(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월24일
(11) 등록번호 10-0977935
(24) 등록일자 2010년08월18일

(51) Int. Cl.
G01S 5/02 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2007-7022029
(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년03월28일
심사청구일자 2007년09월27일
(85) 번역문제출일자 2007년09월27일
(65) 공개번호 10-2007-0110107
(43) 공개일자 2007년11월15일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/306279
(87) 국제공개번호 WO 2006/104140
국제공개일자 2006년10월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2005-00093175 2005년03월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US20030191582 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
아사히 가세이 일렉트로닉스 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 간다 진보쵸 1쵸메 105반치
(72) 발명자
기따무라 도오루
일본 1008440 도꾜도 찌요다꾸 유우라꾸쪼 1쪼메 1반 2고
야마시따 마사야
일본 1008440 도꾜도 찌요다꾸 유우라꾸쪼 1쪼메 1반 2고
(74) 대리인
성재동, 장수길

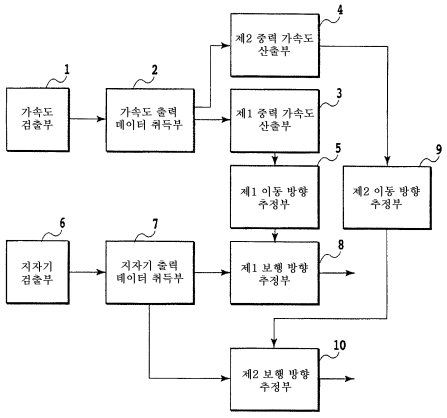
전체 청구항 수 : 총 8 항 심사관 : 장석환

(54) 진행 방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법

(57) 요 약

본 발명은, GPS를 이용할 수 없는 옥내나 고층 건축물 주변 등 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소에서 보행자용 네비게이션 장치로서 사용할 수 있는 진행 방향 계측 장치에 관한 것이다. 가속도 검출부(1)에서, 그 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 진행 방향 계측 장치의 3축 가속도를 검출하고, 가속도 출력 데이터 취득부(2)에서, 가속도 검출부(1)에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득한다. 제1 중력 가속도 산출부(3)에서, 보행자가 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 가속도 출력 데이터 취득부(2)에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하고, 제1 이동 방향 추정부(4)에서, 제1 중력 가속도 산출부(3)에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여 보행자의 이동 방향을 추정한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 수단과,

상기 제1 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보(步)의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 수단과,

지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과,

상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 장치.

청구항 2

가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈(norm)을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 수단과,

상기 제2 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과,

상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 장치.

청구항 4

가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 수단과,

상기 제1 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 수단과,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 수단과,

상기 제2 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과,

상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 수단과,

지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과,

상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 수단과,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 장치.

청구항 5

가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치에 있어서의 진행 방향 계측 방법이며,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 단계와,

상기 제1 중력 가속도 산출 단계에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 단계와,

상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 단계와,

상기 지자기 검출 단계에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 단계와,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 단계에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 단계에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 방법.

청구항 7

가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치에 있어서의 진행 방향 계측 방법이며,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 각각 산출하는 주파수 성분 산출 단계와,

상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 단계와,

상기 제2 중력 가속도 산출 단계에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 단계와,

상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 단계와,

상기 지자기 검출 단계에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 단계와,

상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 단계에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 단계에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 진행 방향 계측 방법.

청구항 9

삭제

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 진행 방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법에 관한 것으로, 더 상세하게는, 지자기 센서 및 가속도 센서를 탑재한 휴대 단말에 있어서, GPS(Grobal Positioning system ; 전 지구 측위 시스템)를 이용할 수 없는 옥내나 고층 건축물 주변 등 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소에서 보행자용 네비게이션 장치로서 사용할 수 있는 진행 방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 휴대 전화에 대표되는 GPS 기능을 구비한 소형의 휴대 단말이 활발하게 개발되고 있다. 이들 휴대 단말에서는, GPS 장치나 휴대 전화망에 의한 지도의 배신(配信)이나 표시 어플리케이션을 연동시켜 보행자용 네비게이션을 행하는 응용예가 있다.

[0003] 그러나, GPS를 이용한 측위에서는, 옥내 등의 GPS 신호가 매우 미약한 장소나, 건조물 주변 등의 보충 위성수를 확보할 수 없는 장소에서는 측위가 곤란하거나 혹은 정밀도가 악화되는 등의 문제점이 있다.

[0004] 현재 행해지고 있는 보행자용 네비게이션은 옥외에서의 서비스가 주류이지만, 백화점 안이나 지하 상가 등 옥내에서의 서비스가 절실히 요구되고 있어, IC 태그, 적외선, 전파, 초음파 등 다수의 옥내 측위 시스템이 연구되고 있다. 그러나, 옥내 측위 시스템은 모두 기반 정비가 필요하여 많은 비용과 시간이 걸린다.

[0005] 보행자용 네비게이션을 행할 수 있는 휴대 단말에는, 보행자의 진행 방향과 지도의 표시를 맞추기 위해, 지자기 센서가 탑재되어 있는 것이 있다. 또한, 휴대 단말의 자세를 검지하기 위해 가속도 센서도 함께 탑재되어 있는 것도 있다(임의의 자세에서 방위를 알기 위해서는 가속도 센서에 의해 자세를 아는 것이 필수임).

[0006] 이미 보행자용 네비게이션 장치에서 이용되고 있는 지자기 센서나 가속도 센서를 이용하여 자율 항법이 실현되면, 기반 기술의 정비를 하는 일없이, 또한, 휴대 단말에 새로운 부품을 탑재하는 일없이 옥내 등에서의 네비게이션이 가능하게 된다.

[0007] 지자기 센서나 가속도 센서를 이용한 자율 항법에 대해서는, 예를 들어, 특허 문헌 1 내지 3에 개시되어 있다.

[0008] 특허 문헌 1의 것은, GPS 신호를 수신할 수 없어도, 보행자의 이동 방위를 보다 정확하게 검출할 수 있고, 또한 보행 상태에 맞는 보폭으로 변경함으로써, 자율 항법(예를 들어, 걸음 수 × 보폭, 보폭의 수정 및 이동 방향을 검출하는 센서를 갖는 구성)에 의한 보행자의 위치 검출 정밀도를 높인 휴대용 위치 검출 장치에 관한 것으로, 이 휴대용 위치 검출 장치에서는, 보수계(步數計)를 이용하여「걸음 수 × 보폭」의 연산으로 이동 위치를 검출하고, 가속도 센서를 이용하여 1보당 보행 시간으로부터 보행 상태에 맞는 보폭으로 수정하고, 지자기 센서를 이용하여 이동 방향을 검출하는 것에 의해, 자율 항법으로 보행자의 이동 위치를 정밀도 좋게 검출하도록 한 것이다. 이것에 의해, GPS 위성 신호를 수신할 수 없는 숲 속이나 고층 빌딩의 곡간(谷間) 등에 위치하는 경우라도, 휴대용 위치 검출 장치를 휴대하고 있는 보행자의 위치를, 보폭의 정밀도를 높이면서 실용상 충분한 정밀도로 아는 것을 가능하게 한 것이다.

[0009] 또한, 특허 문헌 2의 것은, 옥내외를 이동하는 보행자의 보행 항행을 측정하는 보행 항행 장치에 관한 것으로, 이 보행 항행 장치는 컴퓨터를 구비하고, 이 컴퓨터에 접속된 입력 장치는 보행자의 허리에 장착되고, 보행자가 보행할 때, 전진 방향 가속도계 및 상방향 가속도계에 의해 전진 방향 및 상방향의 가속도가 검출되고, 컴퓨터에 구비되어 있는 CPU에 의해, 그들의 검출 결과로부터 교차 상관 함수를 산출하고, 미리 하드디스크(HD)에 기억되어 있는 수평 보행이나 상승 보행, 하강 보행의 교차 상관 함수와 비교하고, 어느 하나의 보행 행동을 판별하도록 한 것으로, 이것에 의해, 계단을 승강하는 고저차가 낮은 경로를 보행자가 걷는 것을 용이하게 알 수 있도록 한 것이다.

[0010] 또한, 특허 문헌 3의 것은, 보행에 의한 이동체의 이동에 있어서의 진행 방향의 검출을 행하는 보행 방향 검출 장치에 관한 것으로, 연직 방향의 가속도 성분의 변화가 극대를 나타냈을 때와 극소를 나타냈을 때와의 사이의 수평 방향의 가속도 성분의 변화가 극대를 나타낼 때의 수평 방향의 가속도 성분이 향하고 있는 방향으로부터 보행 방향을 추정한다.

[0011] 그러나, 상술한 특허 문헌 1 내지 3에 개시되어 있는 것은, 휴대 단말을 허리 등에 규정된 자세로 고정한 상태에서 사용하거나, 혹은 자세는 규정하지 않더라도 장착 후 교정(calibration)이 필요한 등, 사용자에게 일정한 제한을 부과하는 것으로, 사용 편의성이 결코 좋다고 할 수 있는 것은 아니었다.

[0012] 또한, 상술한 특허 문헌 3에 개시되어 있는 것은, 특정 기간에 취득된 가속도 측정치군 중 하나를 선별하여, 보행 방향의 추정에 이용하고 있지만, 가속도 측정치에는 보행 운동과는 관계가 없는 노이즈 성분이 혼입되기 쉽기 때문에, 정밀도가 좋은 보행 방향의 추정은 어렵다. 노이즈로서는 예를 들어, 센서 시스템과 보행자의 옷이 닿는 것만으로, 큰 펄스 상의 가속도가 측정된다.

[0013] 따라서, 네비게이션 중의 휴대 단말의 보유 지지의 방법이 자유롭고, 보행자(사용자)에게 스트레스를 부여하는 일이 없는 보행자용 네비게이션을 가능하게 하는 것이 요망되고 있다.

[0014] 본 발명은 이와 같은 상황에 비추어 이루어진 것으로, 그 목적으로 하는 바는, GPS를 이용할 수 없는 옥내나 고층 건축물 주변 등 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소에서 보행자용 네비게이션 장치로서 사용할 수 있는 진행

방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법을 제공하는 것에 있다.

[0015] 특허 문헌 1 : 일본 특허 공개 제2000-97722호 공보

[0016] 특허 문헌 2 : 일본 특허 공개 제2002-139340호 공보

[0017] 특허 문헌 3 : 일본 특허 공개 제2003-302419호 공보

발명의 상세한 설명

[0018] 본 발명은 이와 같은 목적을 달성하기 위해 이루어진 것으로, 청구항 1에 기재된 발명은, 가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 수단과, 상기 제1 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 수단과, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과, 상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

[0019] 삭제

[0020] 또한, 청구항 2에 기재된 발명은, 가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈(norm)을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 수단과, 상기 제2 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 청구항 3에 기재된 발명은, 청구항 2에 기재된 발명에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과, 상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 청구항 4에 기재된 발명은, 가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치이며, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 수단과,

상기 제1 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 수단과, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 수단과, 상기 제2 중력 가속도 산출 수단에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 수단과, 상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 수단과, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 수단과, 상기 지자기 검출 수단에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 수단과, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 수단과, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 수단에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 청구항 5에 기재된 발명은, 가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치에 있어서의 진행 방향 계측 방법이며, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 제1 중력 가속도 산출 단계와, 상기 제1 중력 가속도 산출 단계에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 단계와, 상기 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제1 이동 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 청구항 6에 기재된 발명은, 청구항 5에 기재된 발명에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 단계와, 상기 지자기 검출 단계에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 단계와, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 단계에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 상기 제1 이동 방향 추정 단계에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제1 보행 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 청구항 7에 기재된 발명은, 가속도를 검출하는 3축의 가속도 검출 수단과, 상기 가속도 검출 수단에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 가속도 출력 데이터 취득 수단을 구비한 진행 방향 계측 장치에 있어서의 진행 방향 계측 방법이며, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈을 계산하고, 상기 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 상기 가속도 출력 데이터 취득 수단에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 각각 산출하는 주파수 성분 산출 단계와, 상기 각 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 제2 중력 가속도 산출 단계와, 상기 제2 중력 가속도 산출 단계에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 상기 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 산출하는 주파수 성분 산출 단계와, 상기 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 상기 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 상기 보행자의 이동 방향을 추정하는 제2 이동 방향 추정 단계를 갖는 것을

특징으로 한다.

[0026] 또한, 청구항 8에 기재된 발명은, 청구항 7에 기재된 발명에 있어서, 지자기를 검출하는 3축의 지자기 검출 단계와, 상기 지자기 검출 단계에 의해 검출된 상기 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 지자기 출력 데이터 취득 단계와, 상기 보행자가 상기 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서 보행하고 있는 경우에, 상기 지자기 출력 데이터 취득 단계에 의해 취득된 상기 스윙의 최하점에 있을 때의 지자기 데이터와, 상기 제2 이동 방향 추정 단계에 의해 추정된 상기 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 상기 보행자의 보행 방향을 추정하는 제2 보행 방향 추정 단계를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0027] 본 발명에 따르면, GPS를 이용할 수 없는 옥내나 고층 건축물 주변 등 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소에서 보행자용 네비게이션 장치로서 사용할 수 있는 진행 방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법을 제공하는 것에 의해, 지자기 센서와 가속도 센서를 구비한 휴대 단말에서 보행자용의 자율 항법을 실현하고, 사용자에게 스트레스를 주지 않는 보행자용 네비게이션 장치 및 네비게이션 방법을 실현할 수 있다.

실 시 예

[0041] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

[0042] 도1은 본 발명에 관한 진행 방향 계측 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 구성도이고, 도면 중 부호 1은 3축의 가속도 검출부, 2는 가속도 출력 데이터 취득부, 3은 제1 중력 가속도 산출부, 4는 제2 중력 가속도 산출부, 5는 제1 이동 방향 추정부, 6은 3축의 지자기 검출부, 7은 지자기 출력 데이터 취득부, 8은 제1 보행 방향 추정부, 9는 제2 이동 방향 추정부, 10은 제2 보행 방향 추정부를 나타내고 있다.

[0043] 3축의 가속도 검출부(1)는 보행자가 보유 지지하고 있고, 그 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 진행 방향 계측 장치의 3축의 가속도를 검출하는 것이고, 가속도 출력 데이터 취득부(2)는, 3축의 가속도 검출부(1)에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 가속도 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 것이다.

[0044] 또한, 제1 중력 가속도 산출부(3)는, 보행자가 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 가속도 출력 데이터 취득부(2)에 의해 취득된 몇 걸음분의 기간의 가속도 데이터군을 평균하는 것에 의해 중력 가속도를 산출하는 것이다.

[0045] 또한, 제2 중력 가속도 산출부(4)는, 보행자가 진행 방향 계측 장치를 보유 지지하고, 스윙하면서(팔을 몸의 횡으로 흔들면서) 보행하고 있는 경우에, 가속도 출력 데이터 취득부(2)에 의해 취득된 각 가속도 데이터의 놈을 계산하고, 이 계산된 가속도 놈 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분과, 가속도 출력 데이터 취득부(2)에 의해 취득된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 스윙의 최하점에 있을 때의 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 중력 가속도의 방향을 산출하는 것이다.

[0046] 또한, 제1 이동 방향 추정부(5)는, 제1 중력 가속도 산출부(3)에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 가속도 데이터군의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 보행자의 이동 방향을 추정하는 것이다.

[0047] 또한, 3축의 지자기 검출부(6)는 보행자가 보유 지지하고 있고, 그 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 진행 방향 계측 장치의 지자기를 검출하는 것이고, 지자기 출력 데이터 취득부(7)는, 3축의 지자기 검출부(6)에 의해 검출된 보행자의 보행에 수반하여 변화하는 3축 지자기 출력 데이터를 소정 횟수 이상 반복하여 취득하는 것이다.

[0048] 또한, 제1 보행 방향 추정부(8)는, 보행자가 진행 방향 계측 장치를 대략 고정한 자세로 보유 지지하여 보행하고 있는 경우에, 지자기 출력 데이터 취득부(7)에 의해 취득된 지자기 데이터군과, 제1 이동 방향 추정부(5)에 의해 추정된 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 보행자의 보행 방향을 추정하는 것이다.

[0049] 또한, 제2 이동 방향 추정부(9)는, 제2 중력 가속도 산출부(4)에 의해 산출된 중력 가속도에 직교하는 평면 상에 투영된 가속도 데이터군의 2보의 기간에 상당하는 주파수 성분을 기초로 하여, 팔이 최하점에 있을 때의 진행 방향 계측 장치에 부수되는 단말 좌표계로부터 본 보행자의 이동 방향을 추정하는 것이다.

[0050] 또한, 제2 보행 방향 추정부(10)는, 보행자가 진행 방향 계측 장치를 손에 보유 지지하고, 팔을 몸의 횡으로 흔들면서 보행하고 있는 경우에, 지자기 출력 데이터 취득부(7)에 의해 취득된 팔이 최하점에 있을 때의 지자기

데이터와, 제2 이동 방향 추정부(9)에 의해 추정된 보행자의 이동 방향을 기초로 하여, 지상 좌표계에 대한 보행자의 보행 방향을 추정하는 것이다.

[0051] 또한, 본 발명의 진행 방향 계측 장치는, 제1 보행 방향 추정부(8)와 제2 보행 방향 추정부(10)의 기능을 구비할 수 있다.

[0052] 도2는 지자기 센서와 가속도 센서를 구비한 휴대 단말을 이용하여 자율 항법을 실현하기 위한 진행 방향 계측 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 나타내는 도면이다.

[0053] 우선, 휴대 단말에 탑재된 지자기 센서와 가속도 센서로 보행 중의 지자기 및 가속도를 검출한다(S1). 통상, 보행 방향을 추정하는 알고리즘은 휴대 단말의 휴대 상태에 따라 다르다. 휴대 단말의 휴대 상태라 함은, 예를 들어, 보행자가 네비게이션 중에 지도가 표시된 화면을 보면서 보행하고 있는 경우나 휴대 단말을 가슴의 포켓에 넣어 보행하고 있는 경우와 같이, 휴대 단말의 보행 중인 자세가 대략 일정한 상태나, 손으로 보유 지지되고 있지만 팔은 몸의 횡으로 스윙되고 있는 상태나, 휴대 단말이 가방 안에 들어 있는 경우 등 다양한 상태를 생각할 수 있다.

[0054] 다음에, 취득된 일련의 가속도 데이터군을 기초로 하여, 휴대 단말의 자세각을 계산한다(S2). 보행자가 지도 화면을 보면서 보행하고 있는 경우에도, 화면을 세워서 보는 경우도 있고, 수평으로 보는 경우도 있다. 자세각이 다르면, 단말에 고정된 좌표계에서 측정되는 지자기 및 가속도의 측정치는 다르다. 도3은 보행자 좌표계와 절대 지상 좌표계의 관계를 나타내는 도면이다. 자세각은, 통상, 도3에 도시하는 바와 같은 중력과 지자기에 의해 구성되는 좌표계[절대 지상 좌표계 ; 남북 방향을 x축(북향을 플러스), 동서 방향을 y축(서향을 플러스), 연직 방향을 z축(상향을 플러스)으로 하는 좌표계로 정의함]에 대한 자세를 말하지만, 엄밀하게 말하면, 휴대 단말의 휴대 상태에 따라서 정의가 다르다. 예를 들어, 보행자가 지도 화면을 보면서 보행할 때와 같이 휴대 단말이 대략 고정되어 있는 경우에는, 자세의 변화가 없으므로 자세각의 정의는 단순하지만, 손에 들고 몸의 횡으로 스윙시키고 있는 경우에는 시시각각으로 자세가 변화되고 있기 때문에, 특정의 시점에서의 자세로 정의한다. 특정의 시점이라 함은, 예를 들어, 팔이 최하점을 통과하는 순간으로 하면 된다.

[0055] 다음에, 보행 방향의 계산을 행한다(S3). 자세가 추정된 후, 언제나 동일한 자세에서의 측정치를 평가할 수 있도록, 취득된 일련의 지자기 데이터군 및 가속도 데이터군을 절대 지상 좌표계에서의 측정치로 변환한다(이하, 변환 후 측정치라 함 ; S31).

[0056] 휴대 단말의 보행 휴대 상태마다 준비된 알고리즘을 기초로 하여, 변환 후의 지자기 측정치 및 변환 후의 가속도 측정치가 처리되고, 보행자의 진행 방향이 계산된다(S32).

[0057] 또한 예를 들어, 걸음 수와 보폭을 곱하는 것에 의해 보행 거리를 계산하고, 보행 방향과 조합하면 상대 이동 위치를 알 수 있어, 자율 항법이 가능하게 된다.

[0058] GPS를 탑재한 보행자용 네비게이션 장치이면, GPS에 의한 측위가 성공했을 때에는, GPS로부터 얻어진 정보를 기초로 하여 현재 위치를 갱신하고, GPS에 의한 측위가 행해지고 있지 않을 때에는, 자율 항법에 의해 현재 위치를 수정하는 것에 의해, 보다 미세하게 현재 위치를 수정할 수 있을 뿐만 아니라, 옥내나 건축물 주변 등의 GPS 신호를 수신할 수 없는 장소나, 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소라도 네비게이션을 계속할 수 있도록 된다.

[0059] 보행자가, 보행자용 네비게이션 장치를 이용하여 보행하는 경우, 휴대 단말을 손에 보유 지지하여 휴대 단말에 표시된 지도를 확인하면서 보행하거나, 확인 후 목표로 되는 지점까지는 휴대 단말을 손에 보유 지지하여 팔을 스윙시키면서 보행한다는 2개의 휴대 단말의 휴대 상태가 지배적이라고 생각된다. 따라서, 상술한 2개의 휴대 단말의 휴대 상태에서, 진행 방향을 추정할 수 있으면, 보행 중의 상당한 시간에서 자율 항법을 실현할 수 있다.

[0060] 이하, 상술한 2개의 상황, 즉, 1) 휴대 단말을 손으로 보유 지지하는 등 하여, 대략 자세 고정으로 보행하는 경우, 2) 휴대 단말을 손으로 보유 지지하고, 팔을 스윙시키면서 보행하는 경우의 보행 방향의 추정 방법에 대해 설명한다.

[0061] <대략 자세 고정으로 보행하는 경우>

[0062] 보행자의 진행 방향을 x축, 진행 방향에 직교하는 수평면 내의 축을 y축, 연직 방향을 z축으로 하는 보행자에 고정된 3축 직교 좌표계에 대해 설명한다. 이 보행자에 고정된 3축 직교 좌표계를, 이하, 보행자 좌표계라 한다. 휴대 단말은, 보행자 좌표계에 대해 임의의 자세로 고정된다. 휴대 단말의 좌표계(즉, 지자기 센서 및 가속도 센서의 측정축으로 이루어지는 좌표계)를, 이하, 단말 좌표계라 한다. 도4는 단말 좌표계와 절대 지상 좌

표계와의 관계를 나타낸 도면으로, 도면 중 부호 11은 3축 지자기 센서, 12는 3축 가속도 센서, 13은 네비게이션 장치를 나타내고 있다.

[0063] 이하에, 보행자 좌표계로부터 본 가속도에 대해 설명한다.

[0064] 도5A 내지 도5D는 휴대 단말을 대략 자세 고정하고 있는 경우의 보행자의 보행 이미지를 도시하는 도면이고, 단말 좌표계와 보행자 좌표계의 관계는 보행 중에는 대체로 변하지 않는다. 통상의 보행 중, 보행자 좌표계에서는, 운동 가속도는 대략 다음과 같이 측정된다. 즉, 지배적인 가속도는 연직 방향(z축)의 가속도로, 1보에 걸리는 시간을 1주기로 하는 주기 데이터로서 관측된다(도7의 Zamp 참조). 진행 방향(x축)의 가속도도 1보마다 가속 방향과 감속 방향이 존재하고, 1보를 1주기로 하는 주기 데이터로서 관측된다(도7의 Xamp 참조). 진행 방향의 가속도와 연직 방향의 가속도의 1보를 주기로 하는 성분은, 실험적으로 대략 90도 정도의 위상차가 존재하는 것을 알고 있다. 횡방향(y축)의 가속도는 1보마다 반대로 흔들리고, 이 때문에 2보를 1주기로 하는 주기 데이터로서 관측된다(도7의 Yamp 참조). 횡방향의 가속도의 1보를 주기로 하는 성분은 작다. 보행자 좌표계와 단말 좌표계를 대략 일치시켜 보행했을 때(도5D의 자세를 보유 지지하여 보행한 경우)에 단말 좌표계에서 측정된 각 방향(연직 방향, 진행 방향, 횡방향)에 있어서의 가속도의 주파수 스펙트럼은 도7에 나타나 있다.

[0065] 다음에, 단말 좌표계로부터 본 보행자의 진행 방향에 대해 설명한다.

[0066] 단말 좌표계에서, 측정된 가속도의 1보를 주기로 하는 주파수 성분 중 연직 방향 성분을 제거할 수 있으면, 남은 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 가장 강한 방향이 보행자의 단말 좌표계로부터 본 진행 방향(이 시점에서는 동선은 알지만 전후는 아직 불명)으로 된다. 또한 연직 방향의 가속도의 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상과 연직 방향 이외의 가속도(즉, 진행 방향의 가속도)의 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상을 비교하는 것에 의해 배향(동선 상의 전후)을 알 수 있다. 보행자용 네비게이션에서 사용할 때에는, 단말 좌표계로부터 본 진행 방향을 절대 지상 좌표계로부터 본 방향으로 변환하는 것에 의해, 보행자의 보행 방향을 산출한다.

[0067] 다음에, 절대 지상 좌표계에 대한 단말 좌표계의 자세각에 대해 설명한다.

[0068] 단말 좌표계에서 측정된 가속도로부터, 연직 방향 성분을 제거하기 위해서는, 단말 좌표계로부터 본 연직 방향을 알아야만 한다. 또한, 보행자용 네비게이션을 실현하기 위해서는, 절대 지상 좌표계로부터 본 방향을 알아야만 한다. 즉, 절대 지상 좌표계에 대한 단말 좌표계의 관계, 즉, 자세각이 필요로 된다.

[0069] 다음에, 자세각의 계산에 대해 설명한다.

[0070] 절대 지상 좌표계에 대한 단말 좌표계의 자세각은, 이하와 같이 하여 구해진다. 즉, 보행자가 안정적으로 직선상을 보행하고 있으면, 1보 걷는 동안에 속도의 증감은 있지만, 1보마다의 평균 속도는 변화되지 않는다. 또한, 휴대 단말은, 대략 자세 일정하다고 가정하고 있기 때문에, 단말 좌표계에서 측정된 가속도 중 운동 가속도(측정되는 전체 가속도로부터 중력 가속도를 뺀 것)의 1보만큼의 가속도의 적분치는 0으로 된다(왜냐하면, 0이 아니면 1보마다 보행 속도가 변화하는 것이 됨). 즉, 단말 좌표계에서 측정된 전체 가속도(중력 가속도 + 운동 가속도)를 1보만큼 적분하면 중력 가속도만이 남는다. 이와 같이 하여 얻어진 중력 가속도(G)와 지자기(M)로부터, 휴대 단말의 자세를 계산할 수 있다. 지자기(M)는, 직선 상을 걷는 동안은 거의 변화되지 않는다고 가정할 수 있으므로, 적당한 시점에서의 측정치를 대표시켜도 좋고, 특정 기간의 평균치를 사용해도 좋다. 절대 지상 좌표계로부터 본 단말 좌표계의 x, y, z 좌표축을 나타내는 단위 벡터 e_x, e_y, e_z는,

[0071] [수1]

[0072] $$Z = [e_x \quad e_y \quad e_z] = \left[\frac{G \times M \times G}{|M| \cdot |G|^2} \quad \frac{M \times G}{|M| \cdot |G|} \quad \frac{-G}{|G|} \right]$$

[0073] 로 된다.

[0074] 다음에, 보행 방향의 계산에 대해 설명한다.

[0075] 자세를 구한 후, 단말 좌표계에서 측정된 가속도를 절대 지상 좌표계에서 측정된 값으로 좌표 변화한다. 단말 좌표계에서 측정된 값(x_u)은, 다음 식에서 절대 지상 좌표계에서의 측정치(x_g)로 변환된다. 즉

[0076] [수2]

[0077] $$x_g = Z^T x_U$$

[0078] 좌표 변환된 가속도의 Z 성분이 연직 방향의 가속도로 된다. 좌표 변환된 가속도의 X, Y 성분의 1보를 주기로 하는 주파수 성분을 계산하면, 진폭의 비로 나타내는 방향이 보행자의 보행 방향(동선)으로 된다. 또한, 좌표 변환된 가속도의 Z 성분의 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상과, X, Y 성분의 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상을 비교하는 것에 의해, 보행자의 보행하는 방향을 알 수 있다. 절대 지상 좌표계로 변환된 가속도(a_g)에 푸리에 변환을 실시하고, 얻어진 1보만큼의 기간에 상당하는 주파수 성분의 진폭을 A_x, A_y, A_z 위상을 Φ_x, Φ_y, Φ_z로 하면, 진행 방향(Θ_d)은,

[0079] [수3]

[0080] $$\theta_d = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{\mathrm{sgn}(\varphi_y - \varphi_z - \pi).A_y}{\mathrm{sgn}(\varphi_x - \varphi_z - \pi)A_x}\right)$$

[0081] 로 계산된다.

[0082] 상술한 방법은, 적어도 1보만큼의 기간의 측정치군으로부터 계산되는, 진폭, 및 위상을 이용하여 진행 방향을 추정하기 때문에, 순간적인 노이즈의 영향을 받기 어렵다.

[0083] <단말을 스윙시킨 경우>

[0084] 이하에, 팔이 최하점에 올 때에 단말 좌표계와 보행자 좌표계가 일치하는 걷는 방법을 했을 때의 단말 좌표계로부터 본 가속도에 대해 설명한다.

[0085] 도6A 내지 도6C는 휴대 단말을 손에 들고 팔을 스윙시켜 보행하는 경우를 도시하는 도면으로, 휴대 단말은 보행자 좌표계로부터 보아 진자 형상의 운동을 한다. 이 도6A에 도시하는 바와 같이, 보행자가 휴대 단말을 손에 들고 팔을 내린 상태에서, 단말 좌표계와 보행자 좌표계가 일치하고 있는 것으로 한다. 이 상태로부터 보행자가 보행을 개시하고, 보행 중 주기적으로 이 상태(단말 좌표계와 보행자 좌표계가 일치)를 통과한다고 가정하면, 단말 좌표계에서는, 운동 가속도는 대략 다음과 같이 측정된다.

[0086] 팔은 진자상 형상의 운동을 하고 있고, 단말 좌표계의 Z 성분의 가속도는, 1보 걸을 때마다 최하점을 통과하므로, 1보의 기간을 주기로 하는 주파수 성분이 지배적으로 된다(도8의 Zamp 참조). 그러나, 다른(X, Y) 성분은, 2보 걸을 때마다 팔이 최하점을 동일한 방향으로 통과하는 것으로부터도 알 수 있는 바와 같이, 측정치는, 기본적으로는 2보를 주기로 하는 주기 데이터로 된다(도8의 Xamp, Yamp 참조). Y(횡방향) 성분은, 보행자의 보행시의 좌우의 흔들림에 의해 생기는 것이지만, X(진행 방향) 성분에 비해 통상 충분히 작다. 단말 좌표계의 X 및 Z 성분의 2보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상차는 대략 0도인 것을 실험적으로 알고 있다. 최하점에 있어서의 단말 좌표계를 보행자 좌표계에 일치시키고, 스윙시킨 팔에 휴대 단말을 보유 지지하여 보행했을 때의 가속도 측정치의 주파수 스펙트럼은 도8에 나타나 있다.

[0087] 다음에, 절대 지상 좌표계에 대한 단말 좌표계의 자세각(팔이 최하점을 통과할 때)의 계산에 대해 설명한다.

[0088] 보행자가 휴대 단말을 손에 들고, 상술한 바와 같이 손을 흔들면서 보행하고 있지만, 휴대 단말을 쥐는 방법이 임의인 경우에는, 다음과 같이 하여 보행 방향을 추정할 수 있다. 즉, 우선, 각 축의 가속도 측정치의 1보를 주기로 하는 주파수 성분(a_x, Φ_x),(a_y, Φ_y),(a_z, Φ_z) 및 가속도 측정치의 놈의 1보의 기간에 상당하는 주파수 성분(N, Φ_N)을 계산하고, 다음 식에서 구해지는 값을 중력 가속도(G)로 한다.

[0089] [수4]

[0090] $$G = \begin{pmatrix} \mathrm{sgn}(\cos(\varphi_x - \varphi_N)) \times a_x \\ \mathrm{sgn}(\cos(\varphi_y - \varphi_N)) \times a_y \\ \mathrm{sgn}(\cos(\varphi_z - \varphi_N)) \times a_z \end{pmatrix}$$

[0091] 다음에, 손이 최하점을 통과할 때의 지자기를 M으로 한다. 다음 식에 의해, 팔이 최하점을 통과할 때의 단말 좌표계의 절대 지상 좌표계에 대한 자세가 구해진다.

[0092] [수5]

[0093] $$Z = [e_x \quad e_y \quad e_z] = \left[\frac{G \times M \times G}{|M| \cdot |G|^2} \quad \frac{M \times G}{|M| \cdot |G|} \quad \frac{-G}{|G|}\right]$$

[0094] 다음에, 보행 방향의 계산에 대해 설명한다.

[0095] 자세를 구한 후, 단말 좌표계에서 측정된 가속도를 절대 지상 좌표계에서 측정된 값으로 좌표 변환한다. 단말 좌표계에서 측정된 값(x_u)은, 다음 식에서 절대 지상 좌표계에서의 측정치(x_g)로 변환된다. 즉,

[0096] [수6]

[0097] $$x_g = Z^T x_U$$

[0098] 좌표 변환된 가속도의 X, Y 성분의 2보를 주기로 하는 주파수 성분을 계산하면, 진폭의 비로 나타내는 방향이 보행자의 진행 방향으로 된다. 또한, 좌표 변환된 가속도의 Z 성분의 1보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상과, X, Y 성분의 2보를 주기로 하는 주파수 성분의 위상을 비교하는 것에 의해, 보행자의 보행하는 방향을 알 수 있다. 절대 지상 좌표계로 변환된 가속도(a_g)에 푸리에 변환을 실시하고, 얻어진 2보만큼의 기간에 상당하는 주파수 성분의 진폭을 A_x, A_y, A_z, 위상을 Φ_x, Φ_y, Φ_z로 하면, 진행 방향(Θ_d)은,

[0099] [수7]

[0100] $$\theta_d = \mathrm{Tan}^{-1}\left(\frac{\mathrm{sgn}(\cos(\varphi_y - \varphi_z))A_y}{\mathrm{sgn}(\cos(\varphi_x - \varphi_z))A_x}\right)$$

[0101] 로 계산된다.

[0102] 상술한 방법은, 적어도 2보만큼의 기간의 측정치군으로부터 계산되는 진폭, 및 위상을 이용하여 진행 방향을 추정하기 때문에, 순간적인 노이즈의 영향을 받기 어렵다.

산업상 이용 가능성

[0103] 본 발명은, GPS를 이용할 수 없는 옥내나 고층 건축물 주변 등 측위 정밀도가 나오기 어려운 장소에서 보행자용 네비게이션 장치로서 사용할 수 있는 진행 방향 계측 장치 및 진행 방향 계측 방법을 제공하는 것에 의해, 지자기 센서와 가속도 센서를 구비한 휴대 단말에서 보행자용의 자율 항법을 실현하고, 사용자에게 스트레스를 주지 않는 보행자용 네비게이션 장치 및 네비게이션 방법을 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도1은 본 발명에 관한 진행 방향 계측 장치의 일 실시 형태를 설명하기 위한 구성도이다.

[0029] 도2는 지자기 센서와 가속도 센서를 구비한 휴대 단말을 이용하여 자율 항법을 실현하기 위한 진행 방향 계측 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 나타내는 도면이다.

[0030] 도3은 보행자 좌표계와 절대 지상 좌표계의 관계를 나타내는 도면이다.

[0031] 도4는 단말 좌표계와 절대 지상 좌표계와의 관계를 나타낸 도면이다.

[0032] 도5A는 휴대 단말을 대략 자세 고정하고 있는 경우의 보행자의 보행 이미지를 도시하는 도면 그 1이다.

[0033] 도5B는 휴대 단말을 대략 자세 고정하고 있는 경우의 보행자의 보행 이미지를 도시하는 도면 그 2이다.

[0034] 도5C는 휴대 단말을 대략 자세 고정하고 있는 경우의 보행자의 보행 이미지를 도시하는 도면 그 3이다.

[0035] 도5D는 휴대 단말을 대략 자세 고정하고 있는 경우의 보행자의 보행 이미지를 도시하는 도면 그 4이다.

[0036] 도6A는 휴대 단말을 손에 들고 팔을 스윙시켜 보행하는 경우를 도시하는 도면 그 1이다.

[0037] 도6B는 휴대 단말을 손에 들고 팔을 스윙시켜 보행하는 경우를 도시하는 도면 그 2이다.

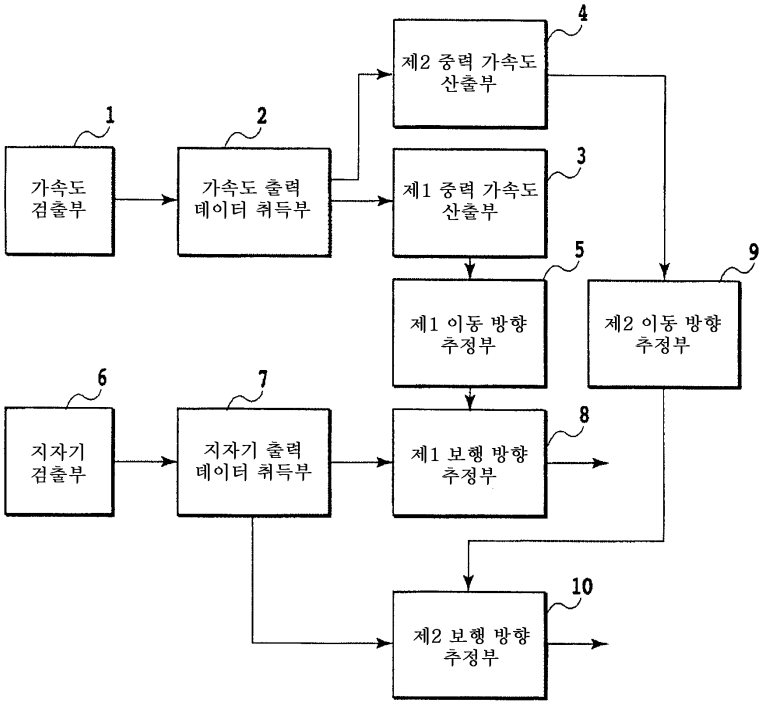
[0038] 도6C는 휴대 단말을 손에 들고 팔을 스윙시켜 보행하는 경우를 도시하는 도면 그 3이다.

[0039] 도7은 단말 좌표계를 보행자 좌표계에 대략 고정시켜 보행했을 때의 가속도 측정치의 주파수 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

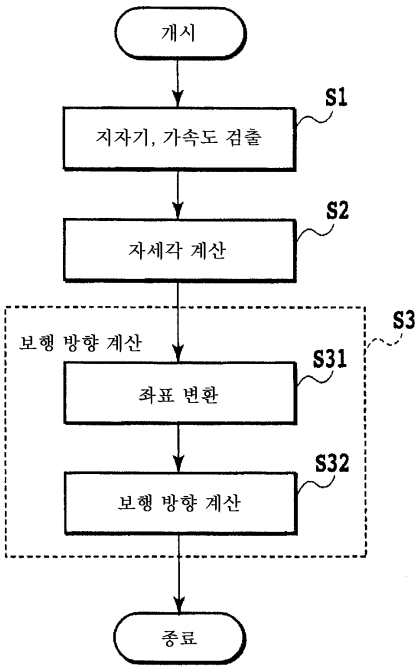
[0040] 도8은 최하점에 있어서의 단말 좌표계를 보행자 좌표계에 일치시키고, 스윙시킨 팔에 휴대 단말을 보유 지지하여 보행했을 때의 가속도 측정치의 주파수 스펙트럼을 나타내는 도면이다.

도면

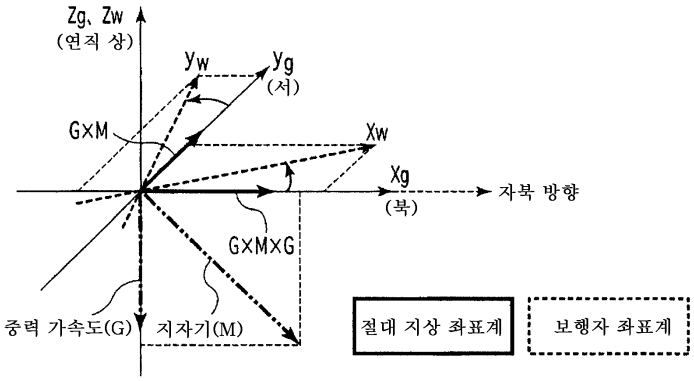
도면1


1
가속도 검출부
2
가속도 출력 데이터 취득부
3
제1 중력 가속도 산출부
4
제2 중력 가속도 산출부
5
제1 이동 방향 추정부
9
제2 이동 방향 추정부
6
지자기 검출부
7
지자기 출력 데이터 취득부
8
제1 보행 방향 추정부
10
제2 보행 방향 추정부

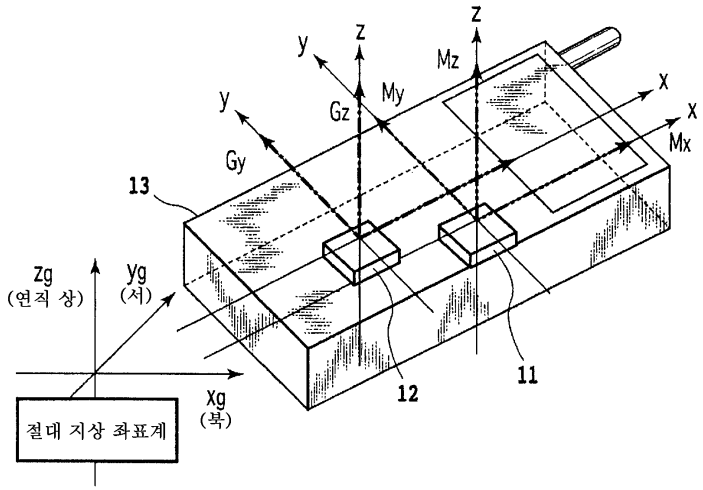
도면2


개시
S1
지자기, 가속도 검출
S2
자세각 계산
S3
보행 방향 계산
S31
좌표 변환
S32
보행 방향 계산
종료

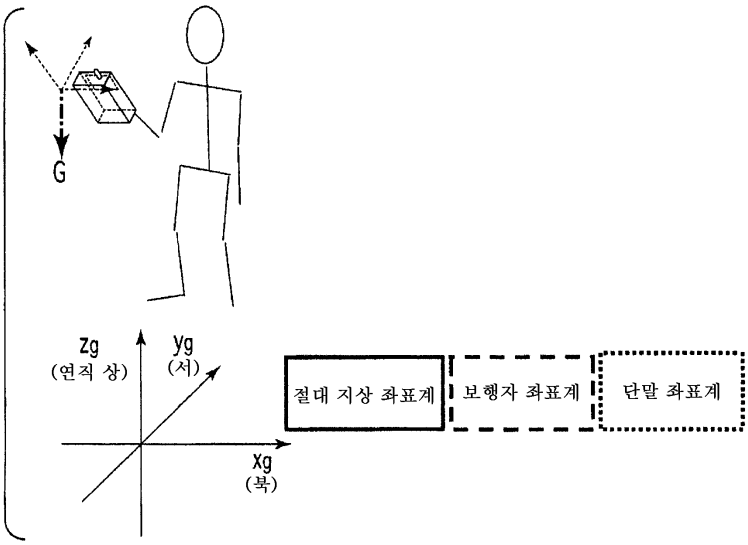
도면3


Zg, Zw
(연직 상)
yw
yg
(서)
G×M
Xw
Xg
(북)
자북 방향
G×M×G
중력 가속도(G)
지자기(M)
절대 지상 좌표계
보행자 좌표계

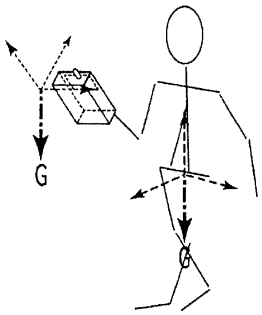
도면4


z
y
z
Mz
My
Gz
y
Gy
x
x
Mx
13
zg
(연직 상)
yg
(서)
xg
(북)
절대 지상 좌표계
12
11

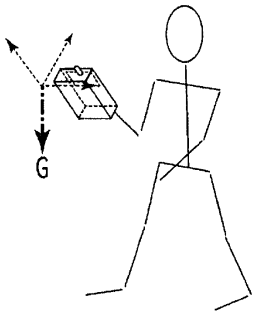
도면5A


G
zg
(연직 상)
yg
(서)
xg
(북)
절대 지상 좌표계
보행자 좌표계
단말 좌표계

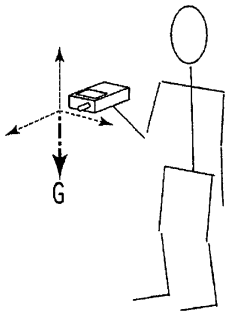
도면5B



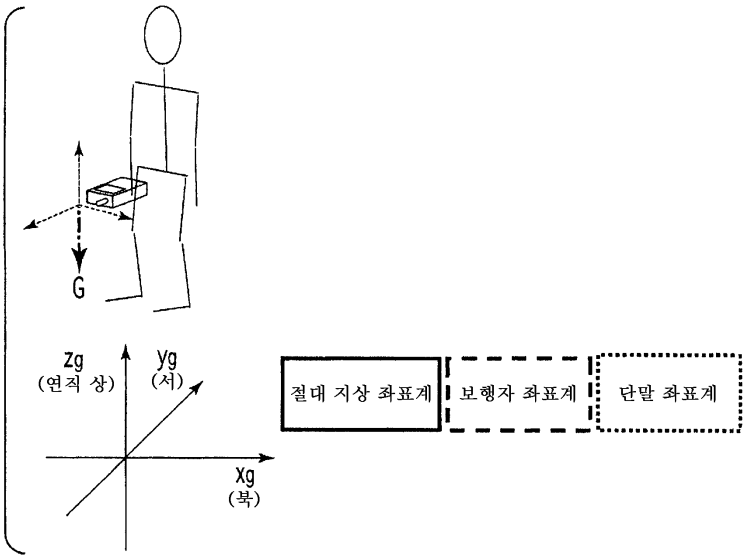
도면5C



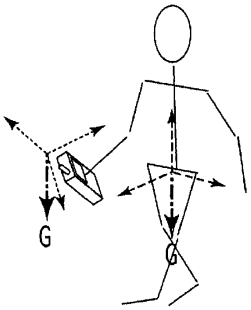
도면5D



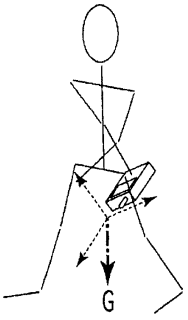
도면6A



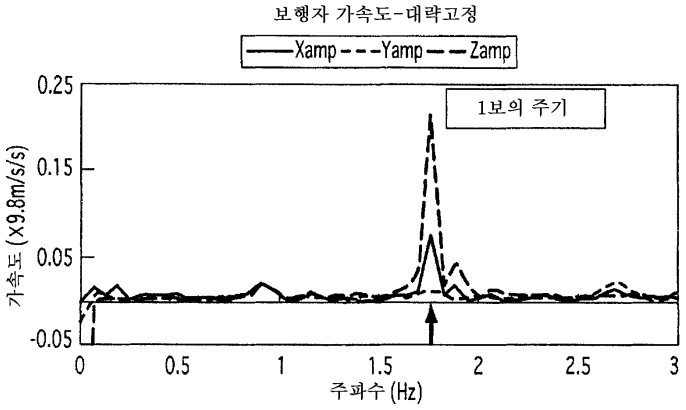
도면6B



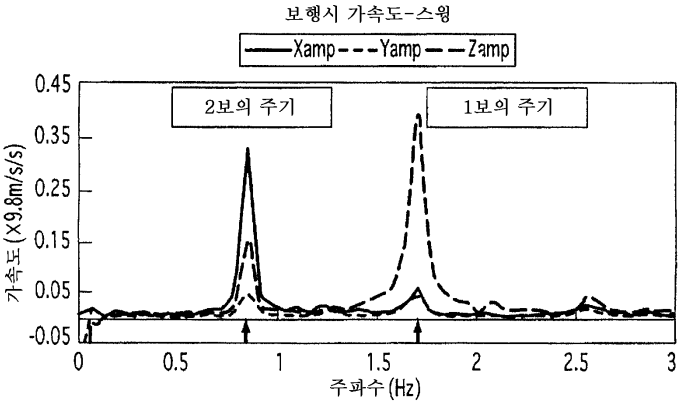
도면6C



도면7


보행자 가속도-대략고정
Xamp
Yamp
Zamp
1보의 주기
0.25
0.15
0.05
-0.05
가속도 (X9.8m/s/s)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
주파수 (Hz)

도면8


보행시 가속도-스윙
Xamp
Yamp
Zamp
2보의 주기
1보의 주기
0.45
0.35
0.25
0.15
0.05
-0.05
가속도 (X9.8m/s/s)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
주파수 (Hz)