

УДК 004.738.5:621.391

Сумарюк С.Г.¹, Чорнобородов М.П.², Мороз Г.В.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

АЛГОРИТМ РОЗТАШОВУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АУДИОМЕРЕЖІ НА МІСЦЕВОСТІ З УРАХУВАННЯМ «НЕДОСТУПНИХ ЗОН»

Моніторинг звукових хвиль має широке використання у різних сферах сучасності [1]. Від моніторингу звуків пострілів в міській забудові для швидшого реагування на правопорушення, використання сенсорів звуку для визначення місцезнаходження браконьєрів в заказниках та природоохоронних зонах, до визначення місця вибуху міни під час робіт з повоєнного розмінування. Розвиток індустрії персональних літаючих дронів компактних розмірів призводить до появи технічних рішень щодо звукового виявлення подібних виробів для запобігання несанкціонованому використанню або збереженню життів цивільних та військових осіб у разі використання військових дронів.

Просторова локалізація звукових хвиль є нетривіальною задачею яка потребує врахування багатьох параметрів для успішного відпрацювання. Одними з основних чинників, що впливають на поширення звуку на місцевості є просторові характеристики фізичних перешкод [2] (розмір, щільність, положення на місцевості), а також такі особливості місцевості як перепад висот та наявність зон, вкритих водою. Звичайно, для розташовування сенсо-

рів використовують жадібний алгоритм (Greedy algorithm) [3], який засновано на розміщенні множини точок C на площині S , дотримуючись умови, що 2-3 попередніх сенсори мають зони перекриття, визначені радіусом R_{pic} у зоні чутливості кожного нового сенсору. Загальна формула вибору множини точок на площині S виглядає наступним чином:

$$C_i = argp \in P_{max}(A_{cov}(C \cup \{p\}) - A_{cov}(C)), \quad (1)$$

де C_i – нове місце розташування сенсору, $argp \in P_{max}$ – точка, що лежить у межах потенційних точок, що найсуттєвіше (P_{max}) збільшують площу загального покриття заданої площини S , $A_{cov}(C \cup \{p\})$ – площа площини S після додавання нового сенсору в точці-кандидаті, $A_{cov}(C)$ – площа покриття попереднього етапу.

Кожний вибір точки виходить з набору кандидатів, що обираються за наступним критерієм:

$$P = \bigcup_{c \in C} \{p \mid d(c, p) = R_{pic}, p \in S\}, \quad (2)$$

де C — множина вже розміщених сенсорів, p — потенційна точка для нового сенсора, $d(c, p)$ — відстань між сенсором c та точкою p , R_{pic} – максимальний радіус від попереднього сенсору, в якому дозволено розміщення нового сенсору, S — площина, в межах якої можна розміщувати сенсори.

Точки на відстані R обираються по дискретних кутових напрямках:

$$P = \bigcup_{c \in C} \{(x, y) \mid x = c_x + R_{pic} \cos(\theta), y = c_y + R_{pic} \sin(\theta), \theta \in \Theta\}, \quad (3)$$

де c_x та c_y - координати вже розміщеного сенсора c , Θ - множина дискретних кутів. Це відповідає генерації точок навколо кожного сенсора з певним кутовим кроком.

Для досягнення більш оптимального розміщення аудіосенсорів на місцевості, необхідно врахувати поняття «недоступних зон», які обмежують точки розміщення сенсорів, а також диктують поправки на розміщення сенсорів навколо них. Це в свою чергу дозволить оптимізувати алгоритм, потенційно зменшивши кількість сенсорів для розміщення на площині а також проведенням більш правильного їх розміщення.

Представлено алгоритм, який засновано на Жадібному алгоритмі (Greedy algorithm), який працює із заданою площиною точок розміщення сенсорів, намагаючись розмістити їх таким чином щоб покрити якомога бі-

льшу площу, при цьому мінімізуючи зони які непокриті зоною чутливості сенсорів з урахуванням «недоступних зон»:

$$P = \bigcup_{c \in C} \{p \in S \mid d(c, p) = R \wedge \forall z_i \in Z, d(p, z_i) > r_i\}, \quad (4)$$

де $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_m\}$ - множина заборонених центрів, у якій кожна точка z_i має радіус заборони r_i .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rossing T. D. Springer Handbook of Acoustics. – Berlin : Springer, 2007. – 1182 с.
2. Taus L., Tsai Y.-H. R. Efficient and robust sensor placement in complex environments // arXiv preprint. – 2023. – arXiv:2309.08545. – 23 p.
3. Piña-Covarrubias E., Hill A. P., Prince P., Snaddon J. L., Rogers A., Doncaster C. P. Optimization of sensor deployment for acoustic detection and localization in terrestrial environments // Remote Sensing in Ecology and Conservation. – 2018. – Vol. 5, No. 2. – P. 180–192. – DOI: 10.1002/rse2.97.