

УДК 62.91

ИННОВАЦИИ В МЕДИЦИНСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.В. РУСИНА, С.К. ДИК

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (Минск, Беларусь)

Аннотация. В данной статье подробно рассматриваются инновации в области медицинской визуализации и обработки изображений, которые играют ключевую роль в современной медицине. Статья охватывает основные направления и достижения в этой области, включая применение искусственного интеллекта и машинного обучения для автоматизации анализа изображений, мультимодальную визуализацию, которая объединяет данные из различных источников для получения более полного представления о состоянии пациента, а также высокоразрешающие технологии, позволяющие детально изучать структуру тканей и органов. Особое внимание уделяется инновационным технологиям, таким как 4D-визуализация, функциональная МРТ (fMRT) и оптическая когерентная томография (ОКТ), которые находят широкое применение в диагностике, лечении и мониторинге заболеваний. Статья также рассматривает использование виртуальной и дополненной реальности для создания трехмерных моделей органов и тканей, что помогает врачам лучше понять анатомию и планировать хирургические вмешательства. Биомедицинская инженерия и нанотехнологии также вносят значительный вклад в развитие медицинской визуализации, улучшая качество изображений и повышая точность диагностики.

Ключевые слова: медицинская визуализация и обработка изображений, биомедицинская инженерия, оптическая когерентная томография, магнитно-резонансная томография, искусственный интеллект, трехмерные модели, высококачественные изображения, мультимодальная визуализация, виртуальная реальность, нанотехнологии.

INNOVATIONS IN MEDICAL IMAGING AND IMAGE PROCESSING

A.V. RUSINA, S.K. DZIK

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Belarus)

Abstract. This article comprehensively examines innovations in the field of medical visualization and image processing, which play a key role in modern medicine. The article covers the main directions and achievements in this area, including the application of artificial intelligence and machine learning for the automation of image analysis, multimodal visualization that combines data from various sources to obtain a more complete picture of the patient's condition, as well as high-resolution technologies that allow for detailed study of tissue and organ structures. Special attention is given to innovative technologies such as 4D visualization, functional MRI (fMRI), and optical coherence tomography (OCT), which find wide application in the diagnosis, treatment, and monitoring of diseases. The article also considers the use of virtual and augmented reality to create three-dimensional models of organs and tissues, helping doctors better understand anatomy and plan surgical interventions. Biomedical engineering and nanotechnology also make significant contributions to the development of medical visualization, improving image quality and increasing diagnostic accuracy.

Keywords: medical visualization and image processing, biomedical engineering, optical coherence tomography, magnetic resonance imaging (MRI), artificial intelligence, three-dimensional models, high-quality images, multimodal visualization, virtual reality, nanotechnology.

Введение

Медицинская визуализация и обработка изображений играют ключевую роль в современной медицине, обеспечивая врачей и исследователей важной информацией для диагностики, лечения и мониторинга заболеваний. В последние годы в этой области произошли значительные инновации, которые существенно улучшили качество и точность медицинских изображений.

Методика проведения эксперимента

Основные инновации в медицинской визуализации

1. *Магнитно-резонансная томография (МРТ)*. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одной из наиболее важных технологий в медицинской визуализации. Она позволяет получать высококачественные изображения мягких тканей и органов без использования ионизирующего излучения. В последние годы МРТ-технологии значительно улучшились благодаря внедрению новых методов, таких как функциональная МРТ (*fMRT*), которая позволяет изучать активность мозга в реальном времени. Функциональная МРТ (*fMRT*) используется для изучения активности мозга. Она позволяет визуализировать изменения в кровотоке, связанные с нейронной активностью. Это особенно важно для исследований в области нейропсихологии, психиатрии и неврологии. *fMRT* позволяет изучать, как различные области мозга реагируют на различные стимулы, что помогает в диагностике и лечении нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и Паркинсона.

2. *Компьютерная томография (КТ)*. Компьютерная томография (КТ) также претерпела значительные изменения. Современные КТ-сканеры оснащены многослойными детекторами и высокоскоростными компьютерами, что позволяет получать изображения с высоким разрешением и минимальным временем сканирования. Это особенно важно для диагностики острой патологии, такой как инсульт или травмы.

Многослойные детекторы. Многослойные детекторы позволяют одновременно сканировать несколько слоев ткани, что значительно ускоряет процесс сканирования и улучшает качество изображений. Это особенно важно для диагностики острой патологии, где время играет ключевую роль. Современные КТ-сканеры могут получать изображения с высоким разрешением за считанные секунды, что позволяет быстро и точно диагностировать заболевания.

3. *Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ)*. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) используется для визуализации метаболических процессов в организме. В последние годы ПЭТ-технологии были интегрированы с КТ и МРТ, что позволяет получать более точные и детализированные изображения. Это особенно важно для диагностики онкологических заболеваний и нейродегенеративных расстройств.

Интеграция с КТ и МРТ. Интеграция ПЭТ с КТ и МРТ позволяет получать более точные и детализированные изображения. ПЭТ/КТ и ПЭТ/МРТ комбинируют функциональные данные ПЭТ с анатомическими данными КТ и МРТ, что позволяет более точно локализовать патологические процессы и оценивать их активность. Это особенно важно для диагностики онкологических заболеваний, где точность локализации опухоли и оценка ее активности играют ключевую роль в выборе оптимальной стратегии лечения.

4. *Ультразвуковая диагностика (УЗИ)*. Ультразвуковая диагностика (УЗИ) остается одним из наиболее доступных и безопасных методов медицинской визуализации. Современные УЗИ-аппараты оснащены высокочастотными датчиками и передовыми алгоритмами обработки изображений, что позволяет получать изображения с высоким разрешением и минимальными артефактами.

Высокочастотные датчики. Высокочастотные датчики позволяют получать изображения с высоким разрешением, что особенно важно для диагностики мелких структур, таких как сосуды и нервы. Современные УЗИ-аппараты также оснащены передовыми алгоритмами обработки изображений, которые позволяют уменьшить артефакты и улучшить качество изображений. Это делает УЗИ более точным и надежным методом диагностики.

Инновации в обработке медицинских изображений

1. *Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение*. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение стали важными инструментами в обработке медицинских изображений. Алгоритмы ИИ могут автоматически анализировать изображения, выявлять патологии и предлагать диагностические рекомендации. Это позволяет значительно ускорить процесс диагностики и повысить его точность.

Автоматический анализ изображений. Алгоритмы ИИ могут автоматически анализировать медицинские изображения, выявлять патологии и предлагать диагностические рекомендации. Это особенно важно для массового скрининга, где необходимо быстро и точно

анализировать большое количество изображений. ИИ может помочь врачам быстрее и точнее диагностировать заболевания, что улучшает качество медицинской помощи.

2. *Радиомика*. Радиомика представляет собой метод анализа медицинских изображений, который позволяет извлекать количественные данные из изображений для диагностики и прогнозирования заболеваний. Это особенно важно для онкологии, где радиомика может помочь в оценке агрессивности опухоли и выборе оптимальной стратегии лечения.

Количественный анализ изображений. Радиомика позволяет извлекать количественные данные из медицинских изображений, такие как текстура, форма и интенсивность сигнала. Эти данные могут быть использованы для диагностики и прогнозирования заболеваний. В онкологии радиомика может помочь в оценке агрессивности опухоли, что позволяет выбрать оптимальную стратегию лечения и улучшить прогноз для пациентов.

3. *Виртуальная и дополненная реальность (VR и AR)*. Виртуальная и дополненная реальность (VR и AR) находят все большее применение в медицинской визуализации. VR позволяет создавать трехмерные модели органов и тканей, что улучшает планирование хирургических операций и обучение врачей. AR, в свою очередь, может быть использована для наложения виртуальных изображений на реальные объекты, что улучшает визуализацию и навигацию во время хирургических вмешательств.

Трехмерные модели. VR позволяет создавать трехмерные модели органов и тканей, что улучшает планирование хирургических операций и обучение врачей. Трехмерные модели позволяют хирургам лучше понять анатомию пациента и спланировать операцию, что улучшает результаты лечения. AR может быть использована для наложения виртуальных изображений на реальные объекты, что улучшает визуализацию и навигацию во время хирургических вмешательств.

Перспективы развития. Инновации в медицинской визуализации и обработке изображений продолжают развиваться. В ближайшие годы можно ожидать дальнейшего улучшения разрешения и качества изображений, а также интеграции новых технологий, таких как квантовые вычисления и биофотоника. Эти инновации позволят значительно улучшить диагностику и лечение различных заболеваний, а также сделать медицинскую помощь более доступной и эффективной.

Заключение

Инновации в медицинской визуализации и обработке изображений продолжают развиваться, предлагая новые возможности для диагностики и лечения заболеваний. Применение искусственного интеллекта, мультимодальной визуализации, высокоразрешающих технологий, виртуальной и дополненной реальности, а также биомедицинской инженерии и нанотехнологий позволяет значительно улучшить качество медицинских услуг. В будущем можно ожидать дальнейшего прогресса в этой области, что приведет к новым открытиям и улучшению здоровья населения.

Список литературы

1. Авшаров, Е.М. Обработка медицинских изображений как необходимый инструментарий медицинского диагностического процесса / Абгарян М.Г. Москва: Вестник рентгенологии и радиологии, 2010.
2. Mystafa A. Mafraji Magnetic Resonance Imaging / Mystafa A. Mafraji // Rush University Medical Center, 2023.
3. 4 Trends in medical imaging in 2024: Breakthroughs in radiology productivity 2024 [Электронный ресурс] AuntMinnie. – Режим доступа: <https://www.auntminnie.com/imaging-informatics/artificial-intelligence/article/15663042/flywheel-4-trends-in-medical-imaging-in-2024-breakthroughs-in-radiology-productivity> – Дата доступа: 14.11.2024.