного протокола в значительной степени упрощает разработку беспроводной сенсорной сети. Такой подход дает возможность использовать стандартные аппаратные средства RFID систем.

Практические результаты Предложена новая архитектура RFID системы, в которой модифицирован блок питания и формат предоставляемых данных. Модифицированная таким образом система RFID, может быть базой беспроводной сенсорной сети, оставаясь при этом в рамках собственных протоколов и аппаратных средств. В представленной работе проведено сравнение группы беспроводных протоколов IEEE 802 и протоколов технологии RFID. Для решения проблемы низкого напряжения, индуцируемого считывателем на RFID антенне, была предложена схема повышения напряжения (charge pump voltage), благодаря которой стало возможно использование микроконтроллеров с низким напряжением питания в составе RFID-метки. С целью понижения затрат на энергоемкие операции контроллера предложен формат передаваемых данных, в котором по возможности исключены операции, использующие арифметико-логическое устройство микроконтроллера. Предложенный блок питания RFID метки был протестирован в системе симуляции Proteus.

Литература

1. Buettner M., Greenstein B., Sample A., Smith J.R. Revisiting smart dust with RFID sensor networks // Proceedings of the 7th ACM Workshop on Hot Topics in Networks (Hot Nets-VII). – 2008. – 6 p.
2. Buettner M., Prasad R., Philipose M. Recognizing daily activities with RFID-based sensors // Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing, ACM. – 2009. – P. 51–60.
3. The RFID NETWORK [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rfid.net/> (дата обращения: 21.02.2013).

УДК 654.924

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ОПТИКОЭЛЕКТРОННЫМ ИЗВЕЩАТЕЛЕМ

А.С. Кашников

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Т. Прокопенко

Предложена методика оценки вероятности обнаружения угроз оптоэлектронным извещателем. Выполнено исследование плотности распределения вероятности расстояния обнаружения несанкционированного проникновения. Получены экспериментальные данные, позволяющие оценить вероятность обнаружения при различных параметрах движения нарушителя.

Очевидно, что эффективность любой системы безопасности в значительной мере зависит от параметров устройств обнаружения угроз и, в частности, от вероятности обнаружения этими устройствами несанкционированных действий. Одним из наиболее распространенных устройств обнаружения такой угрозы, как несанкционированное проникновение, является оптоэлектронный извещатель или пассивный инфракрасный датчик (по принятой в России и других странах терминологии).

Как известно, вероятность обнаружения несанкционированного проникновения (НП) такими устройствами существенно зависит от параметров движения, в том числе от скорости и направления движения нарушителя. Наилучшим характеристикам обнаружения соответствует движение поперек диаграммы обнаружения. Такие же условия установлены в государственном и европейском стандартах для проверки подобных устройств. Ясно, что в реальных условиях это далеко не всегда соблюдается. В работе рассматриваются особенности решения задачи синтеза структуры средств обнаружения с точки зрения минимизации влияния на них различных воздействий, применяемых нарушителем, но без учета оценки степени уменьшения вероятности обнаружения НП.

Представляется целесообразной разработка методики количественной оценки вероятности обнаружения таких устройств в разных условиях реализации НП. Это позволит корректнее решать задачи анализа и синтеза структуры средств обнаружения рассматриваемых угроз и оценки их эффективности.

УДК 612.216

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКСЕЛЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ДЫХАНИЯ

А.Н. Никитенко, М.А. Смолвик

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.К. Мешковский

Вступление. На сегодняшний день проявляется большой интерес к созданию миниатюрных беспроводных систем для диагностики биомедицинских показателей человека. Миниатюризация датчиков в купе с использованием беспроводных технологий приводит к созданию аппаратно-программных комплексов, позволяющих проводить длительные сеансы мониторинга. Характеристики дыхательного процесса можно по праву считать одними из важнейших в организме. Конечной целью работы является создание беспроводной удобной для использования системы мониторинга дыхания пациента на протяжении всего периода сна, выявляющей и предупреждающей о нарушениях дыхательного процесса.

Цель работы. Исследование возможности применения акселерометрических датчиков для мониторинга дыхания человека во сне.

Базовые положения исследования. Для мониторинга дыхательного процесса используется метод регистрации ускорения дыхательного усилия грудной клетки при вдохе и выдохе. Сбор информации – распределенный по нескольким (до семи) точкам. В качестве сенсоров используются микромеханические акселерометры.

В дальнейшем осуществляется НЧ-фильтрация (в диапазоне ниже 1 Гц) для выделения «дыхательной» составляющей.

Обработка отфильтрованных данных производится по специальному алгоритму и позволяет получить кривую, характеризующую дыхательный процесс, для каждого датчика.

Практические результаты. В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

- получены исходные данные для реальных больных в ходе испытаний в стационаре, что позволяет в дальнейшем проводить оптимизацию алгоритмов обработки на реальных данных;
- произведена оценка точности метода в сравнении с показаниями эталонного прибора.

Основной результат. Произведена оценка точности метода дыхательного мониторинга в сравнении с показаниями эталонного прибора. Точность метода можно характеризовать как высокую.

ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ АКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКАХ НА БРЭГГОВСКИХ РЕШЕТКАХ

М.Ю. Плотников, И.Г. Дейнека

Научный руководитель – д.т.н., профессор И.К. Мешковский

Введение. В настоящее время протяженные системы измерений и контроля на основе волоконно-оптических датчиков на брэгговских решетках получают все более широкое распространение. Эта тенденция обусловлена рядом существенных преимуществ волоконно-оптических сенсоров над традиционными датчиками. Они обладают высокой чувствительностью, большим динамическим диапазоном, повышенной надежностью, коррозионной стойкостью, нечувствительностью к электромагнитному воздействию, взрыво- и пожаробезопасностью, кроме того, они пригодны к эксплуатации в условиях повышенной температуры, влажности и давления, имеют улучшенные физические характеристики (малый вес и объем) и легко мультиплексируются.

Однако современные методы опроса и демодуляции сигналов с волоконно-оптических интерферометрических датчиков достаточно сложны и требуют использования быстродействующей электроники и сложных алгоритмов цифрового преобразования сигналов. Средствами, позволяющими осуществлять обработку сигналов с волоконно-оптических датчиков, являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), которые за счет применения конвейерной обработки и параллельного выполнения цифровых преобразований могут обеспечить достаточное быстродействие обрабатывающей электроники.

Данная работа направлена на решение проблем построения цифровой обработки сигналов в волоконно-оптических интерферометрических датчиках на брэгговских решетках на примере датчика гидроакустического давления с использованием быстродействующей ПЛИС фирмы Xilinx [1].

Цели работы. Создание сложных и высокоточных датчиков на основе волоконно-оптических технологий осуществимо лишь в случае выполнения ряда задач, среди которых основными являются:

- определение основных принципов построения волоконно-оптических датчиков с учетом предъявляемых технических требований [2];
- выбор требуемых технологий мультиплексирования и обработки сигналов;
- реализация выбранных технологий с использованием волоконно-оптических датчиков и обрабатывающей электроники на основе ПЛИС;
- проверка работоспособности и технических характеристик датчика.

Базовые положения исследования. Для реализации схемы цифровой обработки сигналов:

- был выбран оптимальный алгоритм демодуляции сигналов с волоконно-оптического датчика [3];
- разработана концепция построения выбранного алгоритма обработки с учетом архитектурных особенностей выбранной ПЛИС;
- построена модель схемы цифровой обработки сигналов с использованием программных сред ISE Xilinx Design Suite и iSim, позволяющая оценить ее технические характеристики.

Также в рамках работы были исследованы возможности использования выбранного алгоритма цифровой обработки сигналов в случае мультиплексирования нескольких волоконно-оптических датчиков на брэгговских решетках.

Практические результаты. Результатом разработки явилась практическая реализация схемы цифровой обработки сигналов для волоконно-оптического датчика гидроакустического давления со следующими техническими характеристиками:

- частота опроса волоконно-оптического датчика составила 1 МГц;
- рабочая полоса акустических частот датчика – до 8 кГц;
- частота выдачи данных после обработки по интерфейсу SPI-Ethernet 20,833 кГц.

В реализованную схему также были заложены возможности для мультиплексирования сигналов с нескольких волоконно-оптических датчиков с аналогичными техническими характеристиками.

Литература

1. Максфилд Дж. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы: Пер. с англ. – М., 2007. – 408 с.
2. Shizhuo Yin, Paul B. Ruffin, Francis T. S. Yu. Fiber Optic Sensors Second Edition. – USA, Taylor & Francis Group. – 2008. – 496 p.
3. Nan Zhang, Zhou Meng, Shuidong Xiong, Qiong Yao. Heterodyne demodulation scheme for fiber-optic hydrophone arrays // Proceedings of SPIE. – 2010. – V. 7853. – 78530R-1.