

УДК 621.372

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО БИОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРЫ SDR

Акопян А.А., Киященко В.В., Ганигин С.Ю.

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия,
anzakopyan@yandex.ru

Ключевые слова: радиолокация, программно-определяемое радио, локомоция, цифровые двойники, биомеханическая модель, захват движения.

Биомеханика человека – интегральная, междисциплинарная наука, развитие которой в XXI веке ожидается высокими темпами. Это вполне закономерно, т.к. все знания о человеке, о его потенциальных возможностях являются центром интереса мировой науки.

Главным направлением разработок биомеханики является военное применение: разработка экзоскостюмов, в разы увеличивающих силу того, кто их использует. Другой возможной областью применения экзоскостюмов является помощь травмированным людям, людям с инвалидностью и пожилым людям.

Создание реалистичных и точных цифровых двойников людей с учетом индивидуальных биомеханических параметров является актуальной задачей как в современной медицине, особенно в опорно-двигательной абилитации и реабилитации [1], так и в индустрии развлечений и т.д. Анализ движений человека помогает диагностировать функциональные нарушения, планировать операции с учетом возможных изменений в двигательной системе больного, конструировать протезы и разрабатывать системы управления ими, оптимизировать конструкции орудий труда и органов управления.

Индивидуальные биомеханические цифровые модели также могут быть использованы в робототехнике для создания биометрических элементов и эффективных моделей передвижения антропоморфных роботов. В настоящее время из моделей тела человека наиболее полными являются: (16-17)-ти звенные модели, имеющие от 40 до 44 степеней свободы. Однако, современные подходы к моделированию динамики и кинематики механических систем позволяют решать эту задачу, используя алгоритмические модели в виде систем обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений, синтез которых может быть в значительной мере автоматизирован. В результате моделирования могут быть получены временные зависимости перемещений, скоростей, ускорений сегментов тела человека, моментов и углов поворота в суставах и т.д.

В данной работе приводится описание предлагаемого способа с физической точки зрения, сформирована базовая схема и список устройств, необходимых для реализации системы захвата движения. Метод дистанционного обнаружения и диагностирования людей, основанный на модуляции радиолокационного сигнала колебательными движениями и перемещениями частей тела и органов человека, называют биорадиолокацией [2]. Принципиальная схема системы биорадиолокации показана на рис. 1, где SDR – Программно-

определяемое радио (Software Defined Radio), программируемый трансивер с возможностью управления различными беспроводными протоколами связи без необходимости замены или обновления оборудования.



Рис. 1. Принципиальная схема системы биорадиолокации

Определены данные, необходимые для формирования модели, а также способ их получения с использованием описанной системы. Рассмотрены способы дополнения модели данными, полученными с использованием других методов исследования биомеханических параметров [3]. Подробно освещены перспективы использования различных типов полученных моделей в наиболее актуальных на сегодняшний день задачах, а также показаны пути дальнейшего улучшения характеристик полученных моделей.

Результатом данной работы будет оригинальная методика получения цифрового двойника человеческого тела с целью определения функциональных параметров движения.

Список литературы

1. Adib, F. Real-time breath monitoring using wireless signals, in / F. Adib, Z. Kabelac, H. Mao, D. Katabi, R.C. Miller // Proceedings of the 20th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking. – 2014. – P. 261-262.
2. Sekine, M. Activity recognition using radio doppler effect for human monitoring service / M. Sekine, K. Maeno // J. Inf. Process. – 20 (2012). – P. 396-405.
3. Scholz, M. Challenges for Devicefree radio-based activity recognition, in / M. Scholz, S. Sigg, H.R. Schmidkte, M. Beigl // Proceedings of the 3rd Workshop on Context Systems Design Evaluation and Optimisation (CoSDEO). – 2011.

Сведения об авторах

Акопян Анжела Артаковна, аспирант, инженер. Область научных интересов: робототехника, биорадиолокация, биотехнические системы.

Киященко Виктория Витальевна, аспирант, младший научный сотрудник. Область научных интересов: моделирование и проектирование радиотехнических систем.

Ганигин Сергей Юрьевич, д.т.н., доцент. Область научных интересов: техника эксперимента, автоматизация технологических процессов.

THE PROSPECTS OF INDIVIDUAL BIOMECHANICAL MODELLING OF THE HUMAN BODY USING A MOTION CAPTURE SYSTEM BASED ON SDR ARCHITECTURE

Akopyan A.A., Kiyashchenko V.V., Ganigin S.Yu.

Samara State Technical University, Samara, Russia, anzakopyan@yandex.ru

Keywords: radiolocation, software-defined radio, locomotion, digital twins, biomechanical model, motion capture.

The creation of realistic and precision digital twins of people, taking into account individual biomechanical parameters, is an urgent task both in modern medicine, especially in locomotor habilitation and rehabilitation, and in the entertainment industry, etc. Individual biomechanical digital models can also be used in robotics for creating biomimetic elements and effective models of the anthropomorphic robots' locomotion. This article provides a description of the proposed method from a physical point of view, a basic scheme and a list of devices necessary for the implementation of a motion capture system have been formed. The data necessary for the formation of the model, as well as the method of obtaining them using the described system, are determined. Methods for supplementing the obtained model with data obtained using other methods for studying biomechanical parameters are considered. The prospects for the use of various types of the obtained models in the most relevant tasks to date are highlighted in detail, as well as ways to further improve the characteristics of the resulting models are shown.