

Інформаційні технології

УДК 004.932.2+611.781.1

**Клещ Кирило Олегович**

*бакалавр комп'ютерних наук*

*Національного технічного університету України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **СИСТЕМА ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ВОЛОССЯ ТА ШКІРИ ГОЛОВИ НА ОСНОВІ МІКРОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

***Анотація.** В ході дослідження розроблено алгоритм, який дозволяє оцінити стан волосся та шкіри голови. До основних особливостей алгоритму слід віднести товщину волосини, кількість волосин на голові та плямистість шкіри голови.*

***Ключові слова:** сегментація, аналіз мікроскопічних зображень, аналіз стану волосся.*

**Вступ.** На сьогоднішній день багато людей страждає через проблеми з волоссям. Найпопулярнішою з них є проблема випадіння волосся. Причиною випадіння можуть бути різні фактори, такі як: генетика, стрес, погані звички, погане харчування, недотримання гігієни голови, тощо.

У випадках проблем зі здоров'ям волосся потрібно звернутися до спеціального лікаря – трихолога. Але більшість людей не звертається до спеціаліста, адже потрібно здолати сильний психологічний бар'єр, а також витратити доволі багато часу. Часто буває так, що люди звертаються до лікаря вже в зовсім крайніх випадках, і зупинити втрату волосся вже майже неможливо.

В цій статті пропонується гарне вирішення цієї проблеми, автоматизовану систему для оцінки стану волосся та шкіри голови, прототип якої можна побачити на рис. 1. В ході створення цього прототипу використано дешеву мікроскопічну камеру та звичайний телефон, який відіграє роль обчислювального модуля.



**Рис. 1. Прототип пристрою**

**Опис алгоритму.** Тепер потрібно отримати мікроскопічну фотографію волосся, приклад такої фотографії зображено на рис. 2.

Виділимо основні характеристики волосся на які буде спиратися алгоритм:

- Товщина волосини
- Щільність росту волосин
- Плямистість шкіри голови

Виконавши послідовний аналіз основних характеристик ми зможемо оцінити стан волосся та шкіри голови. Для аналізу зображення будемо використовувати комп'ютерний зір, найкраще для цього підійде бібліотека OpenCV та мова програмування Python або C++.



**Рис. 2. Вхідна мікроскопічна фотографія**

Детальний опис алгоритму:

1. Предпроцесінг

- a) Застосувати контрастний розтяг зображення
- b) Застосувати морфологічне відкриття [1]
- c) Перетворити зображення у бінарне
- d) Застосувати морфологічне розрідження [1]

2. Обчислення плямистості шкіри

- a) Визначити RGB колір кожного пікселя зображення
- b) Виявити плямистість на шкірі

3. Підрахунок товщини волосин

- a) Отримати контури кожної волосини [2]
- b) Отримати напрямок зросту кожної волосини [2]
- c) Отримати скелет волосся
- d) Визначити середню товщину волосин

4. Підрахунок кількості волосин

- a) Визначити координати волосин
- b) Підрахувати кількість граничних точок
- c) Визначити кількість волосин

**Предпроцесінг.** А) Для кольорового зображення RGB велике значення мають колір та світло. Якщо світло падає нерівномірно, то виникає велика похибка в обчисленнях, для вирішення цієї проблеми використовується контрастний розтяг зображення.

В) Жирне та вологе волосся залишає блиск на фотографії, який перетвориться у білі плями під час бінаризації зображення. Для вирішення цієї проблеми використовується морфологічне відкриття.

С) Використовуючи контраст між волоссям та шкірою голови, перетворимо зображення у бінарне для кращого знаходження контурів волосся. Будемо використовувати Otsu threshold [3].

Д) Для того, щоб остаточно прибрати білі плями з волосся, та зробити волосини цільними будемо використовувати морфологічне розрідження.

Повний процес предпроцесінгу зображень на рис. 3.



(А) контрастний розтяг



(В) морфологічне відкриття



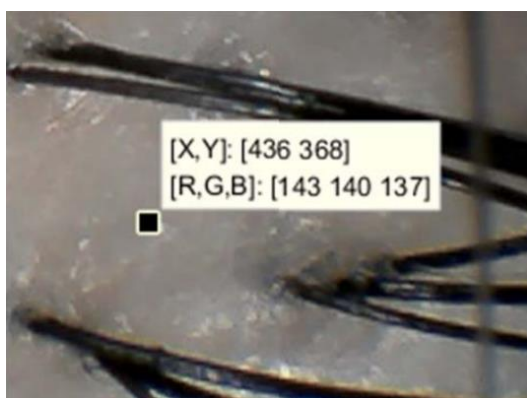
(С) бінаризоване зображення



(D) морфологічне розрідження

**Рис. 3. Предпроцесінг**

**Обчислення плямистості.** А) В ході дослідження було виявлено, що плями на шкірі голови зазвичай червонуватого кольору. Тобто, в форматі RGB, кількість червоного кольору значно перевищує кількість зеленого та синього. Після бінаризації зображення, ми чітко знаємо, де волосся, а де шкіра голови, тому для кожного пікселя, що належить шкірі рахуємо кількість червоного, зеленого та синього кольору. Приклад зображення шкіри голови показано на рис. 4.



(А) Здорова шкіра голови



(В) Червона шкіра голови

**Рис. 4. Зображення шкіри голови**

В) Оскільки буває так, що шкіра від природи має червонуватий колір, виконаємо наступні перетворення. Знайдемо  $R_{avg}$  – середнє значення червоного кольору у всіх пікселях шкіри голови. Візьмемо тільки ті пікселі, в яких  $R > R_{avg}$ . Порахуємо два коефіцієнти  $K1 = G/R$ ,  $K2 = B/R$ . Якщо  $K1 < 0.85$  та  $K2 < 0.8$ , то даний піксель належить до червоної плями на шкірі.

**Підрахунок товщини волосини.** Маючи бінаризоване зображення дуже легко знайти контури волосини використовуючи алгоритм Canny Edge detection [4]. Скелет волосин можна отримати із бінаризованого зображення за допомогою операції стоншування. На рис. 5 зображено процес скелетонізації та визначення контурів волосини.

Для того щоб визначити товщину волосини потрібно визначити довжину перпендикулярної лінії від скелета волосини до її контурів. Для

того щоб отримати перпендикулярні лінії спочатку визначимо напрямок зросту волосся для цього використаємо метод головних компонент [5].



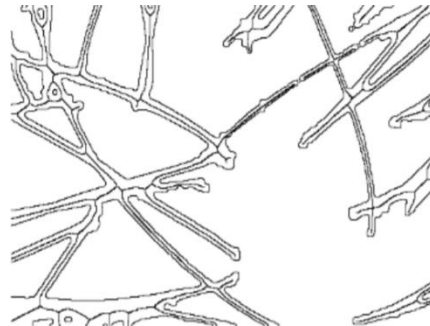
(A) вхідне зображення



(B) контури волосся



(C) скелет волосся



(D) контури + скелет

**Рис. 5. Скелетонізація та визначення контурів**

Після того як визначений напрямок зросту кожної точки волосся, через цю точку можна провести перпендикуляр. Тоді товщина – це відстань між точками перетину перпендикуляра з скелетом та контуром волосся, яка може бути порахована як Евклідова відстань між точками (1).

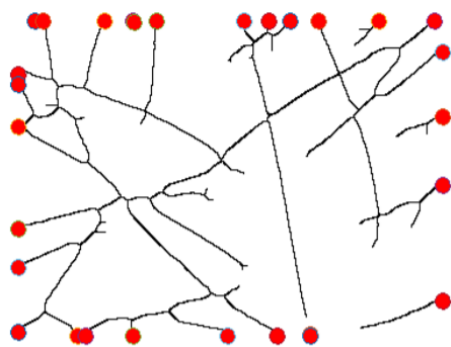
$$Thickness_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_{i1} - x_{i2})^2 + (y_{i1} - y_{i2})^2} \quad (1)$$

**Підрахунок кількості волосин.** Типова мікроскопічна камера зазвичай охоплює прямокутник розміром 5 мм × 5 мм. Отже, якщо волосина довше, ніж 5 мм вона повинна виходити за межі прямокутної фотографії. Виходячи з цього спостереження зробимо 2 припущення:

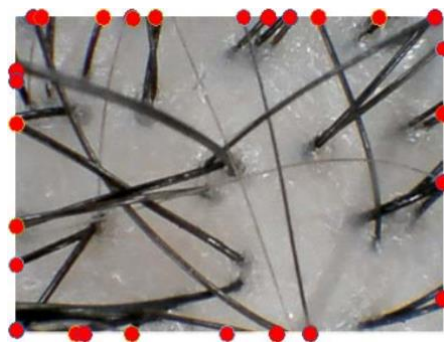
- 1) Кожна волосина представлена однією початковою точкою і однією кінцевою.
- 2) Початкова точка розташована всередині прямокутника, а кінцева

за його межами, або навпаки.

Тому для підрахунку кількості волосся в області  $5 \text{ мм} \times 5 \text{ мм}$ , потрібно порахувати кількість перетинів скелету волосся з кордоном зображення. Назвемо такі точки граничними, на рис. 6 показано приклад підрахунку граничних точок.



(А) використовуючи скелет



(В) Накладення на вхідне зображення

**Рис. 6. Підрахунок кількості волосин**

Тепер легко знайти щільність зросту волосся, оскільки ми знаємо площу ділянки та кількість волосин у цій ділянці.

**Висновки.** В даній статті було розроблено систему та детально описано алгоритм для оцінки стану волосся та шкіри голови. Особливості алгоритму включають підрахунок товщини волосин, підрахунок щільності росту волосся та визначення плямистості шкіри. Для кращої точності роботи алгоритму, перед підрахунком необхідних характеристик потрібно зробити предобробку зображення, яка дозволяє прибрати різного роду плями та засвітленості на фотографії, а також отримати якісне бінаризоване зображення.

Завдяки цій системі кожна людина може купити звичайну мікроскопічну камеру та слідкувати за станом здоров'я свого волосся вдома, просто роблячи мікроскопічні фотографії. У випадку погіршення стану волосся, наприклад коли волосини стали тонші або їх кількість зменшилась, потрібно звернутися до лікаря за допомогою.

## **Література**

1. H. Chia, "An Unsupervised Hair Segmentation and Counting System in Microscopy Images," *IEEE Sensors Journal*, Vol. 15, No. 6, pp. 3565-3572. 2015.
2. A. Qaisar et al. "Hair removal methods: a comparative study for dermoscopy images," *Biomedical Signal Processing and Control*, Vol. 6, No. 4, pp. 395-404, 2011.
3. N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *Automatica*, Vol. 11, No. 23-27, pp. 285-296, 1975.
4. J. Canny, "A computational approach to edge detection," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 8, No. 6, pp. 679-698, 1986.
5. L. Lam, "Thinning Methodologies-A Comprehensive Survey," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 14, No. 9, pp. 869-885, 1992.