

АЛГОРИТМИ ПАСИВНОЇ ЛОКАЦІЇ ЗА ДАНИМИ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ РІЗНИЦЕВО-ДАЛЕКОМІРНОГО МЕТОДУ ПРИ КОРЕЛЬОВАНИХ ПОХИБКАХ ВИМІРЮВАНЬ

Товкач І. О.

(Науковий керівник – д.т.н., проф. Жук С. Я.)

Вступ

Завдання пасивного визначення місця розташування джерел радіовипромінювання (ДРВ) знаходить широке застосування при моніторингу навколишнього простору, ліквідації наслідків стихійних лих, в інтелектуальних транспортних і охоронних системах. В даний час для її вирішення застосовуються сенсорні мережі. При визначенні координат ДРВ на площині сенсорна мережа складається з трьох або більше датчиків (Д).

Один з основних підходів пасивного визначення місцеположення ДРВ ґрунтується на застосуванні різницево-далекомірного методу (РДМ), в якому використовуються різниці затримок між сигналами, отриманими різними датчиками. Даний метод має суттєву перевагу в простоті реалізації, так як не вимагає синхронізації між ДРВ і датчиками мережі, і тому

знаходить широке застосування на практиці.

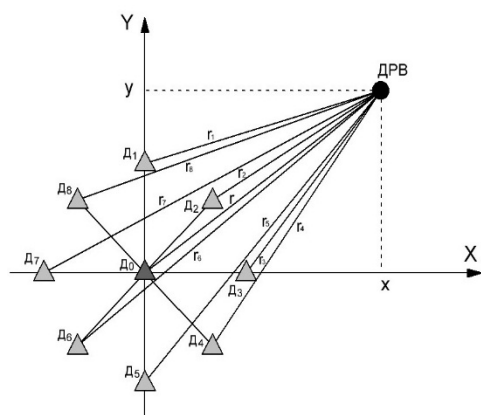


Рис.1. Конфігурація сенсорної мережі

Основна частина

На рис. 1 наведено конфігурацію сенсорної мережі РДМ з дев'ятьма Д, де x, y – місцезнаходження ДРВ; x_i, y_i – координати датчиків; r_i – відстань між датчиками та ДРВ; r – відстань між опорним датчиком та ДРВ; R_i – різниця відстаней між r_i та r ;

Рівняння РДМ: $R_i = r_i - r + n, i = \overline{1,3}$, де n – похибка виміру.

Проведено аналіз ефективності трьох алгоритмів визначення координат ДРВ на основі РДМ: сферичного перетину, сферичної інтерполяції, квадратичної корекції [1]. В якості показника ефективності використовувалось кругове СКВ $\sigma = \sqrt{\text{tr}(\mathbf{R})}$, де \mathbf{R} – кореляційна матриця похибок оцінки координат ДРВ.

Моделювання кожного алгоритму РДМ проведено для конфігурації сенсорної мережі, де Д0 (0;0), Д1 (0;20), Д2 (20√2;20√2), Д3 (20;0),

Д4 ($20\sqrt{2}; -20\sqrt{2}$), Д5 (0; -20), Д6 ($-20\sqrt{2}; -20\sqrt{2}$), Д7 (-20; 0), Д8 ($-20\sqrt{2}; 20\sqrt{2}$) та ДРВ знаходиться по колу з радіусом 100 км відносно опорного датчика Д0. Похибка вимірювання датчиків $\sigma = 30$ м.

Алгоритм сферичного перетину (АСП). Фактичне кругове СКВ $\mathcal{E}_{АСП}^{МК}$ похибки оцінки місцезнаходження ДРВ, отримане методом Монте-Карло, має великі значення, обумовленні помилками в визначенні кореня квадратичного рівняння. Воно коливається в межах від 13 до 22 км. Теоретичне значення СКВ $\mathcal{E}_{АСП}$ для даного методу не розраховується.

Алгоритм сферичної інтерполяції (АСІ). Фактичне кругове СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}^{МК}$ (крива 1) похибки оцінки місцезнаходження ДРВ, а також теоретичне СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}$ (крива 2), яке отримано аналітично, показані на рис. 2. Значення фактичного СКВ коливається відносно його теоретичного. СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}^{МК}$ приймає значення в межах від 1.05 до 1.6 км.

Алгоритм квадратичної корекції (АКК). Фактичне кругове СКВ $\mathcal{E}_{АКК}^{МК}$ (крива 3) похибки оцінки місцезнаходження ДРВ, а також теоретичне СКВ $\mathcal{E}_{АКК}$ (крива 4), яке отримано аналітично, показані на рис. 2. Отримані значення СКВ збігаються між собою, що свідчить про правильну роботу алгоритму. СКВ $\mathcal{E}_{АКК}^{МК}$ має значення близькі до СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}^{МК}$.

Також на рис. 2 (крива 5) показано СКВ $\mathcal{E}_{НГРК}$, яке відповідає нижній границі Рао-Крамера (НГРК), яка характеризує потенціальну можливу точність визначення координат ДРВ.

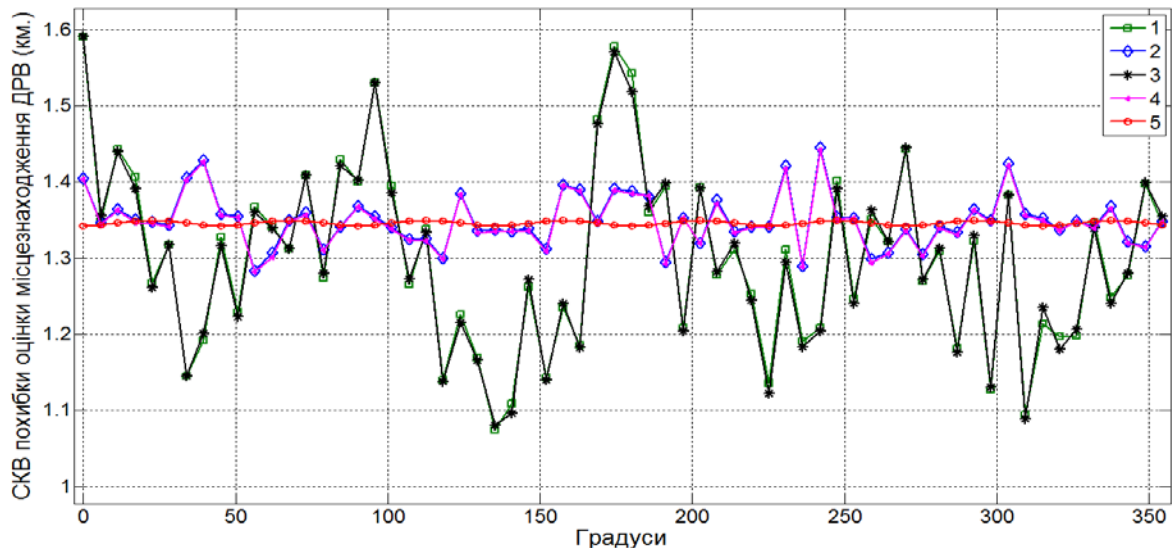


Рис. 2. 1 — СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}^{МК}$ АСІ, 2 — СКВ $\mathcal{E}_{АСІ}$ АСІ, 3 — СКВ $\mathcal{E}_{АКК}^{МК}$ АКК, 4 — СКВ $\mathcal{E}_{АКК}$ АКК, 5 — нижня границя Рао-Крамера

Висновки

Для даної конфігурації сенсорної мережі аналіз результатів моделювання показав, що АСП має найгірші показники оцінювання координат ДРВ. Фактичні СКВ похибки АСІ та АКК збігаються між собою та досягають НГРК, але потребують значних обчислювальних затрат, тому удосконалення алгоритмів визначення місцезнаходження ДРВ є актуальною науковою задачею.

Перелік посилань

1. Бузуверов Г.В. Алгоритмы пассивной локации в распределенной сети датчиков по разностно-дальномерному методу / Г.В.Бузуверов, О.И. Герасимов. — М. : Информационно-измерительные и управляющие системы №5, 2008. — 12 с.