

DOI 10.26886/2414-634X.6(33)2019.5

UDC: 004.932

TOMOGRAPHIC AND X-RAY RECOGNITION SYSTEM FOR SEARCHING AND LOCALIZING PATHOLOGIES

A. I. Poliachenko

Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine

The article proposed and built a tomographic and X-ray recognition system for the search and localization of pathologies. This system includes blocks: the entry of patient information, medical image processing, to establish a conclusion, to classify the pathologies identified, a database and a report. In the proposed system, the initial step is to obtain tomographic or X-ray images, which are then transferred to the patient information and medical image processing units. As a result of the introduction of information about the patient enters the database along with tomographic or x-ray images. The medical image processing unit includes 4 subsystems that cover the automatic processing of tomographic or X-ray images, as well as manual processing by a diagnostician. On the basis of the developed tomographic and X-ray recognition system for the search and localization of pathologies, it is possible to give an opinion about the disease automatically, or based on the judgments of the diagnostician.

Key words: recognition system, tomography and X-rays, pathology search and localization, diagnostician, database.

аспірант, Поляченко А. І., Система розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій/ Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У статті запропоновано та побудовано систему розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації

патологій. Дана система включає блоки: введення інформації про пацієнта, обробки медичних зображень, для встановлення висновку, для класифікації виявлених патологій, базу даних, підготовки звіту. У запропонованій системі початковим етапом є отримання томографічних чи рентгенівських знімків, які, далі, поступають до блоків введення інформації про пацієнта і обробки медичних зображень. Інформація про пацієнта в результаті введення потрапляє до бази даних разом із томографічними чи рентгенівськими знімками. Блок обробки медичних зображень включає 4 підсистеми, які охоплюють автоматичну обробку томографічних чи рентгенівських знімків, а також обробку в ручному режимі лікарем-діагностом. На основі розробленої системи розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій можна надати висновок про хворобу автоматично, або на основі суджень лікаря-діагноста.

Ключові слова: система розпізнавання, томографічні та рентгенівські знімки, пошук і локалізація патологій, лікар-діагност, база даних.

Вступ. При використанні комп'ютерної та магнітно-резонансної томографії (КТ та МРТ відповідно), найважливішою із задач, що постає перед лікарями, є визначення точних меж пухлин та інших аномальних утворень у тканинах організму людини [1]. Результатом обстеження при КТ і МРТ є серія знімків, що відповідають обраним площинам сканування. На основі отриманих знімків лікар візуально визначає наявність аномальних утворень та їх межі. Проблема полягає у тому, що наявність пухлин досить просто визначити візуально у силу їх характерних структурних особливостей, у той час як визначення точних меж між здоровими та ураженими тканинами є дуже складною

задачею, яку практично неможливо вирішити без виконання додаткових замірів та розрахунків [1]. Складність цієї задачі є наслідком того, що здорові та уражені тканини на знімках КТ та МРТ можуть виглядати практично однаково, у сенсі, наприклад, кольору відповідних областей, що, у свою чергу, унеможлиблює використання методів візуального аналізу зображення для виявлення меж між вказаними областями [1, 2]. Тому виникає необхідність у побудові системи розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій для полегшення праці лікарів-діагностів та з можливістю встановлення більш точного діагнозу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час аналізу конкретного медичного зображення виникає необхідність вибору алгоритму, найбільш підходящого для його сегментації [1, 3, 4-6]. Фактично таке завдання стоїть, перед розробниками програмних засобів для МРТ-обладнання, а не перед лікарями-клініцистами, які використовують методи променевої діагностики. При виборі алгоритму доводиться враховувати як властивості конкретного медичного зображення, так і особливості певного алгоритму сегментації [1, 5, 7-9]. У роботі [10] розроблено програмне забезпечення для вирішення основних завдань інформаційної підсистеми: завдань передачі інформації між підсистемами дослідження і діагностики внутрішньочерепних новоутворень, а також реєстрація пацієнта, перегляд і редагування його даних.

У той же час практично повністю відсутня система автоматичної обробки і розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій. Тому, даний напрям дослідження, на сьогодні, є актуальним.

Мета статті. У даній статті необхідно розробити систему розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і

локалізації патологій для полегшення праці лікарів-діагностів по встановленню діагнозу з високою імовірністю.

Основні результати дослідження. Для пошуку і локалізації аномалій на томографічних і рентгенівських знімках пропонується система, яка буде складатися з наступних блоків:

- блок введення інформації про пацієнта;
- блок обробки медичних зображень, що включає:
 - згорткову нейронну мережу для класифікації томографічних і рентгенівських знімків;
 - згорткову нейронну мережу для визначення залежностей значень просторового фактора Wz від стандартизованих z -значень і з наступним розрахунком коефіцієнту загальної просторової автокореляції;
 - згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків;
 - підсистему ручної обробки медичних зображень, що представлена лікарем-діагностом;
 - блок для встановлення висновку, що включає нейронну мережу, призначену для порівняння отриманих результатів;
 - блок для класифікації виявлених патологій, що включає нейронну мережу;
 - базу даних, як вже існуючих знімків, так і нових, у т.ч. з результатом оброблення;
 - блок підготовки звіту.

Загальний вигляд функціональної структури пропонуємої системи розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій приведено на рис. 1.

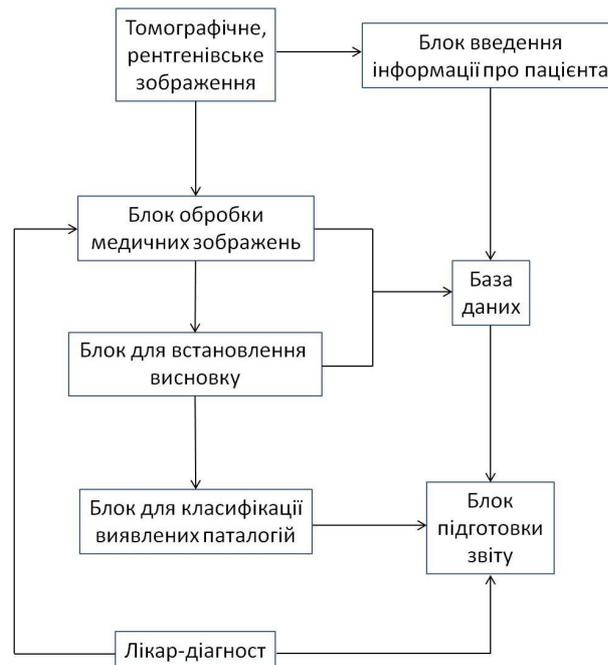


Рис. 1. Загальний вигляд функціональної структури пропонуємої системи розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій

У приведеній функціональній структурі пропонуємої системи (рис. 1) початковим етапом є отримання томографічних чи рентгенівських знімків, які, далі, поступають до блоків введення інформації про пацієнта і обробки медичних зображень.

Інформація про пацієнта в результаті введення потрапляє до бази даних разом із томографічними чи рентгенівськими знімками.

Блок обробки медичних зображень із внутрішніми зв'язками має наступну структуру (рис. 2).

Приведена структура блоку обробки медичних зображень пропонуємої системи включає 4 підсистеми, які охоплюють автоматичну обробку томографічних чи рентгенівських знімків, а також обробку в ручному режимі лікарем-діагностом.

Згорткові нейронні мережі (ЗНМ) для класифікації та визначення просторової автокореляції медичних знімків запропоновано використовувати як з відкритими, так і без використання відкритих

джерел в системі розпізнавання, призначеної для пошуку і локалізації патологій. Архітектура даної ЗНМ приведена у роботі [2].



Рис. 2. Структура блоку обробки медичних зображень

При цьому навчання ЗНМ для розпізнавання патології на томографічних чи рентгенівських знімках запропоновано проводити для залежностей значень просторового фактора Wz від стандартизованих z -значень і з наступним розрахунком коефіцієнту загальної просторової автокореляції. Міру розташування відповідної частини медичного зображення запропоновано задавати значеннями атрибутів елементів вагової матриці в ЗНМ. Після того, як шар ЗНМ виконає визначення областей на томографічних чи рентгенівських знімках, інший шар виконає підрахунок статистики Морана I або статистики Джири G з перевіркою гіпотези про існування просторової автокореляції. Потім, наступний згортковий шар ЗНМ виконує нанесення на медичне зображенні результату просторової автокореляції. У результаті навчання, ЗНМ буде готовою до обробки

нових томографічних чи рентгенівських знімків. Однак, слід відмітити про існування проблеми.

При розробці ЗНМ для сегментації томографічних і рентгенівських знімків і пошуку аномалій доцільно використовувати потужності хмарних технологій, тобто ЗНМ може бути розгорнуто на хмарному сервері, наприклад, таких як GoogleNet, ResNet, QuocNet, тощо. Це надасть можливість загального доступу. Для побудови ЗНМ з повномасштабною стратегією запропоновано використання ResNet. Дана архітектура є базовою. Для традиційних ЗНМ в процесі сегментації властиве локальне рецептивне поле, яке може привести до генерації локальних ознак. Кодування контекстної інформації великого радіусу дії не виконується належним чином, а отримані локальні ознаки можуть привести до значних потенційних розбіжностей між досліджуваними ознаками, які відповідають пікселям з однаковими тегами, що в результаті може привести до неузгодженості всередині класу пікселів, а в кінцевому підсумку може призвести до низької ефективності розпізнавання. Щоб вирішити таку проблему, необхідно виконати побудову асоціацій між функціями.

Для глобального контексту характерно застосування багаторівневого підходу. Потім, вивчені функції в різних масштабах, надходять в модулі управління виділяємої області зображення, які складаються з набору просторових і каналних модулів, що діють самостійно. У той час як просторові і каналні модулі при самостійній дії допоможуть адаптивно інтегрувати локальні функції з їх глобальними залежностями, набір модулів виділяємої області зображення допоможе поступово фільтрувати шум, акцентуючи увагу на відповідній інформації.

У пропонуємій системі розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій існує

можливість для лікаря-діагноста самому виділяти підозрілу з його точки зору область і надалі обробити тільки цю область або за допомогою існуючих загорткових нейронних мереж (ЗНМ) виділити області патологій-новоутворень, або вибрати конкретні алгоритми обробки медичних зображень.

Порівняння результатів і встановлення висновку виконується блоком з нейронною мережею, що призначена для виконання даних процесів.

Класифікація виявлених патологій на КТ чи МРТ знімках відбувається на основі нейронної мережі. Для зручності може бути використана нейромережа (НМ), що розгорнута на хмарному сервері, таких як GoogleNet, ResNet, тощо.

НМ для класифікації патологій складається з шару навчання і шару розпізнання. Шар навчання НМ включає можливість надання відомої інформації про патології на томографічних чи рентгенівських знімках, що отримана раніше лікарями-діагностами. Шар розпізнання встановлює приналежність відповідної патології до можливої категорії хвороби, або конкретно до хвороби. При цьому відбувається навчання НМ по встановленню новоутворених патологій у порівнянні з попередніми знімками, якщо вони є у базі даних. Якщо такі знімки і інформація відсутні, то НМ надає висновок про приналежність до категорії хвороби, не конкретизуючи її, з одночасним занесенням висновку до бази даних.

База даних представляє собою інформацію по вже існуючим знімкам, так і по новим, у т.ч. після обробки з відповідним результатом.

Групу змінних по томографічним чи рентгенівським знімкам та діагнозом, що пов'язані між собою, зручніше зберігати разом у вигляді кортежу. Рядки таблиці бази даних є кортежем фіксованої довжини, наповнення яких виконується за встановленням факту виникнення

патології, що відноситься до відповідної категорії хвороби, тобто з наступним встановленням зв'язку між патологією на томографічних чи рентгенівських знімках і конкретною хворобою при певній доступній інформації про пацієнта.

Робоча пам'ять бази даних може бути задана наступним чином:

$$WM = \langle \{WME_i\}, PE \rangle, \quad (1)$$

де $\{WME_i\}$ – множина елементів робочої пам'яті бази даних;

PE – операції (додавання, видалення, модифікація і пошук) над елементами в робочій пам'яті бази даних.

Елементи робочої пам'яті бази даних можуть бути представлені у вигляді кортежу:

$$WME = \langle NE, IDE, ATE, TPE, VLE \rangle, \quad (2)$$

де NE – назва медичних зображень бази даних;

IDE – ідентифікатор введених елементів бази даних;

ATE – атрибут введених елементів бази даних;

TPE – тип атрибута введених елементів бази даних;

VLE – значення атрибута введених елементів бази даних (кодоване значення атрибута введеного елемента для відповідного пацієнта, що перебуває у відповідному кортежі).

Значення кожного атрибута повинне зберігатись в безперервних ділянках бази даних, відповідно всі операції в кортежі (пошук, фільтрація, агрегація) будуть виконуватись дуже ефективно.

База даних взаємодіє з сервером, на якому зберігається вся доступна інформація.

Серверна частина складається з системи управління базами даних. Сервер системи управління базами даних приймає всі поступаючі запити, обробляє їх і відсилає відповідь лікарю або пацієнту. Всі операції, які проводяться з базою даних виконуються через запити на структурованій мові SQL.

У блоці підготовки звіту реалізовано можливість отримання кілька видів звітів: по результатам обслідування (загальний висновок) або результати статистики по існуючим пацієнтам з патологіями. Будь-який з можливих звітів може бути збережений у базі даних системи, або виведений на екран монітора або принтер.

Висновки та пропозиції. У статті запропоновано та побудовано систему розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій.

Дана система включає блоки: введення інформації про пацієнта, обробки медичних зображень, для встановлення висновку, для класифікації виявлених патологій, базу даних, підготовки звіту.

У запропонованій системі початковим етапом є отримання томографічних чи рентгенівських знімків, які, далі, поступають до блоків введення інформації про пацієнта і обробки медичних зображень. Інформація про пацієнта в результаті введення потрапляє до бази даних разом із томографічними чи рентгенівськими знімками. Блок обробки медичних зображень включає 4 підсистеми, які охоплюють автоматичну обробку томографічних чи рентгенівських знімків, а також обробку в ручному режимі лікарем-діагностом.

На основі розробленої системи розпізнавання томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій можна надати висновок про хворобу автоматично, або на основі суджень лікаря-діагноста.

Література:

1. Поляченко, А.І. (2018). Можливості методів пошуку та локалізації аномалій у томографічних та рентгенівських знімках для підвищення точності встановлення діагнозу. *Наукові нотатки*, 64, 159-165.

2. Поляченко, А.І. (2019). Пошук контурів областей із певною патологічною структурою на МРТ знімках. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*, 34, 96-106.
3. Mustaqeem, A., Javed, A., & Fatima, T. (2012). An efficient brain tumor detection algorithm using watershed & thresholding based segmentation. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, 4(10), 34-39.
4. Logeswari, T., & Karnan, M. (2010). An improved implementation of brain tumor detection using segmentation based on hierarchical self organizing map. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2(4), p. 1793-8201.
5. Marr, D., Hildreth, E. (2007). Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences. Series B, 1167, 187-217.
6. Kharrat, A. Benamrane, N., Ben, M. M., Abid, M. (2009). Detection of brain tumor in medical images. International Conference on Signals, Circuits and Systems, 1-6.
7. Bansal, S., Maini, R. (2013). Performance analysis of color based region split and merge and otsu's thresholding techniques for brain tumor extraction. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(4), 1640-1643.
8. Aslam, H. A., Ramashri, T., & Ahsan, M. I. A. (2013). A new approach to image segmentation for brain tumor detection using pillar K-means algorithm. *Int J Adv Res Comput Commun Eng*, 2(3), 1429-1436.
9. Кирсанова, А.В. (2004). Автоматизированная система диагностики новообразований головного мозга по магнитно-резонансным изображениям: дисс. ... канд. тех. наук: 05.11.17, С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т (ЛЭТИ). Санкт-Петербург, 2010. 148 с.

References:

1. Poliachenko, A. I. (2018). Mozhyvosti metodiv poshuku ta lokalizatsii anomalii u tomohrafichnykh ta renthenivskykh znimkakh dlia pidvyshchennia tochnosti vstanovlennia diahnozu [Possibilities of methods for searching and localizing anomalies in tomography and x-ray images to improve the accuracy of diagnosis]. *Naukovi notatky* [Science notes], 64, 159-165 [in Ukrainian].
2. Poliachenko, A. I. (2019). Poshuk konturiv oblastei iz pevnoiu patolohichnoiu strukturoiu na MRT znimkakh [Search for the contours of areas with a specific pathological structure on MRI images]. *Kompiuterno-intehrovani tekhnolohii: osvita, nauka, vyrobnytstvo* [Computer-integrated technologies: education, science, production], 34, 96-106 [in Ukrainian].
3. Mustaqeem, A., Javed, A., & Fatima, T. (2012). An efficient brain tumor detection algorithm using watershed & thresholding based segmentation. *International Journal of Image, Graphics and Signal Processing*, 4(10), 34-39.
4. Logeswari, T., & Karnan, M. (2010). An improved implementation of brain tumor detection using segmentation based on hierarchical self organizing map. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, 2(4), p. 1793-8201.
5. Marr, D., Hildreth, E. (2007). Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences. Series B, 1167, 187-217.
6. Kharrat, A. Benamrane, N., Ben, M. M., Abid, M. (2009). Detection of brain tumor in medical images. International Conference on Signals, Circuits and Systems, 1-6.
7. Bansal, S., Maini, R. (2013). Performance analysis of color based region split and merge and otsu's thresholding techniques for brain tumor extraction. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(4), 1640-1643.

8. Aslam, H. A., Ramashri, T., & Ahsan, M. I. A. (2013). A new approach to image segmentation for brain tumor detection using pillar K-means algorithm. *Int J Adv Res Comput Commun Eng*, 2(3), 1429-1436.
9. Kirsanova, A.V. (2004). Avtomatizirovannaja sistema diagnostiki novoobrazovanij golovnogo mozga po magnitno-rezonansnym izobrazhenijam [Automated system for diagnosis of brain tumors by magnetic resonance imaging] (PhD Thesis), St. Petersburg [in Russian].

Citation: A. I. Poliachenko. (2019). Tomographic and x-ray recognition system for searching and localizing pathologies. *Innovative Solutions in Modern Science*. 6(33). doi: 10.26886/2414-634X.6(33)2019.5

Copyright: © 2019 A. I. Poliachenko. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.