Міністерство освіти і науки України

Національна академія наук України

Міністерство науки та вищої освіти Республіки Польща

Національний університет "Львівська політехніка"

Інститут прикладних проблем механіки і

математики ім. Я.С. Підстригача НАН України

Університет Бєльсько-Бяла (Польща)

48-49

Головний корпус Львівської політехніки

"ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ І БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ"

МАТЕРІАЛИ
III-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

05 – 06 червня 2014 р.

Аналіз параметрів сигналів як засіб підвищення безпеки бездротових інформаційних систем

Микола Карпінський[1], Марек Александер[2], Віталій Чиж[3], Степан Балабан[4]

1 - Університет в Бельську-Бялій і Державна вища професійна школа в Новому Сончі, ПОЛЬЩА, м. Новий Сонч, вул. Заменгофа, 1а, E-mail: mkarpinski@ath.bielsko.pl.

2 - Технічний інститут, Державна вища технічна школа в Новому Сончі, ПОЛЬЩА, м. Новий Сонч, вул. Заменгофа, 1а, E-mail: aleksmar@pwsz-ns.edu.pl.

3 – Кафедра графічного моделювання, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, УКРАЇНА, м.Тернопіль, вул. Руська, 56, E-mail: vitalik.c@gmail.com.

4 Кафедра графічного моделювання, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, УКРАЇНА, м.Тернопіль, вул. Руська, 56, E-mail: balaban_s@tstu.edu.ua.

A geometric model of a wireless sensor network has been proposed. It based on the use of equilateral triangles that are pairwise combined in four-simplex. The analysis of the simplexes structure have been shown, simplexes undergo of the simplex: no transformation (NTr), partial transformation (PTr), complete transformation (CTr), transformation from two-dimensional to the three-dimensional structure in the analysis of parameters of signal information nodes.

Ключові слова: Бездротова сенсорна мережа, фізичний та геометричний зв'язки, симплекс, евклідів простір, тетраедр.

I. Вступ

Створення та використання віртуальних моделей на базі існуючих бездротових сенсорних мереж (БСМ) дозволяє зменшити вартість їх проектування, налагодження та експлуатації, підвищити надійність, довговічність, швидкодію і рівень захищеності інформації. Зокрема, використання геометричних моделей дозволяє полегшити процес розроблення енергозберігаючих маршрутів передачі інформації і механізмів контролю за параметрами сигналів [1] інформаційних вузлів (ІВ).

Відомі геометричні моделі БСМ, в яких ІВ у конфігураційному просторі представлені сигнальними точками (СТ) розміщеними у вершинах правильних шестикутників або трикутників. Перелічені плоскі фігури при збільшені розмірів їх елементів не можуть трансформуватися в об'ємні геометричні фігури, отже не придатні до візуалізації окремих ІВ параметри, яких змінюються [2].

II. Симплексна модель

Для одержання можливості візуалізації атаки на сигнал окремого ІВ, або обмеженої групи ІВ використовують геометричну модель, в якій ІВ у конфігураційному просторі представлені СТ i, j, k розміщеними у вершинах рівносторонніх трикутників ${}_i\Delta_k^j$ сторони таких трикутників є фізичними зв'язками (ФЗ) $l_{ij} = l_{ik} = l_{jk}$. При цьому кожні два сусідні трикутники геометричної моделі БСМ об'єднують у чотириточкові симплекси-ромби ${}_j^i[C]_p^k$ з вершинами i, j, k, p. При переміщені СТ, що розміщені у вершинах таких симплексів, самі симплекси можуть трансформуватися у відрізки прямої лінії, чотирикутники або трикутні піраміди.

Чотири вершини отриманого ${}_j^i[C]_p^k$ з'єднанні п'ятьма ФЗ довжиною l (чотири сторони і мала діагональ) та одним геометричним зв'язком (ГЗ) довжиною $d = \sqrt{3}l$ (велика діагональ). Довжини ФЗ визначається характером ІВ і тому їхні довжини визначають положення СТ у симплексі. ГЗ не може змінювати форму симплекса. Він вказує лише відстань між двома його протилежними вершинами, яку вимірюють у площині симплекса.

При стабільній роботі ІВ у симплексі фіксується двомірний евклідів простір із ФЗ довжиною l. Зміна довжини ФЗ приводить до переміщення відповідних СТ. Таким чином, відбувається трансформація простору симплекса навколо СТ, які візуально визначають у конфігураційному просторі комп'ютера ІВ параметри сигналів, яких зазнали змін. У представленій мережі може одночасно існувати три типи симплексів: з відсутньою трансформацією (ОТр), з частковою трансформацією (ЧТр) повною трансформацією (ПТр). Наявність симплексів ОТр вказує на те, що дані симплекси не мають видовжених ФЗ. У симплексах з ЧТр один трикутник знаходиться в області трансформації, а інший поза нею трансформація такого симплекса приводить до утворення тривимірного геометричного об'єкту, який складається із двох трикутників зігнутих вздовж спільної основи – ФЗ, який не змінюється і залишає не рухомими кінці відрізка (СТ). симплекси з ПТр не можуть бути реалізовані у двовимірному просторі. Вони утворюють тримірні геометричні об'єкти у вигляді трикутних пірамід (тетраедрів). В основі такої піраміди знаходиться три нерухомі СТ, з'єднанні двома ФЗ l і ГЗ d.

III. Аналітичний метод дослідження

Об'єм трансформованого симплекса V_{ijkp} представляють як функцію видовження ФЗ

$$\Delta l : V_{ijkp} = V(\Delta l) \qquad (1)$$

Об'єм тетраедра рівний:

$$V(\Delta l) = \frac{1}{3} S_{ijk} \cdot H \qquad (2)$$

де H – висота тетраедра (м);

S_{ijk} - площа основи тетраедра (м^2)

Для визначення об'єму тетраедра і площі його основи використовують залежність Ніколо-Тартальї,

ня в загальному вигляді для n – мірного записують у вигляді:

Для визначення об'єму тетраедра V_{ijkp} використовують формулу Ніколо Тартальї:

$$V^2_{ijkp} = \frac{(-1)^3}{2^3(3!)^2}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & l_{ij}^2 & l_{ik}^2 & l_{ip}^2 \\ -1 & l_{ij}^2 & 0 & l_{jk}^2 & l_{jp}^2 \\ -1 & l_{ik}^2 & l_{jk}^2 & 0 & l_{kp}^2 \\ -1 & l_{ip}^2 & l_{jp}^2 & l_{kp}^2 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

В загальному вигляді її можна представити, як:

$$V^2_{i...n+1} = \frac{1}{2^n(n!)^2}\cdot(-1)^{n-1}\cdot\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & ... & 1 \\ -1 & 0 & l_{ij}^2 & ... & l_{i...n+1}^2 \\ -1 & l_{ij}^2 & 0 & ... & l_{j...n+1}^2 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ -1 & l_{i...n+1}^2 & l_{j..n+1}^2 & ... & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

де n - вимірність моделювання БСМ; $\frac{1}{2^n(n!)^2}$ - коефіцієнт;

$(-1)^{n-1}\cdot\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & ... & 1 \\ -1 & 0 & l_{ij}^2 & ... & l_{i...n+1}^2 \\ -1 & l_{ij}^2 & 0 & ... & l_{j...n+1}^2 \\ ... & ... & ... & ... & ... \\ -1 & l_{i...n+1}^2 & l_{j..n+1}^2 & ... & 0 \end{pmatrix}$ - діагональний визначник Келі-Менгера.

Для візуалізації трансформації об'ємних БСМ залежність (4) приймає вигляд:

$$V^2_{ijkpj} = \frac{(-1)^4}{2^4(4!)^2}\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & 0 & l_{ij}^2 & l_{ik}^2 & l_{ip}^2 & l_{ij}^2 \\ -1 & l_{ij}^2 & 0 & l_{jk}^2 & l_{jp}^2 & l_{ji}^2 \\ -1 & l_{ik}^2 & l_{jk}^2 & 0 & l_{kp}^2 & l_{kj}^2 \\ -1 & l_{ip}^2 & l_{jp}^2 & l_{kp}^2 & 0 & l_{pj}^2 \\ -1 & l_{ij}^2 & l_{ji}^2 & l_{pj}^2 & l_{kj}^2 & 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Для візуалізації трансформації двомірних БСМ відкалібрують всі ребра симплексів по відношенню до прийнятої відповідності, що шумовому сигналу ω відповідає відрізок $l_0 = l(\omega)$. Нехай $l_j = dl_0$, а довжина, яка відповідає сигналу $\varepsilon - l_\varepsilon = \beta l_0$. Тоді ціну довжини ФЗ між двома СТ представляють довжиною

$$l = (2d+1)l_0 \quad (6)$$

А геометричні зв'язки - довжиною

$$d = \sqrt{3}l = (2d+1)l_0\sqrt{3}(d^2 = 3l^2) \quad (7)$$

Відповідно до запропонованго методу візуалізації зміна параметру сигналу ІВ приводить до зміни об'єму трансформованого у тригранну піраміду симплекса. За умови не змінності пдощі основи піраміди збільшується її висота H. Таким чином H називають показником трансформації. При досягнені параметром сигналу критичного значення, експлуатація ІВ стає недоцільною, а показник трансформації набуває максимального значення

Висновок

Одержанні залежності дозволяють, встановивши на основі фізичних характеристик ІВ та умов експлуатації БСМ, граничні значення висоти трансформованого симплекса H, аналізувати надійність роботи окремих ІВ та БСМ в цілому.

Література

[1] Hyunsang Choi Fast detection and visualization of network attacks on parallel coordinates: Journal Article / Hyunsang Choi, Heejo Lee, Hyogon Kim // Computers & Security. - July 2009. - Volume 28. - P.276–288. - ISSN 0167-4048.

[2] Пат. 64391 Україна, МПК H04W 12/00. Спосіб візуалізації атаки червоточини в безпровідній сенсорній мережі / Карпінський В. М., Євтух П. С. (Україна), Боровік Б. Л., Карпінський М.П. (Польща); заявник та патентовласник Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя. – № u 2011 03578; заявл. 25.03.11; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21. – 4 с.