

лення. У рамках цієї підсистеми також реалізовано стирання файлу підкочування сторінок після закінчення сеансу роботи.

Підсистема обліку носіїв інформації дозволяє управляти доступом до носіїв інформації відповідно до дозволів і параметрів, прописаних у журналі обліку носіїв.

Підсистема перетворення інформації на зовнішніх носіях дозволяє включити додатковий захист для зовнішніх носіїв за допомогою режиму прозорого перетворення всієї інформації на носії.

Підсистема контролю пристроїв дозволяє формувати необхідну конфігурацію пристроїв для користувачів відповідно до встановлених дозволів.

Підсистема тестування системи захисту призначена для комплексного тестування основних механізмів системи захисту як на локальному комп'ютері, так і на віддаленому з використанням локальної обчислювальної мережі.

Висновки. Система захисту інформації ЛОЗА-1 має ряд переваг, які визначаються унікальністю її роботи з документами Microsoft Office: з'явилась можливість підвищити захист окремих документів, а не системи в цілому, та покращився контроль за експортом та друком важливих документів. Система ЛОЗА-1 проста у використанні і не потребує кваліфікованого персоналу, в той час як «Страж NT» має адміністратора системи безпеки, який повинен навчати персонал, а це призводить до додаткових витрат.

Система «Страж NT» має чіткі вимоги до апаратної і програмної частини, що призводить до незручностей у використанні. До того ж після запуску системи небажано встановлювати інше програмне забезпечення.

Таким чином, проведено дослідження комплексних систем захисту інформації автоматизованих систем класу «1», розглянуто їх функціональні можливості та особливості використання.

Список використаних джерел

1. Режим доступу: <http://kiev.prom.ua/p314203-sistema-zaschity-informatsii.html>.
2. НД ТЗІ 2.5-005-99. Класифікація автоматизованих систем і стандартні функціональні профілі захищеності оброблюваної інформації від несанкціонованого доступу.
3. НД ТЗІ 3.7-001-99. Методичні вказівки щодо розробки технічного завдання на створення комплексної системи захисту інформації в автоматизованій системі.
4. «СЗИ «Страж NT» руководство администратора», ЗАО НПЦ «Модуль», 2009.

УДК 004.02

Є.В. Нікітенко, канд. фіз.-мат. наук

Чернігівський державний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПЛАНУВАННЯ БЕЗДРОТОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ З ВРАХУВАННЯМ ЗАЙНЯТИХ ДІЛЯНОК ПРОСТОРУ

Досліджено методи позиціонування вузлів бездротової сенсорної мережі (БСМ). Розглянуто існуючі алгоритми планування БСМ. Запропоновано алгоритм автоматизованого планування БСМ із врахуванням ділянок, де неможливо або дуже складно розмістити вузли мережі.

Постановка проблеми. Стан електроніки та комп'ютерних технологій на сьогодні привів до широкого розповсюдження бездротових автономних пристроїв. Бездротові мережі складаються із множини вузлів, які здатні збирати дані про навколишній світ, обробляти і передавати інформацію через радіозв'язок.

Конфігурування великих мереж мініатюрних пристроїв вручну не є практичним підходом. Для цього інженерам має надаватися можливість адміністрування і програмування мережі, як єдиного цілого, за допомогою системи автоматизованого проектування.

Часто перед системами автоматизованого проектування БСМ постає завдання визначення фізичних координат розміщення пристроїв мережі. Для його вирішення сьогодні існує декілька підходів, проте чітко сформульованих алгоритмів небагато, до того ж вони не вирішують проблеми неможливості розташування вузлів мережі у певних місцях (наприклад, інженерні споруди).

Аналіз досліджень і публікацій. Як відомо, вузол у мережі ZigBee може виконувати одну із трьох ролей: кінцевого пристрою, ретранслятора або координатора [1].

Кінцеві пристрої (КП) – це пристрої з обмеженою функціональністю, які забезпечують мінімальний набір функцій і здатні до обміну інформацією з ретранслятором чи координатором мережі.

Ретранслятор мережі – це пристрій з повною функціональністю, що визначена в документі IEEE 802.15.4. Він може виконувати функції мосту, маршрутизатору або шлюзу для взаємодії з іншими мережами.

Координатор мережі повинен містити всю інформацію стосовно мережних з'єднань, мати великий об'єм пам'яті та високу продуктивність. Зазвичай такий пристрій у складі сенсорної мережі лише один (хоча може бути і більше). Саме з координатора дані про стан мережі потрапляють через відповідні шлюзи до робочих станцій пунктів нагляду системи моніторингу.

Проектування системи моніторингу вимагає автоматизованого планування топологічної структури БСМ. Відомі сьогодні підходи до проектування топологічної структури бездротових сенсорних мереж із використанням математичного моделювання базуються на використанні апарату комбінаторного аналізу та обтяжені значними затратами ресурсів, які збільшуються за експонентою під час зростання числа вузлів БСМ [2; 3]. Це обтяжує використання таких методів для проектування мереж великої розмірності. Разом з тим, простий розрахунок позицій ретрансляторів на базі тривимірної геометрії і динамічного програмування [4] виявляється малоефективним у тих випадках, де треба враховувати зайняті ділянки простору.

Мета статті. Метою роботи є розробка алгоритму для автоматизованого планування бездротової сенсорної мережі. Розроблений алгоритм має оптимально розміщувати ретранслятори БСМ таким чином, щоб використати якнайменше ретрансляторів, а також враховувати неможливість розташування ретрансляторів у певних місцях.

Основні аналітичні залежності. Умови задачі оптимального розміщення ретрансляторів мережі подібні до умов транспортної задачі. За критерій оптимальності взято мінімальну кількість ретрансляторів, що здатні забезпечити передачу даних від кінцевих пристроїв до координатора БСМ. Для вирішення подібних задач зазвичай використовується підхід динамічного програмування [5; 6], оскільки він має ітеративний характер та дозволяє розбивати задачу на підзадачі меншого розміру, рішення яких можна використати для рішення основної задачі.

Основна ідея розробленого алгоритму полягає в тому, щоб виділити сукупності кінцевих пристроїв, розташованих достатньо близько один від одного, щоб вони могли використовувати для передачі даних один ретранслятор. Потім треба визначити оптимальне положення ретранслятора відносно сукупності кінцевих пристроїв і координатора мережі, враховуючи при цьому проблемні ділянки простору, де неможливо встановити ретранслятор.

Для цього в тривимірній системі координат поряд з множинами КП $A = \{a_1, \dots, a_m\}$ і кінцевих точок системи $B = \{b_1, \dots, b_n\}$, що на початку вирішення задачі дорівнює множині координаторів мережі $K = \{k_1\}$ (для початку $n = 1$), треба ввести множину точок

перешкод P [4]. Для зручності розрахунків вводиться координатна сітка із кроком t_{step} . Координатну сітку зручно поставити так, щоб одна з її точок співпадала з положенням координатора БСМ.

Відстань між вузлами не повинна перевищувати максимальну дальність передачі даних. Для простоти будемо вважати, що максимальна дальність передачі між будь-якими вузлами мережі однакова і дорівнює c_{max} .

Для того, щоб оптимально розмістити ретранслятори, треба визначити сукупності кінцевих пристроїв L із множини A ($L \subset A$), які розташовані досить близько один до одного так, що для передачі інформації до координатора мережі достатньо одного ретранслятора, який буде приймати сигнали від цих точок.

Визначити сукупності L можна різними методами. У множині A треба виділити підмножини L і для кожної з них знайти оптимальну позицію для ретранслятора $r \in N \subset R$, де N – множина ретрансляторів, що з'явилися на певній ітерації.

Далі треба знайти для кожної із сукупностей точок L стартову точку $r_{start}(x_{start}, y_{start}, z_{start})$. Стартова точка – це точка координатної сітки, де можна встановити ретранслятор, який буде знаходитися близько від сукупності кінцевих точок у напрямку координатора мережі (рис. 1).

Координата x_{start} стартової точки в цьому випадку обчислюється за наступною формулою

$$x_{start} = \begin{cases} x_{step}(x_{Lmin}), \forall x_L > x_k, \\ x_{step}(x_{Lmax}), \forall x_L < x_k, \\ x_k, \exists x_L < x_k < \exists x_L \end{cases}, \quad (1)$$

де x_{start} – координата стартової точки для пошуку позиції ретранслятора;

x_{Lmin} – мінімальна координата серед усіх елементів множини L ;

x_{Lmax} – максимальна координата серед усіх елементів множини L ;

$x_{step}(x_{Lmin})$ та $x_{step}(x_{Lmax})$ – квантовані мінімальні і максимальні значення координат точок множини L відповідно;

x_k – координата x координатора мережі.

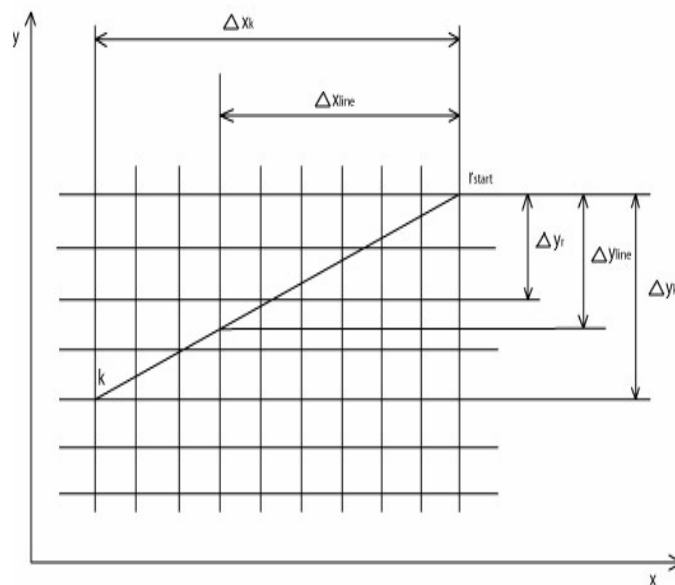


Рис. 1. Визначення координат ретранслятора

Аналогічні формули можна записати для координат y_{start} та z_{start} .

Відрізок, який з'єднує точки $k(x_k, y_k, z_k)$ і $r_{start}(x_{start}, y_{start}, z_{start})$ можна розкласти на проєкції $\Delta x_k, \Delta y_k, \Delta z_k$, кожна з яких дорівнює

$$\begin{cases} \Delta x_k = |x_{start} - x_k|, \\ \Delta y_k = |y_{start} - y_k|, \\ \Delta z_k = |z_{start} - z_k| \end{cases} \quad (2)$$

Для завдання напрямку руху під час визначення оптимальної позиції ретранслятора необхідно вибрати координатну вісь, вздовж якої відбувається приріст координати ретранслятора. Вибір направляючої осі залежить від того, яке зі значень $\Delta x_k, \Delta y_k, \Delta z_k$ максимальне. Для прикладу будемо вважати, що $\Delta x_k = \max(\Delta x_k, \Delta y_k, \Delta z_k)$. У такому випадку направляючою буде вісь x .

Наближення координати направляючої осі ретранслятора до координати координатора БСМ на величину t_{step} відбувається постійно до того часу, доки:

- 1) відстань між будь-якою точкою із множини і ретранслятором не більша за c_{max} ;
- 2) відстань між $k(x_k, y_k, z_k)$ і $r(x_r, y_r, z_r)$ стане меншою, ніж c_{max} ;
- 3) на шляху руху точки $r(x_r, y_r, z_r)$ трапиться зайнята ділянка.

При цьому x_r, y_r, z_r – поточні координати ретранслятора. Наближення решти координат ретранслятора до точки залежить від значень приростів цих координат $(\Delta y_{line}, \Delta z_{line})$ у точках відрізка, що з'єднує $k(x_k, y_k, z_k)$ і $r_{start}(x_{start}, y_{start}, z_{start})$ при квантованих значеннях координати направляючої осі – у цьому випадку x (рис. 1).

З рисунка 1 видно, що

$$\begin{cases} \Delta x_{line} = |x_{start} - x_r|, \\ \Delta y_{line} = \frac{\Delta x_{line}}{\Delta x_k} \Delta y_k, \\ \Delta z_{line} = \frac{\Delta x_{line}}{\Delta x_k} \Delta z_k \end{cases} \quad (3)$$

Знаючи значення $\Delta y_{line}, \Delta z_{line}$, можна розрахувати координати положення ретранслятора на наступному кроці алгоритму

$$\begin{cases} x'_r = \begin{cases} x_r + t_{step} x_r < x_k \\ x_r - t_{step} x_r > x_k \end{cases} \\ y'_r = \begin{cases} y_r + t_{step} y_r < y_k, y_r < y_{start} + \Delta y_{line} \\ y_r - t_{step} y_r > y_k, y_r > y_{start} - \Delta y_{line} \\ \text{інакше } y_r \end{cases} \\ z'_r = \begin{cases} z_r + t_{step} z_r < z_k, z_r < z_{start} + \Delta z_{line} \\ z_r - t_{step} z_r > z_k, z_r > z_{start} - \Delta z_{line} \\ \text{інакше } z_r \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

Якщо точка з координатами x'_r, y'_r, z'_r належить зайнятій ділянці простору, то необхідно її обійти. На рисунку 2 зображена блок-схема алгоритму обходу зайнятої ділянки простору.

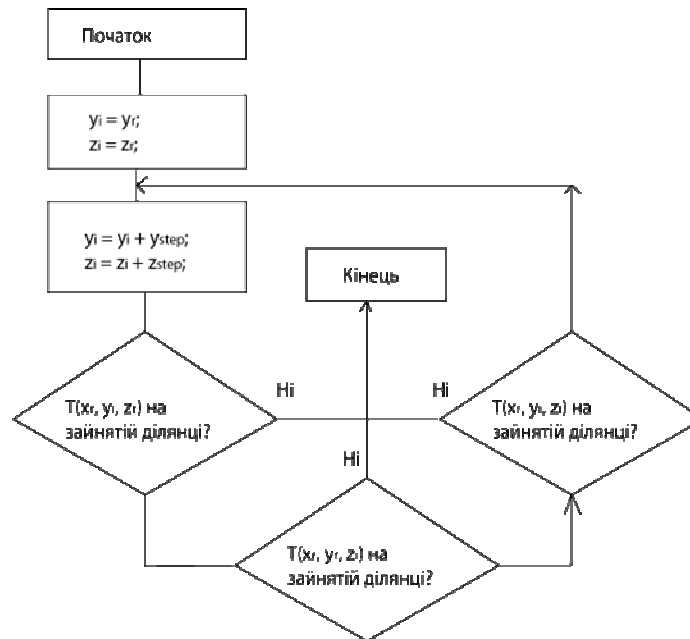


Рис. 2. Алгоритм обходу зайнятих ділянок простору

Звісно, y_{step}, z_{step} можуть бути як додатними, так і від’ємними, залежно від того, в якому напрямі відповідних осей має знаходитись ретранслятор, відносно сукупності кінцевих пристроїв. Також треба пам’ятати, що відстань між ретранслятором і будь-якою точкою з множини L не повинна перевищувати c_{max} .

Висновки. На основі аналізу існуючих методів позиціонування вузлів бездротових сенсорних мереж та підходу динамічного програмування розроблено алгоритм планування позицій ретрансляторів БСМ із врахуванням зайнятих ділянок простору. Цей алгоритм полягає в поступовому наближенні ретранслятора до своєї ідеальної позиції і не використовує прямих формул тривимірної геометрії для обчислення позиції вузла мережі [4].

Звісно, робота такого алгоритму буде значно повільнішою, ніж під час використання прямих формул, особливо при великій кількості вузлів у мережі, але при великій кількості зайнятих ділянок простору він дає більш точну оцінку позиції ретрансляторів.

Список використаних джерел

1. Интеллектуальные системы на базе сенсорных сетей // Институт точной механики и вычислительной техники им. С. А. Лебедева РАН, 2009. – 10 с.
2. Акимов Е. В. Сравнение топологий беспроводных сенсорных сетей (БСС) / Е. В. Акимов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – М.: Машиностроение, 2008. – № 8, С. 43-49.
3. Акимов Е. В. Проектирование рациональной топологии беспроводных сенсорных сетей: автореф. дис. канд. техн. наук Е. В. Акимов. – М., 2010. – 22 с.
4. Нікітенко Є. В. Система автоматизованого проектування бездротових систем моніторингу / Є. В. Нікітенко, Д. В. Стрелок // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – 2010. – № 45. – С. 152-158.
5. Беллман Р. Динамическое программирование / Р. Беллманн. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1960. – 401 с.
6. Щербина О. А. Методологические аспекты динамического программирования / О. А. Щербина // Динамические системы. – 2007. – Вып. 22. – С. 21-36.