

УДК 515.2

СПОСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІАГНОСТИКИ УШКОДЖЕНЬ СУГЛОБІВ ЗАСОБАМИ ФРАКТАЛЬНОЇ ГЕОМЕТРІЇ

Залевська О.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Тел. (044) 406-82-43

Анотація – в роботі розглядається опис фрактальною апроксимацією осередку ушкодження суглобів, за допомогою якого стає можливим встановлення діагнозу захворювання. Встановлення точності фрактальної апроксимації дозволяє з деякою ймовірністю спрогнозувати подальший розвиток захворювання.

Ключові слова - фрактальна апроксимація, пошкодження суглобів, фрактальна розмірність, симетрія.

Постановка проблеми. Встановлення точності фрактальної апроксимації зони термограми пошкодження суглобів дає можливість для комп'ютерної діагностики та встановлення діагнозу пацієнту.

Аналіз останніх досліджень. В роботі [1] досліджуються термограми пацієнтів різних патологій та на різних етапах захворювання. На рис. 1,а представлена термограма пацієнтки, коли скарги були характерні для ушкодження медіального меніска лівого суглоба.

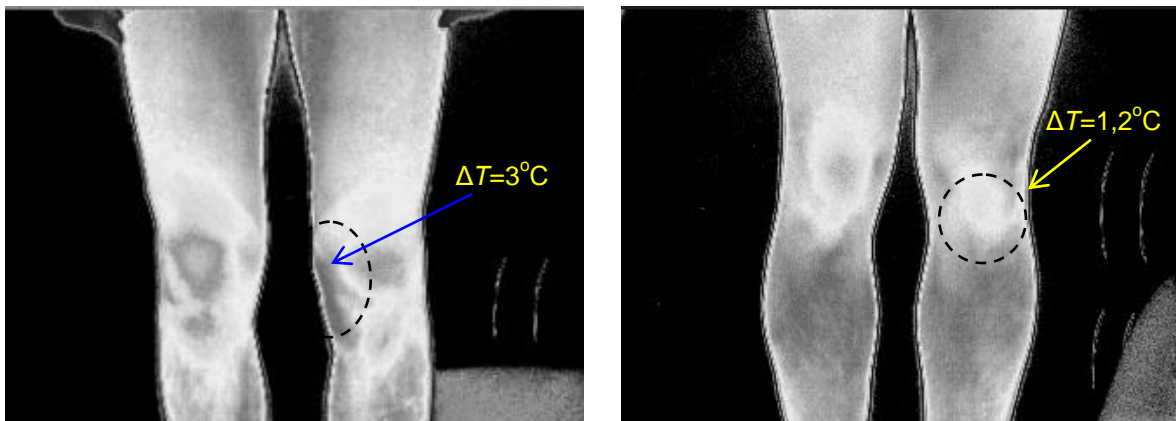


Рис. 1. Термограми нижніх кінцівок пацієнтів з ушкодженнями:
 а – паракапсулярний розрив медіального меніска лівого колінного суглоба; б – періартрит лівого колінного суглобу.

При обстеженні було зареєстровано підвищення температури по медіальній поверхні лівого суглоба (виділена зона) в порівнянні з симетричною областю на 3°C . Діагноз спеціаліста – паракапсулярний розрив медіального меніска лівого колінного суглоба. Термограма пацієнта з періартритом колінного суглоба представлена на рис. 1,б. Різниця температури на передній поверхні колінного суглоба (виділена зона) у порівнянні зі здоровим, становить $1,2^{\circ}\text{C}$.

В роботах [2-3] наведено алгоритм для математичного опису зображення методами фрактальної геометрії та спосіб підрахунку точності фрактальної апроксимації.

Апарат фрактальної геометрії дозволяє надати наближений математичний опис ділянки підвищеної температури та в залежності від точності фрактальної апроксимації встановити захворювання.

Формування цілей статті. Дослідити фрактальну розмірність ділянки з підвищеною температурою на основі термограми. За допомогою фрактальної розмірності апроксимувати задану ділянку детермінованим фракталом та підрахувати точність такої апроксимації.

Основна частина. Розглянемо термограму ділянки тіла с паракапсулярним розривом медіального меніска лівого колінного суглоба (рис. 2). Для даної ділянки характерні нечіткі контури та наявність симетрії [1]. Симетрія дозволяє застосувати до даної ділянки

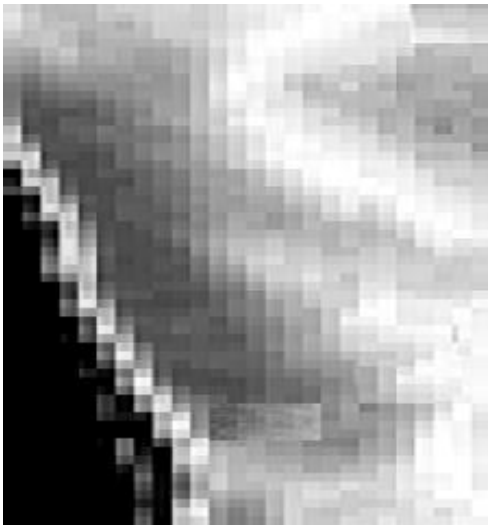


Рис. 2. Зображення ділянки паракапсулярного розриву медіального меніска лівого колінного суглоба.

апарат фрактальної геометрії. Застосування методів фрактальної геометрії для опису термограми надає нові можливості для дослідження захворювання та його прогнозування.

Для встановлення фрактальної розмірності досліджуемий об'єкт покривається n -мірними чарунками, де n визначається евклідовською розмірністю k з співвідношення $n=k-1$. Фрактальна розмірність визначається з співвідношення

$$N(l) \approx l^{-D}, \quad (1)$$

де D – фрактальна розмірність, l – довжина сторони чарунки (в

даному випадку площа чарунки зі стороною l), $N(l)$ – кількість чарунок необхідних для покриття. Зазначимо

$$N(l) \approx l^{-D}(l), \quad D \approx \log_{l(l)} N(l), \quad D \approx \log_{l(l)} N(l)^{-1}.$$

Для того, щоб вхідний рисунок мав необхідний формат та розмір застосовуємо фрактальну графіку. Такий перехід дозволить без втрати якості зображення збільшувати або зменшувати масштаб.

Для знаходження $N(l)$ скористаємося алгоритмом:

1. Область $dx-dy$ ($dx=x_{max}-x_{min}$, $dy=y_{max}-y_{min}$), в якій знаходяться пікселі, що покривають контур, розбиваємо на чарунки. Довжина чарунки $l = \frac{dy}{N_y}$, де N_y —загальна кількість розбиття, а значення l обмежено 2 пікселями з міркувань якості зображення.
2. Знаходимо номери чарунки, що покривають уражену ділянку шкіри та підраховуємо їх кількість N_l .
3. Проводимо перевірку на спряженість чарунок за допомогою співвідношення $[(i_x, i - i_x, i + 1) + (i_y, i - i_y, i + 1)] = (1, 1, 1)$. Для не спряжених чарунок розраховується допоміжна кількість елементів $N_{don.}$, $N_{don.} = \left\lfloor \sqrt{(i_{x+1} - i_x)^2 + (i_{y+1} - i_y)^2} \right\rfloor$.
4. Розраховуємо $N(l) = N_l + N_{don.}$ для певного вибраного значення l .
5. За допомогою рівняння регресії, методом найменших квадратів, будується пряма $y = kx + b$, де k —кутовий коефіцієнт, що визначає фрактальну розмірність.

Контур розглядаємо в певному незмінному масштабі. Крок масштабування приймаємо за розмір ланки ламаної l , довжину $L(l)$ знаходимо таким же чином, як $N(l)$. Площу L знаходимо шляхом сумування всіх площ, що ввійшли до ураженої частини шкіри.

Знаходження фрактальної розмірності заданим чином, дає можливість знайти фрактальну розмірність всієї ураженої ділянки.

Алгоритм реалізовано на мові програмування Delphi, де вхідними даними є зображення ураженої ділянки та довжина чарунки l . Було встановлено, що для довжини чарунки, обмеженої 2-ма пікселями фрактальна розмірність є 1.783 (рис. 3).

Встановлення фрактальної розмірності, дало можливість для апроксимування області алгебраїчним фракталом множиною Жюліа, що підпорядкована закону $z_{i+1} = z_i^2 + c$, де c - константа. Точність фрактальної апроксимації 0.12.

Використаємо даний алгоритм для зони з періартритом лівого колінного суглобу.

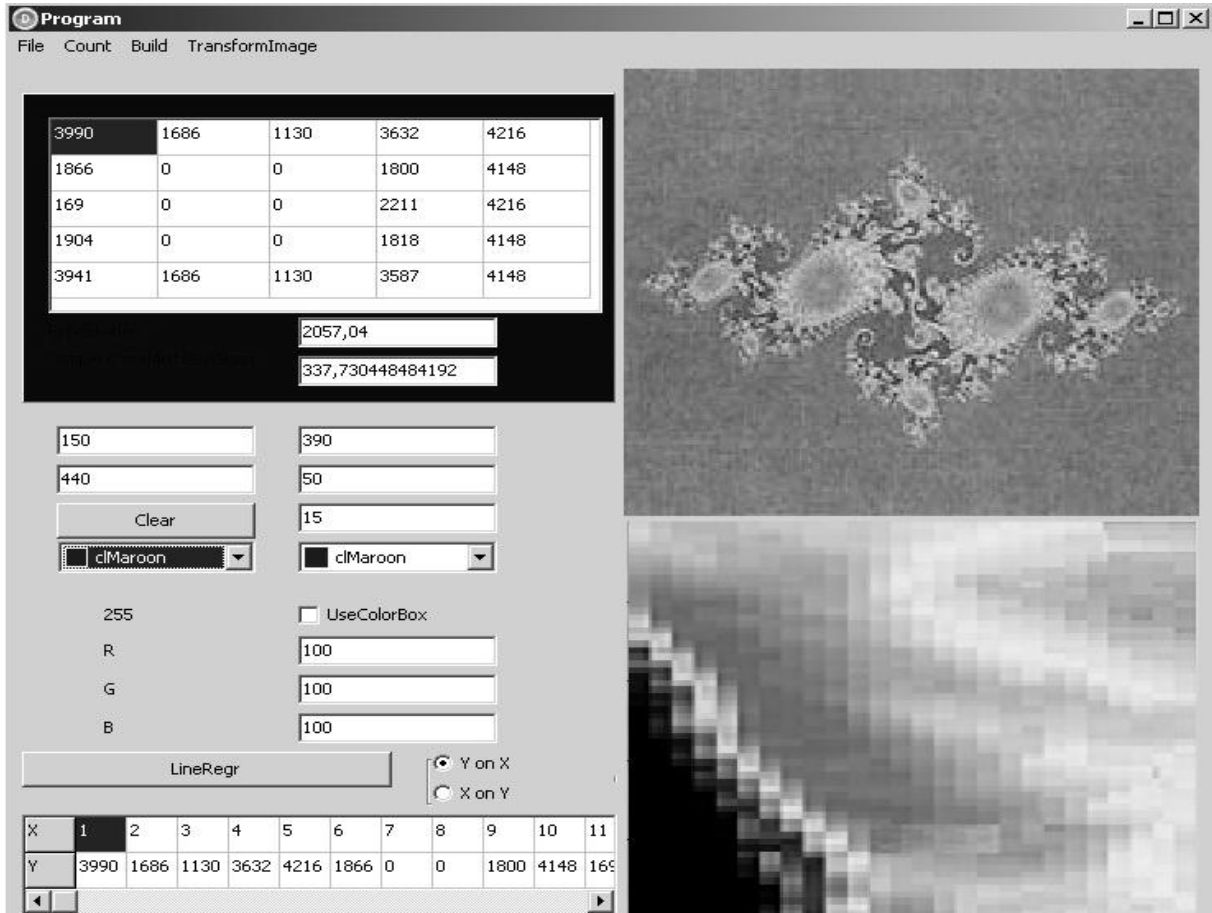


Рис. 3. Фрактальна апроксимація термограми ділянки тіла с паракапсулярним розривом медіального меніска лівого колінного суглобу.

Виходячи з даного алгоритму встановлено, що фрактальна розмірність ділянки є 1.971 і апроксимується стохастичним фракталом «Плазма». Точність такої апроксимації 0.08.

Отже, можна стверджувати, що з ймовірністю 0.88 хвороба є паракапсулярним розривом медіального меніска лівого колінного суглоба, при умові, що його термограма апроксимується множиною Жюліа та з ймовірністю 0.92 - періартрит лівого колінного суглобу, якщо термограма апроксимується стохастичним фракталом- Плазмою.

В залежності від фрактальної розмірності та точності фрактальної апроксимації є можливість прогнозування подальшого розвитку захворювання.

Висновок. Встановлення фрактальної апроксимації та точності цієї апроксимації надало можливість встановлення діагнозу та комп'ютерної обробки термограми ураженого суглобу.

Література

1. *Котовський В.Й.* Обґрунтування вимог до умов проведення термографічних досліджень біологічних об'єктів./ В.Й. Котовський // Вісті академії інженерних наук України – №2(39) – 2009 – С.6-11.
2. *Ванін В.В.* Дослідження точності фрактальної апроксимації структури деталей із композитних матеріалів. / В.В. Ванін, О.В. Залевська / Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності: матеріали II-ї міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – К.: КНУБА, 2013 – С.69-72.
3. *Ванин В.В.* Моделирование процесса диагностики заболеваний аденомы ушной зоны методом фрактальной геометрии / В.В. Ванин, О.В. Залевская / Научный обозреватель. Научно-аналитический журнал – №10(34) – 2013. – С.76-80.

СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ТРАВМЫ СУГЛОБОВ СРЕДСТВАМИ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

О.В. Залевская

Аннотация – в работе рассматривается описание фрактальной аппроксимацией травм суставов, с помощью которого появляется возможность установить диагноз заболевания. Определение точности аппроксимации позволяет спрогнозировать с некоторой вероятностью дальнейшее развитие болезни.

THE WAY TO ENSURE THE DIAGNOSIS OF INJURY SUGLOBS BY MEANS OF FRACTAL GEOMETRY

O. Zalevska

Summary

In this work considers the description of the fractal approximation of injuries suglobs. Using fractal approximation becomes possible to establish the diagnosis of the disease. Establishing the accuracy of fractal approximation allows to predict with some degree of probability of the further development of the disease.