

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПО ДАННЫМ ВИДЕОСЪЕМКИ

Г.Б. Шацкий
Витебск, ВГУ

В настоящее время улучшение качества учебного и учебно-тренировочного процесса идет в направлении создания программно-аппаратных комплексов, позволяющих автоматизировать ввод информации в ПЭВМ и ее обработку.

Цель данной работы – совершенствование учебного и учебно-тренировочного процесса с использованием ПЭВМ.

Задачи:

1. Выбрать стандартные программы операционной системы «Windows», позволяющие полностью выполнить прикладной биомеханический анализ изображения.

2. Составить программу расчета некоторых биомеханических характеристик без использования языков программирования.

3. Определить пригодность операционной системы «Windows» для осуществления прикладного биомеханического анализа изображений.

Изображение, полученное с использованием оптических или оптикоэлектронных методов, является документом для определения в плоскости съемки пространственных, угловых, и некоторых других характеристик тела человека [3]. Ввод в ПЭВМ информации о положении опорных точек тела может осуществляться автоматически и полуавтоматически. Практически все исследователи используют маркеры для обозначения опорных точек тела у испытуемого или на обрабатываемом изображении. При этом программное обеспечение видеоанализирующих систем создается квалифицированными программистами специально для этих систем [2]. Однако могут использоваться и сочетания стандартных программ, часть которых не входит в операционную систему «Windows» [1, 4].

В состав операционной системы «Windows» входят две программы, позволяющие определять координаты любой точки изображения при наведении на нее курсора – «Microsoft Office Publisher» и «Paint». При определении координат точки на изображении программа «Paint», по сравнению с программой «Microsoft Office Publisher» обладает рядом преимуществ и одним недостатком – ось Y направлена сверху вниз. Но этот недостаток можно устранить – перед обработкой отразить рисунок «сверху вниз»; или, не переворачивая рисунок, поменять местами уменьшаемое и вычитаемое при расчете разности координат Y .

Для записи координат опорных точек и их обработки мы выбрали программу «Excel». Определение программы положения тела выполнялось по общепринятой схеме [4]. Ниже излагаются наиболее важные этапы расчетов. Координаты ЦТ звена (например, $X_{ЦТ}$) рассчитываются по формуле:

$$X_{ЦТ} = X_1 - (X_1 - X_2) \cdot R_{ЦТ}, \quad (1)$$

где X_1 – координата проксимального конца звена, X_2 – координата дистального конца звена, $R_{ЦТ}$ – относительный радиус ЦТ звена.

Линейная скорость точки между анализируемыми кадрами (например V_x):

$$V_x = \Delta X \cdot \gamma \cdot \alpha / \beta, \quad (2)$$

где γ – частота съемки, α – величина обратная масштабу изображения, β – число интервалов между анализируемыми кадрами (разность их порядковых номеров).

Наклон звена относительно нулевого положения (звено направлено вертикально вниз) определяется с использованием сочетания математических функций программы «Excel» – «ГРАДУСЫ» и «ATAN2». Для того, чтобы сразу получить

правильную величину и знак угла относительно нулевого положения, координаты X и Y меняют местами; а разность координат X рассчитывают как $X_2 - X_1$.

Величина поворота звена относительно проксимального звена рассчитывается с использованием логической функции «ЕСЛИ». Если абсолютная величина разности углов наклона дистального и проксимального звеньев превышает 180, то угол поворота определяется как разность 360 и абсолютной величины разности углов наклона; направление вращения дистального звена при этом совпадает с направлением наклона проксимального звена. Если абсолютная величина разности углов наклона дистального и проксимального звеньев меньше 180, то угол и направление поворота определяется простым вычитанием угла наклона проксимального звена из угла наклона дистального звена.

В усовершенствованной программе все расчеты выполняются с записью промежуточных данных. Это позволяет рассчитывать скорости, ускорения, кинетические моменты звеньев тела.

Кроме того, усовершенствованная программа позволяет учитывать частоту видеосъемки, число интервалов между анализируемыми кадрами, геометрию масс тела (для 14-звенной схемы).

Пригодность операционной системы «Windows» для осуществления прикладного биомеханического анализа изображений. При визуальном определении локализации опорных точек на изображении возможны небольшие ошибки. Однако при определении положения ОЦТ системы звеньев тела и ОЦТ тела абсолютно точное попадание курсором на ось сустава не может гарантировать точность получаемых результатов в принципе. Для осуществления прикладного биомеханического анализа гораздо важнее обеспечить стандартные условия регистрации движений.

Мы также сравнили результаты десятикратной обработки одного и того же изображения. Выяснилось, что при исследовании изображения в масштабе 1:1, отклонение курсора от выбранной точки не превышает 0,01 м. Коэффициенты парной корреляции между результатами повторного ввода координат находились в пределах от 0,997 до 1,000.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Прикладной биомеханический анализ изображения может быть выполнен с использованием стандартных программ «Paint» и «Excel» операционной системы «Windows».

2. Предлагаемый способ обработки изображений обладает точностью, приемлемой для прикладного биомеханического анализа и высокой надежностью. Абсолютно точное попадание курсором на опорную точку (ось сустава) не может повысить точность получаемых результатов в принципе. В нашем исследовании коэффициент парной корреляции между результатами повторного ввода координат превысил 0,99.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буданова, Е.А. Основы биомеханического анализа спортивных движений на примере оценки техники бега с барьерами / Е.А. Буданова // Вестник Кемеровского государственного университета. Выпуск 4 (36). – Кемерово, 2008. – С.109-111.
2. Загrevский В.И., Лавшук Д.А. Компьютерная обработка результатов видеосъемки спортивных упражнений // Физическая культура, спорт, здоровый образ жизни в XXI веке: Материалы международной научно-практической конференции 9-10 октября 2004 г. – Могилев: МГУ им. А.А. Кулешова, 2004. – С. 11-13.
3. Практикум по биомеханике: Пособие для ИФК /Под ред. И.М. Козлова. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 106 с.
4. Санникова Н.И. Методика определения биомеханических показателей с использованием персонального компьютера // Теория и практика физической культуры. – 2001. – №4. – С. 58-59.