(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0026954
(43) 공개일자 2010년03월10일

(51) Int. Cl.
G01P 3/64 (2006.01) *G01P 15/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0023130
(22) 출원일자 2009년03월18일
심사청구일자 2009년03월18일
(30) 우선권주장
1020080084604 2008년08월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인
박성수
서울특별시 마포구 현석동 222 강변현대홈타운아파트 103-1501
양인숙
서울 마포구 현석동 강변현대홈타운아파트 103-1501
(72) 발명자
박성수
서울특별시 마포구 현석동 222 강변현대홈타운아파트 103-1501
양인숙
서울 마포구 현석동 강변현대홈타운아파트 103-1501
(74) 대리인
권오식, 박창희, 김종관

전체 청구항 수 : 총 9 항

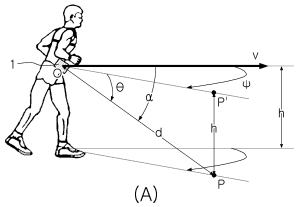
(54) 이동 거리 및 속력 측정 장치

(57) 요 약

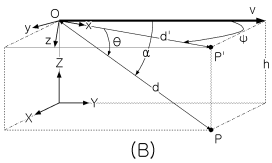
본 발명은 이동 거리 및 속력 측정 장치에 관한 것으로, 본 발명의 목적은 영상 흐름 센서, 초음파 또는 적외선 거리 측정 센서, MEMS 가속도 및 자이로 센서로 이루어진 센서 모듈을 이용하여 영상 흐름(optic flow) 정보에 기반하여 거리를 계산하도록 함으로써 종래보다 정확도를 크게 향상시킨 이동 거리 및 속력 측정 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 이동 거리 및 속력 측정 장치는, 이동 거리 및 속력을 측정하는 측정 장치(1)에 있어서, 거리를 측정하는 거리 센서(2), 영상 흐름을 측정하는 영상 흐름 센서(3), 가속도의 방향 및 크기를 측정하는 3축 가속도 센서(4)를 포함하여 이루어지는 센서 모듈(6); 상기 센서 모듈(6)에 의해 측정된 값을 사용하여 계산을 수행하는 프로세서(7); 상기 프로세서(7)에서 수행된 계산의 결과값을 출력하는 디스플레이(8); 를 포함하여 이루어지며, 상기 프로세서(7)는 상기 영상 흐름 센서(2)에 의해 측정되는 영상 흐름 정보를 기반으로 이동 거리 및 속력을 산출하는 것을 특징으로 한다. 이 때, 상기 센서 모듈(6)은 각속도를 측정하는 2축 자이로 센서(5)를 더 포함하여 이루어지는 것이 바람직하다.

대 표 도 - 도1



(A)



(B)

특허청구의 범위

청구항 1

이동 거리 및 속력을 측정하는 측정 장치(1)에 있어서,

거리를 측정하는 거리 센서(2), 영상 흐름을 측정하는 영상 흐름 센서(3), 가속도의 방향 및 크기를 측정하는 3축 가속도 센서(4)를 포함하여 이루어지는 센서 모듈(6);

상기 센서 모듈(6)에 의해 측정된 값을 사용하여 계산을 수행하는 프로세서(7);

상기 프로세서(7)에서 수행된 계산의 결과값을 출력하는 디스플레이(8);

를 포함하여 이루어지며,

상기 프로세서(7)는 상기 영상 흐름 센서(2)에 의해 측정되는 영상 흐름 정보를 기반으로 이동 거리 및 속력을 산출하는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 센서 모듈(6)은

각속도를 측정하는 2축 자이로 센서(5)를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 프로세서(7)는

하기의 수학식을 사용하여 속력(v)을 산출하고, 상기 산출된 속력(v) 값을 적분하여 이동 거리를 산출하는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

$$v = \frac{OF \cdot d}{\sqrt{\sin^2\psi + \sin^2\theta\cos^2\psi}} \quad (m/sec)$$

이 때,

O: 상기 측정 장치(1)의 위치

P: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점의 위치

d: 상기 측정 장치(O) - 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점(P) 사이의 거리($\overline{OP}$)

h: 지표면으로부터 상기 측정 장치(1)까지의 높이

P': 지표면에서 수직 방향으로 h만큼 이격된 점

α: 이동 방향과 $\overline{OP}$ 사이의 각도

ψ: 이동 방향과 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

Θ: $\overline{OP}$와 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

x축: 상기 영상 흐름 센서(3)의 수직 방향, 즉 $\overline{OP}$ 방향

y축, z축: 상기 영상 흐름 센서(3)가 포함되는 평면 내에서 x축과의 관계에 의해 결정되는 방향

OF_y, OF_z: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 측정되는 영상 흐름 벡터 $\overrightarrow{OF}$의 y축, z축 성분

OF: $OF = \sqrt{OF_y^2 + OF_z^2}$

청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 프로세서(7)는

하기의 수학식을 사용하여 속력(v)을 산출하고, 상기 산출된 속력(v) 값을 적분하여 이동 거리를 산출하는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

$$v = \frac{OF \cdot d}{\sqrt{\sin^2\psi + \sin^2\theta\cos^2\psi}} \quad (m/sec)$$

이 때,

O: 상기 측정 장치(1)의 위치

P: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점의 위치

d: 상기 측정 장치(O) - 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점(P) 사이의 거리($\overline{OP}$)

h: 지표면으로부터 상기 측정 장치(1)까지의 높이

P': 지표면에서 수직 방향으로 h만큼 이격된 점

α: 이동 방향과 $\overline{OP}$ 사이의 각도

ψ: 이동 방향과 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

Θ: $\overline{OP}$와 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

x축: 상기 영상 흐름 센서(3)의 수직 방향, 즉 $\overline{OP}$ 방향

y축, z축: 상기 영상 흐름 센서(3)가 포함되는 평면 내에서 x축과의 관계에 의해 결정되는 방향

OF_y, OF_z: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 측정되는 영상 흐름 벡터 $\overrightarrow{OF}$의 y축, z축 성분

ω_y, ω_z: 상기 2축 자이로 센서(5)에 의해 측정되는 사용자의 신체 운동에 의해서 발생되는 상기 측정 장치(1)의 y축, z축 방향의 각속도

OF: $OF = \sqrt{(OF_y + \omega_z)^2 + (OF_z - \omega_y)^2}$

청구항 5

제 3항 또는 제 4항에 있어서, 상기 프로세서(7)는

하기의 수학식을 사용하여 각 Θ 및 각 ψ를 산출하는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

$$\theta = \arctan2(-f_x, \sqrt{f_y^2 + f_z^2})$$

$$\phi = \arctan2(-f_y, -f_z)$$

이 때,

f_x, f_y, f_z: 상기 3축 가속도 센서(4)에서 측정되는 가속도 f의 x축, y축, z축 성분

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 거리 센서(2)는

발신부(2a) 및 수신부(2b)를 구비하는 적외선 센서 또는 초음파 센서로 구현되는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 측정 장치(1)는

결과값의 출력 단위를 바꾸는 작업을 포함하는 사용자 입력이 필요한 작업을 수행하도록 사용자 입력을 받는 제어입력부(9);

를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 측정 장치(1)는

결과값을 저장하는 저장 수단을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 측정 장치(1)는

결과값을 외부 컴퓨터 또는 디스플레이 장치로 전송하는 통신 수단을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 이동 거리 및 속력 측정 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이동 거리 및 속력 측정 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 런닝 머신 상에서 달릴 때와 같이 야외에서도 보행 또는 주행을 할 때, 보행자/주행자의 이동 거리나 속력 정보를 제공하는, 이동 거리 및 속력 측정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현대인의 생활 패턴이 과거와는 크게 달라짐에 따라 건강을 유지하기 위한 적절한 운동의 필요성이 대두되어 왔다. 그 중 일반인이 가장 쉽게 할 수 있으면서도 특별한 도구가 필요하지 않은 운동으로서 걷기 및 달리기가 각광받고 있다. 그런데 운동량이 너무 적을 경우 건강 향상의 효과가 미미하며, 운동량이 지나치게 많을 경우 관절 등에 무리가 가는 등 오히려 악영향을 초래할 수 있어, 개인에 맞는 적정 운동량에 따라 운동하는 것이 바람직하다. 따라서 운동 시에는 운동량을 정확하게 측정할 수 있는 장치를 구비하는 것이 바람직하다.

[0003] 걷기나 달리기에 있어 운동량을 측정하기 위해서는 이동 거리나 속력을 측정하게 되는데, 이를 위해 종래에 보수계나 개인 항법 장치 등이 사용되어 왔다.

[0004] 보수계(만보계: pedometer)의 경우 크게 기계식 가속도계를 사용하는 방식과 MEMS형 가속도 센서를 사용하여 걸음 수 및 보폭을 추정하는 방식이 사용되고 있다. 기계식 가속도계를 사용하는 방식은 간략히 설명하면 측정한 걸음 수에 평균보폭을 곱하여 보행자 및 주행자의 이동 거리 및 속력을 계산하는 방식인데, 개인에 따라 또는 보행/주행 거리에 따라 보폭이 달라짐을 고려하면 정확도를 신뢰하기 어려운 것이 사실이다.

[0005] MEMS형 가속도 센서를 이용하여 걸음수와 보폭을 추정하는 방식의 경우, 발이 지면에 닿을 때부터 뗄 때까지의 발의 착지 시간과 속력이 서로 반비례하다는 연구 결과, 또는 보폭은 걸음 주파수와 한 걸음 동안의 가속도계 출력의 분산에 비례하여 변한다는 연구결과에 기반을 두고 보행/주행 거리와 속력을 계산하고 있으나, 사용자에 따라 비례 계수 또는 반비례 계수가 달라지므로 개인별 캘리브레이션이 필요하다는 단점이 있다. 이에 따라, 개인별 캘리브레이션이 정확하게 이루어지지 않았을 경우에는 측정되는 이동 거리 및 속력 값의 정확성이 크게 떨어지기 때문에, 이 방식에 의해 측정되는 값 역시 여전히 신뢰하기 어렵다는 문제점 역시 남게 된다.

[0006] 개인 항법 장치의 경우, 일반적으로 GPS 또는 GPS와 MEMS형 관성 센서의 결합으로 이루어진다. GPS를 이용할 경우 이론적으로는 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상될 수 있으나, 일반적으로 잘 알려져 있는 바와 같이 실내 및 도심 지역과 같이 전파의 간섭 및 손실이 많은 지역에서는 GPS를 이용할 수가 없거나 정확도가 크게 떨어진다. 또한 관성 센서를 이용한 항법 장치의 경우, 가속도 출력을 두 번 적분하여 이동 거리를 계산하므로 계

산 오차의 발생이 필연적이다. 이러한 계산 오차는 시간이 갈수록 누적되기 때문에 시간에 따라 누적 오차가 커지게 되는 것은 당연하며, 따라서 오랜 시간 운동을 하게 될 경우 이러한 누적 오차가 무시할 수 없을 만큼 커져 정확도를 크게 떨어뜨리는 원인이 된다.

[0007] 특히 위에서 언급한 종래의 장치들, 즉 보수계나 개인 항법 장치 등은 대부분 가속도 출력에 임계값을 정하고 임계값 이상의 값을 검출하여 걸음 수를 추정하는 방식에 기반을 두고 있다. 그런데 이러한 종래의 방식들은, 잡음에 의한 오차나 신체의 불필요한 움직임에 의한 값이 걸음으로 인식되는 등의 공통적인 문제점을 가지고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 영상 흐름 센서, 초음파 또는 적외선 거리 측정 센서, MEMS 가속도 및 자이로 센서로 이루어진 센서 모듈을 이용하여 영상 흐름(optic flow) 정보에 기반하여 거리를 계산하도록 함으로써 종래보다 정확도를 크게 향상시킨 이동 거리 및 속력 측정 장치를 제공함에 있다.

과제 해결수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 이동 거리 및 속력 측정 장치은, 이동 거리 및 속력을 측정하는 측정 장치(1)에 있어서, 거리를 측정하는 거리 센서(2), 영상 흐름을 측정하는 영상 흐름 센서(3), 가속도의 방향 및 크기를 측정하는 3축 가속도 센서(4)를 포함하여 이루어지는 센서 모듈(6); 상기 센서 모듈(6)에 의해 측정된 값을 사용하여 계산을 수행하는 프로세서(7); 상기 프로세서(7)에서 수행된 계산의 결과값을 출력하는 디스플레이(8); 를 포함하여 이루어지며, 상기 프로세서(7)는 상기 영상 흐름 센서(2)에 의해 측정되는 영상 흐름 정보를 기반으로 이동 거리 및 속력을 산출하는 것을 특징으로 한다. 이 때, 상기 센서 모듈(6)은 각속도를 측정하는 2축 자이로 센서(5)를 더 포함하여 이루어지는 것이 바람직하다.

[0010] 이 때, 상기 프로세서(7)는 하기의 수학식을 사용하여 속력(v)을 산출하고, 상기 산출된 속력(v) 값을 적분하여 이동 거리를 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0011]
$$v = \frac{OF \cdot d}{\sqrt{\sin^2\psi + \sin^2\theta\cos^2\psi}} \quad (m/sec)$$

[0012] 이 때,

[0013] O: 상기 측정 장치(1)의 위치

[0014] P: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점의 위치

[0015] d: 상기 측정 장치(O) - 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점(P) 사이의 거리($\overline{OP}$)

[0016] h: 지표면으로부터 상기 측정 장치(1)까지의 높이

[0017] P': 지표면에서 수직 방향으로 h만큼 이격된 점

[0018] α: 이동 방향과 $\overline{OP}$ 사이의 각도

[0019] ψ: 이동 방향과 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

[0020] Θ: $\overline{OP}$ 와 $\overline{OP'}$ 사이의 각도

[0021] x축: 상기 영상 흐름 센서(3)의 수직 방향, 즉 $\overline{OP}$ 방향

[0022] y축, z축: 상기 영상 흐름 센서(3)가 포함되는 평면 내에서 x축과의 관계에 의해 결정되는 방향

[0023] OF_y, OF_z: 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 측정되는 영상 흐름 벡터 $\overrightarrow{OF}$ 의 y축, z축 성분

[0024] 이며, 상기 측정 장치(1)가 상기 2축 자이로 센서(5)를 포함하지 않을 경우에는 OF는 $OF = \sqrt{OF_y^2 + OF_z^2}$ 로 계산되고, 상기 측정 장치(1)가 상기 2축 자이로 센서(5)를 포함할 경우에는 $OF = \sqrt{(OF_y + \omega_z)^2 + (OF_z - \omega_y)^2}$ 로 계산된다. 이 때 ω_y, ω_z는 상기 2축 자이로 센서(5)에 의해 측정되는 사용자의 신체 운동에 의해서 발생되는 상기 측정 장치(1)의 y축, z축 방향의 각속도이다.

[0025] 또한 이 때, 상기 프로세서(7)는 하기의 수학식을 사용하여 각 Θ 및 각 Ψ를 산출하는 것을 특징으로 한다.

$$\theta = \arctan2(-f_x, \sqrt{f_y^2 + f_z^2})$$

[0026]

$$\phi = \arctan2(-f_y, -f_z)$$

[0027] 이 때, f_x, f_y, f_z는 상기 3축 가속도 센서(4)에서 측정되는 가속도 f의 x축, y축, z축 성분이다.

[0028] 또한, 상기 거리 센서(2)는 발신부(2a) 및 수신부(2b)를 구비하는 적외선 센서 또는 초음파 센서로 구현되는 것을 특징으로 한다.

[0029] 또한, 상기 측정 장치(1)는 결과값의 출력 단위를 바꾸는 작업을 포함하는 사용자 입력이 필요한 작업을 수행하도록 사용자 입력을 받는 제어입력부(9); 를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0030] 또한, 상기 측정 장치(1)는 결과값을 저장하는 메모리를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0031] 또한, 상기 측정 장치(1)는 결과값을 외부 컴퓨터 또는 디스플레이 장치로 전송하는 통신 수단을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

효 과

[0032] 본 발명에 의하면, 종래의 보수계나 개인 항법 장치의 경우 사용자 개인의 특성과 도보/주행 거리나 패턴에 따라 걸음 수와 보폭의 추정 값이 달라지거나, 또는 사용 장소의 특성(실내나 도심 지역 등)에 따라 측정이 어려워지는 등의 문제로 인하여 정확성이 떨어졌던 문제점을 개선하여, 종래와는 달리 영상 흐름 정보를 기반으로 이동 거리와 속력을 계산함으로써 측정의 정확성을 크게 향상시키는 큰 효과가 있다.

[0033] 특히 종래에는, 정확성을 높이기 위하여 개인별/패턴별 캘리브레이션을 반드시 필요로 하였으나 본 발명에서는 이러한 과정이 전혀 필요하지 않아 사용자 편의성이 훨씬 증대되는 효과가 있다. 뿐만 아니라 본 발명의 장치는 사용자의 신체 어떤 부위에도 쉽게 착용하여 휴대하기가 매우 용이하므로, 사용이 훨씬 편리한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 이동 거리 및 속력 측정 장치를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0035] 도 1은 본 발명의 장치를 휴대한 보행자/주행자를 도시하고 있으며, 도 2 및 도 3은 각각 상면도 및 측면도를 도시하고 있다. 또한, 도 4는 본 발명의 측정 장치를 간략하게 도시하고 있다. 먼저 도 4를 참조하여 본 발명에 의한 이동 거리 및 속력 측정 장치(이하 간략하게 '측정 장치'라고 칭한다)의 각부를 설명하면 다음과 같다.

[0036] 도 4(A)는 본 발명의 측정 장치(1)의 정면도를, 도 4(B)는 본 발명의 측정 장치(1)의 상면도를 도시하고 있다. 본 발명의 측정 장치(1)는, 거리를 측정하는 거리 센서(2), 영상 흐름을 측정하는 영상 흐름 센서(3), 가속도의 방향 및 크기를 측정하는 3축 가속도 센서(4)를 포함하여 이루어지는 센서 모듈(6)을 포함하여 이루어진다.

[0037] 이 때, 상기 거리 센서(2)는 도 4(A)에 도시된 바와 같이 발신부(2a) 및 수신부(2b)를 구비하여, 상기 발신부(2a)로 지표면을 향해 적외선 또는 초음파와 같은 신호를 발신하고, 지표면에 반사되어 돌아오는 신호를 상기 수신부(2b)로 수신하여 이를 사용하여 거리를 산출하는, 적외선 센서 또는 초음파 센서로 구현되는 것이 바람직하다.

[0038] 한편, 종래의 측정 장치는 신발 등과 같이 한정된 부위에 착용하였으나 본 발명의 측정 장치(1)는 그 측정 원리상 허리, 발, 팔 등 신체 어느 부위에 착용하여도 무방하다. 이동 시 특별히 회전 운동이 일어나지 않는 허리, 상체 등에 본 발명의 측정 장치(1)가 착용될 경우에는 상기 센서 모듈(6)이 상기 3축 가속도 센서(4)만을 포함하여 이루어져도 무방하나, 회전 운동이 일어나는 부위에 착용될 경우에는 각속도를 측정하는 2축 자이로 센서

(5)를 더 구비하는 것이 바람직하다. 상기 3축 가속도 센서(4) 및 상기 2축 자이로 센서(5)에서 측정되는 물리량과 그를 이용한 계산 원리는 이하에서 보다 상세히 설명한다.

[0039] 상기 측정 장치(1)의 좌표계에서 x축은, 상기 측정 장치(1)로부터 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점(도 1 내지 도 3에서 P)을 연결한 선의 방향(즉 도 1 내지 도 3에서 $\overline{OP}$ 방향)으로 정의된다. 보다 간략하게는, 상기 측정 장치(1)의 좌표계에서 x축은 상기 영상 흐름 센서(3)의 수직 방향이 되며, 따라서 도 4(B)에 도시된 바와 같이 x축을 표시할 수 있다. y축 및 z축은 상기 영상 흐름 센서(3)가 포함되는 평면 내에서 x축과의 관계에 따라 도 4(A) 및 도 4(B)에 도시된 바와 같이 정의될 수 있다.

[0040] 이하에서 본 발명의 측정 장치(1)를 사용한 이동 거리 및 속력 측정 원리를 보다 상세히 설명한다.

[0041] 먼저 도 1 내지 도 3을 참조하여 도면에 표시된 각 물리량들을 정의하면 다음과 같다. 보행자/주행자는 도 1 내지 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명의 측정 장치(1)를 몸에 구비하고 v의 속력으로 도시된 방향을 향해 이동하며, 이 때 본 발명의 측정 장치(1)의 중심을 O로 정의한다. 지표면을 기준으로 하는 좌표계(XYZ) 및 상기 측정 장치(1)를 기준으로 하는 좌표계(xyz)는 각각 도 1(B)에 표시된 바와 같이 정의된다.

[0042] 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점은 P로 정의하며, 이 때 상기 측정 장치(0) - 상기 영상 흐름 센서(3)에 의해 응시된 지표면의 한 점(P) 사이의 거리($\overline{OP}$)는 d, 지표면으로부터 본 발명의 측정 장치(1)까지의 높이를 h라고 한다. 또한, 지표면에서 수직 방향으로 지표면으로부터 본 발명의 측정 장치(1)까지의 높이(h)만큼 이격된 점을 P'로 정의하는데, 이와 같이 하면 상기 P' 점의 지표면 상의 투사점이 P와 일치하게 된다.

[0043] 각 α는 이동 방향과 $\overline{OP}$ 사이의 각도이며, 각 ψ는 이동 방향과 $\overline{OP'}$ 사이의 각도로서 방위각(azimuth)이고, 각 θ는 $\overline{OP}$와 $\overline{OP'}$ 사이의 각도이다. 이 때, 상기 측정 장치(1)를 신체 어느 부위에 착용하든 각 θ의 변화량은 상당히 작기 때문에, 각 α는 초기값으로 고정 사용함으로써 계산량을 줄일 수 있다.

[0044] 본 발명의 측정 장치(1)의 좌표계를 도 1(B)와 같이 설정하게 되면, 각 ψ와 θ는 x축에 대한 회전각 ϕ와 함께 3-2-1 오일러각을 구성하게 된다. 즉, ψ는 좌표계의 z축에 대한 회전각이며, θ는 y축에 대한 음(-)의 회전각, ϕ는 x축에 대한 회전각이다. 오일러각 ψ, θ, ϕ가 모두 0이면, x축은 보행자/주행자의 이동방향을 가리키고, z축은 중력가속도 방향을 가리키게 된다. 여기에서, 상기 3축 가속도 센서(4)가 상기 각 α, ψ, θ, ϕ를 측정 또는 산출하게 된다.

[0045] 상기 영상 흐름 센서(3)의 출력은 점 P에서의 영상 흐름인데, 이를 수학적으로 표현하자면 영상 평면(image plane)에서 영상 흐름 벡터 $\overrightarrow{OF}$의 y축과 z축 성분 크기로서, 정확히는 하기의 수학식 1로 주어진다.

수학식 1

$$OF_y = \frac{v}{d}(\cos\phi\sin\psi + \sin\phi\sin\theta\cos\psi) - \omega_z \quad (rad/sec)$$

$$OF_z = \frac{v}{d}(-\sin\phi\sin\psi + \cos\phi\sin\theta\cos\psi) + \omega_y \quad (rad/sec)$$

[0046]

[0047] 여기서 ω_y, ω_z는 각각, 보행자/주행자의 신체 운동에 의해서 발생되는 상기 측정 장치(1)의 y축 및 z축 방향의 각속도이며, 상기 2축 자이로 센서(5)로 측정하게 된다. 또한 OF는 영상 흐름 벡터 $\overrightarrow{OF}$의 크기를 나타낸다.

[0048] 상기 수학식 1을 참조하면 보행자/주행자의 속력 v는 하기의 수학식 2와 같이 계산된다.

수학식 2

$$v = \frac{OF \cdot d}{\sqrt{\sin^2\psi + \sin^2\theta\cos^2\psi}} \quad (m/sec)$$

[0049]

[0050] 이 때, 하기의 수학식 3의 관계를 이용하면, 보행자/주행자의 속력 v는 하기의 수학식 4로도 계산할 수 있다.

수학식 3

[0051] $$\cos\psi\cos\theta = \cos\alpha$$

수학식 4

[0052] $$v = \frac{OF \cdot d}{\sin\alpha} \quad (m/sec)$$

[0053] 여기에서 OF는 하기의 수학식 5와 같이 계산된다.

수학식 5

[0054] $$OF = \sqrt{(OF_y + \omega_z)^2 + (OF_z - \omega_y)^2}$$

[0055] 정리하자면, 보행자/주행자의 속력 v는 상기 수학식 2(또는 수학식 4)로 계산될 수 있다. 이 때 상기 수학식 2(또는 수학식 4)의 계산에 필요한 각 값들에 있어서, 거리 d는 상기 측정 장치(1)에 구비된 상기 거리 센서(2)로 측정이 가능하며, 각 α, Ψ, Θ, Φ는 상기 3축 가속도 센서(4)로 측정 또는 산출이 가능하고, OF 값을 얻기 위해 사용되는 ω_y, ω_z는 상기 2축 자이로 센서(5)로 측정할 수 있으므로, 이와 같이 측정된 각 값들을 사용하여 속력 v를 산출할 수 있게 되는 것이다. 이 때, 상기 측정 장치(1)가 사용자의 상체 등과 같이 특별히 고려할 만한 회전 운동이 발생하지 않는 부위에 착용되는 경우 각속도를 측정하지 않아도 무방하며, 이 경우에는 OF 값은 단순히 $OF = \sqrt{OF_y^2 + OF_z^2}$ 로 구할 수 있다.

[0056] 물론 보행자/주행자의 이동 거리는 위에서 구해진 속력 v를 적분하여 쉽게 산출할 수 있다.

[0057] 각 Ψ, Θ, Φ의 측정 및 산출 원리를 보다 상세히 설명한다.

[0058] 먼저 각 Θ 및 각 Φ의 측정 원리는 다음과 같다. 상기 3축 가속도 센서(4)는 공간 내에서의 가속도의 크기 및 방향을 측정할 수 있다. 상기 3축 가속도 센서(4)에서 측정되는 가속도를 f라 하고, f의 x, y, z축 성분을 각각 f_x, f_y, f_z라 할 때, 하기의 수학식 6에 의하여 각 Θ 및 각 Φ가 산출되어 그 값을 얻을 수 있게 된다.

수학식 6

[0059] $$\theta = \arctan2(-f_x, \sqrt{f_y^2 + f_z^2})$$

$$\phi = \arctan2(-f_y, -f_z)$$

[0060] 다음으로 각 Ψ의 측정 원리는 다음과 같다. 도 5는 영상 흐름 벡터($\overrightarrow{OF}$)와 각 Ψ의 관계를 시각적으로 보여 준다. 상기 측정 장치(1)는 사용자가 착용할 시에 손쉽게 중력 가속도 방향으로 정렬시킬 수 있으므로 각 Ψ를 구함에 있어서 각 Φ 영향은 극히 작다고 볼 수 있다. 따라서 각 Φ가 0이라는 가정을 하고 각 Ψ를 산출함으로써 계산량 및 계산 시간을 단축한다.

[0061] 상기 측정 장치(1)를 사용자가 일단 착용하고 나면 각 Ψ는 변하지 않으므로, 상기 영상 흐름 센서(2)에서 측정되는 영상 흐름 벡터($\overrightarrow{OF}$)를 이용하여 초기화할 수 있다. 이 때, Φ가 0이라는 가정 및 상기 측정 장치(1)에 가해지는 각속도가 0이라는 가정 하에, 상기 영상 흐름 센서(2)의 출력값은 하기의 수학식 7로 주어지며, 따라서 각 Ψ는 하기의 수학식 8을 통해 산출할 수 있게 된다.

수학식 7

$$OF_y = \frac{v}{d}\sin\psi$$

[0062]

$$OF_z = \frac{v}{d}\sin\theta\cos\psi$$

수학식 8

[0063]

$$\psi = \arctan2(OF_y \sin\theta, OF_z)$$

[0064] 도 6은 본 발명의 측정 장치의 블록도이다. 위에서는 본 발명의 측정 장치(1)에서 이동 거리 및 속력을 측정하는 원리를 설명하기 위하여 계산에 사용되는 물리량을 측정하는 센서 수단들만을 언급하였으나, 실제로 본 발명의 측정 장치(1)를 구현할 때에는, 상기 센서 수단들에 의해 측정된 물리량들을 사용하여 상술한 바와 같은 계산을 수행하는 프로세서(7)와, 상기 프로세서(7)에서 수행된 계산의 결과값을 출력하는 디스플레이(8)를 구비해야 함이 당연하다. 또한, 결과값의 출력 단위 등을 바꾸는 등의 작업을 수행할 수 있도록 사용자 입력을 받는 제어입력부(9)가 더 구비되는 것이 바람직하다.

[0065] 본 발명의 측정 장치(1)는 또한, 결과값들을 저장하거나, 통신 수단을 통하여 외부 컴퓨터로 전송시키는 등의 부가적인 기능을 더 수행할 수 있도록 하기 위하여, 저장 수단이나 통신 수단 등의 장치를 더 구비할 수 있다. 물론 이와 같은 장치를 더 구비할 경우에는 상기 제어입력부(9)에 의하여 사용자 선택을 입력받게 할 수 있다.

[0066] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

도면의 간단한 설명

[0067] 도 1은 본 발명의 장치를 휴대한 보행자/주행자.

[0068] 도 2는 본 발명의 장치를 휴대한 보행자/주행자의 상면도.

[0069] 도 3은 본 발명의 장치를 휴대한 보행자/주행자의 측면도.

[0070] 도 4는 본 발명의 측정 장치 및 좌표계.

[0071] 도 5는 영상 흐름 벡터($\overrightarrow{OF}$)와 각 ψ의 관계.

[0072] 도 6은 본 발명의 측정 장치의 블록도.

[0073] **도면의 주요부분에 대한 부호의 설명**

[0074] 1: (본 발명의) 측정 장치

[0075] 2: 거리 센서

[0076] 3: 영상 흐름 센서

[0077] 4: 3축 가속도 센서

[0078] 5: 2축 자이로 센서

[0079] 6: 센서 모듈

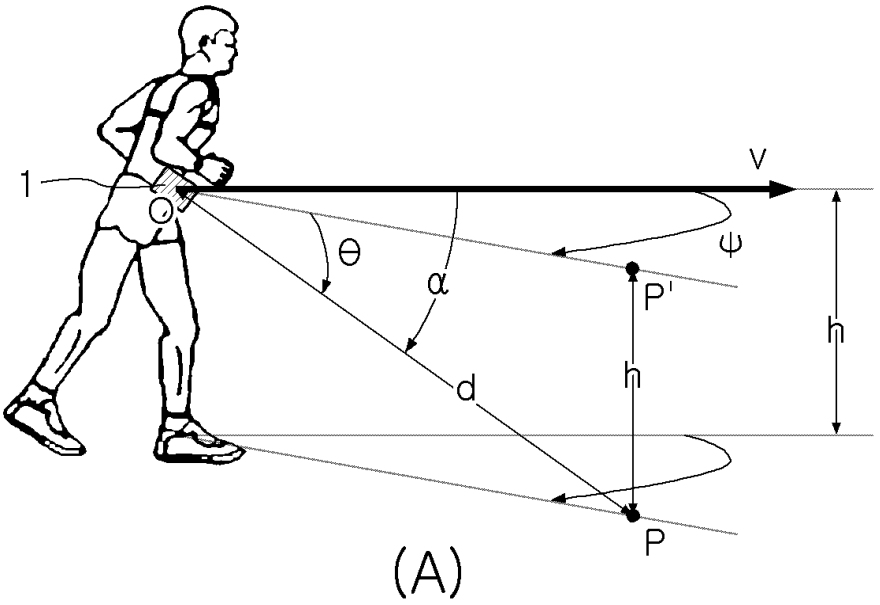
[0080] 7: 프로세서

[0081] 8: 디스플레이

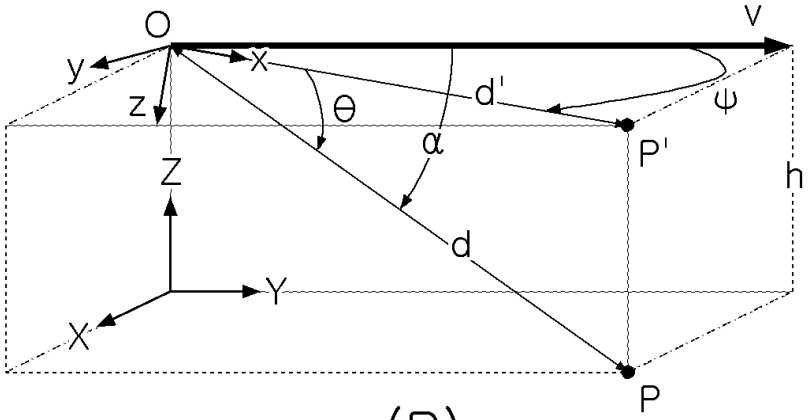
[0082] 9: 제어입력부

도면

도면1

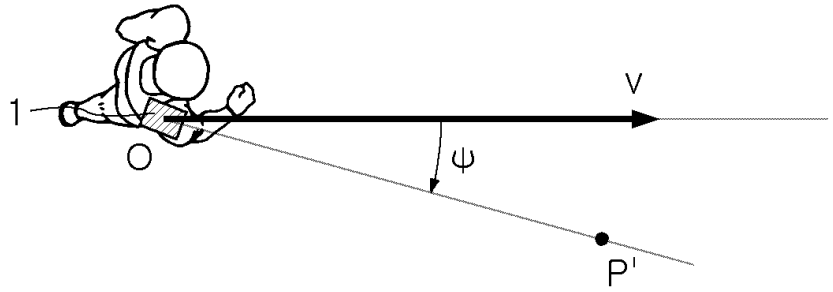


(A)

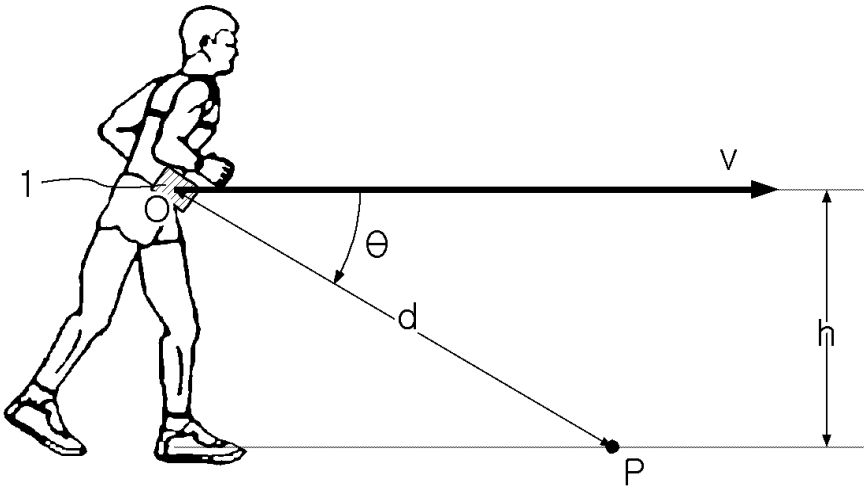


(B)

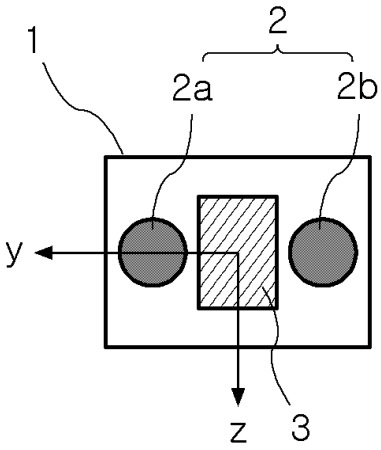
도면2



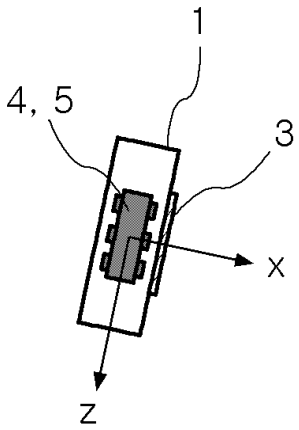
도면3



도면4

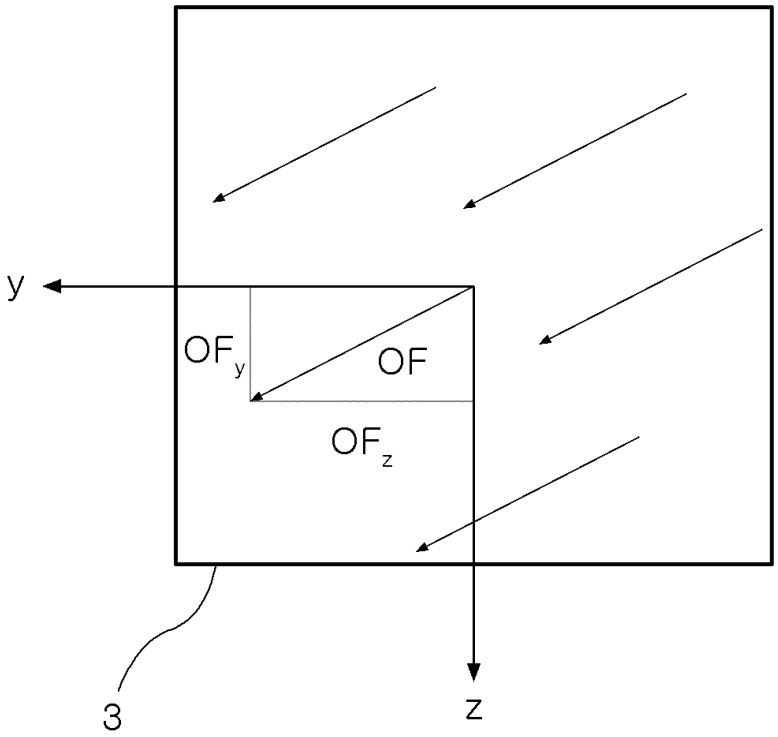


(A)

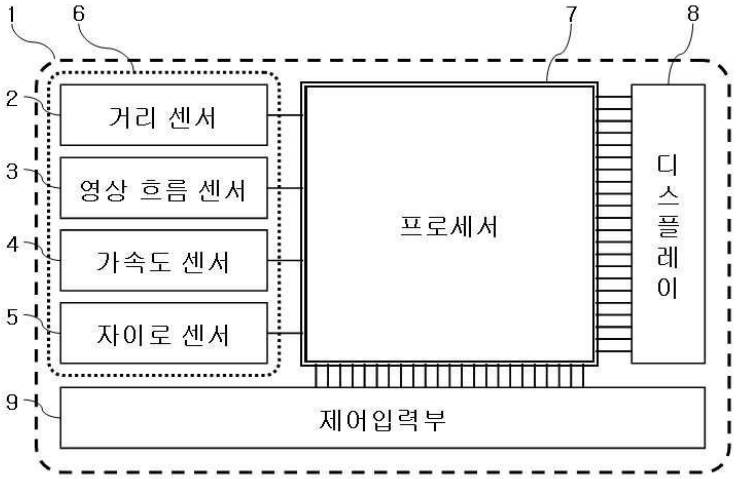


(B)

도면5


y
OF_y
OF
OF_z
3
z

도면6


1
6
7
8
2
거리 센서
3
영상 흐름 센서
4
가속도 센서
5
자이로 센서
프로세서
디스플레이
9
제어입력부