



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **112690** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
G01C 21/00
H01Q 1/00
G01C 19/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2016 06922	(72) Винахідник(и): Ковалевський Едуард Олександрович (UA), Малютенко Тетяна Леонідівна (UA), Харченко Володимир Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.06.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2016, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ (НАУ), проспект Комарова, 1, м. Київ, 03680 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОГРАФІЧНИХ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТА

(57) Реферат:

Спосіб визначення географічних координат об'єкта включає вимірювання різниці фаз, оброблених навігаційним приймачем сигналів, прийнятих чотирма антенними елементами, розташованими на жорсткій конструкції, положення якої відоме відносно власної системи координат носія, формалізується залежність різниць фаз на антенних елементах від орієнтації ліній між антенними елементами та відношення для визначення вектора шуканих параметрів ітераційним методом. Змінюють вектор невідомих параметрів та по відповідно модифікованому алгоритму з використанням показників, додатково встановлених на гіроплатформі трьох гіроскопів, обчислюють географічні координати об'єкта.

UA 112690 U

Корисна модель належить до галузі радіоелектроніки, зокрема радіонавігації, і може бути використана при визначенні координат сервісного космічного апарата - збиральника космічного сміття.

Система наземних станцій траєкторних вимірів для навігаційно-балістичного забезпечення космічних апаратів має обмежені можливості по зоні дії і точнісним характеристикам.

Останнім часом актуальними стали завдання створення бортових навігаційних систем з використання супутникової навігації. Успіхи технологій супутникової навігації дозволили, окрім завдання, визначення координат і швидкості носія навігаційного приймача реалізувати такі задачі, як визначення кутової орієнтації власної системи координат об'єкта відносно топоцентричної (локальної) системи координат [1, Гл. 16], визначення координат спостережуваного об'єкта [2] завдяки використанню допоміжних пристроїв та алгоритмів. Але успішне вирішення перелічених задач можливо, якщо навігаційний приймач прийме сигналів від не менш ніж від 4 супутників. В той же час при русі космічного апарата по високоеліптичній орбіті ці умови часто не виконуються.

В основу корисної моделі поставлена задача використати функціональну залежність різниць фаз на елементах антенної решітки та кутів орієнтації власної системи координат об'єкта-носія, що наведена в прототипі [1, Гл. 16], та за допомогою апаратного доповнення і модернізації алгоритму реалізувати спосіб визначення географічних координат об'єкта-носія. Спосіб не потребує приймання сигналів від не менш ніж 4 навігаційних супутників, що актуально при вирішенні завдання боротьби з космічним сміттям.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення географічних координат об'єкта вимірюють різницю фаз оброблених навігаційним приймачем сигналів, прийнятих чотирма антенними елементами, розташованими на жорсткій конструкції (антенна решітка), положення якої відоме відносно власної системи координат носія, формалізується залежність різниць фаз на антенних елементах від орієнтації ліній між антенними елементами та відношення для визначення вектора шуканих параметрів ітераційним методом. В одержаному відношенні за вектор невідомих параметрів приймається вектор з елементами географічних координат об'єктів і відповідно модифікується алгоритм. З використанням показників, додатково встановлених на гіроплатформі трьох гіроскопів по модифікованому алгоритму, обчислюються географічні координати об'єкта.

Послідовність реалізації способу наступна.

За найближчим аналогом, на носії розташовують 4 антенні елементи, що лежать в одній площині в точках А, В, С, D (Фіг. 1). Антенні елементи встановлюють на жорсткій конструкції, положення якої відоме відносно власної системи координат (ВСК) об'єкта. Тим самим відоме положення системи координат А, X_a , Y_a , Z_a відносно ВСК.

Для пояснення способу розглядаємо дві системи декартових координат (Фіг. 2) геоцентричну рухому систему координат (ЦГСК) - О, X, Y, Z і локальну систему координат (ЛСК) - O_L , X_L , Y_L , Z_L .

Положення ВСК відносно ЛСК задаються кутами орієнтації (Ейлера) альфа, бета, гамма, які є невідомими.

Задачу визначення кутів орієнтації вирішують таким чином. В результаті обробки навігаційних сигналів, прийнятих в двох точках, розташованих в кожній з ліній АВ, АС, ВD, CD (4 лінії), вимірюють різниці фаз цих сигналів для кожного j-го супутника. Різниці фаз $\varphi_{m,j}$

виражають в одиницях довжини $d_{m,j} = \frac{\lambda_j}{2\pi} \varphi_{m,j}$ (m - номер лінії).

Зв'язок між кутами Ейлера (e_x, e_y, e_z) і різницями фаз визначають за виразом:

$$d_{m,j} = l_m (\bar{r}_j^{-\text{ЦГСК}})^T \cdot U_x(e_x) \cdot U_y(e_y) \cdot U_z(e_z) \bar{l}_m^{\text{ССК}}, \quad (1)$$

де l_m - довжина лінії;

$\bar{r}_j^{-\text{ЦГСК}}$ - направляючий вектор лінії напрямку між j-тим супутником та приймачем в ЦГСК;

$U_x(e_x)$, $U_y(e_y)$, $U_z(e_z)$ - матриці поворотів систем координат;

$\bar{l}_m^{\text{ССК}}$ - направляючий вектор m - лінії в ССК;

B - широта; L - довгота.

Ітераційний алгоритм визначення вектора $\psi = (\alpha, \beta, \gamma)^T$ кутів орієнтації, отриманий відповідно до методу максимальної правдоподібності, має вигляд:

$$\hat{\psi}_k = \hat{\psi}_{k-1} + \left(\mathbf{H}_{k-1}^T (\hat{\psi}_{k-1}) \mathbf{H}_{k-1} (\hat{\psi}_{k-1}) \right)^{-1} \mathbf{H}_{k-1}^T (\hat{\psi}_{k-1}) \mathbf{D}_n^{-1} (y_d - h(\hat{\psi}_{k-1})), \quad (2)$$

де

$$\mathbf{H}_{k-1}(\hat{\psi}_{k-1}) = \frac{\partial h(\hat{\psi}_{k-1})}{\partial \psi};$$

$$h(\psi) = \begin{bmatrix} l_1(r_1^{-\Gamma_{\text{ЦСК}}})^T U_x(\alpha + \frac{\pi}{2} - \beta) U_y(\beta) U_z(\gamma + \frac{\pi}{2} + L) \bar{l}_1^{\text{ЦСК}} \\ \vdots \\ l_M(r_j^{-\Gamma_{\text{ЦСК}}})^T U_x(\alpha + \frac{\pi}{2} - \beta) U_y(\beta) U_z(\gamma + \frac{\pi}{2} + L) \bar{l}_M^{\text{ЦСК}} \end{bmatrix}.$$

5 Згідно з корисною моделлю, вираз (1) використовується без змін.

В виразі (2) вектор, що визначається, приймає вигляд $\Psi := (\mathbf{B}, \mathbf{L})^T$.

Кути α, β, γ вимірюються гіроскопами.

В відповідності з цим перетворюється матриця $\mathbf{H}(\Psi)$.

Тоді в результаті вирішення рівняння (2) одержуємо географічні координати \mathbf{B}, \mathbf{L} .

10 Джерела інформації:

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования /Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и дор. - М.: Радиотехника, 2010. - 800 с.

2. Ковалевський Е.О., Кондратюк В.М., Харченко В.П. Спосіб визначення координат спостережуваного об'єкта /Патент на корисну модель № 98725, Бюл. № 9, 2015.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

20 Спосіб визначення географічних координат об'єкта, при якому вимірюються різниці фаз, оброблених навігаційним приймачем сигналів, прийнятих чотирма антенними елементами, розташованими на жорсткій конструкції, положення якої відоме відносно власної системи координат носія, формалізується залежність різниць фаз на антенних елементах від орієнтації ліній між антенними елементами та відношення для визначення вектора шуканих параметрів ітераційним методом, який **відрізняється** тим, що змінюють вектор невідомих параметрів та по

25 відповідно модифікованому алгоритму з використанням показників, додатково встановлених на гіроплатформі трьох гіроскопів, обчислюються географічні координати об'єкта.

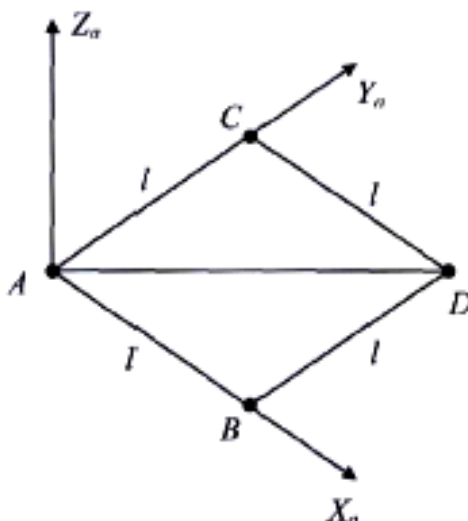


Fig. 1

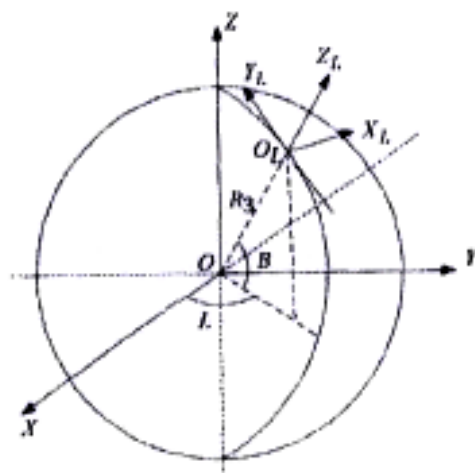


Fig. 2

Комп'ютерна верстка М. Мацело

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

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