



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월28일
(11) 등록번호 10-1017606
(24) 등록일자 2011년02월18일

(51) Int. Cl.

G05D 1/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0131141

(22) 출원일자 2008년12월22일

심사청구일자 2008년12월22일

(65) 공개번호 10-2010-0072665

(43) 공개일자 2010년07월01일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001165694 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국항공우주연구원

대전 유성구 어은동 45

(72) 발명자

이선호

대전광역시 유성구 관평동 테크노밸리 6단지 운암
네오미아 608동 502호

용기력

대전광역시 유성구 관평동 테크노밸리 5단지 파밀
리에 512동 905호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한기형, 김용주

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 문형섭

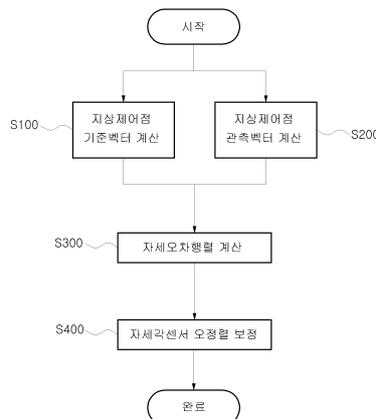
(54) 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법

(57) 요약

본 발명은 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법에 관한 것으로서, 특히 우주선(Spacecraft) 또는 항공기(Aircraft)와 같은 비행체에 장착된 영상획득 카메라에서 촬영한 단일 영상정보로부터 지상제어점(Ground Control Point)을 계산하여 자세각센서의 삼차원 오정렬 정보를 정량적으로 추출하여 보정하는 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법에 관한 것이다.

본 발명의 구성은, 지상제어점 기준벡터의 계산단계; 영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계; 계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및 상기 자세오차행렬 계산값을 이용한 자세각센서 오정렬 보정단계;를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 지상제어점 기준벡터의 계산단계에서는, 지구좌표계(Earth Centered Earth Fixed Coordinate System)의 비행체 위치벡터 $\{R^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$ 와 지상제어점 위치벡터 $\{G^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$ 를 이용하여 지상제어점 기준벡터 $\{V^i\}_{ECEF}, i=1,2,\dots,N$ 를 다음의 식 $\{V^i\}_{ecef} = \{G^i\}_{ecef} - \{R^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

오시환

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 106동 403호

이혜진

대전광역시 서구 월평동 19 월평타운 APT 105동
611호

임조령

대전광역시 유성구 지족동 858번지 열매마을4단지
405동 1602호

서현호

대전광역시 유성구 궁동 자연아파트 313호

김용복

대전광역시 중구 유천2동 현대아파트 106동 1005호

최홍택

대전광역시 유성구 도룡동 타운하우스 10동 202호

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

지상제어점 기준벡터의 계산단계;

영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계;

계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및

상기 자세오차행렬 계산값을 이용한 자세각센서 오정렬 보정단계;

를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 지상제어점 기준벡터의 계산단계에서는,

지구좌표계(Earth Centered Earth Fixed Coordinate System)의 비행체 위치벡터($\{R^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$)와 지상제어점 위치벡터($\{G^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 기준벡터 ($\{V^i\}_{ECEF}$, $i=1,2,\dots,N$)를 다음의 식 $\{V^i\}_{ecef} = \{G^i\}_{ecef} - \{R^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법.

청구항 3

지상제어점 기준벡터의 계산단계;

영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계;

계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및

상기 자세오차행렬 계산값을 이용한 자세각센서 오정렬 보정단계;

를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 지상제어점 관측벡터 계산단계에서는,

지구좌표계의 계산된 비행체의 카메라 시선벡터($\{L^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$)와 상대벡터 ($\{P^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 관측벡터 ($\{M^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$)를 다음의 식 $\{M^i\}_{ecef} = \{L^i\}_{ecef} + \{P^i\}_{ecef}$, $i=1,2,\dots,N$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법.

청구항 4

지상제어점 기준벡터의 계산단계;

영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계;

계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및

상기 자세오차행렬 계산값을 이용한 자세각센서 오정렬 보정단계;

를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 자세오차행렬 계산단계에서는,

지상제어점 기준벡터와 지상제어점 관측벡터를 이용하여 자세오차행렬($C_{misalign}$)을 계산하는 것을 특징으로 하는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법.

청구항 5

지상제어점 기준벡터의 계산단계;

영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계;

계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및

상기 자세오차행렬 계산값을 이용한 자세각센서 오정렬 보정단계;

를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 자세각센서 오정렬 보정단계에서는,

보정전 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})에 산출된 자세오차행렬($C_{misalign}$)를 보정하여 보정후 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})을 다음의 식 $C_{body}^{sensor} = C_{body}^{sensor} C_{misalign}$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 하는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 자세각센서의 오정렬 보정방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 우주선(Spacecraft) 또는 항공기(Aircraft)와 같은 비행체에 장착된 영상획득 카메라에서 촬영한 단일 영상정보에서 지상제어점 (Ground Control Point)을 계산하여 자세각센서의 삼차원 오정렬 정보를 정량적으로 추출하여 보정하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 공간상의 자세각을 계산하기 위해서 자세각센서가 사용되고, 이러한 자세각센서의 초기 장착각은 지상시험장치 등을 통해 측정되며 소프트웨어적으로 보상된다.

[0003] 하지만, 우주선의 경우 발사진동, 중력변화 및 궤도환경에서의 구조물 열변형에 의해서, 또한, 항공기의 경우에 이착륙에 의한 구조진동 또는 열적 환경 특성에 의해서 자세각센서의 추가적인 오정렬이 발생한다.

[0004] 따라서, 이러한 오정렬은 카메라를 통해 촬영한 영상의 품질을 저하시키므로 적절한 보정이 요구된다.

[0005] 종래의 자세각센서의 오정렬 보정방법으로는, 카메라를 통해 촬영한 입체 영상정보로부터 지상제어점을 계산하여 자세각센서의 삼차원 오정렬을 보정(절대보정)하거나, 카메라를 통해 촬영한 단일 영상정보로부터 지상제어점을 계산하여 자세각센서의 이차원 오정렬을 보정(절대보정)하는 방법이 주로 사용되었다.

[0006] 그러나, 상술한 방법의 경우에 삼차원 오정렬을 보상하기 위해서 입체영상정보가 요구되거나, 또는, 단일영상정보 사용시 이차원 오정렬 보정만 가능하다는 단점이 있었다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 본 발명의 주된 목적은 카메라에서 촬영한 단일영상정보로부터 지상제어점을 계산하여 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

[0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명인 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법은, 지상제어점 기준벡터의 계산단계; 영상정보를 이용한 지상제어점 관측벡터의 계산단계; 계산된 상기 지상제어점 기준벡터와 상기 지상제어점 관측벡터를 이용한 자세오차행렬 계산단계; 및 상기 자세오차행렬 계산값을 이용한

자세각센서 오정렬 보정단계;를 포함하여 이루어지는 단일영상을 이용한 자세각센서의 삼차원 오정렬 보정방법에 있어서, 상기 지상제어점 기준벡터의 계산단계에서는, 지구좌표계(Earth Centered Earth Fixed Coordinate System)의 비행체 위치벡터($\{R^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$)와 지상제어점 위치벡터($\{G^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 기준벡터 ($\{V^i\}_{ECEF}, i=1,2,\dots,N$)를 다음의 식 $\{V^i\}_{ecf} = \{G^i\}_{ecf} - \{R^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$ 에 의해 계산함으로써 달성된다.

[0009] 삭제

[0010] 또한, 상기 지상제어점 관측벡터 계산단계에서는, 지구좌표계의 계산된 비행체의 카메라 시선벡터 ($\{L^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$)와 상대벡터($\{P^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 관측벡터 ($\{M^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$)를 다음의 식 $\{M^i\}_{ecf} = \{L^i\}_{ecf} + \{P^i\}_{ecf}, i=1,2,\dots,N$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 자세오차행렬 계산단계에서는, 지상제어점 기준벡터와 지상제어점 관측벡터를 이용하여 자세오차행렬($C_{misalign}$)를 계산하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 자세각센서 오정렬 보정단계에서는, 보정전 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})에 산출된 자세오차행렬($C_{misalign}$)을 보정하여 보정후 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})을 다음의 식 $C_{body}^{sensor} = C_{body}^{sensor} C_{misalign}$ 에 의해 계산하는 것을 특징으로 한다.

효과

[0013] 이상에서 상술한 본 발명에 따르면, 기존의 입체영상정보를 이용하는 오정렬 보정방법과 달리, 카메라에서 촬영된 단일영상정보를 이용하여 삼차원 오정렬 계산이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0015] 도 1은 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 자세각센서 오정렬 보정단계를 나타낸 흐름도이고, 도 2는 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 지상제어점 기준벡터를 나타낸 도면이며, 도 3은 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 지상제어점 관측벡터를 나타낸 도면이다.

[0016] 먼저, 도 1에 도시된 바와 같이, 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법은 지상제어점 기준벡터 계산단계(S100); 지상제어점 관측벡터 계산단계(S200); 자세오차행렬 계산단계(S300); 및 자세각센서 오정렬의 보정단계(S400)가 순차적으로 진행되어 이루어진다.

[0017] 상기 지상제어점 기준벡터(V^1, V^2, \dots, V^N)는 도 2에 도시된 바와 같이, 지구중심(410)에서 비행체까지의 위치벡터(R^1, R^2, \dots, R^N)와 지구중심(410)에서 지상제어점까지의 위치벡터(G^1, G^2, \dots, G^N)의 벡터차로 표시된다.

[0018] 상기 지상제어점 관측벡터(M^1, M^2, \dots, M^N)는 도 3에 도시된 바와 같이, 비행체의 카메라시선벡터(L^1, L^2, \dots, L^N)와 영상중심선(210)과 시선벡터가 만나는 점(400)에서 영상(200)상의 지상제어점 (300)까지 상대벡터(P^1, P^2, \dots, P^N)의 벡터합으로 표시된다.

[0019] 여기서, 상기 지상제어점 기준벡터의 계산단계(S100)에서는 비행체 위치벡터(R^1, R^2, \dots, R^N)와 지상제어점 위치벡터(G^1, G^2, \dots, G^N)의 벡터차를 이용하여 지상제어점 기준벡터 (V^1, V^2, \dots, V^N)를 계산한다.

[0020] 이때, 지구좌표계 (Earth Centered Earth Fixed Coordinate System)의 비행체 위치벡터 ($\{R^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)와 지상제어점 위치벡터($\{G^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 기준벡터 ($\{V^i\}_{ECEF}, i=1,2,\dots,N$)를 수학식으로 나타내면 아래와 같다.

[0021] (수학식 1)

[0022]
$$\{V^i\}_{ecef} = \{G^i\}_{ecef} - \{R^i\}_{ecef}, \quad i=1,2,\dots,N$$

[0023] 또한, 상기 지상제어점 관측벡터 계산단계(S200)에서는, 비행체 카메라 시선벡터(L^1, L^2, \dots, L^N)와 상기 카메라 시선벡터에서 지상제어점까지 상대벡터(P^1, P^2, \dots, P^N)의 벡터합을 이용한 지상제어점 관측벡터(M^1, M^2, \dots, M^N)를 계산한다.

[0024] 이때, 카메라좌표계에서의 카메라 시선벡터($\{L^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 카메라좌표계에서 비행체 몸체좌표계까지의 변환행렬(C_{cam}^{body}), 몸체좌표계에서 관성좌표계까지의 변환행렬(C_{body}^{eci}), 그리고 관성좌표계에서 지구좌표계까지의 변환행렬(C_{eci}^{ecef})을 이용하여 지구좌표계에서의 카메라 시선벡터($\{L^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 수학식으로 나타내면 아래와 같다.

[0025] (수학식 2)

[0026]
$$\{L^i\}_{ecef} = C_{eci}^{ecef} C_{body}^{eci} C_{cam}^{body} \{L^i\}_{cam}, \quad i=1,2,\dots,N$$

[0027] 이때, 카메라 시선벡터와 영상과의 교점에서 지상제어점까지의 상대벡터($\{P^i\}_{image}, i=1,2,\dots,N$)를 영상좌표계에서 지구좌표계까지의 변환행렬(C_{image}^{ecef})을 이용하여 지구좌표계에서의 상대벡터 ($\{P^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 수학식으로 나타내면 아래와 같다.

[0028] (수학식 3)

[0029]
$$\{P^i\}_{ecef} = C_{image}^{ecef} \{P^i\}_{image}, \quad i=1,2,\dots,N$$

[0030] 이때, 지구좌표계에서 계산된 비행체의 카메라 시선벡터($\{L^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)와 상대벡터 ($\{P^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 이용하여 지상제어점 관측벡터 ($\{M^i\}_{ecef}, i=1,2,\dots,N$)를 수학식으로 나타내면 아래와 같다.

[0031] (수학식 4)

[0032]
$$\{M^i\}_{ecef} = \{L^i\}_{ecef} + \{P^i\}_{ecef}, \quad i=1,2,\dots,N$$

[0033] 또한, 상기 자세오차행렬 계산단계(S300)에서는, 지상제어점 기준벡터와 지상제어점 관측벡터를 이용하여 자세오차행렬을 계산한다.

[0034] 이때, 트라이어드(TRIAD) 또는 퀘스트(QUEST)와 같은 기존의 삼차원 자세오차 계산 알고리즘을 사용하여 자세오

차행렬($C_{misalign}$)을 계산한다.

[0035] 또한, 상기 자세각센서 오정렬 보정단계(S400)에서는, 산출된 자세오차행렬을 이용하여 자세각센서의 삼차원 오정렬을 보정하여 자세오차를 소거한다.

[0036] 이때, 보정전 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})에 자세오차행렬($C_{misalign}$)을 보정하여 보정후 자세각센서 장착행렬(C_{body}^{sensor})을 수학식으로 나타내면 아래와 같다.

[0037] (수학식 5)

[0038]
$$C_{body}^{sensor} = C_{body}^{sensor} C_{misalign}$$

[0039] 이상에서 본 발명을 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정하지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형이 가능할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0040] 도 1은 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 자세각센서 오정렬 보정단계를 나타낸 흐름도,

[0041] 도 2는 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 지상제어점 기준벡터를 나타낸 도면,

[0042] 도 3은 본 발명에 따른 단일영상을 이용한 자세각센서 삼차원 오정렬 보정방법의 지상제어점 관측벡터를 나타낸 도면.

[0043] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[0044] S100 : 지상제어점 기준벡터 계산단계

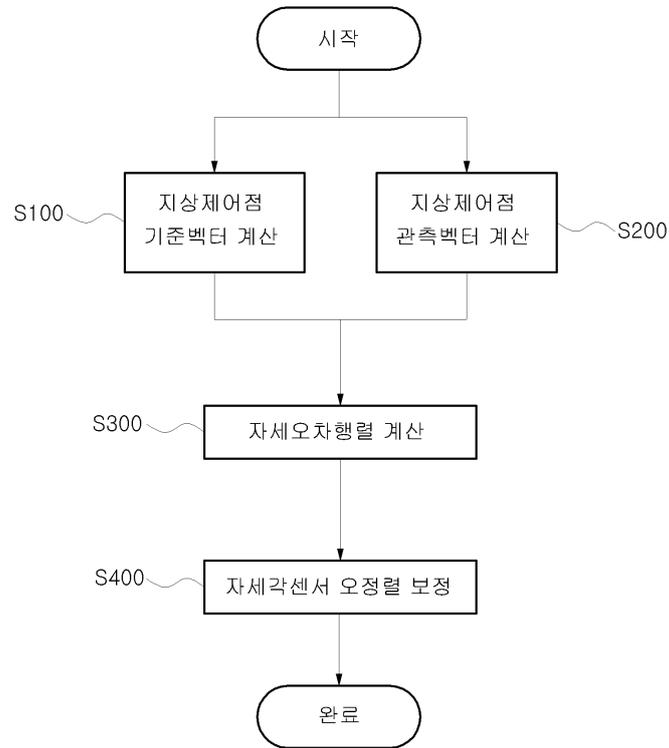
[0045] S200 : 지상제어점 관측벡터 계산단계

[0046] S300 : 자세오차행렬 계산단계

[0047] S400 : 자세각센서 오정렬 보정단계

도면

도면1



도면2

