

УДК 534.6:004.52

**Загинайло Є.О., аспірант спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення
Науковий керівник: Приходченко С.Д., к.т.н.**

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

НАЯВНІ ПРОБЛЕМИ МЕТОДІВ АКУСТИЧНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ

На початку створення систем акустичної локалізації, найбільш розповсюдженою методикою було створення масивів мікрофонів, або окремих збирачів акустичних сигналів які мали бути направлені на джерело звуку, що в свою чергу створювало низку проблем для вирішення. [1] Головною перевагою цього методу була можливість визначати головний напрямок сигналу завдяки орієнтації мікрофонів, або можливість розраховувати напрямок завдяки використанню інформації щодо переміщення мікрофона.

Щоб вирішити проблему необхідності механічного переміщення масиву мікрофонів, почали створювати всенаправлені великі масиви мікрофонів, які дали змогу читати сигнал без додаткового переміщення мікрофонів. Таке рішення не тільки не вирішило усі наявні проблеми, але й додатково створило проблеми необхідності додаткового фінансування проєктів, які займались акустичною локалізацією, оскільки кількість необхідних мікрофонів в масивах збільшилась і необхідна якість кожного з них зросла відповідно.

Не дивлячись на існування проблем в наявних рішеннях, якість та ефективність досліджених методів локалізації на малих і середніх відстанях були дуже не поганими, але погіршувались при збільшенні відстані до масиву мікрофонів. [2]

Двома головними методами акустичної локації є:

- Променеве формування (beamforming)
- Голографія

Перший метод використовується для визначення джерела звуку, в той час, як другий, для відображення отриманого і передбачення наступних звукових сигналів.

Променеве формування базується на залежності відстані між джерелом та мікрофоном. Таким чином, чим більше відстань між окремим мікрофоном і джерелом, тим довше сигнал має доходити до мікрофона. Після отримання акустичної хвилі мікрофоном, виходячи з заздалегідь розрахованої відстані між мікрофонами і дослідженому фазовому зсуву сигналу, можна розрахувати місцезнаходження необхідної контрольної точки.

На відміну від променевого формування, акустична голографія вирішує питання передбачення руху звукової хвилі у встановленому просторі, виходячи з отриманих замірів масиву мікрофонів. Голографія визначає масив віртуальних джерел звуку (замість визначення точного джерела) та їх властивості. В процесі голографії, параметри віртуальних джерел змінюються залежно від різниці між передбаченими та отриманими значеннями звукових хвиль в окремому місці простору зі встановлених мікрофонів. Таким чином відбувається мінімізація між отриманими та подальше передбачуваними результатами.

Проблеми методів локалізації:

1. Метод променевого формування досліджувався переважно в середовищі обмеженому від луни та сторонніх фонових шумів, які впливають на остаточний результат.

2. Багато технік методів локалізації вимагають стаціонарного розміщення, або постійності сигналу для визначення джерела. У випадку зі заздалегідь відомою траєкторією руху об'єкта локалізація джерела є задачею, яка може бути вирішена

наявними техніками, але у випадку відсутності даних про траєкторію, задача стає набагато складніше і тому наразі питання локалізації таких об'єктів є актуальною проблемою. [1]

3. Реалізація методів локалізації дуже коштовна, через необхідність використання великих масивів все направлених мікрофонів.

4. Велика кількість мікрофонів, стійка для фіксації масиву мікрофонів і будь-які інші фізичні об'єкти, які розміщуються в акустичному полі впливають на визначення локації джерела.

5. Для об'єктів, що переміщується в просторі, існує проблема ефекту Доплера, який полягає в зміні частоти звукової хвилі відносно місця позиціонування спостерігача. [3] Для звукових хвиль, які отримує спостерігач, який розміщений у напрямку руху об'єкта - частота звукової хвилі збільшується, прямо біля об'єкта - не змінюється та позаду об'єкта, що рухається - зменшується. Одними з головних робіт з дослідження шляхів вирішення проблеми цього ефекту в рамках локалізації об'єкта, є робота Ховела [4] та Барсікова [5].

Список використаних джерел:

1. Liu Y. J. Acoustic Source Localization Techniques and Their Applications [Електронний ресурс] / Y. J. Liu, S. Bolton, P. Davies // Summer Bridge on Noise Control Engineering. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nae.edu/255823/Acoustic-Source-Localization-Techniques-and-Their-Applications>.

2. P.K. McGregor, T. Dabelsteen, C.W. Clark, J.L. Bower & J. Holland (1997) Accuracy of a passive acoustic location system: empirical studies in terrestrial habitats, *Ethology Ecology & Evolution*, 9:3, 269-286, DOI: [10.1080/08927014.1997.9522887](https://doi.org/10.1080/08927014.1997.9522887)

3. Liu, M., Cheng, L., Qian, K. *et al.* Indoor acoustic localization: a survey. *Hum. Cent. Comput. Inf. Sci.* **10**, 2 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13673-019-0207-4>

4. G.P. Howell, A.J. Bradley, M.A. McCormick, J.D. Brown, De-Dopplerization and acoustic imaging of aircraft flyover noise measurements, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 105, Issue 1, 1986, Pages 151-167, ISSN 0022-460X, [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(86\)90227-0](https://doi.org/10.1016/0022-460X(86)90227-0)

5. B. Barsikow, W.F. King, On removing the Doppler frequency shift from array measurements of railway noise, *Journal of Sound and Vibration*, Volume 120, Issue 1, 1988, Pages 190-196, ISSN 0022-460X, [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(88\)90344-6](https://doi.org/10.1016/0022-460X(88)90344-6)