

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В НЕЙРОХИРУРГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ НА ГОЛОВНОМ МОЗГЕ И СПИННОМ МОЗГЕ

Анатолий ГУМЕНЮК^{1,2,*}, Ростислав КЭЛИН¹

¹Департамент Информатики, SOFT и автоматизации, докторант DISA, Технический Университет Молдовы, г. Кишинев, Республика Молдова

²Институт неврологии и нейрохирургии Diomid Gherman, нейрохирург, заведующий отделением хирургии I дня, Кишинев, Республика Молдова

*Автор корреспонденции: Анатолий ГУМЕНЮК, e-mail gumeniucanatie6@gmail.com

Научный руководитель: Балабанов Анатолий, Технический Университет Молдовы, г. Кишинев РМ, академик РАЕН, д-р.хаб., профессор, / **Научный консультант: Романенко Александр** . Технический Университет Молдовы, г. Кишинев РМ, д-р., доцент

Abstract - Приведенный авторами обзор литературных источников и Интернет-данных может служить отправной точкой для исследований в области создания мобильного автономного автоматизированного рабочего места нейрохирурга (АРМНХ) на основе оригинального программного обеспечения, разрабатываемого авторами доклада.

Ключевые слова: цифровая визуализация и коммуникации в медицине, программное обеспечение (функционал) для 3D-моделирование он-лайн, головной и спинной мозг человека, хирургическое лечение в нейрохирургии. хроническая субдуральная гематома

Введение

Современный этап развития естествознания характеризуется необходимостью исследований различных мульти дисциплинарных подходов. Так, например, сложные медико-биологические проблемы решаются уже не только с помощью инструментов медицины, но и методами биоинженерии, software-инженерии, а также путём модернизации известных и/или созданием новых прикладных информационных систем.

Действительно, при планировании хирургических операций на головном или спинном мозге могут быть использованы 3D-модели неблагоприятных очагов хирургии для более точного и детального их лечения. Хирурги могут использовать 3D-модели, чтобы лучше понимать сложные анатомические отношения внутри головного мозга и спинного мозга, а также разрабатывать стратегии для минимизации рисков и осложнений во время операции. Так в области практической медицины, хирурги всегда сталкивались с трудной задачей проведения операций на сложных анатомических структурах человеческого тела на основе лишь знаний анатомии человека и личного врачебного опыта. Благодаря новым технологиям медицинской визуализации в стандарты нейрохирургии сегодняшнего дня вошли такие инструменты, как мульти спиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), что сделавшие диагностику менее инвазивной и более информативной. (Все методы обследования можно разделить на неинвазивные и инвазивные – связанные с вмешательством в организм пациента. К неинвазивным относят УЗИ, часть лабораторных исследований и лучевых методик. Инвазивными являются эндоскопические вмешательства и лучевые методики, связанные с введением в сосудистое русло пациента катетеров и контрастных веществ.)



Рисунок 1. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ)

Постановка задачи

У хирурга есть возможность, при подготовке к хирургическим операциям, использовать (или создать) программные процедуры сегментации (выделения) объектов хирургического вмешательства по DICOM-сериям. (DICOM-серия – пакет фото снимков МСКТ или МРТ в типовом формате их представления для визуализации на экране пользователя).

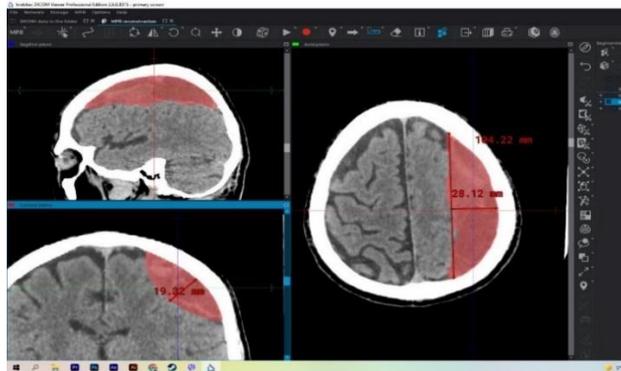


Рисунок 2 Двумерное изображение патологического очага в головном мозге в различных плоскостях

В настоящее время известны отдельные работы, связанные с методикой предварительной диагностики, предлагающие полуавтоматическую воксельную и полигональную аппроксимацию различных анатомических образований. Конечная объёмная модель (интерьер сцены) должна представлять собой набор выбранных на построенной модели мозга таких структур, которые позволят спланировать и реализовать решение поставленной хирургической задачи. Конечный результат сегментации существенно зависит, как от качества исходных данных, так и от точности и чистоты (тщательности) выделения диагностируемого объекта.

Выводы

Большим плюсом описанного подхода является возможность создавать модели только из необходимых для решения задачи объектов, избавляя визуализируемую сцену от незначимого с точки зрения хирургии «рентгенологического шума».

Особо ценной является и возникающая также возможность объединения образований, сегментированных из различных серий МРТ/МСКТ или даже ранее выполненных исследований.

3D-модели могут быть использованы также для обучения и тренировки хирургов перед операцией. Хирурги могут использовать 3D-модели для изучения анатомических особенностей конкретного пациента, планирования операции и тренировки процедур, которые могут быть трудными или рискованными [1,2].

Важное значение приобретают навигационные свойства управления 3D-моделью

Во время операции хирург может использовать 3D-модель для навигации в режиме реального времени. Это позволяет хирургу получать более точную информацию о местоположении инструментов и тканей во время операции, что помогает уменьшить риск повреждения важных структур мозга.

3D-модели могут быть использованы для визуализации сложных анатомических отношений и патологий в головном мозге и спинном мозге. Это позволяет хирургам более точно определять местоположение опухоли или других аномалий, а также предсказывать возможные последствия для пациента.

3D-модели могут быть использованы для создания индивидуальных имплантантов, таких как кости черепа или титановые пластины. Это позволяет более точно соответствовать индивидуальным потребностям конкретного пациента и уменьшить риск осложнений и реакций на имплантат [3-10].

Приведенный авторами обзор литературных и Интернет-данных является не полным и будет расширен, но уже может служить отправной точкой для исследований в области создания мобильного автономного автоматизированного рабочего места нейрохирурга (АРМНХ) на основе оригинального программного обеспечения, разрабатываемое авторами доклада.

Для конкретизации текущих и сопутствующих локальных задач наших исследований была выбрана довольно часто встречающаяся патология из раздела нейро травматологии - хроническая субдуральная гематома (ХСДГ) [11-15].

Наконец, важное значение приобретает вопрос защиты двоичной информации против помех, сбоя, хищения и/или вредительского искажения персональных данных. При этом потребуются последние достижения в области криптографии, достигнутые в научной группе наших программистов и IT-специалистов

Библиография

1. КОКРО Р.А., СЕРРА С., ЦЕНГ С.Л. Нейрохирургические применения технологий трехмерной печати. В: *Неврология*. 2015 г.; 84(24): 241-250.
2. РИДЕРЕР Б.М., БОЛТ С., БРЕННЕР Э. Точность трехмерных печатных медицинских моделей. В: *Am J Нейрорадиология*. 2018; 39(3): 438-445.
3. СУГАВАРА Ю., ХИГАСИГУТИ Т., ЧИКУДА Х. Применение 3D-печати для предоперационного моделирования в нейрохирургии: обзор. *Сург Нейрол Инт*. 2016; 7 (Приложение 12): S347-S352.
4. YOON JW, CHEN RE, KIM DJ. Технология трехмерной печати и нейрохирургия: готовы к прайм-тайму? В: *Дж Нейрохирург*. 2017; 127(4): 718-726.
5. ZAIDI NA, MONTURE A, NAKAJI P. Применение 3D-печати для предоперационного планирования в нейрохирургии. В: *Дж. Клин Нейроски*. 2016; 31: 220-226.
6. MARTELLI N., SERPANO S., VAN DEN BRINK X. Преимущества и недостатки трехмерной печати в хирургии: систематический обзор. В: *Операция*. 2016; 159(6): 1485-1500.
7. ЯННОПУЛОС А.А., ШТАЙНЕР М.Л., ДЖОРДЖ Э. Кардиоторакальные применения 3-мерной печати. В: *Торакальная визуализация*. 2016; 31(5): 253-272.
8. ЧАРРИ Д.Д., ДЕ АМОРИМ Р.Л., ГОНСАЛЕС-БЛОМ С.А. Применение 3D-печати в нейрохирургии. В: *Дж. Клин Нейроски*. 2019; 63: 10-17.
9. WEI W, ZHANG X, LI Q. Применение технологии 3D-печати в хирургическом планировании черепно-мозговой травмы. В: *J Craniofacial Surg*. 2019; 30(2): e128-e130.

10. НИЗАМУДДИН Н., СМИТ ДЖ. Т., ХСУ Ф.П. Нейрохирургическая 3D-печать и интраоперационная нейронавигация. *B: J Нейрохирург Sci.* 2021; 65(2): 166-171.
11. HUANG Y, ZHANG Z, CHEN W. Application of three-dimensional computed tomography angiography in surgical treatment of chronic subdural hematoma. *B: World Neurosurgery.* 2020;138:e463-e470. doi: 10.1016/j.wneu.2020.02.096
12. WANG K, ZHANG Z, HUANG Y. Application of three-dimensional reconstruction in the surgical treatment of chronic subdural hematoma. *B: Experimental Therapeutic Medicine.* 2019;18(5):3279-3284. doi: 10.3892/etm.2019.7939
13. TAN H, ZHANG J, LIN. Application of 3D reconstruction technique in surgical treatment of chronic subdural hematoma. *B: International Journal of Clinical Experimental Medicine.* 2017;10(4):7007-7012.
14. YEOM JS, KIM SH, OH YH, SHIM JJ. Three-dimensional computed tomography for chronic subdural hematoma. *B: Journal of Clinical Neuroscience.* ;14(4):327-330. doi: 10.1016/j.jocn.2006.02.027
15. CHAKRABORTY S, GHOSH SN, MUKHOPADHYAY A, DAS SK, BISWAS BK. Three-dimensional computed tomography in surgical management of chronic subdural hematoma: a comparative study with burr hole drainage. *B: Asian Journal of Neurosurgery.* 2018;13(1):78-83. doi: 10.4103/ajns.AJNS_91_16