Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов
(Спецвыпуск)

Выпуск 41

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць
(Спецвипуск)

Випуск 41

Зарегистрирован 21.11.2005 г. серия КВ № 10650 Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания Украины.
Высшей Аттестационной Комиссией Украины включен в перечень научных диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук (Постановление Президиума ВАК Украины от 11.10.2000 №1-03/8, перечень №6 - технические науки).

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2012

УДК 69

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
Збірник включає статті науковців України, у яких висвітлені результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень у галузі будівництва та техногенної безпеки.
Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

Ажермачов Г.А., канд. техн. наук, Бекіров Е.А., докт. техн. наук, Боровський Б.І., докт. техн. наук, Бугаєвський Г.М. докт. фіз.-мат. наук, Глухов М.Д., докт. техн. наук, Дворецкий О.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.М., докт. техн. наук, Закусілов М.О., канд. екон. наук., Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (відповідальний секретар), Лінченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирський М.В., канд. техн. наук (зам. головного редактора), Морозов О.Д., канд. техн. наук, Нагаєва З.С., докт. архітектури, Ніколенко І.В., докт. техн. наук, Панюков Е.Ф., докт. техн. наук (головний редактор), Саломатін В.М., докт. геол.-мін. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мін. наук , Сафонов А.О., докт. арх., Субботкін Л.Д.,канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мін. наук , Федоркін С.І., докт. техн. наук, Ячменьова В.М., докт.екон. наук

Затверджено до друку згідно протоколу засідання вченої ради НАПКБ № 1 від 31.08.2012 р.

Адреса редакції: *95006 м. Сімферополь, вул. Павленко, 5, НАПКБ, корпус 2, к 410, E-Mail: rio@napks.edu.ua.*

©Національна академія
природоохоронного
та курортного будівництва,
2012

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
Сборник включает статьи ученых Украины, в которых освещены результаты фундаментальных и прикладных научных исследований в области строительства и техногенной безопасности.
Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

Ажермачев Г.А., канд. техн. наук, Бекиров Э.А., док. техн. наук, Боровский Б.И., докт. техн. наук, Бугаевский Г.Н. докт. физ.-мат. наук, Глухов Н.Д., докт. техн. наук, Дворецкий А.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.Н., докт. техн. наук, Закусилов Н.А., канд. экон. наук, Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (ответственный секретарь), Линченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирский Н.В., канд. техн. наук (зам. главного редактора), Морозов А.Д., канд. техн. наук, Нагаева З.С., докт. архитектуры, Николенко И.В., докт. техн. наук, Панюков Э.Ф., докт. техн. наук (главный редактор), Саломатин В.Н., докт. геол.-мин. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мин. наук , Сафонов А.А., докт. арх., Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мин. наук , Федоркин С.И., докт. техн. наук, Ячменева В.М., докт. экон. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКС № 1 от 31.08.2012 г.

Адрес редакции: *95006 г. Симферополь, ул. Павленко, 5, НАПКС, корпус 2, к 410, E-mail:rio@ napks.edu.ua.*

© Национальная академия
природоохранного
и курортного строительства,
2012

Свинаренко Д.М.
ІНТЕГРАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ОЗНАКИ БАГАТОТОНОВИХ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ІНВАРІАНТНІ СТОСОВНО ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ 207
Скідан І.А., Кокарєва Я.А.
ОБЕРТАННЯ НАВКОЛО ОСІ ЗАГАЛЬНОГО ПОЛОЖЕННЯ 212
Стоцько Р.З., Баранецька О.Р., Свідрак І. Г., Шевчук А. О.
ПРОБЛЕМИ РЕКОНСРУКЦІЇСАДОВО-ДАЧНИХ ТОВАРИСТВ ПІД ЖИТЛОВІ КВАРТАЛИ..... 217
Трегубова И.А.
ВЫБОР СИСТЕМ КООРДИНАТ ПРИ ЧИСЛЕННОМ ОПИСАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ОБОЛОЧКИ 231
Филин Ю.Н., Картавцев И.С.
ФОРМОГРАФИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ ПЛАСТИНЧАТЫХ КАРКАСОВ ОКТАЭДРИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ 225
Хван В.С.
АППАРАТ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ В ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМАХ..... 230
Цуляну К. И., Гуцул В. Г., Зайцев О.Н., Богатикова Н.П.
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЩЕЛЕВОГО ОТСОСА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕГО С ПЛОСКОЙ ГАЗОВОЙ СТРУЕЙ 235
Черников А.В., Иванов Е.М., Грайворонский Е.С.
АДАПТАЦИЯ ПАКЕТА AUTODESK INVENTOR ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 240
Чиж В.М., Демчишин О.І., Карпінський М.П., Балабан С.М.
АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ КЛАСТЕРА ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ 246
Шатохин В.М., Дригваль Н.А.
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВИБРАЦИОННЫХ АППАРАТАХ С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ..... 252
Якупов Н.М, Киямов Х.Г. , Ахмадиев Ф.Г.
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАНОГО СОСТОЯНИЯ ОБОЛОЧЕЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИИ..... 261

УДК 5.15.2

Чиж В.М.[1], аспірант,
Демчишин О.І.[1], к. ф-м. н.,доцент,
Карпінський М.П.[2], д. т. н., професор,
Балабан С.М.[1], к. т. н., доцент

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ КЛАСТЕРА ПРИ ГЕОМЕТРИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

1 - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
2 - Університет в Бєльську-Бялій і Державна вища професійна школа в Новому Сончі, Польща.

Анотація.

Запропоновано алгоритм побудови кластера, який є представником групи однотипних сенсорів в евклідовому комп'ютерному просторі. Приведено структуру кластера, яка дозволяє використовувати його для геометричного моделювання бездротових сенсорних мереж (БСМ).

Постановка проблеми. Бурхливий розвиток і розширення зон використання бездротових сенсорних мереж (БСМ) вимагають постійного підвищення надійності їх роботи і рівня захисту інформації.Вирішення даних проблем вимагає організацію контролю за роботою всіх складових мережі у реальному часі. Для організації такого контролю доцільно використовувати геометричне моделювання БСМ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При комп'ютерному моделюванніБСМ значного використання набули методи обчислювальної геометрії, зокрема геометрії відстаней [1-6], яка дозволяє із факту існування співвідношень між вимірюваними відстанями досліджувати внутрішні властивості геометричних фігур. При цьому зручним з точки зору оптимальної кількості зв'язків є метод тріангуляції Делоне. Недоліком вказаного методу вважається неможливість відстежити рівень пошкодження сигналу окремого сенсора або невеликої групи компактно розташованих сенсорів. У роботі [7], як один із можливих способів вирішення цієї проблеми, було зроблено представлення мережі однотипних сенсорів уевклідовому конфігураційному просторі(ЕКП) множиною сигнальних точок, які в двовимірному конфігураційному просторі є вершинами квадратів. Така модель при відповідному виборі узгоджувальної функціональної залежності визначає геометричні утворення в ЕКП і дає можливість побудувати ієрархічну структуру із сигнальних точок. Створення структури ґрунтується на принципі самоподібності, який є основою побудови різного виду геометричних

структур у фрактальній геометрії [8, 9]. Ієрархічна структура дозволяє швидко, опускаючись по «ієрархічній драбині», відшукати первинний геометричний об'єкт конфігураційного простору, складений із невеликої кількості сигнальних точок, в якому відбулися структурні зміни внаслідок атаки на один із сенсорів.

Основна частина. Побудова кластерної моделі комп'ютерної візуалізації групи однотипних сенсорів ґрунтується на використанні принципів побудови фрактальних структур типу сніжинка Коха [8], виходячи із формуючого (основного) елемента конфігураційного простору – функціонального зв'язка між двома сигнальними точками. Така модель передбачає побудову на першому етапі за допомогою базового елемента геометричний об'єкт – основу для створення складніших геометричних структур.

Як було вказано в [7], відстань між сенсорами є функцією сигналів Ω_i, Ω_j: $l_{ij} = l(\Omega_i, \Omega_j)$. При створенні відповідності між сенсорами і сигнальними точками ЕКП необхідно враховувати і «шумові сигнали» ω, якими наповнений простір, де знаходяться сенсори. Тому поставимо у відповідність шумовому сигналу ω відрізок $l_0 = l(\omega)$, а двом однотипним сенсорам $\Omega_1 = \Omega_2$ – відрізки однакової довжини, які дорівнюють $l_s = l(\Omega_1) = l(\Omega_2)$. Отриманий таким чином відрізок довжиною $l_{12} = l = 2l_s + l_0$ буде функціональним зв'язком, який визначає в конфігураційному просторі відстань між двома сигнальними точками **1** і **2** (рис. 1). За допомогою введення функціонального зв'язку, здійснено представлення двох однотипних сенсорівв ЕКП:

- кінці відрізка l_{12} є сигнальними точками, які представляють два сенсори в ЕКП;
- довжина відрізка l_{12} є функціональним зв'язком, яких характеризує роботу сенсорів.

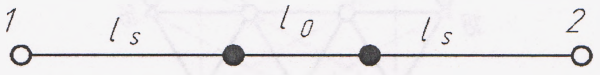

Рис.1. Функціональний зв'язок між двома сигнальними точками

Цілком зрозуміло, що для не однотипних сенсорів, то функціональний зв'язок між ними буде визначатися відрізком $l_{12} = l_{s1} + l_{s2} + l_0$, де l_{s1} і l_{s2} характеризують параметри сенсорів Ω_1 і Ω_2 з врахуванням того, що $\Omega_1 \neq \Omega_2$.

Якщо сигнальна точка (СТ) ЕКП зв'язна з більшою кількістю сигнальних точок, то ,СТ буде визначатися сенсором, який буде представлений цією ж кількістю відрізків l_s=$l(\Omega_2)$однакової довжини (рис. 2).

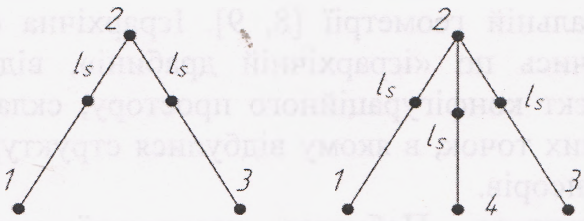

Рис.2. Зв'язок СТ2 з двома і трьома сигнальними точками

В основу побудови множини СТ конфігураційного простору, які здійснюють візуалізацію мережі сенсорів із однаковими параметрами, візьмемо правильний шестикутник із стороною l. У вершинах такого шестикутника розмістимо шість сигнальних точок (СТ). Наступним кроком побудови є окантування шестикутника правильними трикутниками зі сторонами такої ж довжини, у вершинах яких також розмістимо СТ.

Утворений таким чином кластер $K(18;36)$ має шестикутну структуру і повністю знаходиться у двовимірному ЕКП комп'ютера. Кластер складається із 18 сигнальних точок, з'єднаних за допомогою 36 однакових відрізків – функціональних зв'язків довжиною l (рис. 3). Функціональні зв'язки а, отже, і розміщення сигнальних точок будуть визначатися характеристиками сенсорів, а не властивостями ЕКП.

Таким чином, сигнальні точки є представниками сенсорів у конфігураційному просторі комп'ютера а функціональні зв'язки характеризують роботу сенсорів у «польових умовах».

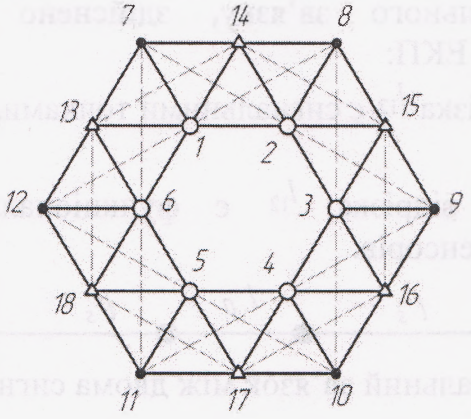

Рис. 3. Кластерна модель із сигнальних точок в ЕКП

Кластер $K(18;36)$ визначається 36-ма функціональними зв'язками між 18-ма сигнальними точками. Множина функціональних зв'язків F

$$L = \{l_1^7; l_1^{13}; l_1^{14}; l_1^2; l_1^6; l_2^{14}; l_2^8; l_2^{15}; l_2^3; l_3^{15}; l_3^9; l_3^{16}; l_3^4; l_4^{16}; l_4^{10}; l_4^{17}; l_4^5;$$
$$l_5^{17}; l_5^{11}; l_5^{18}; l_5^6; l_6^{18}; l_6^{12}; l_6^{13}; l_7^{13}; l_7^{14}; l_8^{14}; l_8^{15}; l_9^{15}; l_9^{16}; l_{10}^{16}; l_{10}^{17}; l_{11}^{17}; l_{11}^{18}; l_{12}^{18}; l_{12}^{13}\}$$

кластера розбивається на три класи – $L = L_1 \cup L_2 \cup L_3$:

1. Множину 12-ти функціональних зв'язків, які утворюють сторони зовнішнього обвідного шестикутника:

$$L_1 = \{l_7^{13}; l_7^{14}; l_8^{14}; l_8^{15}; l_9^{15}; l_9^{16}; l_{10}^{16}; l_{10}^{17}; l_{11}^{17}; l_{11}^{18}; l_{12}^{18}; l_{12}^{13}\};$$

2. Множину 6-ти функціональних зв'язків, які є сторонами внутрішнього шестикутника: $L_2 = \{l_1^2; l_2^3; l_3^4; l_4^5; l_5^6; l_6^1\}$;

3. Множину 18-ти функціональних зв'язків, які з'єднують вершини внутрішнього шестикутника із вершинами і серединами сторін зовнішнього шестикутника:

$$L_3 = \{l_1^7; l_1^{13}; l_1^{14}; l_2^{14}; l_2^8; l_2^{15}; l_3^{15}; l_3^9; l_3^{16}; l_4^{16}; l_4^{10}; l_4^{17}; l_5^{17}; l_5^{11}; l_5^{18}; l_6^{18}; l_6^{12}; l_6^{13}\}.$$

Функціональні зв'язки, як утворюючі елементи кластера $K(18;36)$, в перетині визначають множину C 18-ти сигнальних точок кластера:

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7, c_8, c_9, c_{10}, c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15}, c_{16}, c_{17}, c_{18}\}.$$

Таким чином, у кластері 18 сигнальних точок з'єднані між собою трьома, чотирма та п'ятьма функціональними зв'язками. Сигнальні точки вершин зовнішнього шестикутника визначають 6 сенсорів, кожен з яких представлений трьома відрізками довжиною $l_s = l(\Omega)$. Шість точок, які є серединами сторін зовнішнього шестикутника визначають 6 сенсорів, кожен з яких представлений чотирма відрізками довжиною l_s. Вершини внутрішнього шестикутника кластера визначають шість сигнальних точок представлених п'ятьма відрізками довжиною l_s.

Малопридатність трикутників для здійснення комп'ютерної візуалізації можливих атак на сенсори вимагає здійснити покриття простору кластера 4-точковими симплексами ([4C]) (геометричними фігурами, які складаються з 4-ох вершин, що з'єднані між собою шістьма відрізками). Об'єднання, таким чином, двох трикутників кластера із спільною стороною в ромб, який визначається п'ятьма функціональними зв'язкамидовжиноюl стає [4C], якщо визначити геометричний зв'язок (велику діагональ ромба) довжиною $d = \sqrt{3}l$. Отже, ЕКП кластера визначається вісімнадцятьма [4C], кожен трикутник симплексного поля кластера є перетином двох симплексів:

$${}_1\Delta_2^{14} = {}_1^7[4C]_2^{14} \cap_1^{14} [4C]_2^8; \quad {}_2\Delta_3^{15} = {}_2^8[4C]_3^{15} \cap_2^{15} [4C]_3^9; \quad {}_3\Delta_4^{16} = {}_3^9[4C]_4^{16} \cap_3^{16} [4C]_4^{10};$$

$${}_4\Delta_5^{17} = {}_4^{10}[4C]_5^{17} \cap_4^{17} [4C]_5^{11}; \quad {}_5\Delta_6^{18} = {}_5^{11}[4C]_6^{18} \cap_5^{18} [4C]_6^{12}; \quad {}_6\Delta_1^{13} = {}_6^{12}[4C]_1^{13} \cap_6^{13} [4C]_1^7;$$

$${}_1\Delta_7^{13} = {}_{13}^7[4C]_1^{14} \cap_6^{13} [4C]_1^7; \quad {}_1\Delta_{14}^7 = {}_{13}^7[4C]_1^{14} \cap_1^7 [4C]_2^{14}; \quad {}_2\Delta_8^{14} = {}_1^{14}[4C]_2^8 \cap_2^{14} [4C]_{15}^8;$$

$${}_2\Delta_{15}^8 = {}_2^{14}[4C]_{15}^8 \cap_2^8 [4C]_3^{15}; \quad {}_3\Delta_9^{15} = {}_2^{15}[4C]_3^9 \cap_3^{15} [4C]_{16}^9; \quad {}_3\Delta_{16}^9 = {}_3^9[4C]_4^{16} \cap_3^{15} [4C]_{16}^9;$$

$${}_4\Delta_{10}^{16} = {}_3^{16}[4C]_4^{10} \cap_3^{16} [4C]_4^{10}; \quad {}_4\Delta_{17}^{10} = {}_4^{10}[4C]_5^{17} \cap_4^{16} [4C]_{17}^{10}; \quad {}_5\Delta_{11}^{17} = {}_4^{17}[4C]_5^{11} \cap_5^{17} [4C]_{18}^{11};$$

$${}_5\Delta_{18}^{11} = {}_5^{11}[4C]_6^{18} \cap_5^{17} [4C]_{18}^{11}; \quad {}_6\Delta_{12}^{18} = {}_5^{18}[4C]_6^{12} \cap_6^{18} [4C]_{13}^{12}; \quad {}_6\Delta_{13}^{12} = {}_6^{13}[4C]_1^7 \cap_6^{18} [4C]_{13}^{12}.$$

На рис. 3 геометричні зв'язки позначенні пунктирними лініями. Отже, ЕКП кластера визначається вісімнадцятьма [4].

Висновки.Побудова кластера, який складається із 18 сигнальних точок, які характеризують роботу 18 сенсорів дає можливість: 1 - розглядати невеликий масив сенсорів, як окрему замкнуту структуру при комп'ютерній візуалізації; 2 – локалізувати при комп'ютерній візуалізації можливі атаки на сенсори при створені функціонально зв'язку з відміченою довжиною шумового сигналу; 3 – подальше детальне дослідження візуального представлення при змінах функціональних зв'язків внаслідок атак на сенсори; 4 – здійснювати оцінку характеру пошкодження сенсорів, які вийшли з нормального режиму роботи.

Перспективи майбутніх досліджень. У перспективі передбачається дослідження трансформаційних процесів одного 4-ох точкового симплекса, поля симплексів кластера, поля симплексів при тріангуляції Делоне.

Література

1. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и ее применение [Текст] / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том.ун-та. 2002. – 128 с.

2. Chinh T. Delaunay-triangulation based complete coverage in wireless sensor networks [Електроннийресурс] / Chinh T. Vu, Yingshu Li // PERCOM '09 Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications – 2009 – С. 1-5 – Режимдоступу: http://www.cs.gsu.edu/yli/papers/percom 2009.pdf.

3. BecherA.. Tampering with motes: Real-world physical attacks on wireless sensor networks / A. Becher, Z. Benenson, M. Dornseif // volume 3934 of Lecture Notes in Computer Science, In J. A. Clark, R. F. Paige, F. Polack, and P. J. Brooke, editors, SPC, – 2006. – PP. 104–118.

4. Карпінський, М.П. Геометричне моделювання у графічному представленні сенсорних мереж [Текст] / М.П. Карпінський, С.М. Балабан, В.М. Чиж. – К.: Віпол, 2011. – Вип. 87. – С. 154–158.

5. Спосіб візуалізації атаки червоточини в безпровідній сенсорній мережі: патент на корисну модель 64391: МПК H04W 12/00 [Текст] / Карпінський В.М., Євтух П.С., Боровік Б.Л., Карпінський М.П.; власник патенту Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (Укр). – № u 2011 03578; заявл. 25.03.11;опубл. 10.11.2011, Бюл. №21.– 4 с.

6. Кулаков, Ю.И. Теорияфизических структур. (Математические начала физической герменевтики) [Текст] / Ю.И. Кулаков. – М., 2004. – 847 с.

7. Характеристика атаки на сенсор при комп'ютерній візуалізації мережі сенсорів [Текст] / М. Карпінський, О. Демчишин, С. Балабан,

$${}_5\Delta_{18}^{11} = {}_5^{11}[4C]_6^{18} \cap_5^{17} [4C]_{18}^{11}; \quad {}_6\Delta_{12}^{18} = {}_5^{18}[4C]_6^{12} \cap_6^{18} [4C]_{13}^{12}; \quad {}_6\Delta_{13}^{12} = {}_6^{13}[4C]_1^7 \cap_6^{18} [4C]_{13}^{12}.$$

На рис. 3 геометричні зв'язки позначенні пунктирними лініями. Отже, ЕКП кластера визначається вісімнадцятьма [4].

Висновки.Побудова кластера, який складається із 18 сигнальних точок, які характеризують роботу 18 сенсорів дає можливість: 1 - розглядати невеликий масив сенсорів, як окрему замкнуту структуру при комп'ютерній візуалізації; 2 – локалізувати при комп'ютерній візуалізації можливі атаки на сенсори при створені функціонально зв'язку з відміченою довжиною шумового сигналу; 3 – подальше детальне дослідження візуального представлення при змінах функціональних зв'язків внаслідок атак на сенсори; 4 – здійснювати оцінку характеру пошкодження сенсорів, які вийшли з нормального режиму роботи.

Перспективи майбутніх досліджень. У перспективі передбачається дослідження трансформаційних процесів одного 4-ох точкового симплекса, поля симплексів кластера, поля симплексів при тріангуляції Делоне.

Література

1. Скворцов, А.В. Триангуляция Делоне и ее применение [Текст] / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том.ун-та. 2002. – 128 с.

2. Chinh T. Delaunay-triangulation based complete coverage in wireless sensor networks [Електроннийресурс] / Chinh T. Vu, Yingshu Li // PERCOM '09 Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications – 2009 – С. 1-5 – Режимдоступу: http://www.cs.gsu.edu/yli/papers/percom 2009.pdf.

3. BecherA.. Tampering with motes: Real-world physical attacks on wireless sensor networks / A. Becher, Z. Benenson, M. Dornseif // volume 3934 of Lecture Notes in Computer Science, In J. A. Clark, R. F. Paige, F. Polack, and P. J. Brooke, editors, SPC, – 2006. – PP. 104–118.

4. Карпінський, М.П. Геометричне моделювання у графічному представленні сенсорних мереж [Текст] / М.П. Карпінський, С.М. Балабан, В.М. Чиж. – К.: Віпол, 2011. – Вип. 87. – С. 154–158.

5. Спосіб візуалізації атаки червоточини в безпровідній сенсорній мережі: патент на корисну модель 64391: МПК H04W 12/00 [Текст] / Карпінський В.М., Євтух П.С., Боровік Б.Л., Карпінський М.П.; власник патенту Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя (Укр). – № u 2011 03578; заявл. 25.03.11;опубл. 10.11.2011, Бюл. №21.– 4 с.

6. Кулаков, Ю.И. Теорияфизических структур. (Математические начала физической герменевтики) [Текст] / Ю.И. Кулаков. – М., 2004. – 847 с.

7. Характеристика атаки на сенсор при комп'ютерній візуалізації мережі сенсорів [Текст] / М. Карпінський, О. Демчишин, С. Балабан,

В. Чиж // Матеріали другої науково-технічної конференції «Інформаційні моделі системи та технології». – Тернопіль. – 2012. – С. 36.

8. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. – New York: Freeman, 1982. (Перевод на русский: Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы. – Ижевск: Изд-во РХД, 2002. – 656 с.

9. Шредер, М. Фракталы, хаос, степенные законы [Текст] / М. Шредер. – Ижевск: РИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 528 с.

10. Демчишин О. Кластерна модель комп'ютерної візуалізації мережі сенсорів [Текст] / О.Демчишин // Вісник Тернопільського національного технічного університету. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя , 2012. – Т. 18, № 2. – С. 120–132.

Abstract.

The algorithm for constructing the cluster, which is a representative group of similar sensors in Euclidean space of the computer, have been developed. The structure of a cluster have been proposed, which can be used for geometric modeling of wireless sensor networks (WSN).