

ОТЗЫВ

кандидата технических наук, директора Института информационных технологий и интеллектуальных систем КФУ Абрамского М.М.

на диссертационную работу Гайниярова Игоря Мадыхатовича на тему «Разработка алгоритмического и программного обеспечения для обработки сигналов программно-аппаратного комплекса измерения и сопоставления движений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертационная работа Гайниярова Игоря Мадыхатовича посвящена актуальной проблеме разработки программно-аппаратного комплекса для измерения и анализа движений человека с использованием инерционных микроэлектромеханических (МЭМС) датчиков. Исследование движений человека востребовано в таких областях как реабилитация, телемедицина, спорт, обучение двигательным навыкам и создание естественных интерфейсов взаимодействия человек-компьютер. Особенно актуально использование МЭМС датчиков в системах захвата движений, так как они компактны, имеют низкое энергопотребление и способны обеспечить высокую точность регистрации движений.

Научная новизна работы заключается в разработке новых методов трансформации и снижения размерности данных о движении с МЭМС датчиков при сохранении значимой информации о самом движении. В частности:

1. Предложен способ сокращения влияния дрейфа нулевого уровня выходных каналов датчиков при формировании цифровых паттернов движения.
2. Обоснована возможность уменьшения матрицы данных до 24-48 раз без потери качества распознавания движений за счет применения вейвлет-преобразования и корреляционного анализа.
3. Разработан алгоритм сравнения цифровых паттернов движений, позволяющий повысить быстродействие комплекса в 14-17 раз по сравнению с аналогами без сжатия данных.

Практическая значимость работы заключается в разработке действующего программно-аппаратного комплекса с 16 МЭМС датчиками для мониторинга движений кисти. Комплекс обеспечивает формирование цифровых паттернов движений с учетом минимизации избыточности данных и позволяет сопоставлять движения с имеющейся базой эталонных паттернов. Такой подход может применяться в задачах дистанционного обучения двигательным навыкам, реабилитации, телемедицины, виртуальной реальности.

К достоинствам работы можно отнести тщательный анализ особенностей информационных сигналов с МЭМС датчиков и их преобразования в цифровые паттерны движений. Автором предложена методика отбора значимых признаков движения и отсекаания избыточных данных на основе корреляционного анализа. Важным элементом является адаптация алгоритма динамического искажения временной шкалы (DTW) для сравнения паттернов движений с разной длительностью. Экспериментально доказана высокая эффективность разработанных алгоритмов на реальных данных.

Методология исследования базируется на методах цифровой обработки сигналов, вейвлет-анализа, статистического анализа данных и динамического программирования. Достоверность результатов обеспечивается корректным применением математического аппарата, согласованностью теоретических выводов с экспериментальными данными, а также подтверждением эффективности предложенных решений на практике.

Автором проделана большая работа по разработке аппаратной части комплекса, включая изготовление собственных плат для датчиков, оптимизацию их размещения и коммутации. Программная часть реализована на языке Python с использованием библиотек для цифровой обработки сигналов и машинного обучения. В целом, программно-аппаратный комплекс представляет собой законченное решение для захвата и анализа движений кисти с возможностью его адаптации для других задач.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В работе не представлено сравнение предложенных методов снижения размерности данных и сжатия цифровых паттернов с известными подходами, например методами главных компонент или t-SNE.
2. Для оценки точности распознавания движений желательно провести более обширное тестирование комплекса на большем количестве испытуемых и классов движений.
3. В работе не рассматриваются вопросы обеспечения устойчивости и надежности комплекса при длительной эксплуатации в различных условиях.

В целом, диссертационная работа Гайнирова Игоря Мадыхатовича выполнена на высоком научном уровне, обладает научной новизной и практической значимостью. В работе решена актуальная задача разработки эффективных методов сокращения избыточности данных и быстрого сопоставления цифровых паттернов движений человека. Достоверность результатов подтверждается экспериментами и согласуется с современными исследованиями в области анализа движений. Основные результаты опубликованы в 13 печатных работах, включая 7 статей в рецензируемых научных журналах.

Диссертационная работа изложена грамотным научно-техническим языком, в полной мере отвечает требованиям по актуальности, научной новизне, практической значимости,

личному вкладу автора, отражению результатов в публикациях, а также полностью соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Автор диссертации Гайниyarов Игорь Мадыхатович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Абрамский Михаил Михайлович

Кандидат технических наук

Адрес: г.Казань, ул. Кремлевская, д. 35

Телефон: +7 905 313 35 98

Адрес электронной почты: mabramsk@kpfu.ru

Место работы: Казанский (Приволжский) федеральный университет (КФУ),
директор Института информационных технологий и интеллектуальных систем (ИТИС)



(подпись)

26.08.2024

