

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ СПОРТА

**Ю. В. Воронович¹, А. Е. Покатилов, С. В. Шкуратов,
М. А. Киркор², Ю. В. Лисейчикова³**

(¹Могилевский государственный медицинский колледж,
Могилев, Беларусь),

(²Могилевский государственный университет пищевых и химических
технологий, г. Могилев, Беларусь),

(³ УО «Средняя школа №22 г. Могилева, Могилев, Беларусь)

Аннотация. В работе изложены результаты исследований пространственного движения с использованием компьютерного зрения. Видеосъемка осуществлялась с использованием четырех видеокамер. Предложены модели для координат всех характерных точек опорно-двигательного аппарата человека. Показан алгоритм исследования по этапам с применением компьютерного зрения.

Ключевые слова: видеосъемка, компьютерное зрение, кинематические характеристики, пространственное движение, биомеханика.

Пространственное движение является наиболее общим и сложным видом движения, в котором участвует спортсмен. В настоящее время методы исследования такого движения разрабатываются с примени-

ем различных технологий. И одним из перспективных направлений в области биомеханики спорта на этапе натурного эксперимента является применение захвата движения спортсмена при проведении натурного эксперимента на основе компьютерного зрения.

На рисунках 1 а), б) и в) показаны фрагменты наших исследований пространственного движения в биомеханике спорта с использованием технологии компьютерного зрения [1–4].



а) видеокادر

б) скелет БМС

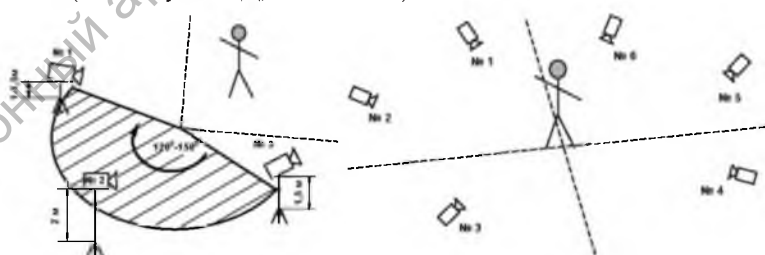
в) круговой удар ногой

Рис. 1 – Захват движения с помощью компьютерного зрения

На рисунках 1 а), б) показано исследование движения в условиях помехи видеокерам. Съемка производилась четырьмя камерами. Здесь представлен кадр с одной из них. После записи в программе *iPi Recorder* с последующей расшифровкой в программе *iPi Mocap Studio* имеем видеокادر с наложением скелета на рисунке 1 а), а на рисунке 1 б) – один скелет БМС без фона.

Анализ показывает помехоустойчивость компьютерного зрения, скелет и расшифрованные координаты звеньев получены без изъяна.

На рисунке 1 в) представлен кадр видеосъемки приема из единоборств – круговой удар ногой. Прием выполняет МСМК по тхэквондо Левков А. (Институт МВД, г. Могилев).



а) 3 камеры;

б) 6 камер

Рис. 2 Схемы видеосъемки по технологии компьютерного зрения

На рисунках 2 а) и б) показаны схемы видеосъемки по технологии компьютерного зрения разным числом видеокамер.

На рисунке 3 показана работа программы *iPi Recorder* фирмы *iPi Soft* при видеосъемке ката (карате) четырьмя видеокамерами.

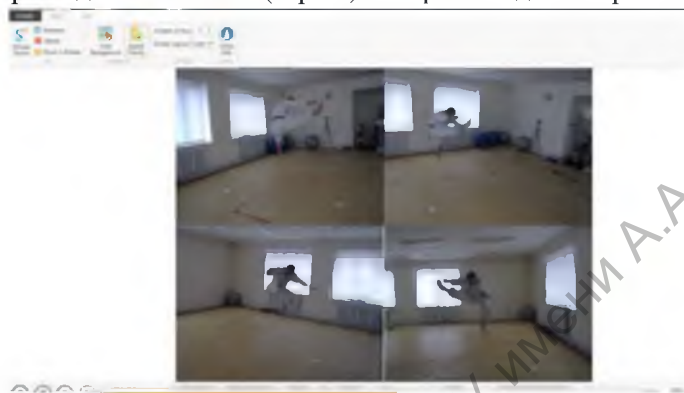


Рис. 3 – Видеозапись ката (карате) программой *iPi Recorder*

Общий алгоритм исследований по этапам с применением компьютерного зрения предстает в следующем виде:

Получение экспериментальных данных с помощью технологии компьютерного зрения по пространственному движению человека.

Разработка моделей для координат всех характерных точек опорно-двигательного аппарата человека.

Разработка моделей кинематики биомеханической системы для механики поворотов.

Численное решение моделей кинематики биомеханической системы на основе экспериментальных данных для механики поворотов.

Визуализация и анализ полученных результатов расчетов кинематических параметров пространственного движения.

Разработка моделей динамики биомеханической системы для механики поворотов.

Численное решение моделей динамики биомеханической системы на основе экспериментальных данных для механики поворотов.

Визуализация и анализ полученных результатов расчетов динамических параметров пространственного движения.

Разработка моделей кинематики биомеханической системы для общего центра тяжести (ОЦМ) биосистемы.

Визуализация и анализ полученных результатов расчетов кинематических параметров пространственного движения ОЦМ биосистемы.

Разработка моделей динамики биомеханической системы для ОЦМ биосистемы.

Визуализация и анализ полученных результатов расчетов динамических параметров пространственного движения ОЦМ биосистемы.

Изучение возможности использования разработанных моделей на основе алгебры кватернионов в задачах синтеза пространственного движения биомеханических систем.

Таким образом, в исследованиях на уровне математических моделей рассматриваются два типа задач: задачи анализа и синтеза [3].

Список литературы

1. Воронович, Ю. В. Совершенствование биомеханической структуры тяжелоатлетического упражнения «Рывок» / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // [Электронный ресурс] // Физическое воспитание, спорт, физическая реабилитация и рекреация: перспективы и проблемы развития : материалы VI междунар. электрон. науч.-практ. конф. (20–21 мая 2016., Красноярск) : электрон. сб. / под общ. ред. Т. Г. Арутюняна ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2016.
2. Воронович, Ю. В. Методика организации промера тяжелоатлетических упражнений по материалам видеосъемки / Ю. В. Воронович, Д. А. Лавшук // Ученые записки: сб. науч. тр. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; редкол.: М. Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Вып. 14. – С. 142–151.
3. Математическое моделирование движений человека как инструмент оптимизации спортивной техники / В. И. Загrevский [и др.] // Актуальные вопросы права, образования и психологии : сб. науч. трудов / Могилевский высший колледж Министерства внутренних дел Республики Беларусь ; редкол.: Ю. П. Шкаплеров (отв. ред.) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2014. – С. 256–262.
4. Покатилов, А. Е. Проблемы исследования пространственного движения в спорте / А. Е. Покатилов, Ю. В. Воронович, Т. Д. Симанкова // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Малаховка, 29–30 окт. 2020 г. / Москов. гос. акад. физ. культуры ; ред.-сост.: А. Н. Фураев. Малаховка, 2020. С. 89–94.
5. Покатилов, А. Е. Биомеханический аспект подготовки курсантов в области профессионально-прикладной физической подготовки / А. Е. Покатилов, Ю. В. Воронович, А. П. Скачинский / Актуальные проблемы огневой, тактико-специальной и профессионально-прикладной физической подготовки сборник статей V Международной научно-методической конференции. Редколлегия: .В. В. Борисенко (отв. редактор) [и др.]. – Могилев : Могилев. высш. колледж МВД Респ. Беларусь, 2020. – С. 282–288.