



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월04일
(11) 등록번호 10-1864437
(24) 등록일자 2018년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 23/02 (2006.01) G06T 7/246 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G01R 23/02 (2013.01)
G06T 7/246 (2017.01)
(21) 출원번호 10-2017-0027426
(22) 출원일자 2017년03월03일
심사청구일자 2017년03월03일
(56) 선행기술조사문헌
Recognition of human periodic movements from unstructured information using a motion-based frequency domain approach(Image and Vision Computing, 2006. 01)*
JP2001052203 A
KR1020150096550 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)
(72) 발명자
서명규
부산광역시 연제구 과정로237번길 6, 성연파크동 802호 (연산동, 성연파크)
김상엽
부산광역시 해운대구 좌동순환로217번길 7, 제10 8동 1302호 (좌동, 동신아파트)
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 오용균

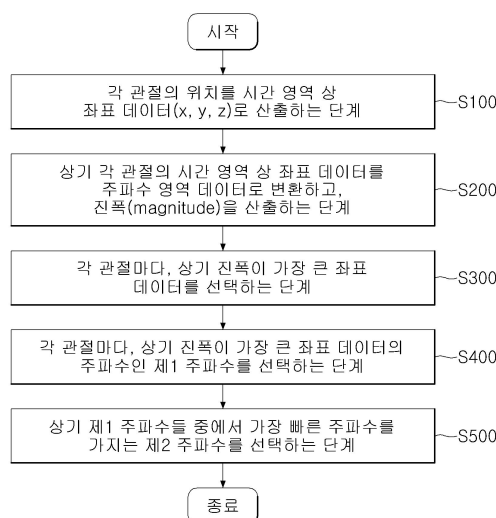
(54) 발명의 명칭 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법

(57) 요약

본 발명은 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법에 관한 것으로서, 각 관절의 위치를 시간 영역 상 좌표 데이터(x, y, z)로 산출하는 단계, 상기 각 관절의 시간 영역 상 좌표 데이터를 주파수 영역 상 데이터로 변환하고, 진폭(magnitude)을 산출하는 단계, 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터를 선택하는 단계, 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터의 주파수인 제1 주파수를 선택하는 단계 및 상기 제1 주파수들 중에서 가장 빠른 주파수를 가지는 제2 주파수를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 주파수 추정 방법을 통하여 인간의 움직임을 보다 효과적으로 측정할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

주장복

부산광역시 금정구 부산대학로 10, 105동 2004호
(부곡동, 대우아파트)

이철

부산광역시 남구 황령대로 504, 201동 1502호 (대
연동, 대연비치아파트)

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

각 관절마다, 관절의 위치를 시간 영역 상 좌표 데이터(x, y, z)로 산출하는 단계;

각 관절마다, 상기 각 관절의 시간 영역 상 좌표 데이터를 주파수 영역 상 데이터로 변환하고, 좌표 축 별로 진폭(magnitude)을 산출하는 단계;

각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 축을 선택하는 단계;

각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 축의 주파수를 제1 주파수로 선택하는 단계;

상기 제1 주파수들 중에서 가장 빠른 주파수를 제2 주파수로 선택하는 단계;

상기 제2 주파수에 대응하는 관절의 인접 관절들의 주파수를 비교하여 상기 인접관절들의 주파수가 상호 동일한 값인지 판단하는 단계;

상기 제2 주파수와 상기 인접 관절들의 주파수가 다른 값인지 판단하는 단계;

상기 인접 관절들의 주파수가 0이 아닌지 판단하는 단계; 및

판단 결과 상기 제2 주파수에 대응하는 관절의 인접 관절들의 주파수가 상호 동일한 값이고, 제2 주파수와 상기 인접 관절들의 주파수가 다른 값이며, 상기 인접 관절들의 주파수가 0이 아닌 경우, 상기 인접 관절들의 주파수를 선택하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 주파수 추정방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 좌표 데이터는 키넥트(kinect)를 이용하여 산출되는 것을 특징으로 하는 주파수 추정방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주파수 추정방법은, 상기 좌표 축 별로 진폭(magnitude)을 산출하는 단계에서 산출된 진폭이 0.8 m 내지 10.0 m 인 범위의 값을 유효한 데이터로 선택하는 것을 특징으로 하는 주파수 추정방법.

청구항 4

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 키넥트를 이용하여 사람 움직임을 측정하고, 이를 통해 주파수를 추정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 증강현실(Augmented Reality, AR)과 가상현실(Virtual Reality, VR)에 대한 관심이 높아지면서, 실용적인 프로그램들이 게임이나 시각적 예술을 포함한 다양한 분야에서 광범위하게 사용되는 실정이다.

[0003] 현재 대부분의 연구는 유저와 프로그램 간의 상호작용이 없는 것들(non-interactive sensing)에만 초점이 맞추어져 있다. 따라서, 폭넓은 사용자 상호작용(user-interactive) 방식의 프로그램을 만들기 위해서는, 사람의 박자(beat)또는 속도(velocity)등과 같이 사람의 움직임을 탐지할 수 있는 인자를 이용한 알고리즘을 개발이 필요하다

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 각 관절의 위치를 분석하여, 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 과제를 해결하기 위해 본 발명은 각 관절의 위치를 좌표 데이터(x, y, z)로 산출하는 단계, 상기 각 관절의 좌표 데이터를 주파수 영역 데이터로 변환하고, 진폭(magnitude)을 산출하는 단계, 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터를 선택하는 단계, 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터의 주파수인 제1 주파수를 선택하는 단계 및 상기 제1 주파수들 중에서 가장 빠른 주파수를 가지는 제2 주파수를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한 상기 좌표 데이터는 키넥트(kinect)를 이용하여 산출되는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한 주파수 추정방법은 산출된 주파수 값 중 진폭이 0.8 내지 10.0인 주파수를 유효한 데이터로 선택하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 그리고 상기 주파수 추정방법은 상기 제2 주파수 관절의 인접 관절 주파수가 동일한 값인지 판단하는 단계, 상기 제2 주파수와 상기 인접 관절 주파수가 다른 값인지 판단하는 단계, 상기 인접 관절 주파수가 0이 아닌지 판단하는 단계 및 판단결과 상기 제2 주파수의 인접 관절 주파수가 상호 동일한 값이고, 제2 주파수 및 상기 인접 관절 주파수가 다른 값이며, 상기 인접 관절 주파수가 0이 아닌 경우, 상기 인접 관절 주파수를 선택하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시 예들에 따른 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법의 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0013] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 의하면, 주파수 추정을 통하여 인간의 움직임을 효과적으로 측정할 수 있으며, 추적하는 관절의 개수에 상관없이 적용 가능하다.

[0014] 다만, 본 발명의 실시 예들에 따른 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법 이 달성할 수 있는 효과는 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0016] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 2는 키넥트를 통해 얻어진 인체 관절을 도시한 것이다.

도 3은 좌표데이터에 DFT 변환을 수행한 결과를 도시한 것이다.

도 4는 각 관절마다의 제1 주파수를 선택하는 방법을 나타낸 모식도이다.

도 5는 본 발명에 따른 노이즈 검증 과정을 도시한 순서도이다.

도 6은 다수 관절의 움직임에 대한 주파수 인덱스를 도시한 그래프이다.

도 7 및 도 8은 본 발명에 따른 주파수 추정 방법을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 첨부된 도면을 기초로 상세히 설명하고자 한다.
- [0018] 이하의 실시예는 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0019] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.
- [0020] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0021] 본 발명은 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법 에 관한 것으로, 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법 및 시스템에 관하여 설명한다.
- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 사람 움직임의 주파수를 추정하는 방법을 도시한 순서도이다.
- [0024] 본 발명에 따른 주파수 추정 방법은 각 관절의 위치를 시간 영역상 좌표 데이터(x, y, z)로 산출하는 단계(S100), 상기 각 관절의 시간 영역 상 좌표 데이터를 주파수 영역 상 데이터로 변환하고, 진폭(magnitude)을 산출하는 단계(S200), 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터를 선택하는 단계(S300), 각 관절마다, 상기 진폭이 가장 큰 좌표 데이터의 주파수인 제1 주파수를 선택하는 단계(S400) 및 상기 제1 주파수들 중에서 가장 빠른 주파수를 가지는 제2 주파수를 선택하는 단계(S500)를 포함한다.
- [0026] 도 2는 키넥트를 통해 얻어진 사람의 관절모델을 도시한 것이고, 도 3의 (a)는 한 관절에 대한 시간 영역 데이터를, (b)는 여기에 DFT 변환을 수행한 결과를 도시한 것이다. 도 2 및 도 3을 참고하여 S100, S200, S300 단계를 설명한다.
- [0027] 본 발명은 사람의 움직임의 주파수를 측정함에 있어 키넥트(kinect)를 사용한다. 기본적으로 키넥트(Kinect)는 색(color), 깊이(depth), 적외선(infrared light), 소리(sound) 그리고 사람의 몸을 포착(capture)한다.
- [0028] 도 2는 사람의 각 25개의 관절을 나타낸 것이다. 본 발명은 키넥트를 통해, 상기 사람의 각 25개 관절의 위치를 인식하여, 매 프레임마다 각 관절의 (x, y, z)의 위치를 스크린 중앙을 기준으로 상대적인 좌표를 가지는 데이터로 산출하고 이를 이용한다. 이때, 길이 N(length-N) 배열에 상기 좌표들을 저장하는데, 이를 bin이라 정의한다.
- [0029] 산출한 각각의 시간 영역 상 좌표 데이터에 대한 주파수 영역(frequency domain) 상 데이터를 얻기 위해, 이산 푸리에 변환(discrete Fourier transform, DFT)을 수행한다. 상기 키넥트에서 출력되는 관절의 움직임 과정은 푸리에 변환을 위한 데이터로 사용된다. 상기 각 bin의 일련의 데이터에 DFT를 적용한다. 계산을 더욱 빠르고 효율적으로 하기 위해, Cooley-Tukey Fast Fourier Transform(CTFFT)를 사용한다
- [0030] 도 3의 (a)는 오른손 관절 하나의 스크린의 중앙으로부터 상대적인 x, y, z 좌표를 나타내고, 도 3의 (b)는 그들의 DFT 계수(coefficients)의 크기를 나타낸 것으로, N=32, 즉 오른손 관절 하나의 x, y, z 축 별로 32개의 좌표를 얻고, DFT를 적용한 결과이다. 도 2의 (b)에서 x축은 각 주파수를, y축은 신호의 세기, 즉 진폭을 나타낸다.
- [0031] 키넥트는 30Hz의 샘플링 레이트를 가지며 푸리에 변환을 통해 시간 영역 상 데이터를 주파수 영역 상 데이터로 변경할 경우 나타나는 주파수는 아래 식 (1)로 도출된다.

$$f = k \frac{f_s}{N} \quad \dots (1)$$

여기서 f_s 는 샘플링 레이트(sampling rate)를 나타내며 값은 30Hz이다. k 는 인덱스를, N 은 bin 크기를 나타낸다.

도 3의 (b)에 나타난 바와 같이 실제 DFT 계수 값들은 $k=N/2$ 주소에 대해 대칭적(symmetric)이다. 그러므로 DFT 계수의 앞쪽의 절반만을 사용한다. 실험을 통해 사람 움직임의 가장 높은 주파수는 약 3.5Hz라는 것을 실험적으로 발견하였다. 이는 DFT 계수값의 절반의 첫 $N/4$ 에 대응된다. 따라서 검색 범위는 전체범위가 아닌 계수값이 적은 범위, 즉 $0 \leq k \leq N/8$ 범위만을 검색한다.

키넥트 장비는, 정지해 있는 관절의 위치가 떨림으로 나타나는 매우 작은 진폭의 주파수를 DFT 결과에 전반적으로 나타내어 노이즈를 나타낸다. 이를 고려하여 진폭 하한 임계선을 지정하여 0.8 이상의 진폭을 가지는 주파수를 유효한 범위로 선택한다. 또한 인간의 움직임에서 나타낼 수 있는 진폭의 상한 임계선은 10.0 임을 실험적으로 확인하였는바, 실제 주파수 탐색 영역은 0.8 내지 10.0 값으로 제한된다.

각 관절마다 얻어진 (x, y, z) 좌표들에 프레임 단위로 DFT를 수행하여, 좌표종류별 입력값 기준, 주파수 영역 상 각 주파수들의 진폭(magnitude)값을 출력값으로 산출한다.

$X_x^{(i)}[k]$, $X_y^{(i)}[k]$, $X_z^{(i)}[k]$ 는 각각 x, y, z좌표에 대한 i번째 관절의 k번째 주소의 DFT 계수(≒진폭)를 나타낸다.

S300 단계는 각 관절 i별로 x, y, z 각각의 주파수 영역으로 표현된 진폭 데이터중에서 가장 큰 진폭을 가지는 좌표를 선택하는 단계이다. 이는 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\hat{X}^{(i)} = \max \{ |X_x^{(i)}[k]|, |X_y^{(i)}[k]|, |X_z^{(i)}[k]| \} \quad \dots (2)$$

도 4는 본 발명에 따른 각 관절마다의 제1 주파수를 선택하는 방법을 나타낸 모식도이다. 도 4를 참고하여 S400 단계를 설명한다.

S400 단계는 각 관절 i대해 최대 크기를 산출하는 주파수 주소 $\hat{k}^{(i)}$ 를 찾는 단계이다. 각 관절 i마다 S300 단계에서 선택된 좌표중에서 가장 큰 진폭을 가지는 값의 주파수인 제1 주파수를 선택한다. 이는 식(3)과 같이 표현된다.

$$\hat{k}^{(i)} = \arg \max_k |\hat{X}^{(i)}[k]| \quad \dots (3)$$

현재 식(3)에서 각 관절에 대해 각각 제1 주파수 $\hat{k}^{(i)}$ 를 얻었다.

S500 단계는 선택된 제1 주파수들 중에서 가장 빠른 주파수인 제2 주파수를 선택하는 단계이다. 이는 식 (4)와 같이 표현 가능하다.

$$\hat{k} = \arg \max_{i \in J} \hat{k}^{(i)}, J = \{1, 2, \dots, M\}, \quad \dots (4)$$

여기서 M 은 추적한 인체의 관절의 수를, J 는 관절 주소의 집합(set)이다. 상기 제2 주파수는 모든 관절

을 대표하는 주파수가 된다. 마지막으로 식(1)에 식(4)의 $\hat{k}$ 를 대입하여 인체의 최종적인 주파수를 얻을 수 있다. 한편 본원 발명은 선택된 제2 주파수의 신뢰성을 높이기 위해, 노이즈 검증 과정이 추가로 수행될 수 있다.

[0050] 도 5는 본 발명에 따른 노이즈 검증 과정을 도시한 순서도이다.

[0051] 본 발명에 따르는 노이즈 검증 과정은 선택된 제2 주파수에 해당하는 관절의 인접 관절 주파수들이 동일한 값인지 판단하는 단계(S610), 상기 제2 주파수와 상기 인접 관절 주파수가 다른 값인지 판단하는 단계(S620), 상기 인접 관절 주파수가 0이 아닌지 판단하는 단계(S630)로 판단결과 상기 제2 주파수의 인접 관절 주파수가 상호 동일한 값이고, 제2 주파수 및 상기 인접 관절 주파수가 다른 값이며, 상기 인접 관절 주파수가 0이 아닌 경우, 기존 제2 주파수를 인접관절의 주파수로 변경한다(S640). 즉, 노이즈 검증 과정을 통해 움직임을 대표하는 대표 주파수를 변경하는 것이다. 상기 검증과정을 통해, 사람의 움직임을 대표하는 주파수를 보다 정확하게 추정할 수 있다.

[0053] (실시예)

[0054] 본 발명에서 움직임을 포착하기 위해 키넥트 v2를 사용했다. 식(1)의 샘플링 주파수 f_s 는 30Hz이다. 키넥트가 25개 관절의 좌표 정보를 제공하나, 손가락 움직임이 손들의 움직임과 비슷하기 때문에, 모든 관절을 사용하지 않고 13개의 관절만을 사용한다. 이는 동일 위치에 모여있는 관절의 경우 그 움직임이 동일할 수 밖에 없는 바 노이즈 발생을 최소화시키기 위함이다. 샘플 N은 대략 4초에 대응되는 128로 설정하였는데, 이는 CTFIT의 특성상 샘플의 개수는 2의 배수여야 하기 때문이다. 도 6은 키넥트와 DFT를 이용하여 다수 관절의 움직임에 대한 주파수 인덱스를 도시한 그래프이다.

[0056] 도 7 및 도 8은 본 발명에 따른 주파수 추정 방법을 적용한 결과를 나타낸 것이다.

[0057] 일 실시예로 도 7을 참조하여 설명한다. 도 7에서는 어깨에서 척추의 주파수가 추정되었다. 도 7은 입력 영상의 각 프레임, 식 (4)에서 각 관절에서 지배적인 주파수(dominant frequencies)들인 $\hat{X}^{(i)}[k]$, 그리고 식(1)에서 계산된 주파수 f 를 보여준다.

[0058] 먼저 움직임이 다른 주파수를 가지고 비디오 클립으로 기록하고, 각 관절을 추적하여 지상 실측 주파수(ground-truth frequency) f_g 를 얻었다. 표 1은 지상 실측 주파수와 계산한 주파수(computed frequency, f_c)의 차이를 비교한 것이다.

표 1

f_g	1.80	1.88	2.03	2.13	2.37	2.60
f_c	1.64	1.88	1.98	2.11	2.34	2.58

[0059]

[0060] 오류 비율(error rate, ER)을 식 (5)와 같이 정의하였을 때, 본 발명은 오류 비율이 0.98에 해당하는데, 이를 통해 제시된 알고리즘이 높은 정확도로 사람 움직임의 주파수를 추정할 수 있다는 것을 알 수 있다.

$$ER = \left| \frac{f_g - f_c}{f_g} \right| \dots \text{식 (5)}$$

[0061]

[0062] 여러 가지 주파수를 가지는 움직임에 대해 각각 50회가 넘는 시험결과 사람의 움직임은 가장 빠른 주파수를 나타내는 관절이 대표한다는 사실을 확인하였다. 따라서 사람의 움직임은 주파수 영역에서 가장 높은 크기를 가진

주파수에 대응된다고 추정한다.

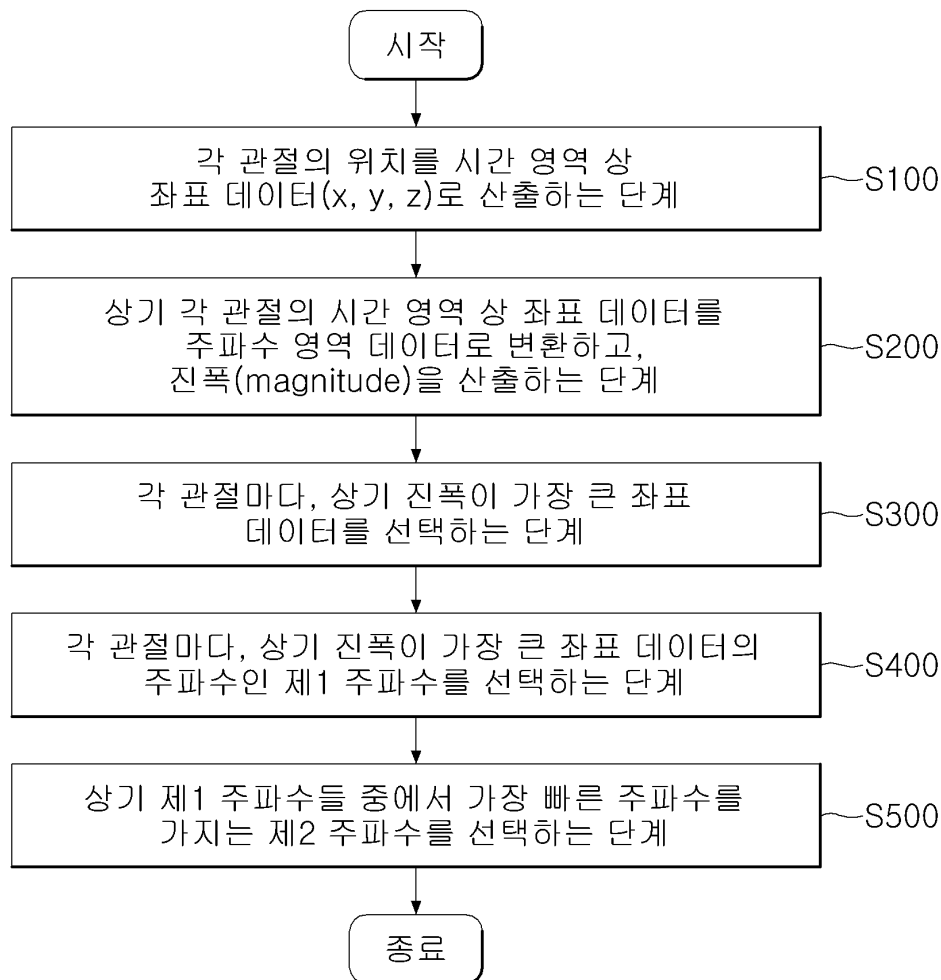
[0063] 본 발명은 사용자 상호작용 AR 및 VR 어플리케이션의 개발을 촉진하기 위해, 키넥트(kinect)를 이용하여 사람 움직임의 비트를 추정하는 효율적인 알고리즘을 제안하였다. 구체적으로 본 발명은 구체적으로 사람 움직임의 비트가 가장 큰 크기를 가진 주파수로 계산이 될 수 있다는 관찰에 토대를 두고, 주파수 영역에서 사람의 몸의 비트를 알아내었다. 제안된 알고리즘은 전처리 과정(preprocessing)을 위한 많은 AR과 VR에 적용될 수 있을 것으로 예상된다.

[0065] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

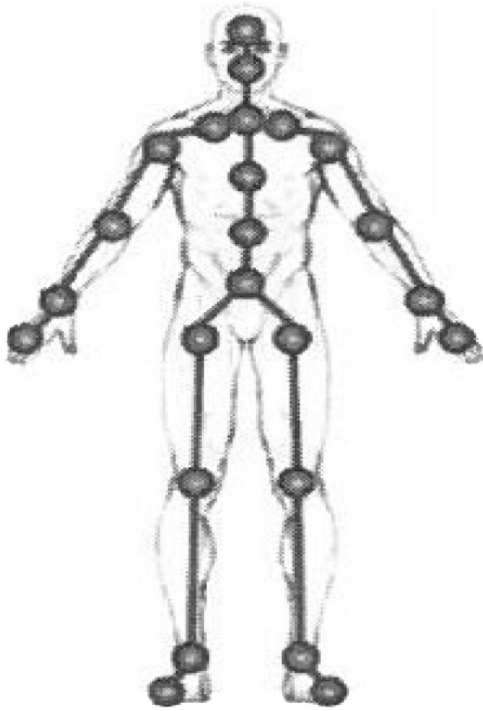
부호의 설명

도면

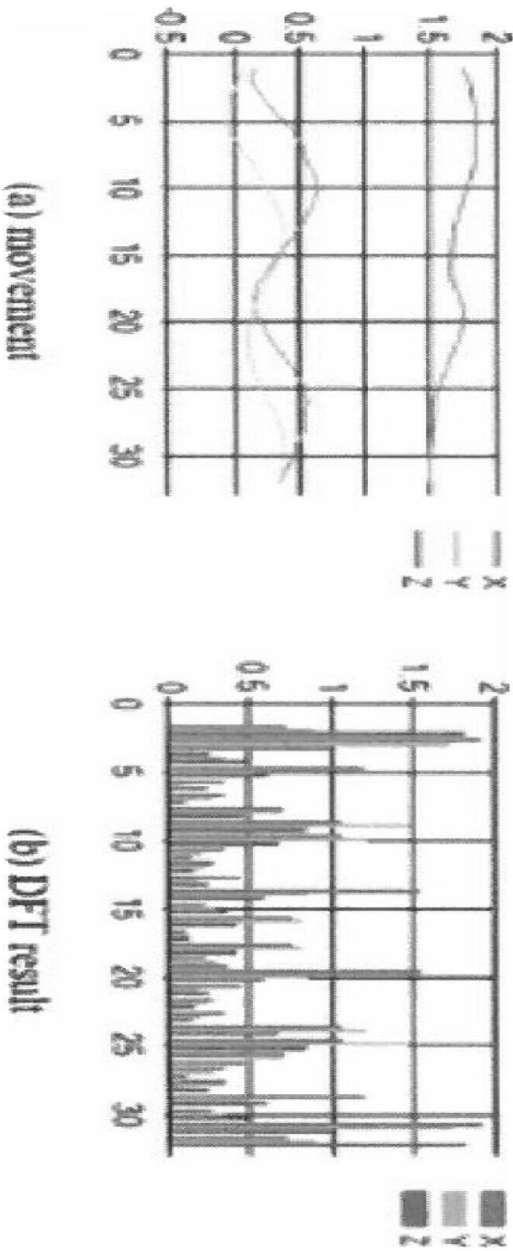
도면1



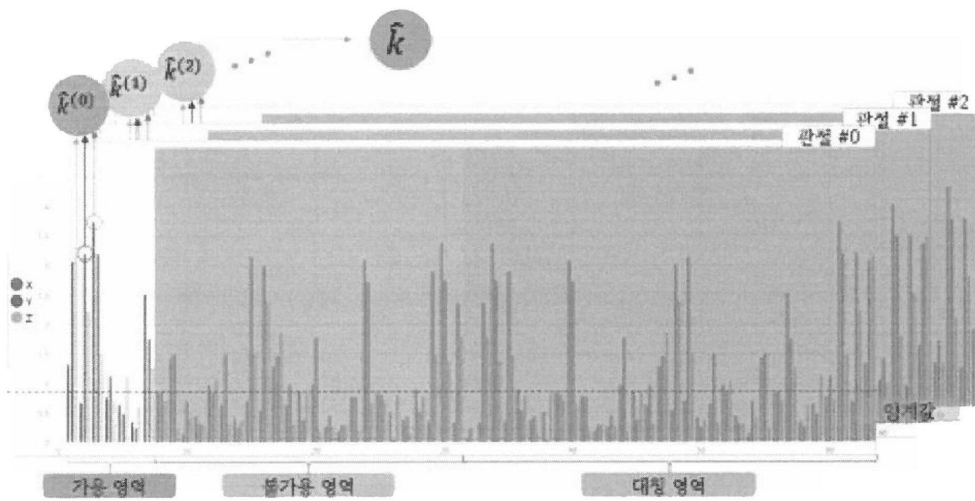
도면2



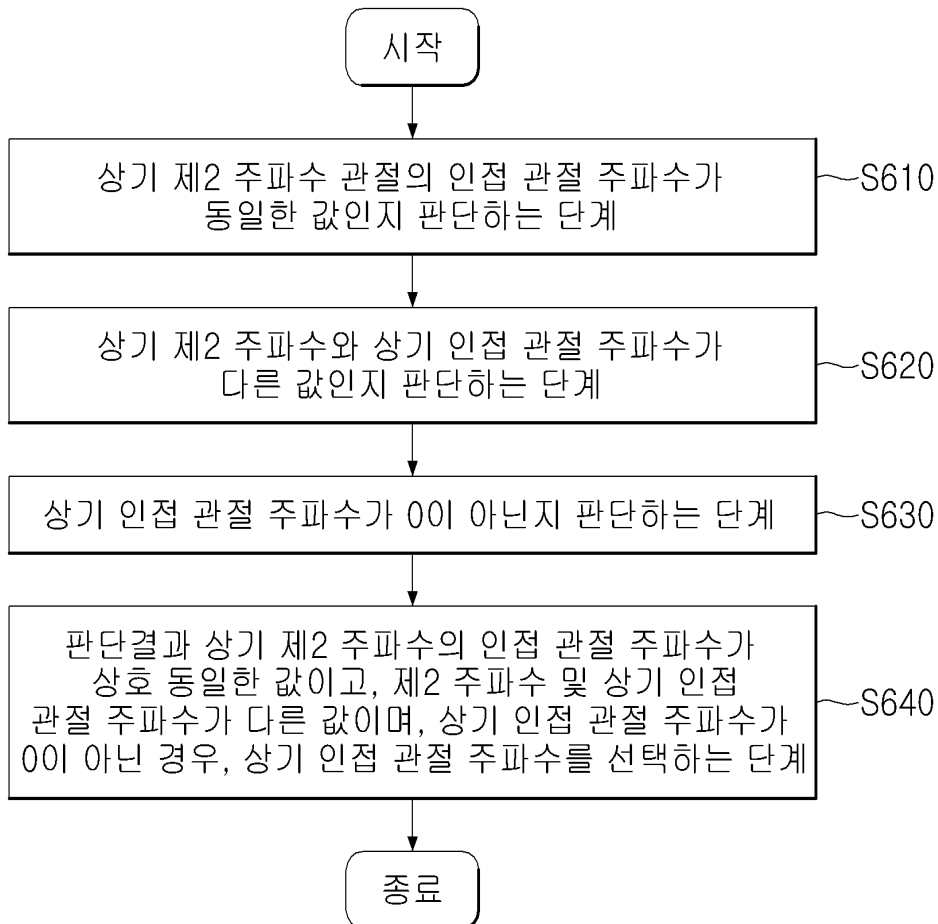
도면3



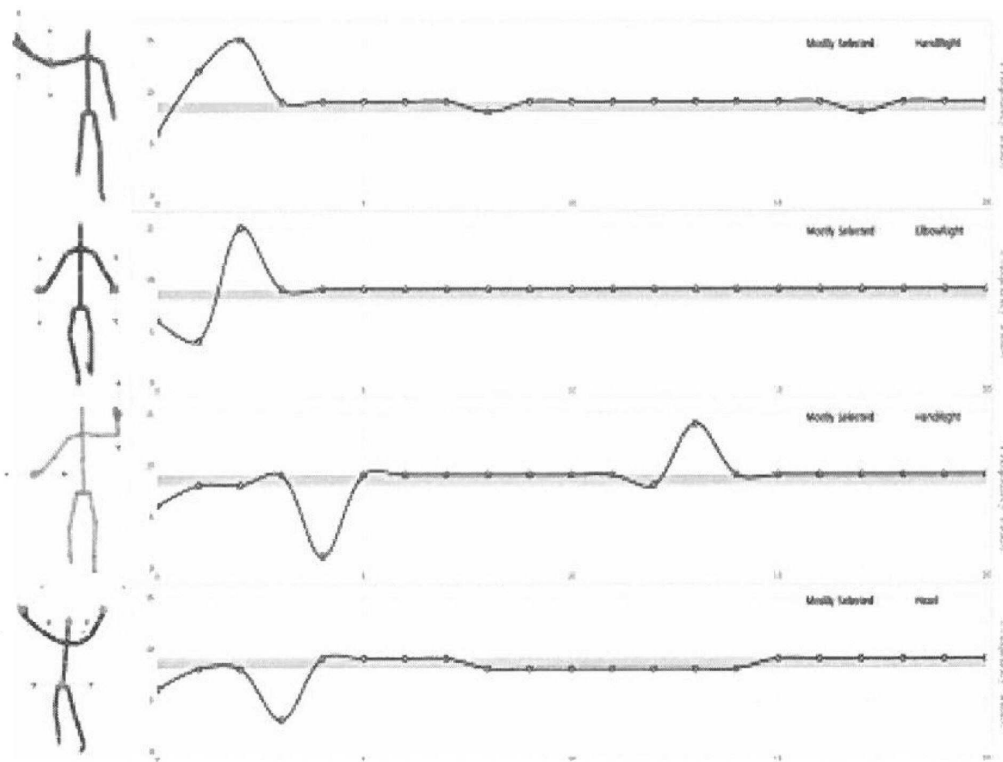
도면4



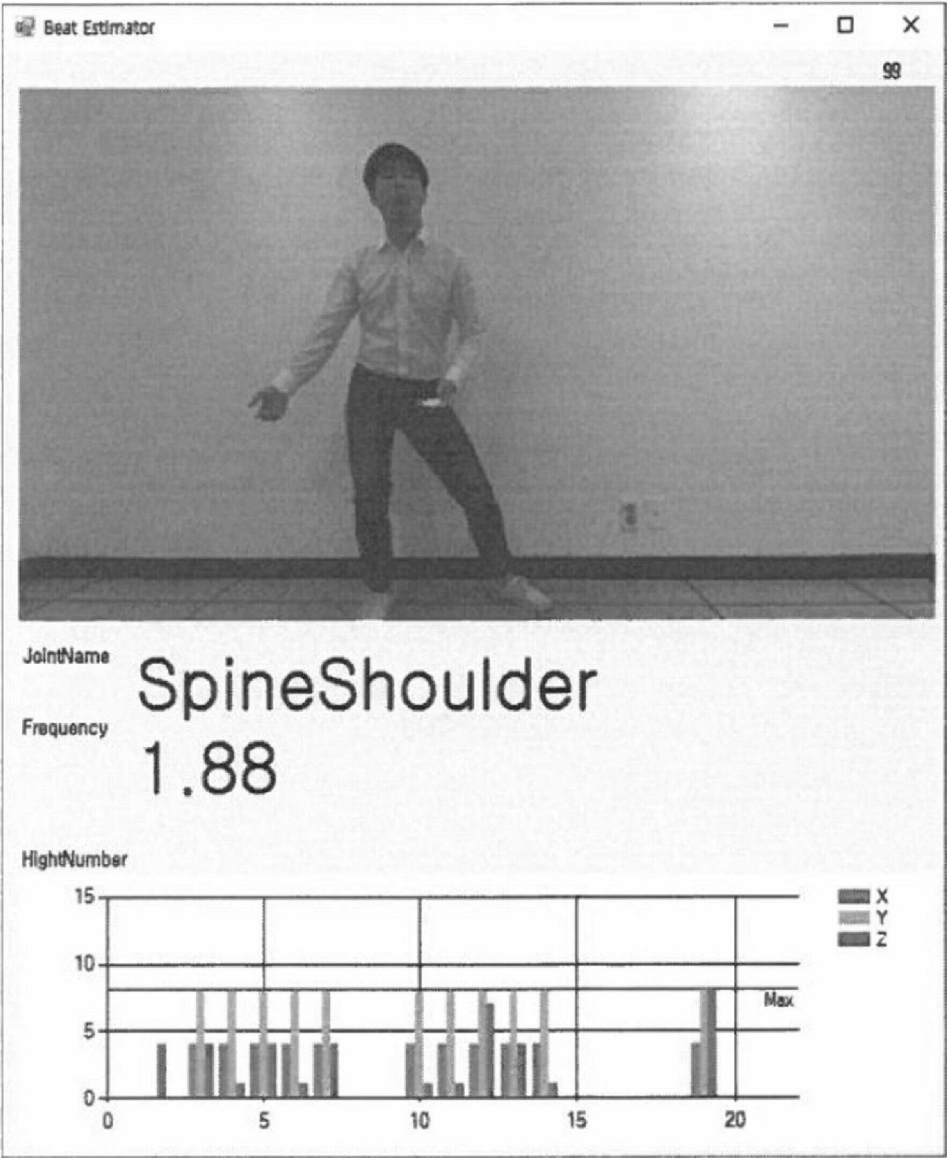
도면5



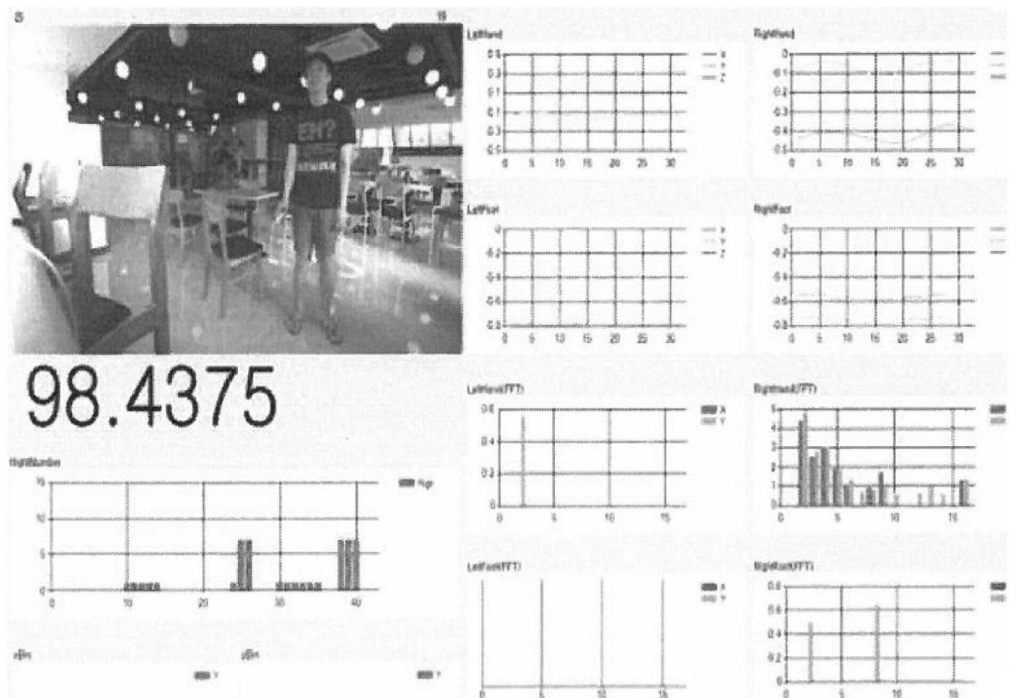
도면6



도면7



도면8



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구범위 제3항

【변경전】

진폭이 0.8 m2 내지 10.0 m2 인 범위의 값을

【변경후】

진폭이 0.8 m 내지 10.0 m 인 범위의 값을