

КОМП'ЮТЕРНИЙ ТЕКСТУРНИЙ АНАЛІЗ МРТ-ЗОБРАЖЕНЬ

Козак О. В., к.т.н., доцент, e-mail: oceanalex@gmail.com

Подільський державний університет

Актуальність дослідження. Комп'ютерний аналіз виявляється перспективним підходом до кількісної оцінки характеристик пухлин на МРТ-зображеннях. Він дозволяє об'єктивно визначати та кількісно оцінювати текстурні параметри пухлин, що може бути важливим для прийняття рішень щодо лікування. Для реалізації комп'ютерного текстурного аналізу визначені необхідні методи сегментації медичних зображень та визначення текстурних параметрів. Ці методи дозволяють виділити пухлини на зображеннях та отримати характеристики їх текстури.

Мета досліджень. Провести комп'ютерний аналіз середньої яскравості та гетерогенності магнітно-резонансних томографічних зображень злоякісної пухлини.

Основні матеріали досліджень. Текстурний аналіз - це метод обробки зображень, який дозволяє визначати структурні властивості, такі як неоднорідність, нерівномірність та періодичність. Він часто використовується в радіології, зокрема в МРТ, для кількісної характеристики структурних властивостей тканин.

Один з основних підходів до текстурного аналізу в МРТ - це використання матриць середніх значень і дисперсій пікселів, які описують статистичні характеристики текстур. Можуть бути використані такі методи, як матриця сірого рівня (Gray Level Co-occurrence Matrix), яка визначає взаємне розташування пікселів з різними відтінками сірого у зображенні. Ця матриця може бути використана для розрахунку різних текстурних характеристик, таких як енергія, контрастність, кореляція і ентропія. Декілька основних параметрів текстурного аналізу включають середню яскравість, індекс Морана і інші. На рисунку 1 можна побачити схему текстурного аналізу.

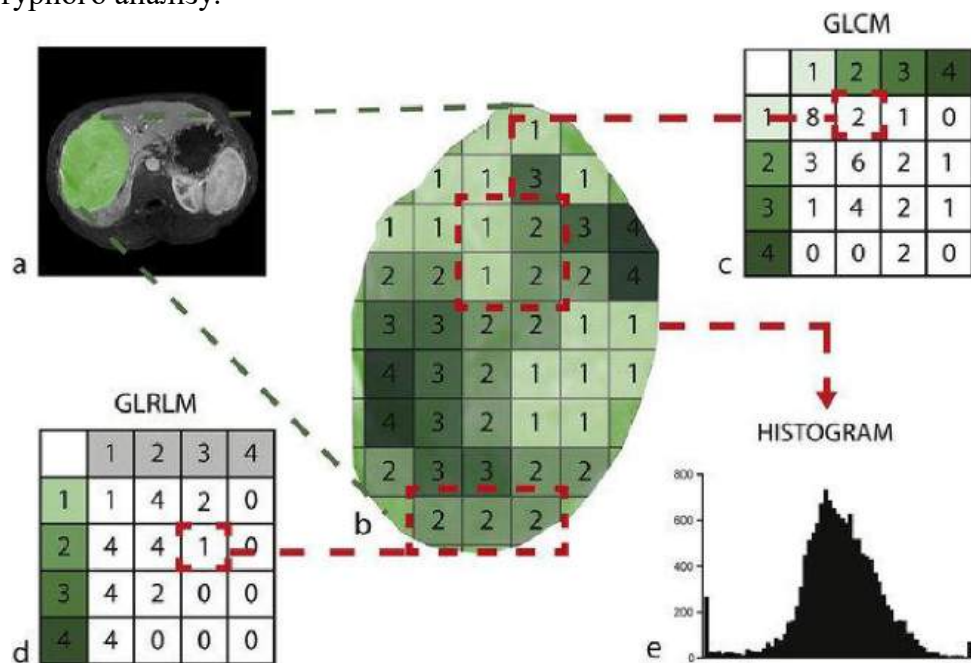


Рисунок 1 – Схематичний огляд процесу текстурного аналізу

Спочатку необхідно намалювати досліджувану ділянку, що охоплює оцінюване ураження (a) (зелене накладання у верхньому лівому куті). Для демонстраційних цілей проектується в середині зображення з довільно вибраними та розташованими фіктивними пікселями з різними рівнями сірого, пронумерованими від одного до чотирьох, як приклад (b). З матриці значень у ROI обчислюється GLCM (c), GLRLM (d) і гистограма (e). Для GLCM

кожен піксель зображення сканується та використовується як «еталонний піксель» один раз. Потім цей піксель порівнюється з пікселем на заданій відстані та напрямку (0, 45, 90 або 135), «сусіднім пікселем».

Коли контрольне значення та пара сусідніх значень знайдено, GLCM збільшується на 1 у відповідному стовпці та рядку (у наведеному вище прикладі знайдено дві пари 1:2 і відповідно до матриці додається 2). GLRLM кількісно визначає серії однакових рівнів сірого в заданому напрямку (0, 45, 90 або 135). На відміну від GLCM, GLRLM має довжину пробігу, відкладену на осі Y. У наведеному вище прикладі показаний цикл із трьох двійок і відповідно до матриці додається 1. Для наведеного прикладу було використано відстань 1 і напрямок 0.

Середня яскравість (Mean Intensity): Це середнє значення всіх пікселів на зображенні. Цей показник може бути корисним для визначення загальної яскравості або "інтенсивності" зображення.

Середня яскравість є одним з ключових параметрів у аналізі зображень, включаючи зображення, отримані за допомогою МРТ.

Зображення МРТ складається з пікселів, кожен з яких має певне значення інтенсивності. Це значення відображає властивості тканин у конкретному місці сканування. Різні типи тканин відображаються на зображенні МРТ як пікселі з різною інтенсивністю. Наприклад, жирова тканина і вода мають високу інтенсивність сигналу на послідовностях зважених за T2 часом релаксації і візуалізуються на зображенні МРТ яскравими, тоді як кістка і повітря мають низьку інтенсивність сигналу і візуалізуються темними.

Формула для розрахунку середньої яскравості:

$$I_{\text{mean}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N I_i \quad (1)$$

де I_{mean} – середня інтенсивність, N – загальна кількість пікселів на зображенні, I_i – інтенсивність.

Міра просторової автокореляції, індекс Морана, що вимірює ступінь схожості між сусідніми пікселями на зображенні. Він може бути використаний для визначення структурних характеристик, таких як неоднорідність або нерівномірність. Для кількісної оцінки зображення розраховують індекс просторової автокореляції по Морану.

Гетерогенність G МРТ зображення оцінюють за допомогою модифікованого індекса r просторової автокореляції за Мораном.

Висновок. Розглянуто передумови виникнення проблеми щодо необхідності визначення кількісних параметрів текстурної характеристики пухлин. Комп'ютерний текстурний аналіз МРТ-зображень надає можливість об'єктивної оцінки характеристик пухлин, що є важливим для моніторингу відповіді пухлини на лікування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Methodological aspects of bioeconomy development strategy formation in Ukraine (example of renewable energy sources). Kucher, O., Yermakov, S., Andreitseva, I., Plotnichenko, S., Kozak, O. *Engineering for Rural Development*, 2024, 23, pp. 850–857.

2. Possibilities of landfills and solid waste sites for energy production in Ukraine. Mikhailova, L., Dubik, V., Dumanskyi, O., Kozak, O. *Machinery and Energetics*, 2024, 15(1), pp. 86–94.

3. Determining the parameters of the acoustic system for the primary treatment of wool. Mykhailova, L., Kozak, O., Kosulina, N., Potapsky, P., Cherenkov, A. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2018, 3(5-93), pp. 61–68.