

УДК 535.317

*О.О. Назарчук, студентка гр. ПК-71.мн, д.п.н., проф. Протасов А.Г.
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ МЕДИЧНИХ ТЕРМОГРАМ

Анотація. В даній статті розглянуто перспективи застосування термографії в цілях медичної діагностики патологій людини та сучасні методи обробки медичних термограм. Реалізована статистична обробка температурних показників. Виявлено найбільш ефективний метод сегментації термограм при діагностиці варикозу ніг, що підвищує якість візуальної оцінки. Приведений детальний алгоритм отриманого методу. Охарактеризовано алгоритм К-середніх для обробки термограм та реалізовано у середовищі MATLAB. Запропоновано методику програмної обробки термограм для виявлення варикозу ніг, що підвищує ефективність діагностики.

Ключові слова: термографія, сегментація, алгоритм к-середніх, медична діагностика.

ВСТУП

Термографія з кожним днем отримує все більш широке застосування в медичних сферах діагностики та досліджень і являє собою метод обстеження пацієнтів за допомогою термографа, що дозволяє реєструвати інфрачервоне (ІЧ) випромінювання і перетворювати в термограму, на якій відображається розподіл теплового поля на поверхні тіла. Одним з головних переваг даного методу є його неінвазивність, так як при дослідженні проводиться реєстрація тільки власного випромінювання об'єкта спостереження [1].

Метою даної роботи є розгляд алгоритмів та розробка методики для поліпшення якості термограм програмним способом.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Термографія застосовується в багатопрофільних медичних установах, оскільки надає одночасно інформацію про анатомо-топографічні та функціональні зміни в ураженій зоні, що в свою чергу робить можливим діагностування різноманітних захворювань на ранніх стадіях.

Теплове зображення поверхні тіла дозволяє проаналізувати його відхилення від норми і судити про патологічні зміни в організмі, оскільки при розвитку патологічних процесів у внутрішніх органах відбувається рефлекторна зміна поверхневого кровотоку, яке супроводжується зміною тепловіддачі. Сьогодні термографія застосовується для діагностики та контролю ефективності лікування в кардіохірургії, оториноларингології, ортопедії, травматології та мамології.[2]

Наприклад, однією з найважливіших проблем при кардіохірургічних втручань є ішемічне пошкодження міокарда, оскільки із-за перетискання аорти відсутня нормальна коронарна перфузія. Ішемія ініціює комплексний каскад морфологічних і біохімічних змін у міокарді, які спровоковані швидким виснаженням запасів високоенергетичних фосфатів, що в свою чергу призводить до некрозу міокардіоцитів [3]. Коливання температури на поверхні міокарда в досліджуваній області чітко визначаються при гіпотермії та гіпертермії в умовах штучного кровообігу (ШК). Точний контроль температури охолодження і нагрівання тканин мозку і серця дозволяє

мінімізувати час проведення ШК і забезпечити максимальний захист міокарда під час операції [4].

Також за допомогою термографії проводиться оцінка стану артерій та вен. Варикозне розширення вен - це прогресуюча патологія судинної стінки, що супроводжується її розширенням і відкладенням тромботичних нашарувань, створенням варикозних вузлів і пристіночних тромбів, які є джерелом емболії судин і загрозою для життя (інфаркт, інсульт, тромбоз мезентаріальних судин). Тому раннє діагностування даних патологій дозволяє вчасно розпочати лікування та врятувати життя. Суть методики полягає в прямому взаємозв'язку рівня температури з прохідністю артерій. Якщо під час дослідження тепловизором виявляється зниження температури, то це свідчить про знижену прохідності. Дана процедура не має явних протипоказань.

На симетричних ділянках тіла при нормальному функціонуванні організму людини температура, як правило, має однакові показники. Патологічні ж стани характеризуються істотними змінами температурного рельєфу: з'являються зони гіпертермії або, навпаки, гіпертермії, змінюється осьовий температурний градієнт, ресструється термоасиметрія на тілі. В мамології, наприклад, це надає можливість ресструвати злоякісні новоутворення на ранній стадії їх розвитку. [2]

РЕЗУЛЬТАТИ

Одним з найактуальніших питань залишається підвищення інформативності та достовірності одержуваних результатів. На прилади даного типу накладаються високі вимоги щодо якості зображення, температурної роздільної здатності та відповідності знятих показань реальній температурі ділянки поверхні об'єкта спостереження.

Вивчаючи проблему аналізу зображень термограм необхідно розуміти, що будь-які зміни, що призводять до збільшення або зменшення теплотворення в прилеглих до шкіри органах і тканинах, призводять до зміни температури в ній і ці температурні зміни відображаються на термограмах за допомогою зміни в кольорі спектру.

На термограмах чітко визначається межа, топографія і зона поширення патологічного процесу. Якісні характеристики (температурні показники, термограми) отримують первинну статистичну обробку. Можна виділити наступні сучасні методи моделювання та обробки термограм: сканування термограм і збільшення різкості; згладжувальна фільтрація, контрастування, кадрування; методи Кенні, Собеля, Роберта і інші для виділення областей інтересу; виділення кордонів бінарних об'єктів, обертання.

Попереднім етапом обробки термограм є поліпшення якості зображення: придушення шумів, контрастування, збільшення колірного спектра. Для даного дослідження було вибрано такі механізми як поліпшення колірних складових зображення за допомогою методу декореляційного розтягування, виділення зони інтересу за допомогою сегментації кольорових зображень на основі кластеризації за методом k-середніх, алгоритму Собеля для виділення меж

бінарних об'єктів на термограмах, що дозволяє точно відстежити необхідні контури зони інтересу.

Найважливішим етапом обробки термограм є їх сегментація. При сегментації на зображенні можна виявити межі об'єктів, представлені ділянкою, на якому відбувається перепад яскравості. Для пошуку значущих сегментів термограми можна застосувати алгоритм k-середніх:

1. Вибирається k-центрів кластерів, випадково або на основі деяких припущень.

2. Призначається кожен піксель зображення кластеру, щоб звести до мінімуму різницю між пікселем і центром кластера, порахувати отримане кількість пікселів x_i .

3. Перераховуються центри кластера шляхом усереднення всіх точок в кластері. Повторюються кроки 2 і 3 доки не досягається конвергенція (наприклад, немає пікселів, що змінюють кластера).

Дія алгоритму така, що він прагне мінімізувати дисперсію на точках кожного кластера (1):

$$V = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} (x_j - \mu_i)^2, \quad (1)$$

де k - число кластерів; S_j - отримані кластери; x_j і μ_i - центри мас векторів x_j є S.

Програмна реалізація обробки тестового зображення виконана в середовищі MATLAB (рис.1):

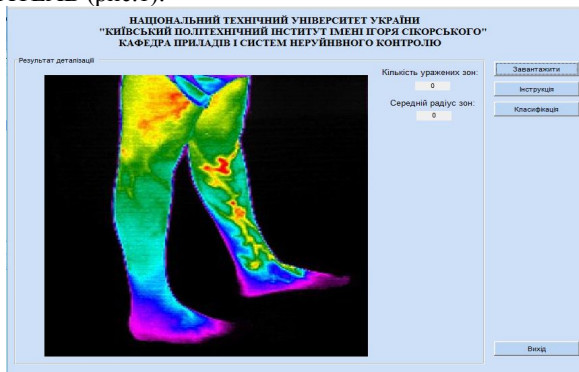


Рисунок 1. Термограма з виділенням границь бінарних об'єктів.

При візуальній оцінці і порівняльному аналізі отриманих термограм після обробки алгоритмами Кенні, виділення кордонів бінарних об'єктів і k-середніх найбільш успішне виділення об'єкта гіпертермії отримано саме при кластеризації (рис.2). Данні сегменти максимально точно характеризують вогнище запалення. Тому слід застосувати до нього медіанну фільтрацію з маскою [3x3] кілька разів. Потім двічі на отриманому зображенні реалізувати гомоморфності фільтрацію зі згорткою. Необхідно розрахувати кількість пікселів певної яскравості на отриманому зображенні x_i . При такій послідовності медіанної і гомоморфної фільтрації можливо прибрати шум на термограмі, отримуючи чіткі межі об'єкта гіпертермії.[6]

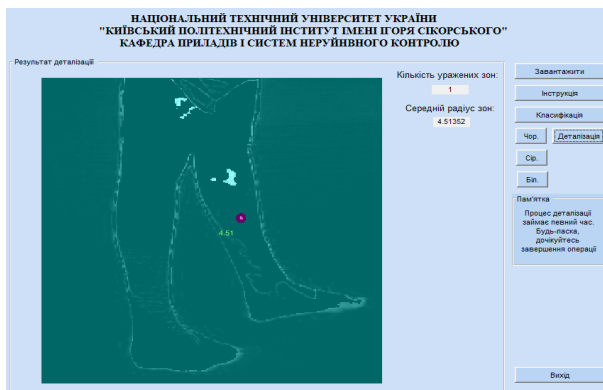


Рисунок 2. Термограма після програмної обробки.

Застосований метод сегментації і фільтрації дозволяє виявити межі вогнища запалення, зону поширення патологічного процесу.

ВИСНОВКИ

Подальший розвиток та проведення діагностики за допомогою термографії є досить актуальним завданням сучасної медицини. Даний напрямок є досить перспективним завдяки наявності великої кількості переваг і можливостей методу. Застосування програмної обробки дозволить розширити можливості діагностики різних захворювань і патологій людського організму методом термографії.

Подальшу роботу по вдосконаленню методу термографії слід направити на поліпшення і стабілізацію якості зображення тепловізійної техніки та розробку систем і алгоритмів автоматичного аналізу даних термограм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шушарин А. Г. Медицинское тепловидение – современные возможности метода. / А. Г. Шушарин, В. В. Морозов, М. П. Половинка // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – №4. – С. 1 – 18.
2. Муравйов О. В. Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа / О. В. Муравйов, О. О. Назарчук. // Вісник інженерної академії наук. – 2016. – №4. – С. 195–198.
3. Knyshov G.V., Zakharov V.P., Maksymenko V.B., etc. Application of Whole Body hyperthermic perfusion in the surgical treatment of active infective endocarditis // Yearbook of scientific papers of the Association Cardiovascular Surgeons of Ukraine: Cardiovascular Surgery. - 2011, Vol. 19. - P. 202-205.
4. Данілова В. А. Тепловізійне дослідження розподілу температури міокарда / В. А. Данілова, В. В. Шликов // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – К. – 2014. – № 5. – С. 106 – 111.
5. Методы сегментации термограмм при диагностике онкологических заболеваний молочной железы. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: “Обчислювальна техніка та автоматизація”. – 2015. – №1. – С. 89–96.