

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАТИКИ**

Кафедра технологий программирования

Аннотация к дипломной работе

**«СЕГМЕНТАЦИИ И ТРЁХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
МОДЕЛИ ПО СНИМКАМ КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТОМОГРАФИИ»**

Кузьмик Александр Сергеевич

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук, доцент
В.В. Горячкин

Минск, 2020

РЕФЕРАТ

Дипломная работа, 46 страниц, 41 рисунок, 6 формул, 20 источников

СЕГМЕНТАЦИЯ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ, ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, VTK, OPENCV, C++, КАНАЛЫ И ФИЛЬТРЫ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ, ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ

Объект исследования — подходы и методы сегментации изображений со снимков компьютерной томографии, построения трёхмерных моделей на их основе, а также программная архитектура, позволяющая эффективно использовать рассмотренные алгоритмы.

Цель работы — создание программного модуля для решения поставленных задач по сегментации снимков компьютерной томографии с дальнейшей трехмерной реконструкцией моделей на уровне, пригодном к применению на практике, а также обеспечение минимума вмешательства в данный процесс человека.

За время работы были реализованы следующие задачи: изучены и опробованы подходы для сегментации изображений со снимков компьютерной томографии, а именно: фильтрация по плотности тканей, бинаризация, основанная на энтропии гистограммы, и глубокие нейронные сети. Был изучен и применен алгоритм триангуляции поверхности по серии срезов «Шагающие кубики», а также реализована программная архитектура «Каналы и фильтры», позволяющая организовать эффективное выполнение поставленных в работе задач. Разработанный программный модуль был протестирован на множестве томографий и встроен в веб-приложение для врачей.

Работа имеет большое практическое значение. В отличие от множества уже существующих приложений для работы с компьютерными томографиями, разработанное решение требует минимума человеческого вмешательства. Пользователю необходимо лишь указать – модель чего он желает получить на основе снимков томографии: скелета, кожных покровов или конкретного органа. Такое упрощение работы с КТ для врачей как конечных пользователей позволило создать веб-приложение, в котором доктора могут вести учёт пациентов, а также проводить диагностику и планирование операций, имея возможность легко получить и изучить трёхмерные модели интересующих органов.

В настоящий момент веб-приложение, использующее разработанный модуль, находит применение в хирургии. Создаваемые трёхмерные модели загружаются в очки смешанной реальности Microsoft HoloLens, в которых врачи Республиканского Научно-Практического Центра травматологии и ортопедии проводят планирование операции и наносят предоперационную разметку на тело

пациента, что позволяет свести к минимуму повреждение мягких тканей человека во время хирургического вмешательства.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца, 46 старонак, 41 малюнак, 6 формул, 20 крыніц

СЕГМЕНТАЦЫЯ, КАМП'ЮТАРНАЯ ТАМАГРАФІЯ, РЭКАНСТРУКЦЫЯ, ТРОХМЕРНАЕ МАДЭЛЯВАННЕ, VTK, OPENCV, C ++, КАНАЛЫ І ФІЛЬТРЫ, НЕЙРОННЫЯ СЕТКІ, СЕМАНТЫЧНЫЯ СЕГМЕНТАЦЫЯ, ГЛЫБОКАЕ НАВУЧАННЕ

Аб'ект даследавання - падыходы і метады сегментацыі выяваў са здымкаў камп'ютарнай тамаграфіі, пабудовы трохмерных мадэляў на іх аснове, а таксама праграмная архітэктур, якая дазваляе эфектыўна выкарыстоўваць разгледжаныя алгарытмы.

Мэта работы - стварэнне праграмнага модуля для вырашэння пастаўленых задач па сегментацыі здымкаў камп'ютарнай тамаграфіі з далейшай трохмернай рэканструкцыяй мадэляў на ўзроўні, прыдатным да ўжывання на практыцы, а таксама забеспячэнне мінімуму ўмяшальніцтва ў дадзены працэс чалавека.

Пад час працы былі рэалізаваны наступныя задачы: вывучаны і апрабаваны падыходы для сегментацыі выяваў са здымкаў камп'ютарнай тамаграфіі, а менавіта: фільтраванне па шчыльнасці тканін, бінарызацыя, заснаваная на энтрапіі гістаграмы, і глыбокія нейронныя сеткі. Быў вывучаны і ўжыты алгарытм трыягуляцыі паверхні па серыі зрэзаў «Маршыруючыя кубікі», а таксама рэалізавана праграмная архітэктур «Каналы і фільтры», якая дазваляе арганізаваць эфектыўнае выкананне пастаўленых у працы задач. Распрацаваны праграмны модуль быў пратэставаны на мностве тамаграфій і ўбудаваны ў вэб-дадатак для лекараў.

Праца мае вялікае практычнае значэнне. У адрозненне ад мноства ўжо існуючых прыкладанняў для працы з камп'ютарнай тамаграфіяй, распрацаванае рашэнне патрабуе мінімуму чалавечага ўмяшання. Карыстачу неабходна толькі пазначыць - мадэль чаго ён жадае атрымаць на аснове здымкаў тамаграфіі: шкілета, скурных пакроваў або канкрэтнага органа. Такое спрашчэнне працы з КТ для лекараў як канчатковых карыстальнікаў дазволіла стварыць вэб-дадатак, у якім лекары могуць весці ўлік пацыентаў, а таксама праводзіць дыягностыку і планаванне аперацый, маючы магчымасць лёгка атрымаць і вывучыць трохмерныя мадэлі патрэбных органаў.

У сапраўдны момант вэб-дадатак, які выкарыстоўвае распрацаваны модуль, знаходзіць прымяненне ў хірургіі. Ствараемыя трохмерныя мадэлі загружаюцца ў акуляры змешанай рэальнасці Microsoft Hololens, у якіх лекары Рэспубліканскага Навукова-Практычнага Цэнтра траўматалогіі і артапедыі праводзяць планаванне аперацыі і наносяць перадаперацыйную разметку на цела пацыента, што дазваляе

звесці да мінімуму пашкоджанне мяккіх тканін чалавека падчас хірургічнага ўмяшання.

ABSTRACT

Thesis, 46 pages, 41 drawings, 6 formulas, 20 sources

SEGMENTATION, COMPUTED TOMOGRAPHY, RECONSTRUCTION, THREE-DIMENSIONAL MODELING, VTK, OPENCV, C++, CHANNELS AND FILTERS, NEURAL NETWORKS, SEMANTIC SEGMENTATION, DEEP LEARNING

Object of research — approaches and methods for image segmentation from computed tomography scans, building three-dimensional models based on them, and software architecture that allows the efficient use of the algorithms considered.

Purpose — create a software module for solving the tasks of segmentation computed tomography images with further three-dimensional reconstruction of models at a level suitable for practical use, as well as ensuring this process to have a minimum of human intervention.

During the work, the following tasks were realized: approaches for segmentation images from computed tomography scans were studied and tested, namely: filtering by tissue density, binarization based on histogram entropy, deep neural networks. An algorithm «Marching cubes» for surface triangulation according to a series of slices was studied and applied, and the software architecture “Channels and Filters” was implemented. This architecture allows organizing the effective implementation of the tasks assigned to the work. The developed software module was tested on a variety of tomography scans and embedded in a web application for doctors.

The work is of great practical importance. Unlike many existing applications for working with computed tomography, the developed solution requires a minimum of human intervention. The user only needs to choose what exact model he wants to get: skeleton, skin tissues or a specific organ. Such a simplification of working with CT for doctors as end users allowed to create a web application in which doctors can record patients, as well as diagnose and plan operations using the ability to easily obtain and study three-dimensional organs of interest models.

Currently, a web application with developed module is used in surgery. The created three-dimensional models are loaded into Microsoft Hololens mixed-reality glasses, in which the doctors of the Republican Scientific and Practical Center for Traumatology and Orthopedics plan the operation and apply preoperative markings on the patient’s body, which minimizes damage to the human soft tissue during surgery.

