

РАЗРАБОТКА ПЕРВОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ВИДЕОЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

В.А.Андреев

Санкт-Петербургский Институт Информатики и Автоматизации РАН. Россия.

Исследование закономерностей движения человека очень важная задача. Решение этой проблемы может существенно повлиять на такие сферы человеческой деятельности как медицина, спорт, системы обучения, компьютерная графика, системы виртуальной реальности. Например, анализ движения человека может существенно облегчить и частично автоматизировать диагностику ортопедических заболеваний. Исследование движения человека очень важно в компьютерной графике при анимации виртуальных персонажей. Разработка системы захвата движения человека позволит ускорить и повысить качество анимации сложных виртуальных персонажей.

Существующие технологии еще далеки от совершенства. Они либо громоздки и неудобны, такие как механические системы, где человек облачается в своеобразный экзоскелет, который существенно снижает свободу действий. Либо неточны, такие как магнитные системы. Либо чрезвычайно дороги, такие как видео системы, из-за того, что используют дорогостоящее уникальное оборудование.

В настоящее время в нашей стране такие разработки отсутствуют. Тем не менее, как показано выше, разработка такой системы очень важная задача. Два года назад в университете СПб ГУАП нами была начата работа над такой системой. На прошлой конференции «Новые информационные технологии» данная работа выиграла грант фонда им. Бортника. И сейчас наша фирма «Дериа-Графикс», выполняя государственный заказ, занимается разработкой данной системы.

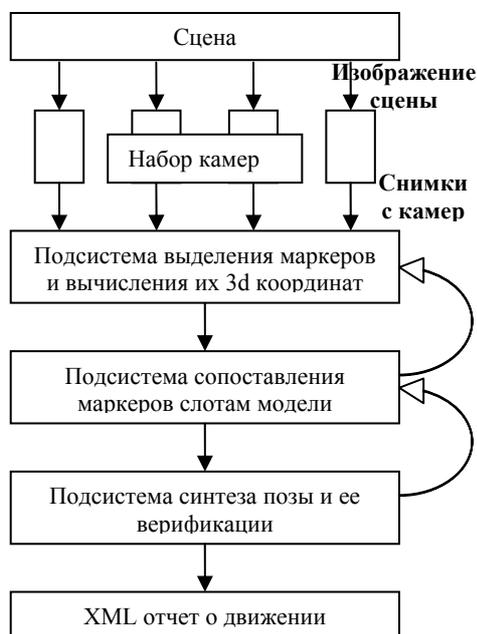
Наша задача – разработка недорогой, общедоступной и легко масштабируемой системы. Масштабируемость и невысокая стоимость нашей системы обеспечивается за счет использования общедоступных компонентов – серийных цифровых видеокамер и комплектующих для сборки обрабатывающей станции.

Система, которую мы разрабатываем, относится к классу оптических систем. Это означает, что в качестве датчиков движения используются цифровые видеокамеры. Для пометки ключевых областей фигуры человека мы используем маркеры. При движении человека по сцене его снимают несколько камер. Синхронные снимки с камер с заданной частотой (25-30 кадров в секунду) передаются на обрабатывающую станцию, где происходит их анализ – выделяются маркеры и вычисляются их трехмерные координаты. Затем маркеры ставятся в соответствие слотам модели, или другими словами распознается положение каждого маркера на фигуре человека, и вычисляется положение скелета в пространстве. Результат заносится в отчет. В своей работе мы отказываемся от использования специализированных, а значит дорогостоящих камер, которые обеспечивали бы частоту кадров на уровне 1000 в секунду. В основе нашего подхода лежит формирование активной модели исследуемого объекта с необходимым числом степеней свободы. На трансформацию модели накладываются ограничения. Такими ограничениями может быть максимальная скорость перемещения объекта, ограничения на свободы суставов, условие непересечения друг друга составными частями и др.

Так как вся работа системы строится на анализе расположения маркеров в пространстве, необходимо сказать, какие маркеры мы используем, и как их необходимо располагать на человеке. В качестве маркеров

мы используем порядка 50-ти светодиодов семи различных цветов. Каждый цвет соответствует отдельной части тела (рука, нога, голова, грудь). Разделение на цветовые группы существенно ускоряет работу алгоритмов сопоставления найденных маркеров слотам модели (их возможным положениям). На каждую кость скелета приходится группа маркеров(3-5). Взаимные расстояния внутри таких групп практически не изменяются. Таким образом, сопоставление маркеров слотам модели происходит путем нахождения в цветовой подгруппе группы маркеров с заданными взаимными расстояниями и определением их пространственной ориентации. Отсюда вытекает необходимое условие на расположение маркеров на человеке. Маркеры разных групп, но находящиеся в одной цветовой подгруппе должны иметь максимально отличные друг от друга пространственные конфигурации, что бы возможно было их отличить.

После того, как маркеры закреплены на человеке и занесена вся необходимая инициализационная информация, начинается собственно работа системы. Работу системы можно представить в виде следующей схемы:



Изображение сцены снимается набором видеокамер, расположенных в сцене. Камеры следует располагать так, чтобы каждый маркер был виден на снимках хотя бы с двух камер. Снимки с камер передаются в подсистему выделения маркеров и вычисления их положения в пространстве. Данная система работает в несколько проходов. На каждом проходе используется свой отдельный алгоритм определения трехмерных координат. Результат работы каждого алгоритма – массив неидентифицированных маркеров, заносится в единый массив, который передается в следующую подсистему.

Подсистема сопоставления маркеров слотам модели с помощью нескольких оптимизационных алгоритмов выделяет из поступившего массива неидентифицированных маркеров наиболее подходящие. Алгоритм основан на проверке соответствия маркеров некоторым условиям. Сюда включаются условия и ограничения на цвета, взаимные расстояния внутри групп маркеров, взаимные расстояния между группами, учитываются предыдущие положения маркеров, скорости, ускорения и некоторые другие данные. В результате каждому маркеру присваивается вес, и отбираются наилучшие. Результат работы подсистемы – расстановка наиболее подходящих маркеров по слотам модели. Другими

словами подсистема распознает, какой маркер, какому месту на теле человека соответствует.

В подсистеме синтеза позы происходит вычисление позы человека по пространственному положению маркеров. После того как поза синтезирована, происходит ее проверка на соответствие некоторым условиям и ограничениям: ограничения подвижности суставов скелета и физические возможности человека к подвижности. Например, человек не может разогнуть локоть более чем на 175 градусов, или за одну тридцатую секунды резко поднять руку вверх. Если поза объекта по каким-то причинам отклоняется, то система возвращается на предыдущий этап и пытается подобрать другой вариант. Если корректная поза так и не была найдена, текущая поза синтезируется аппроксимацией предыдущих данных.

Информация о движении человека заносится в XML отчет, который и является результатом работы всей системы. Формат XML удобен тем, что на него можно накладывать XSLT-шаблоны, и получать тот формат данных, который необходим конечному пользователю, в какой бы программе или среде он ни работал.

Основные полученные результаты. Использование активной модели позволяет существенно повысить качество получаемой информации и уменьшить шумы. Были разработаны алгоритмы вычисления трехмерных координат маркеров, оптимизационные алгоритмы сопоставления маркеров слотам активной модели. Конвейерный характер работы системы открывает широкие возможности применения кластерных технологий.

Литература:

1. Андреев В. А. Система видеозахвата и анализа движения – инициализация, настройка и калибровка камер. – Труды конференции “Новые информационные технологии” (Судак, Крым, 15–25 мая 2004 г.), с. 140-141.
2. Гуленко И.Е. Система видеозахвата и анализа движения – распознавание трансформаций и движения объекта. – Труды конференции “Новые информационные технологии” (Судак, Крым, 15–25 мая 2004 г.), с. 141-142.
3. A.V. Timofeev, V. Andreev, I.E. Gulenko, O.A. Derin, M.V. Litvinov, Design and implementation of multi-agent man-machine interface on the base of virtual reality models. – Proceedings of 9th international conference Speech and Computer (September, 20-22,2004. St. Petersburg, Russia) pp. 670-675.