



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0124590
(43) 공개일자 2014년10월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/103 (2006.01) A61B 5/11 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0042306
(22) 출원일자 2013년04월17일
심사청구일자 2013년04월17일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
허훈
서울 종로구 자하문로40길 36, (부암동)
김홍윤
서울 강서구 초록마을로5길 24, 401호 (화곡동, 한울빌)
(74) 대리인
특허법인남춘

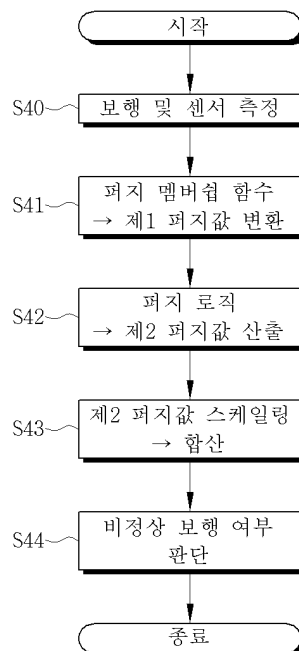
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 비정상 보행 여부를 측정하는 방법

(57) 요약

본 발명은 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 관한 것으로서, (a) 보행자의 왼발 및 오른발 측에 각각 복수개로 설치된 센서로부터 보행자의 보행에 따른 지면 반발력을 측정하는 단계와; (b) 상기 각 센서에 의해 측정된 측정값들을 기 설정된 퍼지 멤버십 함수에 적용하여 제1 퍼지값들로 변환하는 단계와; (c) 상기 제1 퍼지값들을 기 설정된 퍼지 로직에 적용하여 복수의 보행 상(Phase)에 대한 제2 퍼지값을 산출하는 단계와; (d) 상기 제2 퍼지값들과 기 등록된 정상보행 데이터와의 비교를 통해 보행자의 비정상 보행 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 보다 적은 숫자의 센서를 이용하면서도 보행자의 비정상 보행 여부를 정확하게 측정할 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 있어서,

- (a) 보행자의 왼발 및 오른발 측에 각각 복수개로 설치된 센서로부터 보행자의 보행에 따른 지면 반발력을 측정하는 단계와;
- (b) 상기 각 센서에 의해 측정된 측정값들을 기 설정된 퍼지 멤버십 함수에 적용하여 제1 퍼지값들로 변환하는 단계와;
- (c) 상기 제1 퍼지값들을 기 설정된 퍼지 로직에 적용하여 복수의 보행 상(Phase)에 대한 제2 퍼지값을 산출하는 단계와;
- (d) 상기 제2 퍼지값들과 기 등록된 정상보행 데이터와의 비교를 통해 보행자의 비정상 보행 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 퍼지 멤버십 함수는 수학적식

$$f^{Large}(x) = \frac{1}{2} \tanh(s(x - x_0)) + 1 \in [0, 1]$$

$$f^{Small}(x) = 1 - f^{Large}(x) \in [0, 1]$$

(여기서, $f^{Large}(x)$ 및 상기 $f^{Small}(x)$ 는 상기 제1 퍼지값이고, x 는 상기 측정값이고, x_0 는 기 설정된 기준값이고, s 는 민감도 계수이다)로 설정되는 것을 특징으로 하는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 (c) 단계에서 상기 보행 상(Phase)에는 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)이 적용되며;

상기 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase) 각각에 대해 상기 복수의 센서들 중 적어도 2 이상의 측정값에 대한 제1 퍼지값들의 논리 연산에 의해 상기 제2 퍼지값이 산출되는 것을 특징으로 하는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 (d) 단계에서는 상기 제2 퍼지값을 수학적식

$$sf(k) = \frac{1}{\sum \mu_{Phase, i}(k)}$$

(여기서, $\mu_{Phase, i}(k)$ 는 시간 k 에서 각 보행 상(Phase)에서의 제2 퍼지값이다)

에 의해 스케일링되어, 각 보행 상(Phase)에 대해 합산되는 것을 특징으로 하는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 보다 적은 숫자의 센서를 이용하면서도 보행자의 비정상 보행 여부를 정확하게 측정할 수 있는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 신체의 움직임을 측정하고 분석하는 장치 및 이를 응용한 장치에 대한 필요성은 의료업계 뿐만 아니라 스포츠 업계에서도 대두되고 있다. 이러한 분석 장치의 예로 인체의 중력 중심점(Center of Gravity : COG) 및 압력 중심점(Center of Pressure : COP)의 측정 방법이 제안되고 있다.

[0003] 이와 같은 COG 및 COP는 스포츠 선수들의 학습 성취도와 밀접한 관련이 있고, COG 및 COP의 변화에 대한 측정은 낙상의 예방 및 치료를 가능하게 하며, 이를 보행자의 보행 패턴이나 비정상 보행 여부를 측정하는데 이용되고 있다.

[0004] 일 예로, 한국등록특허 제10-0894895호에 개시된 "운동, 균형 및 보행측정 방법 및 치료시스템"에서는 보행 측정과 관련하여 FSR(Force Sensing Resistor) 센서의 신호를 이용하여 중력 중심점 및 압력 중심점을 계산한다. 이 때, 다수의 FRS 센서를 사용하여, 다수의 FSR 센서를 이용하여 측정된 값들 중에서 최대 RSR 출력값을 검출하여 이를 COP로 추정한다.

[0005] 또한, 한국공개특허 제10-2011-0072328호에 개시된 "보행 패턴 분석 방법"에서는, 도 1에 도시된 바와 같이, 복수의 FSR 센서를 부착하여 다수의 FSR 센서의 출력값에서 오류인 섬(Island)을 제거하는 기술을 개시하고 있다.

[0006] 그러나, 상기 한국공개특허 제10-2011-0072328호에 개시된 기술은 복수의 FSR 센서를 족저부의 전면에 많이 설치하여 정확한 측정은 가능하게 되나 시스템 구현에 많은 비용이 적용된다.

[0007] 따라서, 보다 적은 숫자의 센서를 이용하면서도, 보행자의 비정상 보행 여부를 정확하게 측정할 수 있다면 시스템 구현에 소요되는 비용을 줄이는데 바람직할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 보다 적은 숫자의 센서를 이용하면서도 보행자의 비정상 보행 여부를 정확하게 측정할 수 있는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적은 본 발명에 따라, 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 있어서, (a) 보행자의 왼발 및 오른발 측에 각각 복수개로 설치된 센서로부터 보행자의 보행에 따른 지면 반발력을 측정하는 단계와; (b) 상기 각 센서에 의해 측정된 측정값들을 기 설정된 퍼지 멤버쉽 함수에 적용하여 제1 퍼지값들로 변환하는 단계와; (c) 상기 제1 퍼지값들을 기 설정된 퍼지 로직에 적용하여 복수의 보행 상(Phase)에 대한 제2 퍼지값을 산출하는 단계와; (d) 상기 제2 퍼지값들과 기 등록된 정상보행 데이터와의 비교를 통해 보행자의 비정상 보행 여부를 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에 의해서 달성된다.

[0010] 여기서, 상기 퍼지 멤버쉽 함수는 수학적식

$$f^{Large}(x) = \frac{1}{2} \tanh(s(x - x_0)) + 1 \in [0, 1]$$

$$f^{Small}(x) = 1 - f^{Large}(x) \in [0, 1]$$

[0011]

[0012] (여기서, $F^{Large}(x)$ 및 상기 $F^{Small}(x)$ 는 상기 제1 퍼지값이고, x 는 상기 측정값이고, x_0 는 기 설정된 기준값이고, s 는 민감도 계수이다)로 설정될 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 (c) 단계에서 상기 보행 상(Phase)에는 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)이 적용되며; 상기 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase) 각각에 대해 상기 복수의 센서들 중 적어도 2 이상의 측정값에 대한 제1 퍼지값들의 논리 연산에 의해 상기 제2 퍼지값이 산출될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 (d) 단계에서는 상기 제2 퍼지값을 수학식

$$sf(k) = \frac{1}{\sum \mu_{Phase, i}(k)}$$

[0015]

[0016] (여기서, $\mu_{Phase, i}(k)$ 는 시간 k 에서 각 보행 상(Phase)에서의 제2 퍼지값이다)에 의해 스케일링되어, 각 보행 상(Phase)에 대해 합산될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같은 구성에 따라 본 발명에 따르면, 보다 적은 숫자의 센서를 이용하면서도 보행자의 비정상 보행 여부를 정확하게 측정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 한국공개특허 제10-2011-0072328호에 도시된 도면이고,

도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 비정상 보행 여부를 측정하는 방법이 적용되는 비정상 보행 측정 시스템의 구성을 도시한 도면이고,

도 4는 본 발명에 따른 비정상 보행 여부를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이고,

도 5는 본 발명에 따른 퍼지 멤버십 함수에 의해 결정되는 제1 퍼지값인 small값과 large값의 예를 도시한 도면이고,

도 6은 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다.

[0020] 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 비정상 보행 여부를 측정하는 방법이 적용되는 비정상 보행 측정 시스템의 구성을 도시한 도면이다. 도 2를 참조하여 설명하면, 본 발명에 따른 비정상 보행 여부를 측정하는 방법은 보행자의 족하부에 설치되는 복수의 센서(10,20)와, 센서(10,20)로부터의 측정된 측정값에 따라 비정상 보행 여부를 측정하는 측정 장치를 포함한다.

[0021] 복수의 센서(10,20)는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 보행자의 왼발의 족저부와 오른발의 족저부에 각각 설치되는 좌측 센싱부(10)와 우측 센싱부(20)로 구분될 수 있다.

[0022] 본 발명에서는, 도 2에 도시된 바와 같이, 좌측 센싱부(10)에 5개의 센서(10,20)가 부착되고, 마찬가지로 우측 센싱부(20)에 마찬가지로 5개의 센서(10,20)가 부착되는 것을 예로 한다.

[0023] 이 때, 좌측 센싱부(10) 및 우측 센싱부(20)에 부착되는 센서(10,20)의 위치는 보행자의 보행에 따른 압력 분포를 보다 효율적으로 측정 가능하게, 도 2에 도시된 바와 같이, 왼발의 우측 전방으로부터 순차적으로 2개, 좌측 후방으로부터 순차적으로 3개가 부착되는 것을 예로 한다. 마찬가지로, 우측 센싱부는 좌측 센싱부에 대칭적으로, 좌측 전방으로부터 순차적으로 2개, 우측 후방으로부터 순차적으로 3개가 부착되는 것을 예로 한다. 즉, 보행자가 보행시 지면에 주로 부착되는 위치에 5개의 센서(10,20)만을 부착하여 보행에 따른 족저부의 압력 분

포를 측정하게 된다.

[0024] 본 발명에서는 센서(10,20)로 보행자의 보행에 따른 지면 반발력을 측정 가능한 형태, 예를 들어, FSR(Foot Sensor Resistor) 센서(10,20)가 적용되는 것을 예로 한다. 이외에도, 센서(10,20)로는 공기 튜브와 공압 센서(10,20)를 이용하여 족저부의 지면 반발력을 공기 튜브 내의 압력으로 측정할 수 있다.

[0025] 한편, 측정 장치는, 도 2에 도시된 바와 같이, 컴퓨터와 같은 정보처리장치 형태로 마련되는데, 도 3에 도시된 바와 같이, 퍼지 연산부(30), 보행 상태 판단부(40) 및 데이터 저장부(50)를 포함할 수 있다.

[0026] 퍼지 연산부(30)는 기 설정된 퍼지 멤버십 함수 및 퍼지 로직을 이용하여 센서(10,20)들에 의해 측정된 측정값들을 처리하고, 보행 상태 판단부(40)는 데이터 저장부(50)에 기 등록된 정상보행 데이터와 퍼지 연산부(30)의 퍼지 연산 결과를 비교하여 보행자의 비정상 보행 여부를 판단하게 된다.

[0027] 이하에서는, 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 퍼지 연산부(30) 및 보행 상태 판단부(40)에 의해 비정상 보행 여부를 측정하는 과정에 대해 보다 상세히 설명한다.

[0028] 먼저, 보행자가 본 발명에 따른 센서(10,20)들이 부착된 신발을 착용한 후, 보행을 시작하게 되면, 신발에 부착된 센서(10,20)들로부터 지면 반발력이 측정되고(S40), 측정된 측정값이 퍼지 연산부(30)로 전달된다.

[0029] 퍼지 연산부(30)는 각 센서(10,20)에 의해 측정된 측정값들을 기 설정된 퍼지 멤버십 함수에 적용하여 제1 퍼지 값들로 변환한다(S41). 여기서, 본 발명에 따른 퍼지 멤버십 함수는 [수학식 1]과 같이 설정된다.

[0030] [수학식 1]

$$f^{Large}(x) = \frac{1}{2} \tanh(s(x - x_0)) + 1 \in [0, 1]$$

$$f^{Small}(x) = 1 - f^{Large}(x) \in [0, 1]$$

[0031]

[0032] [수학식 1]에서 $f^{Large}(x)$ 및 상기 $f^{Small}(x)$ 는 제1 퍼지값이고, x 는 센서(10,20)들에 의해 측정된 측정값이고, x_0 는 기 설정된 기준값이고, s 는 민감도 계수이다. 여기서, 민감도 계수는 보행자의 몸무게 등에 따라 센서(10,20)들로부터의 측정값, 즉 전압값이 다르게 작용하는데, 이를 보상하기 위한 값으로 대략 1~5V 사이의 값 중 하나가 선택될 수 있다.

[0033] 퍼지 멤버십 함수인 $f^{Large}(x)$ 는 연속적이고 부드럽게 변화하고, $f^{Small}(x)$ 와 대칭되는데, 기준값을 넘는지 아닌지를 확실하게 알 수 있는 방법으로, 기준값 x_0 을 기준으로 측정값이 제1 퍼지값인 small값과 large값으로 결정된다. 도 5는 본 발명에 따른 퍼지 멤버십 함수에 의해 결정되는 제1 퍼지값인 small값과 large값의 예를 도시한 도면이다.

[0034] 상기와 같이 각각의 센서(10,20)들에 의해 측정된 측정값들이 small값과 large값으로 변환되면, 제1 퍼지값들을 기 설정된 퍼지 로직에 적용하여 복수의 보행 상(Phase)에 대한 제2 퍼지값을 산출한다(S42).

[0035] 여기서, 본 발명에 따른 비정상 보행 여부를 측정하는 방법에서 보행자의 보행 상(Phase)은 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)이 적용되는 것을 예로 한다. 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 보행자의 보행 상을 6개의 상(Phase)으로 구분하는데, 순차적으로 'Initial Contact(IC)', 'Loading Response(LR)', 'Mid Stance(MS)', 'Terminal Stance(TS)', 'Pre Swing(PS)', 그리고 'Swing(SW)' 단계로 구분하고 있다.

[0036] 본 발명에서는 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase)을 기준으로 퍼지 로직이 설정되어, 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase) 각각에 대한 제2 퍼지값이 산출된다.

[0037] 여기서, 본 발명에서는 각 보행 상(Phase)에서 분포 압력의 변화가 산출되는데, 퍼지 멤버십 값의 곱으로 표현되는 것을 예로 한다. 예를 들어, 발의 뒤꿈치 쪽에 부착된 센서(10,20)의 측정값(x_{heel})에 대한 제1 퍼지값이 large값이고, 바로 위쪽에 부착된 센서(10,20)의 측정값(x_{middle})에 대한 제2 퍼지값이 small값인 경우, 제2 퍼지

값은 1로 출력될 수 있다. 이와 같은 퍼지 로직에 적용되는 퍼지 법칙의 예는 [표 1]과 같다.

[표 1]

					
Large	Small	-	-	-	$\mu_{\text{Initial Contact}} \rightarrow 1$
Large	Large	-	Small	-	$\mu_{\text{Loading Response}} \rightarrow 1$
Small	Large	Large	-	Small	$\mu_{\text{Mid Stance}} \rightarrow 1$
Small	-	Large	Large	Small	$\mu_{\text{Terminal Swing}} \rightarrow 1$
Small	-	-	Small	Large	$\mu_{\text{Preswing}} \rightarrow 1$
Small	Small	Small	Small	Small	$\mu_{\text{Swing}} \rightarrow 1$

[표 1]에서와 같이, 페리의 보행 상(Perry's Gait Phase) 각각에 대해 복수의 센서(10,20)들 중 적어도 2 이상의 측정값에 대한 제1 퍼지값들의 논리 연산에 의해 제2 퍼지값이 산출된다. 여기서, 표 1에서 μ_{Phase} 값들은 제2 퍼지값에 해당한다.

한편, 상기와 같이 제2 퍼지값이 산출되면, 제2 퍼지값들의 스케일링을 통해 제2 퍼지값들의 합을 산출한다(S43). 스케일링 및 합의 산출은 [수학식 2]와 같이 표현된다.

[수학식 2]

$$sf(k) = \frac{1}{\sum \mu_{\text{Phase}, i(k)}}$$

여기서, k 는 시간이고, $\mu_{\text{Phase}, i(k)}$ 는 시간 k 에서 각 보행 상(Phase)에서의 제2 퍼지값이다. 예를 들어, $\mu_{\text{Phase}, 1(k)}$ 는 [표 1]의 시간 k 에서의 $\mu_{\text{Initial Contact}}$ 값이고, $\mu_{\text{Phase}, 2(k)}$ 는 [표 1]의 시간 k 에서의 $\mu_{\text{Loading Response}}$ 값이 될 수 있다. 이와 같은 스케일링을 통해, 퍼지 로직의 출력값의 합이 1로 고정될 수 있다.

상기와 같이, 퍼지 로직에 의한 퍼지 연산이 완료되면, 퍼지 연산의 출력, 즉 스케일링된 제2 퍼지값의 합과, 기 등록된 정상보행 데이터와의 비교를 통해 비정상 보행 여부가 판단된다(S44).

여기서, 정상보행 데이터는 페리의 보행 분석(Perry's Gait Analysis)의 보행 상에 대한 비율을 사용한다. [표 2]는 페리의 보행 분석(Perry's Gait Analysis)의 보행 상에 대한 비율을 나타내고 있다.

[표 2]

Phase	IC	LR	MS	TS	PS	SW
Portion(%)	0~2	7~13	17~23	17~23	7~13	35~45

[0049] 보행 실험 중 각각의 보행 상에 대해 스케일링된 피지 연산의 출력값을 합산하여 그 비율을 계산하고, 각 상에 대한 [표 2]의 비율과의 비교를 통해 비정상 보행 여부를 판단하게 된다. 비율의 계산은 전체 샘플링 시간과 각 상의 샘플링 시간에 따라 산출될 수 있다. 여기서, 본 발명에서는 한 번의 실험 과정에서 오른발과 왼발 간의 비율을 비교하여 대칭성 여부도 판단할 수 있게 된다.

[0050] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

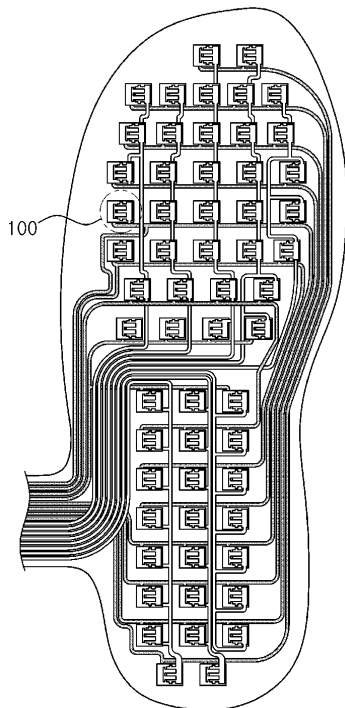
부호의 설명

[0051] 10, 20 : 센서 30 : 퍼지 연산부

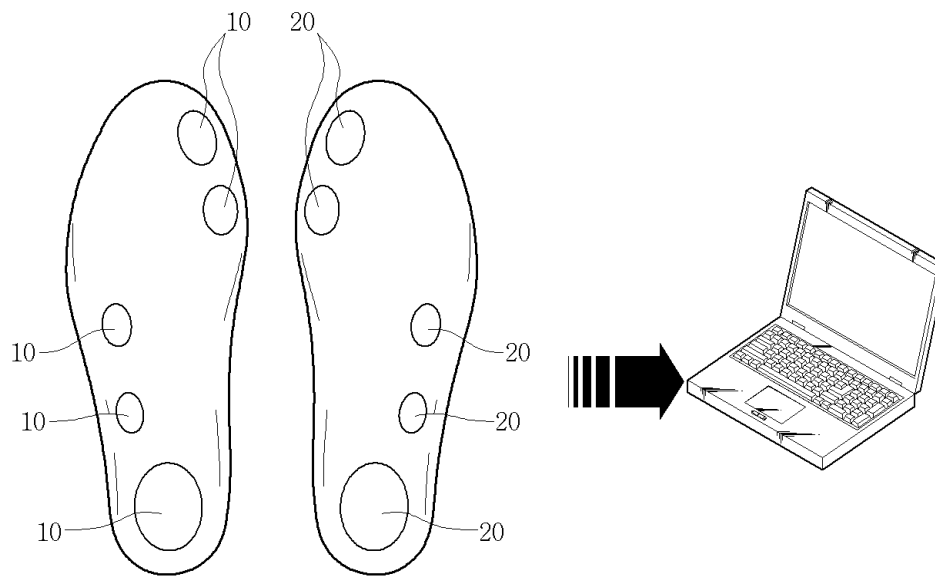
 40 : 보행 상태 판단부 50 : 데이터 저장부

도면

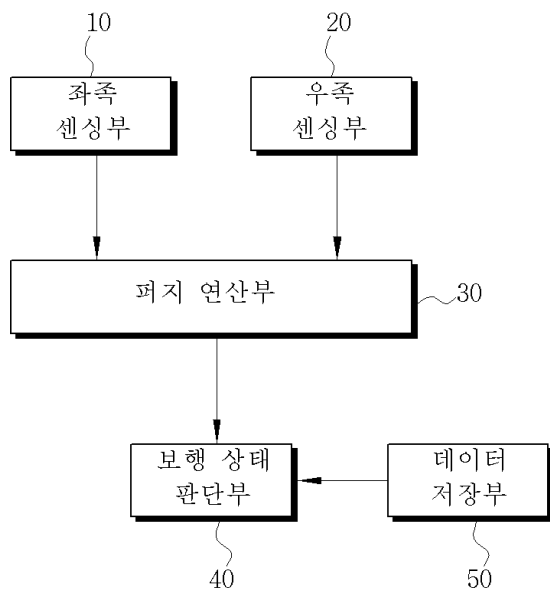
도면1



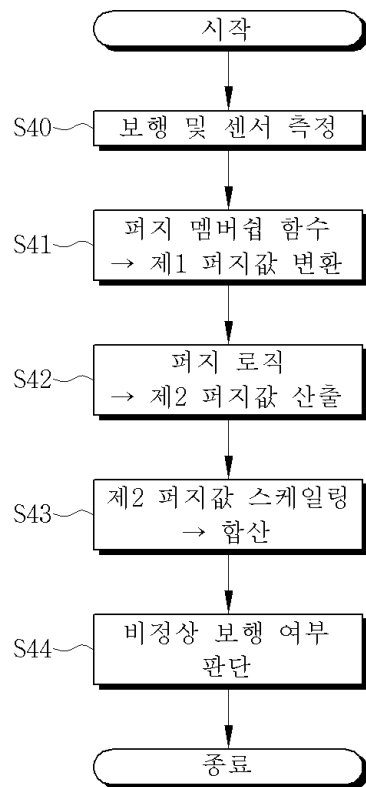
도면2



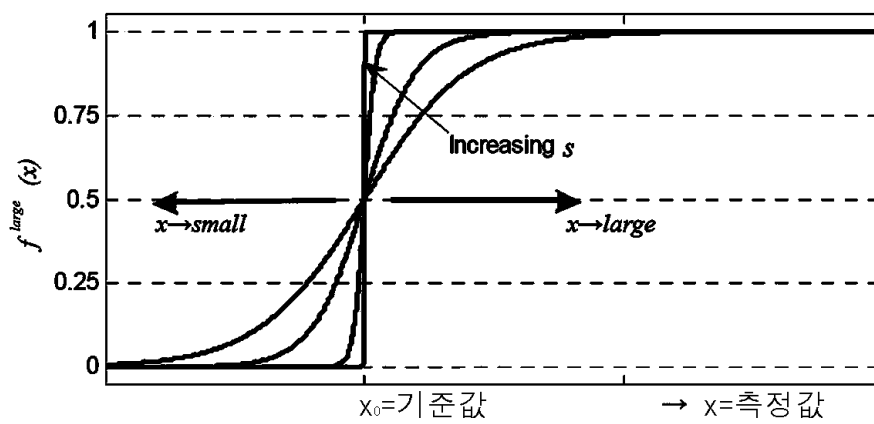
도면3



도면4



도면5



도면6

