

(19)대한민국특허청(KR) (12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G01P 15/02 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년11월10일 10-0643304 2006년10월31일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2005-0012356 2005년02월15일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2006-0091464 2006년08월21일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자 삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자 방원철
 경기 성남시 분당구 분당동 129-7 201호

 김동윤
 서울 서대문구 홍은3동 459번지 진흥아파트 101-501

 오종구
 서울 마포구 합정동 390-14

 조준기
 경기 용인시 기흥읍 고매리 동성아파트 102동 1403호

 조성정
 경기 수원시 영통구 영통동 황골마을2단지아파트 249동403호

 최은석
 경기 안양시 동안구 호계2동 호계현대아파트 102동 302호

(74) 대리인 김동진
 정상빈

(56) 선행기술조사문헌 JP11085387 A kR1019990050644A JP09274534 A KR1020040107968A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	JP2004093552 A KR1020040082558A JP2000180462 A
--	--

심사관 : 우귀애

(54) 관성 센서 보정 장치 및 방법, 그리고, 상기 방법을 기록한기록 매체

요약

본 발명은 관성 센서 보정에 관한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 방법은 움직이는 물체의 각속도 및 가속도를 측정하는 (a) 단계와, 상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간을 추출하는 (b) 단계 및 상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 영교차 시간의 구간별로 보정하는 (c) 단계를 포함한다. 또한, 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 장치는 공간상에서 움직이는 물체의 각속도와 가속도를 측정하는 관성 센서 모듈과, 상기 측정된 가속도를 보정하기 위한 소정의 연산 정보와 파라미터를 저장하는 저장 모듈 및 상기 연산 정보와 파라미터를 이용하여, 상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간의 구간별로 보정하는 제어 모듈을 포함한다.

대표도

도 8

색인어

이동 궤적, 관성 센서(inertial measurement unit)

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a 내지 도 1d는 드리프트가 존재하지 않는 경우의 이동 궤적을 나타내는 그래프이다.

도 2a 내지 도 2d는 드리프트가 존재하는 경우의 이동 궤적을 나타내는 그래프이다.

도 3a 및 도 3b는 드리프트가 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우의 이동 궤적을 비교하는 또다른 그래프이다.

도 4a는 관성 센서를 이용하여 위치를 추적할 때 발생하는 에러를 보정하기 위한 종래의 방법을 나타내는 예시도이다.

도 4b는 관성 센서를 이용하여 위치를 추적할 때 발생하는 에러를 보정하기 위한 종래의 또다른 방법을 나타내는 예시도이다.

도 5는 종래의 방법을 이용하여 이동 궤적을 추적한 결과를 나타내는 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기본적인 개념을 나타내는 예시도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 기본적인 개념을 나타내는 또다른 예시도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 관성 센서를 보정하는 방법을 나타내는 플로우차트이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 측정된 가속도의 성분을 중력 가속도와 운동 가속도로 분리한 것을 나타내는 그래프이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따라 운동 속도를 보정하는 방법을 나타내는 그래프이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따라 운동 속도가 보정된 것을 나타내는 그래프이다.

도 12a 및 도 12b는 본 발명의 실시예에 따른 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

도 13a 내지 도 13c는 본 발명의 실시예에 따른 또다른 실험 결과를 나타내는 그래프이다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 장치를 나타내는 블록도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 설명 >

1400: 관성 센서 보정 장치

1420: 관성 센서 모듈

1440: 제어 모듈

1460: 저장 모듈

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 관성 센서(inertial measurement unit)를 보정하는 장치 및 방법과 상기 방법이 기록된 기록매체에 관한 것이다.

일반적으로 관성 센서는 물체의 위치 변화를 계산하기 위하여 가속도를 측정하는 가속도 센서와 물체의 회전각 변화를 계산하기 위하여 각속도를 측정하는 각속도 센서(일명, '자이로스코프(gyroscope)')를 말한다.

그러나, 이러한 가속도 센서는 측정된 가속도를 시간에 따라 적분하는 과정에서 가속도 센서가 내재적으로 갖고 있는 에러들(inherent errors)이 누적되어 결국에는 계산된 위치와 실제 위치와는 많은 차이가 생기게 된다.

예컨대, 가속도 센서의 오프셋(off-set)은 가속도가 가해지지 않은 상태에서의 가속도 센서의 출력을 말하는데, 이 값은 이상적으로 0이어야 한다. 그러나, 이러한 오프셋은 가속도 센서를 구현하는데 있어서의 물리적인 한계로 인하여 약간의 오차가 발생하고 시간 또는 온도 등에 따라 약간씩 변화하기도 한다. 이와 같이 천천히 표류하는 가속도 센서의 오프셋의 값을 드리프트(drift)라고 한다.

가속도 오프셋의 드리프트(drift)는 가속도가 가해졌을 때에도 영향을 미치게 되므로 가속도 센서로부터 나오는 출력 중 어느 정도가 드리프트에 의한 영향이고 어느 정도가 가해진 가속도에 의한 영향인지를 정확히 구분하는 것이 용이하지 않다.

도 1a 내지 도 1d는 위와 같은 드리프트가 존재하지 않는 경우의 이동 궤적을 나타내는 그래프로서, 도 1a에서는 공간에서의 x-y 좌표상에서 시계방향으로 사각형의 경로가 형성되는 이동 궤적을 나타내고 있다.

그리고, 도 1b는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른 위치 변화를 그래프로 나타내고 있고, 도 1c는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른 속도 변화를 그래프로 나타내고 있고, 도 1d는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른 가속도 변화를 그래프로 나타내고 있다.

도 2a 내지 도 2d는 위와 같은 드리프트가 존재하는 경우의 이동 궤적을 나타내는 그래프로서, 도 2a에서는 공간에서의 x-y 좌표상에서 시계방향으로 사각형의 경로가 형성되는 이동 궤적을 나타내고 있다.

그리고, 도 2b는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른 위치 변화를 그래프로 나타내고 있고, 도 2c는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른 속도 변화를 그래프로 나타내고 있고, 도 2d는 x축, y축 각각에 대하여 시간의 흐름에 따른

가속도 변화를 그래프로 나타내고 있다. 이 때, 드리프트는 $0.01\text{m/sec}^2(0.001 \text{ g})$ 인 경우로 가정한다.

도 1d와 도 2d를 비교해 보면, 크게 차이가 나지 않지만, 각각의 1회 적분한 도 1c와 도 2c를 비교해 보면, x축에 대해서는 1 내지 2초(sec), y축에 대해서는 2 내지 3초(sec) 구간에서 약간의 차이가 있음을 알 수 있다. 그러나, 도 1c와 도 2c를 각각 1회 적분한 도 1b와 도 2b를 비교해 보면, 차이가 더욱 커짐을 알 수 있다. 즉, 드리프트가 존재하기 때문에 가속도로 부터 위치를 구하기 위해 2회 적분을 하게 되면 많은 에러가 발생하게 됨을 알 수 있는 것이다.

도 3a는 드리프트가 존재하는 경우와 존재하지 않는 경우의 이동 궤적을 비교하는 또다른 그래프로서, 예컨대 공간 상에 숫자 '2'를 그린 것을 나타내고 있는데, 드리프트가 존재하는 경우와 그렇지 않은 경우는 많은 차이를 나타내고 있다. 도 3b에서는 도 3a에 도시된 이동 궤적을 각각 x, y, z 축으로 나누어 비교하고 있다.

위에서 알 수 있는 바와 같이, 드리프트와 같은 요소들로 인하여 관성 센서를 이용하여 이동 궤적을 추적하는 경우에는 많은 오차가 발생하게 되는 것이다.

따라서, 이러한 오차를 최소화하기 위하여, 종래에는 소정의 방법을 이용하여 움직이는 물체의 속도가 0이 됨을 감지하고, 속도가 0일 때마다 가속도의 적분값을 0으로 보정함으로써 물체의 변화된 위치를 추적하였다. 이것을 도 4a에서 나타내고 있는데, 예를 들어 도 4a에서 도시하고 있는 그래프가 관성 센서에 의해 측정된 가속도를 적분한 그래프라고 할 때, 시간 T에서 소정의 방법에 의해 움직이는 물체의 속도가 0이 되었음을 감지하면, 시간 T에서 가속도의 적분값을 0으로 보정하는 것이다.

또다른 방법으로서, 미국특허공보 제6,292,751호(발명의 명칭: Positioning Refinement Algorithm)에 개시된 방법이 있다. 여기에서는 소정의 방법에 의해 움직이는 물체의 속도가 0이 됨을 감지하고, 속도가 0일 때마다 가속도의 적분값이 0이 되도록 모든 시간에 대한 속도 그래프에서 임의의 1차식을 빼줌으로써 물체의 변화된 위치를 추적하였다. 이것을 도 4b에서 나타내고 있는데, 시간 T에서 물체의 속도가 0이 됨을 감지하면 0부터 T까지의 모든 시간 구간에 대하여 보정 전의 속도 그래프에서 소정의 1차식을 뺌으로써 보정후의 속도 그래프를 얻을 수 있게 된다.

상기와 같은 방법들은 속도가 0이 되는 정보를 이용하여 속도 또는 가속도를 보정하는데, 이 때, 속도가 0이라는 모든 축 방향에 대하여 움직임이 없는 것을 말한다. 즉, 상기와 같은 방법들은 모든 축 방향에 대하여 속도가 0이 될 때 비로소 보정을 수행하기 때문에 여전히 많은 에러가 누적될 수 있다.

또한, 상기와 같은 방법들은 두 문자 이상을 쓸 정도의 시간 동안은 이동 궤적을 추적할 수 없는 문제점이 있다. 예컨대, 상기 미국특허공보 제6,292,751호에 개시된 방법을 이용하여 'Leading'이라는 7개의 문자를 필기체로 쓴 경우에 도 5와 같은 형태로 이동 궤적이 추적된다. 이 때, 소요되는 시간은 약 4.8초인데, 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, 'Leading'이라는 문자는 알아볼 수 없을 정도로 많은 에러가 발생하였음을 알 수 있다.

따라서, 반드시 모든 축 방향에 대하여 움직이는 물체의 속도가 0이 되는 시간을 감지하지 않더라도 관성 센서의 오차를 최소화할 수 있도록 보정하는 방법이 필요하게 되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로, 본 발명은 관성 센서를 이용하여 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 시간을 감지함으로써 가속도를 보정하는 방법을 제공하는데 목적이 있다.

본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 장치는 공간상에서 움직이는 물체의 각속도와 가속도를 측정하는 관성 센서 모듈과, 상기 측정된 가속도를 보정하기 위한 소정의 연산 정보와 파라미터를 저장하는 저장 모듈 및 상기 연산 정보와 파라미터를 이용하여, 상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간의 구간별로 보정하는 제어 모듈을 포함한다.

또한, 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 방법은 움직이는 물체의 각속도 및 가속도를 측정하는 (a) 단계와, 상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간을 추출하는 (b) 단계 및 상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 영교차 시간의 구간별로 보정하는 (c) 단계를 포함한다.

본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

이하, 본 발명의 실시예들에 의한 관성 센서를 보정하는 장치 및 방법을 설명하기 위한 블록도 또는 처리 흐름도에 대한 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다. 이 때, 처리 흐름도 도면들의 각 블록과 흐름도 도면들의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하도록 기구를 만들 수 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 흐름도 블록(들)에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기본적인 개념을 나타내는 예시도이다.

우선 x-축에 대한 가속도를 $a_{bx}(t)$, y-축을 중심으로 회전할 때의 각속도를 $\omega_{by}(t)$, 회전 반경을 $r(t)$ 라고 할 때, 무중력 상태에서의 회전 운동은 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있다.

$$\int a_{bx}(t)dt = v_{bx}(t) = \omega_{by}(t) \times r(t)$$

따라서, 각속도의 부호가 바뀌는 순간에는 각속도가 0이 되므로 이 때, [수학식 1]에 따라 속도도 0이 된다. 즉, 관성 센서의 각속도 센서가 0의 값을 출력할 때 가속도 센서에서 적분한 값은 0이 되어야 하는 것이다. 이와 같이 본 발명에서는 관성 센서의 임의의 축에 대하여 각속도 센서가 0의 값을 출력하는 시간을 감지함으로써 속도가 0이 되는 시간을 감지할 수 있게 되는 것이다.

삭제

예컨대, 시계 방향으로 도 7에서 도시한 것과 같은 원을 그리는 경우에, x-축으로는 최소한 2번의 방향 전환이 발생하고, y-축으로는 최소한 1번의 방향 전환이 발생하게 된다. 따라서, 710 및 730 위치에서는 y-축에 대한 각속도가 0이 되어 x-축에 대한 속도가 0이 되고, 720 위치에서는 x-축에 대한 각속도가 0이 되어 y-축에 대한 속도가 0이 된다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 관성 센서를 보정하는 방법을 나타내는 플로우차트이다.

우선 관성 센서로 각속도와 가속도를 측정한다(S810).

각속도의 경우, 임의의 축에 대한 각속도가 영교차(zero crossing)하는 시간을 감지하여 추출한다(S820).

가속도의 경우, 우선 S810 단계에서 측정된 가속도에서 중력 성분을 제거하여 운동 가속도를 추출하게 된다(S830). 가속도는 운동 가속도 외에도 지구 중력에 의한 중력 가속도를 포함하고 있으므로, 이를 제거할 필요가 있는 것이다.

즉, 절대 좌표계에서의 운동 가속도를 $\vec{A}_n$ 이라 하고, 상대 좌표계에서의 측정 가속도를 $\vec{A}_b$ 라 하고, 절대 좌표계에서의 중력 가속도를 $\vec{G}$ 라 하면, $\vec{A}_b$ 는 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$\vec{A}_b = \vec{C}_n^b \cdot \vec{A}_n + \vec{C}_n^b \cdot \vec{G}$$

이 때, $(\vec{C}_n^b)^T = \vec{C}_b^n$ 이고,

삭제

$$\vec{C}_b^n = \begin{bmatrix} \theta_c \psi_c & -\phi_c \psi_s + \phi_s \theta_s \psi_c & \phi_s \psi_s + \phi_c \theta_s \psi_c \\ \theta_c \psi_s & \phi_c \psi_c + \phi_s \theta_s \psi_s & -\phi_s \psi_c + \phi_c \theta_s \psi_s \\ -\theta_s & \phi_s \theta_c & \phi_c \theta_c \end{bmatrix}$$

$$\dot{\phi} = \omega_{bx} + (\omega_{by} \sin \phi + \omega_{bz} \cos \phi) \tan \theta$$

$$\dot{\theta} = \omega_{by} \cos \phi - \omega_{bz} \sin \phi$$

$$\dot{\psi} = \frac{\omega_{by} \sin \phi + \omega_{bz} \cos \phi}{\cos \phi}$$

$$\vec{G} = [0 \ 0 \ 9.8]^T$$

이다. 여기에서, $(\vec{C}_n^b)^T = \vec{C}_b^n$ 은 상대 좌표계를 절대 좌표계로 변환시키는 좌표 변환 행렬에 해당한다. 또한, 아래 첨자 'b'는 상대 좌표계를, 아래 첨자 'n'은 절대 좌표계를 나타낸다. 또한, ϕ 는 롤 각(roll angle), θ 는 피치 각(pitch angle), ψ 는 요 각(yaw angle)을 나타내고, 아래 첨자 's'는 사인(sine), 아래 첨자 'c'는 코사인(cosine)을 나타낸다. 예컨대, ϕ_c 는 $\cos \phi$ 를 나타낸다.

삭제

즉, 상대 좌표계에서의 운동 가속도 $\vec{C}_n^b \cdot \vec{A}_n$ 은 측정된 가속도 $\vec{A}_b$ 에서 상대 좌표계에서의 중력 가속도 $\vec{C}_n^b \cdot \vec{G}$ 를 뺌으로써 얻을 수 있다.

결국, S830 단계에서는 [수학식 2]를 이용하여 상대 좌표계에서의 운동 가속도를 추출할 수 있는데, 도 9는 측정된 가속도의 성분을 중력 가속도와 운동 가속도로 분리하여 그래프로 나타내고 있다.

측정된 가속도로부터 운동 가속도를 추출한 후, 추출한 운동 가속도를 적분하여 운동 속도를 계산한다(S840).

그리고 나서, 계산된 운동 속도는 S820 단계에서 감지된 각속도의 영교차 시간에 대한 정보를 이용하여 보정되는데 (S850), 도 10에서는 운동 속도를 보정하는 방법을 나타내고 있다.

여기에서 $v(t)$ (1010)는 S840 단계에서 계산된 운동 속도를 나타내고, t_1 과 t_2 는 S820 단계에서 감지된 각속도의 영교차 시간을 나타낸다.

그리고, 보정을 위한 직선 $l(t)$ (1020)는 [수학식 3]에 의해 얻을 수 있다.

$$\text{수학식 3} \\ l(t) = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} t + \left(v_1 - \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} t_1 \right)$$

따라서, 보정된 운동 속도 $v^c(t)$ (1030)은 S840 단계에서 계산된 운동 속도 $v(t)$ (1010)에서 [수학식 3]에 의해 표현되는 직선 $l(t)$ (1020)을 뺌으로써 얻을 수 있다. 이를 [수학식 4]에서 나타내고 있다.

$$\text{수학식 4} \\ v_c(t) = v(t) - l(t)$$

도 11은 위와 같은 방법에 의해 운동 속도가 보정된 것을 나타내고 있는데, 여기에서, w_{by} 는 S810 및 S820 단계에서 측정된 y 축에 대한 각속도를 나타내고, v_{bmx} 는 S840 단계에서 계산된 x 축에 대한 운동 속도를 나타내고, v_{bmx}^c 는 S850 단계에서 보정된 x 축에 대한 운동 속도를 나타낸다. 또한, w_{bx} 는 S810 및 S820 단계에서 측정된 x 축에 대한 각속도를 나타내고, v_{bmy} 는 S840 단계에서 계산된 y 축에 대한 운동 속도를 나타내고, v_{bmy}^c 는 S850 단계에서 보정된 y 축에 대한 운동 속도를 나타낸다.

S850 단계에서 운동 속도가 보정되면, 바람직할 실시예로서 보정된 운동 속도를 이용하여 이동 궤적을 계산할 수 있다 (S860).

즉, 이동 궤적은 절대 좌표계에서의 가속도를 나타내는 $\vec{A}_n$ 를 시간에 대한 이중 적분으로 표현할 수 있는데, 이 때, $\vec{A}_n$ 은 [수학식 5]에 의해 표현될 수 있다.

수학식 5

$$\vec{A}_n = \vec{C}_b^n \cdot \vec{A}_b - \vec{G}$$

이 때,

삭제

$$C_b^n = \begin{bmatrix} \theta_c \psi_c & -\phi_c \psi_s + \phi_s \theta_s \psi_c & \phi_s \psi_s + \phi_c \theta_s \psi_c \\ \theta_c \psi_s & \phi_c \psi_c + \phi_s \theta_s \psi_s & -\phi_s \psi_c + \phi_c \theta_s \psi_s \\ -\theta_s & \phi_s \theta_c & \phi_c \theta_c \end{bmatrix}$$

$$\dot{\phi} = \omega_{bx} + (\omega_{by} \sin \phi + \omega_{bz} \cos \phi) \tan \theta$$

$$\dot{\theta} = \omega_{by} \cos \phi - \omega_{bz} \sin \phi$$

$$\dot{\psi} = \frac{\omega_{by} \sin \phi + \omega_{bz} \cos \phi}{\cos \phi}$$

$$\vec{G} = [0 \ 0 \ 9.8]^T$$

이고, $\vec{A}_b$ 는 S850 단계에서 보정된 운동 속도를 1회 미분한 상대 좌표계에서의 보정된 가속도를 나타낸다.

결국, 절대 좌표에서의 위치 $\vec{P}^n$ 은 [수학식 6]에 의해 표현될 수 있다.

수학식 6

$$\vec{P}_n(t) = \int \int \vec{A}_n(t) dt dt$$

도 12a 및 도 12b는 본 발명의 실시예에 따른 관성 센서 보정 방법을 이용하여 물체의 이동 궤적 추정에 대한 실험 결과를 나타내는 그래프로서, 도 12a는 상기 미국특허공보 제6,292,751호에 개시된 방법에 의해 실험 결과이고, 도 12b는 본 발명의 실시예에 따른 실험 결과를 나타내고 있다.

삭제

도 12a 및 도 12b에 의한 실험은 지름이 약 20cm인 원을 4.48 초 동안 5회 중복하여 그릴 경우에 시작점과 끝점 간의 거리를 비교하고 있는데, 도 12a의 경우에는 상기 거리가 약 55cm, 도 12b의 경우에는 약 13cm로서, 본 발명에 의하면 오차가 약 41로 줄어들음을 알 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면 궤적에 있어서도 현격한 향상이 있음을 알 수 있다.

도 13a 내지 도 13c는 본 발명의 실시예에 따른 관성 센서 보정 방법을 이용하여 물체의 이동 궤적 추정에 대한 또다른 실험 결과를 나타내는 그래프로서, 도 13a 내지 도 13c에 도시된 각각의 그래프들 중 상단에 위치한 그래프는 상기 미국특허공보 제6,292,751호에 개시된 방법에 의해 실험 결과이고, 상단에 위치한 그래프는 본 발명의 실시예에 따른 실험 결과를 나타내고 있는데, 도 13a에서는 'Leading'이라는 문자들을, 도 13b에서는 'the'라는 문자들을, 도 13c에서는 'next'라는 문자들을 나타내고 있다. 도 13a 내지 도 13c에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명을 이용하면 이동 궤적 추적에 있어서 보다 향상된 성능을 나타낼 수 있다.

도 14는 본 발명의 실시예에 따라 관성 센서를 보정하는 장치를 나타내는 블록도로서, 관성 센서 보정 장치(1400)는 관성 센서 모듈(1420), 제어 모듈(1440) 그리고 저장 모듈(1460)을 포함한다. 이 때 관성 센서 보정 장치(1400)는 물체의 이동 궤적을 추정하기 위해 사용될 수 있다.

이 때, 상기 '모듈'은 소프트웨어 또는 Field Programmable Gate Array(FPGA) 또는 주문형 반도체(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '모듈'은 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '모듈'은 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '모듈'은 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 실행시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '모듈'은 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들, 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '모듈'에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '모듈'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '모듈'들로 더 분리될 수 있다.

이하, 관성 센서 보정 장치(1400)를 구성하는 각각의 모듈들간의 동작을 설명하면 다음과 같다.

관성 센서 모듈(1420)은 공간상에서 움직이는 물체의 각속도와 가속도를 측정하는 모듈로서, 측정된 각속도와 가속도를 제어 모듈(1440)로 전달한다. 또한, 저장 모듈(1460)은 상기 수학식들을 수행하기 위한 연산 방법 및 연산 파라미터들이 저장되어 있다. 제어 모듈(1440)은 관성 센서 모듈(1420)로부터 전달받은 각속도 및 가속도 정보와 저장 모듈(1460)에 저장된 각종 정보들을 이용하여 도 8에 도시된 방법에 따라 관성 센서로부터 얻은 정보들을 보정하는 역할을 한다.

한편, 관성 센서 보정 장치(1400)는 공간상에서 움직이는 로봇에 탑재되어 로봇이 이동하는 이동 궤적을 추적하거나, 또는 펜(pen)에 탑재되어 사용자가 공간상에서 펜으로 임의의 글자를 쓸 때 펜의 이동 궤적을 추적하여 사용자가 쓴 글자를 인식하는 시스템에 적용될 수 있다.

이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 한정하는 것은 아니다.

발명의 효과

본 발명의 실시예에 따라, 관성 센서를 이용하여 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 시간을 감지하고, 감지된 시간마다 측정된 운동 속도를 보정함으로써 예컨대 이동 궤적을 추적하는 성능을 향상시킬 수 있고, 이로 인하여 좀더 오랜 시간동안의 이동 궤적을 추적할 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

움직이는 물체의 각속도 및 가속도를 측정하는 (a) 단계;

상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간을 추출하는 (b) 단계; 및

상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 영교차 시간의 구간별로 보정하는 (c) 단계를 포함하는 관성 센서 보정 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 (c) 단계는,

상기 측정된 가속도로부터 중력 가속도 성분을 제거하여 보정된 가속도를 추출하는 (c)-1단계;

상기 보정된 가속도를 적분하여 운동 속도를 계산하는 (c)-2단계; 및

상기 계산된 운동 속도를 상기 영교차 시간의 구간별로 보정하는 (c)-3단계를 포함하는 관성 센서 보정 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 (c)-3 단계는,

상기 계산된 운동 속도에서 상기 영교차 시간의 구간에서의 소정의 직선식을 뺌으로써 보정하는 단계를 포함하는 관성 센서 보정 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서,

상기 직선식은

$$l(t) = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} t + \left(v_1 - \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1} t_1 \right)$$

에 의해 표현되는데,

t_1 과 t_2 은 영교차 시간을 $v(t_1)$ 과 $v(t_2)$ 는 t_1 과 t_2 에서의 상기 계산된 운동 속도를 나타내는 관성 센서 보정 방법.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 보정된 운동 속도로부터 운동 가속도를 계산하는 (d) 단계; 및

상기 계산된 운동 가속도를 이중 적분하여 상기 움직이는 물체의 위치를 계산하는 (e) 단계를 포함하는 관성 센서 보정 방법.

청구항 6.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록매체.

청구항 7.

공간상에서 움직이는 물체의 각속도와 가속도를 측정하는 관성 센서 모듈;

상기 측정된 가속도를 보정하기 위한 소정의 연산 정보와 파라미터를 저장하는 저장 모듈; 및

상기 연산 정보와 파라미터를 이용하여, 상기 측정된 가속도로부터 운동 속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 속도를 상기 측정된 각속도 중 임의의 축에 대한 각속도가 0이 되는 영교차 시간의 구간별로 보정하는 제어 모듈을 포함하는 관성 센서 보정 장치.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 제어 모듈은 상기 측정된 가속도로부터 중력 가속도 성분을 제거하여 운동 속도를 계산하는 관성 센서 보정 장치.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 제어 모듈은 상기 계산된 운동 속도에서 상기 영교차 시간의 구간에서의 소정의 직선식을 뺌으로써 보정하는 관성 센서 보정 장치.

청구항 10.

제9항에 있어서,

상기 직선식은

$$l(t) = \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}t + \left(v_1 - \frac{v(t_2) - v(t_1)}{t_2 - t_1}t_1 \right)$$

에 의해 표현되는데,

t_1 과 t_2 은 영교차 시간을 $v(t_1)$ 과 $v(t_2)$ 는 t_1 과 t_2 에서의 상기 계산된 운동 속도를 나타내는 관성 센서 보정 장치.

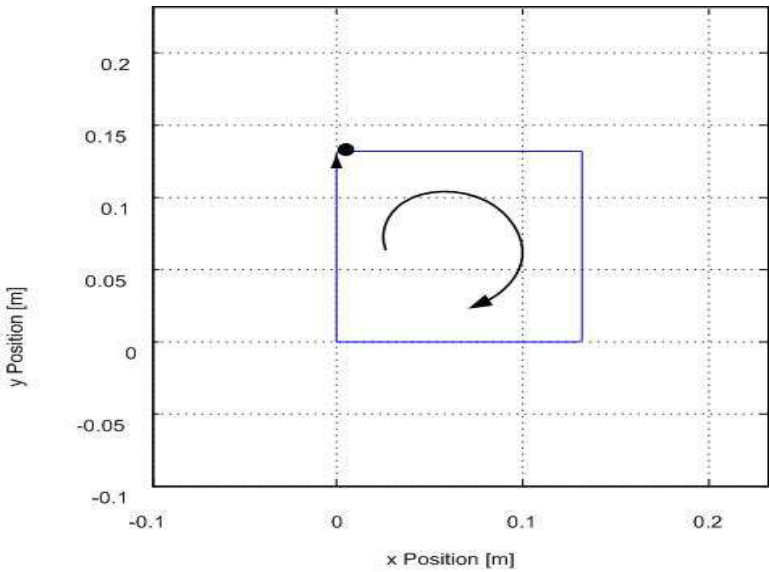
청구항 11.

제7항에 있어서,

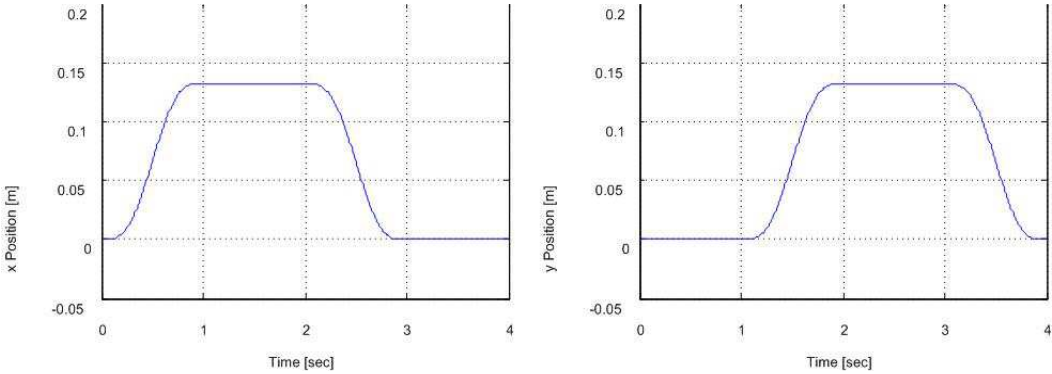
상기 제어모듈은 상기 보정된 운동 속도로부터 운동 가속도를 계산하고, 상기 계산된 운동 가속도를 이중 적분하여 상기 움직이는 물체의 위치를 계산하는 관성 센서 보정 장치.

도면

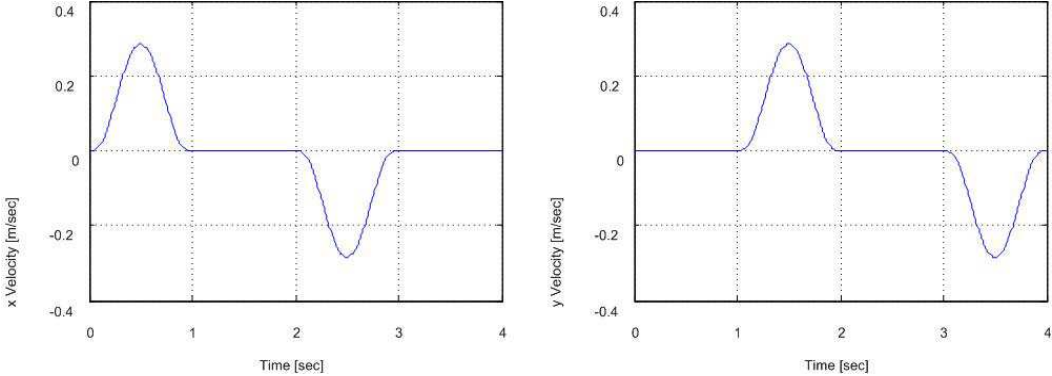
도면1a



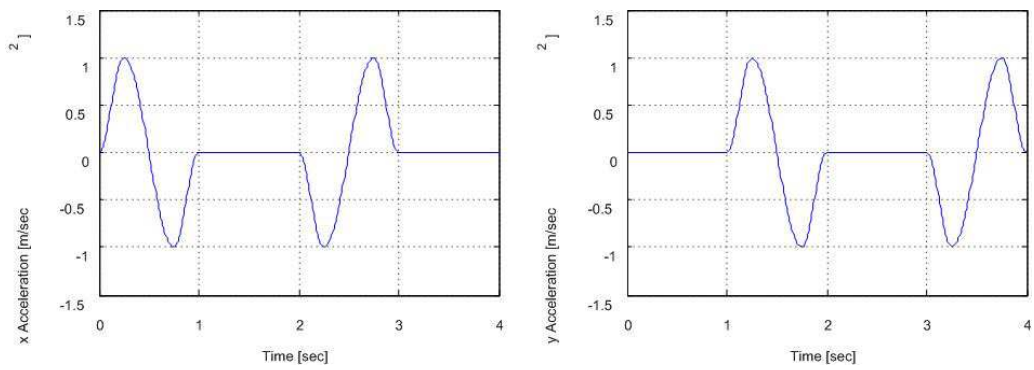
도면1b



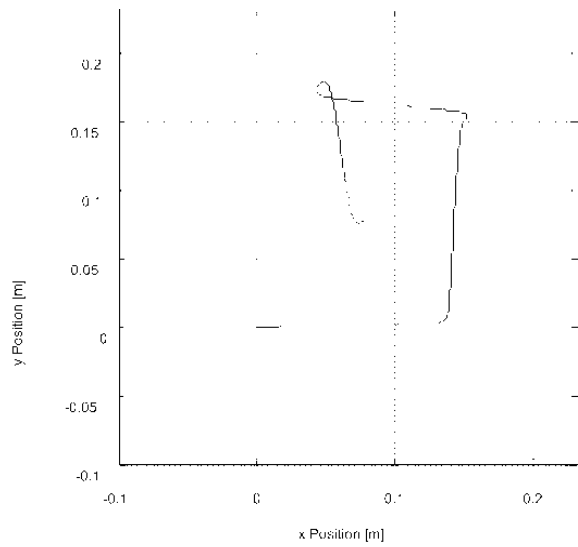
도면1c



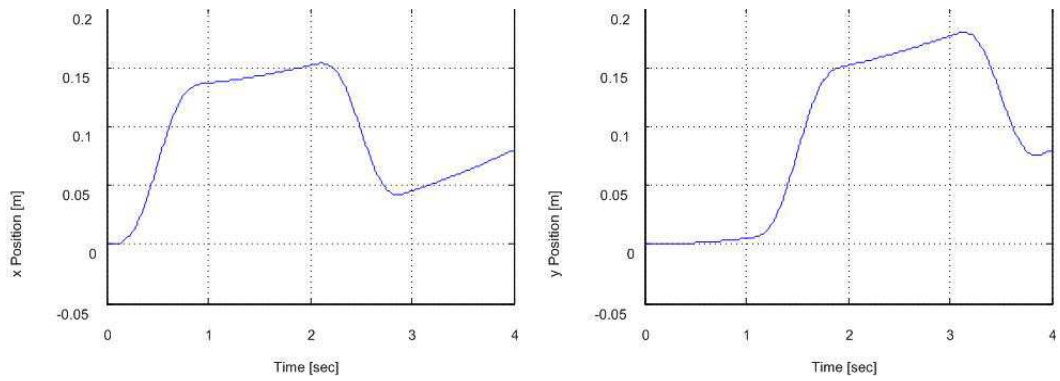
도면1d



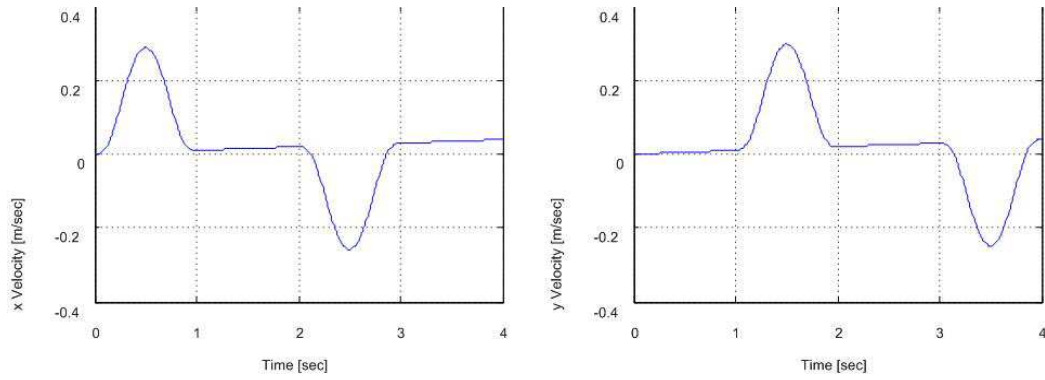
도면2a



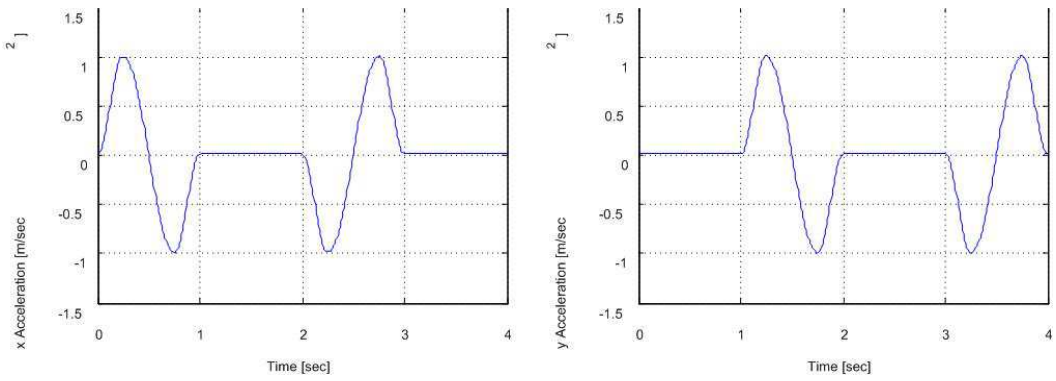
도면2b



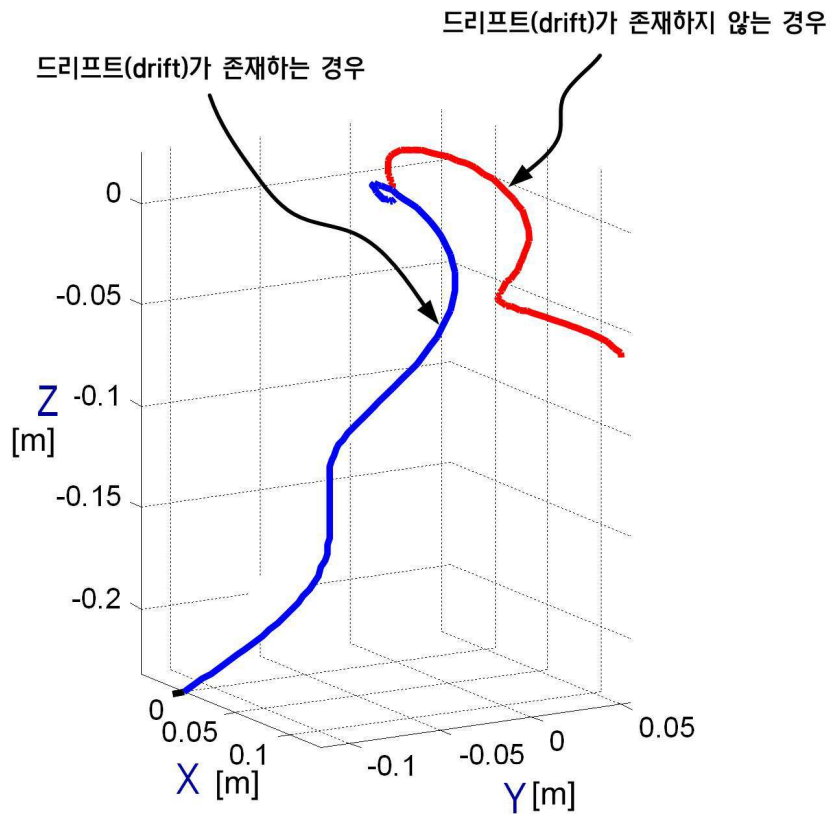
도면2c



도면2d

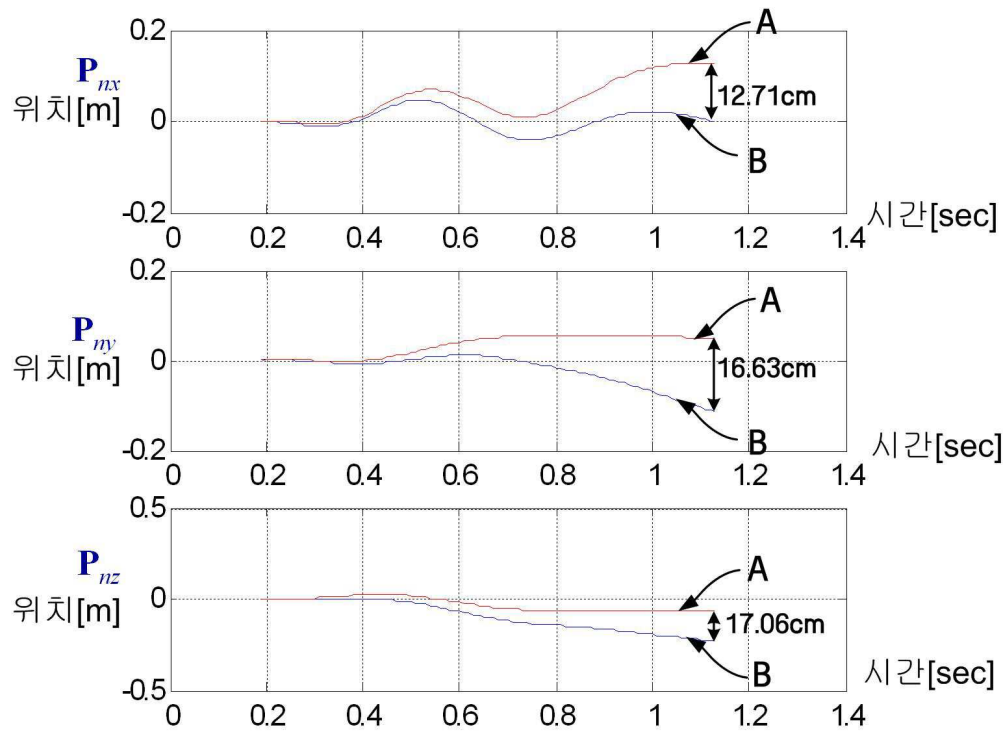


도면3a



[이동 궤적을 나타내는 공간 좌표]

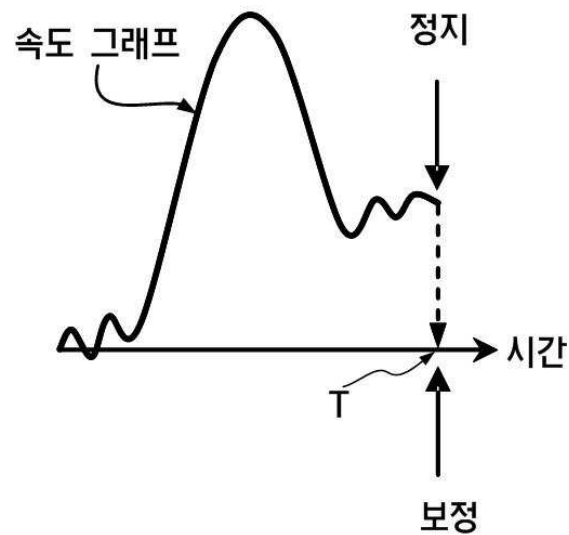
도면3b



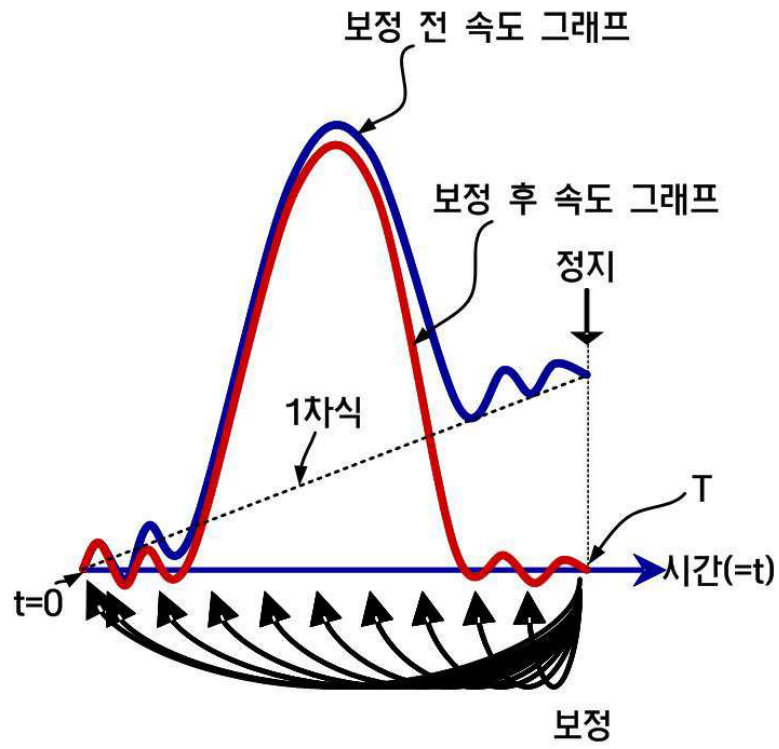
A : 드리프트(drift)가 존재하지 않는 경우

B : 드리프트(drift)가 존재하는 경우

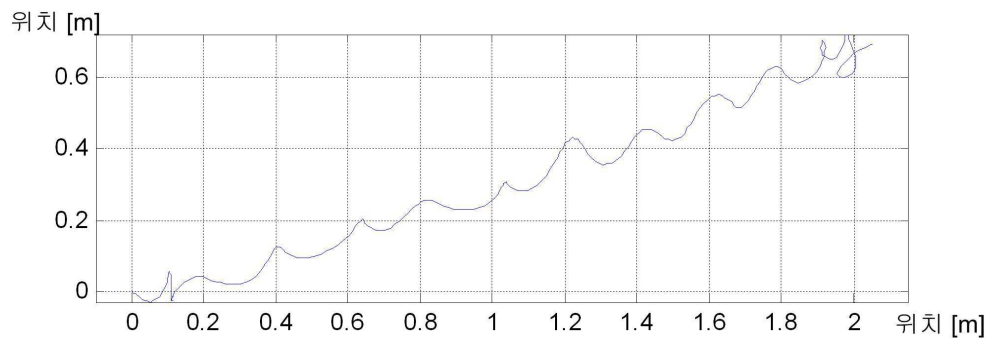
도면4a



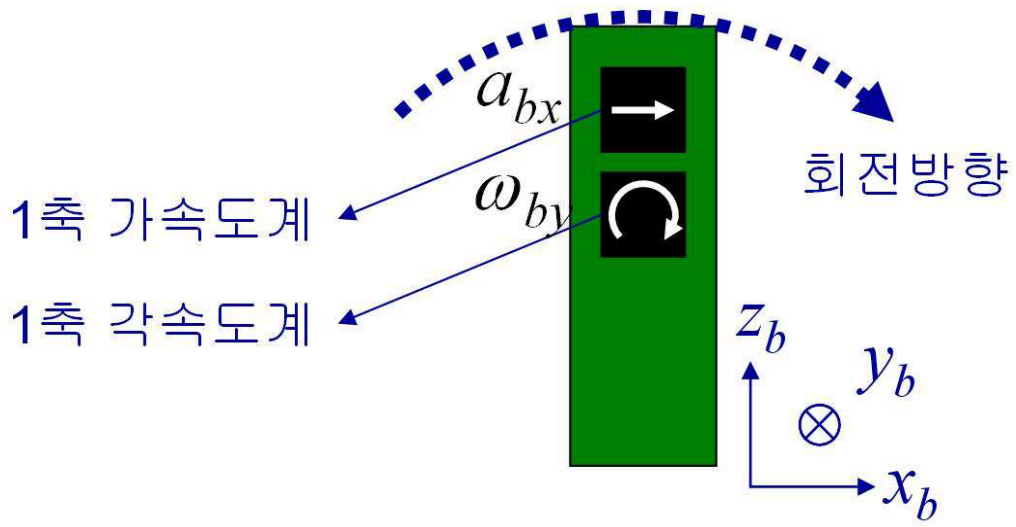
도면4b



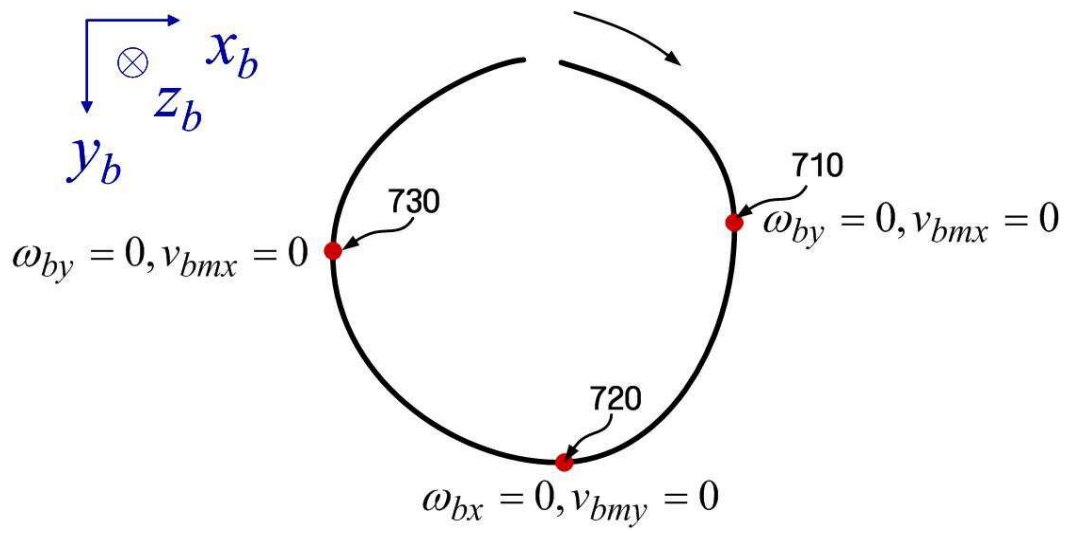
도면5



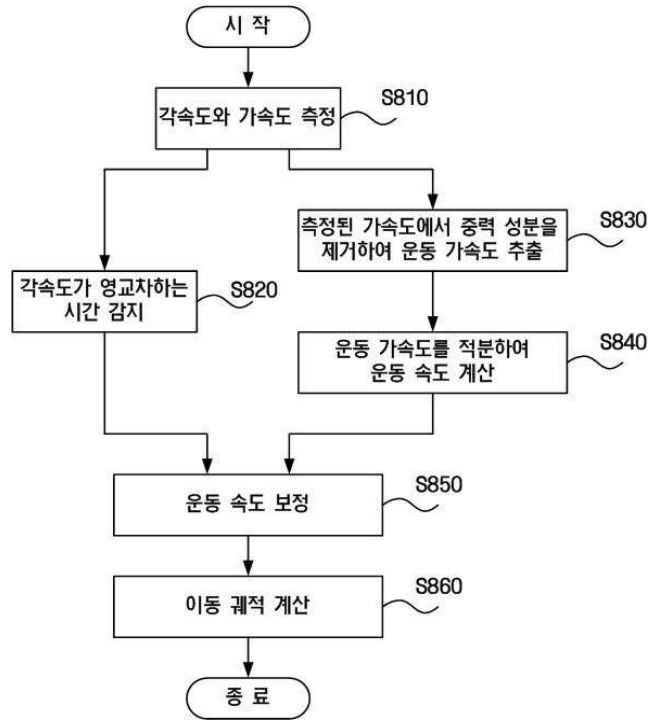
도면6



도면7

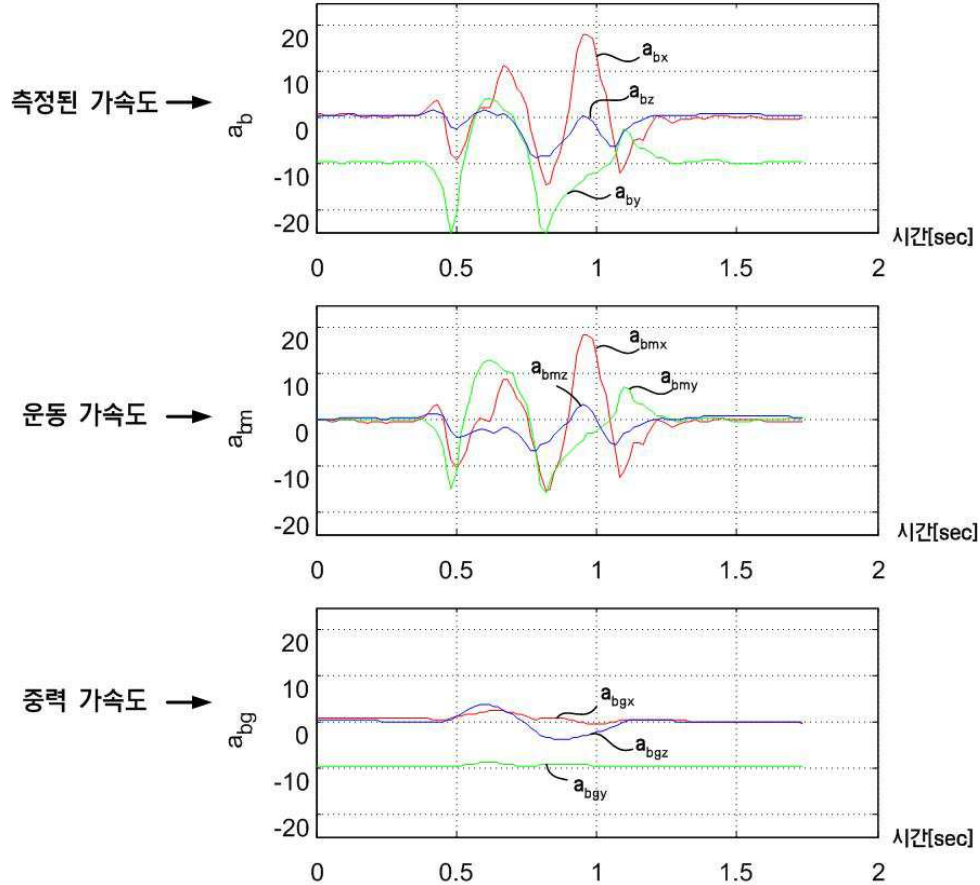


도면8

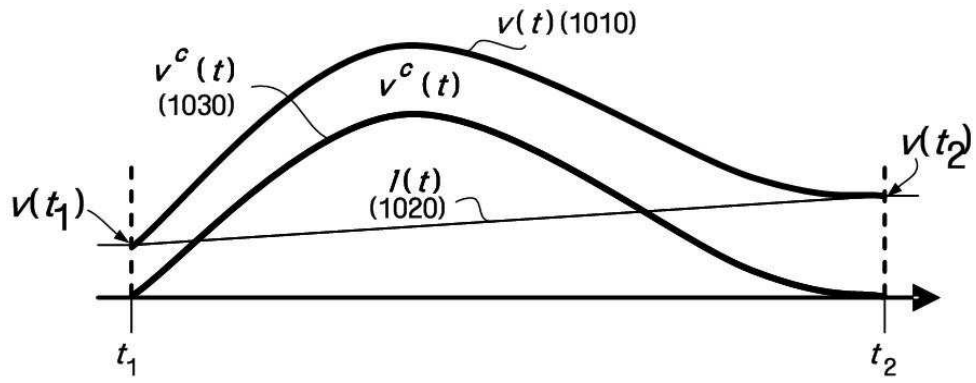


도면9

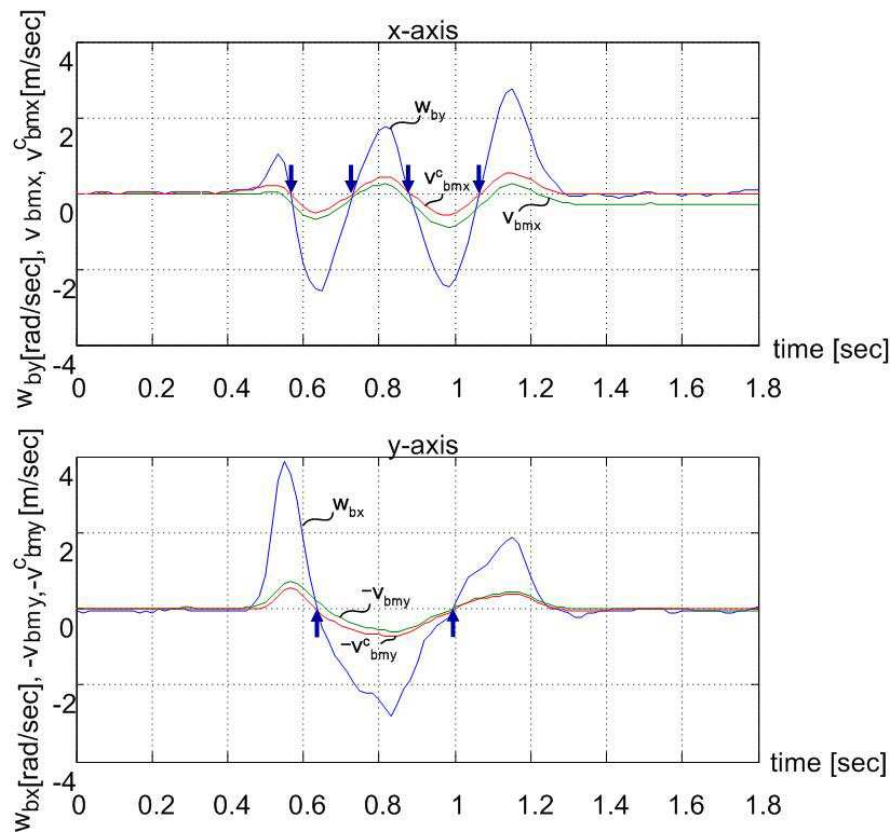
$$\text{측정된 가속도} = \text{운동 가속도} + \text{중력 가속도}$$



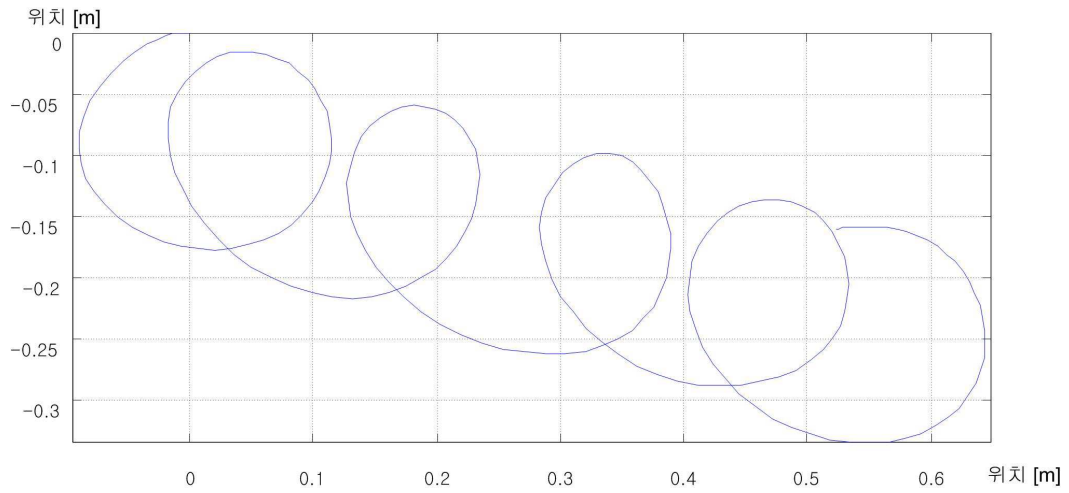
도면10



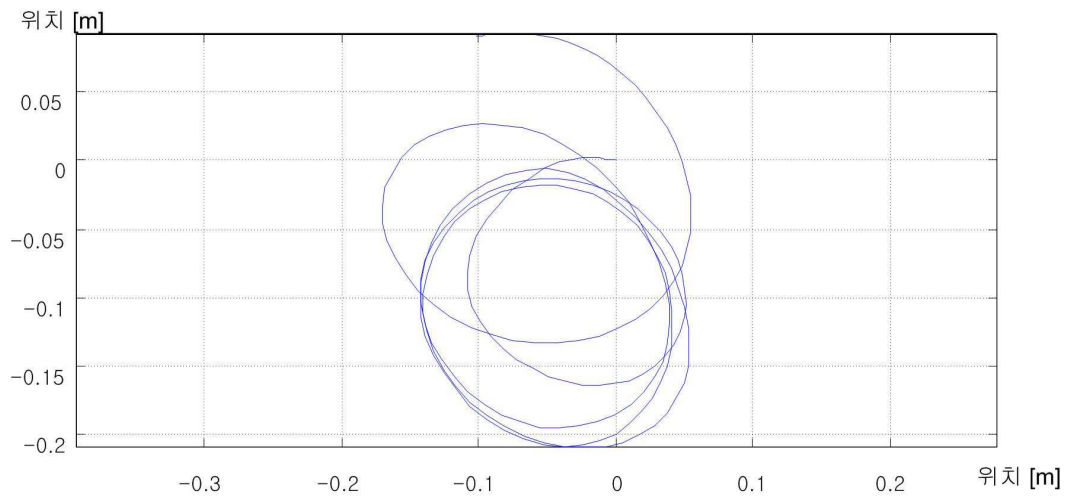
도면11



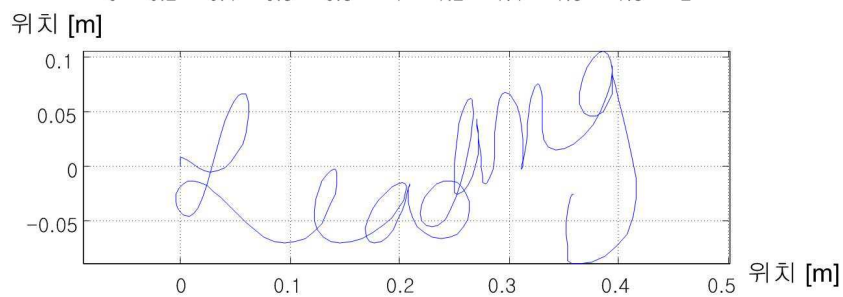
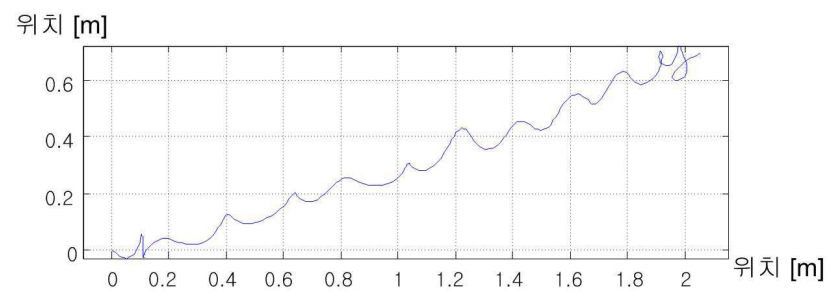
도면12a



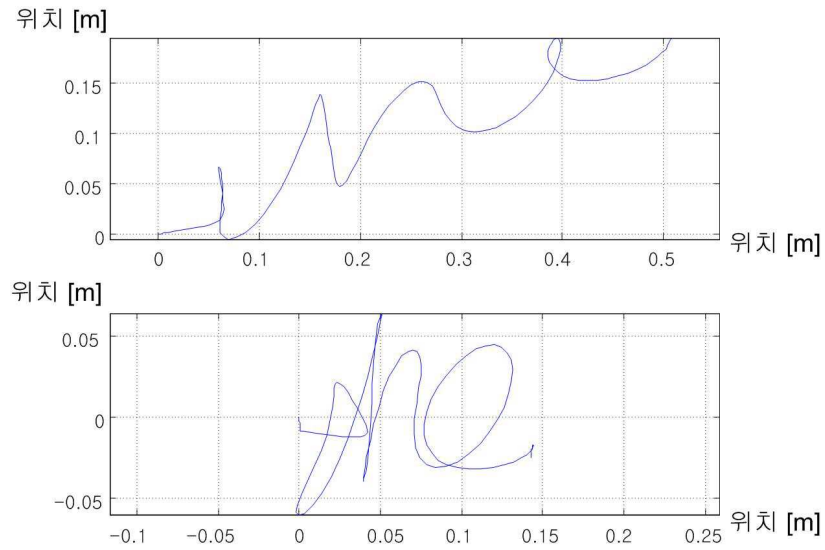
도면12b



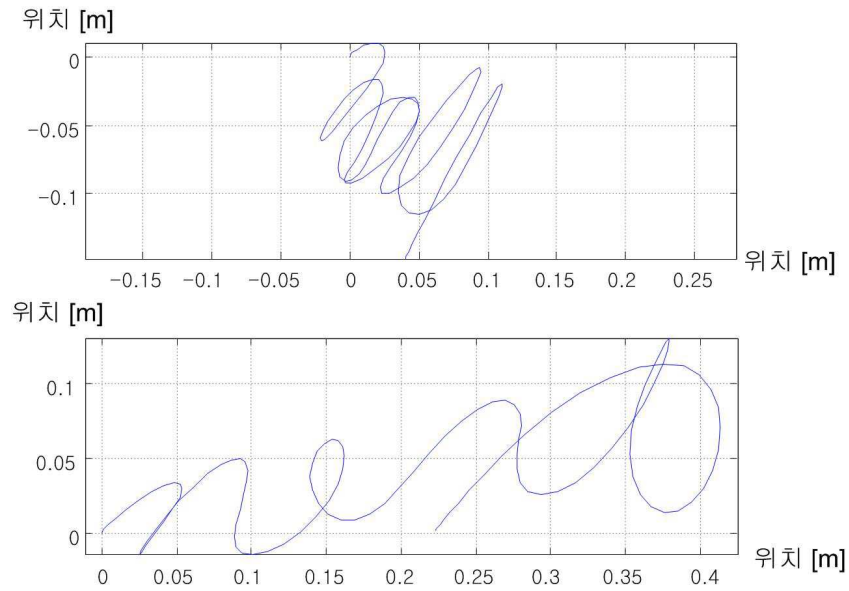
도면13a



도면13b



도면13c



도면14

