



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
A61B 5/00 (2006.01)
G01N 21/31 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0004803
(43) 공개일자 2007년01월09일

(21) 출원번호 10-2006-7020461
(22) 출원일자 2006년09월29일
심사청구일자 없음
번역문 제출일자 2006년09월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/007388 (87) 국제공개번호 WO 2005/087094
국제출원일자 2005년03월07일 국제공개일자 2005년09월22일

(30) 우선권주장 10/796,578 2004년03월08일 미국(US)

(71) 출원인 넬커 퓨리탄 베넷 인코포레이티드
미합중국(94588)캘리포니아,프리젠티온,하시엔다드라이브4280

(72) 발명자 베이커 제이알., 클락 알.
미합중국, 94546 캘리포니아, 카스트로 밸리, 매기 웨이 18493

(74) 대리인 특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 산소 포화도와 심박수에 대한 분리된 앙상블 평균을 갖는맥박 산소측정기

(57) 요약

산소 포화도 및 맥박율을 계산하는데 사용하는 검출된 파형을 처리하기 위한 두 개의 독립적인 앙상블 평균기들을 개시한다. 산소 포화도를 계산하기 위해 사용된 앙상블 평균기는 정규화된 신호로 동작하고, 맥박율 계산을 위한 앙상블 평균기가 정규화되지 않은 신호로 동작한다. 두 개의 앙상블 평균기들을 통해 두 개의 경로를 위해 선택된 매트릭스는 산소 포화도 또는 맥박율 계산을 위해 앙상블 평균으로 최적화하도록 변경될 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

환자로부터의 광의 두 개의 다른 파장들에 대응하는 파형들을 수신하는 단계;

제1 앙상블 평균기내에서 상기 파형들을 앙상블 평균화하는 단계;

상기 제1 앙상블 평균기의 출력에 기초하여 맥박율을 계산하는 단계;

상기 파형들을 정규화하여 상기 정규화된 파형들을 발생하는 단계;

상기 제2 앙상블 평균기내에서 상기 정규화된 파형들을 앙상블 평균화하는 단계; 및

제2 앙상블 평균기의 출력에 기초하여 산소 포화도를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도 및 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 2.

제2항에 있어서,

가변 가중치를 사용하여 상기 앙상블 평균화하는 단계;

상기 제1 앙상블 평균기를 위한 제1 메트릭스를 선택하여 상기 맥박율을 계산하는 단계를 최적화하는 단계; 및

상기 제2 앙상블 평균기를 위한 제2 메트릭스를 선택하여 상기 산소 포화도를 계산하는 단계를 최적화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 메트릭스 모두는 부정맥 박동을 검출하기 위한 부정맥 메트릭스를 포함하고,

상기 맥박율을 계산하기 위해 결합되는 상기 제1 메트릭스를 위한 부정맥 메트릭스는 상기 제2 메트릭스를 위한 상기 부정맥 메트릭스보다 부정맥을 인식하기 위한 더 낮게 결합된 문턱값을 갖는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 4.

제2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 메트릭스 모두는 맥박 크기에서 단기 변화를 측정하는 단기 메트릭스를 포함하고,

상기 제1 앙상블 평균기는 상기 제2 앙상블 평균기보다 빠른 맥박 크기에서 단기 감소에 응답하여 앙상블 평균 가중치를 감소하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 5.

환자로부터 두 개의 다른 파장들의 광에 따른 파형을 수신하는 검출기;

제1 앙상블 평균기;

상기 제1 앙상블 평균기의 출력에 결합된 맥박율 계산기;

상기 파형들을 정규화하기 위한 정규화된 파형들을 발생하도록 상기 검출기에 결합되는 정규화기;

제2 앙상블 평균기; 및

상기 제2 앙상블 평균기의 출력에 결합되는 산소 포화도 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 6.

제5항에 있어서,

상기 앙상블 평균기가 변수 가중치를 이용하여 앙상블 평균을 설정하는데 있어,

상기 제1 앙상블 평균기를 위한 제1 매트릭스를 제공하여 상기 맥박율 계산을 최적화하고, 상기 제2 앙상블 평균기를 위한 제2 매트릭스를 제공하여 상기 산소포화도 계산을 최적화하도록 설정되는 싱글 퀄리티 매트릭스 계산기(single quality metrics calculator)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 7.

환자로부터의 광의 두개의 다른 파장들에 대응하는 파형들을 수신하는 단계;

상기 파형들을 제1 로우 패스 필터에서 로우 패스 필터링하는 단계;

상기 제1 로우 패스 필터의 출력에 기초된 맥박율을 계산하는 단계;

상기 파형들을 정규화하여 상기 정규화된 파형들을 발생하는 단계;

상기 정규화된 파형들을 제2 로우패스 필터에서 로우 패스 필터링하는 단계;

제2 로우 패스 필터의 출력에 기초하여 산소 포화도를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 8.

제7항에 있어서,

상기 제1 로우 패스 필터에 대한 제1 매트릭스를 선택하여 상기 맥박율 계산을 최적화하는 단계;

상기 제2 로우 패스 필터에 대한 제2 매트릭스를 선택하여 상기 산소 포화도 계산을 최적화하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 9.

제8항에 있어서,

상기 제1 로우 패스 필터와 결합된 로우-패스 필터링 가중치는

맥박율과 관련된 상기 파형들의 주파수-컨텐츠를 정량화하는 파수 비율 메트릭에 기초되는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 10.

제8항에 있어서,

상기 제2 로우 패스 필터에 대한 로우-패스 필터링 가중치는

그 메트릭 맥박율 평가와 독립적인 비율들의 비율 변화 메트릭과 관련된 상기 파형들의 주파수-컨텐츠를 정량화하는 주파수 비율 메트릭에 기초되는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 11.

환자로부터의 광의 두 개의 다른 파장들에 대응하는 파형들을 수신하는 단계;

상기 제1 로우 패스 필터와 앙상블 평균기에서 상기 파형들을 로우 패스 필터링 및 앙상블 평균화하는 단계;

상기 제1 로우 패스 필터와 앙상블 평균기의 출력에 기초하여 맥박율을 계산하는 단계;

상기 파형들을 정규화하여 상기 정규화된 파형들을 발생하는 단계;

상기 제2 로우 패스 필터와 앙상블 평균기에서 상기 정규화된 파형들을 로우 패스 필터링 및 앙상블 평균화하는 단계; 및

상기 제1 로우 패스 필터와 앙상블 평균기의 출력에 기초하여 산소 포화도를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 12.

환자로부터의 광의 두 개의 다른 파장들에 상응하는 파형들을 수신하는 검출기;

제1 로우 패스 필터;

상기 제1 로우 패스 필터의 출력에 결합된 맥박율 계산기;

상기 파형들을 정규화하여 정규화된 파형들을 발생하도록 상기 검출기에 결합된 정규화기;

제2 로우 패스 필터;

상기 제2 로우 패스 필터의 출력에 결합된 산소 포화도 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 13.

제12항에 있어서,

상기 로우 패스 필터가 변수 가중치를 이용하여 앙상블 평균을 설정하는데 있어,

상기 제1 앙상블 평균기를 위한 제1 매트릭스를 제공하여 상기 맥박율 계산을 최적화하고, 상기 제2 앙상블 평균기를 위한 제2 매트릭스를 제공하여 상기 산소포화도 계산을 최적화하도록 설정되는 싱글 퀄리티 매트릭스 계산기(single quality metrics calculator)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 14.

제12항에 있어서,

상기 제1 로우 패스 필터와 결합된 로우-패스 필터링 가중치는

맥박율과 관련된 상기 파형들의 주파수-컨텐츠를 정량화하는 파수 비율 매트릭스에 기초되는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 15.

제12항에 있어서,

상기 제2 로우 패스 필터에 대한 로우-패스 필터링 가중치는

그 매트릭 맥박율 평가와 독립적인 비율들의 비율 변화 매트릭과 관련된 상기 파형들의 주파수-컨텐츠를 정량화하는 주파수 비율 매트릭에 기초되는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 16.

환자로부터의 광의 두 개의 다른 파장들에 대응하는 파형들을 수신하는 검출기;

제1 로우 패스 필터와 앙상블 평균기;

상기 제1 로우 패스 필터와 앙상블 평균기의 출력에 결합된 맥박율 계산기;

상기 파형들을 정규화하여 정규화된 파형들을 발생하도록 상기 검출기에 결합된 정규화기;

제2 로우 패스 필터와 앙상블 평균기;

상기 제2 로우 패스 필터와 앙상블 평균기의 출력에 결합된 산소 포화도 계산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도와 맥박율을 결정하기 위한 맥박 산소측정기.

청구항 17.

환자로부터의 광의 두 개의 다른 파장들에 대응하는 파형들을 수신하는 단계;

히스토리컬 평균 파형(historical average waveform)을 앙상블 평균화하도록 맥박 기간을 트리거한 후 새로운 파형을 발생하는 단계; 및

상기 새로운 파형이 소정 문턱값 이상만큼 상기 히스토리컬 평균 파형과 다른 경우, 새로운, 합성 히스토리컬 평균 파형의 제1 퓨우 샘플들(first few samples)을 위해 상기 새로운 파형과 히스토리컬 평균 파형 사이를 보간하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 산소 포화도를 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

청구항 18.

제17항에 있어서,

상기 제1 퓨우 샘플들은 네 개의 샘플들이고,

상기 보간법은 상기 새로운 파형과 히스토리컬 평균 파형 사이의 차의 80%, 60%, 40%, 및 20%에 있는 것을 특징으로 하는 산소 포화도를 결정하기 위하여 맥박 산소측정기에서의 신호를 처리하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 산소측정기(oximeter)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 맥박 산소측정기로부터 검출된 파형에서 맥박들의 앙상블 평균화를 위한 것이다.

배경기술

맥박 산소측정방법은 동맥혈(arterial blood)에서 헤모글로빈의 혈액-산소 포화도, 조직에 공급하는 개개인의 혈액 박동의 양, 및 환자의 각 심장 박동에 상응하는 혈액 박동의 비율을 포함하는, 그러나 제한하지 않는, 다양한 혈액의 화학적 특성들을 측정하기 위하여 일반적으로 사용된다. 이러한 특성의 측정은 혈액이 조직으로 분산되는 환자의 조직 부분을 통해 광을 분산시키고 이러한 조직에서 흡광을 광전자적으로 감지하는 비침습성 센서를 이용하여 행해지고 있다. 그리고, 흡광량은 측정되는 혈액 성분의 양을 산출하는데 사용된다.

조직을 통해 분산된 광은 혈액내에 존재하는 혈액 성분의 양을 대표하는 양에서 혈액에 의해 흡수된 한가지 이상의 파장이 될 수 있도록 선택된다. 조직을 통해 분산된 송출광의 양은 조직내 혈액성분량과 광 흡수량을 바꿈에 따라 변할 것이다. 혈액내 산소 레벨을 측정하기 위하여, 이러한 센서는 혈액내 산소 포화도를 측정하는 공지 기술에 따라 적어도 두 가지 파장의 광을 생성하는 광원과, 그 두 가지 파장에 반응하는 광검출기를 구비하고 있다.

공지된 비침습성 센서는 신체의 일부, 예를 들어 손가락, 귀, 또는 머리가죽에 고정된 디바이스를 포함한다. 동물과 인간에 있어서, 이들 신체 조직은 혈액으로 채워져 있으며 조직면은 센서에 즉시 영향을 받기 쉽다.

N-100. 약 1985년에 시작된, N-100 기술은 맥박들, 맥박 형태, (주파수) 발생을 위한 예상 시간, 및 R/IR의 비율의 크기의 맥박 히스토리(pulse history)에 기초된 맥박들을 받아들이거나 거절한다.

특히, 최대 신호를 검색하는 것에 의해 맥박들을 찾아내는 N-100은 최대 음의 구배(maximum negative slope)의 접점(point)을 따르고, 그리고 나서 최소를 따른다. 상기 처리는 "먼치(munch)"로 언급되는 스테이트 머신(state machine)에서 행해진다. 각 최대는 잡음 게이트로 언급된 잡음 문턱값 이하로 통과되는 신호까지 제한되지 않는다. 잡음 게이트 레벨이 다른 예상 신호 크기에 적응하도록 후속 처리 단계로부터의 피드백에 의해 설정되므로, 이것은 적응 필터(adapted filter)로 동작한다. 그 후 맥박은 새로운 맥박의 크기, 기간, 및 비율들의 비율(AC 대 DC의 비율로 표현되는 적색(red)과 적외선(IR)을 갖는, 적색 대 적외선의 비율)를 히스토리 버퍼(history buffer)에서 값의 평균(mean)을 비교하는 것에 의한 신호 변화에 적응하는 필터인 "레벨 3" 처리에서 받아들이거나 거절하고, 그리고 나서, 차이가 신뢰 수준(confidence level) 이내에 있는지를 결정한다. 새로운 맥박이 받아들여진다면, 히스토리 버퍼는 새로운 맥박값으로 업데이트된다. 레벨3 처리는 필터의 출력으로부터의 피드백에 의해 적응된 중심-주파수와 대역폭(신뢰 한계(confidence limits))을 갖는 적응 밴드패스 필터로 동작한다.

N-200. N-200은 ECG와 동기화됨으로써 N-100을 향상시키고, ECG를 포함한다. N-200은 맥박 최대 및 최소의 측정 시간 사이의 기준선 시프트(baseline shift)를 보상하기 위한 보간(interpolation)을 또한 추가한다. N-200은 신호 샘플들의 수 변화의 평균(mean)을 계산하는 "박스카(boxcar)" 필터와 같은 다른 필터링 특성을 포함한다.

N-200는 디지털 신호들은 "박스카"에 적용하여 필터된 심박수(heart rate)에 따라 다음 처리 단계로부터의 피드백에 의해 설정되는 N 샘플들의 평균을 계산한다. 새로운 샘플들은 가장 오래된 샘플들은 제거되는 반면에, 박스카 필터에서 평균화된다. 박스카 길이(N)는 세 개의 파라미터 즉, 맥박 문턱값, 절대 최소 맥박, 및 작은 맥박을 설정하여 사용된다. 그 후 앙상블-평균("슬라이더(slider)"로 알려진 것과 같이) 필터는 새로운 샘플들과 이전 한 맥박-주기로부터 이전 앙상블-평균 샘플들의 가중치 평균(weighted average)을 발생한다. 그리고 나서 샘플들은 N-100과 같은, "먼치" 스테이트 머신과 잡음 게이트에 통과된다. 보간 특징은 N-100 처리를 부가하여, 기준선 레벨(baseline level)에서의 변화를 보상한다. 최소 및 최대는 다른 시간에서 발생하고, 기준선 변화는 최소 및 비최대, 또는 반대로 증가하거나 감소할 것이다.

"앙상블 평균"은 합성 맥박을 함께 형성하기 위한 다중 맥박으로부터 평균 샘플들의 처리를 위한 벨커 상표인 C-Lock의 중요한 구성요소이다. 이 처리는 "심장-게이트 평균(cardiac-gated average)"으로 또한 알려진다. 그것은 각 맥박의 시작을 마크하기 위한 "트리거(trigger)" 이벤트를 요구한다.

콘론(conlon)의 US 특허 No.4,690,126에는 다른 가중치(weights)가 다른 맥박에 할당되고, 합성 평균된 맥박 파형이 산소 포화도를 계산하는 앙상블 평균이 개시되어 있다. 상기 설명된 N-100은 US 특허 No.4,802,486에 설명되어 있다. N-200의 관점은 US 특허 No.4,911,167(코렌만(corenman)) 및 No.5,078,136(스톤(stone))에 설명되어 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 산소 포화도 및 맥박을 계산에 사용되는 검출된 파형을 처리하기 위한 두 개의 분리된 앙상블 평균기들의 사용을 가리키게 된다. 앙상블 평균기들은 신호상의 산소 포화도 동작을 계산하기 위해 사용된다. 양 파장들에 따른 파형들이 산소 포화도 계산을 위해 비율들의 비율(ratio-of-ratios)을 유지하도록 적외선 맥박 크기와 같은, 동일한 양(quantity)에 의해 정규화되어야 한다는 점을 주의하라.

맥박율에 대한 정규화없는 신호의 사용은 모션 아티팩트와 같은, 생리적인 맥박들(physiological pulses)보다 실질적으로 큰 아티팩트들을 디스퀄리티(disquality)하기 위한 소프트웨어 능력을 향상시킨다. 맥박율에 대한 정규화없는 신호의 사용은 정규화에 기인한 놓친(being missed) 맥박을 회피한다.

두 개의 앙상블 평균기들을 통한 두 개의 경로를 위해 선택된 메트릭스(metrics)는 산소 포화도 및 맥박율 계산을 위해 앙상블 평균을 최적화하도록 변하게 된다. 예를 들어, 낮은 문턱값은 산소 포화도를 계산하는 것에 비교되는 것 같이, 맥박율이 계산되는 경우 부정맥 맥박을 검출하기 위한 메트릭스에 사용된다. 또한, 단기 맥박 크기 비율(short term pulse amplitude ratio)을 위한 메트릭스는 모션 아티팩트가 가라앉는(subsided) 경우에만 작아질 것이고, 이것은 산소 포화도 계산보다 맥박율에서 좀더 가중치가 주어진다(단기 맥박 크기 비율은 현재 맥박 크기(current pulse amplitude)/이전 맥박 크기(previous pulse amplitude)).

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 실시예에 따른 산소측정 시스템의 블록도이다.

도2는 본 발명의 실시예를 포함하는 산소측정기의 소프트웨어 처리 블록의 도면이다.

도3은 합성 맥박의 발생을 나타내는 도면이다.

도4는 앙상블 평균 실행 차트이다.

도5 내지 도7은 합성 맥박 버퍼에서 어떤 변수를 업데이트하기 위한 스테이트 머신의 도면이다.

실시예

도1은 본 발명의 실시예에 따른 산소측정 시스템의 블록도이다. 센서(10)는 적색과 적외선 LED와 광검출기를 포함한다. 이것들은 케이블(12)에 의해 보드(14)에 결합된다. LED 드라이브 전류는 LED 드라이브 인터페이스(16)에 의해 공급된다. 센서(10)로부터 전송된 광전류는 I-V 인터페이스(18)에 공급된다. 그리고 나서 적외선과 적색 전압들은 본 발명을 구체화한 시그마-델타 인터페이스(20)에 공급된다. 시그마-델타 인터페이스(20)의 출력은 10비트 아날로그/디지털 컨버터를 포

합하는 마이크로컨트롤러(22)에 공급된다. 마이크로컨트롤러(22)는 프로그램을 위한 플래시 메모리(26)와 데이터를 위한 RAM 메모리를 포함한다. 프로세서는 플래시 메모리(26)에 결합된 마이크로프로세서 칩(24)을 또한 포함한다. 마지막으로, 클록(28)이 사용되고, 센서(10)에서 디지털 보정을 위한 디지털 인터페이스(30)가 제공된다. ①분리된 호스트(32)는 아날로그 디스플레이에 공급되는 라인(34)상의 아날로그 신호를 수신하는 것뿐만 아니라, 상기 처리된 정보를 수신한다.

설계 요약(Design Summary)

본 발명의 설계는 원하지 않는 잡음을 처리하는 것을 의도하다. 신호 메트릭스(signal metrics)는 필터 가중치를 결정하도록 측정되고 사용된다. 신호 메트릭스는 맥박이 주파수(그것은 인간 심박수 범위에 있다), 형태(그것은 심장 박동과 같은 형태가 된다), 상승시간(rise time) 등과 같은, 적당한 체적 변동 기록계 또는 잡음인지의 여부를 가리키는 것이다. 유사 기술이 본 발명의 출원서를 배경 기술로 설명된 벨커 N200에 사용된다. 새로운 설계는 본 발명에서 청구된 것과 같은 두 개의 앙상블 평균기들의 사용과 같은 많은 다른 특징과 변화를 부가한다.

아키텍처의 상세는 도2의 도면에 나타낸다. 이 설계는 산소 포화도, 맥박을 사이를 계산하고, 이하에서 각각 설명된다.

I. 산소 포화도 계산

A. 신호 조정(Signal Conditioning)-디지털화된 적색 및 적외선 신호들은 (1)기준선 시프트(baseline shift)를 제거하기 위하여 1차 미분계수(1st derivative)를 취하는 것, (2)고정된 계수를 갖는 로우 패스 필터, 및 (3) 비율을 유지하도록 DC값으로 나누는 것에 의해 이 블록에서 수신되고 조정된다. 신호 조정 서브시스템(Signal Conditioning Subsystem)의 기능은 인간 체적 변동 기록계(plethysmograph)에서 발생하는 높은 주파수들을 강조하고, 모션 아티팩트가 일반적으로 집중되는 로우 주파수를 감소시키는 것이다. 신호 조정 서브시스템은 초기화동안 식별된 하드웨어 특성에 기초된 그것의 필터 계수(광 또는 협 대역)를 선택한다.

입력들-디지털화된 적색 및 적외선 신호들

출력들-미리-처리된 적색 및 적외선 신호들

B. 맥박 식별 및 퀄리피케이션(Pulse Identification Qualification)-로우 패스 필터되고 디지털화된 적색 및 적외선 신호들은 맥박을 식별하도록 이 블록에 제공되고, 그것들을 적당한 동맥 맥박으로 퀄리파이한다. 이것은 미리-훈련된 신경망(neural network)을 사용하여 행해진다. 맥박은 벨커 N-100에서 행해지는 것과 마찬가지로, 그것의 크기, 형태, 및 주파수를 조사하는 것에 의해 식별된다. 이 블록으로의 입력은 블록 D로부터의 평균 맥박 주기(average pulse period)이다. 이 기능은 맥박율을 사용하여 중요한 퀄리피케이션(upfront qualification)을 변화하는, N-100과 유사하다. 출력은 부정맥의 정도와 개개의 맥박 퀄리티(individual pulse quality)를 나타낸다.

입력들-(1)미리-처리된 적색 및 적외선 신호들, (2)평균 맥박 기간, (3)로우 패스 필터로부터의 로우패스 파형들.

출력들-(1)부정맥의 정도(Degree of arrhythmia), (2)맥박 크기 변화, (3) 개인 맥박 퀄리티, (4) 맥박 비프 공지(pulse beep notification) (5)퀄리파이드 맥박 주기 및 에이취(qualified pulse periods and age).

C. 신호 퀄리티 메트릭스 계산(Compute Signal Quality Metrics)-이 블록은 맥박 형태(3차 미분계수), 주기 변동, 맥박 크기와 변동, 비율들의 비율 변동, 및 맥박율에 관련된 주파수 콘텐츠(frequency content)를 결정한다.

입력들-(1)가공하지 않은 디지털화된 적색 및 적외선 신호들, (2)부정맥의 정도(Degree of arrhythmia), 개인 맥박 퀄리티, 맥박 크기 변동, (3)미리-처리된 적색 및 적외선 신호들, (5)평균 맥박 주기.

출력들-(1)로우패스 및 앙상블 평균 필터 가중치(wights), (2)검출기 센서 오프를 위한 메트릭스(metrics), (3)정규화되어 미리-처리된 파형들, (4)퍼센트 변조.

D. 평균 맥박 주기(Average Pulse Periods)-이 블록은 수신된 맥박들로부터 평균 맥박 주기를 계산한다.

입력들-퀄리파이드 맥박 주기와 에이취(qualified pulse period and age)

출력들-평균 맥박 주기(Average pulse period)

E1. 로우패스 필터 및 앙상블 평균(Lowpass Filter and Ensemble Averaging)-E1 블록은 맥박을 식별을 위해, A블록에 의해 조정되고, C블록에 의해 정규화된 신호를 로우 패스 필터하고 앙상블 평균화한다. 로우 패스 필터를 위한 가중치는 신호 매트릭스 블록(signal metrics block) C에 의해 결정된다. 신호는 앙상블 평균 필터 가중치가 신호 매트릭스 블록 C에 의해 또한 결정되는 것과 함께, 또한, 앙상블 평균화된다(이것은 중요한 근 맥박율과 그것의 고조파의 주파수 이외의 주파수를 감쇠한다). 레스 가중치(less weights)는 신호가 감소되는 것과 같이 플래그(flag)된다면, 할당된다. 모어 가중치(more weights)는 신호가 앙상블-평균이 부정맥동안 적당하지 않기 때문에 부정맥과 같이 플래그된다면, 할당된다. 적색 및 적외선은 동일한 필터링 가중치를 갖지만, 독립적으로 처리된다. 필터링은 처음으로 계산되어지는 신호 매트릭스를 허용하기 위해 대략 1-초 지연된다.

필터는 연속적 변화 가중치를 사용한다. 샘플들이 앙상블-평균화되지 않는다면, 그 때 이전 필터된 샘플들의 가중치가 가중치 평균에서 0으로 설정되고, 새로운 샘플들이 코드를 통해 여전히 처리된다. 이 블록은 신호의 에이취-필터링의 축적된 양(처리에서 응답 시간과 지연의 합)을 추적한다. 너무 오래된 결과는 플래그될 것이다(좋은 맥박이 잠깐 동안 검출되지 않는다면).

입력들-(1) 정규화되어 미리-처리된 적색 및 적외선 신호들, (2)평균 맥박 주기, (3)로우 패스 필터 가중치 및 앙상블 평균 필터 가중치, (4)가능하다면, ECG 트리거.

출력들-(1)필터된 적색 및 적외선 신호들, (2)에이취(age).

F. 필터된 파형 보정 평가 및 평균 가중치 계산(Estimate Filtered Waveform Correlation and Calculate Averaging Weight)-이것은 상기에서 설명된 N100 및 N200에서 사용된 것과 유사한 잡음 매트릭스를 사용하고, 피드백을 사용하지 않는다. 필터를 위한 변화 가중치는 비율들의 비율 변화에 의해 제어된다. 이 변화-가중치 필터의 영상은 비율들의 비율이 아티팩트가 증가하는 것과 같이 느리게 변화하고, 아티팩트가 감소하는 것과 같이 빠르게 변화한다는 것이다. 서브시스템(subsystem)은 두 개의 응답 모드를 갖는다. 패스트 모드(fast mode)에서 필터링은 3초의 에이취 메트릭을 타겟으로 한다. 타겟 에이취는 정상 모드에서 5초이다. 패스트 모드에서, 현재 값의 최소 가중치는 보다 높은 레벨에서 클립(clip)된다. 바꾸어 말하면, 로우 가중치는 잡음이 존재한다면, 최신의 비율들의 비율 계산에 할당되고, 잡음이 없다면, 하이 가중치는 현재 값이다.

입력들-(1)필터된 적색 및 적외선 신호들과 에이취, (2)보정 계수(calibration coefficients), (3)응답 모드(사용자 속도 설정).

출력들-비율들이 비율 계산을 위한 평균 가중치.

H. 포화도 계산(Calculate Saturation)-포화도는 보정 계수와 평균화된 비율들의 비율을 갖는 알고리즘을 사용하여 계산된다.

입력들-(1)평균화된 비율들의 비율, (2) 보정 계수.

출력들-포화도.

II. 맥박율 계산(Pulse Rate Calculation)

E2. 로우패스 필터 및 앙상블 평균(Lowpass Filter and Ensemble Averaging)-E2 블록은 맥박을 식별을 위해, A블록에 의해 조정된 신호를 로우 패스 필터하고 앙상블 평균화한다. 로우 패스 필터를 위한 가중치는 신호 매트릭스 블록 C에 의해 결정된다. 신호는 앙상블 평균 필터 가중치가 신호 매트릭스 블록 C에 의해 또한 결정되는 것과 함께, 또한, 앙상블 평균화된다(이것은 중요한 근 맥박율과 그것의 고조파의 주파수 이외의 주파수를 감쇠한다). 레스 가중치(less weights)는 신호가 감소되는 것과 같이 플래그된다면, 할당된다. 모어 가중치(more weights)는 신호가 앙상블-평균이 부정맥동안 적당하지 않기 때문에 부정맥과 같이 플래그된다면, 할당된다. 적색 및 적외선은 독립적으로 처리된다. 이 블록의 처리는 처음으로 계산되어지는 신호 매트릭스를 허용하기 위해 대략 1-초 지연된다.

필터는 연속적 변화 가중치를 사용한다. 샘플들이 앙상블-평균화되지 않는다면, 그 때 이전 필터된 샘플들의 가중치가 가중치 평균에서 0으로 설정되고, 새로운 샘플들이 코드를 통해 여전히 처리된다. 이 블록은 신호의 에이취-필터링의 축적된 양(처리에서 응답 시간과 지연의 합)을 추적한다. 너무 오래된 결과는 플랙될 것이다(좋은 맥박이 잠깐 동안 검출되지 않는다면).

입력들-(1)미리-처리된 적색 및 적외선 신호들, (2)평균 맥박 주기, (3)로우 패스 필터 가중치 및 앙상블 평균 필터 가중치, (4)가능하다면, ECG 트리거, (5)제로-크로싱 트리거를 위한 적외선 기본파(IR fundamental, for zero-crossing triggers).

출력들-(1)필터된 적색 및 적외선 신호들, (2)에이취.

I.필터된 맥박 식별 및 퀄리피케이션(Filtered Pulse Identification Qualification)-이 블록은 필터된 파형들로부터 맥박 주기를 식별하고 퀄리파이하고, 그 결과는 맥박이 B블록에 의해 디스퀄리파이될 경우에만 사용된다.

입력들-(1)필터된 적색 및 적외선 신호들 및 에이취, (2)평균 맥박 주기, (3)하드웨어 ID 또는 잡음 플로어(noise floor), (4)센서의 종류.

출력들-퀄리파이된 맥박 주기 및 에이취.

J.평균 맥박 기간 및 맥박율 계산(Average Pulse Periods and Calculate Pulse Rate)-이 블록은 맥박율과 평균 맥박 주기를 계산한다.

입력들-퀄리파이된 맥박 주기 및 에이취.

출력들-(1)평균 맥박 주기, (2)맥박율.

III.정맥 박동(Venous Pulsation)

K.정맥 박동 검출(Detect Venous Pulsation)-K블록은 블록A로부터 미리-처리된 적색 및 적외선 신호와 에이취 및 맥박율을 입력들로서 수신하고, 출력들로 정맥 박동의 지시(indication)를 제공한다. 이 서브시스템은 앙상블 평균 필터로 출력되는 싱글-투스 콤 필터(single-tooth comb filter)를 사용하여 시간 영역에서 적외선 기본파 파형을 발생한다.

입력들-(1)필터된 적색 및 적외선 신호들 및 에이취, (2)맥박율.

출력들-정맥 박동 지시, 적외선 기본파

IV.센서 오프(Sensor Off)

L.센서-오프 검출 및 맥박 크기 손실(Detect Sensor-Off and Loss of Pulse Amplitude)-맥박 로스트 및 센서 오프 검출 서브시스템(pulse lost and sensor off detection subsystem)는 센서가 환자로부터 떨어졌는지를 결정하기 위하여 미리-훈련된 신경망을 사용한다. 신경망으로의 입력들은 마지막 몇 초에 걸친 적외선 및 적색 값의 작용에 대한 몇 가지 관점을 정하는 매트릭스이다. 샘플들은 많은 시그널 스테이트(Signal State)가 맥박 프리젠트(Pulse Present) 또는 센서 메이비 오프(Sensor Maybe Off)가 아닌 경우 알고리즘 서브시스템(algorithm's subsystem)에 의해 무시된다. 시그널 스테이트의 값이 "맥박 프리젠트, 맥박 로스트(Pulse Lost), 센서 메이비 오프, 및 센서 오프"로 가변된다.

입력들-(1)메트릭스, (2)프런트-엔드(front-end) 서보 설정 및 ID

출력들-센서-오프 지시를 포함하는 시그널 스테이트

앙상블 평균 서브시스템(Ensemble Averaging Subsystem)

앙상블 평균 서브시스템(Ensemble Averaging Subsystem)

이상블 평균 서브시스템의 기능은 가변 가중치를 갖는 그것의 입력 스트림을 필터하고, 잡음 또는 모션 아티팩트에 의해 덜 왜곡된 파형들을 출력한다. 필터된 파형들에서 아티팩트의 정도를 감소하는 것은 모션 또는 잡음 동안 좀더 강한 포화도 또는 비율 평가를 가능하게 한다.

이상블 평균 서브시스템은 몇몇 맥박의 범위에 걸친 제로-평균(zero-mean)인 적외선 및 적색 입력 모든 샘플을 요구한다.

입력 샘플들은 신호 매트릭스 서브시스템(*LPF_Weight*)으로부터 수신된 가중치를 갖는 제1 IIR 로우패스 필터되고, 그 후 1-초 지연 버퍼에 저장된다.

그것은 현재 합성 맥박들의 i 번째 샘플들을 형성하기 위한 이전 합성 맥박의 i 번째 샘플들을 갖는 현재 1-초 지연된 입력 맥박의 i 번째 적외선 적색 샘플들을 평균화한다. 맥박 주기의 시작을 시작하기 위한 트리거는

RWave_Occurred 입력과 평균 주기 입력(*Optical_Period*) (우선 순위(in order of priority))으로부터 유도된다. 현재 샘플 대 이전 맥박의 대응 샘플로 주어진 가중치는 신호 매트릭스 서브시스템으로부터 수신된

Ensemble_Averaging_Weight 값의 값으로 결정된다.

이 합성 맥박은 필터 입력 맥박(filter's input pulses)보다 잡음 또는 모션 아티팩트에 의해 덜 왜곡된다. 도3은 맥박이 합성 맥박을 형성하기 위해 함께 얼마나 평균화되는지의 개념 설명이다.

서브시스템은 심장 박동에 동기화되어 트리거를 수신하고, 쿼리파이한다. 트리거는 가능한 경우 R-Wave 쿼리피케이션으로부터 R-Wave 트리거에 쿼리파이된다. R-Wave 트리거가 불가능한 경우, 트리거는 맥박을 계산 서브시스템

(*Optical_Period*)으로부터의 평균 주기로부터 내부적으로 발생된다. "맥박"은 각 쿼리파이된 트리거를 시작하고, 다음 쿼리파이된 트리거에서 종료하는 것을 고려된다. 이 방법에서, 지속적인 트리거는 이상블 평균 주기를 정의하는데 사용된다.

도4는 모션 아티팩트에 의해 오류가 발생된(corrupt) 일련의 맥박에 대한 서브시스템 응답의 표시를 나타낸다. 수직 라인은 R-Wave 트리거이다. 필터된 출력은 입력 맥박의 적당한 형태와 크기로 저장된다. 평균 양은 모션 아티팩트가 신호 매트릭스 서브시스템으로부터 수신된

*Ensemble_Averaging_Weight*에 의해 결정된 것으로 증가하는 것과 같이 증가한다.

도4는 이상블 평균 서브시스템의 가변 가중치의 실시예이다. R-Wave 트리거는 각 맥박의 시작을 마크한다. 적외선 입력 라인은 모션 아티팩트에 의해 오류가 발생된 맥박을 나타낸다. 필터된 적외선 라인은 원래 맥박 크기와 형태를 주로 저장되는 다중 맥박의 합성이다. 필터된 적외선은 적외선 입력으로부터 1-초 지연된다.

로우패스 필터(Lowpass Filter)-적외선 및 적색 입력 파형들은 다음과 같이, 신호 매트릭스 서브시스템으로부터 수신된

가중치(*LPF_Inputs*)를 사용하여 IIR 필터된다.

$$\begin{aligned} \text{Lowpass_Waveform}_t = & \text{Lowpass_Waveforms}_{t-1} \\ & + \text{LPF_Weights} \\ & * (\text{Input_Waveforms}_t \\ & + \text{Lowpass_Waveforms}_{t-1}) \end{aligned}$$

서브시스템 초기화동안, 가중치는 1.0의 디폴트로 설정된다.

1-초 지연 버퍼(One-Second Delay Buffer)-적외선 및 적색 *Lowpass Waveforms* (그들의 결합된 에이취 및 상태에 따라)와 *RWave Occurred* 입력은 1초 룽 버퍼(*IR_Inputs Red_Inputs Input_Valid Age_Inputs RWave_Inputs*)에 저장된다.

타임스탬프(Timestamp)-타임스탬프(*Current Time_ctr*)는 0으로 초기화되고, 그 후 매 샘플 주기에 증가되는 간단한 32비트 카운터이다. 몇몇 수신된 값은 그들의 에이취를 재구성하기 위하여 그들의 타임스탬프에 따라 저장된다.

앙상블 가중치 버퍼(Ensemble Weight Buffer)-수신된 마지막 네 개의 *Ensemble Average Weights* 와 그들의 타임스탬프는 *Ensemble Average Buffer* 와 *Ensemble Weights Timestamp* 에 저장된다. 이것은 1-초 지연 버퍼에서의 모든 엔트리(every entry)가 그것의 보정 가중치와 연관될 수 있도록 한다. 지연 입력이 1-초 지연 버퍼에서 탐색될 때마다, 결합된 앙상블 가중치는 적어도 최신의 지연 샘플(가중치 타임스탬프+1-초≥ *Current Time_ctr*)인 이 버퍼에서 가장 오래된 가중치로 설정된다.

트리거 퀄리피케이션(Trigger Qualification)-서브시스템은 *RWave Occurred* 와 *Optical period* 둘 중 하나의 입력으로부터 그것의 트리거를 선택한다. *RWave Occurred* 는 디폴트 트리거이다. *RWave Occurred* 는 트리거로서 사용되기 전에, 지연된 적외선 및 적색 샘플들과 동기화되도록 하기 위하여 1-초 지연 버퍼를 통과한다. 맥박을 계산 시스템으로부터의 *Optical period* 입력에 기초된 트리거는 *R-Wave* 트리거가 적어도 5초 동안 수신되지 않을 경우에만 쿼리파이된다. 이 대기 기간은 *R-Wave*가 이용할 수 없다는 것을 결정하기에 충분하다고 생각된다. 그리고 나서, *Optical period* 로부터의 제1 트리거는 서브시스템의 *Optical Trigger.WF* 입력 파형의 제1 제로-크로싱까지 지연된다. 다음으로, 트리거는 *Optical period* 로부터 단독으로(solely) 유도된다.

앙상블 평균 모델(Ensemble Averaging Model)-서브시스템은 적외선 및 적색 입력 샘플들과 각 맥박의 시작을 가리키는 트리거를 수신한다. 적외선 및 적색 입력들은 미리 로우 패스되고, 1-초 지연 버퍼를 통과한다는 것을 주의하라. 그것은 이전 평가된 맥박의 i 번째 샘플을 갖는 현재 맥박의 i 번째 샘플을 평균화하는 것에 의해 그것의 현재 입력 샘플의 박동 성분을 평가한다.

그러므로, 필터 출력은 다중 맥박들의 합성이고, 각 샘플들을 수신되는 것으로 계산된다. 필터는 맥박율과 그것의 고조파에서 또는 근처에서의 주파수들만을 통과시키는 고조파 콤 필터의 주파수 응답을 갖는다. 평균의 양은 콤 필터의 "티스(teeth)"의 폭을 결정한다.

필터는 현재 맥박의 i 번째 값이 이전 맥박의 i 번째 샘플에 대강의 평균이라는 것을 추정한다. i 는 각 쿼리파이된 트리거에서 0의 값을 가지고 각각의 다음 샘플에서 증가되는 시간의 점진적인 증가 함수(ramp function)라는 것을 주의하라.

앙상블 평균 필터 수학적 및 중간 변수(Ensemble Averaging Filter Equations and Intermediate Variables)-앙상블 평균 필터는 신호 매트릭스 서브시스템에 의해 공급되는 *Ensemble Average Weights*, w 를 사용한다. 다음 수학적식은 매 맥박의 i 번째 샘플에서 실행되어야 하는 기초 스텝들을 나타낸다.

$$z_i = z_i' + w_t(x_t - z_i')$$

z_i' 는 이전 하나의 맥박으로부터의 z_i 값을 나타낸다. z_i 는 서브시스템의 앙상블-필터된 출력이다. 모든 z_i 들은 합성 맥박 버퍼에 저장된다. x_t 는 1-초 지연 버퍼로부터의 가장 최근의 출력 샘플이다. 수학적식 1에서의 모든 변수들은 스칼라(scalars)값이다.

합성 맥박 버퍼(Composite Pulse Buffers)-합성 적외선 및 적색 맥박은 독립적으로 합성 맥박 버퍼에 저장된다. 인덱스 i 는 트리거가 수신되고 그 후 각 샘플들이 증가하는 경우 버퍼들의 시작으로 재설정된다.

버퍼들은 맥박을 변동을 허용하기 위하여 20BPM 맥박에 10퍼센트 이득을 더한 값을 저장하도록 충분히 길어야 한다. 그러므로, 버퍼들은 10BPM에서 적어도 1.1 계속적인 합성 맥박들과 최대 맥박율에서 두 개의 합성 맥박들로 업데이트된다.

i 가 버퍼의 종료를 통과한다면, 그때 필터의 출력은 그것의 입력과 동일하게 설정되는 동안, 정상 처리는 다음 트리거까지 중지하여야 한다.

트리거들 사이의 간격이 좀더 길어질 경우, 합성 맥박 버퍼는 맥박의 종료에서 평균화하기 위한 최근의 샘플을 확신하지 못할 것이다.

합성 맥박의 j 번째 샘플은 $j = i + m$ 와 m 이 현재와 이전 쿼리파이된 트리거들 사이의 샘플의 수, 즉, 맥박 주기에서, 각 샘플로 계산된다. i 와 마찬가지로, j 도 t 의 점진적인 증가 함수(ramp function)라는 것을 주의하라.

j 를 위해, 수학적식 1은 다음과 같이 수정된다.

$$z_j = z_j' + w_t(x_t - z_j')$$

w 의 동일 값은 z_i 와 z_j 를 계산하기 위해 사용된다. j 가 버퍼의 종료에 도달할 경우, z_j 의 계산은 j 가 다시 유효할 때까지 중지되어야 한다.

맥박 주기의 변화는 각 트리거나 수신된 후 서브시스템 출력에서 짧은 불연속을 발생할 것이다. 트리거후 처음 네 개의 샘플들 동안 특정 처리는 이러한 효과를 감소한다. 필터된 출력 샘플은 필터된 출력이 이러한 샘플들상의 z_j 의 각 80%, 60%, 40%, 및 20%가 되도록 평균 출력(수학적식 1)과 제2 합성 맥박(수학적식 1b) 사이에 보간(interpolate)된다. 제2 합성 맥박이 이용될 수 없다면, 입력 파형은 그 자체로 사용된다.

초기화, 재초기화, 클리닝, 및 이그노드 샘플(Initialization, Reinitialization, Clearing and Ignored Sampled)-1초 샘플들을 더한 두 개의 트리거가 수신될 때까지, j 는 의미가 없고, z_j 는 계산되지 않는다.

서브시스템은 처리에서 방해로부터 회복하기 위한 두 개의 방법을 포함한다. 트리거들 사이에서 5초가 경과할 경우, 서브시스템은 다음 쿼리파이된 트리거에서 "클리어(clear)"될 것이다. 클리어링 동작(clearing operation)은 1-초 지연 버퍼들의 쿼리피케이션과 유지를 트리거하기 위한 가장 필요한 다음 변수의 제외와 함께, 서브시스템의 영구 변수(persistent variables)를 그들의 초기값으로 설정한다.

1. 서브시스템의 현재 타임스탬프.
2. since 최근 R-wave 트리거와 최근 쿼리파이된 트리거 경과시간.
3. 제로 크로싱을 검출하기 위해 사용된, 이전 *Optical Trigger Waveform* 샘플.
4. 트리거 쿼리피케이션 스테이트 머신의 상태(the stat of the Trigger Qualification State Machine).
5. 1-초 지연 입력 버퍼.
6. *Ensemble Average Weights* 버퍼.

이 "클리어링" 동작은 이 조건이 드물고, 처리에서 긴 방해물 가리키기 때문에 실행된다. 필터 출력은 i 이 합성 맥박 버퍼의 종료를 오버플로우할지라도 필터 입력과 또한 동일하다.

하나의 샘플이 5초의 기간동안 유효한 입력의 부족에 기인하여 무시(미처리)될 경우, 합성 맥박 버퍼는 불변 상태이고, 서브시스템의 출력은 무효를 마크한다. 처리가 추정되고 *Optical Period* 가 0이라면, 버퍼의 인덱스(indices)는 그들이 이전 맥박 주기의 어떤 진정수(integral number)를 갖도록 재설정되고 1-초 지연 버퍼들은 재설정된다. 이것은 합성 맥박 버퍼가 처리에서 간단한 차단후 현재 맥박의 정확한 표현까지도 포함하기 때문에 행해진다. 서브시스템은

Optical Period 평가가 0(무효) 또는 샘플들이 적어도 5초 동안 무시된다면 "클리어"된다. 대개 "무시된 샘플들"은 산소측정기의 LED 밝기 또는 증폭기 이득에서의 보통 2초보다 적게 걸리는 조정에 기인되는 것을 할 작정이다. 인덱스를 재설정을 위한 수학적식은 다음과 같이 표시된다.

$$\text{Elapsed Periods} = \text{int}(\text{Interrupt Duration} / \text{Optical Period})$$

$$\begin{aligned} \text{Samples In Fractional Period} \\ = \text{Interrupt Duration} - \text{Elapsed Periods} \\ * \text{Optical Period} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{New Idx} \\ = \text{round}(i_Idx + \text{Samples In Fraction Period}) \end{aligned}$$

또는 $\text{New Idx} \geq \text{Optical Period}$ 이라면,

New Idx

$$= \text{round}(i_Idx + \text{Samples_In_Fraction_Period} - \text{Optical_Period})$$

$$j = \text{New Idx} + j - i_Idx$$

, 합성 맥박 버퍼들에 제공된 J 는 미리 오버플로우되지 않고, 오버플로우되지 않는다.

$$I_Idx = \text{New Idx}$$

, 합성 맥박 버퍼들에 제공된 i_Idx 는 미리 오버플로우되지 않고, 오버플로우되지 않는다.

양상불 평균 서브시스템은 맥박 로스트와 센서 오프 검출 서브시스템이 맥박은 시간의 연장 기간의 부재가 된 후 재획득되어진다는 것을 결정할 때 재초기화된다. "재초기화"는 서브시스템의 영구 변수 모두(ALL)가 그들의 초기 변수로 설정되는 것을 의미한다. 이것은 재초기화를 유발하는 이벤트 모두가 그것의 거의 양상불 평균 서브시스템의 이전 맥박 표시가 더 이상 현재가 아니라는 것을 만들기 때문에 행해진다.

최근 R-wave와 최근 쿼리파이된 트리거 이후의 경과 시간 간격은 무시된 샘플들상에 증가된다. 무시된 샘플 동안 발생한 R-wave 또는 제로-크로싱은 트리거 쿼리파이를 위해 사용되지 않는다.

도5 내지 7의 스테이트 전이도는 합성 맥박 버퍼들과 그들의 인덱스에서 유지된 두 개의 맥박 각각을 업데이트하기 위한 스테이트 머신을 나타낸다.

에이취 메트릭(age metric)-서브시스템은 그것의 합성 맥박 출력의 적외선 및 적색 입력과 출력 에이취, Age_Out_i 에 대한 샘플들, Age_Inputs_t 에서 에이취를 수신한다. 예를 들어, Age_Out_i 은 그것이 합성 파형들을 업데이트하기 위해 사용된, 필터 가중치($Ensemble\ Averaging\ Weight$), w , 를 사용하여 최신 업데이트되고 그 후 Age_Inputs_t 로 평균화되므로, 경과 시간에 의해 증가된다. Age_Out_i 를 위한 공식은 다음과 같다.

age_out_i

$$= age_out'_t + m$$

$$+ w_f((age_in_t + N) - (age_out'_t + m))$$

m 은 Age_Out_i 이 최신 업데이트되므로 샘플들의 수이고 N 은 1초에서의 샘플들의 수이다. Age_Out_j 가

업데이트된 각각에서 타임스탬프는 m 을 계산하기 위하여 저장되어야 한다.

서브시스템은 Age_Out_j 를 또한 업데이트해야 한다. Age_Out_j 를 위한 공식은 i 대신에 J 인 것을 제외하고는 상기와 같다.

서브시스템은 무시된 샘플들을 포함하는, 매 샘플에서 현재 타임스탬프($Current_Time_Ctr$)를 증가시켜야 한다.

서브시스템이 클리어되거나 재초기화되는 경우, Age_Out 버퍼에서 모든 엔트리는 Age_Inputs_t 으로 재초기화된다. 게다가, Age_Out 이 업데이트되는 곳에서 타임스탬프를 위한 버퍼의 모든 엔트리는 현재 타임스탬프-1로 설정된다. 이러한 스텝들은 Age_Out 값은 서브시스템이 클리어되거나 재초기화되므로 경과시간보다 최신이라고 추정하게 된다.

과형들이 맥박 쉐도잉과 맥박을 위해 사용되는 앙상블 평균 실시에는 주파수 콘텐츠에 오로지 의존하는 $Rate_LPF_Weight$ 를 사용한다. 과형들이 비율들의 비율과 포화도를 측정하기 위해 사용되는 앙상블 평균 실시에는 매트릭스가 로우 패스 필터링의 추가보다 더 좋은지(나쁜지)에 또한 의존하는 Sat_LPF_Weight 를 사용한다. 이러한 가중치는 0.1~1.0 사이의 범위일 것이고 어떤 단일 단계에서 0.05보다 큰 값으로 증가하지는 않을 것이다.

앙상블 평균 가중치(Ensemble Averaging Weights)

서브시스템이 맥박 식별 및 쉐도잉 서브시스템이 잠재적인 맥박의 평가가 만 종료되었다는 것을 공고하는 경우, 서브시스템은 앙상블 평균 서브시스템의 실시예로 사용된, 앙상블 평균 가중치를 업데이트한다. 독립적인 가중치는 그것의 출력이 포화도와 맥박을 계산하는데 사용되는 두 개의 앙상블 평균 예를 위해 계산된다. 이러한 가중치는 그것의 입력 과형들이 앙상블 평균되지 않는 맥박 식별 및 쉐도잉 서브시스템의 실시예에 의해 제공된 매트릭스상에 부분적으로 기초된다.

$Sat_Ensemble_Averaging_Filter_Weight$ 를 위한 수학식은 다음과 같다.

$$x = \max(\text{Short_RoR_Variance}, \text{Pulse_Qual_RoR_Variance}/1.5) \\ * \max(\text{Long_Term_Pulse_Amp_Ratio}, 1.0)$$

$$\text{RoR_Variance_Based_Filt_Wt} = 0.5 * 0.05 / \max(0.05, x)$$

$$\text{Arr_Prob} = (\text{Period_Var} - 0.1 * \text{short_RoR_Variance} - 0.09) / (0.25 - 0.09);$$

$$\text{Arr_Min_Filt_Wt_For_Sat} = 0.05 + 0.5 * \text{bound}(\text{Arr_Prob}, 0, 1.0)$$

$$\text{Sat_Ensemble_Averaging_Filter_Weight} \\ = \max(\text{RoR_Variance_Based_Filt_Wt}, \\ \text{Arr_Min_Filt_Wt_For_Sat}) * (1.0 + \text{Pulse_Qual_Score})$$

$$\text{Sat_Ensemble_Averagign_Filter_Weight} \\ = \min(\text{Sat_Ensemble_Averaging_Filter_Weight}, 1.0)$$

여기서, $\text{bound}(a, b, c)$ 는 $\min(\max(a, b), c)$ 를 나타낸다.

상기 수학식은 비율들의 비율 변화를 위한 로우 값에 대한 0.5의 디폴트 가중치의 결과이다.

Short RpR Variance 과 *Pulse Qual RoR Variance* 는 3초 간격에 걸쳐 모두 계산된다.

Pulse Qual RoR Variance 를 위한 간격은 가장 최근의 샘플을 일반적으로 포함하는, 가장 최근의 맥박의 필터피케이션 또는 거절로 종료한다. 가중치는 하이 비율들의 비율에 의해 감소되고, 모션 아티팩트를 일반적으로 가리키는 *Long Term Pulse Amp Ratio* 의 값에 의해 감소된다. *Arr Min Filt Wt For Sat* 는 최소

값을 부정맥의 정도를 정량화하는 *Period Var* 에 우선 기초된 앙상블-평균 가중치(범위 0.05~0.55)에 강제한다. 이것은 앙상블-평균은 비유사 주기를 갖는 맥박을 위해 효과적이지 않기 때문에 행해진다. 가장 최근 맥박은 좋은

Pulse Qual Score 를 수신한다면, 이것은 0.5로부터 1까지

Sat Ensemble Averaging Filter Weight 의 최대값을 증가시킬 수 있다.

Rate Ensemble Average filter Weight 를 위한 수학식은 다음과 같다.

$$Arr Prob = (Period Var - 0.07) / (0.20 - 0.17)$$

$$Arr Min Filt Wt For Rate = 0.05 + 0.5 * bound(Arr Prob, 0, 1.0)$$

$$x = \max(RoR Variance based Filt Wt, Arr Min Filt Wt For Rate) * (1.0 + Pulse Qual Score)$$

$$Short Term Pulse Amp Ratio * Long Term Pulse Amp Ratio < 1.0$$

라면,

$$x = x / Short Term Pulse Amp Ratio$$

$$Avg Period > 0$$

라면,

$$x = x * bound(Pulse Qual Score * Qualified Pulse Period / Avg Period, 1.0, 3.0)$$

$$Rate Ensemble Averaging Filter Weight = \min(x, 1.0)$$

이 수학식은 다음 수학식과는 다르다.

Sat Ensemble Averaging Filter Weight 는 다음과 같다.

a) *Arr Prob* 를 계산하기 위해 사용된 문턱값들은 그것이 부정맥 맥박이 맥박 필터케이션보다 먼저 앙상블 평균에 의해 명확한 것이 바람직하기 때문에, 다소 낮다.

b) *Short Term Pulse Amp Ratio* 의 작은 값들은 모션 아티팩트가 가라앉게 되는 것을 일반적으로 가리키고, 앙상블-평균 가중치가 훨씬 빨리 증가한다는 것을 의미한다. 이것은 맥박 필터케이션에 대한 이득을 실험적으로 알 수 있지만, 비율들의 비율과 포화도 계산은 실험적으로 알 수 없다.

c) 심장이 박동을 스킵(skip)한다면, 이전 부정맥을 갖는 또는 갖지 않는, 다음 맥박 필터케이션으로부터 스킵된 박동이 불분명하지 않도록, 평균보다 긴 *Qualified Pulse Period* 는 앙상블-평균가중치를 증가시키는 결과이다.

정의(Definitions)

데이터 입력들(data inputs)

Avg Period -평균 맥박 주기(average pulse period)는 맥박을 계산 서브시스템에 의해 기록된다.

Long Term Pulse Amp Ratio -고조파 맥박 크기와 비교된 최근 맥박 크기를 쿼리파이한다. 맥박 식별 및 필터케이션 서브시스템에 의해 제공된다. 1.0보다 실질적으로 큰 값은 모션 아티팩트의 일반적인 표시이고, 낮은

Ensemble Averaging Filter Weights 의 결과이다.

Period Var -맥박 식별 및 필터케이션 서브시스템으로부터의 주기-변동 메트릭 부정맥 확장을 측정하는 데 사용된다.

Pulse Qual Score -맥박 식별 및 필터케이션 서브시스템으로부터의 *RoR Variance* 메트릭. 예를 들어, 0.10의 값은 연속되는 평균 주기 사이의 평균차가 *Avg Period* 의 10%라는 것을 가리킨다.

Pulse Qual Score -맥박 식별 및 필터케이션 서브시스템에서 맥박 필터케이션 신경망에 의해 계산된 스코어. 0은 가장 나쁘고, 1.0은 우수이다.

Qualified Pulse Period -맥박 식별 및 필터케이션 서브시스템의 의해 쿼리파이된 가장 최근의 맥박 주기.

Short Term Pulse Amp Ratio -이전 맥박 크기와 비교된 최근의 맥박 크기를 쿼리파이한다.

출력들(Outputs)

Frequency_Ratio - 맥박율에 대한 *Mean_IR_Frequency_Content* 의 비율.

LPF_RoR_Variance - 비율들의 비율의 변화를 쿼리파이. *LPF_Scaled_Waveforms* 로부터의 9-초 윈도우에 걸쳐 계산된다.

Rate_LPF_Weight - 맥박 쿼리피케이션 및 맥박율 계산을 위해 사용된 파형들을 미리 처리하는 앙상블 평균 서브시스템의 예로서 사용되는 로우패스 필터 가중치.

RoR_Variance - 비율들의 비율의 변화를 쿼리파이. *Scaled_Waveforms* 으로부터의 9-초 윈도우에 걸쳐 계산된다. 0.10의 값은 샘플대 샘플 비율들의 비율이 평균 비율들의 비율 값의 10%의 평균에 의해 평균 비율들의 값과는 다르다는 것을 가리킨다.

Sat_Ensemble_Averaging_Filt_Weight - 맥박 쿼리피케이션 및 맥박율 계산을 위해 사용된 파형들을 미리 처리하는 앙상블 평균 서브시스템의 예로서 사용되는 앙상블-평균 가중치.

Sat_LPF_Weight - 맥박 쿼리피케이션 및 맥박율 계산을 위해 사용된 파형들을 미리 처리하는 앙상블 평균 서브시스템의 예로서 사용되는 로우패스 필터 가중치.

Scaled_Waveforms - 적외선과 적색 *Pre_Processed_Waveforms* 의 기준 버전.

Short_RoR_Variance - 비율들의 비율의 변화를 쿼리파이. *scaled_Waveforms* 로부터의 3-초에 걸쳐 계산된다.

내부 변수(Internal Variables)

Arr_Prob - 앙상블 평균의 양을 제한하는 부정맥의 가능성. 두 개의

Ensemble_Averaging_Filter_Weights 각각에 특성화되는 문턱값을 갖는, *Period_Var* 에 기초된다.

Arr_Min_Filt_Wt_For_Rate,

Arr_Min_Filt_Wt_For_Sat - 그들 각각 *Arr_Prob* 값에 기초된, 두 개의

Ensemble_Averaging_Filter_Weights 에 대한 최소값들.

LPF_Scaled_Waveforms *LPF_RoR_Variance* 를 계산하는데 사용되는,

Scaled_Waveforms 의 로우패스-필터된 버전.

Mean IR Frequency_Content -적외선 입력 파형의 평균 주파수 콘텐츠에 대한 평가.

RoR_Variance Based Filt_Wt_RoR_Variance - 매트릭스와

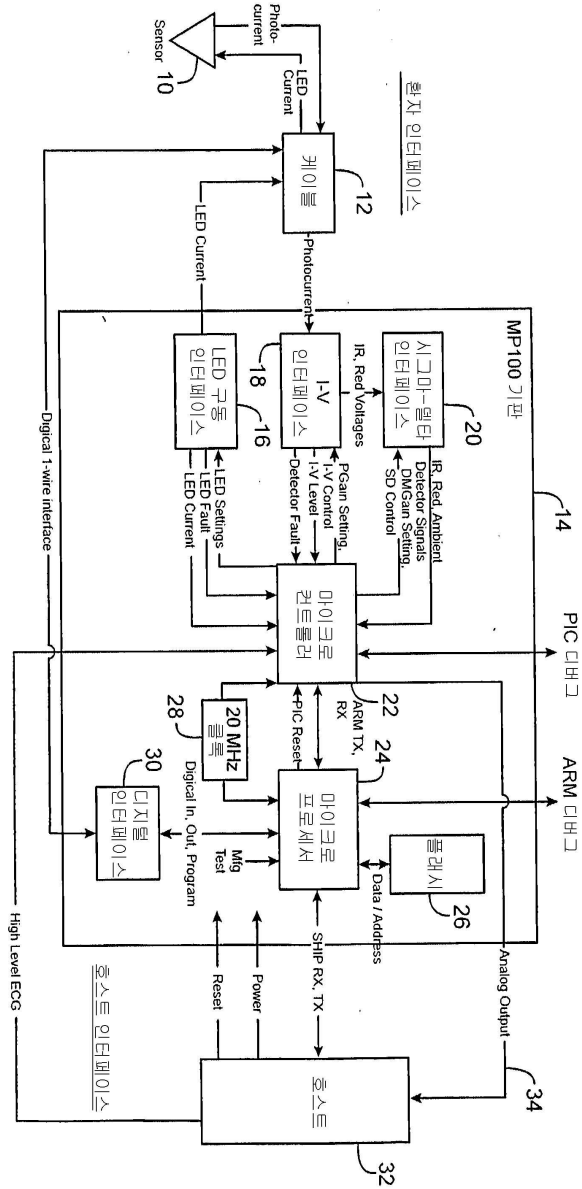
*Long_Term Pulse Amp Ratio*에 기초된 *Ensemble Averaging Filter Weights*의 성분.

산업상 이용 가능성

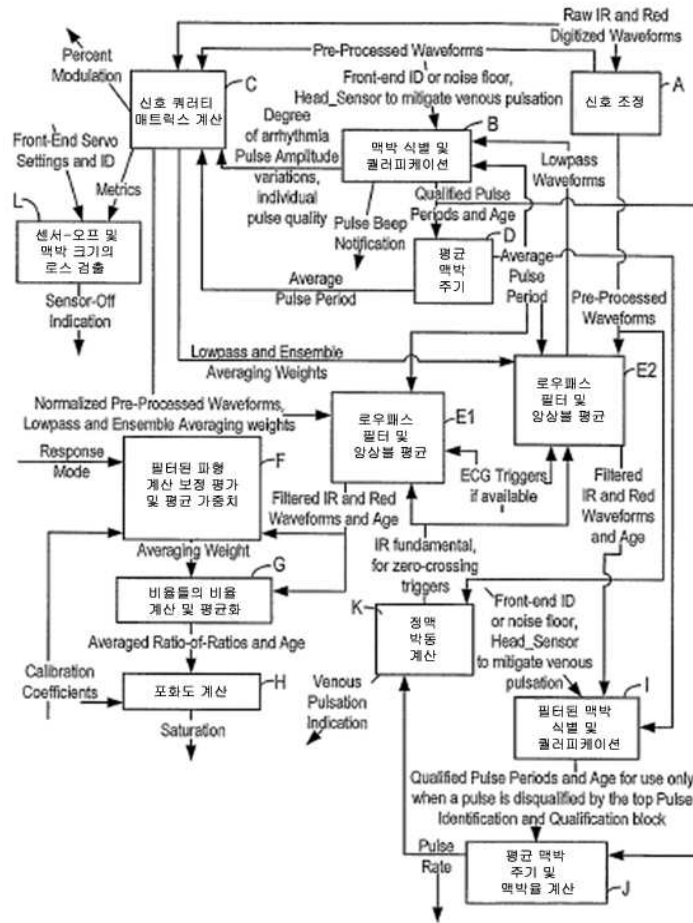
본 발명에 따른 산소 포화도와 심박수에 대한 분리된 앙상블 평균을 갖는 맥박 산소측정기는 산소 포화도를 계산하기 위해 사용된 앙상블 평균기는 정규화된 신호로 동작하고, 맥박을 계산을 위한 앙상블 평균기가 정규화되지 않은 신호로 동작한다. 두 개의 앙상블 평균기들을 통해 두 개의 경로를 위해 선택된 매트릭스는 산소 포화도 또는 맥박을 계산을 위해 앙상블 평균으로 최적화하도록 변경될 수 있다.

도면

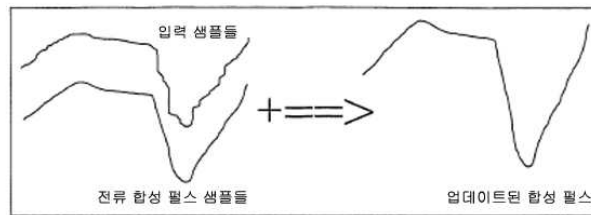
도면1



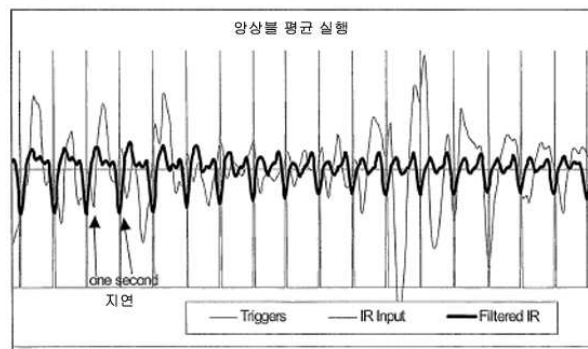
도면2



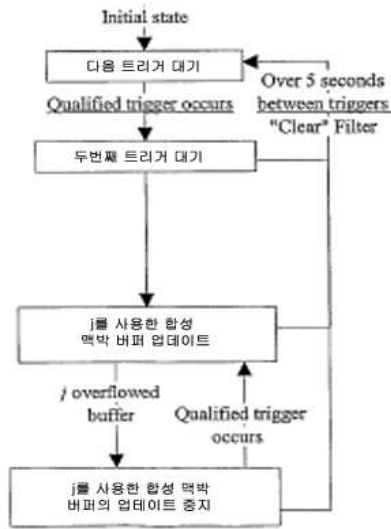
도면3



도면4



도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	脉搏血氧仪具有独立的集合平均值，用于氧饱和度和心率		
公开(公告)号	KR1020070004803A	公开(公告)日	2007-01-09
申请号	KR1020067020461	申请日	2005-03-07
[标]申请(专利权)人(译)	内尔科尔普里坦贝内特公司		
申请(专利权)人(译)	个大砍福利司弹网埃尔埃尔先生		
当前申请(专利权)人(译)	个大砍福利司弹网埃尔埃尔先生		
[标]发明人	BAKER JR CLARK R		
发明人	BAKER JR., CLARK R.		
IPC分类号	A61B5/00 G01N21/31		
CPC分类号	A61B5/14551 A61B5/725 A61B5/6843		
优先权	10/796578 2004-03-08 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了两个独立的整体平均器，用于处理用于计算氧饱和度和脉冲率的检测波形。它对信号进行操作，其中用于计算氧饱和度的整体平均器被归一化。该信号对信号进行操作，其中用于脉率计算的整体平均器未被归一化。为了在内部优化氧饱和度或脉率计算集合，可以改变通过两个集合平均器为两条路线选择的度量。

