

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ ПРЮІТ ДЛЯ ОБРОБКИ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

студент Дерюга І.М., асистент Чумак В.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
кафедра мікропроцесорних технологій і систем, м. Харків, Україна  
e-mail: valerija.chumak@nure.ua

**Abstract.** In the context of rapid advancements in medical technologies and the increasing utilization of digital technologies in the healthcare sector, addressing challenges in medical image processing becomes crucial. Computational methods for analyzing boundaries in images obtained from various scanning devices have garnered particular interest. This article explores the application of the Pruitt algorithm for detecting boundaries in medical images. The use of FPGA is proposed for implementing this algorithm to optimize productivity and real-time image processing speed. Experimental results underscore the importance of further research and refinement of medical image processing algorithms to achieve improved accuracy and efficiency in diagnostics.

**Ключові слова:** алгоритм Прюїт, FPGA, обробка медичних зображень.

**Вступ.** Останнім часом у медичній галузі робиться багато нових відкриттів, та вона розвивається швидкими темпами. Це є наслідком збільшення використання цифрових та комп'ютерних технологій у медицині.

**Основна частина.** Обчислювальні системи поки не здатні аналізувати інформацію у людський спосіб, натомість, вони можуть бути помічником для лікаря та допомагати прискорити діагностику різних захворювань. Однією з головних проблем медицини зараз є методи обробки зображень, які отримуються за допомогою різноманітного сканувального обладнання (томографи, рентген-апарати та ін.). За допомогою алгоритмів пошуку границь можна знаходити окремі об'єкти на медичних зображеннях, які не може розрізнити людське око. Варіантом такого алгоритму є оператор Прюїт. Він відносно невитратний з погляду кількості обчислень. [1], а тому гарно підходить для реалізації на компактних обчислювальних системах, таких як FPGA [2-5]. FPGA, у свою чергу, є гарним кандидатом для використання у галузі обробки медичних зображень з двох причин:

По-перше, FPGA мають паралельні обчислювальні можливості, що дозволяють виконувати багато операцій одночасно та підвищити швидкість розрахунків;

По-друге, FPGA мають високу обчислювальну потужність, що дозволяє ефективно виконувати складні операції. Ця висока

обчислювальна потужність дозволяє FPGA швидко обробляти зображення в реальному часі та забезпечувати високу продуктивність алгоритму.

При цьому, FPGA мають відносно невеликі розміри та енергоспоживання, що дозволяє виготовляти компактні пристрої, які можуть працювати від акумуляторних батарей [6]. Таким чином, завдяки паралельним обчисленням і високій обчислювальній потужності, FPGA є ідеальною платформою для реалізації алгоритму Прюїт, забезпечуючи швидку та ефективну обробку зображень.

Математичний апарат алгоритму Прюїт.

Алгоритм розраховує градієнт яскравості зображення у кожній точці, даючи напрямок найбільшого можливого збільшення від світлого до темного, а також швидкість зміни у цьому напрямку [7]. У результаті можна побачити, наскільки «грубо» чи «плавно» відбувається зміна зображення у цій точці, та, як наслідок, наскільки ймовірно, що саме ця частина зображення є границею. Також, алгоритм дає можливий варіант орієнтації цієї границі.

Математично у алгоритмі використовується два ядра, за допомогою яких виконується згортка зображення:

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * A \wedge G_y = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} * A,$$

де  $G_x, G_y$  – два зображення, що мають у кожній точці апроксимовану горизонтальну та вертикальну похідні відповідно;  $A$  – зображення, що оброблюється.

Це дає можливість отримати апроксимовані похідні (оскільки точки зображення є дискретними) – для горизонтальних змін та для вертикальних.

Оскільки ці ядра можна розкласти як добутки усереднювального та диференціювального ядер, вони дозволяють обчислити градієнт зі згладжуванням. Координата  $x$  у цих розрахунках визначається як зростаюча «ліворуч», а координата  $y$  – як зростаюча «вгору» [7]. У кожній точці зображення, кінцеві наближення градієнта можуть бути поєднані для отримання величини градієнта:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}.$$

З цього можна отримати також напрямок градієнту:

$$\theta = \arctan2(G_y, G_x).$$

Експериментальна перевірка роботи алгоритму.

В 2014 році у статті [8] було описано використання різноманітних методів обробки медичних зображень з метою покращення їх інтерпретації людським оком, а також проведено експериментальне дослідження цих

методів. Результат обробки зображення алгоритмом Прюїт можна побачити нижче.

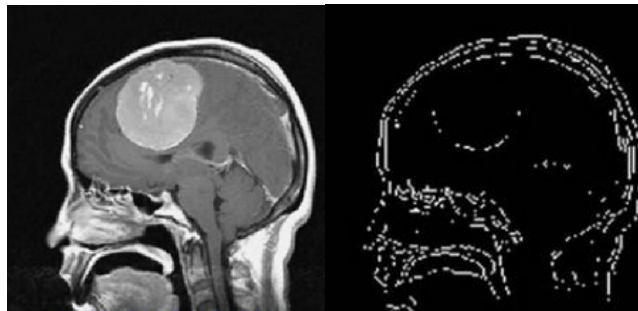


Рисунок 1 – Результат обробки зображення алгоритмом Прюїт [8]

**Висновки.** Фактично, можна побачити, що хоча алгоритм виділяє границі пухлини (біла маса), але ці границі є розірваними та слабкими. З цього можна зробити висновок, що цей алгоритм погано підходить для використання у обробці медичних зображень, та слід дослідити можливості використання інших алгоритмів.

#### **Список використаних джерел.**

1. Woods R. E., Gonzalez R. C. *Digital Image Processing (3rd Edition)*. 3rd ed. Prentice Hall, 2007. 976 p.
2. Чумак В. С. Реализация структуры нейронных сетей на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.
3. Чумак, В. С., & Свид, І. В. (2019). Перспектива использования продукта FPGA в медицинских системах. X. У Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (с. 288–289).
4. Oleg Zubkov, Iryna Svyd, Oleksandr Maltsev, Liliia Saikivska. In-circuit Signal Analysis in the Development of Digital Devices in Vivado 2018. First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA2019, (p. 12-13) July 26-27, 2019. Kharkiv, Ukraine.
5. Луценко О. В. Використання FPGA для реалізації штучної нейронної мережі / О. В. Луценко, В. С. Чумак // Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології : матеріали IV форуму, 24–25 листопада 2022 р. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – С. 26-27.
6. Computing Models for FPGA-Based Accelerators / M. C. Herbordt et al. *Computing in Science & Engineering*. 2008. Vol. 10, no. 6. P. 35–45. URL: <https://doi.org/10.1109/mcse.2008.143> (date of access: 12.09.2023).
7. Prewitt J. M. *Object Enhancement and Extraction*. Picture Processing and Psychopictorics. New York-London, 1970. P. 75–148.
8. Zhao J., Zhang L., Yin M. Medical Image Segmentation Based on Wavelet Analysis and Gradient Vector Flow. *Journal of Software Engineering and Applications*. 2014. Vol. 07, no. 12. P. 1019–1030. URL: <https://doi.org/10.4236/jsea.2014.712089> (date of access: 12.09.2023).