

Продолжение Таблицы 1

Компания-интегратор	«homeMODE Parents»	«homeMODE Family»	EVO Electronics	
Цена оборудования, долл. США	1020	2880	2950	7120
Стоимость 1 м ² объекта, долл. США	1120	1390	1150	1450

Таким образом, в условиях непрерывного развития облачных технологий, повышения скорости передачи данных, а также стабильности интернет-соединения, применение «беспроводных» системы «Умного дома» становится все более важным шагом на пути к популяризации данного направления, целью которого, первоначально, является повышение уровня как жизни людей, так и облегчение работы специалистов с подобными системами.

УДК 004.891:004.93'1

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОЗВОНКОВ НА КТ-ИЗОБРАЖЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Курочка К. С., Панарин К. А.

Гомельский государственный университет им. П. О. Сухого

e-mail: logran2@gmail.com

Summary. *Proposed a training model of the U-Net neural network for localization of human vertebrae on CT images for the purpose of three-dimensional reconstruction of the lumbar spine under resource-limited conditions.*

Сегодня широкое применение в медицинской отрасли находят современные информационные технологии. Их применение дает возможности вывести работу медицинских учреждений на качественно новый уровень, позволяя автоматизировать и значительно ускорить процесс обработки медицинских данных.

При диагностике дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника человека, прогнозировании программы лечения и подборе способов протезирования целесообразно произвести компьютерное моделирование на основе трехмерной реконструкции фрагмента позвоночного столба человека [1].

Изображения, получаемые при помощи компьютерной томографии поясничного отдела позвоночника человека, являются послойными срезами с заданным шагом и позволяют с достаточной точностью построить трехмерную модель фрагмента позвоночника.

Реконструкция позвоночника человека из КТ-изображений является задачей, состоящей из нескольких этапов:

- получение исходных данных;
- сегментация данных для определения на них позвонков;
- восстановление трехмерного изображения на основе результатов сегментации.

От качества сегментации напрямую зависит информативность и достоверность полученной модели, а также возможность ее дальнейшего использования для исследования и диагностики позвоночника.

Биомедицинские изображения позвонков, полученные в результате компьютерной томографии, зачастую имеют недостаточную контрастность, а также содержат

множество шумов и побочных объектов (рис. 1), что затрудняет автоматическую локализацию позвонком такими методами как сегментация и контурный анализ.



Рисунок 1 – Пример результата компьютерной томографии

Проблема автоматической сегментации позвонков на серии снимков может быть эффективно решена с применением нейронных сетей. Однако в классическом варианте данный подход слабо применим в связи низкой скоростью работы и высокими требованиями к вычислительным ресурсам компьютера, в то время как в медицинских учреждениях целесообразно использовать имеющиеся ПК или готовое специализированное оборудование и встраиваемые системы на базе одноплатных ARM-компьютеров.

В таком случае на первое место выходит не только эффективность работы алгоритма, но и его ресурсоемкость.

В качестве архитектуры нейронной сети авторами предлагается использовать архитектуру U-Net, предназначенную для сегментации изображений. U-Net представляет собой полносвязную сверточную сеть, главной особенностью которой является сжимающая левая часть и расширяющая правая часть.

С целью оптимизации скорости работы нейронной сети в качестве сужающей части (backbone) предлагается использовать семейство сети EfficientNet, обладающей средствами автоматической оптимизацией архитектуры, что позволяет повысить одновременно скорость и качество сегментации.

Обучение сети осуществлялось на основе набора данных, содержащего 1670 экземпляров КТ-изображений поясничного отдела позвоночника человека. Для обучения и валидации набор данных разделен на тренировочный и валидационный в отношении 85 % и 15 %, в числовом эквиваленте 1419 и 251 изображений. С целью расширения тренировочного набора, к нему применялись случайным образом 6 различных групп аугментаций.

Обучение происходило на протяжении 200 эпох для достижения наиболее высокой точности.

Полученные результаты предсказываемых масок практически идентичны эталонным (рис. 2).

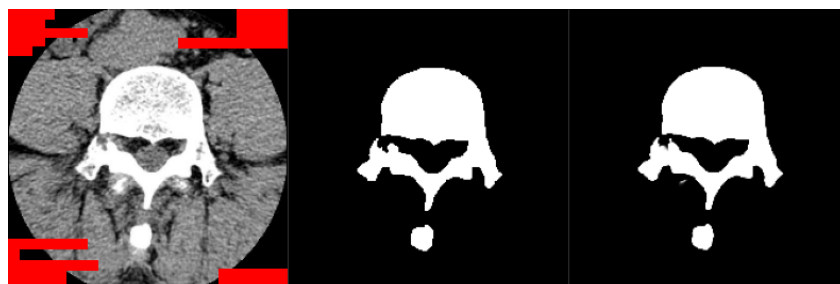


Рисунок 2 – Результаты

При тестировании разработанной модели сети на эффективность использовался встраиваемый одноплатный компьютер Orange Pi One Plus с процессором на архитектуре ARMv8 и 1 Гб RAM в среде Armbian Linux.

Скорость генерации маски для одного изображения составляет в среднем 800 мс, что является достаточным для промышленного применения результатом.

Результаты тестирования представленной модели нейронной сети показывают высокую эффективность на маломощных компьютерах за счет применения архитектуры U-Net с использованием EfficientNet в качестве backbone, что позволяет использовать ее на существующем аппаратном обеспечении медицинских учреждений.

Список использованных источников

1. Рентгенометрический анализ кинематики L4–L5 и L5–S1 позвоночных сегментов в III стадии дегенеративного процесса // Е. Л. Цитко [и др.] / Новости Хирургии. 2015. Т. 23. С. 202–208.

2. Kurachka K, Kamrakou U., Masalitina N. The automated classification system for lumbar spine anatomic elements // Nonlinear Dynamics and Applications. 2017. Vol. 23. P. 127–134.

3. Курочка, К. С. Алгоритм генерации конечно-элементной сетки для системы "позвонок – межпозвоночный диск – позвонок" на основе STL модели / К. С. Курочка, К. А. Панарин, Е. А. Карабчикова // OSTIS-2019, Минск: БГУИР, 2019. – С. 337–340.

УДК 338.49

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Миналто А., Пинчук А.

Белорусский национальный технический университет
e-mail: alisabod@mail.ru

Summary. The concept of "national innovation system" is considered and its elements are listed, the analysis of factors hindering the development of the national innovation system in the Republic of Belarus is carried out.

Положение государства на мировой арене, в первую очередь, определяется его общей конкурентоспособностью, которая напрямую зависит от структуры и эффективности функционирования инновационной системы страны. От развития национальной инновационной системы зависит его место в системе международного разделения труда, вес и статус в системе международных отношений.

В экономической литературе термин «национальная инновационная система» часто используется для обозначения единства предприятий различных форм собственности, которые индивидуально или посредством взаимодействия друг с другом обеспечивают формирование и распространение инновационных технологий в пределах опреде-