

К.С. Васюта, Р.О. Качайло

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ФОРМУВАННЯ СУРОГАТНИХ ДАНИХ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПЕРЕШКОД У ВІДПОВІДЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИМ ЗАСОБАМ ПРОТИВНИКА

Анотація. В роботі використовується алгоритм формування сурогатних сигналів для створення перешкод у відповідь радіоелектронним засобам противника.

Ключові слова: сурогатний сигнал, алгоритм АТС, радіоелектронні засоби.

Abstract. The work uses an algorithm for forming surrogates to create obstacles in response to the enemy's radio-electronic means.

Key words: surrogate signal, ATS algorithm, radio electronic means.

З початку повномасштабної війни Росія випустила тисячі ракет по Україні – як крилатих, так і балістичних, але перші атаки Росії проти України не є артилерійськими чи ракетними, а саме радіоелектронними. Російські війська відстежують українські радіоелектронні засоби, визначають їх місцезнаходження, а потім придушують, ускладнюють їх роботу, а також стежать за повітряною обстановкою на території України. Тому, ускладнення функціонування радіоелектронних засобів противника є досить актуальною задачею. При веденні бойових дій для зниження ефективності радіоелектронних засобів противника імовірно використання пасивних та активних завад [1], але для їх використання треба розібратися, які сигнали використовуються в радіоелектронних засобах противника.

У складі Збройних сил Російської Федерації є багато різних радіоелектронних засобів, як нових так і застарілих. Кожний засіб отримує інформацію від радіолокаційної станції. В них використовують прості та складні сигнали, найпоширенішими серед них є імпульсні, лінійно-частотно-модульовані та фазокодоманіпульовані [2].

За допомогою методу сурогатних даних в роботі пропонується створити клон прийнятого сигналу для створення імітаційної завади у відповідь радіоелектронним засобам противника. Алгоритм формування сурогатних сигналів дозволяє зберегти спектральні, кореляційні та нелінійні властивості сигналів. Візьмемо для прикладу алгоритм створення сурогатних даних АТС (attractor trajectory surrogate), може бути описаний так [3,4,5]:

1. Піддаємо безліч відліків спостережуваного сигналу $\xi_k \in (\xi_{min}, \xi_{max})$ рівномірному квантуванню дискретною безліччю рівнів $\{\xi^{(1)}, \dots, \xi^{(m)}\}$ з інтервалом між сусідніми рівнями квантування $\Delta_i = \xi^{(i+1)} - \xi^i = const$.

2. З безлічі $\{\xi^k\}$ виділимо підмножини $\{\overline{\xi_{\Delta_i}}\}$, що належать інтервалам $\{\Delta_i\}_{i=1}^l$.

3. Випадковим чином перемішаємо (переставимо) елементи підмножин $\overline{\xi_{\Delta_i}}$. Максимально мож- лива кількість перестановок $1_i!$, де 1_i число елементів в інтервалі Δ_i (розмірність вектору $\overline{\xi_{\Delta_i}}$).

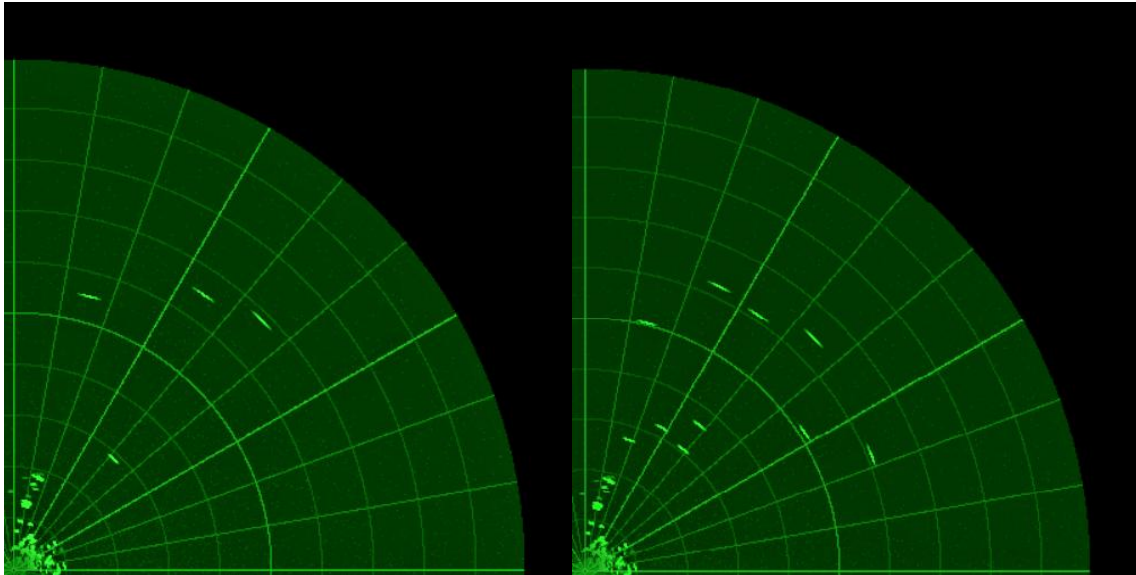
Оператори перестановки виконують взаємно однозначне відображення підмножин, що належать інтервалам $\{\Delta_i\}_{i=1}^l$, на себе. Підмножини до і після перемішування складаються з тих самих елементів, але відрізняються порядком їхнього слідування, тобто виконується пере привласнення номерів елементів тимчасового ряду, що становлять усі можливі пари кожного з підмножин Δ_i .

4. Об'єднуємо перемішані таким чином елементи підмножин та отримуємо першу реалізацію $\{\xi_n^1\}$ сурогатного сигналу, що зберігає (імітує) властивості атрактора сигнальної складової спостереження.

5. Повторюємо цю процедуру з кроку 3 поки не отримаємо необхідний ансамбль сурогатних сигналів $\{\xi_n^k\}_{k=1}^B$.

Максимальна потужність $1_i!$ множини сурогатних сигналів залежить від довжини вихідного спостереження N від числа рівнів квантування I і може значно перевищувати мінімально необхідну потужність B , тобто $1_i! \gg B$ [6].

Для формування імітуючої перешкоди вносимо до сформованого k сурогатний сигнал хибний інформаційний параметр $\lambda_{\Pi}(t)$ (час запізнення $t_{з\text{ хибн}}$, доплерівське зміщення частоти $F_{д\text{ хибн}}$), тобто ми можемо давати різні імітуючі перешкоди за дальністю та за швидкістю для станції спостереження рисунк 1(а,б).



а) екран радіолокаційної станції до застосування

б) екран радіолокаційної станції після застосування

На рисунку 1(а,б) наведено результати моделювання процесу формування сурогатних сигналів для прикриття дій бомбардувальної авіації хибними цілями, які спостерігає противник на своїй радіолокаційній станції.

Запропонований метод синтезу сурогатних сигналів алгоритмом ATS для створення перешкоди у відповідь радіоелектронним засобам противника. Дозволяє додавання хибних інформаційних параметрів до імітуючої перешкоди по дальності та по швидкості, а також надає можливість створення кількох імітуючих перешкод, або створення їх такої кількості, яка потрібна для перевантаження радіоелектронного засобу противника з метою значного ускладнення їх роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Захист радіолокаційних систем від перешкод. Стан та тенденції розвитку / За ред. А.І. Канащенкова та В.І. Меркулова: Радіотехніка, 2003.

2. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х. : ХУПС, 2013. - 212 с.: Іл.

3. Новий підхід до непараметричного виявлення хаотичних сигналів на тлі білого шуму з використанням "нелінійної динамічної статистики" / П. Ю. Костенко, К. С. Васюта, А. Н. Барсуков [і ін.] // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 3 (25). – С. 108–116.

4. Small M. Attractor trajectory surrogates: hypothesis testing and prediction / M. Small // International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications. – Fukuoka, Japan, 29 November-3 December 2004. – P. 123-126.

5. Testing for nonlinearity in time series: The method of surrogate data / J. Theiler, S. Eubank, A. Longtin, B. Galdrikian, J.D. Farmer // Physica D. – 1992. – № 58. – P. 77-94.

6. Сучасний стан та перспективи розвитку радіолокаційних систем посадки / О.Л. Кащишин, К.С. Васюта, О.А. Ківшар, М.П. Долина // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2019. – № 1(34). – С. 39-45.
<https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.05>.

Качайло Руслан Олександрович – ад'юнкт навчально-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: rkacajlo@gmail.com

Васюта Костянтин Станіславович – доктор технічних наук, професор, заступник начальника університету з наукової роботи Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, e-mail: kohafish@ukr.net

Ruslan Oleksandrovych Kachailo – adjunct of the educational and organizational department of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv city, e-mail: rkacajlo@gmail.com

Kostyantyn Stanislavovych Vasyuta – doctor of technical sciences, professor, deputy head of the university for scientific work of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv city, e-mail: kohafish@ukr.net