



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0054701
(43) 공개일자 2010년05월25일

(51) Int. Cl.

G06F 3/03 (2006.01) G06F 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0041339

(22) 출원일자 2009년05월12일

심사청구일자 2009년05월12일

(30) 우선권주장

1020080113610 2008년11월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인

(주)마이크로인퍼니티

경기도 수원시 영통구 이의동 906-10 나노소자특화팩센터 11층

(72) 발명자

박규철

서울특별시 서초구 서초동 1677-11 삼환바우스 1101호

이정환

경기도 수원시 영통구 영통동 980-3번지 디지털엠피아이빌딩 F동 612호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인가산

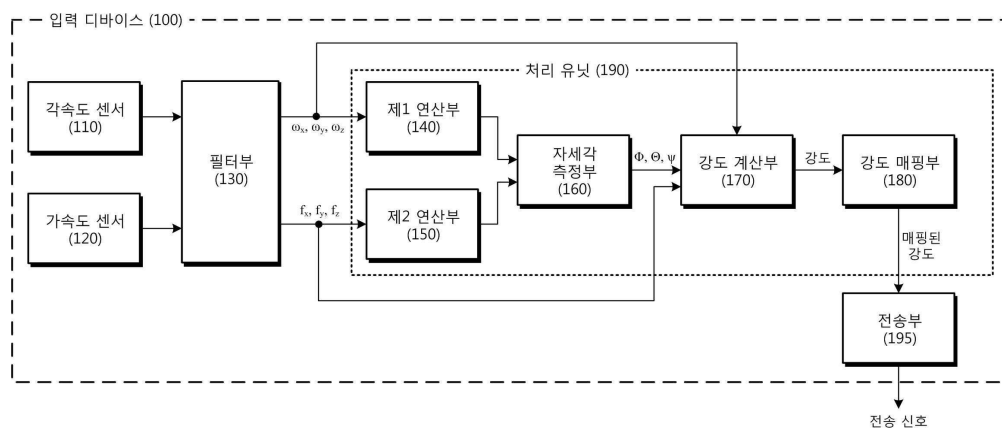
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 움직임 감지를 통한 힘 강도 및 회전 강도를 입력하는 방법 및 디바이스

(57) 요약

본 발명은 3차원 공간 상에서의 디바이스의 움직임에 기초하여 보다 자연스럽게 정확하게 힘 강도 및 회전 강도를 입력하게 하는 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른, 3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스는, 적어도 하나의 축을 중심으로 한 상기 입력 디바이스의 각속도를 감지하는 제1 센서와, 적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 가속도를 감지하는 제2 센서와, 상기 제1 센서의 출력 값을 상기 디바이스의 자세로부터 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하고, 상기 제2 센서의 출력 값을 상기 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 연산부와, 상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 자세각 측정부와, 상기 제2 센서에 감지된 입력 디바이스의 가속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 바탕으로 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도를 계산하는 강도 계산부로 이루어진다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

박원장

서울특별시 동작구 사당동 419-48 삼성타운 202호

사공병준

경기도 수원시 영통구 영통동 980-3번지 디지털엠퍼
라이어빌딩 F동 612호

김상범

서울특별시 은평구 역촌동 21-7 덕산빌라 301호

양우희

경기도 수원시 영통구 영통동 980-3번지 디지털엠퍼
라이어빌딩 F동 612호

특허청구의 범위

청구항 1

3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스로서,

제1 센서의 출력 값으로부터, 상기 디바이스의 자세에 대해 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하는 제1 연산부;

제2 센서의 출력 값으로부터, 상기 독립적인 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 제2 연산부;

상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 자세각 측정부; 및

상기 입력 디바이스의 가속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 이용하여 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도를 계산하는 강도 계산부를 포함하는 입력 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

매핑 함수에 의하여 상기 계산된 힘 강도를 최종적으로 출력되는 힘 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 더 포함하는 입력 디바이스.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 매핑 함수는

함수의 입력 값을 축소 또는 제거하여 출력하는 저하 영역과, 함수의 입력 값을 대략 비례되는 출력 값으로 매핑하는 스케일링 영역과, 일정 값 이상의 입력 값에 대해 그 출력 값을 제한하는 한정 영역 중에서 적어도 두 개 이상의 영역을 포함하여 이루어지는 입력 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 강도 계산부는

상기 가속도로부터 몸체 프레임에서의 힘 강도를 계산하고, 상기 계산된 힘 강도를 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도로 변환하는 입력 디바이스.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 독립적인 좌표계는 항법 프레임(navigation frame) 또는 요 드리프트 프레임(yaw drift frame)인 입력 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 연산된 제1 회전각과 상기 제2 회전각은

가중 평균에 의하여 조합되는 입력 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 가중 평균에 사용되는 가중치는

소정의 움직임 추정 함수에 의하여 추정되는데, 상기 움직임 추정 함수는 상기 디바이스의 움직임이 없는 경우에는 상기 자세각에 제2 회전각만이 반영되도록 상기 가중치를 설정하고, 상기 디바이스의 움직임이 최대인 경우에는 상기 자세각에 제1 회전각만이 반영되도록 상기 가중치를 설정하며, 상기 디바이스의 움직임이 그 사이의 경우에는 정지와 최대 움직임 사이의 값으로 상기 가중치를 설정하는 입력 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 회전각은

상기 제1 센서의 출력 값 및 상기 제1 회전각을 변수로 하는 미분방정식으로부터 연산되는 입력 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2 회전각 중에서 요(yaw)는, 상기 제2 회전각 중에서 롤(roll) 및 피치(pitch)의 조합으로부터 연산되는 입력 디바이스.

청구항 10

3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스로서,

적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 가속도를 감지하는 센서;

상기 감지된 가속도로부터 몸체 프레임에서의 힘 강도를 계산하는 강도 계산부; 및

매핑 함수에 의하여 상기 계산된 힘 강도를 최종적으로 출력되는 힘 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 포함하는 입력 디바이스.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 매핑 함수는

함수의 입력 값을 축소 또는 제거하여 출력하는 저하 영역과, 함수의 입력 값을 대략 비례되는 출력 값으로 매핑하는 스케일링 영역과, 일정 값 이상의 입력 값에 대해 그 출력 값을 제한하는 한정 영역 중에서 적어도 두 개 이상의 영역을 포함하여 이루어지는 입력 디바이스.

청구항 12

3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스로서,

제1 센서의 출력 값으로부터, 상기 디바이스의 자세에 대해 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하는 제1 연산부;

제2 센서의 출력 값으로부터, 상기 독립적인 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 제2 연산부;

상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 자세각 측정부; 및

상기 입력 디바이스의 각속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 이용하여 상기 독립적인 좌표계에서의 회전 강도를 계산하는 강도 계산부를 포함하는 입력 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서,

매핑 함수에 의하여 상기 계산된 회전 강도를 최종적으로 출력되는 회전 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 더 포함하는 입력 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 매핑 함수는

함수의 입력 값을 축소 또는 제거하여 출력하는 저하 영역과, 함수의 입력 값을 대략 비례되는 출력 값으로 매핑하는 스케일링 영역과, 일정 값 이상의 입력 값에 대해 그 출력 값을 제한하는 한정 영역 중에서 적어도 두 개 이상의 영역을 포함하여 이루어지는 입력 디바이스.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 강도 계산부는

상기 가속도로부터 몸체 프레임에서의 회전 강도를 계산하고, 상기 계산된 회전 강도를 상기 독립적인 좌표계에서의 회전 강도로 변환하는 입력 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 독립적인 좌표계는 항법 프레임(navigation frame) 또는 요 드리프트 프레임(yaw drift frame)인 입력 디바이스.

청구항 17

3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스로서,

적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 각속도를 감지하는 센서;

상기 감지된 각속도로부터 몸체 프레임에서의 회전 강도를 계산하는 강도 계산부; 및

매핑 함수에 의하여 상기 계산된 회전 강도를 최종적으로 출력되는 회전 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 포함하는 입력 디바이스.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 매핑 함수는

함수의 입력 값을 축소 또는 제거하여 출력하는 저하 영역과, 함수의 입력 값을 대략 비례되는 출력 값으로 매핑하는 스케일링 영역과, 일정 값 이상의 입력 값에 대해 그 출력 값을 제한하는 한정 영역 중에서 적어도 두 개 이상의 영역을 포함하여 이루어지는 입력 디바이스.

청구항 19

3차원 공간 상에서 동작하는 입력 디바이스를 이용하여 사용자 명령을 입력하는 방법으로서,

제1 센서의 출력 값으로부터, 상기 디바이스의 자세에 대해 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하는 단계;

제2 센서의 출력 값으로부터, 상기 독립적인 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 단계;

상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 단계; 및

상기 입력 디바이스의 가속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 이용하여 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도를 계산하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 20

3차원 공간 상에서 동작하는 입력 디바이스를 이용하여 사용자 명령을 입력하는 방법으로서,

제1 센서의 출력 값으로부터, 상기 디바이스의 자세에 대해 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하는 단계;

제2 센서의 출력 값으로부터, 상기 독립적인 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 단계;

상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 단계; 및

상기 디바이스의 각속도와 상기 입력 디바이스의 자세각을 이용하여 상기 독립적인 좌표계에서의 회전 강도를 계산하는 단계를 포함하는 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 움직임 센서를 구비한 사용자 명령 입력 디바이스에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 3차원 공간 상에서의 디바이스의 움직임에 기초하여 보다 자연스럽게 정확하게 힘 강도 및 회전 강도를 입력하게 하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 컴퓨터 과학 분야가 발달함에 따라, 사용자들이 컴퓨터 디바이스에 정보를 입력할 수 있게 해주는 다양한 디바이스들이 개발되었다. 상기 디바이스들 중 한 그룹은 사용자 명령 입력 디바이스라고 불린다. 사용자가 이러한 디바이스의 컴포넌트들을 조작함에 따라, 사용자 명령 입력 디바이스의 이동에 대응하는 위치 데이터가 생성된다. 그리고, 이러한 위치 데이터는 디스플레이 상에 나타나는 포인터 이미지의 움직임으로 변환된다. 따라서, 사용자 명령 입력 디바이스를 움직임으로써, 사용자는 그 포인터 이미지를 디스플레이 상에 표시되는 오브젝트들과 연관시킬 수 있다. 상기 오브젝트란 메뉴, 버튼, 이미지 등 선택되었을 때 특정 동작이 수행되도록 하는 사용자 인터페이스를 의미한다. 그 후 사용자는 사용자 명령 입력 디바이스의 특정 버튼을 누르는 것과 같은 선택 동작을 통하여 해당 오브젝트와 관련된 특정 명령을 수행할 수 있게 된다.
- [0003] 일반적인 개인용 컴퓨터의 사용자들은 자신의 컴퓨터를 구동하기 위한 운영체제(OS: Operating System)로서 마이크로소프트사의 윈도우(Windows)를 사용하고 있다. 이는 기존의 DOS(Disk Operating System) 체제에서 지원하지 못하는 편리한 마우스 기능 및 다양한 그래픽 기능에 기인하는데, 사용자들은 윈도우를 통해 특정 명령을 입력할 때, 일일이 키보드로 입력하지 않고도 마우스의 드래그나 스크롤, 클릭 등을 통해 간편하게 명령을 입력할 수 있다.
- [0004] 이와는 대조적으로 디지털 TV, 셋톱박스, 게임기 등과 같이 개인용 컴퓨터에서 사용되는 키보드나 마우스를 사용할 수 없는 영상 표시 장치에서는, 리모콘이라는 원격 제어 장치 상에 구비된 키패드를 이용하여 다양한 명령을 입력하고 있는 실정에 있다. 이렇게 키패드 누름 입력 방식이 주로 사용되었던 이유는, 이러한 장치들은 개인용 컴퓨터와 달리 사용자가 상기 장치의 조작을 위하여 특정한 위치에 고정되어 있는 것도 아니고, 거실과 같은 개방된 공간에서 조작이 필요하기 때문에 키보드나 마우스와 같이 주로 평면에 고정되어 사용되는 입력 수단을 이용하기가 어렵기 때문이다.
- [0005] 이러한 문제점을 고려하여, 최근에는 자이로스코프, 가속도계 등의 움직임 센서를 탑재한 3차원 사용자 명령 입력 디바이스들이 개발되고 있다. 사용자는 3차원 사용자 명령 입력 디바이스를 움직임으로써 이에 대응되는 디스플레이상의 포인터 이미지를 원하는 방향과 속도로 움직일 수 있고, 상기 사용자 명령 입력 디바이스 상에 구비된 특정 버튼을 누름으로써 원하는 오브젝트를 선택하고 실행할 수 있게 된다.
- [0006] 한편, 최근 들어서는 게임기, 항공 시뮬레이션 기기, 스포츠 시뮬레이션 기기 등 3차원 사용자 명령 입력 디바이스를 사용하는 다양한 시스템들이 등장하고 있다. 이러한 새로운 시스템들에 있어서는, 단순히 사용자가 입력 디바이스를 통하여 화면 상의 오브젝트들의 선택적인 움직임을 제어하는 것(예를 들어, 화면상의 포인터를 제어하는 것) 이외에도, 입력 디바이스를 이용하여 3차원 공간 상에 존재하는 오브젝트들에 힘을 전달한다든지, 회전을 가한다든지 하는 다양한 형태의 사용자 명령을 입력하는 방식이 사용될 수 있다.
- [0007] 이와 같이, 힘이나 회전 등의 관성(momentum)을 오브젝트들에 전달함에 있어서 가장 중요한 부분은, 사용자가 실제 입력 디바이스를 움직이는 것에 대응하여 화면상의 오브젝트들이 얼마나 자연스럽게 반응(또는 동작)하느냐이다. 이러한 오브젝트들의 자연스러운 반응 여부는 사용자 개인에 따라 다소 다르게 느낄 수도 있는 부분이지만, 시뮬레이션의 차원에서 본다면 특정 입력에 대한 물리적 반응은 이론적으로는 유일할 수 밖에 없다. 따라서, 그 유일한 반응에 가깝도록 입력과 반응 간의 관계를 조절하는 것이 관건이라고 할 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 3차원 공간상에서 임의의 동작을 통하여 사용자가 힘 강도 및 회전 강도를 오브젝트들에게 자연스럽게 입력하는 방법 및 장치를 제공하는 데에 있다.
- [0009] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- [0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른, 3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스는, 적어도 하나의 축을 중심으로 한 상기 입력 디바이스의 각속도를 감지하는 제1 센서; 적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 가속도를 감지하는 제2 센서; 상기 제1 센서의 출력 값

을 상기 디바이스의 자세로부터 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하고, 상기 제2 센서의 출력 값을 상기 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 연산부; 상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 자세각 측정부; 및 상기 제2 센서에 감지된 입력 디바이스의 가속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 바탕으로 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도를 계산하는 강도 계산부를 포함한다.

[0011] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른, 3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스는, 적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 가속도를 감지하는 센서; 상기 감지된 가속도로부터 몸체 프레임에서의 힘 강도를 계산하는 강도 계산부; 및 매핑 함수에 의하여 상기 계산된 힘 강도를 최종적으로 출력되는 힘 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 포함한다.

[0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스는, 적어도 하나의 축을 중심으로 한 상기 입력 디바이스의 각속도를 감지하는 제1 센서; 적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 가속도를 감지하는 제2 센서; 상기 제1 센서의 출력 값을 상기 디바이스의 자세로부터 독립적인 좌표계에서의 제1 회전각을 연산하고, 상기 제2 센서의 출력 값을 상기 좌표계에서의 제2 회전각을 연산하는 연산부; 상기 제1 회전각과 상기 제2 회전각을 조합하여 상기 입력 디바이스의 자세각을 구하는 자세각 측정부; 및 상기 제1 센서에 감지된 입력 디바이스의 각속도와, 상기 자세각 측정부에서 구한 입력 디바이스의 자세각을 바탕으로 상기 독립적인 좌표계에서의 회전 강도를 계산하는 강도 계산부를 포함한다.

[0013] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 3차원 공간 상에서 동작하고 사용자 명령을 입력하기 위한 입력 디바이스는, 적어도 하나의 방향에 대한 상기 입력 디바이스의 각속도를 감지하는 센서; 상기 감지된 각속도로부터 몸체 프레임에서의 회전 강도를 계산하는 강도 계산부; 및 매핑 함수에 의하여 상기 계산된 회전 강도를 최종적으로 출력되는 회전 강도로 매핑하는 강도 매핑부를 포함한다.

효 과

[0014] 본 발명에 따른 입력 디바이스에 따르면, 3차원 공간상에서 임의의 동작을 통하여 힘 강도 또는 회전 강도를 오브젝트들에게 전달하는 경우에, 사용자가 상기 오브젝트들로부터 보다 직관적이고 자연스러운 반응을 느끼게 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 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 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 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.

[0016] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명한다.

[0017] 본 발명에 있어서, 입력 디바이스는 사용자의 움직임을 입력 받아 다양한 오브젝트들에게 힘 강도 및 회전 강도를 직관적으로 전달할 수 있게 하는 인터페이스 장치를 의미한다. 상기 디바이스는 사용자의 움직임을 통해 얻어진 정보를 다양한 정보기기 혹은 여러 서비스에 맞춰 필요한 정보로 대응시켜 준다. 예를 들어, 3차원 공간마우스, IPTV(internet protocol TV) 리모컨, 게임 입력 장치 등이 이에 포함될 수 있다. 그리고, 상기 오브젝트는 예를 들면, 2차원 디스플레이 화면에 의하여 표현되는 가상의 3차원 공간 내에 존재하는 물체를 의미한다. 야구 게임 어플리케이션의 경우, 상기 오브젝트는 가상의 3차원 야구장 내의 야구공일 수 있다. 그러나, 본 발명에서의 오브젝트는 가상 공간 상의 오브젝트만을 의미하는 것은 아니고, 실제 물리력을 전달받아 반응할 수 있는 시스템에서의 물체도 포함하는 개념이다.

[0018] 다음의 도 1은 특정 프레임(좌표계)에서 정의되는 3축 회전 방향을 도시한 것이다. x , y , z 축으로 이루어진 특정 프레임에서 피치(θ)는 y 축 방향에 대한 회전을, 롤(ϕ)은 x 축 방향에 대한 회전을, 그리고 요(ψ)는 z 축 방향에 대한 회전을 각각 의미한다. 이들 회전에 대해 양(+) 및 음(-)을 결정하는 기준은 오른손 좌표계(right-handed coordinate)를 따른다. 본 발명에서는 항법 프레임(navigation frame) 및 몸체 프레임(body frame)을 포함한 두 개의 프레임을 언급한다. 상기 항법 프레임은 공간상에서 고정되어 있으며 서로 수직인 3축 X_N , Y_N ,

Z_N 으로 구성된 기준 좌표계를 의미한다. 즉, 항법 프레임은 장치의 자세로부터 독립적이라고 볼 수 있다. 또한 몸체 프레임은 3차원 공간에 놓여진 물체 상에 존재하는 서로 수직인 3축 X_B , Y_B , Z_B 으로 구성된 상대 좌표계를 의미한다. 도 1에서 X방향은 입력 디바이스가 향하는 기준 방향을 의미한다. 즉 상기 기준 방향을 향한 축을 기준으로 회전하면 롤 회전이 되는 것이다.

[0019] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 디바이스(100)를 도시하는 블록도이다. 입력 디바이스(100)는 적어도 하나 이상의 디스플레이 장치(미도시됨) 상의 오브젝트를 제어할 수 있다. 또한, 상기 디스플레이 장치는 별도의 고정된 위치에 설치될 수도 있지만 휴대가 가능하도록 상기 입력 디바이스(100)와 일체로 구비될 수도 있다 (예: 휴대용 게임기).

[0020] 입력 디바이스(100)는 보다 구체적인 예로서, 각속도 센서(110), 가속도 센서(120), 필터부(130), 처리 유닛 (processing unit; 190) 및 전송부(195)를 포함하여 구성될 수 있다. 또한, 처리 유닛(190)은 제1 연산부 (140), 제2 연산부(150), 자세각 측정부(160), 강도(intensity) 계산부(170) 및 강도 매핑부(180)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0021] 각속도 센서(110)는 디바이스(100)가 몸체 프레임상에서 회전하는 각속도를 감지하여 샘플링된 출력 값(디지털 값)을 제공한다. 각속도 센서(110)로는 자이로스코프가 사용될 수 있는데, 상기 자이로스코프로는 기계식, 유체식, 광학식, 압전식 등 다양한 유형이 사용될 수 있다. 구체적으로 각속도 센서(110)는 서로 직교하는 두 개의 축(몸체 프레임 상의 축)에 대한 회전 각속도, 예를 들어, 몸체 프레임의 x, y, z축 상의 회전 각속도(ω_x , ω_y , ω_z)를 구할 수 있다.

[0022] 가속도 센서(120)는 입력 디바이스(100)가 몸체 프레임상에서의 가속도를 감지하여 샘플링된 출력 값(디지털 값)을 제공한다. 가속도 센서(120)로는 압전형(piezoelectric type), 동전형(moving coil type)을 불문하고 사용될 수 있다. 구체적으로 가속도 센서(120)는 서로 직교하는 세 개의 축(몸체 프레임 상의 축)에 대한 직선 가속도(f_x , f_y , f_z)를 구한다.

[0023] 필터부(130)는 입력 디바이스(100)의 용도에 따라 저역 통과 필터(low pass filter), 고역 통과 필터(high pass filter), 오프셋 필터, 또는 스케일링 필터 등으로 구현될 수 있으며, 상기 각속도 센서(110)의 출력 및 가속도 센서(120)의 출력을 수신하여 오차 보상을 수행한다. 필터부(130)는 오차 보상된 회전 각속도(ω_x , ω_y , ω_z)는 제1 연산부(140)에 제공하고, 오차 보상된 직선 가속도(f_x , f_y , f_z)는 제2 연산부(150)에 제공한다.

[0024] 제2 연산부(150)는 필터부(130)로부터 제공되는 직선 가속도(f_x , f_y , f_z) 값을 이용하여, 항법 프레임에서의 롤, 피치 및 요(ϕ_{XL} , θ_{XL} , ψ_{XL})(제2 회전각)를 계산한다. 그 구체적인 계산 예는 다음의 수학적 식 1에서와 같다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned}\phi_{XL} &= \arctan 2(f_y, f_z) \\ \theta_{XL} &= \arctan 2(-f_x, (f_y^2 + f_z^2)) \\ \psi_{XL} &= \frac{\phi_{XL}}{\sin(\theta_{XL})}\end{aligned}$$

[0025]

[0026] 일반적으로 가속도만으로도 롤(ϕ_{XL}) 및 피치(θ_{XL})는 간단히 구할 수가 있지만, 요(ψ_{XL})를 구하는 것은 쉽지 않다. 수학적 식 1에서 계산되는 요(ψ_{XL})는 의사 요(pseudo yaw)로서, 다음의 도 3 및 4를 참조하여 설명될 수 있다.

[0027] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 가속도계를 이용하여 롤 값을 측정하는 방법을 나타낸다. Y축 방향 가속도를 f_y 라 할 때, 이미 피치가 발생한 것을 전제로 하면, 도 3의 (b)에서 중력 가속도의 연직 성분은 $g \cdot \cos\theta$ 가 된다. 따라서, 롤(ϕ)은 다음의 수학적 식 2와 같다.

수학식 2

$$\phi = \arcsin\left(\frac{f_y}{g \cdot \cos \theta}\right)$$

[0028]

[0029]

가속도계를 이용하여 롤 값을 측정하는 방법은 실시예에 따라 다양한 방법으로 계산될 수 있다.

[0030]

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 요각 측정 방법에서 피치 및 롤 값을 이용하여 요 값을 계산하는 방법을 나타내는 도면이다. 도 4의 (a)는 피치가 발생한 것을 전제로 롤 및 요 각속도의 벡터 방향을 나타낸다. 도 4의 (a)에서 ω_y 는 롤 각속도 벡터를 나타내고 ω_z 는 요 각속도 벡터를 나타낸다. 요 각속도 벡터는 실제 요 벡터가 아닌 실제 요 벡터에 대한 투사된 벡터(projected vector)이다.

[0031]

도 4의 (b)는 도 4의 (a)를 측면에서 나타낸 것이다. 도 4의 (b)로부터 시간 t에 대하여 롤 각속도 벡터 ω_y , 요 각속도 벡터 ω_z 및 피치(θ) 간에는 다음의 수학식 3과 같은 관계가 성립한다.

수학식 3

$$\sin \theta(t) = \frac{\omega_y(t)}{\omega_z(t)}$$

[0032]

[0033]

위의 수학식 3으로부터, 요(ψ)는 다음의 수학식 4와 같이 근사적으로 계산될 수 있다.

수학식 4

$$\psi = \int \omega_z dt = \int \frac{\omega_y(t)}{\sin \theta(t)} \cong \frac{1}{\sin \theta} \int \omega_y(t) = \frac{\phi}{\sin \theta}$$

[0034]

[0035]

단, 이 수학식 4은 피치 θ 가 0도나 90도에 가까워지면 적용할 수 없으므로 0도나 90도에 가까운 각도에서는 일정한 제한을 부여하여야 한다. 상기 수학식 4를 사용하여 각 조건에서 실제 측정된 요 값은 다음과 같다.

[0036]

피치(θ)	(-)피치일 때 측정된 요(ψ)		(+)피치일 때 측정된 요(ψ)	
	롤 $\phi = -80$	롤 $\phi = +80$	롤 $\phi = -80$	롤 $\phi = +80$
10	이상동작	이상동작	-414	383
20	-222	243.5	-221	241.5
40	-120	125	-122	127
60	-89	91.5	-92	94.5
80	-72.5	77	-83	84.5

[0037]

상기 표와 같이 피치 값을 변화 시키면서 롤을 -80에서 +80까지 변화시키면 측정된 요 값의 범위가 상이하므로 이러한 편차를 줄이기 위하여 스케일 인자를 사용하여 보정할 수 있다. 결과적으로, 피치 값이 존재하고 롤 값이 변함과 동시에 요 값이 변하는 상황에서 요에 대한 근사값을 계산하는 것이 가능하다.

[0038]

제1 연산부(140)는 필터부(130)로부터 제공되는 각속도(ω_x , ω_y , ω_z) 값을 이용하여, 항법 프레임에서의 세 축의 회전각(ϕ_G , θ_G , ψ_G)(제1 회전각)을 계산한다. 오일러 각(Euler angle)을 이용한 구체적인 계산식은 다음의 수학식 5에서와 같다. 수학식 5는 결국 항법 프레임에서의 회전각(ϕ_G , θ_G , ψ_G)에 대한 미분방정식의 형태를 갖는다.

수학식 5

$$\begin{aligned}\dot{\phi}_G &= (\omega_y \sin \phi_G + \omega_z \cos \phi_G) \tan \theta_G + \omega_x \\ \dot{\theta}_G &= (\omega_y \cos \phi_G - \omega_z \sin \phi_G) \\ \dot{\psi}_G &= \frac{\omega_y \sin \phi_G + \omega_z \cos \phi_G}{\cos \theta_G}\end{aligned}$$

[0039]

[0040]

일반적으로 3개의 각속도로 항법 프레임에서의 자세각을 구할 수도 있다. 그런데 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서는 두 개의 각속도(ω_y , ω_z)만으로 항법 프레임에서의 세 축의 각속도를 계산하는데, 이 경우 수학식 5의 ω_x 가 문제된다.

[0041]

사람의 일반적인 손 및 팔 동작의 움직임은 보통 3축 좌표계에서 단일 축으로 움직이는 경우가 많다. 예를 들어, z축 기준으로 회전 또는 Y축 방향으로 회전 등이 그러하다. 또한 동시에 2축 이상의 복합적인 움직임이 일어난다 하더라도 몸체 프레임의 x축 방향 회전과 y축 방향 회전, 몸체 프레임의 x축 방향 회전과 z축 방향 회전이 함께 동작하는 경우에는 x축 방향 움직임이 상대적으로 y축, z축 방향의 움직임보다 그 크기가 작은 경향이 있다.

[0042]

따라서 수학식 5에서 몸체 프레임의 y축 방향 각속도 ω_y 와 z축 방향 각속도 ω_z 보다 몸체 프레임의 x축 방향 각속도 ω_x 가 상대적으로 작게 된다. 이로 인해 ω_x 를 무시할 수는 있으나, 그에 따라 자세각 계산이 정확히 이루어지지 않는다. 그러나 가속도계로 구한 물(ϕ_{XL}) 정보를 적절하게 사용하면 $\omega_{\text{x축}}$ 의 각속도계를 사용한 경우와 비슷한 성능을 확보할 수 있게 된다.

[0043]

도 5 내지 7은 수학식 5에 있어서 ω_x 를 이용한 경우(점선)와 이용하지 않은 경우(실선)를 비교한 결과이다. x축은 단위 샘플 수를, y축은 각도(degree)를 의미한다. 또한 각 도면의 우측 그래프는 좌측 그래프에서 원으로 표시한 일정 구간을 확대한 모습이다. ω_x 를 제거한 경우는 그렇지 않은 경우보다 2~4° 정도의 각도 차이와 함께 2~10 샘플 정도의 지연이 발생한다. 하지만 계산 주기가 100Hz이상 되면, 사용자가 분간하기 어려운 정도의 각도 차와 지연이 발생하기 때문에, 몸체 프레임의 x축 각속도계 없이도 2축에 대한 각속도계(몸체 프레임의 y축 각속도계, z축 각속도계)만을 사용하여도 3축에 대한 각속도계를 사용한 결과와 별 차이가 없음을 확인할 수 있다.

[0044]

이와 같은 실험 결과를 바탕으로 수학식 5는 다음의 수학식 6과 같이 변형될 수 있다.

수학식 6

$$\begin{aligned}\dot{\phi}_G &= (\omega_y \sin \phi_G + \omega_z \cos \phi_G) \tan \theta_G \\ \dot{\theta}_G &= (\omega_y \cos \phi_G - \omega_z \sin \phi_G) \\ \dot{\psi}_G &= \frac{\omega_y \sin \phi_G + \omega_z \cos \phi_G}{\cos \theta_G}\end{aligned}$$

[0045]

[0046]

한편, 사람이 입력장치를 잡고 움직일 때의 패턴을 미리 파악하였다가 활용한다면, ω_x 를 제거한 수학식 6에서 한발 더 나아가 ω_y 의 제거도 가능하다. 이 경우, 수학식 1에서와 같이, 가속도계의 출력을 이용하여 구한 (ϕ_{XL} , θ_{XL} , ψ_{XL})를 이용하여 ω_y , ω_z 를 사용하지 않음으로써 발생하는 오차를 극복할 수 있다.

[0047]

수학식 5 및 6은 오일러 각을 기초로 하여, 각속도(ω_y , ω_z) 값으로부터 항법 프레임에서의 세 축의 회전각(ϕ_G , θ_G , ψ_G)을 계산하는 것을 예시하였으나, 오일러 각 대신 다소 계산이 복잡한 쿼터니언(quaternion)을 기초로 하여 상기 계산을 수행할 수도 있다.

[0048] 다시 도 2를 참조하면, 자세각 측정부(160)는 제2 연산부(150)에서 얻은 항법 프레임 상의 세 개의 회전각(ϕ_{XL} , θ_{XL} , ψ_{XL})과, 제1 연산부(140)에서 얻은 항법 프레임 상의 세 개의 회전각(ϕ_G , θ_G , ψ_G)을 가중 평균하여, 항법 프레임에서의 자세각(ϕ , θ , ψ)을 구한다. 구체적인 가중 평균은 다음의 수학적 식 7에 따라 계산될 수 있다.

수학적 식 7

$$\begin{aligned}\phi &= \alpha_1 \cdot \phi_{XL} + (1 - \alpha_1) \cdot \phi_G \\ \theta &= \alpha_2 \cdot \theta_{XL} + (1 - \alpha_2) \cdot \theta_G \\ \psi &= \alpha_3 \cdot \psi_{XL} + (1 - \alpha_3) \cdot \psi_G\end{aligned}$$

[0049]

[0050] 여기서, α_1 , α_2 및 α_3 은 각각 ϕ , θ , ψ 에 대한 가중치로서 0에서 1사이의 값을 갖는다. 이상의 과정으로 통하여 항법 프레임에서의 자세각(ϕ , θ , ψ)을 구하는 것은 일 실시예에 불과하고, 다양한 변형이 가능하다. 예를 들어, 수학적 식 1에서 사용된 ψ_{XL} 은 직접 자기 센서(magnetic sensor) 또는 이미지 센서(image sensor) 등을 이용하여 구할 수도 있다. 상기 자기 센서나 이미지 센서에 의하면, 항법 프레임에서의 요 각을 직접 구할 수 있기 때문에, 가속도 센서에서 사용된 수학적 식 1과 같은 변환 과정은 필요하지 않을 수도 있다.

[0051]

수학적 식 1의 3번째 식으로부터 ψ_{XL} 이 계산되지 않는 경우, 즉 $\theta_{XL}=0$ 인 경우에는, α_3 를 1로 둬으로써 ψ_{XL} 을 이용하지 않고 오직 ψ_G 에 의하여 ψ 를 계산할 수도 있다.

[0052]

그런데, 보다 정확히 최종 자세각(ϕ , θ , ψ)을 구하기 위해서는, α_1 , α_2 및 α_3 를 임의로 결정하기 보다는 상태 변화에 맞게 적응적으로 결정할 필요가 있다. 이를 위하여 자세각 측정부(160)는 움직임 추정 함수를 사용할 수 있다.

[0053]

움직임 추정 함수는 가속도 센서 및 각속도 센서 출력을 이용한 데이터들을 바탕으로 움직임을 0 내지 1 사이로 정규화시킴으로써 세분화된 움직임을 검출해 내는 함수를 의미한다. 일 예로써, 만약 검출된 입력 디바이스(100)의 움직임이 거의 없는 경우에는 가속도 센서(120)의 값을 보다 신뢰할 수 있으므로 $\alpha_n=1$ 이 되도록 매핑하고, 상기 움직임이 최대일 경우에는 각속도 센서(110)의 값을 보다 신뢰할 수 있으므로 $\alpha_n=0$ 가 되도록 매핑하며, 그 사이의 값을 가질 경우에는 정지와 최대 움직임 사이의 적절한 값으로 매핑하는 것이 필요하다.

[0054]

도 8은 움직임 추정 함수를 이용하여 입력 디바이스(100)의 움직임을 추정하는 흐름도이다. 이러한 움직임 추정 함수로는 종 형상 곡선(bell shape curve) 또는 지수 함수(exponential function) 등을 이용할 수 있다. 종 형상 곡선은 도 9와 같은 형태의 곡선으로서 세부적으로는 가우스 함수(Gaussian function), 울려진 코사인 함수(Raised cosine function) 등으로 표현할 수 있다. 그리고, 지수 함수는 도 10과 같은 형태를 갖는, 예를 들어,

$$y = e^{-|x|}$$

와 같은 함수이다. 도 9 및 10에서 x축은 입력 디바이스(100)의 움직임의 크기를 나타내고, y축은 수학적 식 7에서의 가중치 즉, α_n 을 의미한다. 도 9 및 10의 함수는 공통적으로 중앙에서 피크 값을 갖고 좌우로 갈수록 0에 근접하는 형태를 갖는다.

[0055]

이와 같은 움직임 추정 함수를 이용하면, 단순히 입력 디바이스(100)가 정지하였는지를 판단하는 것을 넘어서, 정지, 미세 움직임, 느린 움직임, 빠른 움직임 등의 세분화된 움직임을 검출할 수 있게 된다. 또한, 이와 같이 움직임을 측정함으로 인해 사용자의 의도하지 않은 움직임(예로서, 손 떨림 등에 의한 커서의 움직임)이 제거할 수 있는 기초가 제공될 수 있다. 또한, 움직임의 크기에 따라 후술할 매핑 함수의 스케일 조절도 가능해진다.

[0056]

다시 도 2를 참조하면, 강도 계산부(170)는 본 발명의 제1 실시예에 따라, 자세각 측정부(160)에서 얻어진 자세각(ϕ , θ , ψ), 즉 공간 상에 고정된 항법 프레임 상에서 입력 디바이스(100)가 이루는 각도와, 필터부(130)에서 제공되는 오차 보상된 직선 가속도(f_x , f_y , f_z)를 바탕으로 힘 강도(force intensity)(F^x , F^y , F^z)를 구한다. 한편, 강도 계산부(170)는 본 발명의 제2 실시예에 따라, 자세각 측정부(160)에서 얻어진 자세각(ϕ , θ , ψ)과, 필터부(130)에서 제공되는 오차 보상된 회전 각속도(ω_x , ω_y , ω_z)를 바탕으로 회전 강도(rotation intensity)(R_x , R_y , R_z)를 구한다. 물론, 강도 계산부(170)는 상기 힘 강도와 회전 강도를 함께 구할 수도 있다.

- [0057] 이하에서는 먼저, 상기 제1 실시예에 관하여 상세히 설명한다.
- [0058] 힘 강도는 입력 디바이스(100)에서 구현 될 수 있는 다양한 힘 성분을 나타낸다. 3차원 공간에서 자세각이 추정 되면, 가속도계 출력을 이용하여 3차원 공간에 가해지는 힘, 즉, 힘 강도를 계산해 낼 수 있다. 그런데, 상기 힘 강도는 프레임(좌표축)의 선택에 따라 대략 다음의 세 가지 종류로 구분될 수 있다. 그것은 몸체 프레임 상에서 정의되는 힘 강도(F_B), 항법 프레임 상에서 정의되는 힘 강도(F_N) 및 요 드리프트 프레임(yaw drift frame) 상에서 정의되는 힘 강도(F_Y)이다. 상기 F_B 는 몸체 프레임 상에서 각 축의 성분인 F_B^x , F_B^y , F_B^z 로 나뉘어 질 수 있고, 상기 F_N 은 항법 프레임 상에서 각 축의 성분인 F_N^x , F_N^y , F_N^z 로 나뉘어질 수 있으며, 상기 F_Y 는 요 드리프트 프레임 상에서 각 축의 성분인 F_Y^x , F_Y^y , F_Y^z 로 나뉘어질 수 있다. 상기 요 드리프트 프레임이란, 기본적으로는 항법 프레임과 유사하지만, 항법 프레임에서 요 방향 회전(몸체 프레임 기준)을 고려하지 않는 프레임이다. 즉, 요 드리프트 프레임에서의 힘 강도는 입력 디바이스(100)의 heading(heading) 방향에 따른 항법 프레임에서의 힘 강도를 의미한다고 볼 수 있다. 요 드리프트 프레임은 항법 프레임과 더불어 입력 디바이스(100)의 자세로부터 독립적인 프레임에 속한다고 볼 수 있다.
- [0059] 그런데, 필터부(130)에서 출력되는 직선 가속도 성분(f_x , f_y , f_z)은 몸체 프레임 상에서 정의되는 값이므로, 강도 계산부(170)는 상기 가속도 성분에 적절한 스케일링을 통하여 몸체 프레임 상에서의 힘 강도(F_B^x , F_B^y , F_B^z)를 간단히 계산할 수 있다. 또한, 강도 계산부(170)는 상기 직선 가속도 성분(f_x , f_y , f_z) 및 자세각 측정부(160)에서 얻어진 자세각(ϕ , θ , ψ)을 바탕으로 입력 디바이스(100)의 자세로부터 독립적인 좌표계(프레임)에서의 힘 강도(F^x , F^y , F^z)를 구할 수도 있다.
- [0060] 상기 독립적인 좌표계에서의 힘 강도(F^x , F^y , F^z)란 예를 들면, 항법 프레임에서의 힘 강도(F_N^x , F_N^y , F_N^z) 또는 요 드리프트 프레임에서의 힘 강도(F_Y^x , F_Y^y , F_Y^z) 등이 될 수 있다. 강도 계산부(170)가 구하는 힘 강도(F^x , F^y , F^z)는 적용되는 어플리케이션에 따라 중력 보상(중력 가속도 보상)을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다.
- [0061] 도 11은 3축(X_B , Y_B , Z_B)으로 이루어진 몸체 프레임에서의 힘 강도 벡터(F)를 3축(X_N , Y_N , Z_N)으로 이루어진 항법 프레임의 각 평면 상에 투영된(projected) 힘 성분(F_1 , F_2 , F_3)과 자세각(ϕ , θ , ψ)과의 관계를 보여주는 도면이다.
- [0062] 상기 투영된 힘 성분(F_1 , F_2 , F_3)을 자세각(ϕ , θ , ψ)을 이용하여 항법 프레임의 3축(X_N , Y_N , Z_N)의 성분으로 각각 분해하면 다음의 도 12에 나타낸 바와 같다. 각각의 축(X_N , Y_N , Z_N)의 성분을 가산하면 최종적으로 항법 프레임에서의 힘 강도(F_N^x , F_N^y , F_N^z)를 구할 수 있게 되는 것이다.
- [0063] 도 11 및 12에 도시된 기하학적 관계를 기초로 하여, 몸체 프레임에서의 힘 강도(F_B^x , F_B^y , F_B^z)를 항법 프레임에서의 힘 강도(F_N^x , F_N^y , F_N^z)로 변환하는 변환식을 구할 수 있는데, 그 변환식은 다음의 수학식 8과 같다.

수학식 8

$$F_N = C_B^N F_B$$

$$\text{wherein, } C_B^N = \begin{bmatrix} \cos(\psi) \cos(\theta) & \begin{pmatrix} \cos(\psi) \sin(\theta) \sin(\phi) \\ -\sin(\psi) \cos(\phi) \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \cos(\psi) \sin(\theta) \cos(\phi) \\ +\sin(\psi) \sin(\phi) \end{pmatrix} \\ \sin(\psi) \cos(\theta) & \begin{pmatrix} \sin(\psi) \sin(\theta) \cos(\phi) \\ +\cos(\psi) \cos(\phi) \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} \sin(\psi) \sin(\theta) \sin(\phi) \\ -\cos(\psi) \sin(\phi) \end{pmatrix} \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) \sin(\phi) & \cos(\theta) \cos(\phi) \end{bmatrix}$$

[0064]

- [0065] 여기서, F_N 은 항법 프레임에서의 힘 강도(F_N^x, F_N^y, F_N^z) 성분으로 이루어진 3차원 벡터이고, F_B 는 몸체 프레임에서의 힘 강도(F_B^x, F_B^y, F_B^z) 성분으로 이루어진 3차원 벡터이다.
- [0066] 도 13a 및 13b는 몸체 프레임과 항법 프레임에서의 힘 강도의 차이를 보여주기 위한 도면이다. 도 13a는 몸체 프레임과 항법 프레임의 방향을 일치시킨 후 x축 방향으로 힘(f_1)을 가하는 케이스이고, 도 13b는 도 13a에서 입력 디바이스(100)를 90°로 세운 후 몸체 프레임의 z축 방향(항법 프레임의 x축 방향)으로 힘(f_2)을 가하는 케이스이다.
- [0067] 도 14는 도 13a와 같은 조건에서, 힘 강도의 결과를 보여주는 도면이다. 예상된 바와 같이, 몸체 프레임에서의 x축 방향 힘 강도(F_B^x)와 항법 프레임에서의 x축 방향 힘 강도(F_N^x)는 거의 일치하는 결과를 보여준다.
- [0068] 한편, 도 15 및 16은 도 13b와 같은 조건에서, 힘 강도의 결과를 보여주는 도면이다. 특히, 도 15는 몸체 프레임과 항법 프레임에서의 x축 방향의 힘 강도(F_B^x, F_N^x)를 비교하여 보여준다. 도 15에서 항법 프레임의 힘 강도(F_N^x)는 가해진 힘에 따른 프로파일을 나타내고 있고, 몸체 프레임의 힘 강도(F_B^x)는 시간(샘플링 데이터의 카운트)에 상관없이 거의 0에 근접하는 값을 유지하고 있음을 알 수 있다. 이론적으로는 몸체 프레임의 힘 강도(F_B^x)는 정확히 0을 유지하여야 하겠지만, 입력 디바이스(100)를 파지하는 사람의 손 떨림, 가속도계의 오차 등으로 인하여 정확히 0을 유지하지는 않는다.
- [0069] 도 16은 몸체 프레임과 항법 프레임에서의 z축 방향의 힘 강도(F_B^z, F_N^z)를 비교하여 보여준다. 도 16에서 몸체 프레임의 힘 강도(F_B^z)는 가해진 힘에 따른 프로파일을 나타내고 있다. 이에 비하여, 항법 프레임의 힘 강도(F_N^z)는 일부 구간에서 약간 간의 오차는 있지만 거의 0에 근접하는 값을 유지하고 있다. 이와 같이, 수학적 8에 따라 변환한 결과가 이론적인 예상치와 크게 차이가 나지 않음을 확인할 수 있다.
- [0070] 한편, 몸체 프레임에서의 힘 강도(F_B^x, F_B^y, F_B^z)를 요 드리프트 프레임에서의 힘 강도(F_Y^x, F_Y^y, F_Y^z)로 변환하기 위한 변환식은 다음의 수학적 9와 같다.

수학적 9

$$F_Y = C_B^Y F_B$$

$$\text{wherein, } C_B^Y = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta)\sin(\phi) & \sin(\theta)\cos(\phi) \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta)\sin(\phi) & \cos(\theta)\cos(\phi) \end{bmatrix}$$

- [0071]
- [0072] 상기 수학적 9는 수학적 8에서 ψ 에 0을 대입함으로써 쉽게 얻어질 수 있다. 왜냐하면, 요 드리프트 프레임은 몸체 프레임에서 요 회전을 고려하지 않는다는 점에서, 항법 프레임 상에서 요 회전이 존재하더라도 그것은 0으로 간주되기 때문이다.
- [0073] 상기 몸체 프레임의 힘 강도를 항법 프레임의 힘 강도로 변환하는 변환 매트릭스(C_B^N)나, 몸체 프레임의 힘 강도를 요 드리프트 프레임의 힘 강도로 변환하는 변환 매트릭스(C_B^Y)는 ϕ, θ, ψ 의 조합으로 구성된다. 따라서, 입력 디바이스(100)의 자세에 독립적인 프레임에서 힘 강도를 결정함에 있어서는, 입력 디바이스(100)의 자세각, 즉 ϕ, θ, ψ 를 정확히 구하는 것이 매우 중요하다. 몸체 프레임에서 아무리 정확한 힘 강도를 구하더라도 상기 자세각이 정확하지 않으면 변환된 힘 강도의 정확성도 떨어질 수 밖에 없다. 따라서, 전술한 바 있는 수학적 1 내지 7에 따라 보다 정확한 자세각을 구하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.
- [0074] 이상에서 계산되는 힘 강도에는 당연히 중력 가속도 성분이 포함되어 있다. 그러나, 입력 디바이스(100)를 이용

하는 어플리케이션에 따라서는 중력 가속도 성분을 포함하여야 하는 경우도 있을 수 있고, 중력 가속도 성분을 제거하여야 하는 경우도 있을 수 있다. 중력 가속도는 항법 프레임에서의 자세각 중에서 롤(ϕ) 및 피치(θ)에 의하여 결정된다. 따라서, 정확한 자세각의 계산은 중력 가속도 성분을 오차 없이 제거함에 있어서도 반드시 필요하다는 것을 알 수 있다.

[0075] 다시 도 2를 참조하면, 강도 매핑부(180)는 강도 계산부(170)에서 구한 힘 강도(F)를 매핑 함수에 의하여 최종적으로 출력되는 힘 강도(F')로 매핑한다. 힘 강도(F)는 F_N 또는 F_V 를 포함할 수 있다.

[0076] 도 17a 및 도 17b는 가장 간단한 형태의 매핑 함수의 예를 보여준다. 이 중에서 도 17a는 $f(t) = \lfloor kt \rfloor$ 형태

를 갖는 플로어(floor) 함수를 나타내고, 도 17b는 $f(t) = \lceil kt \rceil$ 형태를 갖는 실링(ceiling) 함수를 나타낸다. 이러한 매핑 함수는 간단한 관계에 의하여 입력 힘 강도(F)를 출력 힘 강도(F')로 대응시킬 수 있다. 이 때, 상기 k 값의 변화에 따라 함수의 입력값은 축소되거나 제거될 수 있으며 일정 이상의 입력값은 비례되는 출력값으로 변환될 수도 있다. 그러나, 도 17a 및 17b와 같은 매핑 함수는 특정값 이상의 과도한 입력값에 대하여 출력값을 적절하게 제한할 수 없다는 단점이 있다. 즉, 도 17a 및 17b의 매핑 함수는 후술하는 도 18의 매핑 함수에 포함되는 저하 영역, 스케일링 영역 및 한정 영역의 기능 중에서, 한정 영역의 기능이 결여되어 있다.

[0077] 도 18의 매핑 함수는 도 17a 및 17b보다는 다소 복잡한 3개의 영역으로 나뉘어진다. 첫 번째 영역(part 1)은 함수의 입력값을 축소시켜 출력하는 매핑하는 저하 영역(depression area)이다. 또한, 두 번째 영역(part 2)은 입력값을 대략 비례되는 출력값으로 매핑하는 스케일링 영역(scaling area)이다. 마지막으로, 세 번째 영역은 일정값 이상의 입력에 대해 그 출력값을 제한시키는 한정 영역(limitation area)이다.

$$f(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$$

[0078] 도 18의 매핑 함수로는 일 예로 $f(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$ 와 같은 시그모이드 함수가 사용될 수 있다. 여기서, 힘의 방향은 양과 음이 모두 존재하기 때문에, 상기 시그모이드 함수는 좌표의 원점을 중심으로 대칭된다. 즉, 도 18의 매핑 함수는 동일한 두 개의 시그모이드 함수의 결합으로 이루어져 있다.

[0079] 도 18의 세 가지 영역의 의미에 대하여 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째 영역인 저하 영역은 사용자의 힘 작용이 미세한 영역이다. 이 영역에서는 입력 힘 강도(F)와 출력 힘 강도(F')를 1:1로 매핑시키는 것이 아니라, 출력 힘 강도(F')를 줄여서 매핑한다. 이는 사용자의 손 떨림 등과 같은 의도하지 않은 힘 강도를 제거하는 기능을 제공한다. 그러나 작은 힘 강도까지도 미세하게 구현할 필요가 있는 어플리케이션에서는, 저하 영역을 적절히 상승시켜 그 움직임이 표현되도록 할 수도 있다.

[0080] 두 번째 영역인 스케일링 영역은 실제적인 사용자의 힘 강도를 디스플레이 장치 상에서의 위치 정보로 대략 비례적으로 매핑시켜주는 영역으로써, 예를 들어 ± 128 의 정수 값으로 매핑될 수 있다.

[0081] 세 번째 영역인 한정 영역은 사용자의 힘 강도가 상대적으로 크더라도 출력 힘 강도(F')가 그다지 크지 않도록 제한하기 위한 영역이다. 도 18에서 매핑 함수는 원점에 대해 대칭인 형태를 갖고 있기 때문에 사용자의 힘 강도에 대해 양과 음의 방향으로 대칭적 출력을 유도할 수 있다.

[0082] 이와 같이, 본 발명에서의 매핑 함수는 예시적으로 도 17a 및 17b에 도시된 함수와, 도 18에 도시된 함수를 예시적으로 포함하지만 이에 국한되지는 않는다. 예를 들어, 본 발명의 매핑 함수는, 함수의 입력값을 축소 또는 제거하여 출력하는 저하 영역과, 함수의 입력값을 대략 비례되는 출력값으로 매핑하는 스케일링 영역과, 일정값 이상의 입력값에 대해 그 출력값을 제한하는 한정 영역 중에서 적어도 2개의 영역을 포함하여 이루어지도록 할 수도 있다. 이러한 관점에서, 도 17a 및 17b의 함수는 저하 영역과 스케일링 영역으로 이루어져 있다고 볼 수 있고, 도 18의 함수는 저하 영역, 스케일링 영역 및 한정 영역을 모두 포함하여 이루어져 있다고 볼 수 있다.

[0083] 도 19는 도 13a와 같이 사용자가 입력 디바이스(100)에 힘(또는 가속도)을 가하는 조건에서, 도 18과 같은 매핑 함수의 적용에 따른 출력 힘 강도(F')를 보여주는 도면이다. 이 중에서 첫 번째 영역(part 1)은 사용자가 입력 디바이스(100)를 가만히 들고 있는 상태이고, 두 번째 영역(part 2)는 적절한 힘을 가하는 상태이며, 세 번째 영역(part 3)은 강한 힘을 가하는 상태이다. 도 19를 참조하면 첫 번째 영역에서는 저하 기능(depression

function)을, 두번째 영역에서는 스케일링 기능(scaling function)을 세번째 영역에서는 한정 기능(limitation function)을 제공한다는 것을 확인할 수 있다.

- [0084] 도 20, 21 및 22는 상기 세 가지 영역을 각각 확대하여 도시한 도면들이다. 먼저, 도 20은 저하 영역에서의 입력 힘 강도(F)와 출력 힘 강도(F')의 관계를 보여준다. 저하 영역은 사용자가 입력 디바이스(100)를 가만히 들고 있는 경우이지만, 실제로 도 20에 도시되는 바와 같이 양음의 방향으로 불규칙한 파형을 나타낸다. 그러나, 도 18의 첫번째 영역(part 1)과 같은 매핑 함수에 의하여 이러한 불규칙한 파형은 일정 범위를 넘지 않도록 컷오프(cut-off)된다.
- [0085] 도 21은 스케일링 영역에서의 입력 힘 강도(F)와 출력 힘 강도(F')의 관계를 보여준다. 스케일링 영역은 사용자가 입력 디바이스(100)에 일정 범위 이내의 적절한 힘을 가한 경우이다. 따라서, 입력 힘 강도(F)와 출력 힘 강도(F')는 대체적으로 비례하는 형태를 보여준다. 도 21은 스케일링 인자를 1로 설정한 경우를 예로 든 것이지만, 적용되는 어플리케이션에 따라 스케일링 인자는 얼마든지 다른 값으로 설정될 수 있음은 물론이다.
- [0086] 도 22는 한정 영역에서의 입력 힘 강도(F)와 출력 힘 강도(F')의 관계를 보여준다. 한정 영역은 사용자가 입력 디바이스(100)에 강한 힘을 가한 경우이다. 일정 수치를 넘는 입력 힘 강도(F)는 도 18의 세번째 영역(part 3)과 같은 매핑 함수에 의하여 출력되는 힘 강도(F')가 최대 한계(도 20의 예에서는 ± 128)를 벗어나지 않도록 한정한다.
- [0087] 힘 강도는 이상에서 설명한 매핑 함수에 의해 ± 128 범위 혹은 ± 256 범위 내의 정수와 같이 정규화된 디지털 값으로 변환될 수 있다(물론 부동소수점(float) 타입의 디지털 값으로 변환될 수도 있다). 매핑 함수를 통하여 아날로그 값을 이러한 디지털 값으로 변환하게 되면, 잡음 감소 효과를 얻을 수 있다. 또한 일반적으로 가속도계를 사용하여 계산된 값들은 대부분 부동소수점 타입의 데이터이다.
- [0088] 예를 들어, IEEE754 정의에 의하면 단일 정확도 부동소수점(single precision float)은 4바이트, 이중 정확도 부동소수점(double precision float)은 8바이트가 사용된다. 이러한 부동소수점 타입의 데이터를 디지털화하여 정수 형태의 데이터(통상 1~2바이트)로 변환하게 되면 데이터 용량이 감소될 수 있으며, 따라서 통신상에서 전송해야 하는 데이터의 용량 또한 감소될 수 있다.
- [0089] 예를 들어 부동소수점 값 그대로 사용하는 경우, 각각의 축에 따른 부동소수점 타입의 데이터는 4바이트를 필요로 하고, 세 개의 축의 값을 모두 전송하게 되면 총 12바이트의 용량이 필요하다. 하지만 힘 강도를 ± 1024 로 매핑할 경우에는, 각각의 축에 대해 부호를 포함하여 11비트가 필요하고, 세 개의 축 모두에 대해서는 총 33비트가 필요하다. 이는 약 4바이트의 크기로서 아날로그 값을 그대로 사용하는 경우보다 1/3로 줄어든 결과이다.
- [0090] 한편, 힘 강도에 대한 매핑 함수의 한정(limitation) 범위를 조절함으로써, 디지털 값의 해상도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 가속도계 출력을 이용하여 계산된 입력 힘 강도(F)를 $0g \sim 1g$ 의 범위로 한정하고 ± 1024 로 디지털화하는 매핑 함수를 사용하면 약 $1mg$ ($1g/1024 \approx 1mg$)의 해상도가 제공된다. 만약, 입력 힘 강도(F)를 $0g \sim 2g$ 의 범위로 한정하고 이를 ± 1024 로 디지털화하는 매핑 함수를 사용하면, 약 $2mg$ 의 해상도가 제공되는 것이다. 이와 같이, 힘 강도에 대한 디지털화된 정보를 제공하는 매핑 함수는 설계자의 의도에 따라 필요한 해상도 조절을 가능하게 할 뿐 아니라, 적은 잡음과 함께 가벼운 데이터 통신을 가능하게 한다.
- [0091] 이상에서는 강도 계산부(170) 및 강도 매핑부(180)가 계산하고 매핑하는 대상이 힘 강도인 제1 실시예에 관하여 설명하였다. 그러나, 본 발명의 제2 실시예에 따르면, 강도 계산부(170) 및 강도 매핑부(170)는 회전 강도를 계산하고 매핑할 수도 있다.
- [0092] 회전 강도(rotation intensity)는 입력 디바이스(100)가 표현할 수 있는 다양한 회전성분을 의미한다. 힘 강도와 마찬가지로, 3차원 공간에서 자세각이 추정되면 각속도 센서(110)의 출력으로부터, 장치의 자세로부터 독립적인 좌표계에서의 회전성분, 예를 들어, 항법 프레임에서의 회전 강도(R_N)가 계산될 수 있다. 각속도 센서(110) 또는 필터부(130)의 출력은 몸체 프레임에서의 회전 각속도($\omega_x, \omega_y, \omega_z$)이다. 강도 계산부(170)는 이러한 회전 각속도를 시간에 대하여 적분하여, 몸체 프레임에서의 회전각 벡터(R_B), 즉 몸체 프레임에서의 회전 강도(R_B^x, R_B^y, R_B^z)를 구할 수 있는 것이다.
- [0093] 몸체 프레임에서의 회전 강도 벡터(R_B)를 항법 프레임에서의 회전 강도 벡터(R_N)으로 변환하는 변환식의 예는 다음의 수학적 식 10과 같다. 여기서, 회전 강도 벡터(R_N)는 회전 강도(R_N^x, R_N^y, R_N^z)로 구성되고, 변환 매트릭스(T_B

^N)는 자세각 측정부(160)에서 얻어진 자세각, 즉 ϕ , θ , ψ 의 조합으로 구성된다.

수학식 10

$$R_N = T_B^N R_B$$

$$\text{wherein, } T_B^N = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta)\sin(\phi) & \sin(\theta)\cos(\phi) \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta)\sin(\phi) & \cos(\theta)\cos(\phi) \end{bmatrix}$$

[0094]

[0095]

본 발명의 제2 실시예에 있어서, 강도 계산부(170)는 이와 같은 방법으로 디바이스의 자세로부터 독립적인 항법 프레임에서 회전 강도를 계산할 수 있다.

[0096]

강도 매핑부(180)는 강도 계산부(170)에서 구한 회전 강도(R_N)를 매핑 함수에 의하여 실제 출력되는 회전 강도(R_N')로 매핑한다. 이와 같은 매핑 과정은 제1 실시예에서와 마찬가지로 이루어질 수 있으므로 반복된 설명은 생략하기로 한다.

[0097]

마지막으로 도 2를 참조하면, 전송부(195)는 어플리케이션의 종류에 따라 강도 매핑부(180)로부터 출력되는 힘 강도 및/또는 회전 강도를 디스플레이 장치에 무선으로 전송한다. 물론, 디스플레이 장치가 입력 디바이스(100)와 일체로 구현된 경우에는 메인 프로세서에 상기 데이터를 전달하면 될 것이다. 상기 무선 전송은 블루투스, 적외선 통신, IEEE 802.11 무선랜 표준, IEEE 802.15.3 무선랜 표준 기타의 무선 통신 규약을 통하여 이루어질 수 있다.

[0098]

지금까지 도 2의 각 블록들은 메모리 상의 소정 영역에서 수행되는 태스크, 클래스, 서브 루틴, 프로세스, 오브젝트, 실행 쓰레드, 프로그램과 같은 소프트웨어(software)나, FPGA(field-programmable gate array)나 ASIC(application-specific integrated circuit)과 같은 하드웨어(hardware)로 구현될 수 있으며, 또한 상기 소프트웨어 및 하드웨어의 조합으로 이루어질 수도 있다. 또한, 각 블록들은 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 예들에서는 상기 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능하다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 그 블록들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0099]

이상과 같은, 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 디바이스(100)는 다음과 같은 몇가지 실질적인 잇점을 제공할 수 있다.

[0100]

1. 간결화된 시스템

[0101]

본 발명에 따른 입력 디바이스(100)는 수학식 7과 같은 가중평균의 개념과, 움직임 추정 함수, 매핑 함수 등을 사용할 수 있다. 따라서, 모델 기반의 필터링, 예를 들면, 선형 필터링(linear filtering), 칼만 필터링(Kalman filtering), 칼만 스무딩(Kalman smoothing), 확장 칼만 필터링(extended Kalman filtering), 상태-공간 추정(state-space estimation), 기대값 최대화(expectation-maximization) 등에 필요한 데이터의 샘플링을 위한 복잡한 연산과 그에 따른 초기화에 소요되는 시간이 요구되지 않는다.

[0102]

그와 함께 움직임 추정 함수 및 매핑 함수는 FFT(Fast Fourier Transform)와 같이 많은 리소스를 차지하는 매트릭스 연산과는 다르게 입력과 출력이 1:1로 대응되는 단순화된 함수의 형태를 취하고 있다. 따라서, 이러한 단순화된 함수를 이용함에 따라 연산시간과 리소스가 현저히 줄어들게 된다.

[0103]

2. 항법 프레임의 자세각 (attitude angle in navigation frame)

[0104]

입력 디바이스(100)는 몸체 프레임의 회전 및 가속도를 측정하여 항법 프레임의 자세 정보를 구한다. 이렇게 구해진 항법 프레임의 자세정보를 통해 위치정보(예: 포인터의 움직임)를 제어하기 때문에 몸체 프레임의 기울어짐에 상관없이 상기 위치정보가 구현될 수 있다. 또한 이러한 항법 프레임에서의 롤, 피치, 요 정보(자세각 정보)를 이용하여 전술한 바와 같이 사용자 패턴에 맞춘 움직임 구현, 직관적인 움직임 구현, 디스플레이 장치의 상태 제어 등의 다양한 응용이 가능하다. 그리고 제품 디자인에 있어서도 몸체 프레임의 회전방향에 대한 제한

이 없기 때문에 입력 디바이스(100)의 외관에 관한 다양한 디자인이 가능하게 된다.

[0105] **3. 움직임 검출(Movement measure)**

[0106] 기존 기술에서는 단순 정지만을 판단하는 데에 비하여, 입력 디바이스(100)에서는 움직임 측정 함수를 통하여 정지, 미세 움직임, 느린 움직임, 빠른 움직임 등의 다양한 움직임 검출이 가능하고, 이러한 다양한 형태의 움직임 검출을 통해 더욱 개선된 움직임을 구현할 수 있는 기초를 제공한다. 그리고 움직임 검출에 사용되는 움직임 추정 함수는 입력과 출력이 1:1로 대응하여 많은 리소스를 차지하지 않는다.

[0107] **4. 매핑(Mapping)**

[0108] 저하 영역, 스케일링 영역 및 한정 영역으로 구성된 매핑 함수는 사용자로 하여금 더욱 세밀하고 직관적인 움직임을 제공한다. 저하 영역을 통해 손 떨림과 같은 움직임이 제거되고, 스케일링 영역을 통해 미세 움직임이 구현될 수 있으며, 한정 영역을 통해 과도한 움직임의 제한이 가능하게 된다. 이러한 매핑 기능은 필요에 따라 원하는 영역의 값만을 취하는 것도 가능하다.

[0109] 또한 매핑 함수는 부동 소수점(float) 값을 정규화된 디지털 값으로 변환시켜줄 수도 있는데, 이러한 디지털화를 통해 잡음의 감소, 통신상의 전송 데이터 용량 감소 등의 디지털 신호가 갖는 장점들을 제공할 수 있다. 그리고 이때 사용되는 매핑 함수는 모델 기반의 필터링처럼 별도의 초기화 시간과 데이터의 샘플링이 요구하지 않고, 입력과 출력이 1:1로 대응되는 단순화된 함수이다.

[0110] **5. 가중평균을 통한 안정되고 정확한 움직임 구현(Stable and correct movement using weighted average)**

[0111] 입력 디바이스(100)에서는, 각속도계 출력과 가속도계 출력으로 구현한 각 정보를 바탕으로 가중평균을 구하기 때문에, 보다 안정되고 정확한 움직임의 구현이 가능하다. 각속도계만을 이용할 경우, 각속도를 적분하여 각도를 구현하는 과정에서 바이어스 변화에 의한 누적 오차가 발생하게 되고 이는 결국 각도의 발산을 일으키게 되는데, 이러한 문제를 해결하기 위한 다양한 종래의 기술들이 알려져 있다. 그러나, 이러한 종래의 기술들로는, 칼만 필터를 통해 바이어스를 추정하는 방법, 주파수 분석을 통해 디지털 필터를 사용하는 방법, 주어진 시간 및 임계값 등을 분석하여 바이어스를 추정하는 방법 등이 있다. 그러나, 이러한 종래의 기술들은 모두 시스템의 리소스를 과도하게 소모하고 많은 연산량을 요구하는 단점이 있다.

[0112] 이에 비하여, 입력 디바이스(100)의 경우, 각속도계와 함께 가속도계를 이용해 가중평균의 개념을 적용하기 때문에 가속도계에 의해 각도의 발산을 간단히 제한할 수 있다. 이로 인해 각속도계의 바이어스 추정 시에 사용되는 모델 또는 필터를 단순하게 구성할 수 있게 되고, 자세각 측정의 정확성을 향상시킬 수 있다. 이렇게 구해진 자세각을 통하여 보다 안정되고 정확한 움직임이 구현될 수 있는 것이다.

[0113] 또한, 입력 디바이스(100)에서는, 움직임 추정 함수에 의해 움직임이 검출되면, 검출된 움직임에 따라 각각의 가중치(수학식 7의 a_1 , a_2 , a_3)를 변경함으로써 사용자가 의도하는 다양한 움직임을 표현할 수 있다. 즉, 상황에 적합한 움직임 구현이 가능해진다는 의미이다.

[0114] **6. 시스템의 초기화 시간 단축(Reducing system initial time)**

[0115] 입력 디바이스(100)의 단순화된 시스템에 따르면, 디바이스의 초기화 시간을 단축시킬 수 있다. 그 대표적인 예로 전술한 가중평균의 개념을 들 수 있다. 각속도계만으로 각도를 구현할 경우, 누적오차를 최소화 하기 위해 칼만 필터링과 같은 별도의 필터링 기법이 요구된다. 상기 칼만 필터링의 경우 초기 바이어스 추정, 혹은 바이어스 세팅을 위한 초기화 단계가 필수적으로 요구된다.

[0116] 이에 반하여, 입력 디바이스(100)는 각속도계와 함께 가속도계 출력을 가지고 가중평균을 이용하여 각 정보를 구현함으로써, 이러한 초기화 단계 없이 정확한 각도를 구할 수 있게 된다. 즉, 시스템의 단순화를 추구하면서도 자세각 측정의 정확도를 향상시킬 수 있다.

[0117] 또한, 매핑 함수도 모델 기반 필터링과 다르게 1:1 대응을 위주로 하기 때문에 이러한 초기화 시간 단축에 일정 부분 기여를 하게 된다.

[0118] **7. 시스템의 전력소비 감소(Reducing power consumption)**

[0119] 입력 디바이스(100)의 단순화된 시스템에 따르면, 초기화 시간을 단축 및 연산량 감소를 기초로 하여, 소비전력의 감소를 추구할 수 있다. 시스템의 초기화 시간이 단축됨으로써, 크게는 동작모드, 저전력모드(power down mode), 꺼짐모드(power off mode) 등의 단순화된 작동모드를 가질 수 있다.

[0120] 종래의 기술들에서는 동작모드 진입을 위해 시스템을 안정화시키는 대기 모드(standby-mode)와 같은 임시 단계가 필요하였다. 하지만, 입력 디바이스(100)에서는 대기 모드와 같은 임시 단계가 필요하지 않기 때문에, 디바이스가 사용되지 않을 때에는 선택적으로 특정 구성요소에 제공되는 전원을 오프(off)시킬 수 있다. 따라서, 디바이스 전원의 온-오프가 용이하게 되면 소비전력을 더욱 감소시킬 수 있게 되는 것이다.

[0121] 8. 힘 강도(Force intensity)의 제공

[0122] 입력 디바이스(100)는 자세각과 함께 가속도와 관련된 정보로써 힘 강도를 제공한다. 가속도와 관련된 정보로 가속도계의 출력 값을 그대로 사용할 경우, 중력성분이 포함됨으로 인해 움직임에 따른 정확한 정보 구현이 어렵다. 또한 가속도계 출력에 대한 단순한 스케일링을 사용하게 되면 잡음의 증가를 초래하게 된다.

[0123] 본 발명의 입력 디바이스(100)에서, 강도 계산부(170)는 자세각 측정부(160)로부터 제공된 자세각과, 가속도 센서(120)의 출력 값을 바탕으로 항법 프레임 또는 요 드리프트 프레임 상에서의 힘 강도를 계산할 수 있다. 또한, 강도 매핑부(180)는 강도 계산부(170)에서 계산된 힘 강도를 매핑된 정보로 변환한다. 이러한 매핑에 의하여 입력 디바이스(100)의 사용자는 직관적이고 자연스러운 힘 감각을 느낄 수 있게 된다.

[0124] 또한, 입력 디바이스(100)는 자세각 측정부(160)로부터 구한 자세각 정보를 이용하여 중력성분을 제거하지 않은 힘 강도, 또는 중력성분을 제거한 힘 강도를 구할 수도 있다.

[0125] 9. 회전 강도(Rotation intensity)의 제공

[0126] 입력 디바이스(100)는 이상의 자세각, 힘 강도와 더불어 회전 강도라는 정보도 제공할 수 있다. 힘 강도가 선형 움직임에 대한 정보를 의미한다면, 회전 강도는 회전 움직임에 대한 정보를 의미한다.

[0127] 본 발명의 입력 디바이스(100)에서, 강도 계산부(170)는 자세각 측정부(160)로부터 제공된 자세각과, 각속도 센서(110)의 출력 값을 바탕으로 항법 프레임 상에서의 회전 강도를 계산할 수 있다. 또한, 강도 매핑부(180)는 강도 계산부(170)에서 계산된 회전 강도를 매핑된 정보로 변환한다. 이러한 매핑에 의하여 입력 디바이스(100)의 사용자는 직관적이고 자연스러운 회전 감각을 느낄 수 있게 된다.

[0128] 실제 사람의 움직임은 선형 움직임과 회전 움직임이 복합적으로 이루어지는데, 상기 힘 강도와 회전 강도를 복합적으로 응용하면 보다 개선되고 다양한 움직임의 표현이 가능하게 된다. 따라서 입력 디바이스(100)는 게임 입력장치와 같은 다른 어플리케이션에서 다양하게 응용될 수 있다.

[0129] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0130] 도 1은 특정 프레임에서 정의되는 3축 회전 방향을 도시한 도면.

[0131] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 입력 디바이스를 도시하는 블록도.

[0132] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 가속도계를 이용하여 물 값을 측정하는 방법을 나타내는 도면.

[0133] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 요각 측정 방법에서 피치 및 롤 값을 이용하여 요 값을 계산하는 방법을 나타내는 도면.

[0134] 도 5 내지 7은 수학적 식 5에 있어서 ω_x 를 이용한 경우와 이용하지 않은 경우를 비교한 도면들.

[0135] 도 8은 움직임 추정 함수를 이용하여 디바이스의 움직임을 추정하는 흐름도.

[0136] 도 9는 움직임 추정 함수의 예로서 사용된 중 형상 곡선을 보여주는 도면.

[0137] 도 10은 움직임 추정 함수의 예로서 사용된 지수 함수를 보여주는 도면.

[0138] 도 11은 몸체 프레임에서의 힘 강도 벡터를 항법 프레임의 각 평면 상에 투영시킨 도면.

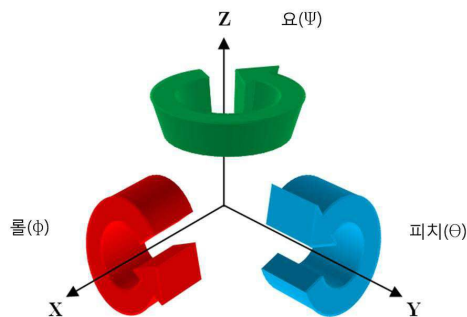
[0139] 도 12는 도 11에서 투영된 힘 성분을 자세각을 이용하여 항법 프레임의 성분으로 각각 분해한 도면.

[0140] 도 13a 및 13b는 몸체 프레임과 항법 프레임에서의 힘 강도의 차이를 보여주기 위한 도면들.

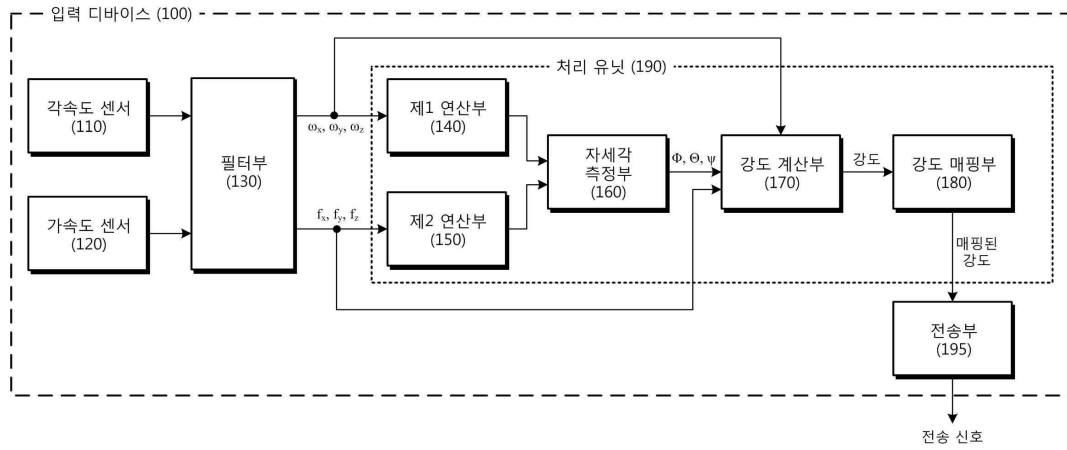
- [0141] 도 14는 도 13a와 같은 조건에서, 힘 강도의 결과를 보여주는 도면.
- [0142] 도 15 및 16은 도 13b와 같은 조건에서, 힘 강도의 결과를 보여주는 도면들.
- [0143] 도 17a, 17b 및 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 매핑 함수를 보여주는 도면들.
- [0144] 도 19는 도 13a와 같이 사용자가 입력 디바이스에 힘을 가하는 조건에서 도 18과 같은 매핑 함수의 적용에 따른 출력 힘 강도를 보여주는 도면.
- [0145] 도 20은 도 19에서 저하 영역을 확대하여 도시한 도면.
- [0146] 도 21은 도 19에서 스케일링 영역을 확대하여 도시한 도면.
- [0147] 도 22는 도 19에서 한정 영역을 확대하여 도시한 도면.
- [0148] (도면의 주요부분에 대한 부호 설명)
- [0149] 100: 입력 디바이스 110: 각속도 센서
- [0150] 120: 가속도 센서 130: 필터부
- [0151] 140: 제1 연산부 150: 제2 연산부
- [0152] 160: 자세각 측정부 170: 강도 계산부
- [0153] 180: 강도 매핑부 190: 처리 유닛
- [0154] 195: 전송부

도면

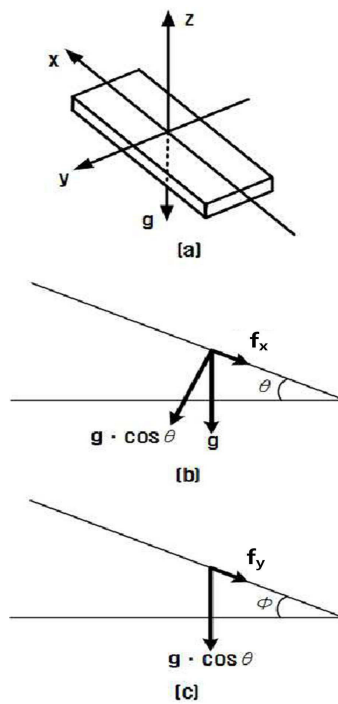
도면1



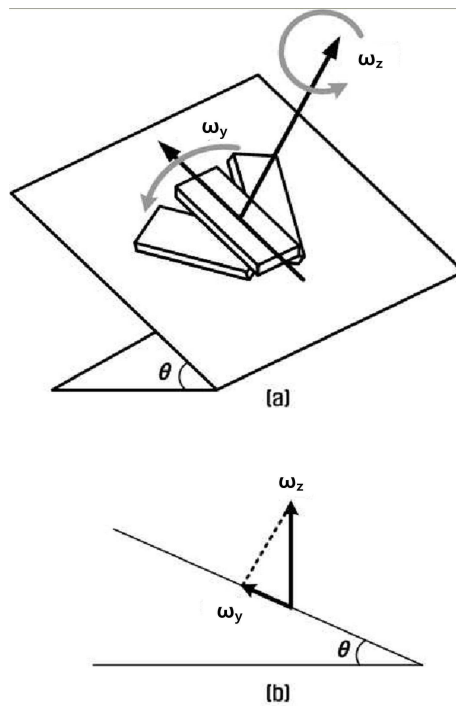
도면2



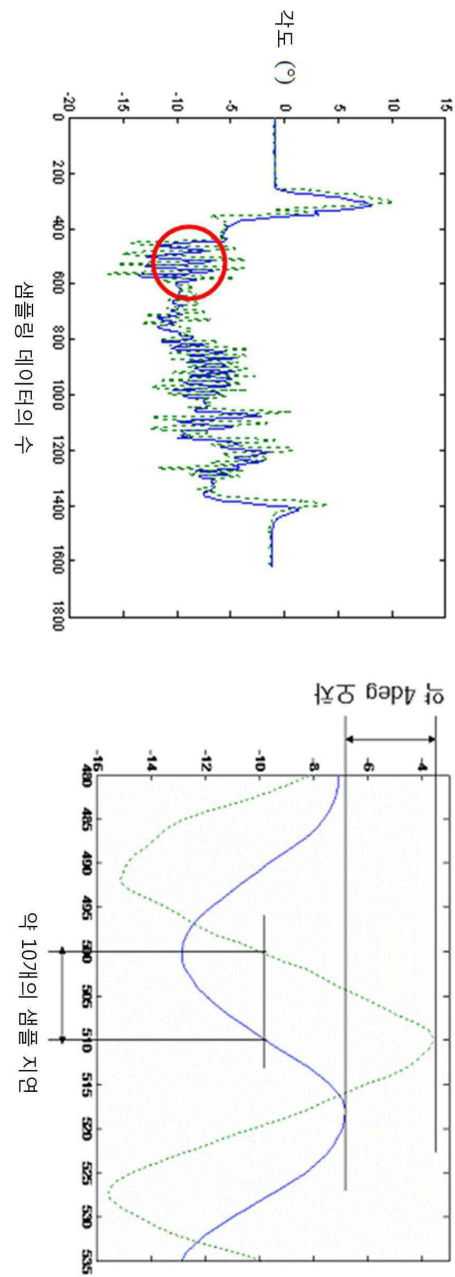
도면3



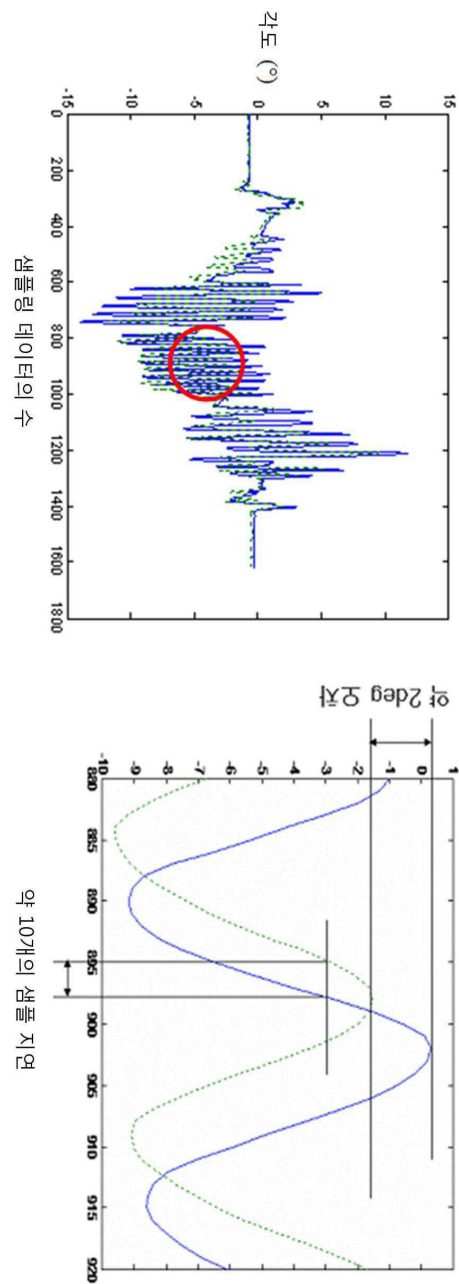
도면4



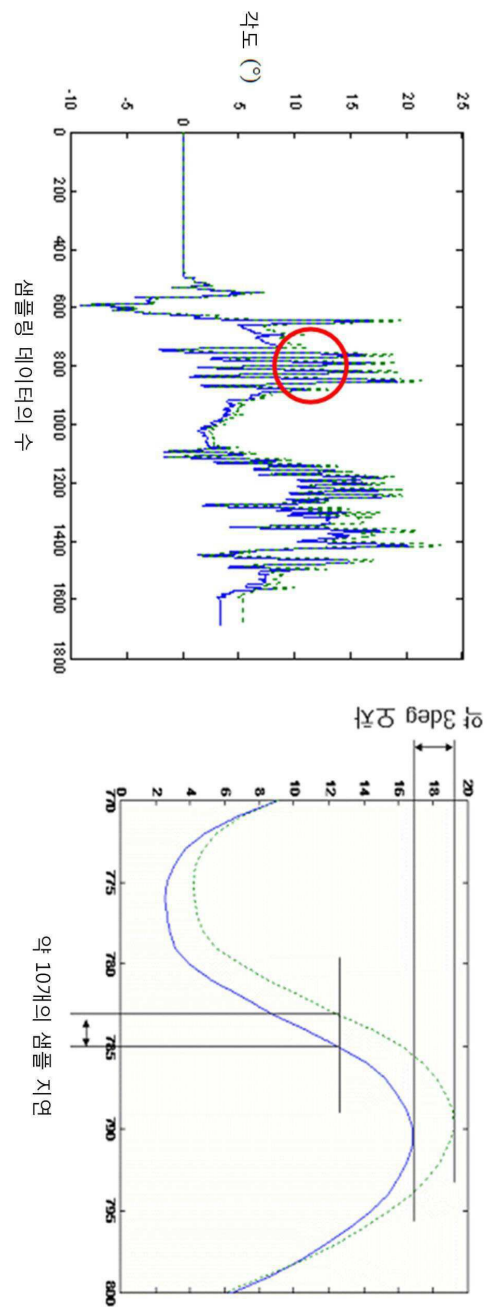
도면5



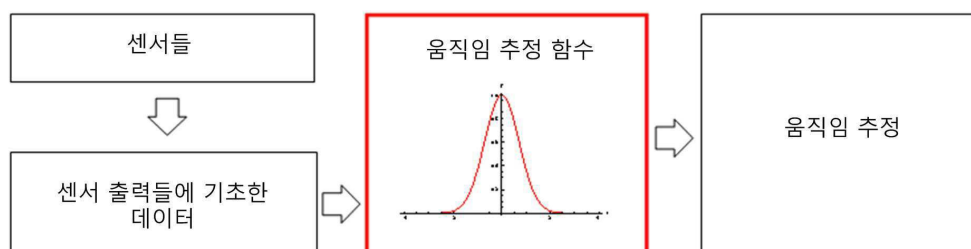
도면6



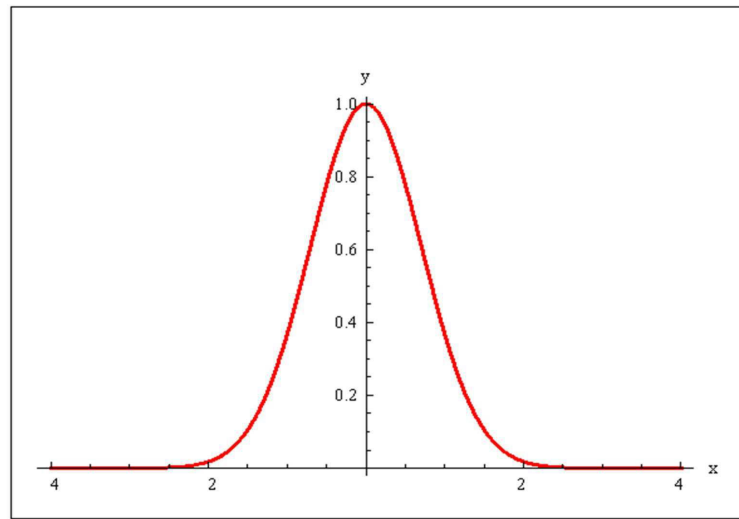
도면7



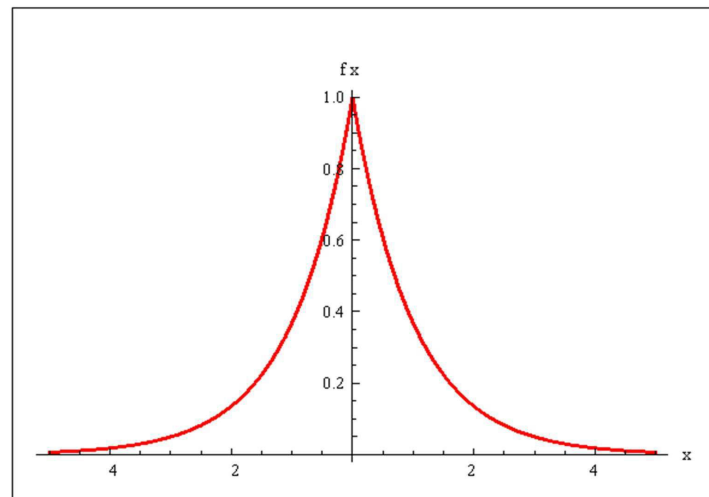
도면8



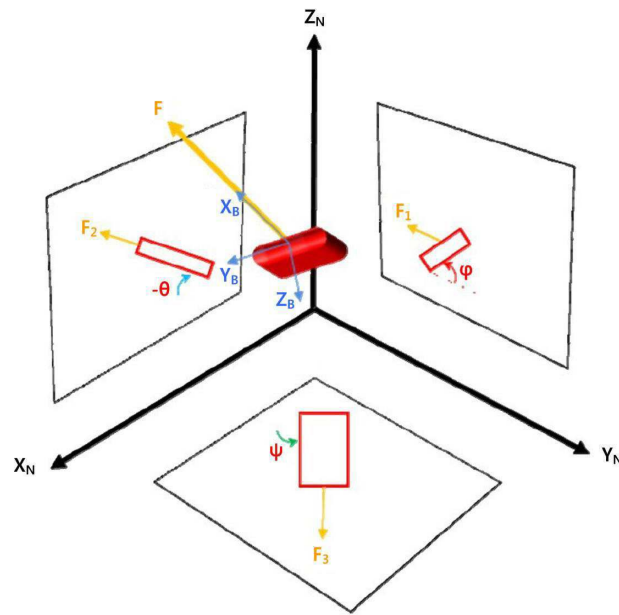
도면9



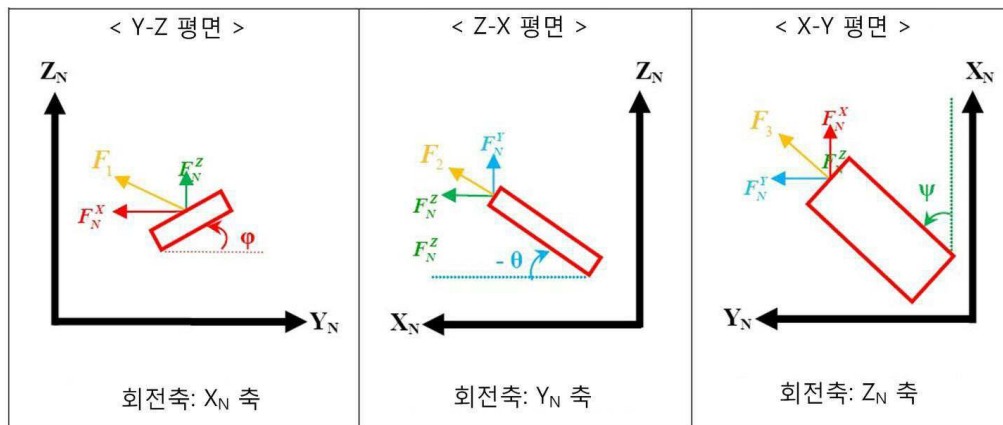
도면10



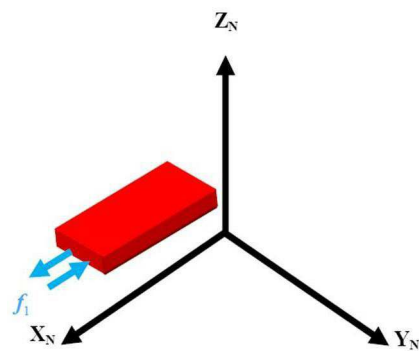
도면11



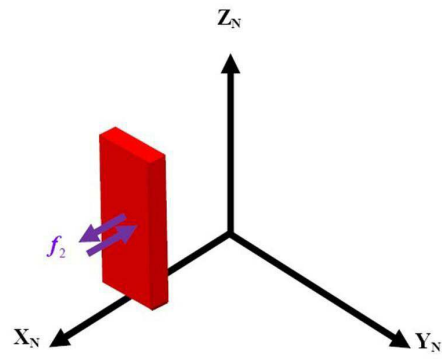
도면12



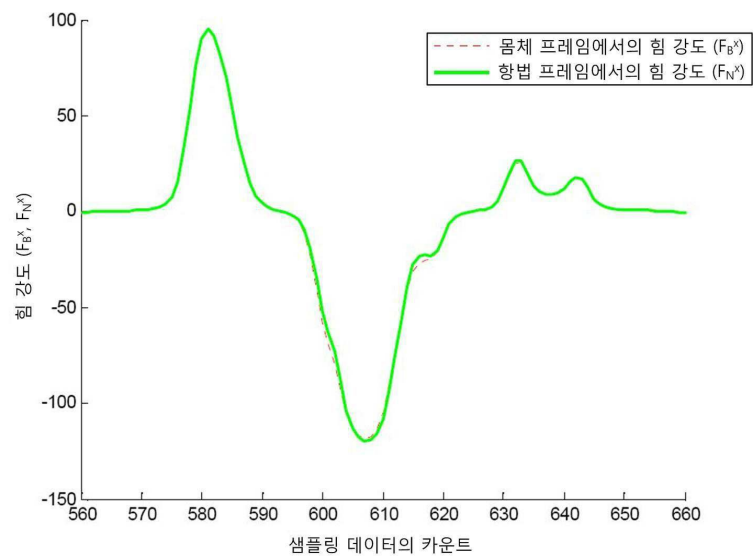
도면13a



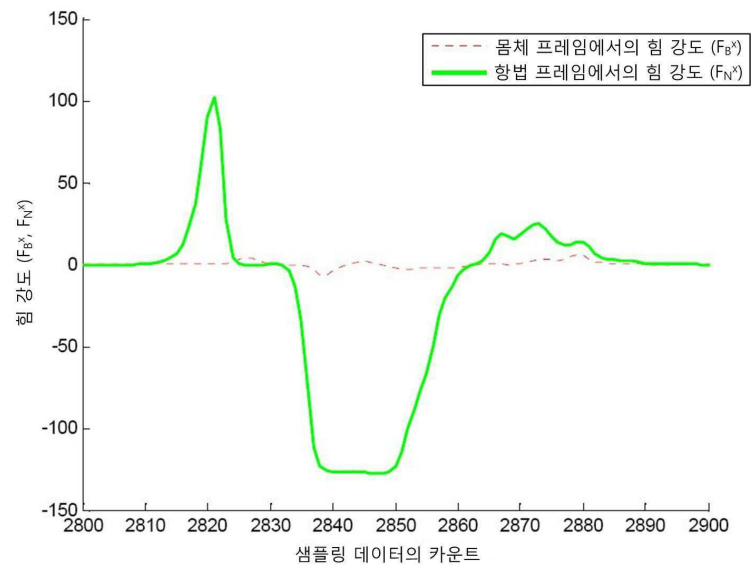
도면13b



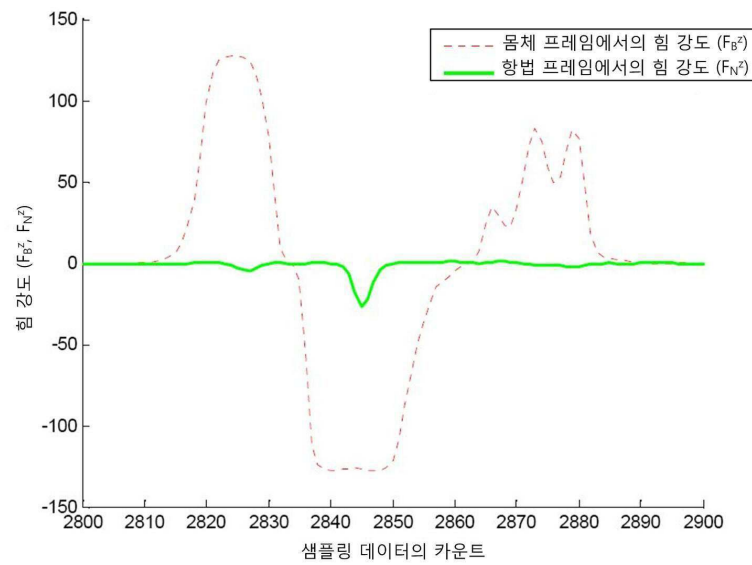
도면14



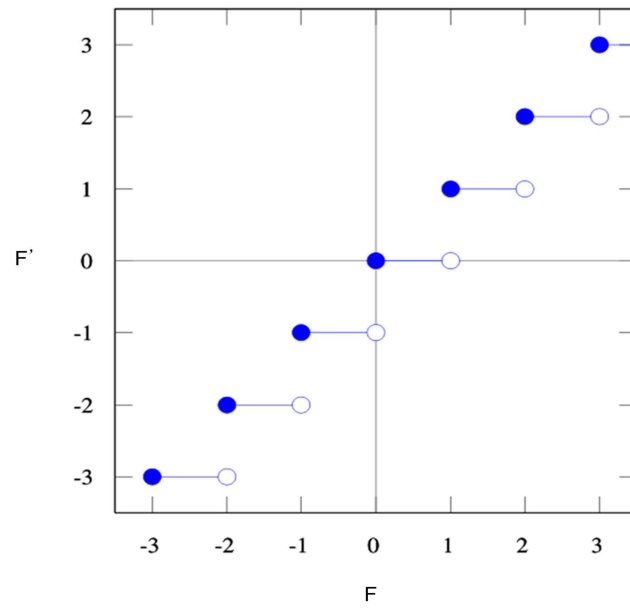
도면15



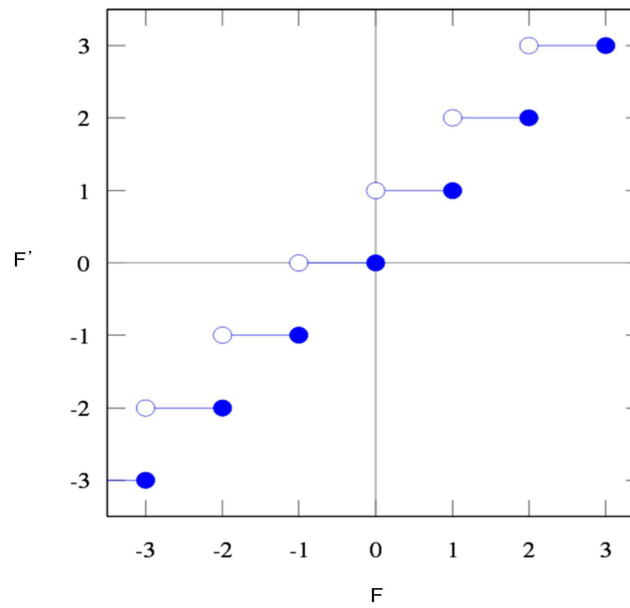
도면16



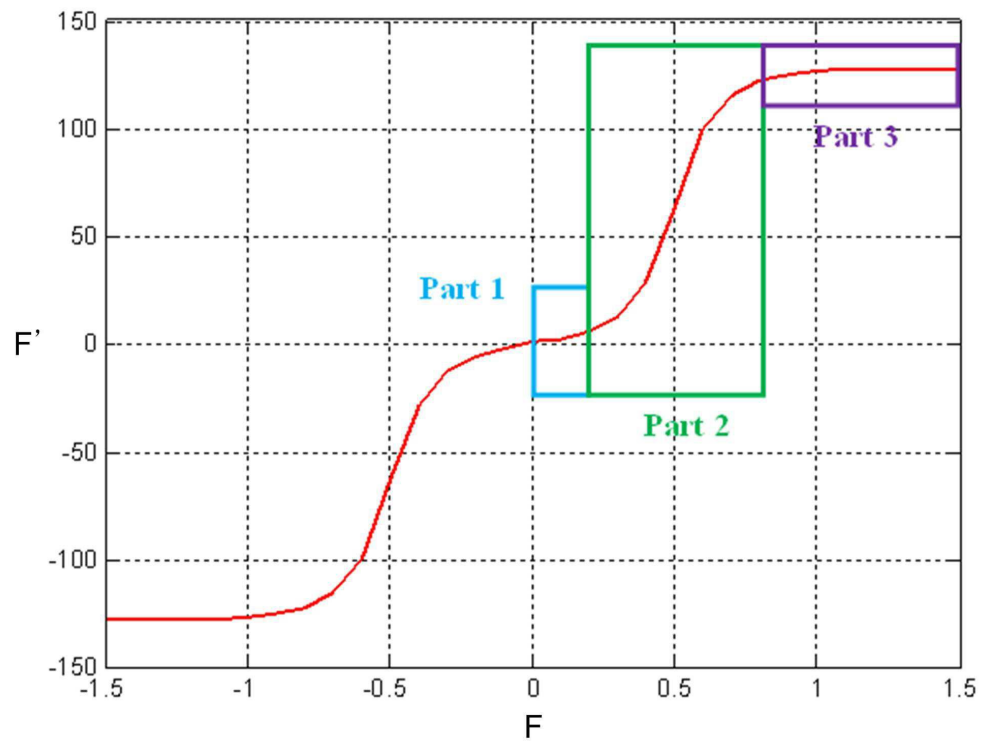
도면17a



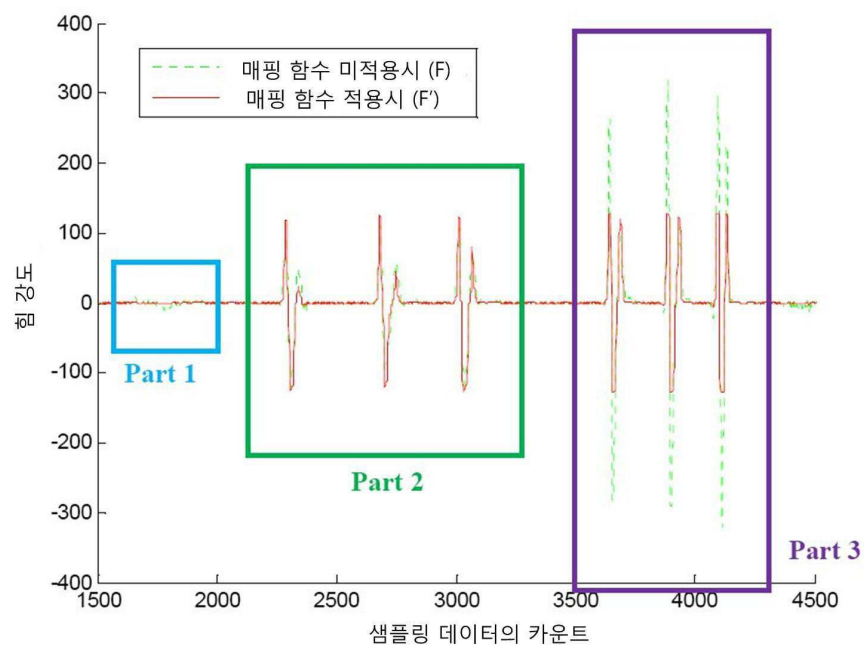
도면17b



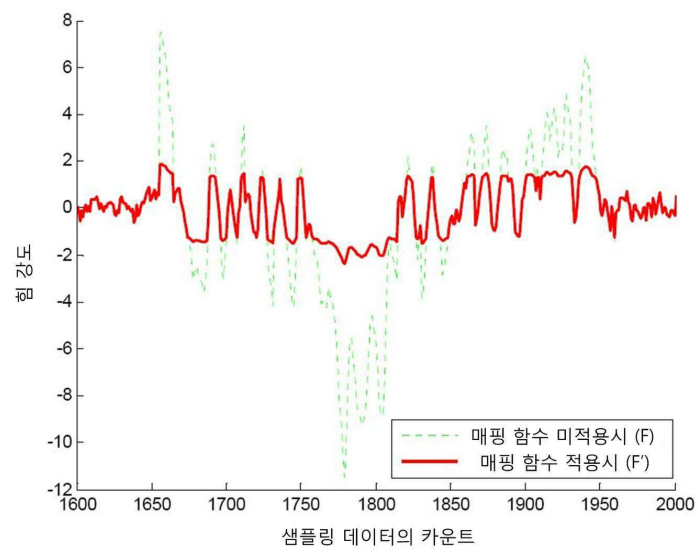
도면18



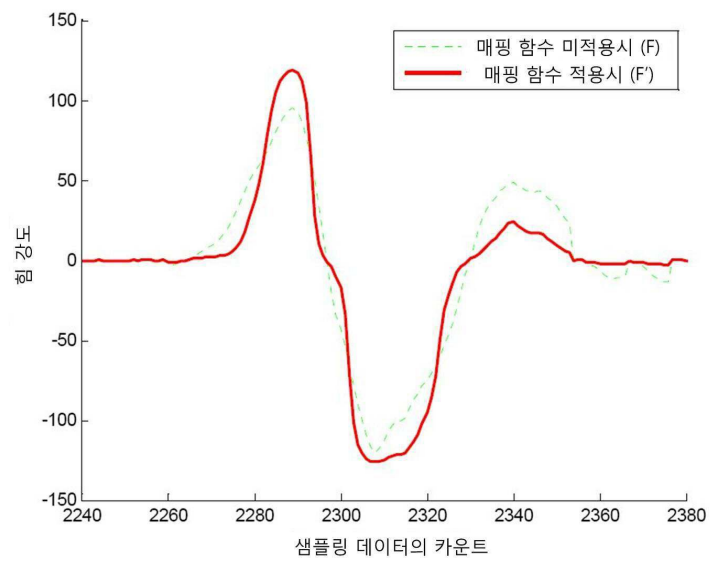
도면19



도면20



도면21



도면22

