

4. Цветков В.Е. Синтез и свойства карбамидоформальдегидных смол, модифицированных солями органических кислот. Цветков В.Е., Якунькин А.А. // Технология и оборудование для переработки древесины / Науч. тр. – Вып. 335. – М.: МГУЛ, 2006. – С. 220–223.

5. Чубинский А.Н. Формирование клеевых соединений древесины. СПб., 1992. – 162 с.

УДК 796.012.5

**Н.Д. Рязанцев, Д.Д. Рязанцев, Н.А. Жилиак**

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Беларусь

## **АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ СПОРТА**

***Аннотация.** В данной статье рассматривается взаимодействие между наукой и спортом, с акцентом на алгоритмы распознавания движения. Исследуется, как прогресс в области алгоритмов распознавания движения стимулирует научные исследования, предлагая новые инструменты, методы и подходы. также рассматривается, как наука в свою очередь способствует развитию спорта, предоставляя новые технологии и открытия.*

**N.D. Riazantsev, D.D. Riazantsev, N.A. Zhilyak**

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Belarus

## **A MOTION RECOGNITION ALGORITHM FOR SPORTS**

***Abstract.** This article discusses the interaction between science and sports, with a focus on motion recognition algorithms. It explores how progress in the field of motion recognition algorithms stimulates scientific research, offering new tools, methods, and approaches. It also examines how science, in turn, contributes to the development of sports by providing new technologies and discoveries.*

### **Введение**

Тема “Алгоритмы распознавания движения для спорта” является актуальной и важной в современном мире. С развитием технологий и увеличением количества данных, доступных для анализа, возможности применения алгоритмов распознавания движения в спорте становятся все более обширными.

Распознавание движения играет ключевую роль во многих областях спорта, начиная от тренировок и заканчивая соревнованиями. Это помогает тренерам анализировать производительность спортсменов, улучшать их технику и предотвращать травмы. Кроме того, алгоритмы распознавания движения могут быть использованы для автоматического отслеживания результатов и статистики во время соревнований.

Однако, несмотря на все преимущества, существующие алгоритмы распознавания движения все еще имеют ряд ограничений и требуют дальнейшего улучшения и оптимизации. В этом реферате мы рассмотрим основные алгоритмы распознавания движения, используемые в спорте, и обсудим возможные способы их улучшения и оптимизации.

### **1. Обзор существующих алгоритмов распознавания движения**

Алгоритмы распознавания движения играют важную роль в спорте, помогая тренерам анализировать производительность спортсменов, улучшать их технику и предотвращать травмы. Наиболее распространенные алгоритмы, используемые в спорте:

1. Оптический поток (Optical Flow): Этот алгоритм анализирует последовательность видеок кадров и вычисляет движение каждой точки между кадрами. Он широко используется для отслеживания движения в спорте, например, для анализа техники броска или удара.

Преимущества: Оптический поток используется в различных областях компьютерного зрения для определения сдвигов, сегментации, выделения объектов, компрессии видео.

Недостатки: Невозможность точно определить смещение одного пикселя связана с недостатком локальной информации.

2. Сегментация движения (Motion Segmentation): Этот алгоритм разделяет видеок кадр на области, которые движутся вместе. Это может быть полезно для анализа сложных движений, таких как командные игры, где несколько объектов движутся одновременно.

Преимущества: Простой алгоритм, не подвержен влиянию окружающего света.

Недостатки:

- не может использоваться в спортивных камерах;
- невозможно идентифицировать неподвижные или медленно движущиеся цели;
- когда поверхность движущейся цели имеет большую площадь с одинаковыми значениями серого, на изображении будут дыры во время разницы.

3. Сопоставление образцов (Template Matching): Этот алгоритм сравнивает текущий кадр с заранее определенным шаблоном (или образцом) движения. Это может быть полезно для распознавания конкретных движений или поз, таких как особые приемы или удары.

Преимущества: работа с объектами, которые можно описывать набором переменных. Логичность, простота, надежность, высокая скорость работы.

Недостатки: плохо отличает слишком похожие объекты. Иногда может неправильно определять класс объектов даже после тщательной калибровки модели.

4. Машинное обучение (Machine Learning): с помощью машинного обучения можно создать алгоритмы, которые "учатся" распознавать движения на основе большого количества данных. Это может включать в себя методы, такие как нейронные сети и глубокое обучение.

Преимущества:

- повышение эффективности и автоматизации;
- улучшенные возможности принятия решений; Способность обрабатывать большие объемы данных;
- потенциал экономии затрат.

Недостатки: Высокая стоимость внедрения, зависимость от качества данных, потенциальная необъективность, отсутствие прозрачности и потенциальная потеря рабочих мест.

## **2. Способы улучшения и оптимизации алгоритмов распознавания движения**

Методы, которые могут быть использованы для улучшения производительности алгоритмов распознавания движения:

1. Фильтрация данных: фильтрация данных акселерометра может быть использована для улучшения точности и надежности алгоритмов распознавания движения. Это может включать в себя различные методы, такие как фильтрация Калмана, фильтрация Wienera или фильтрация с использованием среднего значения.

2. Использование машинного обучения: методы машинного обучения могут быть использованы для улучшения эффективности алгоритмов распознавания движения. Это может включать в себя обучение с учителем, обучение без учителя, обучение с подкреплением и глубокое обучение.

3. Оптимизация алгоритмов: это может включать в себя различные методы, такие как уменьшение сложности алгоритма, улучшение эффективности памяти и увеличение скорости выполнения.

4. Улучшение качества данных: качество входных данных может существенно повлиять на производительность алгоритмов распознавания движения. Это может включать в себя улучшение качества сбора данных, использование более точных датчиков или улучшение обработки данных.

5. Использование ансамблевых методов: ансамблевые методы, такие как бэггинг, бустинг или стекинг, могут быть использованы для улучшения производительности алгоритмов распознавания движения.

6. Использование дополнительной информации: информация из других источников или датчиков может быть использована для улучшения производительности алгоритмов распознавания движения. Это может включать в себя информацию о местоположении, ориентации, скорости или других параметрах.

Возможные подходы к оптимизации алгоритмов распознавания движения:

1. Улучшение качества данных: оптимизация может начаться с улучшения качества входных данных. Это может включать в себя более точное измерение, улучшенную обработку сигналов и более эффективное устранение шума.

2. Применение более эффективных алгоритмов: в некоторых случаях, можно улучшить производительность, применяя более эффективные алгоритмы или методы. Например, использование методов машинного обучения может улучшить точность и скорость распознавания движения.

3. Использование параллелизма: многие алгоритмы распознавания движения могут быть оптимизированы с помощью параллелизма, что позволяет обрабатывать данные быстрее.

4. Применение методов снижения размерности: методы снижения размерности, такие как анализ главных компонент (PCA) или t-SNE, могут быть использованы для уменьшения количества данных, которые необходимо обрабатывать, что может ускорить обработку и улучшить производительность.

5. Использование обучения с подкреплением: обучение с подкреплением может быть использовано для оптимизации алгоритмов распознавания движения, позволяя системе "обучаться" на основе предыдущих результатов и улучшать свою производительность со временем.

6. Оптимизация параметров: в некоторых случаях, производительность может быть улучшена путем оптимизации параметров алгоритма. Это может включать в себя настройку

пороговых значений, скоростей обучения, параметров регуляризации и других параметров.

### **3. Примеры применения улучшенных алгоритмов в спорте**

Алгоритмы распознавания движений успешно применяются в различных видах спорта. Вот некоторые примеры:

1. Гимнастика: В гимнастике используются алгоритмы для анализа и оценки выполнения упражнений. Это помогает тренерам и спортсменам улучшить технику и эффективность выполнения упражнений.

2. Футбол: В футболе алгоритмы распознавания движений могут быть использованы для анализа и оценки движений игроков на поле. Это может помочь тренерам разрабатывать более эффективные стратегии и тактики.

3. Бег: В беге алгоритмы могут быть использованы для анализа и оптимизации техники бега. Это может помочь бегунам улучшить свою скорость и эффективность.

4. Танцы: В танцах алгоритмы могут быть использованы для анализа и оценки движений танцоров. Это может помочь хореографам создавать более сложные и эффективные композиции.

5. Тренировки: Алгоритмы могут быть использованы для анализа и оптимизации движений во время тренировок. Это может помочь спортсменам улучшить свою форму и предотвратить травмы.

#### **Заключение**

В ходе исследования были рассмотрены различные алгоритмы распознавания движения, применяемые в спорте и возможные способы их улучшения и оптимизации.

Был сделан вывод, что существующие алгоритмы, такие как оптическое потоковое распознавание и алгоритмы на основе глубокого обучения, уже играют значительную роль в спортивной отрасли. Однако есть много возможностей для дальнейшего улучшения и оптимизации этих алгоритмов.

Последние исследования и разработки в этой области обещают еще более точное и эффективное распознавание движения, что может привести к значительным улучшениям в тренировочных программах и спортивной производительности.

В заключение, алгоритмы распознавания движения являются важным инструментом в спорте, и их дальнейшее развитие и оптимизация будут иметь большое значение для будущего этой отрасли.

## Список использованных источников

1. Преимущества и недостатки алгоритма KNN, оптимальное решение по принципу и параметрам – russianblogs.com– [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russianblogs.com/article/37091283498/>
2. Алгоритмы поиска данных – top-technologies.ru– [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=24620>
3. Простой алгоритм распознавания движения – habr.com – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/268445/>

УДК 666.3/7

**О.А. Сергиевич<sup>1</sup>, Е.О. Богдан<sup>1</sup>, Р.Ю. Попов<sup>1</sup>, Т.В. Колонтаева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

## КЕРАМИЧЕСКИЕ ТЕРМОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2\text{--TiO}_2$ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИКАТОРОВ СПЕКАНИЯ

***Аннотация.** Синтезированы керамические материалы с низким температурным коэффициентом линейного расширения, представляющие интерес для изготовления высокотермостойких изделий. Установлено, что все исследованные оксиды-минерализаторы способствуют повышению степени спекания и прочностных характеристик материалов за счет образования твердых растворов с меньшей степенью анизотропии кристаллической решетки.*

**O.A. Sergievich<sup>1</sup>, E.O. Bogdan<sup>1</sup>, R.Yu. Popov<sup>1</sup>, T.V. Kolontaeva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Belarusian State Technological University

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University  
Minsk, Belarus

## CERAMIC HEAT-RESISTANT MATERIALS BASED ON THE $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2\text{--TiO}_2$ SYSTEM USING SINTERING MODIFIERS

***Abstract.** Ceramic materials with a low temperature coefficient of linear expansion have been synthesized, which are of interest for the manufacture of highly heat-resistant*