



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월21일
(11) 등록번호 10-2280750
(24) 등록일자 2021년07월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01C 25/00 (2006.01) G01C 21/16 (2006.01)
G05D 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01C 25/005 (2013.01)
G01C 21/16 (2020.08)
(21) 출원번호 10-2020-0025503
(22) 출원일자 2020년02월28일
심사청구일자 2020년02월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080086711 A
KR1020190139032 A
KR101988266 B1
KR1020130061331 A

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송진우
서울특별시 강남구 도곡로 306 래미안그레이트
105동 1201호
김승택
서울특별시 광진구 천호대로110길 111 104호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김현승

전체 청구항 수 : 총 15 항

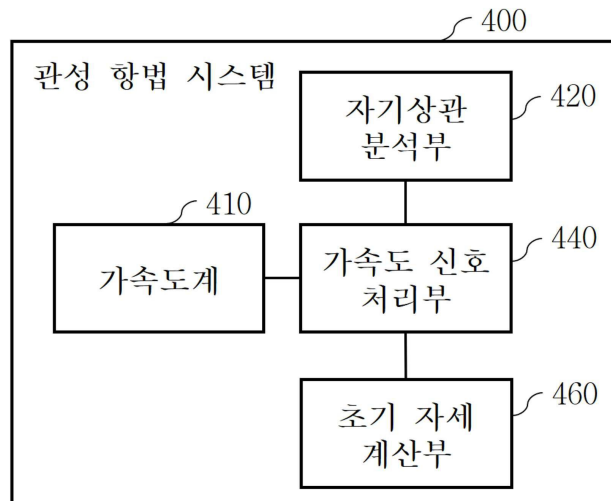
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 기법

(57) 요약

구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 방법이 제공된다. 개시된 초기 정렬 방법은, 관성 항법 시스템에 포함된 가속도계로부터 출력된 가속도 신호에 대한 자기상관 분석을 수행하는 단계와, 자기상관 분석에 기반하여, 가속도 신호에 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계와, 처리된 가속도 신호를 운항체의 롤 각 및 피치 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류
G05D 1/0808 (2013.01)

(72) 발명자

김용훈

서울특별시 광진구 광나루로15길 61 601호

최민준

경기도 수원시 영통구 덕영대로1484번길 21 102동
303호

김응주

충청남도 천안시 서북구 한들3로 100 백석아이파크
103동 1201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호 | 1711093070 |
| 부처명 | 과학기술정보통신부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원 |
| 연구사업명 | 대학ICT연구센터지원사업 |
| 연구과제명 | 지능형 비행로봇 융합기술 연구 |
| 기 여 율 | 50/100 |
| 과제수행기관명 | 세종대학교 산학협력단 |
| 연구기간 | 2020.01.01 ~ 2020.12.31 |

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호 | 1415164550 |
| 부처명 | 산업통상자원부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국산업기술진흥원 |
| 연구사업명 | 산업전문인력역량강화(R&D) |
| 연구과제명 | 사업용 무인비행장치 전문인력 양성 |
| 기 여 율 | 50/100 |
| 과제수행기관명 | 한국드론산업진흥협회 |
| 연구기간 | 2019.03.01 ~ 2020.02.29 |

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

구조 진동의 영향을 받는 운향체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 방법으로서,

상기 관성 항법 시스템에 포함된 가속도계로부터 출력된 가속도 신호에 대한 자기상관(auto-correlation) 분석을 수행하는 단계와,

상기 자기상관 분석에 기반하여, 상기 가속도 신호에 상기 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 상기 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계와,

상기 처리된 가속도 신호를 상기 운향체의 롤(roll) 각 및 피치(pitch) 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용하는 단계를 포함하는

초기 정렬 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자기상관 분석을 수행하는 단계는 시간 지연 값을 식별하는 단계 - 상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 시간 지연 값에서 국부적 피크(local peak) 자기상관 값에 도달함 - 를 포함하고,

상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계는 상기 식별된 시간 지연 값에 기반하여 상기 주기를 추정하는 단계와, 상기 추정된 주기에 걸쳐 상기 가속도 신호를 평균함으로써 상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계를 포함하는,

초기 정렬 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가속도 신호는 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 시퀀스로서 제공되며,

상기 자기상관 분석을 수행하는 단계는 샘플 지연 값을 식별하는 단계 - 상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 샘플 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함 - 를 포함하고,

상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계는 상기 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 상기 주기 동안에 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수를 추정하는 단계와, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 시퀀스 내의 상기 추정된 개수만큼의 연이은(consecutive) 샘플의 평균을 산출하는 단계를 포함하는,

초기 정렬 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 샘플 지연 값을 식별하는 단계는 상기 샘플 지연 값을 포함하는 복수의 샘플 지연 값을 점증하는 샘플 지연 값 중에서 식별하는 단계 - 상기 자기상관 함수는 상기 복수의 샘플 지연 값 각각에서 각각의 국부적 피크 자기상관 값에 도달함 - 를 포함하고,

상기 개수를 추정하는 단계는 복수의 상대적 샘플 지연 값의 평균을 기반으로, 상기 개수를 추정하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 상대적 샘플 지연 값은 상기 복수의 샘플 지연 값 중 최소의 샘플 지연 값과, 상기 복수의 샘플 지연 값 중 나머지 각각 및 다음으로 작은 샘플 지연 값 간의 차이를 포함하는,

초기 정렬 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출하는 단계는 상기 시퀀스의 복수의 구분된(partitioned) 서브시퀀스를 식별하는 단계 - 상기 복수의 구분된 서브시퀀스 각각은 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임 - 와, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 각각의 서브시퀀스 내의 상기 연이은 샘플의 평균을 산출하는 단계를 포함하는,

초기 정렬 방법.

청구항 6

컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

청구항 7

구조 진동의 영향을 받는 운향체의 관성 항법 시스템으로서,

가속도 신호를 출력하는 가속도계와,

상기 가속도 신호에 대한 자기상관 분석을 수행하는 자기상관 분석부와,

상기 자기상관 분석에 기반하여, 상기 가속도 신호 내에 상기 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 상기 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하는 가속도 신호 처리부와,

상기 처리된 가속도 신호를 상기 운향체의 롤 각 및 피치 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용하는 초기 자세 계산부를 포함하는

관성 항법 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 자기상관 분석부는 시간 지연 값을 식별함으로써 상기 자기상관 분석을 수행 - 상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 시간 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함 - 하고,

상기 가속도 신호 처리부는 상기 식별된 시간 지연 값에 기반하여 상기 주기를 추정하고, 상기 추정된 주기에 걸쳐 상기 가속도 신호를 평균함으로써 상기 처리된 가속도 신호를 생성하는,

관성 항법 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 가속도계는 상기 가속도 신호를 샘플의 시퀀스로서 출력하고,

상기 자기상관 분석부는 샘플 지연 값을 식별함으로써 상기 자기상관 분석을 수행 - 상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 샘플 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함 - 하며,

상기 가속도 신호 처리부는 상기 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 상기 주기 동안에 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수를 추정하고, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 시퀀스 내의 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출하는,

관성 항법 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 샘플 지연 값을 식별하는 것은 상기 샘플 지연 값을 포함하는 복수의 샘플 지연 값을 검증하는 샘플 지연

값 중에서 식별하는 것 - 상기 자기상관 함수는 상기 복수의 샘플 지연 값 각각에서 각자의 국부적 피크 자기상관 값에 도달함 - 을 포함하고,

상기 개수를 추정하는 것은 복수의 상대적 샘플 지연 값의 평균을 기반으로, 상기 개수를 추정하는 것을 포함하되, 상기 복수의 상대적 샘플 지연 값은 상기 복수의 샘플 지연 값 중 최소의 샘플 지연 값과, 상기 복수의 샘플 지연 값 중 나머지 각각 및 다음으로 작은 샘플 지연 값 간의 차이를 포함하는,

관성 항법 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출하는 것은 상기 시퀀스의 복수의 구분된 서브시퀀스를 식별하는 것 - 상기 복수의 구분된 서브시퀀스 각각은 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임 - 과, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 각각의 서브시퀀스 내의 상기 연이은 샘플의 평균을 산출하는 것을 포함하는,

관성 항법 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 초기 자세 계산부는 상기 계산에서 외부 항법 시스템으로부터의 보조 정보를 사용하지 않는,

관성 항법 시스템.

청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 관성 항법 시스템은 스트랩다운 방식으로 상기 운항체에 장착된,

관성 항법 시스템.

청구항 14

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 관성 항법 시스템을 포함하는 운항체.

청구항 15

제14항에 있어서,

동체와,

상기 동체 상에 장착된 회전익을 더 포함하는,

운항체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 운항체(vehicle)의 관성 항법 시스템(inertial navigation system)의 초기 정렬(initial alignment)에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로, 운항체의 구조 진동(structural vibration)을 고려한 초기 정렬에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 관성 항법은 현재의 항법 정보(이는, 예컨대, 운항체의 위치, 속도 및 자세를 나타냄)를 가속도계(accelerometer)와 자이로스코프(gyroscope)와 같은 관성 센서로부터의 측정 정보 및 이전의 항법 정보에 기반하여 산출하는 것이다. 일반적으로, 그러한 항법 정보 계산은 관성 센서의 측정치를 토대로 항법 방정식을 시간

에 대해 적분하는 것을 수반한다. 예를 들어, 관성 항법 시스템은 운항체의 위치를 그것의 알려진 초기 위치에 변위를 더함으로써 추정한다고 볼 수 있다. 이와 같이 관성 항법에서 추정된 위치의 오차는 관성 센서 자체에서의 오차뿐만 아니라 초기의 항법 정보의 오차에 기인할 수 있다. 몇몇 경우에, 이러한 항법 오차는 GPS와 같은 외부 항법 시스템의 보조로써 완화 또는 제거될 수가 있다. 이와 달리, 만일 운항체의 관성 항법 시스템이 외부의 도움 없이 독립적으로 운항체의 위치, 속도 및 자세를 갱신하도록 구성된다면, 시간이 지남에 따라 적분이 거듭되어 항법 오차가 점점 더 누적된다. 특히, 관성 항법 시스템이 비교적 짧은 시간 동안 운용되는 운항체(가령, 1분 이내의 기간 동안 동작한다는 전제 하에 설계된 유도 무기)에 있어서, 항법 오차의 주된 요인은 초기의 항법 정보이며, 관성 센서로 인한 오차 부분은 단기간 내에 그렇게 발산하지 않는다. 다시 말해, 관성 항법 시스템의 성능을 향상시키는 데에 운항체의 보다 정확한 초기 위치, 속도 및 자세 정보가 요구될 수 있다.

[0003] 관성 항법을 위해 운항체의 위치, 속도 및 자세를 초기화하는 데에서 특히 중요한 것은 운항체의 초기 자세의 결정으로서, 이 과정은 초기 정렬이라 불린다. 초기 정렬의 방식은 외부의 항법 시스템으로부터의 보조 항법 정보의 사용 여부에 따라 전달 정렬(transfer alignment) 방식과 자체 정렬(self alignment) 방식으로 구분될 수 있다. 전달 정렬은 외부의 항법 시스템의 보조로써 초기 오차를 제거할 수 있지만, 외부 항법 시스템과의 일회성 또는 지속적 통신을 수행하고/거나 관성 센서의 장착 오차를 고려하여야 하는 부담이 있다. 이에 비해, 자체 정렬은 보조 항법 정보 없이 관성 센서 자체로부터의 측정 정보만을 사용한다. 어떤 유형의 관성 항법 시스템(가령, 짐벌식(gimballed) 관성 항법 시스템)은 초기 자체 정렬에서 관성 센서 및/또는 센서가 장착된 플랫폼(platform)을 회전시켜 플랫폼 프레임을 항법 프레임(navigation frame)(가령, NED(North-East-Down) 좌표계)과 일치시키는 것이 수반되기는 하지만, 다른 유형의 관성 항법 시스템(가령, 관성 센서가 운항체에 직접 장착되는 스트랩다운(strapdown) 관성 항법 시스템)의 경우에는 그러한 회전 없이 단지 항법 프레임에 대한 운항체의 동체 프레임(body frame)의 초기 자세(가령, 항법 프레임과 동체 프레임 간의 초기 좌표 변환 관계를 나타내는 방향 코사인 행렬(direction cosine matrix))를 구함으로써 초기 자체 정렬이 수행된다. 이와 같이 초기 자세를 계산하기 위한 자체 정렬 알고리즘에서 2단계 정렬 기법이 사용될 수 있는데, 이는 가속도계의 출력을 이용하여 롤(roll) 각 및 피치(pitch)각을 계산하는 레벨링(leveling) 단계에 이어서 자이로컴퍼싱(gyro-compassing) 단계로 구성된다. 그런데, 중급 미만의 관성 센서의 측정치를 사용하는 경우, 일반적으로 초기 heading(heading)(또는 요(yaw)로도 지칭됨) 각을 추정하기가 곤란하며, 단지 가속도 정보로부터 롤(roll) 각 및 피치(pitch) 각을 추정할 수 있을 따름이다. 이 경우, 유한 임펄스 응답(Finite Impulse Response: FIR) 필터 또는 무한 임펄스 응답(Infinite Impulse Response: IIR) 필터로써 가속도계의 측정 정보에 포함된 잡음 성분이 제거될 수 있으며, 가속도 측정치에 대한 이러한 필터링은 최소 자승(least square) 기법과 같은 다양한 기법으로 구현될 수 있다.

[0004] 그런데, 상당한 크기의 구조 진동이 있는 운항체, 예를 들어, 무인 운항체나 비행 운항체(가령, 헬리콥터, 회전익(rotor blade)을 가진 드론 등)의 경우, 그것의 관성 항법 시스템의 가속도계로부터 출력된 가속도 신호로부터 그러한 구조 진동으로 인한 신호 성분을 완화하거나 제거하는 데에 통상적으로 긴 시간이 걸린다. 예를 들어, 도 5는 운항체가 정상 항법 모드에 진입하기 전에 정지 상태의 초기 정렬 모드에서 초기 피치 각을 0으로 유지하고 있다는 가정 하에, 운항체의 구조 진동으로 인한 외란 신호 성분이 포함된 가속도계 출력 신호를 사용하여 최소 자승 방식으로 초기 피치 각을 계산한 결과를 도시한다. 초기 피치 각이 0이므로, 도 5의 피치 각 그래프는 곧 그러한 진동 특성에 기인하는 오차를 나타낸다. 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, 피치 각 오차가 0으로 수렴하는 데에는 많은 시간이 요구된다. 이러한 경우에, 만일 관성 항법 시스템이 짧은 시간 한도 내에 초기 정렬을 수행할 것이 요구된다면(가령, 전술된 바와 같이 관성 항법 시스템이 단기간에만 운용된다면), 부정확한 초기 자세 계산이 일어날 공산이 크며, 결국 항법 시스템의 성능을 크게 저하시킬 수 있다. 따라서, 그러한 문제점을 해결할 필요가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 기법이 본 문서에 개시된다.

과제의 해결 수단

[0006] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 방법은 다음을 포함한다: 상기 관성 항법 시스템에 포함된 가속도계로부터 출력된 가속도 신호에 대한 자기상관(auto-correlation) 분석을 수행하는 단계; 상기 자기상관 분석에 기반하여, 상기 가속도 신호에 상기 구조 진동으로

인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 상기 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계; 및 상기 처리된 가속도 신호를 상기 운향체의 롤(roll) 각 및 피치(pitch) 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용하는 단계.

- [0007] 상기 자기상관 분석을 수행하는 단계는 시간 지연 값을 식별하는 단계(상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 시간 지연 값에서 국부적 피크(local peak) 자기상관 값에 도달함)를 포함할 수 있고, 상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계는 상기 식별된 시간 지연 값에 기반하여 상기 주기를 추정하는 단계와, 상기 추정된 주기에 걸쳐 상기 가속도 신호를 평균함으로써 상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 가속도 신호는 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 시퀀스로서 제공될 수 있는데, 상기 자기상관 분석을 수행하는 단계는 샘플 지연 값을 식별하는 단계(상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 샘플 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함)를 포함할 수 있고, 상기 처리된 가속도 신호를 생성하는 단계는 상기 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 상기 주기 동안에 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수를 추정하는 단계와, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 시퀀스 내의 상기 추정된 개수만큼의 연이은(consecutive) 샘플의 평균을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 샘플 지연 값을 식별하는 단계는 상기 샘플 지연 값을 포함하는 복수의 샘플 지연 값을 점증하는 샘플 지연 값 중에서 식별하는 단계(상기 자기상관 함수는 상기 복수의 샘플 지연 값 각각에서 각자의 국부적 피크 자기상관 값에 도달함)를 포함할 수 있고, 상기 개수를 추정하는 단계는 복수의 상대적 샘플 지연 값의 평균을 기반으로, 상기 개수를 추정하는 단계를 포함하되, 상기 복수의 상대적 샘플 지연 값은 상기 복수의 샘플 지연 값 중 최소의 샘플 지연 값과, 상기 복수의 샘플 지연 값 중 나머지 각각 및 다음으로 작은 샘플 지연 값 간의 차이를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출하는 단계는 상기 시퀀스의 복수의 구분된(partitioned) 서브시퀀스를 식별하는 단계(상기 복수의 구분된 서브시퀀스 각각은 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임)와, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 각각의 서브시퀀스 내의 상기 연이은 샘플의 평균을 산출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 제공되는데, 상기 컴퓨터 실행가능 명령어는 컴퓨터 프로세서에 의해 수행되는 경우 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금 상기 방법을 수행하게 할 수 있다.
- [0012] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 구조 진동의 영향을 받는 운향체의 관성 항법 시스템은 다음을 포함한다: 가속도 신호를 출력하는 가속도계; 상기 가속도 신호에 대한 자기상관 분석을 수행하는 자기상관 분석부; 상기 자기상관 분석에 기반하여, 상기 가속도 신호 내에 상기 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 상기 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하는 가속도 신호 처리부; 및 상기 처리된 가속도 신호를 상기 운향체의 롤 각 및 피치 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용하는 초기 자세 계산부.
- [0013] 상기 자기상관 분석부는 시간 지연 값을 식별함으로써 상기 자기상관 분석을 수행할 수 있고(상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 시간 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함), 상기 가속도 신호 처리부는 상기 식별된 시간 지연 값에 기반하여 상기 주기를 추정하고, 상기 추정된 주기에 걸쳐 상기 가속도 신호를 평균함으로써 상기 처리된 가속도 신호를 생성할 수 있다.
- [0014] 상기 가속도계는 상기 가속도 신호를 샘플의 시퀀스로서 출력할 수 있고, 상기 자기상관 분석부는 샘플 지연 값을 식별함으로써 상기 자기상관 분석을 수행할 수 있으며(상기 가속도 신호의 자기상관 함수는 상기 샘플 지연 값에서 국부적 피크 자기상관 값에 도달함), 상기 가속도 신호 처리부는 상기 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 상기 주기 동안에 상기 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수를 추정하고, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 시퀀스 내의 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출할 수 있다.
- [0015] 상기 샘플 지연 값을 식별하는 것은 상기 샘플 지연 값을 포함하는 복수의 샘플 지연 값을 점증하는 샘플 지연 값 중에서 식별하는 것(상기 자기상관 함수는 상기 복수의 샘플 지연 값 각각에서 각자의 국부적 피크 자기상관 값에 도달함)을 포함할 수 있고, 상기 개수를 추정하는 것은 복수의 상대적 샘플 지연 값의 평균을 기반으로, 상기 개수를 추정하는 것을 포함하되, 상기 복수의 상대적 샘플 지연 값은 상기 복수의 샘플 지연 값 중 최소의 샘플 지연 값과, 상기 복수의 샘플 지연 값 중 나머지 각각 및 다음으로 작은 샘플 지연 값 간의 차이를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출하는 것은 상기 시퀀스의 복수의 구분된 서브시퀀스를 식별

하는 것(상기 복수의 구분된 서브시퀀스 각각은 상기 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임)과, 상기 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 상기 각각의 서브시퀀스 내의 상기 연이은 샘플의 평균을 산출하는 것을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 초기 자세 계산부는 상기 계산에서 외부 항법 시스템으로부터의 보조 정보를 사용하지 않을 수 있다.

[0018] 상기 관성 항법 시스템은 스트랩다운 방식으로 상기 운항체에 장착될 수 있다.

[0019] 적어도 하나의 실시예에 따르면, 상기 관성 항법 시스템을 포함하는 운항체가 제공된다.

[0020] 상기 운항체는 동체와, 상기 동체 상에 장착된 회전익을 더 포함할 수 있다.

[0021] 전술된 개요는 상세한 설명에서 추가로 후술되는 몇몇 양상을 단순화된 형태로 소개하기 위해 제공된다. 이 개요는 청구된 주제(subject matter)의 중요 특징 또는 필수적 특징을 식별하도록 의도되지 않고, 청구된 주제의 범위를 정하는 데 사용되도록 의도되지도 않는다. 나아가, 청구된 주제는 본 명세서에서 논의되는 임의의 또는 모든 이점을 제공하는 구현에 한정되지 않는다.

발명의 효과

[0022] 본 발명의 실시예는 짧은 시간 내에 운항체의 구조 진동의 주기를 추정하고 추정된 주기를 사용하여 구조 진동으로 인한 오차를 제거하는 방식으로 순간적으로 보다 정확한 초기 자세 정보를 계산하는 데에 적합한 초기 정렬 기법을 제공한다.

[0023] 본 발명의 실시예에 따르면, 운항체에서 모터 등의 영향으로 구조 진동이 발생하는 경우에 구조 진동에 의한 영향을 최소화하면서도 짧은 시간 내에 초기 정렬을 수행하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라, 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 프로세스를 보여준다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초기 정렬 프로세스의 성능을 보여주기 위한 시뮬레이션의 결과를 도시한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따라, 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 보여준다.

도 5는 진동 외란이 있는 경우에 종래 기술에 따라 추정된 초기 피치 각을 시간에 대해 도시하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 실시예를 가질 수 있고, 몇몇 실시예가 본 명세서에 개시된다. 그러나, 이는 본 발명에 대한 한정이나 예시로서 제공되며, 본 발명의 사상 및 범주에 속하는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 망라하는 것으로 이해되어야 한다. 개시된 실시예에 따른 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 다음의 상세한 설명에서 특정한 세부사항이 제공되는데, 몇몇 실시예는 이들 세부사항 중 일부 또는 전부가 없더라도 실시될 수 있다. 또한, 본 발명의 다양한 양상을 불필요하게 모호하게 하지 않도록 공지 기술의 구체적인 설명은 생략될 수 있다.

[0026] 후술되는 용어는 단지 특정 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 한정적 의미로 고려되고자 의도된 것이 아니다. 단수 형태의 표현은 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 복수 형태의 의미를 포함한다. 또한, 이 문서에서, "포함하다" 또는 "가지다"와 같은 용어는 어떤 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 정보 또는 이들의 조합이 존재함을 나타내려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 정보 또는 이들의 조합의 존재 또는 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0027] 아래에서, 본 발명의 실시예에 따라, 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한 초기 정렬 기법이 논의된다.

[0028] 본 문서에서 다루는 예시적인 초기 정렬 기법은 가속도계를 사용하여 운항체의 초기 자세 정보, 특히 운항체의 롤 각 및/또는 피치 각을 계산하는 것을 염두에 둔다. (사실, 전술된 바와 같이 중급 미만의 관성 센서를 사용한 2단계 정렬 기법의 경우에도, 헤딩 각은 지자계를 사용하여 운항 중 정렬을 하기가 수월하다.) 가속도 신호

로부터 운항체의 롤 각 및 피치 각을 계산하는 것은 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{f_y}{f_z}\right),$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{f_x}{\sqrt{f_y^2 + f_z^2}}\right)$$

[0029]

[0030] 수학적 식 1에서, ϕ 및 θ 는 각각 롤 각 및 피치 각을 나타내며, f_x , f_y 및 f_z 는 각각 운항체의 동체 프레임으로서 주어진 FRD(Forward-Right-Down) 좌표계의 x축, y축 및 z축 방향에서 측정된 가속도를 의미한다.

[0031] 그런데, 진동으로 인한 외란이 존재하는 경우, 가속도계로부터 출력된 가속도 신호에는 외란 신호 성분이 포함되어 있는바, 그러한 신호 값을 그대로 사용하여 수학적 식 1과 같이 롤 각 및 피치 각을 계산하면 큰 오차가 발생할 것이며, 특히 그러한 계산의 주기와 외란 신호 성분의 주기가 불일치하는 경우에 더더욱 그럴 공산이 높다.

[0032] 정현파 특성을 가지는 구조 진동으로 인해 초기 자세 계산에서 발생하는 오차를 완화하기 위해, 예시적인 초기 정렬 기법은 정현파를 한 주기에 걸쳐 적분한 값(즉, 주기에 걸친 정현파의 평균)은 0이라는 특성을 이용한다. 이와 같이, 예시적인 초기 정렬 기법은 구조 진동으로 인한 외란 신호 성분의 주기에 걸쳐 가속도 신호를 평균한 처리된 가속도 신호(가령, 주기에 걸쳐 있는 모든 가속도 신호 샘플의 평균)로써 수학적 식 1에 따라 롤 각 및/또는 피치 각을 계산하는 것을 수반하는바, 초기 정렬에 요구되는 시간이 짧은 경우에도, 구조 진동으로 인한 오차를 줄일 수 있다는 점에서 유리하다.

[0033] 예시적인 초기 정렬 기법은 그러한 주기를 구하는 데에 자기상관(auto-correlation)을 사용한다. 자기상관은 어떤 신호의 시간 지연된 버전(time delayed version)이 그 신호 자체와 얼마나 닮았는지를 나타낸다(다시 말해, 이들 간의 상관(correlation)의 척도임). 예를 들어, 데이터 신호 X가 샘플의 시퀀스(sequence)로서 제공되는 경우, 그 신호의 자기상관 함수는 수학적 식 2와 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 2

$$autocorr(X, t) = \frac{\sum_{j=t+1}^k [X_j - \mu(X)] [X_{j-t} - \mu(X)]}{\sum_{j=1}^k [X_j - \mu(X)]^2}$$

[0034]

[0035] 수학적 식 2에서, X_j 는 신호 X의 j번째 데이터 샘플을 의미하고, t는 시간 지연을 유발하는 샘플 지연(가령, 샘플 인덱스 지체(sample index lag))을 나타내며, $\mu(X)$ 는 소정의 샘플 인덱스 범위(가령, 1부터 k까지의 범위)에 걸쳐서 수집된 데이터 샘플의 평균이다.

[0036] 어떤 신호의 2개의 시간 분리된(time-separated) 버전, 예컨대, 지연되지 않은 버전 및 시간 지연된 버전(즉, 시간 지연은 넌제로(non-zero) 값임)의 상관이 1인 경우, 이들 두 버전은 완전히 일치한다. 다시 말해, 어떤 신호의 자기상관 값이 1에 가까울수록 그 신호 자체가 그것의 시간지연된 버전과 더 유사함을 의미한다. 이에 따라, 예시적인 초기 정렬 기법은 가능한 한 1에 가까운 자기상관 값으로 맵핑되는(mapped) 시간 지연 값을 식별하는 방식으로 신호에 대한 자기상관 분석을 수행하고, 이에 따라 진동 외란의 주기를 추정하는 접근법을 취할 수 있다.

[0037] 이와 관련하여, 도 1은 본 발명의 실시예에 따라, 구조 진동의 영향을 받는 운항체의 관성 항법 시스템을 위한

초기 정렬 프로세스(100)를 보여준다. 실시예에서, 초기 정렬 프로세스(100)는 운항체(가령, 회전익을 갖는 무인 운항체 또는 비행 운항체 또는 다른 유형의 운항체)의 관성 항법 시스템(가령, 관성 항법 시스템(400))에 의해 수행될 수 있다. 또한, 실시예에서, 초기 정렬 프로세스(100)는 외부의 항법 시스템으로부터의 보조 정보의 사용 없이 수행될 수 있다.

[0038] 동작(120)에서, 관성 항법 시스템에 포함된 가속도계로부터 출력된 가속도 신호에 대한 자기상관 분석이 수행된다. 자기상관 분석은 시간 지연 값이 변함에 따라 가속도 신호의 자기상관 함수가 출력하는 값이 어떻게 변하는지를 드러내기 위해 수행될 수 있다. 실시예에서, 자기상관 분석을 수행하는 동작(120)은 가속도 신호의 자기상관 함수가 국부적 피크(local peak) 값에 도달하는 시간 지연 값을 식별하는 동작을 포함할 수 있다.

[0039] 또한, 동작(140)에서, 그러한 자기상관 분석에 기반하여, 가속도 신호에 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호가 생성된다. 실시예에서, 처리된 가속도 신호를 생성하는 동작(140)은 자기상관 분석을 통해 국부적 피크 자기상관 값에 맵핑된다고 식별된 시간 지연 값에 기반하여 진동 외란 신호 성분의 주기를 추정하는 동작과, 추정된 주기에 걸쳐 가속도 신호를 평균하는 동작을 포함할 수 있다.

[0040] 나아가, 동작(160)에서, 처리된 가속도 신호는 운항체의 롤 각 및 피치 각 중 적어도 하나를 계산하는 데에 사용된다. 실시예에서, 그러한 처리된 가속도 신호는 추정된 주기에 걸친 가속도 신호의 평균일 수 있고, 수학적

1에 따라 초기 자세를 계산하는 데에서 f_x , f_y 및/또는 f_z 로서 사용될 수 있다.

[0041] 몇몇 예시적인 구현에서, 가속도계로부터 가속도 신호가 샘플의 시퀀스로서 출력될 수 있다. 그러면, 점증하는 샘플 지연 값에서 가속도 신호의 자기상관 함수가 도달하는 자기상관 값을 산출함으로써 자기상관 분석이 시작될 수 있다. 나아가, 자기상관 분석은 가속도 신호의 자기상관 함수가 국부적 피크 자기상관 값에 도달하는 샘플 지연 값을 점증하는 샘플 지연 값 중에서 식별하는 것을 수반할 수 있다. 그러한 식별에 응답하여, 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 진동 외란 신호 성분의 주기 동안에 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수가 추정될 수 있다. 한편, 가속도계 자체로 인한 노이즈(noise) 성분이 출력 가속도 신호에 포함될 수 있으므로, 단 하나의 샘플 지연 값에 기반하여 추정된 샘플 개수는 그리 정확하지 않을 수 있다. 따라서, 몇몇 예시적인 구현에서, 더욱 정확한 주기 추정을 위해, 다수의 국부적 피크 자기상관 값을 파악하여 평균화 처리를 행하는 방식이 채택될 수 있다. 구체적으로, 자기상관 분석을 통해 점증하는 샘플 지연 값 중에서 복수의 샘플 지연 값이 식별될 수 있는데, 여기서 가속도 신호의 자기상관 함수는 복수의 샘플 지연 값 각각에서 각자의 국부적 피크 자기상관 값에 도달한다. 그러한 식별에 응답하여, 복수의 상대적 샘플 지연 값(즉, 식별된 샘플 지연 값 중 최소 값, 그리고 나머지 각각 및 그 값 다음으로 작은 값 간의 차이 값임)의 평균을 기반으로, 진동 외란 신호 성분의 주기 동안에 가속도계로부터 출력된 샘플의 개수가 추정될 수 있다.

[0042] 나아가, 몇몇 예시적인 구현에서, 가속도계로부터 출력된 샘플의 시퀀스 내의 추정된 개수만큼의 연이은(consecutive) 샘플의 평균이 산출될 수 있고, 산출된 평균은 초기 롤 각 및/또는 피치 각의 계산에 사용될 수 있다. 예를 들면, 가속도계의 출력 샘플 시퀀스 내의 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 한 서브시퀀스(subsequence)가 식별될 수 있고, 그 서브시퀀스 내의 모든 연이은 샘플의 평균이 초기 롤 각 및/또는 피치 각의 계산에 사용될 수 있다. 만일 가속도계의 출력 샘플 시퀀스의 복수의 구분된(partitioned) 서브시퀀스가 식별되는 경우(각각의 서브시퀀스는 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임), 각각의 서브시퀀스 내의 모든 연이은 샘플의 평균이 초기 롤 각 및/또는 피치 각의 계산에 사용될 수도 있다.

[0043] 예시를 위해, 가속도 신호는 가속도계로부터 출력된 샘플 시퀀스(가령, $[X_1, X_2, \dots, X_{120}]$)로 제공되고 그것의 자기상관 함수는 수학적 2로 주어진다고 가정하자. 그러면, 가속도 신호의 자기상관 함수가 샘플 지연 값 t(가령, 5)에서 도달하는 자기상관 값이 주변의 가까운 샘플 지연 값(가령, 3, 4, 6 및 7)에 대한 자기상관 값으로부터 소정의 임계 값(가령, 0.9)을 넘어 급증하는 피크를 이룬다는 것이 자기상관 분석을 통해 식별될 수 있다. 이에 따라, 피크 값과 연관된 샘플 지연 값 t에 부합하는 개수의 연이은 샘플(가령, X_1, X_2, \dots, X_5)이 진동으로 인한 외란 신호 성분의 주기에 걸쳐 있다고 관정될 수 있다. 이런 방식으로, 연이은 가속도계 출력 샘플의 평균이 수학적 1에 따른 계산에서의 사용을 위해 제공될 수 있다.

[0044] 추가적인 예시를 위해, 위와 같은 가속도계 출력 샘플 시퀀스(가령, $[X_1, X_2, \dots, X_{120}]$)에 대해서, (가령, 1부터 1만큼씩) 샘플 지연 값의 점증 동안에, 여러 샘플 지연 값(가령, 5, 11, 17, 23, 28, ..., 109, 115) 각각에 대한 자기상관 값이 국부적 피크 값임이 식별되었다고 가정하자. 그러면, 여러 상대적 샘플 지연 값(가령,

5, 11-5=6, 17-11=6, 23-17=6, 28-23=5, ..., 115-109=6)의 평균(가령, 5.75)에 기반하여 진동 외란 신호 성분의 주기에 걸쳐 있는 가속도계 출력 샘플의 개수(가령, 6개)가 추정될 수도 있다. 이에 따라, 가속도계의 출력 샘플 시퀀스(가령, $[X_1, X_2, \dots, X_{120}]$)의 샘플이 차례로 그 개수씩 서브시퀀스로서 구분될 수 있고(가령, $[X_1, X_2, \dots, X_6]$, $[X_7, X_8, \dots, X_{12}]$, 기타 등등), 각 서브시퀀스 내의 연이은 샘플의 평균이 수학적 1에 따른 계산에서의 사용을 위해 제공될 수 있다.

[0045] 이제, 예시적인 프로세스(100)에 따른 초기 정렬 기법의 성능이 논의된다. 성능 평가를 위해 몬테카를로 시뮬레이션(Monte-Carlo simulation)이 수행되었다.

[0046] 성능 평가 시뮬레이션에서 사용된 입력 데이터는 구조 진동으로 인한 성분을 포함하여 가속도계의 출력을 나타내도록 구성되는데, 이는 표 1에 요약된 특성을 갖는다.

표 1

| 진동 주파수 (Hz) | 진폭(g, 1σ) | 위상(rad) | 가속도계 노이즈(mg) |
|-------------|-------------------|--------------|--------------|
| 22~24 | ± 1 | $0\sim 2\pi$ | ± 50 |

[0047]

[0048] 진동으로 인한 외란은 전술된 동체 좌표계의 x축 상에서만 생긴다고 가정되었다. 진동의 주파수는 22 Hz에서 24 Hz 사이의 범위에서 불규칙하게 변화하도록 설정되었고, 진동의 크기는 평균이 0이고 표준편차가 1g(단, g는 지구의 중력 가속도)인 확률 변수로 설정되었으며, 그 위상은 0에서 2π 사이의 범위에서 균등 분포를 갖는 확률 변수로 설정되었다. 입력 데이터 샘플은 600Hz에 해당하는 주기로 갱신되어 제공되었다. 가속도 센서의 노이즈 성분이 상정되었고, 몇 개의 샘플을 평균할 것인지는 여러 개의 국부적 피크 자기상관 값에 기반하여 정해졌다. 이러한 조건 하에서, 초기 정렬 시간 한도가 0.2초로 설정되어 1만회의 몬테카를로 시뮬레이션이 수행되었다.

[0049] 이 성능 평가 시뮬레이션에서는 다음의 두 가지 경우가 비교되었다: (i) 전술된 예시적인 프로세스(100)에 따라, 구조 진동에 의해 발생하는 신호 성분의 주기를 검출하기 위해 자기상관 분석을 사용하고, 검출된 주기에 걸쳐 입력 데이터 샘플을 평균하여 획득된 가속도 데이터로써 (가령, 수학적 1과 같은 레벨링 단계를 포함하는) 초기 정렬을 수행하는 경우, 그리고 (ii) 구조 진동 특성을 고려하지 않고서 초기 정렬을 수행하는 경우. 도 2는 구조 진동을 고려하지 않은 초기 정렬 시뮬레이션(즉, (ii)의 경우)의 결과를 도시하고, 도 3은 구조 진동을 고려한 초기 정렬 시뮬레이션(즉, (i)의 경우)의 결과를 도시한다.

[0050] 도 2는 0.2초의 초기 정렬 동안에 입력 데이터 샘플에 대해 단순히 저역 통과 필터를 적용한 경우에 약 $\pm 5^\circ$ 범위의 피치 각 오차가 발생함을 보여준다. 특히, 이러한 초기 자세 오차가 정규 분포 특성을 나타내지 않음을 알 수 있다. 대조적으로, 도 3은 예시적인 실시예에 따른 초기 정렬 기법을 사용하는 경우에 약 $\pm 3^\circ$ 범위의 피치 각 오차가 발생하며, 이러한 초기 자세 오차는 정규 분포와 같은 특성을 갖는다는 것을 보여준다. 또한, 위의 두 경우에서 초기 정렬의 제곱 평균 제곱근(Root Mean Square: RMS) 오차는 각각 2.4957° 및 0.9190° 인바, 후자의 경우가 전자의 경우보다 약 37% 감소된 오차를 초래한다. 표 2에 성능 평가 시뮬레이션의 결과가 요약된다.

표 2

| 구분 | 피치 각 오차의 범위 (deg) | 피치 각의 RMS 오차 (deg) |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| 구조 진동 특성을 고려하지 않은 초기 정렬 | 약 ± 5 | 2.4957 |
| 구조 진동 특성을 고려한 예시적인 초기 정렬 기법 | 약 ± 3 | 0.9190 |

[0051]

- [0052] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 관성 항법 시스템을 개략적으로 도시한다. 실시예에서, 관성 항법 시스템(400)은 구조 진동의 영향을 받는 운항체(가령, 동체 및 동체 상에 장착된 회전익을 포함하는 무인 공중 운항체)에 (가령, 스트랩다운 방식으로) 장착되어 예시적인 초기 정렬 기법(가령, 앞서 기술된 초기 정렬 프로세스(100))을 수행할 수 있다. 도 4를 참조하면, 관성 항법 시스템(400)은 가속도계(410), 자기상관 분석부(420), 가속도 신호 처리부(440) 및 초기 자세 계산부(460)를 포함하는 것으로 예시된다.
- [0053] 가속도계(410)는 가속도 신호를 출력하도록 구성된다. 예를 들어, 가속도계(410)는 가속도 신호를 샘플의 시퀀스로서 출력할 수 있다.
- [0054] 자기상관 분석부(420)는 가속도 신호에 대한 자기상관 분석을 수행하도록 구성된다. 가속도 신호 처리부(440)는 자기상관 분석부(420)에 의한 자기상관 분석에 기반하여, 가속도 신호 내에 구조 진동으로 인해 포함된 신호 성분의 주기에 걸친 가속도 신호의 평균을 나타내는 처리된 가속도 신호를 생성하도록 구성된다. 초기 자세 계산부(460)는 처리된 가속도 신호를 운항체의 롤 각 및 피치 각 중 적어도 하나를 계산(가령, 수학식 1을 참조하시오)하는 데에 사용하도록 구성된다.
- [0055] 실시예에서, 자기상관 분석부(420)는 변화하는 시간 지연 값에 대한 가속도 신호의 자기상관 값의 변화를 식별함으로써 자기상관 분석을 수행할 수 있다. 이에 따라, 자기상관 분석부(420)에 의한 자기상관 분석은 가속도 신호의 자기상관 함수가 국부적 피크 자기상관 값에 도달하는 시간 지연 값을 식별하는 것을 수반할 수 있다. 가속도 신호 처리부(440)는 식별된 시간 지연 값에 기반하여 구조 진동으로 인한 신호 성분의 주기를 추정하고, 추정된 주기에 걸쳐 가속도 신호를 평균함으로써 가속도 신호를 처리할 수 있다.
- [0056] 실시예에서, 가속도계(410)로부터 출력 샘플의 시퀀스로서 가속도 신호가 제공되는 경우, 자기상관 분석부(420)는 점증하는 샘플 지연 값에서 각각 가속도 신호의 자기상관 함수(가령, 수학식 2를 참조하시오)가 도달하는 자기상관 값을 산출함으로써 자기상관 분석을 수행할 수 있다. 이에 따라, 자기상관 분석부(420)는 가속도 신호의 자기상관 함수는 국부적 피크 자기상관 값에 도달하는 샘플 지연 값을 식별할 수 있다. 비한정적인 예에서, 그러한 식별은 점증하는 샘플 지연 값 중에서 복수의 샘플 지연 값(이들 각각에서 가속도 신호의 자기상관 함수는 각자의 국부적 피크 자기상관 값에 도달함)을 식별하는 것을 포함한다.
- [0057] 실시예에서, 가속도 신호 처리부(440)는 그러한 자기상관 분석을 통한 샘플 지연 값의 식별에 응답하여, 식별된 샘플 지연 값을 기반으로, 구조 진동으로 인한 신호 성분의 주기 동안에 가속도계(410)로부터 출력된 샘플의 개수를 추정하고, 초기 자세 계산부(460)에 의한 계산에서의 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 가속도계(410)의 출력 샘플 시퀀스 내의 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 평균을 산출할 수 있다. 비한정적인 예에서, 가속도 신호 처리부(440)는 복수의 샘플 지연 값의 식별에 응답하여, 복수의 상대적 샘플 지연 값(복수의 샘플 지연 값 중 최소의 샘플 지연 값과, 나머지 각각 및 다음으로 작은 샘플 지연 값 간의 차이를 포함함)의 평균을 기반으로, 구조 진동으로 인한 신호 성분의 주기 동안에 가속도계(410)로부터 출력된 샘플의 개수를 추정할 수 있다. 추가적으로, 단지 예로서, 가속도 신호 처리부(440)는 가속도계(410)의 출력 샘플 시퀀스의 복수의 구분된 서브시퀀스(각각은 추정된 개수만큼의 연이은 샘플의 시퀀스임)를 식별하고, 초기 자세 계산부(460)에 의한 계산에서의 처리된 가속도 신호로서의 사용을 위해 각각의 서브시퀀스 내의 연이은 샘플의 평균을 산출할 수 있다.
- [0058] 실시예에서, 초기 자세 계산부(460)는 운항체의 초기 롤 각 및/또는 피치 각을 계산하는 데에서 외부 항법 시스템으로부터의 보조 정보를 사용하지 않을 수 있다.
- [0059] 몇몇 예시적인 구현에서, 자기상관 분석부(420), 가속도 신호 처리부(440) 및 초기 자세 계산부(460)는 항법 컴퓨터에 포함되고/거나 구현될 수 있는데, 이러한 컴퓨팅 장치는 하나 이상의 프로세서 및 프로세서에 의해 실행되는 경우 프로세서로 하여금 본 발명의 실시예에 따라 몇몇 동작(가령, 전술된 예시적인 프로세스(100)의 적어도 일부)을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능(computer executable) 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로세서는 중앙 처리 유닛(Central Processing Unit: CPU), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor: DSP), 그래픽 처리 유닛(Graphics Processing Unit: GPU), 프로세서 코어(processor core), 마이크로프로세서(microprocessor), 마이크로제어기(microcontroller), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array: FPGA), 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit: ASIC), 다른 하드웨어 및 로직 회로, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 판독 전용 메모리(Read-Only Memory: ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random-Access Memory: RAM), 휘발성(volatile) 메모리, 비휘발성(non-volatile) 메모리, 착탈가능(removable) 메모리, 비착탈가능(non-removable) 메모리, 플래시(Flash) 메모리, 다른 저장 디바이스 및 저장 매체, 또는 이

의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다.

[0060] 예시적인 실시예는 본 문서에 기술된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분이 체현된 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 판독가능 저장 매체로서 구현될 수 있다. 이러한 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에는 프로그램 명령어, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등등이 단독으로 또는 조합되어 포함될 수 있다. 개시된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분을 구현하거나 이용할 수 있는 프로그램은 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 어떤 유형의 (가령, 컴파일형(compiled) 또는 해석형(interpreted)) 프로그래밍 언어, 예컨대, 어셈블리(assembly), 기계어(machine language), 프로시저형(procedural) 언어, 객체지향(object-oriented) 언어 등등으로 구현될 수 있고, 하드웨어 구현과 조합될 수 있다. 용어 "컴퓨터 판독가능 저장 매체"는, 컴퓨팅 장치에 의한 실행을 위한 명령어(실행 시에 컴퓨팅 장치로 하여금 개시된 기법을 수행하게 함)를 저장할 수 있고, 그러한 명령어에 의해 사용되거나 이와 연관된 데이터 구조를 저장할 수 있는 임의의 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 예는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 그리고 ROM, RAM, 플래시 메모리, 솔리드 스테이트(solid-state) 메모리와 같은 메모리 디바이스를 포함하되, 이에 한정되지 않는다.

[0061] 이상에서 본 발명의 몇몇 실시예가 상세하게 기술되었으나, 이는 제한적이 아니고 예시적인 것으로 간주되어야 한다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 개시된 실시예의 세부사항에 대해 본 발명의 범주에서 벗어나지 않고서 다양한 변경이 행해질 수 있음을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 범주는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위 및 그 균등물에 의해 정해져야 한다.

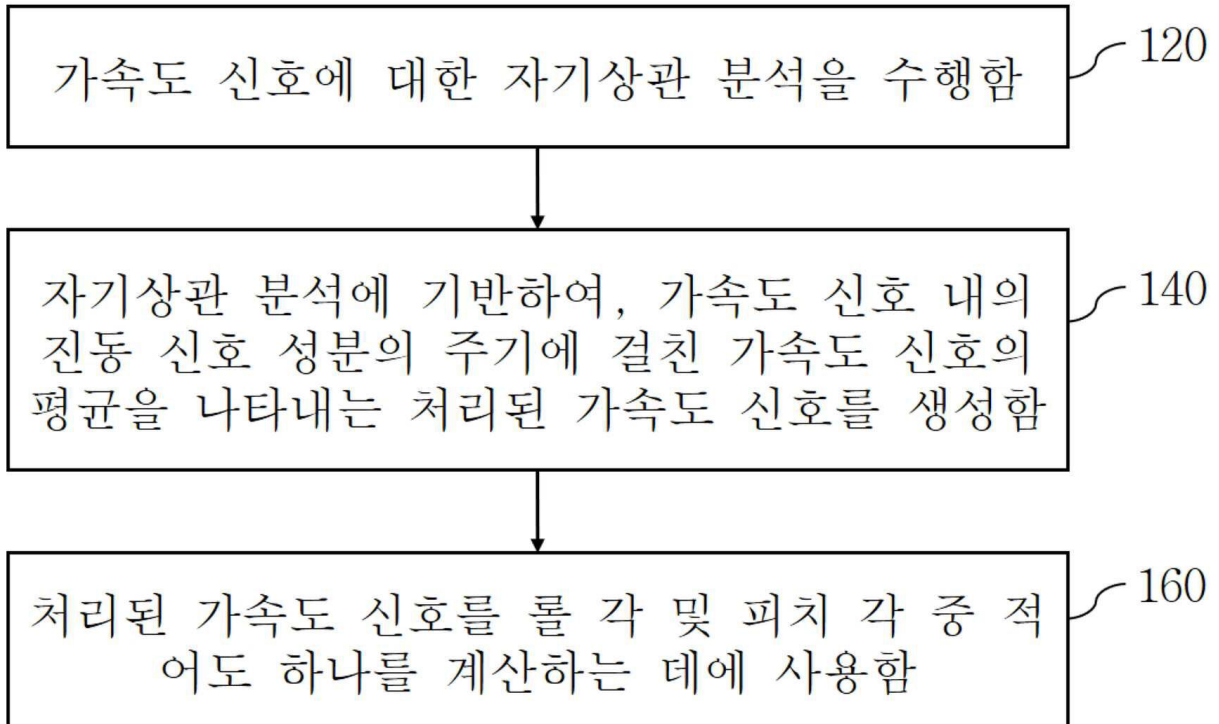
부호의 설명

- [0062] 400: 관성 항법 시스템
- 410: 가속도계
- 420: 자기상관 분석부
- 440: 가속도 신호 처리부
- 460: 초기 자세 계산부

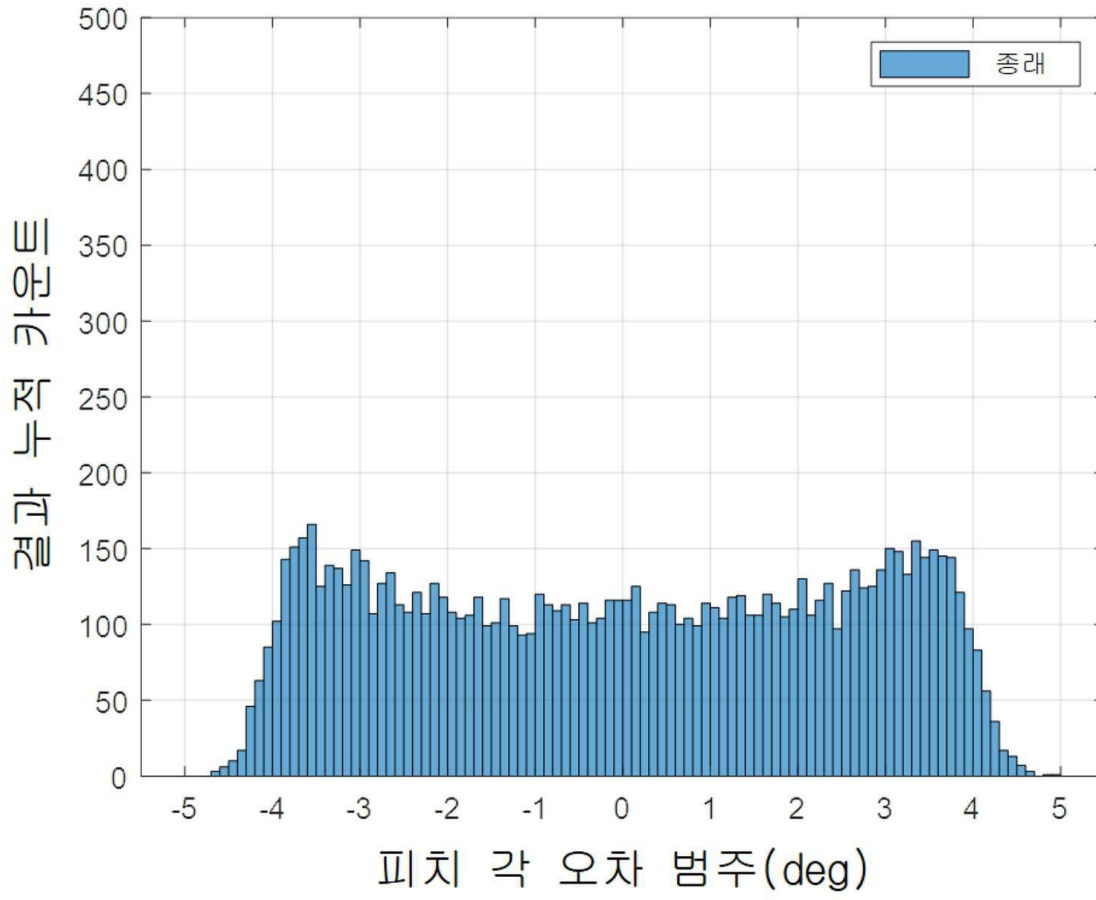
도면

도면1

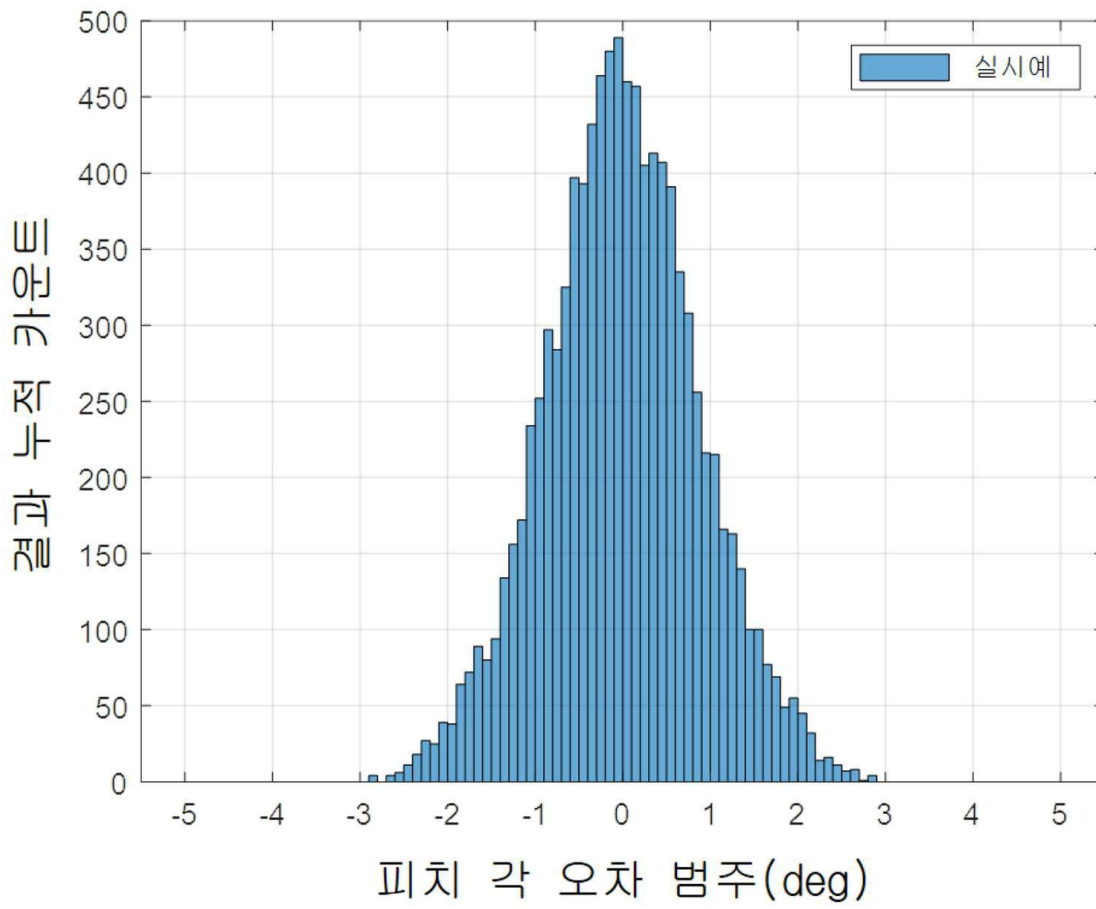
100 ↘



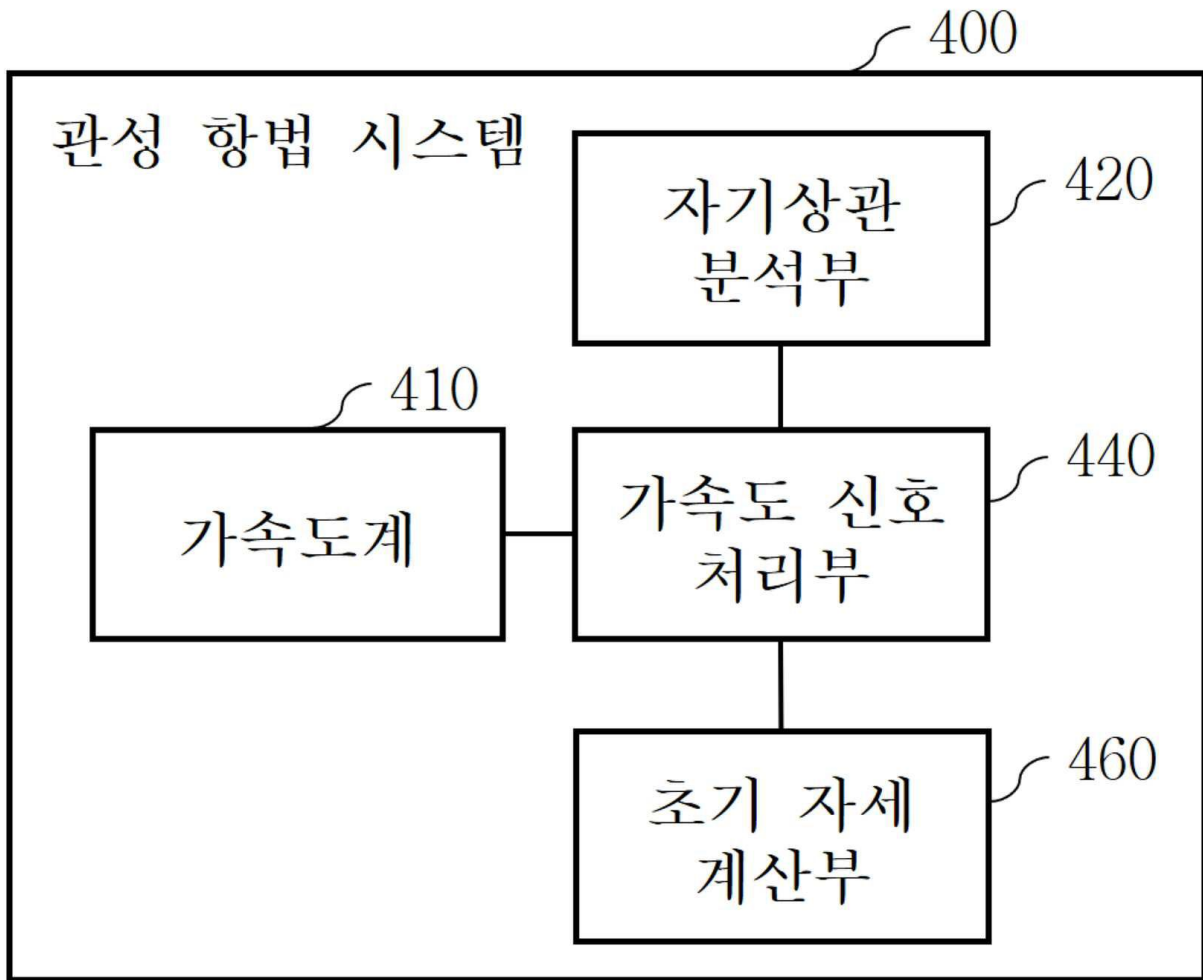
도면2



도면3



도면4



도면5

