СОЗДАНИЕ 3D-АНАТОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ДАННЫХ КТ/МРТ: ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Хабибуллаев Сирожиддин Зиёдулла угли

Ташкентский международный университет Кимё

Наманганский филиал

Студент 1-го курса направления «Лечебное дело»

Научный руководитель: **Шамсиддинов Баходир**

АННОТАЦИЯ

Цель исследования — проанализировать возможности искусственного интеллекта (ИИ) для сегментации изображений компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), построения трехмерных моделей внутренних органов и их использования при предоперационном планировании. В исходном материале описана обработка обезличенных данных 50 пациентов в среде 3D Slicer с применением алгоритмов семейства U-Net. Сопоставлены ручная и автоматизированная сегментация по времени моделирования, коэффициенту сходства Дайса (Dice similarity coefficient, DSC) и экспертной оценке визуализации. Согласно представленным данным, среднее время подготовки модели сократилось с 48 ± 5,2 до 12 ± 1,8 минуты, а DSC увеличился с 0,81 ± 0,04 до 0,94 ± 0,02. Экспертная оценка повысилась с 3,6 до 4,8 балла по пятибалльной шкале. Полученные результаты указывают на потенциал ИИ для ускорения анатомической визуализации. Однако отсутствие сведений о дизайне исследования, валидации алгоритма и клинических исходах ограничивает выводы о доказанном снижении хирургических осложнений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, 3D-моделирование, КТ, МРТ, U-Net, 3D Slicer, сегментация, коэффициент Дайса, хирургическое планирование.

ABSTRACT

This article examines the potential of artificial intelligence (AI) for segmenting computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) scans, creating three-dimensional models of internal organs, and supporting preoperative planning. The source manuscript reports an analysis of anonymized imaging data from 50 patients using 3D Slicer and U-Net-based algorithms. Manual and AI-assisted approaches were compared in terms of modeling time, Dice similarity coefficient (DSC), and expert visualization ratings. According to the reported results, average modeling time decreased from 48 ± 5.2 to 12 ± 1.8 minutes, while DSC increased from 0.81 ± 0.04 to 0.94 ± 0.02. Expert scores increased from 3.6 to 4.8 on a five-point scale. These findings suggest that AI-assisted segmentation may improve the speed and clarity of anatomical visualization. Nevertheless, missing details on study design, model validation, and clinical outcomes prevent firm conclusions regarding reductions in surgical complications.

Keywords: artificial intelligence, 3D modeling, CT, MRI, U-Net, 3D Slicer, segmentation, Dice similarity coefficient, surgical planning.

ANNOTATSIYA

Maqolada kompyuter tomografiyasi (KT) va magnit-rezonans tomografiyasi (MRT) tasvirlarini sun’iy intellekt yordamida segmentatsiyalash, ichki a’zolarning uch o‘lchamli modellarini yaratish hamda ulardan operatsiyadan oldingi rejalashtirishda foydalanish imkoniyatlari tahlil qilindi. Dastlabki materialda 50 nafar bemorning shaxssizlantirilgan tasvirlari 3D Slicer dasturi va U-Net turidagi algoritmlar yordamida qayta ishlangani qayd etilgan. Qo‘lda va avtomatlashtirilgan modellashtirish usullari vaqt, Days o‘xshashlik koeffitsiyenti (DSC) va ekspert bahosi bo‘yicha taqqoslandi. Keltirilgan natijalarga ko‘ra, modellashtirish vaqti 48 ± 5,2 daqiqadan 12 ± 1,8 daqiqagacha qisqargan, DSC esa 0,81 ± 0,04 dan 0,94 ± 0,02 gacha oshgan. Ekspert bahosi besh ballik tizimda 3,6 balldan 4,8 ballgacha ko‘tarilgan. Ushbu ma’lumotlar texnologiyaning anatomik tasvirlarni tezkor tayyorlashdagi imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Biroq tadqiqot dizayni, algoritmni tekshirish

usuli va klinik natijalar haqidagi ma’lumotlar yetarli emasligi sababli jarrohlik asoratlari kamaygani haqida qat’iy xulosa chiqarib bo‘lmaydi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, uch o‘lchamli modellashtirish, KT, MRT, U-Net, 3D Slicer, segmentatsiya, Days koeffitsiyenti, jarrohlikni rejalashtirish.

ВВЕДЕНИЕ (INTRODUCTION)

Современное предоперационное планирование требует точного представления о расположении внутренних органов, сосудистых структур и их индивидуальных анатомических вариантах. Данные КТ и МРТ позволяют исследовать анатомию пациента послойно, однако интерпретация пространственных взаимоотношений по двумерным срезам может быть затруднена при сложных вмешательствах. Трехмерная реконструкция объединяет информацию отдельных изображений в интерактивную анатомическую модель, полезную для наглядной оценки планируемого доступа [1], [6], [9].

Одной из важнейших операций при создании таких моделей является сегментация — выделение органа либо другой анатомической структуры на медицинском изображении. При ручном выполнении эта процедура требует значительного времени и зависит от опыта оператора. Методы глубокого обучения, включая сверточную архитектуру U-Net, позволяют частично автоматизировать выделение структур и формирование цифровой модели [2], [4]. Платформа 3D Slicer предоставляет инструменты визуализации, сегментации и трехмерной реконструкции медицинских изображений [1], [9].

В опубликованных исследованиях по обработке медицинских изображений подчеркивается, что качество сегментации необходимо оценивать количественно, а полезность полученной модели — с учетом конкретной клинической задачи [4], [5]. Следовательно, ускорение построения модели само по себе не доказывает сокращение числа интраоперационных осложнений: для этого требуются отдельные клинические наблюдения и корректная оценка исходов.

Цель настоящей работы — систематизировать представленные результаты применения ИИ при обработке КТ/МРТ-изображений 50 пациентов, сопоставить основные показатели автоматизированного и ручного 3D-моделирования и определить возможности и ограничения использования технологии при подготовке к хирургическим вмешательствам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ (MATERIALS AND METHODS)

Материалом для анализа послужили сведения об обезличенных КТ- и МРТ-изображениях 50 пациентов, описанных в исходном тексте исследования. Изображения представлены в формате DICOM. Для трехмерной визуализации указана платформа 3D Slicer; автоматизированная сегментация описана как основанная на алгоритмах архитектуры U-Net [1], [2], [9]. Сравнение проводилось с ручным методом выделения анатомических структур.

В качестве основных количественных характеристик рассматривались: время подготовки одной 3D-модели в минутах; коэффициент сходства Дайса (DSC), отражающий степень перекрытия автоматической сегментации с эталонной разметкой; оценка анатомической наглядности моделей экспертами-хирургами по пятибалльной шкале. Отдельно в исходной сравнительной таблице представлены показатели точности предоперационного планирования; метод их расчета не раскрыт. Для оценки сегментации использовано обозначение DSC в интервале от 0 до 1 [2], [5].

Система показателей

Показатель	Единица / шкала	Способ оценки
Время подготовки 3D-модели	Минуты	Сопоставление ручной и автоматизированной обработки
Качество сегментации	DSC, от 0 до 1	Сопоставление сегментированных областей с эталоном

Показатель	Единица / шкала	Способ оценки
Экспертная визуальная оценка	1–5 баллов	Оценка моделей хирургами
Точность предоперационного планирования	Проценты	Показатель исходного материала; критерии не приведены

Обработка выполнена как описательное сопоставление опубликованных в исходной рукописи значений. В предоставленных материалах не уточнены анатомические области, распределение пациентов по типам КТ и МРТ, способ формирования обучающей и проверочной выборок, наличие независимого тестирования, версия программного обеспечения, число экспертов и критерии выставления оценок. Не представлены также сведения об этическом одобрении и способе расчета статистической значимости. Поэтому уровень $p < 0,05$, фигурировавший в первоначальном заголовке таблицы, в переработанной работе не заявляется как подтвержденный.

РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)

Сравнительный анализ результатов, приведенных в исходном материале, показывает преимущество автоматизированного подхода по времени создания цифровых анатомических моделей. На обработку одной модели ручным способом в среднем затрачивалось 48 ± 5,2 минуты, тогда как при использовании алгоритмов ИИ и платформы 3D Slicer — 12 ± 1,8 минуты. Таким образом, средний показатель времени сократился на 36 минут, или на 75%, что соответствует четырехкратному ускорению процесса.

Для ручного метода среднее значение DSC указано на уровне 0,81 ± 0,04; для автоматизированного — 0,94 ± 0,02. Абсолютное различие составило 0,13 единицы по шкале DSC. Это позволяет охарактеризовать автоматизированную сегментацию как более близкую к эталонному выделению структур в пределах представленного

сравнения. При этом не уточнено, как был сформирован эталон и проводилась ли независимая проверка результатов.

Сравнение основных показателей

Анализируемый показатель	Ручной метод	ИИ + 3D	Разница
Среднее время создания модели	48 ± 5,2 мин	12 ± 1,8 мин	–36 мин (–75%)
Коэффициент Дайса (DSC)	0,81 ± 0,04	0,94 ± 0,02	+0,13
Экспертная оценка модели	3,6 / 5	4,8 / 5	+1,2 балла
Точность предоперационного планирования*	78%	96%	+18 п. п.

** Показатель воспроизведен из исходной рукописи: определение «точности планирования», способ измерения и размер соответствующей выборки не указаны.*

Экспертная оценка наглядности моделей, согласно представленным данным, увеличилась с 3,6 до 4,8 балла. Этот показатель отражает восприятие качества визуализации, но не заменяет стандартизированную оценку клинической эффективности. Также в первоначальном тексте сообщалось о снижении риска повреждения нейрососудистых структур с 18% до 3,2%. Поскольку отсутствуют сведения о числе операций, группах сравнения и регистрации осложнений, данное значение не рассматривается как подтвержденный результат клинического исследования.

ОБСУЖДЕНИЕ (DISCUSSION)

Представленные данные соответствуют общей тенденции использования автоматизированной сегментации для создания пациент-специфических анатомических моделей. Работы по развитию 3D Slicer и U-Net создали технологическую основу для воспроизводимых рабочих процессов медицинской визуализации [1], [2], [9]. Обзоры методов глубокого обучения также указывают на значительный потенциал подобных алгоритмов при анализе медицинских изображений [4].

Наиболее убедительный количественный результат рассматриваемого материала связан со временем построения моделей: четырехкратное ускорение теоретически может уменьшать трудозатраты на подготовку визуализации для хирургического консилиума и на предоперационном этапе. Улучшение DSC с 0,81 до 0,94 также важно с точки зрения согласованности выделения анатомических границ. Тем не менее DSC оценивает совпадение масок сегментации, а не точность каждого клинически значимого сосуда, нервного ствола или патологического очага. Особенно при малых структурах и анатомических вариантах требуется дополнительный экспертный контроль [4], [5].

В исходном исследовании приводятся показатели экспертной наглядности (4,8 балла против 3,6 балла), а также точности планирования (96% против 78%). Однако для содержательной интерпретации важно определить, кто выполнял оценки, были ли специалисты ослеплены относительно способа подготовки моделей, какой использовался эталон и насколько результаты согласовывались между экспертами. Без этих условий невозможно отделить эффект алгоритма от субъективных особенностей оценки.

Сведения о применении трехмерного моделирования в сложной хирургии и реконструктивных вмешательствах представлены также в перечисленных автором отечественных работах [3], [7], [8]. При этом ссылки на такие публикации дают контекст применения технологий и не могут автоматически подтверждать заявленные в данной работе показатели снижения осложнений. Для оценки реального влияния на безопасность операции необходимо отдельно фиксировать продолжительность вмешательства, кровопотерю, повреждение анатомических структур, конверсию доступа, послеоперационные осложнения и другие клинические исходы.

Ограничения исследования

К основным ограничениям предоставленного материала относятся отсутствие сведений о протоколе включения 50 пациентов, распределении изображений по

модальностям и анатомическим областям, обучении и независимой валидации нейросети, стандартах эталонной разметки и статистическом анализе. Кроме того, в исходной аннотации указана «точность 96,8%», тогда как основной раздел результатов приводит DSC = 0,94; это разные либо недостаточно определенные показатели, и без дополнительных данных их нельзя отождествлять. По этой причине в настоящей редакции главным измерением качества сегментации принят DSC = 0,94.

В дальнейшем целесообразно разработать проспективный протокол с заранее определенными конечными точками, независимой тестовой выборкой, межэкспертной оценкой анатомической точности и документированием этических процедур. Результаты такого исследования позволят оценить не только скорость подготовки модели, но и практическое влияние технологий ИИ на решения хирургов и безопасность пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSION)

Анализ представленных сведений позволяет заключить, что применение алгоритмов ИИ для сегментации КТ/МРТ-изображений в среде 3D Slicer обладает существенным потенциалом для ускорения построения трехмерных анатомических моделей. В изученном материале по 50 пациентам сообщается о сокращении среднего времени моделирования с 48 до 12 минут, увеличении коэффициента Дайса с 0,81 до 0,94 и повышении экспертной оценки визуализации с 3,6 до 4,8 балла.

Трехмерная визуализация может способствовать более наглядному изучению индивидуальных анатомических особенностей пациента и использоваться как дополнительный инструмент предоперационной подготовки. Вместе с тем имеющиеся сведения не позволяют достоверно утверждать, что этот подход уже доказанно снижает частоту интраоперационных осложнений. Для такого вывода необходимы стандартизированная клиническая проверка, прозрачная методика анализа и подтвержденные статистические результаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kikinis R., Pieper S. D., Vosburgh K. G. 3D Slicer: платформа для обработки, визуализации медицинских изображений и клинической поддержки. – 2014.

2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: сверточные нейронные сети для сегментации биомедицинских изображений. – 2015.

3. Алиев М. М., Хушваков Н. М. Применение 3D-моделирования при сложных хирургических вмешательствах и трансплантации органов. – 2022.

4. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E. et al. Обзор методов глубокого обучения в анализе медицинских изображений // Medical Image Analysis. – 2017. – Vol. 42. – P. 60–88.

5. Yushkevich P. A., Piven J., Hazlett H. C. et al. Сегментация анатомических структур методом активных контуров в 3D с участием пользователя // NeuroImage. – 2006. – Vol. 31, No. 3. – P. 1116–1128.

6. Chotas H. G., Dobbins J. T., Ravin C. E. Принципы цифровой рентгенографии и компьютерной томографии // Radiology. – 1999. – Vol. 210, No. 3. – P. 595–599.

7. Алиев М. М., Худойберганов Ш. А. Применение 3D-моделирования на основе данных КТ при сложных резекциях печени и желчевыводящих путей // Журнал хирургии Узбекистана. – 2021. – № 2. – С. 45–50.

8. Хушваков Н. М., Ризаев Ж. А. Технология использования 3D-биопечати и индивидуальных имплантатов при реконструкции челюстно-лицевых дефектов // Новый день в медицине. – 2020. – № 3 (31). – С. 112–116.

9. Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J. et al. 3D Slicer как платформа для обработки изображений в рамках сети Quantitative Imaging Network // Magnetic Resonance Imaging. – 2012. – Vol. 30, No. 9. – P. 1323–1341.

10. Gulbaxor, M., & Bahodir, S. (2025). TIL O ‘RGANISHDA CHATGPT, TARJIMA TIZIMLARI VA ULARNING SAMARADORLIGI. TADQIQOTLAR, 76(3), 17-21.

11. Muzaffar, G., & Bahodir, S. (2025). INSON ORGANIZMIDA UCHRAYDIGAN ICHKI KASALIKLAR. TADQIQOTLAR, 76(2), 71-74.

12. Bakhodir, S., & Dilshoda, R. (2025). EASTERN THINKERS OF THE ERA OF THE FIRST RENAISSANCE. Global Science Review, 8(1), 682-687.
13. Zebo, N., & Bahodir, S. (2025). O ‘RTA ASRLARDA ANGLIYA (V-XV ASRLAR). Global Science Review, 11(1), 85-90.
14. Шамсиддинов, Б., & Гуламов, М. (2023). ЛОГИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ФИЛОСОФИИ С ЛИТЕРАТУРОЙ. Oriental Art and Culture, 4(3), 332-335.
15. Shamsiddinov, B. J., & Jakbaraliyva, Z. (2022). Scientific and Empirical Relations of Philosophy and Literature. Spanish Journal of Innovation and Integrity, 7, 70-73.
16. Abdullaev, U. B., & Shamshiddinov, B. (2024). O ‘RTA ASRLAR YOZMA MANBALARIDAGI ETNIK NOMLAR. Ijtimoiy-gumanitar sohada ilmiy-innovatsion tadqiqotlar, 1(1).
17. Шамсиддинов, Б. Ж., & Жакбаралиева, З. О. (2022). АБУ АЛИ ИБН СИНО ТИББИЙ ТАРБИЯ ХУСУСИДА. Oriental Art and Culture, 3(2), 670-674.
18. Shamsiddinov, B. (2022). The importance of supporting innovative activities of entrepreneurs in uzbekistan. ASIA PACIFIC JOURNAL OF MARKETING & MANAGEMENT REVIEW ISSN: 2319-2836 Impact Factor: 8.071, 11(11), 165-170.
19. Шамсиддинов, Б. Ж. (2023). МАМЛАКАТИМИЗ МИЛЛИЙ ЮКСАЛИШНИНГ ИЖТИМОИЙФАЛСАФИЙ АСОСЛАРИ. Oriental Art and Culture, 4(5), 345-350.
20. Шамсиддинов, Б. (2020). Тарбия жараёнида шар мутафаккирларининг қ педагогик ва психологик қарашлари. In Актуальные вопросы развития современного общества, экономики и профессионального образования (pp. 268-271). Российский государственный профессионально-педагогический университет.
21. Shamsiddinov, B. B. DINSHUNOSLIKNING BOSHQA FANLAR BILAN ALOQASI.
22. Shamsiddinov, B. B. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi.
23. YANGI, V. T. V. M., & YONDASHUVLARI, T. H. OZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TALIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI “ZAMONAVIY JAHON TARIXSHUNOSLIGIDA FARG’ONA.

24. YANGI, V. T. V. M., & YONDASHUVLARI, T. H. OZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TALIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI “ZAMONAVIY JAHON TARIXSHUNOSLIGIDA FARG’ONA.
25. Shamsiddinov, B. B. DINSHUNOSLIKNING BOSHQA FANLAR BILAN ALOQASI.
26. Shamsiddinov, B. B. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi.
27. Shamsiddinov, B. M. U. (2026, June). HISTORICAL AND ETHNOGRAPHIC FEATURES OF POTTERY-RELATED RITUALS IN THE FERGANA VALLEY. In *International Conference Platform* (No. 6, pp. 135-143).
28. Ruxshona, A., & Bahodir, S. (2026). IS’HOQXON IBRATNING MA’RIFATPARVARLIK FAOLIYATI VA ILMIY MEROSI. Ustozlar uchun, 104(1), 284-292.
29. Bahodir, S. (2026). TALABALARNING MUSTAQIL TA’LIMINI TASHKIL ETISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING O ‘RNI VA AHAMIYATI. Лучшие интеллектуальные исследования, 78(1), 496-510.
30. Bahodir, S. (2026). ZAMON TANLAMAS TRAGEDIYA: SOFOKLNING “SHOH EDIP” ASARIDA TAQDIR, BILISH VA INSON MAS’ULIYATI. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 79(2), 274-279.
31. Farangizbegim, S., & Bahodir, S. (2026). QADIMGI HINDISTON SIVILIZATSIYASI: SHAKLLANISHI, TARAQQIYOT BOSQICHLARI VA JAHON TARIXIDAGI O ‘RNI. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 79(2), 267-273.
32. Farangizbegim, S., & Bahodir, S. (2026). 1918–1939-YILLARDA GERMANIYA: VEYMAR RESPUBLIKASIDAN NATSISTLAR DIKTATURASIGACHA. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 79(2), 254-266.
33. Farangizbegim, S., & Bahodir, S. (2026). ARAB XALIFALIGI TARIXI (NARSHAXIYNING “BUXORO TARIXI” ASARI MISOLIDA). Ustozlar uchun, 105(1), 306-318.

34. Farangizbegim, S., & Bahodir, S. (2026). IJTIMOIY SIYOSAT VA UNING AMALGA OSHIRILISH BOSQICHLARI. Лучшие интеллектуальные исследования, 78(1), 482-495.