

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИКИ СПОРТИВНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Загrevский В.И.

Могилевский государственный университет

Актуальность работы определяется активным внедрением средств компьютерной техники в различные технологические аспекты исследования моторного компонента двигательных действий человека. И, здесь, одной из важнейших задач является разработка программного обеспечения для ПЭВМ, позволяющего в режиме реального времени выполнять анализ кинематической и динамической структуры двигательных действий и параллельно осуществлять компьютерный синтез оптимальной техники спортивных упражнений.

Существующие в настоящее время в биомеханике методы анализа техники спортивных упражнений выделяются в две большие группы:

1. Оптические методы регистрации движений.
2. Инструментальные методы регистрации движений

Материалы оптических методов регистрации движений спортсменов (киноплёнка, фотоплёнка) являются исходными данными для выполнения промера упражнения (считывания линейных координат суставов), чтобы в дальнейшем получить на основе расчетных моделей анализа движений цифровые данные о биомеханических характеристиках исследуемого упражнения.

Результаты исследования. В настоящее время, в связи с интенсивным развитием средств компьютерной техники и видеосъемочной аппаратуры, возникла возможность реализации компьютерного метода выполнения промера спортивного упражнения в полуавтоматическом и автоматическом режиме считывания координат суставов. С этой целью нами была разработана компьютерная программа, реализующая возможность выполнения промера исследуемого спортивного упражнения с помощью средств компьютерной техники.

Разработанная программная система функционирует в двух направлениях:

1. Считывание координаты суставов спортсмена, помеченных в лабораторном эксперименте цветными маркерами (автоматический способ).
2. Нанесение цветного маркера на сустав с дальнейшей записью его координат в память ПЭВМ (полуавтоматический способ).

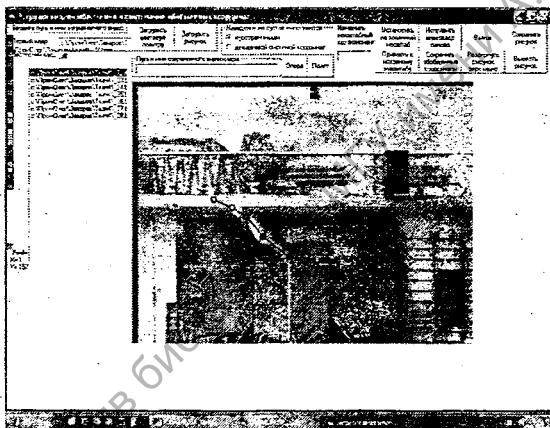
Первое направление функционирования программной системы используется в том случае, если был проведен лабораторный эксперимент по исследованию техники спортивных упражнений и всем испытуемым на каждый из суставов был нанесен цветной маркер различного цвета. Распознавание цвета (а, следовательно, и самого сустава и его координат) выполняется компьютером по математической цветовой модели RGB. Модель «RGB» - сокращение английских слов Красный (Red), Зеленый (Green), Синий (Blue). Эта модель предназначена для описания излучаемых цветов. Базовые компоненты модели основаны на трех лучах - красном, синем и зеленом, т.к. человеческое восприятие цвета основано именно на них.

Для извлечения цветового кода отдельных пикселей монитора использовалась функция RGB. Результатом вызова данной функции является числовое значение, определяющее цвет (Color) пикселя монитора, а, следовательно, и цвет маркера, образованного массивом пикселей.

Предварительно каждый видеок кадр исследуемого упражнения, записанного в формате (.avi), переводится в формат (.BMP) с целью его вызова на экран монитора и программной организации сканирования видеок кадра по пикселям для распознавания цветowych маркеров суставов и считывания их линейных координат. В дальнейшем, по численным значениям линейных координат суставов вычисляются углы наклона звеньев тела к оси Ox декартовой системы координат.

Зная обобщенные координаты моделируемой системы (углы наклона звеньев тела спортсмена к оси Ox), длину, массу, положение центра масс звена на его продольной оси и центральный момент инерции звена, в дальнейшем, по расчетным моделям анализа движений биомеханических систем, вычисляют кинематические и динамические характеристики исследуемого упражнения. Это – первое направление использования разработанной компьютерной технологии автоматического считывания координат движущегося объекта, когда отдельные точки тела помечены цветными маркерами.

На рисунке ниже приведено окно формы функционирующей программы при реализации второго направления - полуавтоматического способа выполнения промера спортивного упражнения с помощью ПЭВМ.



Последовательность выполнения пользователем операций промера в этом случае заключается в следующем (начало работы программной системы):

1. В текстовое поле «Первый кадр» рамки «Введите путь и имя загружаемого видео» вводится полный путь и имя загружаемого первого видеок кадра избранного видеоролика. Подразумевается, что предварительно при оцифровке видеоролика каждый видеок кадр получил в имени и порядковый номер.

2. В текстовое поле «Последний кадр» рамки «Введите путь и имя загружаемого видео» вводится полный путь и имя загружаемого последнего видеок кадра избранного видеоролика.

3. Загружается цветовая палитра (щелкнуть левой кнопкой мышки на командной кнопке «Загрузить цветовую палитру»).

4. Загрузить видеок кадры упражнения от заданного первого и до заданного последнего видеок кадра (щелкнуть левой кнопкой мышки на командной кнопке «Загрузить рисунок»).

5. Выбирается способ перемещения курсора, устанавливаемого на начало системы отсчета и суставы для нанесения цветного маркера (перемещается отдельно только лишь стрелка или декартовая система координат) – щелкнуть левой кнопкой

мышки на соответствующей кнопке переключателя, которые расположены в рамке «Наведение на сустав выполняется».

6. Из списка видеокладов, высвечиваемых в окне (List Box) левой части экрана, выбирается необходимый видеоклад (щелкнуть левой кнопкой мышки по названию избранного видеоклада, который будет отмечен изменением цвета – буквы белого цвета на голубом фоне).

7. задается масштаб демонстрации видеоклада (возможно больший для физической величины экрана монитора) – щелкнуть левой кнопкой мышки в окошке текстового поля, расположенного под меткой «Изменить масштабный коэффициент» и набрать необходимое численное значение. При наборе числа перед десятичным знаком набирается не запятая, а точка. Для этого необходимо не забыть предварительно выполнить установку алфавита на «EN» - английский.

8. Выполнить установку на заданный масштаб, щелкнув левой кнопкой мышки по командной кнопке «Установить на заданный масштаб».

9. При необходимости процедуры 6-8 повторить, пока необходимый масштаб не будет найден и в дальнейшем при выполнении промера всего упражнения масштабный коэффициент не рекомендуется изменять, так как при сохранении видеокладов промера, размеры сохраняемых видеокладов будут меняться при изменении масштаба.

10. Если движение выполняется в условиях опоры – щелкнуть левой кнопкой мышки по командной кнопке «Опора», а если в условиях безопорного состояния – щелкнуть по командной кнопке «Полет».

11. Выбирается необходимый цвет для маркера начала внешней системы отсчета (подвести курсор мышки к цветовой палитре и щелкнуть левой кнопкой мышки по квадрату избранного цвета).

12. Перемещая с помощью мышки курсор на точку, выбранную в качестве начала внешней системы системы отсчета, и, нажимая на мышку, наносим цветовой маркер на избранную точку.

13. Выбрать необходимый цвет для маркера сустава (подвести курсор мышки к цветовой палитре и щелкнуть левой кнопкой мышки по квадрату избранного цвета).

14. Перемещая с помощью мышки курсор на выбранный сустав и нажимая на мышку, наносим цветовой маркер на сустав. Выполнить операции 11-12 до нанесения необходимого количества маркеров. При отметке последнего маркера нажать на правую кнопку мыши, а во всех остальных случаях нажатие выполняется на левую кнопку мыши.

15. Дальнейшие процедуры заключаются в запоминании линейных координат суставов видеоклада и их последующем преобразовании в обобщенные координаты (углы наклона звеньев тела спортсмена к оси Oх декартовой системы координат). Для сохранения координат суставов в отдельном файле нажимается командная кнопка «Сохранить обобщенные координаты». Координаты суставов видеоклада записываются в каталог «С», в файл с расширением «.txt» под именем «соогd». При этом путь и имя файла высвечивается в текстовом поле рамки «Путь и имя сохраненного видеоклада». В дальнейшем этот файл можно вносить в базу данных анализа техники спортивных упражнений.

16. Можно сохранить и рисунок выполненного промера. Для этого необходимо нажать на командную кнопку «Сохранить рисунок». При этом путь и имя сохраняемого видеоклада отразятся в текстовом поле рамки «Путь и имя сохраненного видеоклада». Путь остается прежним с автоматическим добавлением символа «р» перед числом, обозначающим номер видеоклада, что позволяет в дальнейшем идентифицировать его как видеоклад с выполненным промером – «р».

Программная система написана на языке «Visual Basic 6.0», прошла тестирование, в полуавтоматическом режиме выполнения промера упражнения работает корректно. Для полной завершенности программы необходимо проведение лаборатор-

ного эксперимента с цветными маркерами на суставах испытуемых, что позволит использовать программную систему и в режиме автоматического считывания координат движущегося объекта. Сложность здесь заключается в «размывке» цветности маркеров и предварительном определении их математической цветовой модели RGB, что значительно усложняет математический аппарат обработки видеogramм упражнений. Реальную степень «размывки» маркеров и построения необходимых математических алгоритмов обработки видеокадров исследуемого упражнения можно выяснить только по результатам лабораторного эксперимента.

Научная новизна работы заключается в построении алгоритма автоматического считывания координат движущегося объекта на ПЭВМ, разработанной технологии автоматизированного построения расчетных моделей анализа движений биомеханических систем.

Прикладная значимость работы состоит в разработке и построении интегрированной компьютерной системы анализа и синтеза двигательных действий человека и ее использовании для биомеханического анализа и синтеза техники спортивных упражнений.

Область применения результатов – биомеханические исследования построения рациональных форм спортивных упражнений, выявление управляющих движений и элементов динамической осанки, совершенствование выполнения спортивных упражнений и двигательных действий человека, построение оптимальной техники спортивных упражнений в вычислительном эксперименте на ПЭВМ, разработка и построение программ обучения.