

УДК 621.317

Лугових О.О., ст. викладач

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ ДЛЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Для зменшення похибки вимірювань доцільно застосувати метод експоненціального згладжування до вимірних значень координат.

З врахуванням дискретного характеру відеопослідовності маємо послідовність дискретних відліків координати $\{x_i^*\}$, $i = \overline{1, N}$. В цьому випадку найпростішою згладженою оцінкою для математичної моделі є:

$$\hat{x}_i = (1 - \xi)x_i^* + \xi f_e(\hat{x}_{i-1}, \hat{x}_{i-2}, \dots, \hat{x}_{i-s}), \quad (1)$$

де ξ – безрозмірна постійна величина, що є коефіцієнтом експоненційного згладжування, s – глибина пам'яті фільтра згладжування; $f_e(\cdot)$ – функція екстраполяції; x_i^* – виміряне поточне значення координати.

В оцінці (1) розраховано екстрапольовано оцінку координати для апріорних моделей руху об'єктів:

- нерухомий стан: $\hat{x}_{ie} = f_e(\hat{x}_{i-1}) = \hat{x}_{i-1}$;
- рівномірний рух: $\hat{x}_{ie} = f_e(\hat{x}_{i-1}, \hat{x}_{i-2}) = 2\hat{x}_{i-1} - \hat{x}_{i-2}$;
- рівноприскорений рух: $\hat{x}_{ie} = f_e(\hat{x}_{i-1}, \hat{x}_{i-2}, \hat{x}_{i-3}) = 3\hat{x}_{i-1} - 3\hat{x}_{i-2} + \hat{x}_{i-3}$.

Важливим питанням є вибір значення коефіцієнта експоненціального згладжування ξ . Згідно формули (1), якщо $\xi \rightarrow 0$, то основний вклад в оцінку параметрів руху має поточне вимірювання координати, якщо $\xi \rightarrow 1$, то при оцінці враховуються всі попередні вимірювання. В першому випадку експоненціальне згладжування малоефективне, так як дисперсія похибки, тобто похибка оцінки поточних координат не зменшується. В другому випадку при змінах параметрів руху технологічного обладнання виникає динамічна похибка.

Рішення щодо вибору значення ξ може бути знайдено як рішення оптимізаційної задачі та чисельного моделювання оцінок, тобто

$$\sigma_{\Sigma}^2 \approx \sigma_{cm}^2 + \sigma_{оин}^2 = f(\xi, \sigma_x^2, v) \rightarrow \min. \quad (2)$$

Для двох типів обладнання були чисельно прораховані наступні похибки: середньоквадратичне значення похибки визначення поточної

координати у каналі з цифровою відеокамерою; до і після експоненціального згладжування. Результати прорахунків на рис.1.

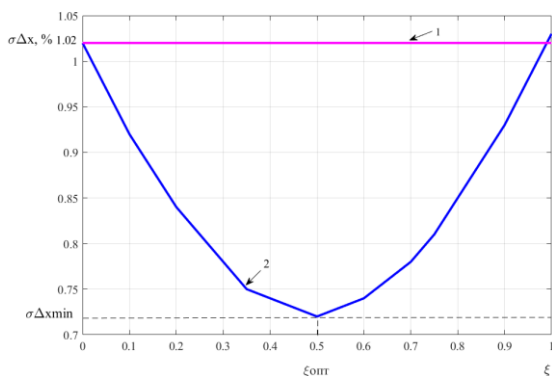


Рисунок 1 – Відносна середньоквадратична похибка визначення поточної координати: 1 – до експоненціального згладжування; 2 – після експоненціального згладжування

Чисельним моделюванням згідно (2) встановлено, що оптимальне значення коефіцієнту згладжування $\xi = 0,5$. При цьому точність визначення координат за цифровими відеозображеннями підвищено у 1,39 рази.

Цей метод має мінімальну можливу кількість обчислювальних операцій та використовує обмежену фіксовану кількість попередніх результатів вимірювань, що забезпечує підвищення точності визначення параметрів руху в реальному часі.

Список використаних джерел:

1. Турбал Ю. В., Кінда В. В. Аналіз пірамідального методу екстраполяції та моделей експоненційного згладжування для короткострокового прогнозу. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування 2020. Вип. 4 (92). С. 165-171. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnugvp_tekhn_2020_4_16.

2. Синтез алгоритмів фільтрації результатів вимірювань в системах навігації безпілотних літальних апаратів Зімчук І. В., Шапар Т. М., Ковба М. В. Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова, м. Житомир, Україна. Visnyk NTUU KPI Seriia – Radiotekhnika Radioaparaturbuduvannia, 2024, Iss. 96, pp. 21–27.

3. Системологія на транспорті: підручник: у 5 кн./ За заг.ред. М.Ф. Дмитриченка. К.: Знання України, 2005. Кн. II: Технологія наукових досліджень і технічної творчості / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін.. 318с.