



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105710** (13) **C2**
(51) МПК (2014.01)
G01S 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

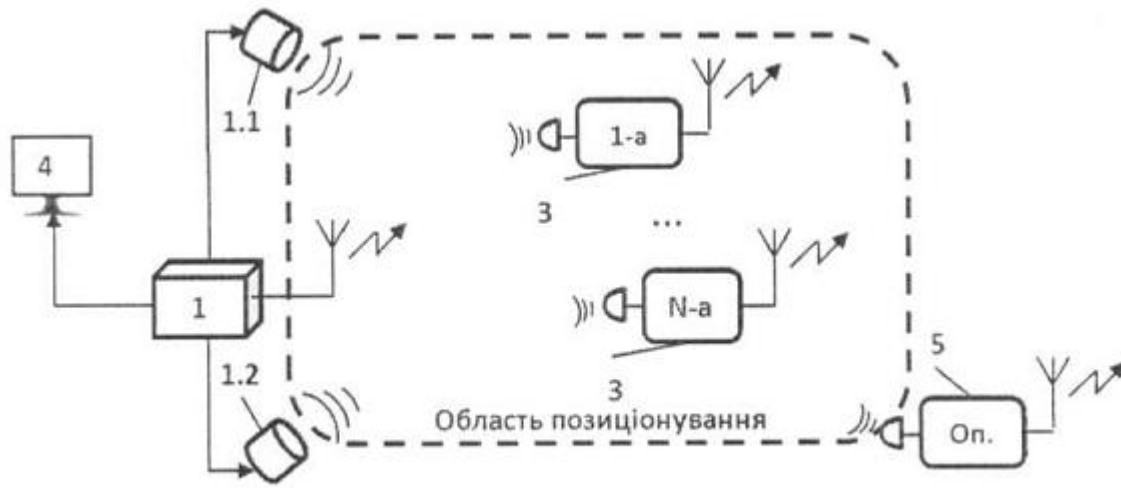
<p>(21) Номер заявки: а 2013 01161</p> <p>(22) Дата подання заявки: 31.01.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.06.2014</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 25.04.2014, Бюл.№ 8</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.06.2014, Бюл.№ 11</p>	<p>(72) Винахідник(и): Лівнов Віталій Олександрович (UA), Коваль Юрій Олександрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 71860 U; 25.07.2012 RU 2357184 C1; 27.05.2009 RU 2449242 C1; 27.04.2012 US 2009/0190441 A1; 30.07.2009 FR 2911399 A1; 18.07.2008 EP 0958504 B1; 17.05.2006</p>
---	--

(54) СПОСІБ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ З АДАПТАЦІЄЮ ДО ЗВУКОВОГО КАНАЛУ

(57) Реферат:

Винахід належить до техніки позиціонування і може бути використаний для відстеження переміщення спортсменів, слідування за рухом вантажів, частин механізмів в промисловості, тощо. За способом ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу визначають координати декількох об'єктів з закріпленими на них ультразвуковими (УЗ) мітками. При цьому задають область позиціонування та розташовують в ній два УЗ випромінювачі, за допомогою базової станції по радіоканалу синхронізують лічильники часу УЗ міток з моментом випромінювання УЗ сигналу УЗ випромінювачами. УЗ мітки приймають цей сигнал і їх лічильники фіксують час затримки сигналу, який передається по радіоканалу на базову станцію по запиті з номером УЗ мітки. Базова станція пересилає отриману інформацію в персональний комп'ютер (ПК) для подальшої обробки і визначення координат кожної мітки. Згідно з винаходом, у визначеному місці області позиціонування встановлюють опорну УЗ мітку, за допомогою опорної мітки вимірюють час затримки УЗ сигналу на фіксованій відстані від УЗ випромінювачів, причому опорну мітку встановлюють на тій же висоті над областю позиціонування, що і УЗ випромінювачі. Відрізок, що з'єднує опорну мітку та один із УЗ випромінювачів, та відрізок, що з'єднує обидва УЗ випромінювачі, повинні перетинатися під прямим кутом. Час затримки УЗ сигналу передають на ПК за допомогою базової станції, де розраховують складові швидкості звуку за відповідними формулами, а за отриманими даними визначають координати рухомих об'єктів позиціонування. Спосіб забезпечує підвищення точності позиціонування за рахунок зменшення похибок.

UA 105710 C2



Фиг. 1

Винахід належить до техніки позиціонування і призначений для визначення координат рухомих та малорухомих об'єктів в локальній області позиціонування в режимі реального часу з похибкою менше 1 см. Спосіб ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу може знайти застосування для відстеження та запису переміщення спортсменів по ігровому полю під час матчу, слідкуванні за рухом вантажів та частин механізмів в промисловості, а також для вирішення проблеми навігації в приміщеннях людей з проблемами зору.

Відомий спосіб позиціонування з адаптацією до каналу, що використовується в системі для підводного позиціонування HiPAP (High Precision Acoustic Positioning), розробці компанії Kongsberg Maritime AS (див. Подводное позиционирование [Електронний ресурс] / © 2012 MARIMETR JSC - Режим доступу: <http://www.marimeter.ru/content/view/42/87/> - 6.12.2012 р.). Ця система працює на далекомірно-кутовому методі навігації з активним відповідачем. Вона використовує датчики для вимірювання швидкості звуку у воді, дані з яких враховує при позиціонуванні, що дає змогу значно підвищити точність системи.

Найбільш близьким до способу ультразвукового (УЗ) локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу, що заявляється, по сукупності ознак є спосіб ультразвукового позиціонування, що був описаний в патенті України № 71860 МПК G01S 11/00, опублікованому 25.05.2012 бюл. № 14. Даний спосіб заснований на УЗ далекомірному способі навігації, має можливість позиціонування декількох рухомих об'єктів у просторі, для чого використовує базову станцію і УЗ мітки, що встановлюються на рухомих об'єктах, а також УЗ канал для позиціонування і електромагнітний канал для синхронізації та обміну інформацією.

Недоліком цього способу є похибки, пов'язані з непостійністю швидкості звуку в УЗ каналі.

Задачею запропонованого винаходу є збільшення точності позиціонування шляхом зменшення похибок, пов'язаних зі зміною швидкості звуку в УЗ каналі.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу, за яким визначають координати декількох об'єктів з закріпленими на них УЗ мітками, при цьому задають область позиціонування та розташовують в ній два УЗ випромінювачі, за допомогою базової станції по радіоканалу синхронізують лічильники часу УЗ міток з моментом випромінювання УЗ сигналу УЗ випромінювачами, УЗ мітки приймають цей сигнал і їх лічильники фіксують час затримки сигналу, який передається по радіоканалу на базову станцію по запиту з номером УЗ мітки, базова станція пересилає отриману інформацію в персональний комп'ютер (ПК) для подальшої обробки і визначення координат кожної мітки, причому позиціонування рухомих об'єктів здійснюють по закріплених на них УЗ мітках, згідно з винаходом, у визначеному місці області позиціонування встановлюють опорну УЗ мітку, за допомогою опорної мітки вимірюють час затримки УЗ сигналу на фіксованій відстані від УЗ випромінювачів, причому опорну мітку встановлюють на тій же висоті над областю позиціонування, що і УЗ випромінювачі, а відрізок, що з'єднує опорну мітку та один із УЗ випромінювачів, та відрізок, що з'єднує обидва УЗ випромінювачі, який є базовим відрізком, повинні перетинатися під прямим кутом, час затримки УЗ сигналу передають на ПК за допомогою базової станції, де розраховують складові швидкості

звуку V_y та V_x за формулами:

$$V_y = l_1 / t_1,$$

$$V_x = \frac{l_2 - t_2 \cdot V_y \cdot \sin(ABC)}{t_2 \cdot \cos(ABC)},$$

де

l_1 - відстань від першого УЗ випромінювача до опорної мітки,

l_2 - відстань від другого УЗ випромінювача до опорної мітки,

t_1 - час затримки УЗ сигналу від першого УЗ випромінювача до опорної мітки,

t_2 - час затримки УЗ сигналу від другого УЗ випромінювача до опорної мітки,

а за отриманими даними визначають координати рухомих об'єктів позиціонування.

На фіг. 1 зображена структурна схема системи для здійснення способу.

На фіг. 2 зображена геометрична модель області позиціонування з опорною міткою.

Розглянемо більш детально запропонований спосіб.

Для перевірки роботи способу була розроблена система ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу (далі система), що працює на запропонованому способі. Вона має наступні відмінності від системи, що працює на способі

прототипу. В визначеному місці області позиціонування встановлюється так звана опорна УЗ мітка. Метою встановлення цієї мітки є визначення швидкості звуку по координатам x та y , так як вона може змінюватись внаслідок коливань температури та руху повітряних мас (вітру). Надалі значення швидкості використовуватиметься при визначенні декартових координат УЗ міток в області позиціонування. Опорна мітка повинна встановлюватись на тій же висоті над землею (або підлогою), що й УЗ випромінювачі, а відрізок, що з'єднує опорну мітку та один з УЗ випромінювачів, та відрізок, що з'єднує обидва УЗ випромінювачі (базовий відрізок), повинні перетинатися під прямим кутом. Для охоплення більшої зони в області позиціонування опорна мітка встановлюється якнайдалі від УЗ випромінювачів.

Рекомендована схема розташування опорної мітки наведена на фіг. 1. На ній зображені: базова станція (1), УЗ випромінювачі (1.1 і 1.2), УЗ мітки, що встановлюються на рухомих об'єктах (3), персональний комп'ютер (4) та опорна мітка (5), встановлена в одному з кутів області позиціонування.

Алгоритм, за яким виконується розрахунок швидкості звуку пояснимо за допомогою моделі на фіг. 2. На ній у точках А та В знаходяться перший та другий УЗ випромінювачі відповідно, а в точці С встановлена опорна мітка. Відстань між УЗ випромінювачами b - це база, відрізок АВ - базовий відрізок, відстань між опорною міткою та першим УЗ випромінювачем дорівнює l_1 , а між міткою та другим випромінювачем - l_2 ; кут САВ - прямий. Величини b , l_1 , l_2 , а також кута АВС - наперед задані та незмінні. Введемо декартову площину наступним чином: вісь абсцис направимо паралельно базовому відрізку, а ординат - паралельно відрізку АС. Тоді швидкість звуку можна розкласти на дві складові: V_x та V_y , які і потрібно визначити.

Спочатку опорна мітка вимірює затримку УЗ сигналу t_1 від першого випромінювача (у т. А) до самої мітки. Програмне забезпечення (ПЗ) на ПК, отримавши ці дані, визначає складову швидкості звуку V_y за наступною формулою: $V_y = l_1/t_1$. Далі вимірюється затримка УЗ сигналу t_2 від другого випромінювача, а ПЗ обчислює складову V_x за допомогою формули:

$$V_x = \frac{l_2 - t_2 \cdot V_y \cdot \sin(ABC)}{t_2 \cdot \cos(ABC)},$$

де значення V_y береться із попередніх розрахунків.

За отриманими даними розрахунків визначають координати рухомих об'єктів позиціонування.

Таким чином, запропонований винахід дає змогу значно підвищити точність способу ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів шляхом адаптації його роботи до параметрів УЗ каналу.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб ультразвукового локального позиціонування рухомих об'єктів з адаптацією до звукового каналу, за яким визначають координати декількох об'єктів з закріпленими на них ультразвуковими (УЗ) мітками, при цьому задають область позиціонування та розташовують в ній два УЗ випромінювачі, за допомогою базової станції по радіоканалу синхронізують лічильники часу УЗ міток з моментом випромінювання УЗ сигналу УЗ випромінювачами, УЗ мітки приймають цей сигнал і їх лічильники фіксують час затримки сигналу, який передається по радіоканалу на базову станцію по запиті з номером УЗ мітки, базова станція пересилає отриману інформацію в персональний комп'ютер (ПК) для подальшої обробки і визначення координат кожної мітки, причому позиціонування рухомих об'єктів здійснюють по закріплених на них УЗ мітках, який **відрізняється** тим, що у визначеному місці області позиціонування встановлюють опорну УЗ мітку, за допомогою опорної мітки вимірюють час затримки УЗ сигналу на фіксованій відстані від УЗ випромінювачів, причому опорну мітку встановлюють на тій же висоті над областю позиціонування, що і УЗ випромінювачі, а відрізок, що з'єднує опорну мітку та один із УЗ випромінювачів, та відрізок, що з'єднує обидва УЗ випромінювачі, який є базовим відрізком, повинні перетинатися під прямим кутом, час затримки УЗ сигналу передають на ПК за допомогою базової станції, де розраховують складові швидкості звуку V_y та V_x за формулами:

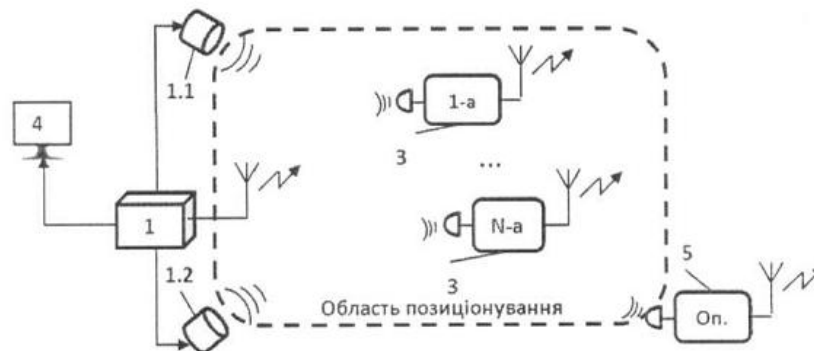
$$V_y = l_1/t_1,$$

$$V_x = \frac{l_2 - t_2 \cdot V_y \cdot \sin(ABC)}{t_2 \cdot \cos(ABC)},$$

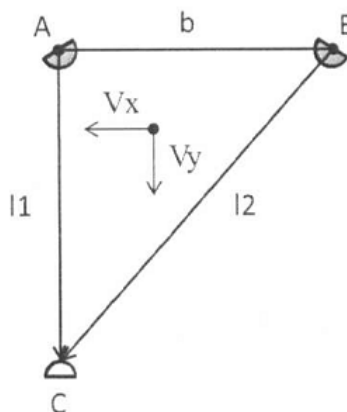
де

l_1 - відстань від першого УЗ випромінювача до опорної мітки,

l_2 - відстань від другого УЗ випромінювача до опорної мітки,
 t_1 - час затримки УЗ сигналу від першого УЗ випромінювача до опорної мітки,
 t_2 - час затримки УЗ сигналу від другого УЗ випромінювача до опорної мітки,
 а за отриманими даними визначають координати рухомих об'єктів позиціонування.



Фіг. 1



Фіг. 2