

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 113435

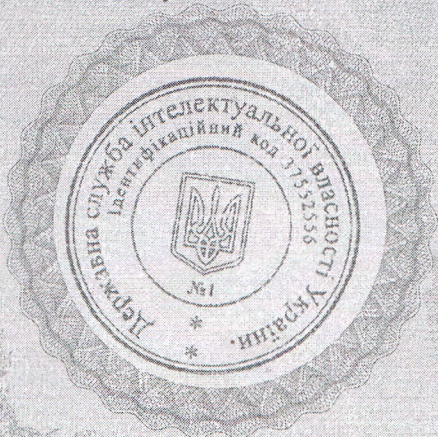
**СПОСІБ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ
ОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВУЗЛІВ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **25.01.2017**.

В.о. Голови Державної служби
інтелектуальної власності України

А.А.Малиш



(21) Номер заявки:	u 2016 08077	(72) Винахідники: Балабан Степан Миколайович, UA, Карпінський Микола Петрович, UA, Чиж Віталій Михайлович, UA
(22) Дата подання заявки:	21.07.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.01.2017	
(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня:	25.01.2017, Бюл. № 2	(73) Власник: ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ ОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВУЗЛІВ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб візуалізації параметрів сигналів обмеженої кількості інформаційних вузлів, що полягає у вимірюванні відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня параметру прийнятого сигналу інформаційного вузла, реконструюванні топологічної поверхні мережі інформаційних вузлів, обчисленні віртуальної позиції кожного сенсора, аналізі візуалізованої форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли, а кожні два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $\{4C\}_p$, які при побудові мають форму ромбів.

де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні інформаційних вузлів, сигнали яких зазнали змін, при цьому п'ять відстаней між сигнальними точками є функціональні зв'язки ℓ , а шоста відстань - велика діагональ ромба є геометричним зв'язком довжиною $d = \sqrt{3}\ell$, геометрія симплекса змінюється при зміні параметрів сигналу одного або декількох інформаційних вузлів внаслідок того, що функціональні зв'язки змінюють свою довжину, а зміна довжини функціональних зв'язків призводить до переміщення відповідних сигнальних точок, в результаті відбувається трансформація симплексного простору навколо сигнальних точок, які візуально визначають атаковані інформаційні вузли у конфігураційному просторі комп'ютера, який відрізняється тим, що чотириточкові симплекси будують таким чином, що до їх складу входять три еталонних і один реальний інформаційні вузли, реальний інформаційний вузол завжди розміщений у положенні, яке визначають три функціональних зв'язки, а чотириточкові симплекси об'єднують у стрічкові та замкнені кластери.

Корисна модель належить до бездротових сенсорних мереж, до складу яких входить менше вісімнадцяти інформаційних вузлів, зокрема їх комп'ютерної візуалізації, і може бути використана у інформаційних, промислових та спеціалізованих системах, які експлуатують у різних галузях народного господарства.

5 Відомим аналогом є спосіб візуалізації параметрів сигналів інформаційних вузлів, що полягає у вимірюванні відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня параметру прийнятого сигналу інформаційного вузла, реконструюванні топологічної поверхні мережі інформаційних вузлів, обчислюванні віртуальної позиції кожного інформаційного вузла, аналізі візуалізованої форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними
10 точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли, а кожен два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $[4C]_s^k$, які при побудові мають форму ромбів, де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні інформаційних вузлів, сигнали яких зазнали змін (див. Патент України № 103955, від 12.01.2016 МПК H04W 12/12(2009.01), бюл. Промислова власність № 1, 2016).

Недоліком вказаного способу є неможливість відслідковувати невеликі зміни параметрів сигналів інформаційних вузлів.

Найближчим технічним рішенням до запропонованої корисної моделі служить спосіб
20 симплексного моделювання бездротової сенсорної мережі, що полягає у вимірюванні відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня параметру прийнятого сигналу інформаційного вузла, реконструюванні топологічної поверхні мережі інформаційних вузлів, обчислюванні віртуальної позиції кожного інформаційного вузла, аналізі візуалізованої форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки
25 рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли, а кожен два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $[4C]_s^k$, які при побудові мають форму ромбів, де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні інформаційних вузлів, сигнали яких зазнали змін, при цьому п'ять відстаней між сигнальними
30 точками є функціональні зв'язки довжиною l , а шоста відстань - велика діагональ ромба є геометричним зв'язком довжиною $d = \sqrt{3}l$. геометрія симплекса змінюється при зміні параметрів сигналу одного або декількох інформаційних вузлів внаслідок того, що функціональні зв'язки змінюють свою довжину, а зміна довжини функціональних зв'язків призводить до переміщення відповідних сигнальних точок, в результаті відбувається
35 трансформація симплексного простору навколо сигнальних точок, які візуально визначають атаковані інформаційні вузли у конфігураційному просторі комп'ютера (див. Патент України № 82896, від 27.08.2013 МПК H04W12/12 (2009.01), бюл. Промислова власність № 16, 2013).

Недоліком найближчого аналога є неможливість відслідковування трансформації симплекса, в якому інформаційний вузол, параметри сигналу якого зазнали змін, розміщений на кінці великої діагоналі ромба, і побудувати чотириточковий симплекс для дослідження роботи бездротової сенсорної мережі, до складу якої входять менше чотирьох інформаційних вузлів.

В основу корисної моделі поставлена задача одержання можливості відслідкування трансформації симплекса, в якому інформаційний вузол, параметри сигналу якого зазнали змін, розміщений на кінці великої діагоналі ромба і побудови чотириточкових симплексів для
45 дослідження роботи бездротової сенсорної мережі, до складу якої входять менше чотирьох інформаційних вузлів, шляхом моделювання бездротової сенсорної мережі, що полягає у вимірюванні відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня параметру прийнятого сигналу інформаційного вузла, реконструюванні топологічної поверхні мережі інформаційних вузлів, обчислюванні віртуальної позиції кожного інформаційного вузла, аналізі візуалізованої
50 форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли, а кожен два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $[4C]_s^k$, які при побудові мають форму ромбів, де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні інформаційних вузлів, сигнали яких зазнали змін, п'ять відстаней між сигнальними
55 точками є функціональні зв'язки довжиною l , а шоста відстань - велика діагональ ромба є

геометричним зв'язком довжиною $d = \sqrt{3}l$, геометрія симплекса змінюється при зміні параметрів сигналу одного або декількох інформаційних вузлів внаслідок того, що функціональні зв'язки змінюють свою довжину, а зміна довжини функціональних зв'язків призводить до переміщення відповідних сигнальних точок, в результаті відбувається
 5 трансформація симплексного простору навколо сигнальних точок, які візуально визначають атаковані інформаційні вузли у конфігураційному просторі комп'ютера, при цьому чотириточкові симплекси будують таким чином, що до їх складу входять три еталонних і один реальний інформаційні вузли, реальний інформаційний вузол завжди розміщений у положенні, яке визначають три функціональних зв'язки, а чотириточкові симплекси об'єднують у стрічкові і замкнені кластери.

На фіг. 1 показано схему чотириточкового симплекса, до складу якого входять три еталонні і один реальний інформаційні вузли, на фіг. 2 показано схему області повної трансформації чотириточкового симплекса при здійсненні атаки на параметри сигналу реального інформаційного вузла, на фіг. 3 показано схему стрічкового кластера, до складу якого входять
 15 чотири реальні інформаційні вузли, на фіг. 4 показано схему замкненого кластера, до складу якого входять чотири реальні інформаційні вузли.

Спосіб реалізується таким чином. Вимірюють відстані між інформаційними вузлами з використанням моделювання похибки вимірювання відстані між інформаційними вузлами змішаними шумами. Реконструюють топологічну поверхню сенсорної мережі за допомогою триангуляції Делоне і обчислюють віртуальні позиції кожного інформаційного вузла. Аналізують
 20 візуалізовану форму реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли. Кожні два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $[4C]_i$,

які при побудові мають форму ромбів, де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, які представляють інформаційні вузли бездротової сенсорної мережі. Позиціями на фіг. 1 позначені: j, k, p - еталонні інформаційні вузли, i - реальний інформаційний вузол. Для візуалізації рівня зміни параметрів сигналів реальних інформаційних вузлів первинне
 25 положення сигнальних точок характеризують функціональними зв'язками $l_{ij}, l_{ip}, l_{jk}, l_{pi}, l_{kj}$,

довжиною l і геометричним зв'язком l_{pi} довжиною $d = \sqrt{3}l$. При зміні параметрів сигналу реального інформаційного вузла і функціональні зв'язки l_{ij}, l_{ip}, l_{jk} змінюють свою довжину (див.
 30 фіг. 2). Зміна довжини вказаних функціональних зв'язків призводить до переміщення сигнальної точки i . В результаті змінюється геометрія симплекса. Зокрема вказаний симплекс з ромба трансформується у піраміду. При наявності у бездротовій сенсорній мережі двох і більше реальних інформаційних вузлів, кожен реальний інформаційний вузол завжди розміщений у положенні, яке визначають три функціональні зв'язки, а чотириточкові симплекси, які при цьому утворюються, об'єднують у стрічкові або замкнені кластери (див. фіг. 3 і фіг. 4).

Приклад конкретної реалізації способу візуалізації параметрів сигналів обмеженої кількості інформаційних вузлів. Бездротову сенсорну мережу побудували на інформаційних вузлах, які сформували на модулях XBee виробництва фірми США Digi International шляхом програмування стеку XBee на програмному рівні. Інформаційні вузли функціонували в рамках протоколу Zig XBee згідно зі стандартом IEEE 802.15.4. Вбудованою програмою застосували ZB 20, базовану на специфікації Zig Bee PRO Feature Set. Бездротову сенсорну мережу сформували на 4 реальних інформаційних вузлах із інтегрованими антенами та розмістили у просторі на віддалі 1 м між сусідніми інформаційними вузлами. Вимірювали параметри сигналів реальних інформаційних вузлів і будували віртуальну бездротову сенсорну мережу із чотирьох
 35 чотириточкових симплексів $[4C]_i$, які при побудові мають форму ромбів, величини сторін і малих діагоналей яких рівні 1 м , а на кінцях малих діагоналей розміщені реальні інформаційні вузли (див. фіг. 3).

Бездротову сенсорну мережу вводили в два режими роботи: без приглушення сигналу реального інформаційного вузла і при температурі довкілля в межах від $+5^\circ\text{C}$ до $+30^\circ\text{C}$ і вологості від 30 % до 70 %. Вимірювали відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня потужності прийнятого сигналу. При цьому потужність прийнятого сигналу вимірювали за допомогою програми на підставі 10-бітного аналогово-цифрового перетворювача. Здійснювали
 40

45

5 моделювання похибки вимірювання відстані між інформаційними вузлами змішаним шумом та уточнювали значення вимірної відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня потужності прийнятого сигналу. Для цього запрограмували модулі XВee з новим набором функцій. Модулі використовували запрограмований рівень стеку XВee. Інформаційні вузли
 10 використовували також фізичний підрівень Zig Bee PHY та підрівень керування доступом до радіоканалу MAC для неліцензійного діапазону частоти 2,4 ГГц.

В подальшому реконструювання мережі інформаційних вузлів здійснювали з використанням триангуляції Делоне, обчислювали віртуальні позиції кожного інформаційного вузла, використовуючи сітку рівносторонніх трикутників, з довжиною сторони 1 м, з розміщеними у їх
 15 вершинах інформаційними вузлами з координатами в евклідовому просторі таким чином, що реальні інформаційні вузли займали положення на кінцях малої діагоналі ромба (див. фіг. 3 і фіг. 4), і визначали, що об'єм симплекса $\{[4C]\}$ рівний нулю.

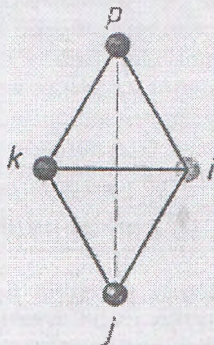
Потім приглушували сигнал i -того реального інформаційного вузла і шляхом вимірювання потужності прийнятого сигналу еталонними інформаційними вузлами j, k, p визначали величину
 20 трансформації сигналу точки i в точку i' (див. фіг. 2). Так за потужністю прийнятого приглушеного сигналу визначили, що віддаль між інформаційними вузлами симплекса $\{[4C]\}$ збільшилась до 2,85 м, а об'єм трансформованого симплекса становив $0,38 \text{ м}^3$.

Таким чином запропонований спосіб дозволяє відстежити трансформації симплекса, в якому менше чотирьох реальних інформаційних вузлів, і провести дослідження роботи такої мережі.

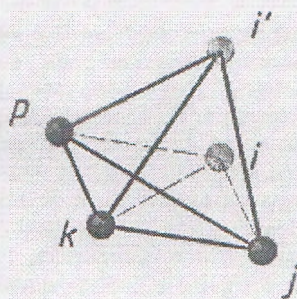
20

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

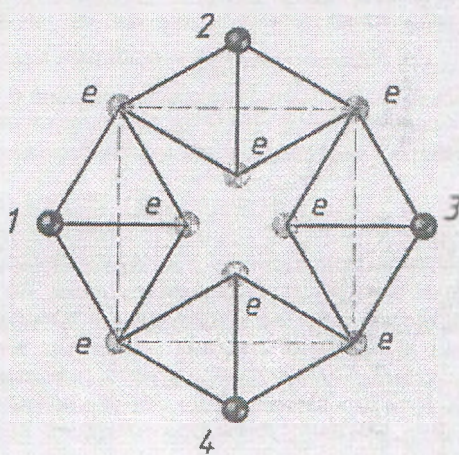
Спосіб візуалізації параметрів сигналів обмеженої кількості інформаційних вузлів, що полягає у
 25 вимірюванні відстані між інформаційними вузлами на підставі рівня параметру прийнятого сигналу інформаційного вузла, реконструюванні топологічної поверхні мережі інформаційних вузлів, обчисленні віртуальної позиції кожного сенсора, аналізі візуалізованої форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки
 30 рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах сигнальними точками з координатами у евклідовому просторі, які представляють відповідні інформаційні вузли, а кожен два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси $\{[4C]\}$, які при побудові мають форму ромбів, де C - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні
 інформаційних вузлів, сигнали яких зазнали змін, при цьому п'ять відстаней між сигнальними
 35 точками є функціональні зв'язки f , а шоста відстань - велика діагональ ромба є геометричним зв'язком довжиною $d = \sqrt{3}f$, геометрія симплекса змінюється при зміні параметрів сигналу
 40 одного або декількох інформаційних вузлів внаслідок того, що функціональні зв'язки змінюють свою довжину, а зміна довжини функціональних зв'язків призводить до переміщення відповідних сигнальних точок, які візуально визначають атаквані інформаційні вузли у конфігураційному просторі комп'ютера, який відрізняється тим, що чотириточкові симплекси будують таким чином, що до їх складу входять три еталонних і один реальний інформаційні вузли, реальний інформаційний вузол завжди розміщений у положенні, яке визначають три функціональних зв'язки, а чотириточкові симплекси об'єднують у стрічкові та замкнені кластери.



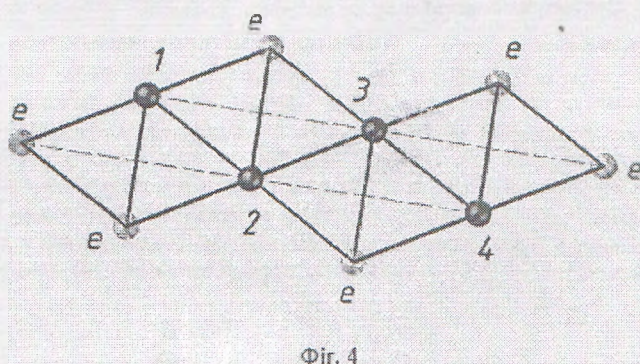
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03660, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601



УКРАЇНА

(19) UA (11) 113435 (13) U
(51) МПК
H04W 12/12 (2009.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 08077	(72) Винахідник(и): Балабан Степан Миколайович (UA), Карпінський Микола Петрович (UA), Чиж Віталій Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.07.2016	(73) Власник(и): ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ, вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.01.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.01.2017, Бюл.№ 2	

(54) СПОСІБ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛІВ ОБМЕЖЕНОЇ КІЛЬКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВУЗЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб візуалізації параметрів сигналів обмеженої кількості інформаційних вузлів полягає у вимірюванні відстані між інформаційними вузлами з використанням моделювання похибки вимірювання відстані між інформаційними вузлами зміщаним шумом, реконструюванні топологічної поверхні сенсорної мережі з використанням триангуляції Делоне, обчисленні віртуальної позиції кожного інформаційного вузла, аналізі візуалізованої форми реконструйованої топологічної позиції кожного інформаційного вузла з використанням сітки рівносторонніх трикутників з розміщеними у їх вершинах інформаційними вузлами з координатами у евклідовому просторі та виявленні атакованих інформаційних вузлів. Кожні два сусідні рівносторонні трикутники об'єднують у чотириточкові симплекси, які при побудові мають форму ромбів, де S - сигнальна точка, i, j, k, p - номери сигнальних точок, та виявленні інформаційних вузлів. Чотириточкові симплекси будують таким чином, що до їх складу входять три еталонні і один реальний інформаційні вузли. Реальний інформаційний вузол завжди розміщений у положенні, яке визначають три функціональних зв'язки. Чотириточкові симплекси об'єднують у стрічкові та замкнені кластери.

UA 113435 U

(11) 113435

Пронумеровано, прошито металевими
люверсами та скріплено печаткою
2 арк.
25.01.2017



Уповноважена особа

(підпис)