

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Електронної та біомедичної інженерії
(повна назва)

Кафедра біомедичної інженерії
(повна назва)

АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Програмний засіб обробки рентгенівських зображень грудної клітини з
вбудованою системою автоматизованої діагностики
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи БМІМ-21-1

Місоченко С.Ю.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 163 – Біомедична інженерія

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма _____

(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Аврунін О.Г.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____

(підпис)

Аврунін О.Г.

(прізвище, ініціали)

2022 р.

ВСТУП

Актуальність теми: При встановленні діагнозу та подальшому лікуванні пацієнта лікарі покладаються на дані медичних досліджень, найбільш інформативними з яких є різні варіації біомедичних зображень. Для якісної обробки медичного зображення усе частіше використовують функціонал комп'ютерного зору та машинного навчання [1, 2]. Актуальність обробки рентгенівських зображень грудної клітини на основі вбудованої системи автоматизованої діагностики не викликає сумнівів в сучасних умовах [3, 4].

Обробка медичних зображень є технологією виявлення внутрішніх прихованих елементів зображення, які важко знайти неозброєним оком, та фільтрацію завад [5-8]. Це потребує специфічних та доволі гнучких інструментів, у ролі яких виступають засоби комп'ютерного зору [8-17]. В літературі розглядаються типи медичних зображень, можливості їх обробки [18, 19] та відповідної візуалізації [20, 21], зокрема, при роботі з рентгенографічними даними [17, 22, 23]. Наводяться опис та вимоги роботи з форматом DICOM [24], огляд основних методів цифрової обробки [25, 26], сегментації [27, 28] та відображення [29, 30] медичних зображень, їх використання для задач діагностики [31, 32] та планування хірургічних втручань [33, 34]. Для цього як раз і потрібні методи автоматизованої обробки та аналізу біомедичних зображень.

Тому у якості задачі для даної кваліфікаційної роботи є створення програмного засобу для підвищення якості вторинної обробки медичних зображень персоналом лікарні за рахунок активного використання доступного функціоналу машинного навчання та комп'ютерного зору, які будуть поєднані з метою розробки графічного редактора для медичних зображень.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Мета та завдання дослідження: Для досягнення поставленої мети випускної кваліфікаційної роботи необхідно вирішити такі завдання:

- провести огляд методів цифрової обробки зображень;
- проаналізувати особливості обробки медичних зображень;
- провести огляд варіантів засобів обробки зображень з представлених на ринку;
- спроектувати графічний редактор для обробки медичних зображень;
- реалізувати графічний редактор для медичних зображень мовою високого рівня.

Об'єктом дослідження є захворювання та травми внутрішніх органів в цілому та захворювання органів грудної клітини в зокрема, які можна діагностувати за допомогою рентгенівських знімків.

Предметом дослідження є програмні засоби для взаємодії, перегляду та зміни біомедичних зображень.

Наукова новизна роботи полягає у інтеграції автоматизованої системи діагностики знімків грудної клітини, на базі попередньо навченої нейронної мережі, яка виконує функцію розпізнавання типу захворювання на рентгенівському знімку грудної клітини.

Публікації. За результатами магістерської роботи були підготовлені та надруковані наукові тези «Дослідження використання вірогіднісних методів у сфері обробки біомедичних та медичних зображень» авторів Місоченко С. Ю., Селіванова К.Г., Аврунін О. Г. , що наведена у джерелі [17].

Кваліфікаційна робота містить 4 частини.

У першій частині проводиться медико-технічне обґрунтування розробки, розглядаються типи медичних зображень, їх обробки та відповідної візуалізації з акцентом на рентгенографічні зображення. У другій частині наведено аналіз

та постановка вимог, теоретичне обґрунтування та огляд додатків з обробки біомедичних зображень, зокрема опис формату DICOM та огляд основних методів цифрової обробки, сегментації та відображення медичних зображень. В третьому розділі наведена програмна реалізація основного функціоналу програмного забезпечення та особливості його реалізації на мові програмування Python, структурна схема автоматизованої системи розпізнавання пневмонії та ураження легенів при коронавірусній хворобі.

В четвертому розділі наведено результати тестування програмного засобу та відповідні експериментальні результати.

ВИСНОВКИ

Під час виконання даної кваліфікаційної роботи було розроблено програмний засіб для взаємодії та обробки як звичайних медичних так і DICOM- зображень. Були реалізовані розширені функції обробки та фільтрації зображення, а також методи розпізнавання зображень на базі машинного навчання. Даний функціонал показав свою задовільну роботу та широкі можливості для подальшої модифікації та підтримки. Засіб автоматичного розпізнавання захворювань грудної клітини показав відносну працездатність, але потребує подальшого тестування на реальних зразках для виявлення закономірностей його помилок, та підвищення точності розпізнавання. Архітектура використання моделей нейронних мереж дозволяє швидко заміну моделі нейронної мережі, що добре впливає на подальшу підтримку даного ПЗ.

Також, в ході розробки даного програмного забезпечення були виявлені мало задокументовані проблеми, на рівні мови Python та його фреймворків, з послідуочим їх усуненням.

Робота може бути використана у спеціалізованих медичних діагностичних центрах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

АНАЛІЗ ЗОБРАЖЕННЯ, КОРЕКЦІЯ ГІСТОГРАМНА, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, НАВЧАННЯ МАШИННЕ, OPENCV, РЕНТГЕНОГРАФІЯ, РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ, ФІЛЬТРАЦІЯ ЗОБРАЖЕННЯ, ФЛЮОРОГРАФІЯ.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Медицинская информатика: учебник / И.Е. Булах, Ю.Е. Лях, В.П. Марценюк, И.И. Хаимзон. – Київ: «Медицина», 2012. – 424 с.
2. Книгавко, Ю.В. Программная визуализация объемных медицинских данных / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Техн. електродинаміка – 2011. – С. 301-308.
3. Robert L. Keith. Overview of Lung Tumors [Электронный ресурс] / Robert L. Keith // MSD Manuals. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.msmanuals.com/ru/професіональний/легочные-нарушения/опухоли-легких/обзор-опухолей-легких-overview-of-lung-tumors>.
4. Robert L. Keith. Тромбоэмболия Легочной Артерии (ТЭЛА) [Электронный ресурс] / Robert L. Keith // MSD Manuals. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.msmanuals.com/ru/професіональний/легочные-нарушения/опухоли-легких/обзор-опухолей-легких-overview-of-lung-tumors>.
5. Медична інформатика : навчальний посібник [для студентів вищих навч. закладів МОЗ України] / О.В. Сілкова, Н.В. Лобач ; МОЗ України, УМСА. – Вид. 2-ге, змін., випр. – Полтава : АСМІ, 2016. – 262 с.
6. Комп'ютерне моделювання у фармації: Навч. посіб. для мед. ВНЗ І р.а. Рекомендовано МОЗ / Булах І.Є. та ін. – К., 2016. – 208 с
7. DICOM PS3.6 2022d - Data Dictionary. www.dicomstandard.org. URL: <https://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part06.pdf> (дата звернення: 20.12.2022).
8. Automatic Estimation and Removal of Noise from a Single Image / C. Liu, R. Szeliski, S. B. Kang, C. L. Zitnick, W. T. Freeman // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2008. – Vol. 30, No. 2. – P. 299-314.
9. Preechaya Srisombut. Morphological Image Processing. Graduate School of Information Sciences and Engineering, Tokyo Institute of Technology For IP seminar,

4 November 2004 : з матеріалів семінару ін-ту Tokyo Institute of Technology, м. Токіо, 4 листоп. 2004 р.

10. Akshansh Mishra1. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) Approach for Enhancement of the Microstructures of Friction Stir Welded Joints [Електронний ресурс] / Akshansh Mishra1 // Centre for Artificial Intelligent Manufacturing Systems, Stir Research Technologies, India. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2109/2109.00886.pdf>.

11. Rafael C. Gonzalez University of Tennessee, Richard E. Woods. Digital Image Processing 4th Edition : Навчальний посібник. 4th ed. Pearson Education International, 2017. 1192 p.

12. Rafael C., Gonzalez. Image Tresholding. Digital Image Processing : навчальний посібник. 4th ed. 2017. P. 760–790.

13. Rafael C., Gonzalez. Image Tresholding. Digital Image Processing : навчальний посібник. 4th ed. 2017. P. 790–821.

14. Serge BEUCHER. IMAGE SEGMENTATION AND MATHEMATICAL MORPHOLOGY. URL: <https://people.cmm.minesparis.psl.eu>
<https://people.cmm.minesparis.psl.eu/users/beucher/wtshed.html>. (date of access: 20.12.2022).

15. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012) [Електронний ресурс] // ImageNet. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2012/>. (дата звернення: 20.12.2022).

16. Kim DW, Jang HY, Kim KW, Shin Y, Park SH. Design Characteristics of Studies Reporting the Performance of Artificial Intelligence Algorithms for Diagnostic Analysis of Medical Images: Results from Recently Published Papers. Korean J Radiol. 2019 Mar;20 (3):405-410 . <https://doi.org/10.3348/kjr.2019.0025>.

17. Місоченко С.Ю. ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ВІРОГІДНІСНИХ МЕТОДІВ У СФЕРІ ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНИХМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ. “Інформаційні технології: наука,

техніка, технологія, освіта, здоров'я" (MicroCAD-2022) : Міжнар. науково-практ. конф., м. м. Харків, 4 верес. 2022 р.

18. Avrunin O. Development of Automated System for Video Intermatoscopy / O.G. Avrunin, V. Klymenko, A. Trubitsin, O. Isaeva // Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference International Trends in Science and Technology Vol.2, January 31, 2019, Warsaw, Poland. - P. 6-9.

19. Avrunin, O., Kolisnyk, K., Nosova, Y., Tomashevskiy, R., & Shushliapina, N. (2020). Improving the methods for visualization of middle ear pathologies based on telemedicine services in remote treatment. Paper presented at the 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology, KhPI Week 2020 - Conference Proceedings, 347-350. doi:10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250090.

20. Книгавко, Ю.В. Программная визуализация объемных медицинских данных / Ю.В. Книгавко, О.Г. Аврунин // Журн. Техн. електродинаміка – 2011. – С. 301-308.

21. Selivanova KG, Avrunin OG, Tymkovych MY, Manhora TV, Oleh S, Bezverkhyi OS, et al. 3D visualization of human body internal structures surface during stereo-endoscopic operations using computer vision techniques. Przegląd Elektrotechniczny. 2021;97(9):30-3.

22. Шамраева Е.О, Аврунин О.Г. Построение моделей черепных имплантов по рентгенографическим данным // Прикладная радиоэлектроника.– 2005.– Т4, С. 441-443.

23. Аврунин О.Г. Методы визуализации внутримозговых структур на современном этапе / О.Г. Аврунин, В. В. Семенец, А. Б. Щербакова. Радиоэлектроника и информатика. 1999. № 4(9) С. 107-108.

24. Тымкович М.Ю., Аврунин О.Г., Семенец В.В. Использование DICOM изображений в медицинских системах. Техн. електродинаміка: тематич. вып. 2012. Т.4. С. 178–183.

25. Tymkovych M, Gryshkov O, Avrunin O, Selivanova K, Nosova Y, Mutsenko V, et all. Application of SOFA Framework for Physics-Based Simulation

of Deformable Human Anatomy of Nasal Cavity. In: Jarm T, Cvetkoska A, Mahnic-Kalamiza S, Miklavcic D. (eds) 8th European Medical and Biological Engineering Conference. EMBEC 2020. IFMBE Proceedings, vol. 80. Springer, Cham.

26. O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovich, S.V. Pavlov, S.V. Timchik, P. Kisala and Y. Orakbaev, "Classification of CT-brain slices based on local histograms", Proceedings of SPIE, vol. 9816, pp. 98161J, 2015.

27. M.Y. Tymkovich, O.G. Avrunin, V.G. Paliy, M. Filzow, O. Gryshkov, B. Glasmacher, et al., "Automated method for structural segmentation of nasal airways based on cone beam computed tomography", Proceedings of SPIE, vol. 10445, pp. 104453F, June 2017.

28. Avrunin, O. G., Tymkovich, M. Y., Abdelhamid, I. Y., Shushliapina, N. O., Nosova, Y. V., & Semenets, V. V., "Features of image segmentation of the upper respiratory tract for planning of rhinosurgical surgery," 2019 IEEE 39th International Conference on Electronics and Nanotechnology ELNANO, 485-488 (2019). doi:10.1109/ELNANO.2019.8783739

29. Tymkovich M.Y., Avrunin O.G. Farouk H.I. Reconstruction method of the intact surface of surgical accesses. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2014, 9(70), 37–41.

30. Avrunin O.G. Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain / O.G. Avrunin, M.Y. Tymkovich, S.P. Moskovko, et. al. Przegląd Elektrotechniczny: doi:10.15199/48.2017.05.20. 2017. V. 93-5. P. 102–105.

31. Avrunin, O.G.; Nosova, Y.V.; Abdelhamid, I.Y.; Pavlov, S.V.; Shushliapina, N.O.; Bouhlal, N.A.; Ormanbekova, A.; Iskakova, A.; Harasim, D. Research Active Posterior Rhinomanometry Tomography Method for Nasal Breathing Determining Violations. Sensors 2021, 21, 8508. <https://doi.org/10.3390/s21248508>.

32. Avrunin, O. G., Nosova, Y. V., Abdelhamid, I. Y., Pavlov, S. V., Shushliapina, N. O., Wójcik, W., . . . Kalizhanova, A. (2021). Possibilities of automated diagnostics of odontogenic sinusitis according to the computer tomography data. Sensors (Switzerland), 21(4), 1-22. doi:10.3390/s21041198.

33. Сипитый В.И., Пятикоп В.А., Кутовой И.А., Аврунин О.Г. Опыт проведения стереотаксических расчетов с использованием интраоперационной компьютерной томографии / В. И. Сипитый, В. А. Пятикоп, И. А. Кутовой, О. Г. Аврунин // Український нейрохірургічний журнал.– 2006. – № 3. – С. 58–62

34. System of three-dimensional human face images formation for plastic and reconstructive medicine / Ya. Nosova, S. Pavlov, O. Avrunin, O. Hrushko, N. Shushlyapina // Teaching and subjects on bio-medical engineering. Approaches and experiences from the BIOART-project. – Corresponding authors, Peter Arras and David Luengo. – Printed by Acco cv, Leuven (Belgium), 2021. – P.187–203.