

Анастасія БОРИСЕНКО, студентка,
Лариса КОШЕВА, д-р техн. наук, проф.
Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, 5784983@stud.nau.edu.ua

ЗБІЛЬШЕННЯ ЧІТКОСТІ 3D ЗОБРАЖЕНЬ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ КАРДІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Анотація. Ця тема присвячена оптимізації 2D розрідженого масиву для створення 3D ультразвукового зображення в реальному часі. За допомогою цього методу можна отримати високоякісні зображення в режимі реального часу, що є особливо важливим для медичної діагностики. Використання розрідженого масиву дозволяє зменшити кількість елементів датчиків і спростити конструкцію пристрою, що зменшує його вартість та збільшує мобільність.

Ключові слова: 3D-ультразвук, кардіологія, роздільна здатність, 2-D оптимізація, енергетична функція.

Актуальність дослідження. Сьогодні використання 3D ультразвукової візуалізації в кардіології обмежене, оскільки отримання зображення всього міокарда за один удар серця без апное залишається технологічною проблемою. Рішення полягає в зменшенні кількості активних елементів у 2D ультразвукових датчиках, щоб полегшити процес збору даних: такий підхід призводить до розріджених масивів.

Мета дослідження. Мета цієї роботи полягає в тому, щоб запропонувати найкращу конфігурацію заданої кількості активних елементів, розподілених на активній поверхні зонда, щоб максимізувати їхню здатність створювати зображення з однорідним контрастом і роздільною здатністю по всьому об'єму. Ця робота представляє інтеграцію реалістичного акустичного моделювання, виконаного в процесі стохастичної оптимізації (імітований алгоритм відпалу). Запропонована структура дизайну розрідженого масиву є достатньо загальною для застосування як до мережевих (активні елементи розташовані на звичайній сітці), так і до несіткових (довільне розташування активних елементів) масивів [1]. Впровадження інноваційної енергетичної функції формує оптимальну 3D-схему променя, випромінюваного масивом. Отримані оптимізовані результати містять 128, 192 або 256 активних елементів, що забезпечує їх сумісність із комерційно доступними ультразвуковими сканерами, потенційно дозволяючи широкомасштабну розробку 3D ультразвукової візуалізації з недорогими системами.

Основні матеріали дослідження. Оптимізація 2D розріджених масивів на сітці для 3D ультразвукової візуалізації була розглянута з використанням алгоритму моделювання відпалу з широкосмуговим акустичним моделюванням [2]. Інноваційний контроль 3D-акустичної поведінки був досягнутий завдяки багатоглибинній енергетичній функції, яка формує візерунок променя на різних глибинах. Запропонований підхід було проілюстровано прикладом двовимірної розрідженої оптимізації, де метою було знайти найкращий вибір із 128, 192 та 256 активних елементів у двовимірному масиві 3 МГц 32x32 із сіткою на рис 1. Продуктивність отриманого 256-елементного оптимального масиву (opti256) відображено на рисунку 2. 1024-елементний 2D-масив і 716-елементний круговий масив, отримані після кутової дезактивації, розглядалися як еталонні. У дослідженні також розглядався найкращий 256-елементний «випадковий».

Було проведено шістнадцять радіаційних оптимізацій 256-елементних розріджених масивів. Рішення досліджувалися шляхом переміщення елементів поза сіткою, щоб оптимізувати їхнє положення відповідно до трьох запропонованих енергетичних функцій. Одна з енергетичних функцій формує головний промінь за допомогою введення скульптурної маски. Зокрема, енергетична функція оптимізації перевіряє шаблони випромінюваного променя в трьох концентричних півкулях на вибраних глибинах, щоб

оцінити якість акустичних характеристик у 3D, а не лише на фокусній глибині. Отримані геометрії компоновки порівнювали з точки зору SLL і роздільної здатності на діаграмі випромінюваного променя на глибинах 30 мм, 40 мм (фокусна глибина) і 50 мм [3].

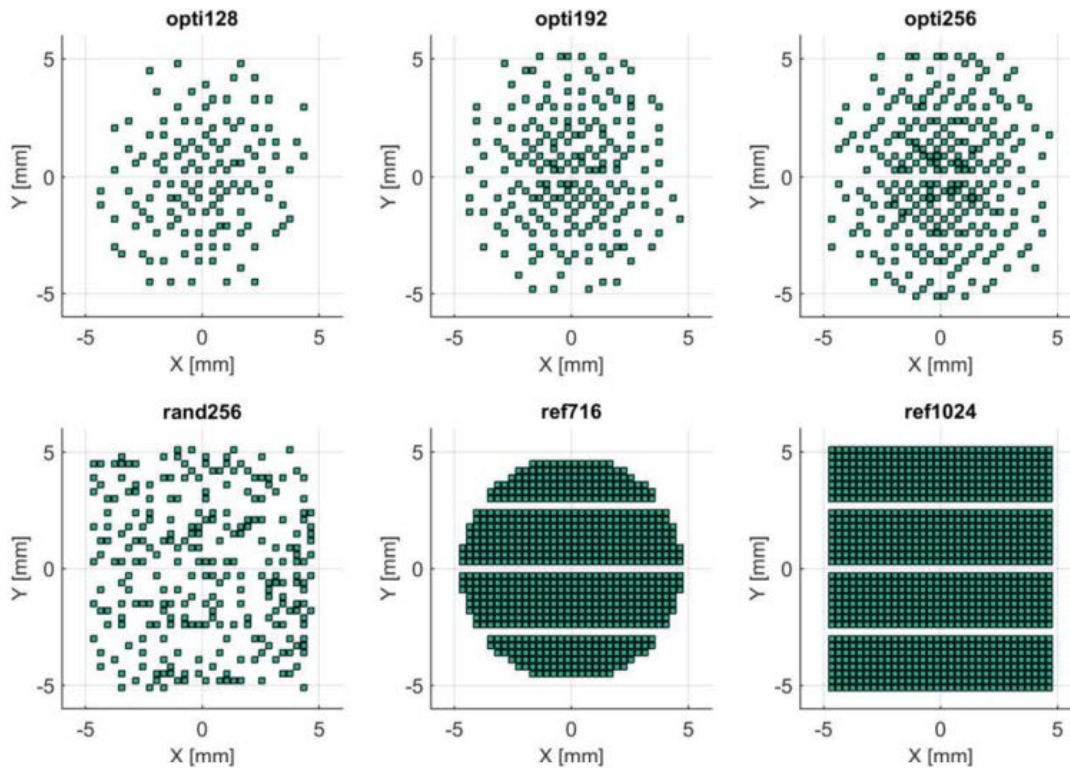


Рис. 1. Макети результатів оптимізації opti128, opti192, opti256, найкращий випадковий масив rand256 і два еталонних масивів

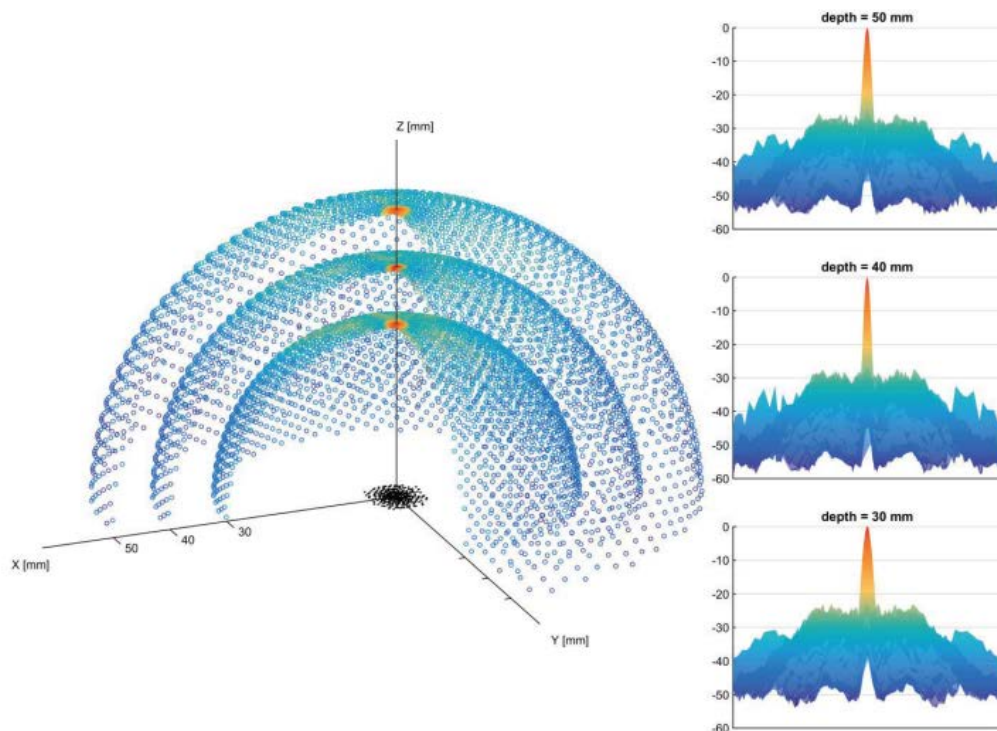


Рис. 2. Ілюстрація продуктивності двовимірного розрідженого масиву сітки (opti256), отриманого за допомогою функції багатоглибинної енергії, яка оптимізує діаграму випромінюваного променя на глибинах 30 мм, 40 мм і 50 мм

Висновок

Оптимізований масив забезпечив трохи кращу продуктивність, ніж еталонний спіральний масив, що призведе до покращення чіткості та точності зображень. Було показано, що формування форми головного променя на кількох глибинах призводить до кругової симетрії макетів без накладення будь-яких геометричних обмежень.

Література:

1. A. Ramalli, P. Tortoli, C. Cachard, M. Robini, and H. Liebgott. 2016. "2D Ultrasound Sparse Arrays Multi-Depth Radiation Optimization Using Simulated Annealing and Spiral-Array Inspired Energy Functions." *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, Dec. 2016, ст. 2138–2149.
2. E. Roux, H. Liebgott, S. Ravi, M. Robini, P. Tortoli, and C. Cachard, "Comparison of different optimized irregular sparse 2D ultrasound arrays," in *Ultrasonics Symposium (IUS)*, 2016 IEEE International, 2016, ст. 1-4.
3. B.M. Robini, E. Roux, H. Liebgott, C. Cachard, and P. Tortoli. 2014. "Optimization of Free-Moving Elements in 2D Ultrasound Sparse Arrays." In *Ultrasonics Symposium (IUS)*, 2014 IEEE International, ст. 2189–92.