

УДК: 519.71

Классификатор ЭМГ сигналов на базе импульсной нейронной сети

Зернов О.И., федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Жиленков А.А., федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», г. Санкт-Петербург

Использование сигналов электромиографии является актуальной и перспективной задачей в связи с интенсивным развитием кибернетической физики, робототехники и биоинженерии. Разработанные алгоритмы могут использоваться в системах управления бионическими протезами конечностей человеческого тела, а также реабилитационными устройствами, такими как ортезы или экзоскелеты.

Однако, для применения сигналов электромиографии в системах управления робототехническими комплексами требуется решение ряд задач, таких как: выявление временных и частотных особенностей, статистическая обработка сигналов ЭМГ, распознавание движений и их классификация. Кроме того, подобная система управления, для практической значимости, должна иметь приемлемый уровень быстродействия и высокую точность классификации. В силу этого, задача применения сигнала электромиографии для управления робототехническими комплексами пока не имеет универсального решения, что подтверждает актуальность выбранной тематики.

Таким образом, в качестве основной цели проекта была поставлена задача разработки алгоритма обработки сигнала электромиографии, классификации паттернов движения кисти руки с точностью более 90%. Для достижения этой цели использовались базы данных сигналов электромиографии как из открытых источников, так и собственные.

Электромиография (ЭМГ) – метод измерения биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах животных и человека при возбуждении мышечных волокон.

Информация, содержащаяся в сигнале электромиограммы, может использоваться при создании и использовании активных протезов, экзоскелетов, а также других технических устройств, управление которыми происходит посредством измерения биоэлектрических потенциалов мышц. Анализ сигналов электромиографии может позволить определить планируемое движение человека для приведения в действие исполнительного механизма.

В качестве классификатора выбрана модель нейрона Ижикевича. Данная модель показывает высокие показатели точности классификации, около 90%. В докладе представлены сравнения точности классификации данной модели с другими алгоритмами классификации.

Так как управление бионическим протезом на основе электромиографии требует обработку данных в режиме реального времени, то для увеличения производительности используют сегментирование данных. Сегмент данных ЭМГ представляет собой временной промежуток, который используется для обработки и выделения особенностей. Главное требование к временным окнам такое, что они не должны превышать допустимую задержку системы. В данной работе использовалось формирование временных сегментов длительностью 256 мс., с временным лагом в 32 мс. при формировании нового сегмента.

Временные особенности сигнала ЭМГ несут информацию о продолжительности и силы, с которой сокращаются мышцы за какой-то период времени. В данной работе определяются следующие временные особенности сигналов ЭМГ: среднеквадратичное значение, среднее абсолютное значение, среднее интегральное значение, количество пересечений нуля, количество изменений знака двух соседних значений.

Предыдущие методы направлены на выявление временных особенностей для того, чтобы представить классификатору данные в удобном виде. Роль алгоритмов уменьшения размерности заключается в исключении лишней информации, не соответствующей целям классификации. Благодаря этому повышается быстродействие и качество классификации. Выбор такой информации достигается за счет выбора оптимальных параметров.

Разработанный алгоритм показывает достаточно высокую эффективность (точность классификации около 90%) при использовании его на созданной базе данных и базах данных из открытых источников. Исходя из этого, можно утверждать, что цели, поставленные в рамках проекта, выполнены.

Данный алгоритм также имеет универсальность и с его помощью можно создать систему управления для различных технических устройств, таких как роботы, протезы, ортезы и экзоскелеты.

В последующих исследованиях данный алгоритм будет также использован в создании специального программного обеспечения, которое в режиме real-time будет снимать показания электромиограммы с поверхности тела человека для определения паттернов движения. Определенные паттерны движения будут использованы для формирования управляющего воздействия на робототехнические устройства.