

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЗИЦИИ ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

А.Д. Солнцева

mis.solntseva@yandex.ru

SPIN-код: 1729-5620

Д.С. Солнцев

dmitry.solntsev.97@gmail.com

SPIN-код: 6088-4880

А.С. Борде

aenea.doerb@mail.ru

SPIN-код: 1122-8632

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрена актуальная проблема компьютерного зрения для распознавания конечностей. Исследована возможность позиционирования на теле человека конечного звена робота-манипулятора с закрепленным на нем ультразвуковым датчиком с помощью алгоритмов компьютерного зрения. Проанализирована возможность работы интерфейса человек — машина с отрицательной обратной связью, благодаря которой возможен контроль максимальной силы нажатия ультразвуковым датчиком на тело пациента при помощи автоматизированной визуализации области исследования, а также алгоритму расчета входных параметров. Представленный метод будет востребован для проведения дальнейших хирургических или диагностических процедур.

Ключевые слова

Оценка позы, нейросети, диагностика, машинное обучение, распознавание образов, цифровая обработка изображений, искусственный интеллект, компьютерное зрение

Поступила в редакцию 17.04.2020

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020

Введение. В настоящее время актуальным направлением компьютерного зрения является оценка 2D-позы человека (pose estimation). Алгоритмы данного класса находят широкое применение в области медицинской визуализации, позволяют минимизировать человеческий фактор и сократить время проведения анализов. Оценка 2D-позы человека связана с проблемой локализации анатомически ключевых точек или частей — общей проблемой в компьютерном зрении. Модель принимает в качестве входных данных цветное изображение размером $w \times h$ и выдает в качестве выходных данных двумерные местоположения ключевых точек для каждого человека на изображении (рис. 1).

Актуальность. По статистике Всемирной Организации Здравоохранения, ежегодно от врачебных ошибок умирает больше людей, чем погибает в ДТП, т.е. более 1,5 млн человек. За последние 10 лет в официальных российских источниках не было найдено статистических исследований по данному вопросу. По собственной инициативе соответствующую информацию собирает Лига за-

щиты прав пациентов. Согласно полученным Лигой данным, от врачебных ошибок в России ежегодно гибнут около 50 тыс. человек [1]. Также отметим, что на территории Российской Федерации в больницах существует нехватка врачей, ощутимо сказывающаяся на своевременной помощи или диагностике. Кроме того, большая рабочая нагрузка оказывает заметное влияние на здоровье врачей-сонографистов. Чтобы решить существующие проблемы, необходимо разработать биотехническое устройство автоматизированной ультразвуковой диагностики с возможностью принятия решения о распознанной патологии [2].

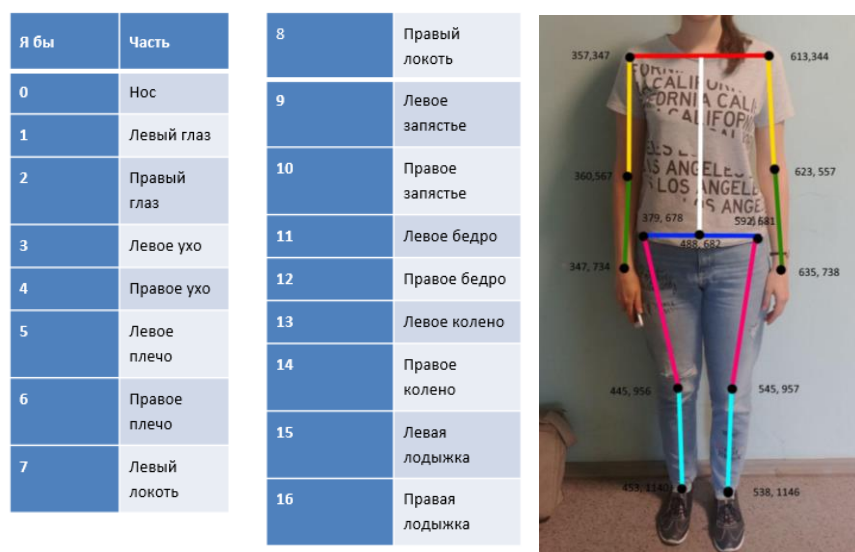


Рис. 1. Расположение ключевых точек

Цель работы заключается в изучении метода детектирования положения конечностей пациента для дальнейшего позиционирования ультразвукового датчика, закрепленного на конце руки манипулятора, на место начала диагностики выбранной области. В ходе выполнения работы проведен ряд экспериментов, в результате которых получены изображения, входящие в состав выборки (датасета), разделенной на две составляющие: обучающая и тестовая выборка (ввиду отсутствия на данном этапе достаточного количества изображений). Однако такое разделение не может гарантировать правильную конечную оценку положения конечности пациента, поэтому впоследствии датасет планируется усовершенствовать и разделить на три составляющих: обучающую, валидационную и тестовую выборки. Разметка изображений и составление библиотеки параметров проводилась на основе программного обеспечения Paint, дальнейшая работа осуществлялась в кросс-платформенной среде разработки PyCharm [4].

Получение необходимых изображений (см. рис. 1) при ультразвуковой доплерографии проводится в положении лежа на спине (рис. 2), на боку или животе, что соответствует положению пациентов при обследовании различных органов.

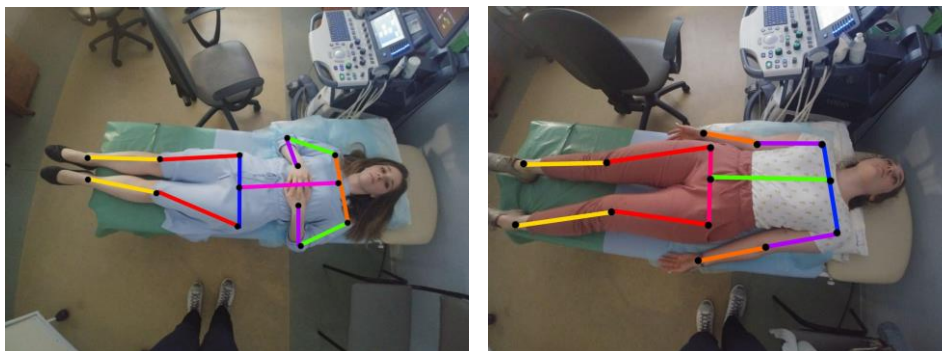


Рис. 2. Примеры изображений из Dataset

Разрабатываемая система, изображенная на рис. 3, состоит из следующих частей: кушетка, камера и рука-манипулятор с закрепленным на конечном звене ультразвуковым датчиком с патрубком, подающим ультразвуковой гель в область между сенсором и телом пациента. На получаемом с камеры потоковом видео в автоматическом режиме происходит детектирование конечностей пациента для последующего позиционирования в ту или иную область ультразвукового датчика. Пример получаемого с видео изображения показан на рис. 4 (красным цветом отмечена приблизительная точка начала исследования, вычисленная программой, реализующей исследование).

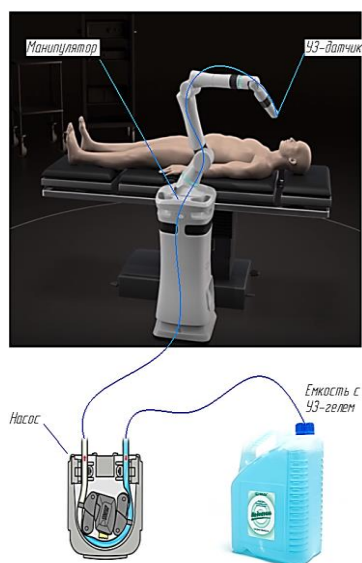


Рис. 3. Представление разрабатываемой роботизированной системы

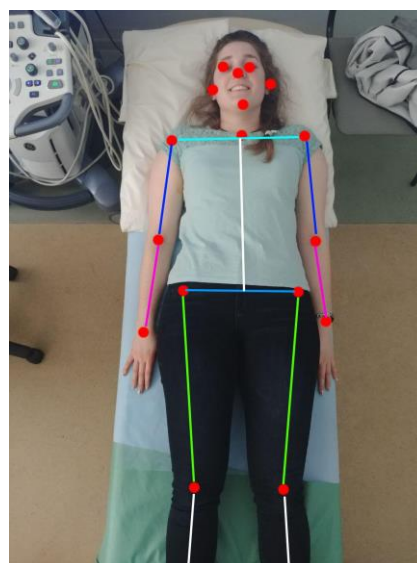


Рис. 4. Изображение с камеры

Заключение. В результате работы получена библиотека изображений, добавленная в найденный авторами в свободном доступе в интернете датасет. Обработка изображений позволит получить данные, необходимые для создания алгоритма движения робота-манипулятора, предназначенного для ультразвуковых исследований.

Литература

- [1] Тихомиров А.В. Проблемы правовой квалификации вреда здоровью при оказании медицинских услуг. *Медицинская экспертиза и право*, 2009, № 2, с. 15–21.
- [2] Ультразвуковое исследование. *who.int: веб-сайт*. URL: https://www.who.int/diagnostic_imaging/imaging_modalities/dim_ultrasound/ru (дата обращения: 17.11.2018).
- [3] Toshev A., Szegedy C. Deeppose: Human pose estimation via deep neural networks. *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 1653–1660. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2014.214>
- [4] Taylor R. H. et al. Medical robotics and computer-integrated surgery. In: Springer handbook of robotics. Springer, Cham, 2016, pp. 1657–1684.
- [5] Deep learning based human pose estimation using OpenCV. *learnopencv.com: веб-сайт*. URL: <https://www.learnopencv.com/deep-learning-based-human-pose-estimation-using-opencv-cpp-python/> (дата обращения: 17.05.2019).
- [6] Цвибель В.Д., Пеллерито Д.С. Ультразвуковое исследование сосудов. М., Видар, 2008.
- [7] МакНелли Ю. Ультразвуковые исследования костно-мышечной системы. М., Видар, 2007.
- [8] Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н., Градецкий В.Г. Манипуляционные роботы: динамика, управление, оптимизация. М., Наука, 1989.
- [9] Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. М., Высшая школа, 1986.
- [10] Ультразвуковое исследование. *tomography.ru: веб-сайт*. URL: <http://www.tomography.ru/main.php?key=uzi> (дата обращения: 17.11.2018).

Солнцева Анастасия Дмитриевна — студентка кафедры «Биомедицинская техника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Солнцев Дмитрий Сергеевич — разработчик программного обеспечения, группа анализа изображений, ООО «Аби Продакшн» (АВВУУ), Москва, Российская Федерация.

Борде Анна Сергеевна — аспирантка кафедры «Биомедицинская техника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Научный руководитель — Саврасов Геннадий Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры «Биомедицинская техника», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Солнцева А.Д., Солнцев Д.С., Борде А.С. Применение метода определения позиции для детектирования конечностей человека. *Политехнический молодежный журнал*, 2020, № 08(49). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2020-08-632>

APPLICATION OF THE POSITION DETERMINATION METHOD FOR DETECTING HUMAN LIMBS

A.D. Solntseva

mis.solntseva@yandex.ru

SPIN-code: 1729-5620

D.S. Solntsev

dmitry.solntsev.97@gmail.com

SPIN-code: 6088-4880

A.S. Borde

aenea.doerb@mail.ru

SPIN-code: 1122-8632

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The paper considers an actual problem of computer vision for limb recognition. The possibility of positioning the end link of a robotic manipulator with an ultrasonic sensor attached to it using computer vision algorithms has been investigated. The possibility of operation of the human - machine interface with negative feedback is analyzed, due to which it is possible to control the maximum pressing force of the ultrasonic sensor on the patient's body using automated visualization of the study area, as well as an algorithm for calculating the input parameters. The presented method will be in demand for further surgical or diagnostic procedures.

Keywords

Posture assessment, neural networks, diagnostics, machine learning, pattern recognition, digital image processing, artificial intelligence, computer vision

Received 17.04.2020

© Bauman Moscow State Technical University, 2020

References

- [1] Tikhomirov A.V. Problems of legal assessment of health harm in healthcare. *Meditsinskaya ekspertiza i pravo*, 2009, no. 2, pp. 15–21 (in Russ.).
- [2] Ul'trazvukovoe issledovanie [Ultrasonography]. *who.int: website* (in Russ.). URL: https://www.who.int/diagnostic_imaging/imaging_modalities/dim_ultrasound/ru (accessed: 17.11.2018).
- [3] Toshev A., Szegedy C. Deeppose: Human pose estimation via deep neural networks. *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 1653–1660. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2014.214>
- [4] Taylor R. H. et al. Medical robotics and computer-integrated surgery. In: Springer handbook of robotics. Springer, Cham, 2016, pp. 1657–1684.
- [5] Deep learning based human pose estimation using OpenCV. *learnopencv.com: website*. URL: <https://www.learnopencv.com/deep-learning-based-human-pose-estimation-using-opencv-cpp-python/> (accessed: 17.05.2019).
- [6] Zwiebel W.J., Pellerito J.S. Introduction to vascular ultrasonography. Saunders, 2005. (Russ. ed.: Ul'trazvukovoe issledovanie sosudov. Moscow, Vidar Publ., 2008.)
- [7] McNally E. Practical Musculoskeletal Ultrasound. Churchill Livingstone, 2004. (Russ. ed.: Ul'trazvukovye issledovaniya kostno-myshechnoy sistemy. Moscow, Vidar Publ., 2007.)
- [8] Chernous'ko F.L., Bolotnik N.N., Gradetskiy V.G. Manipulyatsionnye roboty: dinamika, upravlenie, optimizatsiya [Manipulation robots. Dynamics, control, and optimization]. Moscow, Nauka Publ., 1989 (in Russ.).

- [9] Burdakov S.F., D'yachenko V.A., Timofeev A.N. Proektirovanie manipulyatorov promyshlennykh robotov i robotizirovannykh kompleksov [Design of manipulators for industrial robots and robotic cells]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1986 (in Russ.).
- [10] Ul'trazvukovoe issledovanie [Ultrasonography]. *tomography.ru: website* (in Russ.). URL: <http://www.tomography.ru/main.php?key=uzi> (accessed: 17.11.2018).

Solntseva A.D. — Student, Department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Solntsev D.S. — Software Developer, Image Analysis Group, ABBYY Production LLC, Moscow, Russian Federation.

Borde A.S. — PhD Student, Department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Scientific advisor — Savrasov G.V., Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Biomedical Engineering Systems, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Solntseva A.D., Solntsev D.S., Borde A.S. Application of the position determination method for detecting human limbs. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2020, no. 08(49). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2020-08-632.html> (in Russ.).