

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента Романова Алексея Михайловича
на диссертационную работу Гайниязова Игоря Мадыхатовича «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для обработки сигналов программно-аппаратного комплекса измерения и сопоставления движений», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

1. Актуальность темы диссертации

Распознавание жестов широко востребовано в различных областях деятельности человека. Оно используется в медицине для реабилитации пациентов, в кинематографии для захвата движений, в сфере развлечений как часть средств для организации виртуальной реальности, в робототехнике для дистанционного управления роботами так далее. На сегодняшний день существует достаточно большое количество различных решений, которые в той или иной мере решают данную задачу. При этом каждое из них не лишено существенных недостатков. Так есть достаточно точные системы, однако их применение требует монтажа громоздкого и дорогостоящего оборудования. Другие — более дешёвы и просты в эксплуатации, но не обеспечивают необходимой точности распознавания жестов. В связи с этим высоко востребованы исследования, направленные на создание алгоритмов систем распознавания жестов, а также на снижение вычислительных затрат и объёмов памяти, требуемых для реализации их программного обеспечения.

Таким образом, тема диссертационной работы Гайниязова Игоря Мадыхатовича является крайне актуальной.

2. Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертационной работе соискателем получены следующие ключевые новые научные результаты, которые вносят весомый вклад в теоретическую базу обработки сигналов при распознавании жестов:

1. Разработана методика хранения информации о движении кисти человека на основе анализа информационных сигналов с МЭМС-датчиков, позволяющая учитывать дрейф нулевого уровня выходных каналов датчиков единожды.

2. Обоснована возможность уменьшения размерности матрицы с данными о движении кисти человека от 24 до 48 раз без потери значимой информации о самом движении, основанная на вейвлет-преобразовании и корреляционном анализе.

3. Разработана научно-обоснованная методика для сравнения цифровых паттернов движений, обеспечивающая увеличение быстродействия программно-аппаратного комплекса от 14 до 17 раз по сравнению с аналогичными решениями без сжатия матрицы с данными о движении.

3. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивается использованием соискателем известных математических, алгоритмических и инженерных методов, адекватных задачам исследования, а также их согласованностью с результатами, полученными другими авторами.

4. Практическая значимость и рекомендации по использованию результатов диссертации

Результаты диссертационной работы имеют достаточно высокую ценность для науки и практики, так как:

1. Позволяют существенно снизить требования к аппаратному обеспечению, необходимому для распознавания паттернов движений, при сохранении высокой производительности.

2. Существенно упрощают эксплуатацию систем на базе МЭМС-датчиков, так как позволяют учитывать дрейф нулевого уровня однократно на этапе предобработки данных.

Также к практически ценным результатам следует отнести разработанный соискателем программно-аппаратный комплекс для мониторинга движений.

Практическая ценность результатов диссертационной работы подтверждается результатами их внедрения в Уральском Гуманитарном институте УрФУ.

5. Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы из 128 наименований и 14 приложений. Работа изложена на 178 страницах машинописного текста, содержит 56 рисунков, 20 таблиц и 3 алгоритмические вставки на псевдокоде.

Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, а также основные научные результаты диссертации и её краткое содержание. Приводятся основные положения, выносимые на защиту, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость проведённого исследования.

В первой главе проанализировано текущее состояние предметной области, обоснована актуальность исследования систем контроля движений кисти. Проведён обзор существующих методов, включающий маркерные и безмаркерные технологии. Выявлены проблемы использования инерционных датчиков и обработки их сигналов. Сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена анализу особенностей информационных сигналов в системе контроля движений кисти. Описаны ключевые характеристики сигналов акселерометра и гироскопа, обоснован выбор датчиков. Предложен алгоритм анализа сигналов, формирующий матрицу выходных сигналов и учитывающий дрейф нулевого уровня выходных каналов датчиков на этапе формирования цифровых паттернов движений.

В третьей главе разработаны методы снижения размерности первичной информации с инерционных датчиков. Предложен метод трансформации данных с использованием вейвлет-преобразования, обоснован выбор его уровня и типа коэффициентов. Представлен метод исключения столбцов матрицы данных на основе их корреляции, позволяющий уменьшить размерность в 24-48 раз без потери значимой информации о движении.

Четвёртая глава посвящена разработке алгоритмической и программной составляющих системы контроля движений кисти. Показано функционирование системы с оценкой вероятности ошибок при идентификации движений. Получены оценки расстояний на основе метрики dynamic time warping (DTW) для каждого класса движений. Продемонстрирована программная реализация алгоритма и показано увеличение быстродействия системы в 14-17 раз по сравнению с аналогами без сжатия матрицы данных.

В заключении обобщаются результаты диссертационной работы и приводятся сведения об их внедрении.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, соответствует поставленным целям и задачам и не содержит некорректных заимствований. Автореферат диссертации полностью отражает её содержание.

Все основные результаты диссертационной работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание этих печатных работ соответствует тексту диссертации и полученным научно-техническим результатам. Всего по теме диссертации соискателем опубликовано 7 научных работ, опубликованных в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, 6 работ в прочих рецензируемых изданиях, а также получено 5 свидетельств на регистрацию программы ЭВМ.

Количество научных работ и состав изданий, в которых они опубликованы, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на 8 всероссийских и международных конференциях, а также на семинарах сектора компьютерной визуализации и лаборатории анализа сложных систем в Институте Математики и Механики УрО РАН и всероссийском конкурсе научно-технологических проектов «Сириус» (Сочи, 2019 г.).

Диссертационная работа Гайниязова Игоря Мадыхатовича соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а именно следующим его пунктам:

– п.5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.;

– п.12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

– п.14. Разработка принципиально новых методов анализа и синтеза элементов систем управления с целью улучшения их технических характеристик.

6. Замечания по диссертации

Диссертационная работа Гайниязова Игоря Мадыхатовича обладает следующими недостатками:

1. По тексту диссертации и автореферата различные виды реабилитации неоднократно указываются в качестве наиболее актуального направления внедрения полученных соискателем результатов, однако из текста работы не ясно, для каких именно видов реабилитации и каким именно образом могут применяться созданные соискателем аппаратно-программные решения.

2. На стр. 110 в таблице 4.1 и стр. 111 в таблице 4.3 приводится перечень из 7 базовых движений, на которых проводились экспериментальные исследования. Одновременно с этим, из текста диссертации остаётся не ясным, почему был выбран именно такой набор движений, и насколько они являются репрезентативными.

3. При описании экспериментальных исследований отсутствует информация о количестве повторений каждого измерения, а также о размере и прочих характеристиках группы людей, движения которых анализировались в ходе экспериментов.

4. В работе отсутствует собранное в одном месте и представленное в удобной форме сравнение численных характеристик результатов, полученных соискателем с их аналогами, разработанными другими исследователями.

Указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления от работы и её результатов, а также их научно-технической значимости.

7. Общее заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Гайнирова Игоря Мадыхатовича на тему «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для обработки сигналов программно-аппаратного комплекса измерения и сопоставления движений» представляет собой научно- квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, в области обработки МЭМС-датчиков в системах измерения и сопоставления движений, имеющие существенное значение для развития страны. Считаю, что по актуальности поставленных цели и задач, научной новизне и практической значимости диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п.п. 9-11, 13-14 Положения о присуждении учёных степеней в УрФУ (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор — Гайниров Игорь Мадыхатович — заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, доцент

профессор кафедры биокибернетических систем и технологий
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский
технологический университет»,

Романов Алексей
Михайлович

Тел.: +7 499 215-65-65, romanov@mirea.ru

Адрес: 119454, г. Москва, пр. Вернадского д.78 1 августа 2024 г.

Подпись официального оппонента Романова А.М., д.т.н., доцента, профессора кафедры биокибернетических систем и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет», ЗАВЕРЯЮ.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет»

Адрес: 119454, г. Москва, пр. Вернадского д.78 Телефон: +7 499 600-80-80 доб. 20563

Email: mirea@mirea.ru

Подпись руки 
УДОСТОВЕРЯЮ:
Начальник Управления кадров  М.М. Бухарова 