

National Technical
University of Ukraine
"Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute"



Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Міжнародна науково-практична конференція
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ
БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
присвячена 125-річному ювілею
Київського політехнічного інституту імені Ігоря Сікорського

International Scientific and Practical Conference
CURRENT STATE AND PROSPECTS OF BIOMEDICAL
ENGINEERING

dedicated to the 125-anniversary of the
National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ
BOOK OF ABSTRACTS

13-14 грудня 2023 року, Київ, Україна
December 13-14, 2023, Kyiv, Ukraine



УДК [577+616]:62(062)

Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 125-річному ювілею Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (13-14.12.2023, м. Київ) : ел.збірник / Упоряд.: О.І. Голембіовська – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 239 с.

Збірник матеріалів доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії», присвячена 125-річному ювілею КПІ ім. Ігоря Сікорського. Розглянуто широке коло питань в галузі біомедичної інженерії, такі як: проблеми та перспективи біомедичної інженерії як освітньої та наукової галузі; клінічна інженерія, технології діагностики та лікування; медичне приладобудування і біомедична електроніка; регенеративна біоінженерія, біофармацевтична інженерія, медичні біотехнології; реабілітаційна інженерія, фізична терапія, ерготерапія; біомедична кібернетика, телемедицина, інтелектуальні системи в медицині. Розраховано на наукових та науково-педагогічних працівників наукових установ, закладів освіти фармацевтичного, медичного, біологічного профілю, докторантів, аспірантів, студентів, співробітників підприємств та громадських організацій.

Current state and prospects of biomedical engineering: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 125th anniversary of the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (December 13-14, 2023, Kyiv) : electronic abstract book / Edited by: O.I. Golembiovska – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2023. – 239 p.

Collection of reports of the International scientific and practical conference "Current state and prospects of biomedical engineering", dedicated to the 120th anniversary of the Igor Sikorskyi Kyiv Polytechnic Institute. A wide range of issues in the field of biomedical engineering are considered, such as: problems and prospects of biomedical engineering as an educational and scientific field; clinical engineering, diagnostic and treatment technologies; medical instrumentation and biomedical electronics; regenerative bioengineering, biopharmaceutical engineering, medical biotechnology; rehabilitation engineering, physical therapy, occupational therapy; biomedical cybernetics, telemedicine, intelligent systems in medicine. It is intended for scientific and scientific-pedagogical employees of scientific institutions, pharmaceutical, medical, and biological education institutions, doctoral students, postgraduate students, students, employees of enterprises and public organizations.

За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідальні автори.

Матеріали друкуються мовами оригіналу: українська, англійська.

Матеріали конференції дозволено до опублікування в Україні та за кордоном (акт № 23/24-2 від 18.12.2023 р.).

Наказ № НМКП/110/2023 від 15.12.2022 р. про Проведення Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії», присвяченої 125-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського, КПІ ім. Ігоря Сікорського.

© Автори матеріалів, 2023

© КПІ ім. І.Сікорського, 2023 2

РЕАЛІЗАЦІЯ ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СЕГМЕНТАЦІЇ МРТ ЗОБРАЖЕНЬ ГОЛОВНОГО МОЗКУ ЛЮДИНИ

Керецман А. О. Аврунін О.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки

e-mail: artem.keretsman@nure.ua

Мозок – це головний орган центральної нервової системи людини, центр керування всіма функціями організму. Функції мозку включають обробку сенсорної інформації, що надходить від органів чуття, планування, прийняття рішень, координацію, управління рухами, емоції, увагу, пам'ять, а також він виконує вищі психічні функції, зокрема мислення [1]. Порушення роботи мозку можуть призвести до тяжких медико-соціальних проблем, таких як порушення рухів та здатності до пересування, зорові та мовні розлади, дисфункція тазових органів, порушення ковтання та аліментарна недостатність, емоційні (депресія) та когнітивні (до ступеня деменції) розлади [1, 2]. Методи медичної візуалізації [3, 4] створили прорив у діагностиці захворювань головного мозку та дозволили відкрити нові напрями, які пов'язані з комп'ютерним плануванням оперативних втручань [5], методами нейронавігації [6, 7], системами віртуальної реальності [8] та персоналізованим 3D-прототипуванням анатомічних структур [9].

Найважливішим та найпершим завданням в аналізі медичних зображень є сегментація – процес, за допомогою якого цифрове зображення поділяється на різні підгрупи пікселів, які називаються об'єктами зображення [10, 11]. Важливість сегментації зумовлена тим, що її результати безпосередньо впливають на всі інші етапи аналізу зображень. При МРТ аналізі головного мозку сегментація зображень зазвичай використовується для вимірювання та візуалізації анатомічних структур головного мозку, для аналізу змін мозку, для окреслення патологічних областей, а також для хірургічного втручання із використанням зображень [12]. Серед методів сегментації зображень розрізняють: пороговий, методи на основі виявлення країв, методи на основі областей, кластеризацію, метод k-середніх, методи стохастичної сегментації, гібридні методи, методи сегментації за допомогою нейронних мереж тощо [12].

Мета роботи. Метою роботи була розробка програмного модуля автоматизованої сегментації МРТ зображень головного мозку людини.

Результати роботи. Під час виконання роботи розглянуто МРТ зображення головного мозку в нормі та при деяких патологіях, таких як: інфекційні захворювання, судомні захворювання, травми, пухлини, судинні порушення, аутоімунні захворювання, нейродегенеративні захворювання, які отримувались у різних режимах та видах МРТ діагностики (функціональної МРТ, перфузійної МРТ, дифузійно-зваженої МРТ, МРТ-ангіографії). На отриманих зображеннях були реалізовані деякі методи сегментації зображень, зокрема на основі порогового методу, сегментації на основі виявлення країв, методів сегментації на основі областей, кластеризації, методу k-середніх та текстурної сегментації. Проаналізовано основні похибки при сегментації у порівнянні з інтерактивною сегментацією на основі визначення результатів за кількісними критеріями, такими як різниця загальних площин сегментованих структур та їх контурних елементів з візуалізацією диференційних зображень, що дозволило оцінити саме результативність кожного методу при різних вхідних даних та визначити розташування проблемних областей. Сегментація МРТ зображень головного мозку людини виконувалася за допомогою розробленого в середовищі



Embarcadero RAD Studio програмного модуля, що складався з блоку попередньої обробки, блоку сегментації, блоку аналізу даних та блоку візуалізації.

Результати роботи програмного модуля були попередньо протестовані на прикладі десяти МРТ зображень головного мозку людини з різноманітними патологіями, а саме: абсцес, хвороба Альцгеймера, гліобластома, аневризма, інсульт, васкуліт, розсіяний склероз, хвороба Гентінгтона, епілепсія та гідроцефалія. Після отримання результатів автоматизованої сегментації була перевірена різниця між кожним вихідним сегментованим вручну та

автоматизовано сегментованим МРТ зображеннями. Вона була виражена в кількості невірно сегментованих пікселів та перерахована в процентах від загальної площі. Для цього було розраховано коефіцієнт помилок сегментації, який виражає відношення суми неправильно сегментованих та неправильно несегментованих пікселів до загального числа сегментованих пікселів і є узагальненою метрикою помилок сегментації. Процент помилок сегментації між усіма зображеннями при граничному методі в середньому складав до 30-40 %, що пов'язано зі складністю конфігурації об'єктів, через що пікселі на границях об'єктів неправильно сегментуються, або об'єкти розбиваються на занадто великі сегменти. Для інших більш вдосконалених методів він прогнозовано зменшувався до 10%. Для зменшення проценту помилок сегментації необхідно оптимізувати параметри алгоритмів окремо під кожне МРТ зображення та використовувати методи штучного інтелекту.

У перспективі розроблений програмний модуль може застосовуватись у медичних установах, де проводяться МРТ дослідження, для підвищення ефективності та швидкості виявлення структурно-функціональних порушень у головному мозку.

Перелік посилань:

1. Аврунін О.Г., Філатов В.О., Тимкович М.Ю., Кухаренко Д.В., Пятикоп В.О. Комп'ютерне планування малоінвазивних втручань в офтальмології та нейрохірургії. Харків : ХНУРЕ, 2020. 160 с. DOI: 10.30837/978-966-659- 283-8.
2. Avrunin OG Visualization of the ventrolateral nucleus of the thalamus of the human brain / O. G. Avrunin, V. V. Semenets, S. Yu. Maslovsky // Radioelectronics and Informatics. - С. 132-134.
3. Тимкович М.Ю. Использование DICOM-изображений в медицинских системах / М.Ю. Тимкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Техн. электродинамика: Тематич. вып. – 2012. – Т.4. – С. 178–183.
4. Книгавко, Ю.В. Программная визуализация объемных медицинских данных / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Техн. электродинамика – 2011. – С. 301-308.
5. Аврунин, О. Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин, М. Ю. Тимкович, Х. И. Фарук // Бионика интеллекта. – 2013. – No 2 (81). – С. 101-104.
6. Аврунин О.Г. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе / О.Г. Аврунин, В. В. Семенец, А. Б. Щербакова. Радиоэлектроника и информатика. 1999. No 4(9) С. 107-108.
7. П'ятикоп, В. О. Сучасні технології фантомного моделювання в нейрохірургії як різновид симуляційного навчання лікарів-нейрохірургів / В.О. П'ятикоп, О.Г. Аврунін, М.Ю. Тимкович, І.О. Кутувий, І.О. Полях // Матеріали навчально-методичної конференції Симуляційне навчання в системі підготовки медичних кадрів, Харків, ХНМУ.– 2016.– С.136- 138.
8. Бажан О. В. Використання технологій віртуальної реальності в пластичній хірургії / О. В. Бажан, О. Г. Аврунін, М. Ю. Тимкович // I Всеукраїнська науково-практична конференція



молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. - 2018. - С.184.

9. Сипитый В.И. Особенности применения методик 2D и 3D компьютерной томографии при моделировании имплантатов для краниопластики фронтоорбитальных костных дефектов / В. И. Сипитый, Ю. А. Бабалян, О. Г. Аврунин // Медицина сегодня и завтра. – 2007. – No 4. – С. 60-63.

10. Аврунин О. Г. Визуализация данных контрастной компьютерной томографии / О. Г. Аврунин, Т. А. Карпенко // Прикладная радиоэлектроника. – 2007. – No 1. – С. 56-61.

11. Шамраева, Е.О. Выбор метода сегментации костных структур на томографических изображениях /Е.О. Шамраева, О.Г. Аврунин // Бионика интеллекта: информация, язык, интеллект.– 2006.– No 2 (65). – С.83–87.

12. Ivana Despotović, Bart Goossens, Wilfried Philips, “MRI Segmentation of the Human Brain: Challenges, Methods, and Applications”, Computational and Mathematical Methods in Medicine, vol. 2015, Article ID 450341, 23 pages, 2015.

