

УДК 004.932

*Д. В. Сторожик, студент гр. ПК-91мп*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## КОМПЛЕКСУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ

**Анотація.** Робота присвячена дослідженню застосування мультиспектрального комплексування зображень у медичній томографії для підвищення інформативності та завадостійкості результатів вимірювань. Виконано аналіз таких методів з метою визначення доцільності їх використання в методах неруйнівного контролю. Розглянуто переваги та недоліки використання мультиспектрального комплексування зображень у ультразвуковому неруйнівному контролі.

**Ключові слова:** комплексування, мультиспектральні зображення, неруйнівний контроль, ультразвуковий неруйнівний контроль, ультразвукова томографія, комп'ютерна томографія.

### ВСТУП

Техніка комплексування зображень – це об'єднання даних з зображень для більш інформативного візуального сприйняття та підвищення ефективності подальшої комп'ютерної обробки цих даних [1]. В останній час ця процедура отримала широке розповсюдження. Отриманні результати дослідження [2], проведеного в Державному науково-дослідному інституті авіаційних систем, говорять, що: комплексування зображень завжди збільшує вірогідність розпізнавання; при появі перешкод високої інтенсивності, комплексоване зображення дозволяє прийняти рішення, навіть коли неможливо прийняти рішення по жодному окремому каналу. Термін “об'єднання” традиційно розуміється, як накладення зображень одне на одне, однак також класифікують методи, при яких зображення можуть бути розділені після попередньої реєстрації ядра [3].

### МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В даній роботі аналізується можливість комплексування набору даних у реальному часі – ультразвукова томографія та даних, що попередньо отримані з комп'ютерного томографа [4]. Дане комплексування зображень дає змогу об'єднати найкращі характеристики обох методів, спостереження у динаміці під час ультразвукової томографії та якість зображення внутрішньої будови пацієнта, що отримане під час комп'ютерної томографії. На рис. 1 зображено результат комплексування без поєднання зображень, зелена область на комп'ютерній томограмі відповідає області ультразвукової томограми.

Для комплексування мультиспектральних даних, що отримані в різний час, необхідно визначити просторове ядро. Тобто необхідно виконати прив'язку зображень – приведення до однієї системи координат множини зображень однієї сцени. Одним із способів отримання такого ядра є визначення однакових ключових точок зображення для усіх вхідних зображень та побудова матриці перетворення. Маючи інформацію про взаємне розташування подібних образів на зображеннях, оцінюється ступінь неузгодженості зображень і одне з них трансформується використовуючи афінне геометричне перетворення таким чином, щоб мінімізувати дане неузгодження. Афінне геометричне перетворення

зберігає прямі лінії та відношення між ними, отже всі точки, що лежали на прямій, продовжують лежати на прямій після перетворення [5].



Рис. 1. Результат комплексування ультразвукової (ліворуч) та комп'ютерної (праворуч) томограм

На ринку медичних томографів є декілька систем, що підтримують комплексування даних з комп'ютерного томографа або магнітно-резонансного томографа. В таких системах данні систем інших типів передаються завчасно, а комплексування виконується динамічно під час ультразвукового обстеження пацієнта. Ці томографи підтримують комплексування, як і з поєднанням зображень, так і без, лікар може сам обирати режими в залежності від задачі [6].

В підтвердження ефективності даного підходу можна привести декілька досліджень. В дослідженні [7] використовувалось комплексування ультразвукової та комп'ютерної томографії для характеристики ураження печінки. Це дослідження показало, що даний метод дозволяє краще виявляти та класифікувати місцеві ураження печінки. В роботі [8] оцінювали ефективність такого комплексування для ін'єкції в крижово-клубовий суглоб, дослідження проводилося на трупах та пацієнтах, що страждали від крижово-клубового захворювання. Автори отримали високу точність та переконалися у доцільності використання комплексування.

## ВИСНОВКИ

Комплексування мультиспектральних зображень є технологією, що швидко розвивається. Вона була випробувана багатьма областями, включаючи медичну томографію. Ефективність комплексування даних, отриманих від ультразвукового та комп'ютерного томографа, підтверджена клінічними дослідженнями на тваринах та людях. У комплексуванні є деяка кількість

недоліків, серед яких необхідність використання прив'язки зображень та алгоритмів великої складності. Але, навіть враховуючи ці недоліки, комплексування мультиспектральних зображень у медичній томографії дає суттєвий приріст інформативності, особливо під час хірургічного втручання у організм пацієнта.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Сторожик Д. В. Комплексування зображень, як спосіб покращення якості бінарної сегментації / Д. В. Сторожик, О. В. Муравйов // *XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10-11 грудня 2019 року, м. Київ, Україна: збірник праць конференції.* – 2019. – С. 290-293.
- [2] Визильтер Ю. В. Проблемы технического зрения в современных авиационных системах / Ю. В. Визильтер, С. Ю. Желтов // *Техническое зрение в системах управления мобильными объектами - 2010: Труды научно-технической конференции-семинара.* – М.: 2011. – С. 11-44.
- [3] Yamada A. Magnetic resonance and ultrasound image-guided navigation system using a needle manipulator / A. Yamada, T. Junichi, S. Naka та ін. // *Medical Physics*, № 36. – 2019. – С. 850-858.
- [4] Yamamoto S. Sentinel Lymph Node Detection in Breast Cancer Patients by Real-Time Virtual Sonography Constructed With Three-Dimensional Computed Tomography-Lymphography / Yamamoto, S., Maeda, N., Tamesa, M., Nagashima, Y., Suga, K., & Oka // *The breast journal*, 16(1). – 2010. – С. 4-8.
- [5] Гривачевський А. П. Суміщення зображень сформованих сенсорами різної фізичної природи в процесі комплексування сигналів в мультиспектральних системах моніторингу / А.П. Гривачевський, С.Є. Фабіровський // *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”.* –2017. – No 874: Радіоелектроніка та телекомунікації. – С. 73-80.
- [6] Ewertsen C. Real-time image fusion involving diagnostic ultrasound / Ewertsen, C., Săftoiu, A., Gruionu, L. G., Karstrup, S., & Nielsen, M. B. // *American Journal of Roentgenology*, 200(3). –2013. – С. 249-255.
- [7] Lee M. W. Image fusion of real-time ultrasonography with computed tomography: factors affecting the registration error and motion of focal hepatic lesions / Lee M. W., Park H. J., Kang T. W. та ін. // *Ultrasound in medicine & biology*, 43(9) –2017. – С. 2024-2032.
- [8] Bendtsen T. F. The suprasacral parallel shift vs lumbar plexus blockade with ultrasound guidance in healthy volunteers—a randomised controlled trial. / Bendtsen T. F., Pedersen E. M., Haroutounian S. та ін. // *Anaesthesia*, 69(11). –2017. – С. 1227-1240.

**Наук. керівник – к.т.н., доц. Галаган Р.М.**