

## ПЕРЕЧИСЛИТЕЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Авторы: Чжан Ч. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель: Мусалимов В.М. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

При исследовании локомоции снимаются кинематические и динамические параметры движения нижних конечностей. Полученные данные используются напрямую или обрабатываются для визуализации. Но эти относительно ‘сырые’ данные не удобны для быстрого познания типа локомоции и особенности опорно-двигательной системы, иными словами, не удобны для реализации классификации опорно-двигательной системы.

Целью настоящей работы является разработка метода для классификации опорно-двигательной системы человека, на основе использования полиномов Морса и возможностей перечислительной комбинаторики.

Многочлен  $P(x)$  называется морсовским, если: все его критические точки вещественны и различны; все его критические значения различны.

Каждому полиному Морса соответствует определенная числовая последовательность (перестановка) критических значений многочлена от наименьшего критического (номер 1) до наибольшего, номер которого зависит от количества критических точек и, следовательно, от степени полинома. Перестановки, соответствующие полиномам Морса (пилообразные), называют типами этих полиномов. Типом полинома Морса может являться только такая перестановка, последнее критическое значение которой меньше предыдущего.

На основе этих особенностей был разработан метод, по которому данные классифицируются по классам, подклассам и типам перестановки.

Для проверки данного метода, были использованы экспериментальные данные, полученные в лаборатории кинезиологии и биомеханики Тартуского университета с помощью оптической маркерной системы для захвата, регистрации и анализа движений. С испытуемых были сняты параметры для анализа локомоции, такие как углы поворота тазобедренного сустава, коленного сустава, голеностопного сустава, вертикальной силы реакции от пола и т.д.

В качестве примера были проведены классификации для данных вертикальных сил реакций от пола. Данные взяты с двух испытуемых (один из них – женского пола, другой – мужского пола) при разных режимах ходьбы (ходьба с нормальной скоростью, ходьба с ускоренной скоростью). С учетом того, что во-первых при ходьбе человека время контакта одной ноги с полом занимает только около 60% цикла ходьбы, во-вторых после 45% цикла значение вертикальной силы реакции уже начинает процесс стремления к нулю, то для классификации достаточно брать период от 0 до 40% цикла ходьбы. В результате использованные данные различаются следующим образом: 1. Мужчина (норм.): класс – 5, подкласс – 1, тип перестановки – 13254; 2. Мужчина (уск.): класс – 4, подкласс – 1, тип перестановки – 2143; 3. Женщина (норм.): класс – 2, подкласс – 2, тип перестановки – 21; 4. Женщина (уск.): класс – 5, подкласс – 5, тип перестановки – 14352.

Аналогичным образом классифицируются другие законы изменения параметров опорно-двигательной системы человека при ходьбе.

В итоге, в данной работе предложен метод перечислительной классификации данных, получаемых при экспериментах для исследования локомоции человека. Выявлены перечислительные особенности полиномов Морса, на которых базируется предлагаемый метод. Приведены примеры классификации данных с использованием разработанного метода.