УДК 004.03

СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВИДЕОЗАХВАТА

М.Ф. ЩАДЕНКОВА
(Полоцкий государственный университет)

Рассмотрены основные этапы построения систем видеозахвата, а также существующая система анализа движений. В зависимости от способа передачи данных от объекта осуществлена классификация существующих систем. На основе классификации проведен анализ, отмечены их недостатки и сформулированы свойства (универсальность, экономичность, эргономичность) современной отечественной системы анализа движений на основе видеозахвата. Определены дальнейшие этапы построения систем, описаны их функциональные назначения. Показаны области применения систем видеозахвата, такие как медицина, спорт, анимационное искусство. Применение в данных областях систем видеозахвата может существенно повлиять на результаты работы.

Введение. Использование систем анализа движения имеет важное значение как в спорте, так и в медицине. Например, современный спорт невозможно представить без качественно продуманных тренировок с анализом допущенных ошибок. Однако возможности анализа движений как спортсменов, так и пациентов используются не всегда. Основным фактором использования систем анализа движений на основе видеозахвата, останавливающим и тренеров, и врачей, является дорогостоящее оборудование и отсутствие опыта использования данных систем.

Принцип работы систем анализа движений объектов (спортсмен, пациент) основан на следующих этапах построения систем [1]:

1. *Начальная инициализация системы*. На этом этапе происходит задание всех начальных условий проведения исследования. Этот этап включает в себя настройку и калибровку датчиков, установку системных данных о начальном положении датчиков и исследуемого объекта, инициализацию начальной позы объекта, возможно, формирование графа свобод и ограничений, по которому система будет анализировать полученные данные на завершающем этапе своей работы.

Этот этап должен быть спроектирован особенно тщательно, так как именно здесь формируются данные, которые затем будут использоваться на остальных этапах.

2. *Трекинг, отслеживание ключевых областей.* Ключевая область – это часть изображения объекта, по которой можно достаточно корректно определить картину движения. Для отслеживания ключевых областей используют последовательную идентификацию датчиков, минимизацию полученной информации и описание отслеживания изменений.

Идентификация датчиков происходит проще всего – датчик может либо передавать вместе с полезной информацией свою подпись, либо иметь отличную от соседних частоту, если это радиомаяк. Сложнее дело обстоит с выделением данных в пассивных системах, так как там необходимо отделить изображение анализируемого объекта от изображения фона.

3. *Распознавание положения и формы.* Самый сложный этап работы системы, так как распознание формы и положения объекта никак не зависит от аппаратной реализации датчиков. Существуют три подхода к распознаванию формы и положения:

- без использования модели;
- с косвенным использованием модели;
- с непосредственным использованием модели.

4. *Распознавание действия.* Это завершающая фаза работы системы как анализатора движения, за ней следует непосредственно ответная реакция системы, если таковая предусмотрена.

5. *Реакция системы*. Когда все действия, связанные с анализом движения, завершены и система имеет шаблон действия объекта, остается только одно – выбрать соответствующую для данного шаблона реакцию. Реакция системы полностью зависит от ее реализации. Это может быть отчет о состоянии пациента в медицинском оборудовании, перенос данных на компьютерную модель и ее визуализация в компьютерной графике.

Классификация систем видеозахвата [2, 3]

Для реализации систем анализа движений объектов используется принцип видеозахвата. В зависимости от способа передачи данных от объекта системы анализа движений предлагается следующая классификация (рис. 1).

Оптические пассивные. На костюме, входящем в комплект такой системы, прикреплены датчики-маркеры, которые названы пассивными, потому что отражают только посланный на них свет. В таких системах свет (инфракрасный) на маркеры посылается с установленных на камерах высокочастотных

стробоскопов и, отразившись от маркеров, попадает обратно в объектив камеры, сообщая тем самым позицию маркера. *Минус оптических пассивных систем* заключается в длительности размещения маркеров на объекте. Также иногда при быстром движении или близком расположении маркеров друг к другу система может неправильно их идентифицировать.

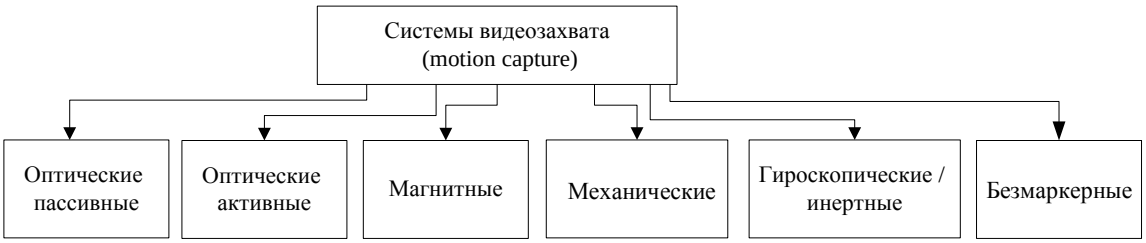


Рис. 1. Классификация систем захвата

Оптические активные названы так потому, что вместо светоотражающих маркеров, которые крепятся к костюму, в них используются светодиоды с интегрированными процессорами и радиосинхронизацией. Каждому светодиоду назначается ID (идентификатор), что позволяет системе правильно определять необходимые маркеры, а также идентифицировать их после того, как они были перекрыты и снова появились в поле зрения камер (рис. 2, а).

Минусы активных систем:

- дополнительный контроллер, крепящийся к человеку и подключенный к маркерам-светодиодам, сковывает его движения;
- хрупкость и высокая стоимость маркеров-светодиодов.

Магнитные системы – маркерами являются магниты; система высчитывает их позиции по искажениям магнитного потока.

Минусы магнитных систем:

- магнитные системы подвержены магнитным и электрическим помехам от металлических предметов;
- меньшая по сравнению с оптическими системами рабочая зона;
- дополнительный контроллер, прикреплённый к человеку и подключенный к магнитным маркерам, или даже связка проводов;
- высокая стоимость магнитных маркеров.

Механические системы напрямую следят за сгибами суставов, для чего, например, на спортсмена надевается специальный механический mocap-скелет, который повторяет за ним все движения. В компьютер при этом передаются данные об углах сгибов всех суставов.

Минусы механических систем:

- mocap-скелет с дополнительным контроллером (рис. 2, б), прикреплённым к человеку и подключенным к сенсорам сгибов (а в некоторых случаях и провода), ограничивает движения;
- отсутствие возможности захвата движений тесного взаимодействия двух и более человек (борьба, танцы с поддержками и т. д.);
- ограничение движений – кувырки, падения;
- риск поломки механики при неосторожном использовании;
- высокая стоимость костюма – около 25 000$ [4].

а) б) в)

Рис. 2. Примеры костюмов различных систем видеозахвата
а – оптическая; б – механическая; в – гироскопическая

Гироскопические/инертные системы. Для сбора информации о движении используют миниатюрные гироскопы и инертные сенсоры, расположенные на теле человека, так же как и маркеры или магниты в других mocap-системах. Данные с гироскопов и сенсоров передаются в компьютер, где происходит их обработка и запись. Система определяет не только положение сенсора, но также угол его наклона (рис. 2, в) [5].

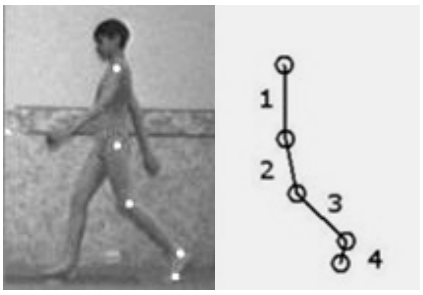
Минусы гироскопических/инертных систем:

- дополнительный контроллер, прикреплённый к человеку и подключенный к магнитным маркерам, или даже связка проводов, тянущаяся от актёра к компьютеру;
- высокая стоимость гироскопов и инертных сенсоров;
- для определения положения человека в пространстве требуется дополнительная мини-система (например, оптическая).

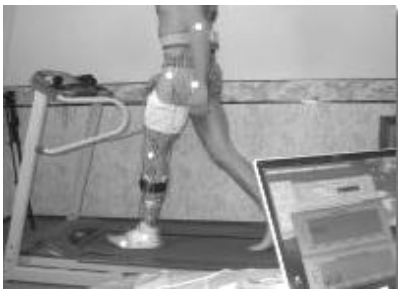
Существуют также системы, которые вообще не используют маркеры. Распознавание производится при исследовании характеристик корреляции на последовательностях кадров. Такой анализ требует более сложных вычислений с использованием статистики.

Области применения систем видеозахвата [6]:

- неврология (взрослая и детская) – исследование нарушений моторики, оценка результатов лечения при различных заболеваниях и состояниях (детский церебральный паралич, тики, инсульты, болезнь Паркинсона, рассеянный склероз, последствия черепно-мозговой травмы и т.д.);
- травматология и ортопедия – диагностика характера двигательной патологии, дополнительный анализ при принятии решения об оперативном вмешательстве, послеоперационная реабилитация, апробация и тестирование ортопедического оборудования (рис. 3, а);
- протезирование, подбор протезов и средств опоры (рис. 3, б);
- реабилитология с оптимизацией режимов восстановления движений;
- экспертиза трудоспособности и профессиональный отбор;
- совершенствование спортивного мастерства и пластики движений, спорт высших достижений (рис. 3, в, г) [7, 8];
- исследование спортивных локомоций с целью разработки и тестирования спортивного оборудования;

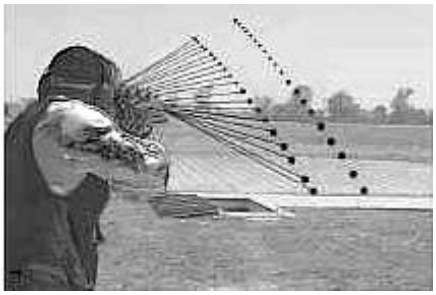


а)

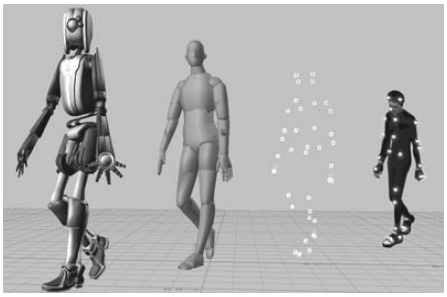


б)

в)



г)



д)

Рис. 3. Применение систем видеозахвата

- психология – исследования особенностей поведения, проблемы развития моторики у детей, исследование закономерностей изменения координации и реакции (например, при тестировании новых медицинских препаратов и т.д.);
- клиническая нейрофизиология и прикладная психофизиология;
- балет и цирковое искусство;
- компьютерная графика и анимация – использование видеоанализа движений для создания реалистичных движущихся персонажей (рис. 3, д);
- эргономика – разработка и усовершенствование промышленного и бытового оборудования, анализ и коррекция характерных движений в целом ряде профессий, оценка состояния операторов и эргономика производственной деятельности;
- исследования движений животных – травматизм и реабилитация, исследования эволюции особенностей движений животных.

Заключение. Рассмотрев основные виды систем видеозахвата и области, в которых они могут применяться, можно утверждать, что анализ движений спортсменов, пациентов и других объектов является сегодня актуальной задачей. Современная система видеозахвата должна отвечать следующим требованиям:

- универсальность – система должна подходить для различных областей применения;
- удобство – система должна обладать интуитивно понятным интерфейсом, с минимальными временными затратами на обучение пользователей и обработку информации;
- эргономичность – система не должна причинять неудобства объекту (не сковывать движений, иметь незначительную массу и т.д.);
- экономичность – система должна иметь невысокую стоимость за счет применения новых маркеров, а также снижения числа видеокамер для захвата изображения. Наиболее универсальным подходом для построения данной системы является использование оптических маркеров, так как они наиболее полно отвечают требованиям.

Перспективной работой по данной теме будет являться разработка эффективного алгоритма распознавания формы и положения объекта, распознавания действия и реакции системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Deria Graphics. Краткий обзор существующих технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.deria.ru/our_sci_invent_MoCap.php.
2. Все о mocap [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.render.ru/books/show_book.php? book_id=531.
3. Википедия. Захват движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%B2%D0%B0%D1%82_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F.
4. MetaMotion. Gypsy Motion Capture System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metamotion.com/gypsy/gypsy-motion-capture-system.htm.
5. Xsens. Inertial Motion Capture [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.xsens.com/images/stories/products/PDF_Brochures/mvn%20leaflet%2009.pdf.
6. Video Motion. Области применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.videomotion.ru/engine.php?content=uses.
7. Тракт. Визуальная обработка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tract.ru/support/DartStudio_Tract_31_05_2007.pdf.
8. Федерация стрельбы Украины. Стендовая стрельба: видеоанализ техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.shooting-ua.com/books/book_61.htm.

Поступила 09.03.2010

SYSTEMS OF THE ANALYSIS OF MOVEMENTS ON THE BASIS OF VIDEOCAPTURE

M. SHCHADENKOVA

In this paper, basic stages of construction of videocapture systems, and also existing system of the analysis of movements are considered. Depending on a way of data transmission from object classification of existing systems is lead. On the basis of classification the analysis has been lead, lacks of systems are noted and properties (such as universality, profitability, ergonomics) modern domestic system of the analysis of movements on the basis of videocapture are formulated. The further stages of construction of system are certain, their functional purposes are described also. In given clause scopes of videocapture systems, such as medicine, sports, animation art have been presented. Application in the given areas of videocapture systems can essentially affect on results of work, for example the sportsman.