



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99932** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
H04W 64/00
G01S 5/02 (2010.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 01189	(72) Винахідник(и): Галкін Павло Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 12.02.2015	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2015, Бюл.№ 12	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ВУЗЛА БЕЗДРОТОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення координат вузла бездротової сенсорної мережі включає визначення дальності між вузлами, координати яких відомі, шляхом визначення відстані до них за комбінацією способів RSSI і ToF. На етапі ініціалізації бездротової сенсорної мережі (БСМ) вузли проводять вимірювання відстані на основі способу RSSI. Далі для частини мережі, а саме для пікомереж, де є вузли з вбудованими датчиками глобальної системи позиціонування, виконується прив'язка вузлів пікомережі до глобальних координат. Для іншої частини мережі, пікомереж з відсутніми датчиками глобальної системи позиціонування, використовується спосіб ToF для визначення відстані до трьох вузлів з відомими координатами, за способом RSSI вводиться обмеження у вимірі відстані до 10 метрів, а також коректування координат вузлів, що знаходяться в межах 1 метра від вузла за способом RSSI.

UA 99932 U

Корисна модель належить до способів позиціонування вузлів бездротової сенсорної мережі (БСМ) і може бути використана в мережах моніторингу та контролю для визначення місцезнаходження вузлів бездротової сенсорної мережі.

5 Відомий спосіб локації радіовузла, система локації радіовузла і вузол обробки даних [патент РФ № 2432581, МПК G01S 5/02 опубл. 27.10.2011 р., бюл. № 30], який полягає в поліпшенні точності локацій вузла, що досягається за рахунок вибору мінімальних значень відстаней, виміряних за часом поширення радіосигналу за весь період нерухомості радіовузла.

10 До недоліків цього способу належить його складність, через що до вузлів БСМ постає висока вимога до обчислювальної потужності, а також складність способу призводить до зменшення часу роботи вузлів та збільшення їх енергоспоживання під час визначення своїх координат.

15 Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є спосіб позиціонування вузлів у бездротових сенсорних мережах, заснований на визначенні дальності між вузлами і базовими станціями [патент на корисну модель № 65765, Україна, у 201107648, МПК H04W 64/00, опубл. 12.12.2011 р., бюл. № 23, 2011 р.], що полягає в наступному: визначенні дальності між вузлами і базовими станціями, точні глобальні координати яких відомі, шляхом визначення величини загасання прийнятого пілот-сигналу, при відомому рівні переданого, який відрізняється від класичного, що при (n+1) базових станцій, де n - мінімально необхідна для позиціонування кількість базових станцій, кожна базова станція оснащена вузлом бездротової сенсорної мережі, однотипним використовуваним в сенсорній мережі, при цьому при широкомовній передачі пілот-сигналів з базових станцій визначається рівень прийнятого сигналу не тільки вузлами мережі, але й додатковими вузлами, встановленими на базових станціях, причому визначені за технологією RSSI відстані до інших базових станцій порівнюються з відомими глобальними, і знаходяться поправочні коефіцієнти, на які помножуються отримані вузлами мережі відстані відповідно до їх перебування у секторах мережі, які визначають околиці базової станції. Локальне позиціонування кожної базової станції (БС) відносно інших БС за способом RSSI (Received Strength Signal Indication - індикація рівня прийнятого сигналу) за допомогою додаткових вузлів, що однотипно використовуються в мережі, і порівняння з глобальним позиціонуванням від GPS дозволяє виявити і зменшити систематичну похибку розрахунку відстаней до БС, яка виникає внаслідок поширення радіохвиль в реальному фізичному середовищі, шляхом введення коригуючого коефіцієнта.

20 До недоліків цього способу належить відсутність способів захисту від впливу багатопроменевого розповсюдження радіохвиль, відсутність кореляції даних, отриманих за допомогою способу RSSI, з іншими відомими способами визначення дальності до вузлів з відомими координатами, що знижує точність визначення координат.

25 Технічною задачею запропонованої корисної моделі є підвищення точності визначення координат вузлів бездротової сенсорної мережі за рахунок комбінації способів визначення дальності до вузлів з відомими координатами.

30 Поставлену задачу вирішено наступним чином. В способі визначення координат вузла бездротової сенсорної мережі, що заснований на визначенні дальності між вузлами, координати яких відомі, шляхом визначення відстані до них за комбінацією способів RSSI і ToF, де згідно з корисною моделлю, на етапі ініціалізації БСМ вузли проводять вимірювання відстані на основі способу RSSI, далі для частини мережі, а саме для пікомереж, де є вузли з вбудованими датчиками глобальної системи позиціонування, виконується прив'язка вузлів пікомережі до глобальних координат, для іншої частини мережі, пікомереж з відсутніми датчиками глобальної системи позиціонування, використовується спосіб ToF для визначення відстані до трьох вузлів з відомими координатами, за способом RSSI вводиться обмеження у вимірі відстані до 10 метрів, а також коректування координат вузлів, що знаходяться в межах 1 метра від вузла, за способом RSSI.

35 Технічним результатом є підвищення точності визначення координат вузла, що досягається за рахунок комбінування способів RSSI і ToF та врахування їх переваг та недоліків, що дозволяє запропонованому способу визначення координат застосовуватися для всіх режимів роботи бездротової сенсорної мережі.

40 На фіг. 1 зображено інформаційні потоки I, що виникають між пікомережами, та самі пікомережі, які об'єднують декілька кластерів.

45 На фіг. 2 показано використання способу визначення координат з застосуванням комбінації способів RSSI і ToF, згідно з запропонованою корисною моделлю.

50 Розглянемо більш детально спосіб визначення координат вузла бездротової сенсорної мережі, де пропонується використовувати переваги і врахувати недоліки способів RSSI і ToF. На етапі ініціалізації БСМ, коли немає чіткої топології мережі, а вузли ще не об'єдналися в

кластер або пікомережу, пропонується проводити вимірювання відстані на основі способу RSSI. Отже, вузол проводить вимірювання відстаней і подальше їх уточнення за способом RSSI, якщо:

$$n_k \notin N_p, (1)$$

5 де n_k - вузол, якому необхідно визначити координати;

N_p - пікомережа в БСМ.

Поділ БСМ на пікомережі представлено на фіг. 1.

Обмеження визначення координат (до 10 м) за способом RSSI доцільно вводити, якщо:

$$\forall N_{rssi} \in N_p, N_{rssi} \notin N_k, (2)$$

10 де N_{rssi} - множина вузлів в зоні радіовидимості вузла n_k , що входить тільки в одну пікомережу.

Таким чином, вираз (2) показує, чи пройшла ініціалізація мережі та кластеризація її на пікомережі.

15 Якщо вузол в пікомережі має вбудований датчик глобальної системи позиціонування, то його заносять в множину N_{gps} - множина вузлів з вбудованими пристроями з GPS (ГЛОНАСС) датчиками. Отже, прив'язка в пікомережі до глобальних координат може бути виконана, якщо:

$$N_{gps} \in N_p. (3)$$

У разі відсутності в пікомережі вузлів з множини N_{gps} , пропонується використовувати спосіб ToF для визначення відстані до трьох вузлів з відомими координатами, що дозволить створити 20 в пікомережі мінімум три вузла з координатами, які визначені по більш точному способу.

Після здійснення прив'язки до глобальних координатах задача визначення координат буде остаточно вирішена. З метою зменшення помилки вимірювань за способом RSSI пропонується ввести обмеження у вимірі відстані до 10 метрів.

25 Таким чином, спосіб визначення координат з використанням способів RSSI і ToF на площині буде виглядати, як показано на фіг. 2.

30 З фіг. 2 видно, що вузол $N_4(x_4, y_4)$ і вузол $N_8(x_8, y_8)$ мають однакові радіуси визначення координат за способом RSSI і різні - за способом ToF. Такий варіант можливий, якщо вузол $N_8(x_8, y_8)$ має менший радіус радіовидимості, ніж $N_4(x_4, y_4)$. Адже виміряти час проходження сигналу від певного вузла можна тільки за наявності радіовидимості. Хоча можливо виміряти таке проходження через проміжні вузли.

Для визначення координат достатньо трьох вузлів з відомими координатами. На фіг. 2 вузол $N_4(x_4, y_4)$ може виміряти таку відстань від вузлів N_1, N_2, N_3 за способом RSSI в той час, як вузол $N_8(x_8, y_8)$ за цим способом - тільки від вузла N_6 . До решти вузлів застосовується спосіб ToF.

35 У результаті проведення експериментів з вимірювання відстані способом RSSI було встановлено, якщо відстань до довколишніх вузлів до 1 метра, то точність виміру відстані близько 10-15 см. Отже, цей ефект доцільно використовувати в способі визначення координат.

40 Пропонується проводити коректування координат між вузлами, які знаходяться на відстані до 1 метра. З цією метою один з вузлів, що входить в множину N_{rssi_c} (всі вузли на відстані не більше метра) проводить коригування своїх координат з вузлом, що входить в множину N_{gps} за способом ToF. У разі відсутності такої можливості проводиться уточнення з базових вузлів пікомережі за способом ToF. Після такого коригування всі вузли, які знаходяться в множині N_{rssi_c} , проводять коректування своїх даних за способом RSSI. Таким чином, вдається створити певні "острівці" з уточненими координатами, частину вузлів яких можливо використовувати, якщо вузол, до якого потрібно визначити відстань, знаходиться в сплячому режимі.

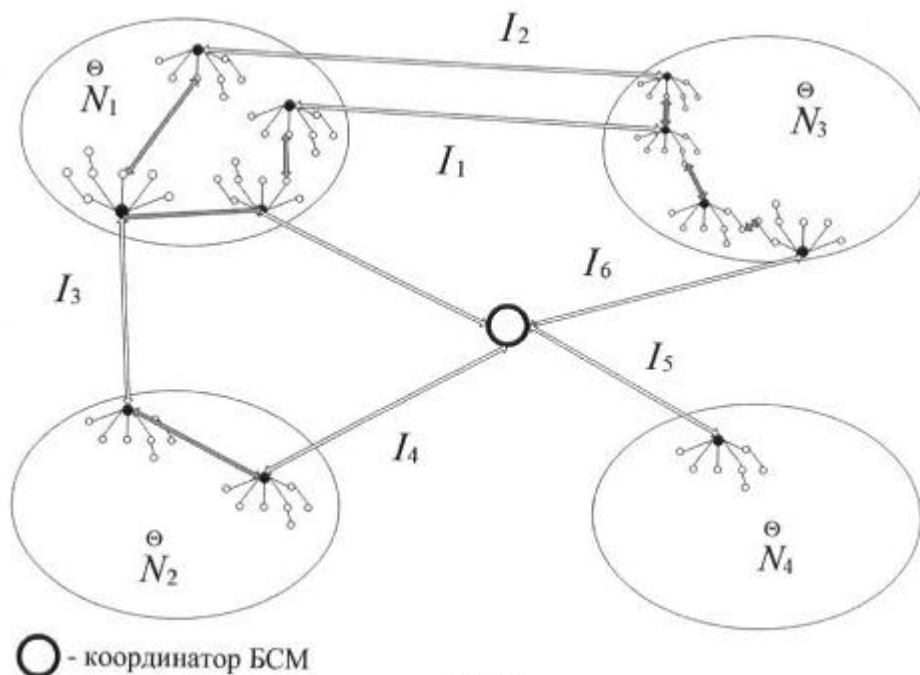
45 В результаті автором створено спосіб визначення координат вузла бездротової сенсорної мережі, який дозволяє підвищити точність визначення координат.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

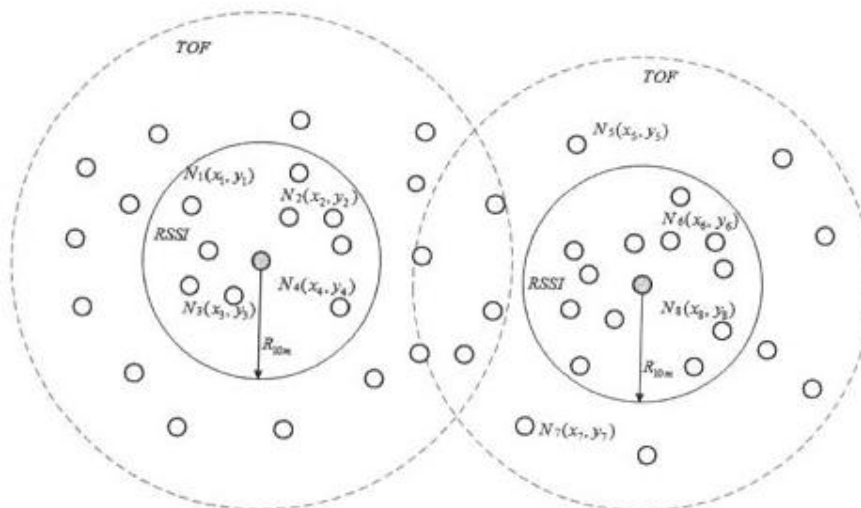
50

Спосіб визначення координат вузла бездротової сенсорної мережі, що включає визначення дальності між вузлами, координати яких відомі, шляхом визначення відстані до них за

комбінацією способів RSSI і ToF, який **відрізняється** тим, що на етапі ініціалізації бездротової сенсорної мережі (БСМ) вузли проводять вимірювання відстані на основі способу RSSI, далі для частини мережі, а саме для пікомереж, де є вузли з вбудованими датчиками глобальної системи позиціонування, виконується прив'язка вузлів пікомережі до глобальних координат, для іншої частини мережі, пікомереж з відсутніми датчиками глобальної системи позиціонування, використовується спосіб ToF для визначення відстані до трьох вузлів з відомими координатами, за способом RSSI вводиться обмеження у вимірі відстані до 10 метрів, а також коректування координат вузлів, що знаходяться в межах 1 метра від вузла за способом RSSI.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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