

ВИКОРИСТАННЯ ДВОВИМІРНОГО ФІЛЬТРА ГАУСА ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ОТОСКОПІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі розглянуто використання двовимірного фільтра Гауса для попередньої обробки отоскопічних зображень зменшення шуму, згладжування, для подальшого виділення значущих областей на отоскопічних зображеннях.

Ключові слова: фільтр, згладжування, PSNR, стандартне відхилення, зображення, отоскоп.

Abstract

The paper examines the use of a two-dimensional Gaussian filter for the preprocessing of otoscopic images to reduce noise and smooth the image, facilitating the subsequent extraction of significant regions in otoscopic images.

Keywords: filter, smoothing, PSNR, standard deviation, image, otoscope.

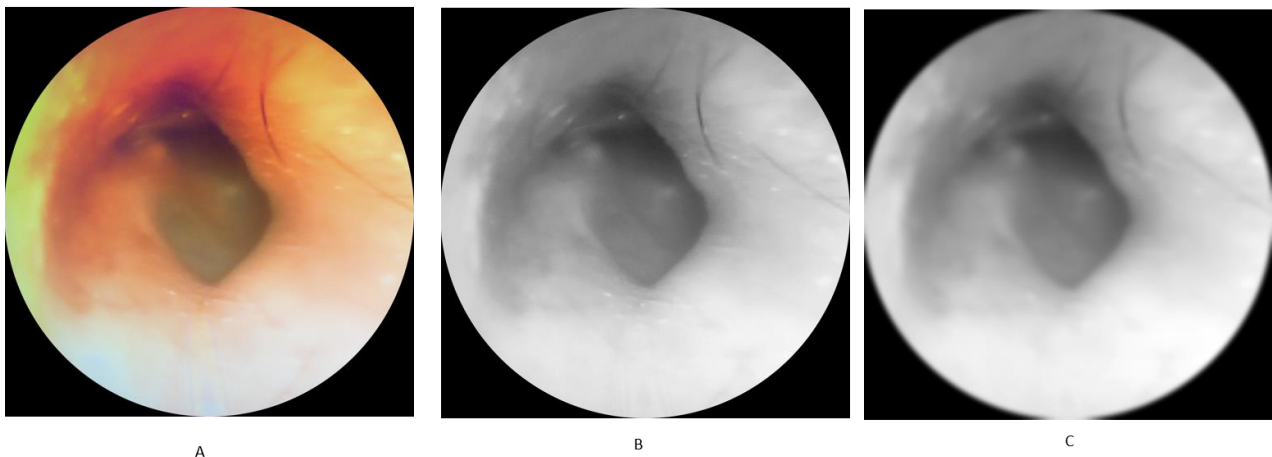
Вступ

З часом технологія отоскопії значно розвинулася, особливо з появою цифрової отоскопії, яка революціонізувала спосіб проведення огляду вуха. Впровадження цифрової отоскопії стало значним кроком вперед у діагностиці вуха. У міру розвитку цифрових технологій ці пристрої розвивалися далі, включаючи камери вищої чіткості та вдосконалені системи освітлення. Це дозволило отримати ще чіткіші та детальніші зображення слухового проходу та барабанної перетинки, що значно підвищило точність діагностики.[1]

Незважаючи на технологічні прориви в області проведення процедури отоскопічного дослідження, кінцеві зображення потребують попередньої обробки з метою розпізнавання та класифікації цільових діагностично важливих областей, задля створення сприйнятливих умов для успішної діагностики. Отоскопічні зображення які були отримані в результаті діагностики можуть бути низької якості, це може бути спричинено такими факторами як недостатнє освітлення або ненавмисне переміщення камери. Попередня обробка така як використання двовимірного фільтра Гауса може підвищити якість та чіткість зображення шляхом згладжування зображень і зменшення небажаного шуму, а також задачі виявлення країв значущих областей зображень.[1] Для оцінки якості методу фільтрації щодо втрат важливих даних використано метод PSNR(Peak Signal to Noise Ration), та база отоскопічних зображень[2].

Результати дослідження

В дослідженні було використано базу отоскопічних зображень LN-MS Concept v1.0, отриманих за допомогою цифрового отоскопа, яка складається із більш ніж 800 зображень патологічних та здорових станів вуха.[2] Вихідні кольорові зображення, отримані за допомогою цифрових отоскопів не підходять для обробки, оскільки можуть містити різні шуми, засвітлені області та інші дефекти. До того-ж подальша обробка непідготовлених зображень може перешкоджати процесу навчання нейромережі. Перетворення зображення у відтінки сірого зменшує складність даних, зберігаючи важливу інформацію, роблячи зображення більш придатними для подальшої обробки.[3] Подальше використання фільтра Гауса дозволяє згладити зображення, зменшивши шуми. Важливо при цьому зберегти всі важливі дані отоскопічного зображення. Для даного дослідження було застосовано фільтр Гауса з $\sigma = 5$ і ядром 15×15 . Результат використання фільтра Гауса на отоскопічному зображенні показано на рис. 1.



А

В

С

Рис. 1. Фільтрація Гауса, застосована до різних кадрів. Зліва направо: (а) вихідний кадр, (б) версія у відтінках сірого, (с) кадр, згладжений фільтром Гауса

Найчастіше для вимірювання якості зображення після стиснення, або фільтрації використовується показник PSNR, який описується як пікове співвідношення сигналу до шуму і визначається за формулами[4]

$$PSNR = 10 * \log_{10}\left(\frac{MAX^2}{MSE}\right) \quad (1)$$

$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [I(i,j) - K(i,j)]^2 \quad (2)$$

де, MAX – максимальне можливе значення пікселя,

MSE – середньоквадратична помилка між еталонним і обробленим зображенням,

I(i,j) – піксель еталонного зображення,

K(i,j) – піксель обробленого зображення.

Таблиця 1. Відповідність показника PSNR до якості зображення.

PSNR (дБ)	Якість зображення
> 40 дБ	Дуже висока
30–40 дБ	Хороша
20–30 дБ	Помітні артефакти
< 20 дБ	Погана

Реалізація методу розроблена мовою програмування Python, з використанням бібліотеки OpenCV. Для стандартного методу фільтрування Гауса даний показник дорівнює 28.55 дБ, при порівнянні з початковим кольоровим зображенням, та 35.62 дБ, при порівнянні з версією у відтінках сірого. Відповідно до таблиці 1, показник 28.55 дБ є незадовільним, оскільки означає можливу втрату даних на зображенні.

Білатеральний фільтр – це нелінійний фільтр, який поєднує в собі принцип роботи звичайного фільтра Гауса, а також кольорову вагу, для збереження країв областей.[5] Даний фільтр має наступні параметри: d – діаметр площі згладжування, sigma_color – чутливість фільтра до зміни кольорів, sigma_space – ступінь згладжування, denoise_strength – інтенсивність шумоподавлення, edge_preserve – різкість країв. Для даного дослідження емпіричним методом було визначено параметри як d – 9, sigma_color – 60, sigma_space – 60, denoise_strength – 0.2, edge_preserve – 1,7. Результат використання Білатерального фільтра на отоскопічному зображенні показано на рис. 2.

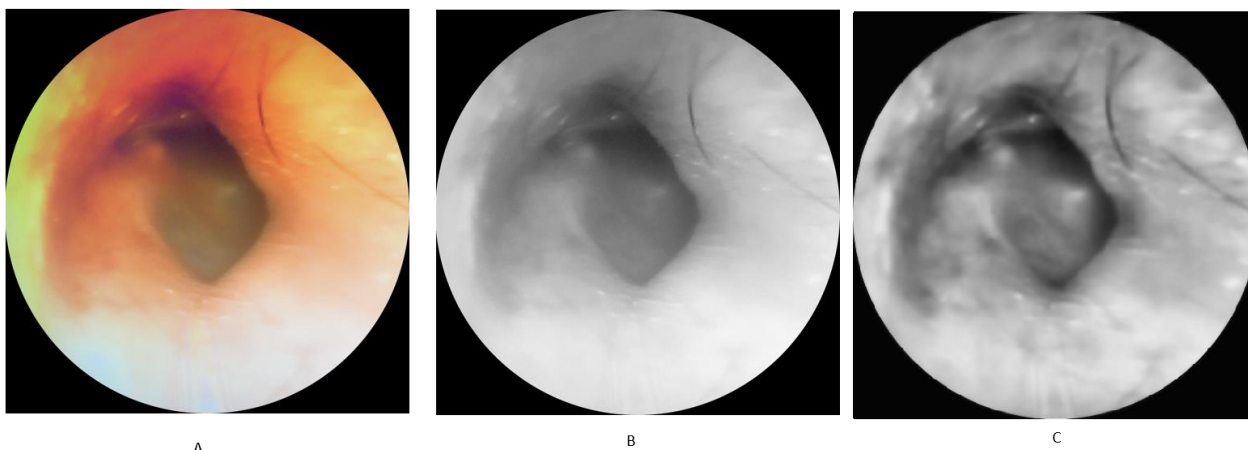


Рис. 2. Результат використання білатерального фільтру. Зліва направо: (а) вихідний кадр, (б) версія у відтінках сірого, (с) кадр, згладжений білатеральним фільтром

Білатеральний фільтр демонструє кращі показники, за рахунок більш чітких контурів областей. Показники даного методу фільтрації дорівнюють 32.47 дБ, при порівнянні з початковим кольоровим зображенням, та 42.59 дБ, при порівнянні з версією у відтінках сірого. Що означає вищу якість відфільтрованого зображення порівняно зі стандартним фільтром Гауса.

Висновки

Використання двовимірної фільтрації Гауса, дозволяє підвищити якість вхідних даних, усунути високочастотний шум, згладити непотрібні дрібні деталі. Реалізований на основі фільтра Гауса – білатеральний фільтр дозволяє більш чітко виділити значущі області, для подальшої діагностики, при цьому не втрачаючи в якості самого зображення. В розрізі нейромереж даний підхід дозволяє краще навчати нейромережу, оскільки вона стає менш чутливою до незначних змін освітлення, поворотів або масштабу, оскільки ключові ознаки (краї) залишаються стабільними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Binol H., Niazi M.K.K., Elmaraghy C., Moberly A.C., Gurcan M.N. Automated Video Summarization and Label Assignment for Otoscopy Videos Using Deep Learning and Natural Language Processing : Medical Imaging 2021. - 42с.
2. LN-MC Concept v1.0 [Електронний ресурс]. - <https://universe.roboflow.com/otoscope/digital-otoscope/dataset/1>
3. R.Honzales., R. Woods Digital Image Processing: [Електронний ресурс]. - <https://dl.ebooksworld.ir/motoman/Digital.Image.Processing.3rd.Edition.www.EBooksWorld.ir.pdf> - 150с.
4. «Peak signal-to-noise ratio». Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Peak_signal-to-noise_ratio (accessed Jan. 30, 2022).
5. Paris, S., Kornprobst, P., Tumblin, J., Durand, F. Bilateral filtering: Theory and applications [Електронний ресурс] / S. Paris, P. Kornprobst, J. Tumblin, F. Durand. – Boston: Now Publishers, 2009. – 93 с. – (Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision; Vol. 4, No. 1). – Режим доступу: https://books.google.com/books/about/Bilateral_Filtering.html?id=Kv1laopjxvIC

Марчук Андрій Юрійович - аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, andriu4934@gmail.com.

Науковий керівник: **Natalia Ivanivna Zabolotna** — доктор технічних наук, професор кафедри біомедичної інженерії та оптоелектронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: natalia.zabolotna@gmail.com.

Marchuk Andrii Yuriyovych - Postgraduate student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, andriu4934@gmail.com.

Supervisor: **Natalia Ivanivna Zabolotna** — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: natalia.zabolotna@gmail.com.