

УДК 004.932

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В ЗАДАЧАХ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Г. К. Нгуен

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

cuongmits@gmail.com

Предложены и промоделированы принципы построения системы компьютерного зрения для решения задачи реабилитации пациентов с болезнями опорно-двигательного аппарата. Система основана на последовательном применении к кадрам видеопотока алгоритмов усреднения и вычитания фона, скелетизации изображения области тела, отслеживания траекторий движения рук и головы пациента. Система ориентирована на применение компьютера средней сложности и бытовой веб-камеры.

Ключевые слова: система компьютерного зрения, скелетизация, отслеживание траекторий движения.

Одним из направлений современной медицинской практики является применение систем компьютерного зрения (СКЗ) в системах реабилитации пациентов с длительным периодом восстановления. Особенно перспективно это направление в системах реабилитации больных с болезнями опорно-двигательного аппарата. При этом пациенту демонстрируются движения, которые он должен выполнять, а СКЗ отслеживает его повторяемые движения и указывает недостатки. Существующие системы контроля движения человека, например Microsoft Kinect [1], имеют ряд недостатков: медленная обработка информации, которая не укладывается в режим реального времени, высокая стоимость оборудования и целевого программного обеспечения, некорректное функционирование при сложных движениях частей тела человека. Поэтому создание недорогой и доступной СКЗ для систем медицинской реабилитации, способной работать в реальном времени и отслеживать сложные движения с достаточным качеством, является актуальной научной и практической задачей.

Целью исследования является разработка принципов построения СКЗ для задач реабилитации, способной работать на компьютерах средней сложности с применением бытовой веб-камеры.

Работа системы описывается следующим образом: пользователь, стоя перед камерой, двигает головой и руками по заданному плану.

Задача, решаемая СКЗ, состоит из четырех подзадач: 1) определение фона и вычитание его из исходного изображения; 2) определение области тела и скелетизация его изображения; 3) отслеживание траектории движения головы и рук; 4) сравнение реальных траекторий движения частей тела пациента с требуемыми и выдача замечаний. Поскольку основным требованием к системе является ее работа в масштабе реального времени, требуется применение алгоритмов, которые сочетают в себе хорошее качество функционирования с вычислительной простотой.

Рассмотрим этап выделения фона. Существует достаточно много алгоритмов для выполнения этой операции, но в данной системе применен метод «усреднения фона» по нескольким кадрам с последующим вычитанием результата из изображения [2]. Для исключения зависимости результатов от яркости применена цветовая модель HSL.

На следующем этапе выполняется выделение изображения области тела и его скелетизация. Далее выполняется отслеживание траекторий движения головы и рук пациента.

Описанная последовательность алгоритмов обработки изображения реализована в виде программного комплекса на языке C++ с использованием библиотеки OpenCV. Результаты работы программы на первом этапе обработки представлены на рис. 1.

При работе системы пользователь стоит перед камерой. Для отслеживания траекторий движения пользователь должен совершить несколько движений головой и каждой рукой. После этого про-

исходит захват точек слежения. Результаты работы программы обработки изображения в целом представлены на рис. 2.



Рис. 1. Исходное изображение и результат усреднения и вычитания фона

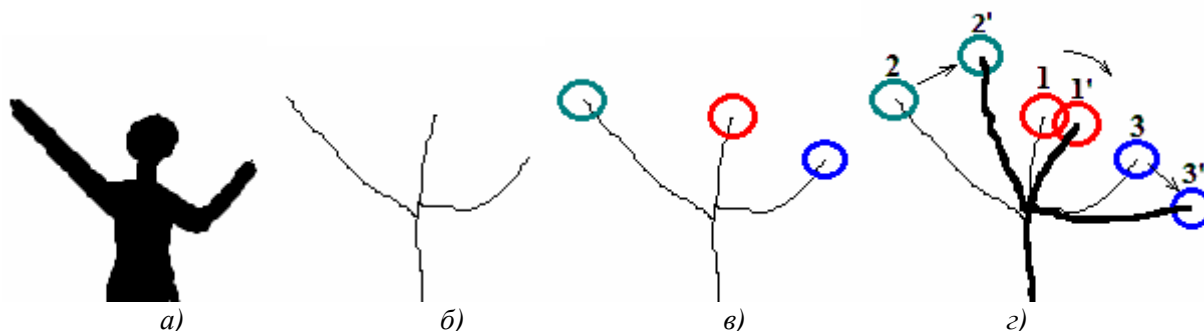


Рис. 2. Результаты обработки видеопотока после усреднения и вычитания фона (а), объект после применения алгоритма скелетизации (б), определение местоположения головы и рук (в) и их изменения при движении (г)

Тестирование программы проведено при различных уровнях освещенности, для различных фонов внутри помещения, для различных цветов одежды пользователя. В различных ситуациях система продемонстрировала достаточно высокое качество построения траекторий движения частей тела. Вся обработка осуществляется в масштабе реального времени без ощутимых задержек.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы. Подтверждена правильность проектных решений, заложенных в основу СКЗ для реабилитации больных. Направлением дальнейших исследований является расширение действия системы для остальных частей тела пациентов. Разработанная система не предъявляет высоких требований к конфигурации компьютера и видеокамеры.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Daniele Ravi. Kinect: the next generation of motion control. Image Processing Laboratory. ravi@dmi.unict.it.
2. Сальников И. И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений. – Москва: Физмалит, 2009.

Н. С. Nguyen

Application of computer vision in rehabilitation of patients with musculoskeletal system diseases.

The principles of the computer vision system for rehabilitation of patients with musculoskeletal system diseases are presented and simulated. The system is based on the sequential application of algorithms for video frames: averaging of background, skeletonization of human body area, tracking of patient's hands and head. The system is focused on the use of an average complexity computer and a home webcam.

Keywords: *computer vision system, skeletonization, hand and head tracking.*