



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0104143
(43) 공개일자 2014년08월28일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/0402 (2006.01) A61B 5/0452 (2006.01)
G06F 19/00 (2011.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2013-0017914</p> <p>(22) 출원일자 2013년02월20일
심사청구일자 2013년02월20일</p> | <p>(71) 출원인
동서대학교산학협력단
부산 사상구 주례로 47, (주례동, 동서대학교)</p> <p>(72) 발명자
정도운
부산광역시 해운대구 대천로 205, 106동 1802호
(좌동, 벽산아파트)</p> <p>(74) 대리인
특허법인 신태양</p> |
|--|--|

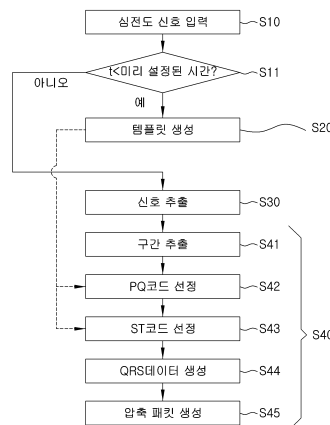
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **템플릿 기반 심전도 신호 압축 및 복원 방법**

(57) 요약

본 발명은 심전도 신호에 나타나는 대표적인 복수의 심박 단위 신호를 템플릿으로 선정한 후, 압축하려는 심전도 신호의 각 심박 단위 신호에서 미리 지정한 구간을 템플릿의 코드로 표시하여 압축 패킷을 생성하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 및 복원 방법에 관한 것이며, 이를 통해, 압축률, 연산량 및 압축손실율의 제한 조건을 극복하고자 하는 발명이다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	B0008352
부처명	지식경제부
연구사업명	지역혁신센터 사업
연구과제명	유비쿼터스 어플라이언스 지역혁신센터
기 여 율	1/1
주관기관	동서대학교
연구기간	2003.09.01 ~ 2013.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

서로 다른 파형의 심박 단위 신호를 템플릿으로 선정하고 각각의 템플릿에 코드를 부여한 후, 템플릿을 이용해 심전도 신호를 압축하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법에 있어서,

심전도 신호를 입력받는 신호 입력단계;

심전도 신호로부터 심박 단위 신호를 추출하는 신호 추출단계;

심박 단위 신호를 복수의 구간으로 나누고, 미리 지정한 구간을 템플릿 내의 동일 구간과 상호 비교하여 가장 근접한 템플릿의 코드를 선택한 후, 상기 미리 지정한 구간을 템플릿 코드로 대체한 압축 패킷을 심박 단위 신호별로 생성하는 심전도 신호 압축단계;

를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 심전도 신호 압축단계에서,

상기 미리 지정한 구간은 심박 단위 신호의 PQ구간 및 ST구간임을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 패킷 생성단계는,

심박 단위 신호별로 압축 패킷을 생성함에 있어, 이전 심박 단위 신호나 아니면 이후 심박 단위 심호와의 RRI(R-R Interval)을 검출하여 압축 패킷에 포함시킴을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 심전도 신호 압축단계는,

상기 미리 지정한 구간을 제외한 QRS구간을 미리 지정한 압축알고리즘으로 압축함을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 미리 지정한 압축알고리즘은 다운 샘플임을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 템플릿은, 심박 단위 신호 x 를 정규화 변환식
$$y = \frac{x}{\max(x - \min(x))}$$
 로 정규화한 신호이고,

상기 신호 추출단계는, 상기 정규화 변환식으로 심박 단위 신호를 정규화함을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 신호 입력단계와 상기 신호 추출단계 사이에는,

입력받은 심전도 신호로부터 상기 템플릿을 생성하는 템플릿 생성단계를 실행하며,

상기 템플릿 생성단계는,

최초 심전도 신호를 입력받는 시점부터 미리 설정된 시간 이내에 입력받는 심전도 신호에서 R-peak들을 추출하는 단계;

추출한 R-peak들마다 심박 단위 신호를 추출하여 후보 템플릿을 지정하는 단계;

후보 템플릿들을 각각 상기 정규화 변환식으로 정규화하는 단계;

정규화한 후보 템플릿들 중에 MSE(coef.-1)가 상대적으로 크게 나타나는 후보 템플릿들을 미리 설정한 개수만큼 선택하여 템플릿으로 선정하는 단계;

를 포함하여 이루어지며,

상기 MSE 및 coef.는 각각

$$coef. = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right] \times \left[\frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right]$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$$

으로 계산되고, 여기서, n은 샘플 개수, x_i 및 y_i 는 비교하는 후보 템플릿 신호이고, s_x 및 s_y 는 각각 x_i 및 y_i 의 표준편차이고, $\bar{x}$ 및 $\bar{y}$ 는 각각 x_i 및 y_i 의 평균임을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 하나의 항에 기재된 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법으로 생성한 압축 패킷을 복원하는 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법에 있어서,

압축 패킷을 입력받는 패킷 입력단계;

압축 패킷에 포함된 템플릿 코드를 부여받은 템플릿에서, 상기 미리 지정한 구간의 신호를 추출하는 구간신호 추출단계;

추출한 신호로 템플릿 코드를 대체하여 상기 미리 지정한 구간의 신호를 복원하는 코드구간 복원단계;

상기 미리 지정한 구간을 제외한 구간의 신호가 압축된 신호일 경우 압축을 해제하여 심박 단위 신호를 복원하는 비코드구간 복원단계;

심박 단위 신호를 시간축 상에 이어지는 형태로 복원하여 원신호인 심전도 신호를 복원하는 원신호 복원단계;

를 포함하여 이루어짐을 특징으로 하는 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법.

명세서**기술분야**

[0001]

본 발명은 심전도 신호에 나타나는 대표적인 복수의 심박 단위 신호를 템플릿으로 선정한 후, 압축하려는 심전도 신호의 각 심박 단위 신호에서 미리 지정한 구간을 템플릿의 코드로 표시하여 압축 패킷을 생성하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 및 복원 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 유-헬스케어(u-Healthcare)는 정보통신기술을 의료서비스와 접목하여 환자가 병원을 찾지 않더라도 언제 어디서나 질병의 예방, 진단, 치료, 사후관리를 받을 수 있는 건강관리 및 의료서비스를 의미한다. 최근의 의료개념은 현대의학의 발전과 더불어 질병이 발생된 후 치료와 사후관리에 중점을 둔 기존의 의료개념에서 사전 진단과 예방을 통해 초기에 질병을 탐색하고 대처하여 의료서비스 질의 향상과 효율성을 제고하며 건강한 삶을 오랫동안 유지할 수 있는 확대된 개념으로 발전하고 있다. 건강한 삶을 영위하기 위해서 저렴한 개인 맞춤형 의료서비스를 제공받아 질환을 조기에 진단받고 저렴하게 치료받으며, 질환을 사전에 예방하고자하는 니즈가 현저히 증가하는 추세다.
- [0003] 이에, 최근 전세계적으로 개인 휴대통신이 보편화되면서 헬스케어 분야에서도 Smart Phone을 기반으로한 모바일 헬스케어 시스템에 대한 연구가 활발히 진행중에 있으며, 대표적으로, 의료시설이 아닌 가정이나 회사 등의 일상생활에서도 항상 자신의 건강을 관리하기 위한 생체신호 계측 시스템을 개발하기 위한 노력이 지속되고 있다. 생체계측에서는 많은 건강정보를 포함하는 심전도(electrocardiography), 맥파(pulse wave), 체온(body temperature), 활동상태 등 생체신호의 계측이 필수적으로 수반되어야 한다.
- [0004] 심전도의 경우 비교적 간편하게 측정할 수 있으며, 중요한 건강지표로써 병원뿐만 아니라 환자 자신의 건강 정보를 축적하여 자가 진단 및 의료진과의 협의 과정에서 활용할 수 있다. 이를 위한 심전도 계측기는 사람의 몸에서 심전도를 계측해야하므로 착용의 편리성을 확보하기 위한 다양한 연구 개발이 수행되고 있다.
- [0005] 또한, 유럽 심장 저널에 따르면 심전도의 경우 250Hz~500Hz또는 그 이상의 샘플링이 요구된다고 하였고, 홀터 심전계의 경우 1채널당 360Hz, 16bit로 샘플링하게 되면 24시간 측정했을 때 전체 데이터양이 746.5Mbytes나 된다. 더욱이, 장시간의 심전도 데이터를 측정하기 위해서는 수 Mbyte용량의 저장공간과 이를 무선으로 전송하기 위한 넓은 대역폭이 필요하다. 하지만 소형화된 측정기기에서 생체신호를 저장하거나 전송하기 위한 자원은 제한적이다. 특히 다채널 신호를 이용하여 진단의 정확도를 높이려는 경우 데이터량은 더 증가할 수밖에 없다. 더욱이, 심전도뿐만 아니라 맥파, 체온, 주변 환경정보를 처리하게 한다면, 더욱 그러하다.
- [0006] 따라서, 심전도 계측기의 신호를 모바일 단말의 한정된 자원을 이용하면서도 효율적으로 처리하고, 네트워크의 과부하에 따른 데이터의 신뢰성 확보를 위하여 신호의 압축은 필수적이다.
- [0007] 심전도신호 압축방법은 크게 무손실 압축과 손실압축 방법으로 나눌 수 있다. 대표적인 무손실 압축알고리즘으로 Lempel-Ziv-Welch (LZW)와 Huffman이 있으며 양자화 에러가 없는것이 특징이다. 반면에 압축률은 2:1에서 4:1정도로 일반적으로 손실압축에 비하면 낮다. 손실 압축은 10:1에서 20:1정도의 압축률을 가지지만 심전도신호의 상당부분이 손실되는 단점을 가지고 있다. 손실 압축은 다시 직접압축방법과 변환압축방법으로 분류할 수 있다. 직접압축방법은 특징점을 추출하여 부분적으로 압축하는 방법으로써 FAN, CORTES, AZTEC, TP(Turning Point) 알고리즘이 대표적으로 소개되었다. 변환압축방식은 알고리즘의 변환계수를 가지고 있고 신호를 디코딩하는 과정에서 계수를 이용하여 원신호로 복원하게 된다. 최근 변환방식의 압축은 Wavelet transform을 이용한 방법들이 많이 연구되고 있으며, Fourier transform, Karhunen-Loeve transform 등이 소개되었다. 직접압축방법에 비하여 변환압축방법은 넓은 영역의 연산범위와 많은 양의 메모리를 차지하여 연산량이 많은 단점을 가지고 있다. 또한 변환압축방법은 압축과정에서 신호의 손실 때문에 복원률이 알고리즘의 성능을 좌우하는 중요한 요소가 된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) KR 10-2010-0067363 A 2010.06.21.
(특허문헌 0002) KR 10-2010-0076673 A 2010.07.06.
(특허문헌 0003) KR 10-2010-0076648 A 2010.07.06.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 발명의 목적은 압축률 향상, 압축 손실 감소 및 연산량 감소를 실현하여 한정된 자원을 갖는 모바일 단말에서도 용이하게 구현할 수 있으며, 압축 신호를 적은 연산량으로 단순한 절차에 따라 복원하여 수많은 사람의 심전도 신호를 전송받아 처리하는 서버시스템의 구현도 용이한 템플릿 기반 심전도 신호 압축 및 복원 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 서로 다른 파형의 심박 단위 신호를 템플릿으로 선정하고 각각의 템플릿에 코드를 부여한 후, 템플릿을 이용해 심전도 신호를 압축하는 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법에 있어서, 심전도 신호를 입력받는 신호 입력단계; 심전도 신호로부터 심박 단위 신호를 추출하는 신호 추출단계; 심박 단위 신호를 복수의 구간으로 나누고, 미리 지정한 구간을 템플릿 내의 동일 구간과 상호 비교하여 가장 근접한 템플릿의 코드를 선택한 후, 상기 미리 지정한 구간을 템플릿 코드로 대체한 압축 패킷을 심박 단위 신호별로 생성하는 심전도 신호 압축단계;를 포함하여 이루어짐을 특징으로 한다.

[0011] 상기 심전도 신호 압축단계에서, 상기 미리 지정한 구간은 심박 단위 신호의 PQ구간 및 ST구간임을 특징으로 한다.

[0012] 상기 패킷 생성단계는, 심박 단위 신호별로 압축 패킷을 생성함에 있어, 이전 심박 단위 신호나 아니면 이후 심박 단위 심호와의 RRI(R-R Interval)를 검출하여 압축 패킷에 포함시킴을 특징으로 한다.

[0013] 상기 심전도 신호 압축단계는, 상기 미리 지정한 구간을 제외한 QRS구간을 미리 지정한 압축알고리즘으로 압축함을 특징으로 한다.

[0014] 상기 미리 지정한 압축알고리즘은 다운 샘플임을 특징으로 한다.

[0015]
$$y = \frac{x}{\max(x - \min(x))}$$
 상기 템플릿은, 심박 단위 신호 x 를 정규화 변환식 로 정규화한 신호이고, 상기 신호 추출단계는, 상기 정규화 변환식으로 심박 단위 신호를 정규화함을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명은 상기한 바와 같이 생성한 압축 패킷을 복원하는 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법에 있어서, 압축 패킷을 입력받는 패킷 입력단계; 압축 패킷에 포함된 템플릿 코드를 부여받은 템플릿에서, 상기 미리 지정한 구간의 신호를 추출하는 구간신호 추출단계; 추출한 신호로 템플릿 코드를 대체하여 상기 미리 지정한 구간의 신호를 복원하는 코드구간 복원단계; 상기 미리 지정한 구간을 제외한 구간의 신호가 압축된 신호일 경우 압축을 해제하여 심박 단위 신호를 복원하는 비코드구간 복원단계; 심박 단위 신호를 시간축 상에 이어지는 형태로 복원하여 원신호인 심전도 신호를 복원하는 원신호 복원단계;를 포함하여 이루어짐을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같이 이루어지는 본 발명은, 심전도 신호의 정보가 있는 심박 단위 신호의 지정 구간을 거의 무시할 수 있는 매우 짧은 길이의 템플릿 코드로 대체하여 압축 패킷을 생성하므로, 압축률이 매우 높고, 템플릿의 개수도 실험적으로 확인한 바, 적은 개수로 선정하여도 되고 지정 구간의 변화를 적은 개수의 템플릿으로도 근사화할 수 있어 대표성을 띄므로, 템플릿의 저장공간도 줄일 수 있고, 비교 연산량도 적어 전체 연산량도 크게 줄일 수 있으며, 손실률도 크게 줄일 수 있다.

[0018] 이에, 본 발명은 유-헬스케어(u-Healthcare)를 위한 생체신호 계측 시스템에서, 압축률, 연산량 및 압축손실율의 제한 조건을 극복하면서 사용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 심전도 신호의 도면(a)과, 심전도 신호에서 추출한 심박 단위 신호의 도면(b).
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법을 위한 심전도 신호 압축장치의 블록구성도.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법의 순서도.

도 4는 템플릿 생성단계(S20)의 순서도.

도 5은 심박 단위 신호들을 중첩한 그래프.

도 6는 템플릿 생성단계(S20)의 R-peak 검출단계(S22)를 설명하기 위한 그래프들.

도 7은 템플릿의 최적개수를 설명하기 위한 도면.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법을 위한 심전도 신호 복원장치의 블록구성도.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법의 순서도.

도 10은 복원한 심전도 신호의 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 첨부된 도면들에서 구성 또는 작용에 표기된 참조번호는, 다른 도면에서도 동일한 구성 또는 작용을 표기할 때에 가능한 한 동일한 참조번호를 사용하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0021] 도 1은 심전도 신호의 도면(a)과, 심전도 신호에서 추출한 심박 단위 신호의 도면(b)이다.
- [0022] 본 발명의 설명하기 전에, 사용하는 용어들을 상기 도 1을 참조하여 설명한다.
- [0023] 심전도(ECG : Electrocardiogram) 신호는 심근에서 발생하는 활동 전류를 체표면에서 검출한 신호로서, P파, Q파, R파, S파 및 T파를 포함한 단위 신호가 심장의 박동 주기에 따라 주기적으로 나타난다. 심전도 신호의 검출은 심근 활동전류를 측정된 신호를 일정한 주기로 샘플링하여 디지털 데이터로 얻으며, 본 발명의 설명에서는 이와 같이 디지털 데이터로 얻은 신호를 입력받아 압축한다.
- [0024] 이러한 심전도 신호에 대한 용어는 다음과 같다.
- [0025] 심박 단위 신호는 심장 박동의 주기에 따라 주기적으로 나타나는 단위 주기의 신호로서, P파, Q파, R파, S파 및 T파로 이루어진 한 주기의 신호이다. 심박 단위 신호 간에는 갭(gap)이 존재하며, 이 갭의 구간을 분절구간(Segmentation interval)이라 한다.
- [0026] 분절구간(Segmentation interval)은 심박 단위 신호 사이의 구간으로서, 이전 심박 단위 신호의 T파 종점(終點)에서 시작하여 다음에 출현하는 심박 단위 신호의 P파 시점(始點)까지에 이르는 구간을 의미한다.
- [0027] PQRS구간(PQRS interval)은 심박 단위 신호의 전체 구간으로서, 심박 단위 신호를 구성하는 P파, Q파, R파, S파 및 T파 전체를 포함하는 구간이다.
- [0028] PQ구간(PQ interval)은 P파에서 시작하여 Q파가 나타나기 전까지의 구간으로서, P파 종점(終點)과 Q파 시점(始點) 사이의 PQ세그먼트(PQ segment) 및 P파를 포함한다.
- [0029] QRS구간(QRS interval)은 Q파, R파 및 S파로 이루어진 QRS군(QRS complex)의 구간, 즉, Q파, R파 및 S파가 차지하는 구간이다.
- [0030] ST구간(ST interval)은 S파 종점(終點)에서 T파에 이르는 구간으로서, S파 종점과 T파 시점 사이의 ST세그먼트(ST segment) 및 T파를 포함한다.
- [0031] R-peak는 심박 단위 신호의 구간인 PQRS구간에서 최고값을 나타내는 피크이며, R파의 최고점이 된다.
- [0032] RRI(RR Interval)은 심박 단위 신호가 주기적으로 나타나는 심전도 신호에서 인접하는 R-peak 간의 간격을 의미한다. 즉, 심박 단위 신호의 주기를 의미하게 된다.
- [0033] 템플릿은 심전도 신호에서 주기적으로 나타나는 심박 단위 신호 중에 본 발명에서 정한 규칙에 따라 선별한 심박 단위 신호로서, 복수개로 지정된다.

- [0034] 이하, 본 발명의 실시예를 설명한다.
- [0035] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법을 위한 심전도 신호 압축장치의 블록구성도이다.
- [0036] 상기 도 2를 참조하면, 심전도 신호 압축장치는 초기에 입력받은 심전도 신호로부터 템플릿을 생성하기 위한 R-peak 검출부(110) 및 템플릿 생성부(120)와, 템플릿을 생성한 이후에 심전도 신호를 심박 단위 신호별로 압축 패킷을 생성하기 위한 템플릿 코드 선별부(130) 및 패킷 생성부(140)를 포함한다.
- [0037] 도면부호 150은 최초 심전도 신호를 입력받는 시점부터 미리 설정된 시간 이내에 입력받는 심전도 신호를 상기 R-peak 검출부(110)에 입력시켜 템플릿을 생성하게 하고, 상기 미리 설정된 시간 이후에 입력받는 심전도 신호를 상기 템플릿 코드 선별부(130)에 입력시켜 압축 패킷을 생성하게 하는 스위치로서, 프로그램적으로도 구현할 수 있다.
- [0038] 상기 R-peak 검출부(110)는 상기 미리 설정된 시간 동안 입력받는 심전도 신호(1)에서 심박 단위 신호별로 R-peak를 검출한다.
- [0039] 상기 템플릿 생성부(120)는 검출한 R-peak를 기점으로 PQRS구간을 갖는 심박 단위 신호를 추출하여 후보 템플릿을 선정한 후, 후보 템플릿들 중에 서로 상이한 파형을 이루는 템플릿을 미리 설정된 개수만큼 선별하며, 선별한 각각의 템플릿에 코드를 부여한다.
- [0040] 상기 R-peak 검출부(110) 및 상기 템플릿 생성부(120)에 의한 템플릿 생성에 대해서는 하기의 템플릿 생성단계(S20)에 대한 설명에서 상세하게 기술한다.
- [0041] 상기 템플릿 코드 선별부(130)는 상기 미리 설정된 시간 이후, 즉, 템플릿을 생성한 이후 입력받는 심전도 신호에서 주기적으로 나타나는 심박 단위 신호를 검출하고, 심박 단위 신호를 복수의 구간으로 나누어 미리 지정한 구간을 템플릿과 상호 비교하고, 미리 지정한 구간에 대해 가장 유사한 템플릿의 코드를 선별한다.
- [0042] 상기 패킷 생성부(140)는 심박 단위 신호에서 상기 미리 지정한 구간의 신호를 삭제하고 대신에 상기 템플릿 코드 선별부(130)에서 선별한 템플릿 코드를 기입한 압축 패킷을 생성한다. 이와 같이 생성하는 압축 패킷은 심박 단위 신호별로 생성한다.
- [0043] 상기 템플릿 코드 선별부(130) 및 패킷 생성부(140)에 의한 압축 패킷 생성에 대해서는, 하기의 신호 압축단계(S40)를 설명할 때에 상세하게 기술한다.
- [0044] 한편, 상기 도 2에 도시한 심전도 신호 압축장치는, 심전도 신호(1)를 입력받아 압축처리하는 단독장치로 구성되는 것으로 도시하였으며, 도 2에는 표시하지 아니하였지만, 압축 패킷을 저장하기 위한 메모리 및 압축 패킷을 외부로 인출하기 위한 인터페이스를 포함할 수 있다. 압축 패킷을 통신망을 통해 전송하기 위한 심전도 신호 압축장치로 구성한다면, 통신모듈을 포함하여 구성할 수 있다. 또한, 심전도 신호 압축장치는 예를 들어 스마트폰이나 스마트패드처럼 휴대단말에 구현한다면, 상기 R-peak 검출부(110), 상기 템플릿 생성부(120), 템플릿 코드 선별부(130) 및 패킷 생성부(140)를 휴대단말에 탑재하여 실행할 수 있는 애플리케이션으로 구성할 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법의 순서도이고, 도 4는 템플릿 생성단계의 순서도이고, 도 5는 심박 단위 신호들을 중첩한 그래프이고, 도 6은 템플릿 생성단계의 R-peak 검출단계를 설명하기 위한 그래프들이고, 도 7은 템플릿의 최적개수를 설명하기 위한 도면이다.
- [0046] 상기 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 압축 방법은 심전도 신호 입력단계(S10), 템플릿 생성단계(S20), 신호 추출단계(S30) 및 심전도 신호 압축단계(S40)로 이루어진다.
- [0047] 상기 심전도 신호 입력단계(S10)는 심전도 계측기에 의해 측정된 심전도 신호를 입력받으며, 최초 심전도 신호를 입력받는 시점에서 시작하여 미리 설정된 시간 이내에 입력받는 심전도 신호는 템플릿 생성단계(S20)로 처리되게 하여 템플릿을 생성하게 하고, 상기 미리 설정된 시간 이후에 입력받는 심전도 신호는 심전도 신호 압축단계(S40)로 처리되게 하여 템플릿을 이용한 압축 패킷을 생성하게 한다(S11).
- [0048] 심전도 신호는 PQRS구간을 갖는 심박 단위 신호가 심장의 박동 주기로 나타나는 신호로서, 심박 단위 신호를 심전도 신호에서 추출하고 신호의 크기를 정규화한 후, R-peak를 중심으로 겹쳐보면 도 5에 도시한 바와 같이

서로 다른 시간에 추출한 심박 단위 신호들이 서로 유사한 모양을 갖음을 알 수 있다.

- [0049] 이에, 본 발명은 상기 템플릿 생성단계(S20)에서 서로 다른 파형의 심박 단위 신호를 템플릿으로 선정하되, 유사하지만 약간씩 변형된 다양한 파형으로 나타나는 심박 단위 신호를 대표하는 복수의 템플릿을 선정하고, 선정된 템플릿들에 각각 코드를 부여한 후, 템플릿 코드를 이용하여 압축 패킷을 생성한다. 여기서, 압축 패킷은 심박 단위 신호별로 생성되는 패킷으로서 템플릿 코드를 포함하는 구조를 갖는다. 상기 템플릿 생성단계(S20)는 심전도 신호를 최초 입력받는 시점에서 시작하여 상기 미리 설정된 시간 이내에 입력받는 심전도 신호에서 심박 단위 신호들을 추출하여 템플릿을 선정하며, 하기에서 상세하게 설명한다.
- [0050] 상기 신호 추출단계(S30)는 상기 미리 설정된 시간 이후에 입력받는 심전도 신호로부터 PQRST구간의 심박 단위 신호를 추출하여, 심전도 신호 압축 단계(S40)에서 심박 단위 신호별로 압축 패킷을 생성하게 한다.
- [0051] 한편, 상기 템플릿을 사전에 생성하여 데이터베이스화한 상태이고, 데이터베이스화한 템플릿을 심전도 신호 압축장치(100)에서 사용할 수 있도록 한다면, 상기 템플릿 생성단계(S20)는 생략하고 최초 입력받는 심전도 신호로부터 심박 단위 신호를 추출하여 압축 패킷을 생성할 수 있다.
- [0052] 상기 심전도 신호 압축단계(S40)는 심박 단위 신호를 복수의 구간으로 나누고, 나눈 구간들 중에 미리 지정한 구간의 신호를 템플릿 내의 동일 구간 신호와 상호 비교한다. 여기서, 템플릿 내의 동일 구간 신호라 함은, 심박 단위 신호를 복수의 구간으로 나누는 방식과 동일하게 템플릿을 복수의 구간으로 나누었을 때에 상기 미리 지정한 구간에 속한 신호를 의미한다.
- [0053] 이와 같이 상기 미리 지정한 구간에 대해 심박 단위 신호와 템플릿을 비교한 결과, 가장 근접한 구간 신호를 갖는 템플릿을 선정하고, 선정한 템플릿의 코드를 선택한다. 다음으로, 심박 단위 신호에서 상기 미리 지정한 구간의 신호를 상기에서 선정한 템플릿의 코드로 대체하며, 이와 같이 템플릿의 코드로 대체한 것을 압축 패킷으로 한다. 결국, 심박 단위 신호를 변형한 압축 패킷은, 상기 미리 지정한 구간의 신호를 삭제하고, 대신에, 템플릿 코드를 상기 미리 지정한 구간에 삽입한 구조를 갖는다.
- [0054] 물론, 템플릿 코드는 템플릿을 구분하기 위한 코드로서, 몇 비트(bit) 길이의 공간만 압축 패킷에 마련하면 되므로, 심박 단위 신호의 길이에 비하면 거의 무시할 정도이다. 따라서, 압축 패킷은 원신호인 심박 단위 신호에 비해 상기 미리 지정한 구간의 신호 길이만큼 짧아진다고 하겠다.
- [0055] 여기서, 상기 압축 패킷은 나뉜 구간 전체를 각각 상기 미리 지정한 구간으로 선정하여, 템플릿 코드를 나열한 구조를 갖게 하여도 된다.
- [0056] 하지만, 구간 신호를 압축하지 아니하고, 템플릿 코드로 대체함에 따라, 템플릿의 종류를 많게 하더라도 심박 단위 신호와의 오차에 의해 신호 손실이 발생할 수 있으므로, 주요 구간의 신호는 신호 손실을 줄이는 것이 바람직하다.
- [0057] 이에 본 발명의 실시예에서는 PQRST구간을 갖는 심박 단위 신호에서 PQ구간과 ST구간을 상기 미리 지정한 구간으로 하고, 나머지, QRS구간의 신호는 미리 지정한 압축알고리즘으로 압축한다. QRS구간은 심장 심실근의 탈분극과정에 의해 생기고, 이상이 있는 경우 심실내전도장애를 나타내는 등 전반적인 심실의 활동 정보를 보여주는 가장 중요한 정보를 갖는 구간이므로, 신호 압축 시에 손실을 최소화하는 것이 바람직하다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는, QRS구간의 신호를 손실률이 적은 압축 알고리즘을 이용하여 압축한다.
- [0058] 본 발명의 실시예에서는, 상기 압축알고리즘은 다운 샘플링 알고리즘을 사용하였다. 다운 샘플링(downsampling)한 신호는 복원 시에 업 샘플링(upsampling)한 후 스플라인 보간법과 같은 보간법을 이용하여 복원할 수 있다.
- [0059] 한편, 심장의 박동 주기로 검출되는 심박 단위 신호에서 R-peak의 값은 물론이고 최저값의 크기도 심박 단위 신호별로 조금씩 상이하게 나타난다. 따라서, 상호 비교하는 템플릿과 심박 단위 신호는 크기를 정규화하여야만, 정확한 비교 결과를 얻을 수 있다. 즉, 심박 단위 신호에서 얻는 정보는 크기보다는 파형의 형태, 즉, P파, Q파, R파, S파 및 T파로 순서로 이어지는 형태에서 주요 정보를 얻을 수 있기 때문에, 신호의 크기를 정규화하여 비교하는 것이 바람직하다.
- [0060] 이를 위해서, 템플릿은 상기 템플릿 생성단계(S20)에서 정규화하고, 심박 단위 신호는 상기 신호 추출단계(S30)에서 정규화한다. 본 발명의 실시예에 따르면, 정규화는 하기의 수학적 식으로 이루어지는 정규환 변환식으로 할 수 있다.

- [0061] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 심전도 신호에서 추출하는 심박 단위 신호별로 압축 패킷을 생성하므로, 심박 단위 신호 간의 분절구간(Segmentation interval)에 나타나는 신호는 압축 패킷에 포함하지 아니한다. 하지만, 심전도 신호의 해석에 있어서, RRI(RR interval)은 매우 중요한 정보를 내포한다.
- [0062] 이에, 본 발명의 실시예에서는, 상기 신호 추출단계(S30)에서 심박 단위 신호를 추출할 때에 RRI(RR interval)도 검출하고, 상기 심전도 신호 압축단계(S40)에서 압축 패킷을 생성할 시에 압축 패킷에 RRI(RR interval)를 추가한다.
- [0063] 압축 패킷에 추가하는 RRI(RR interval)는, 압축 패킷으로 변형된 심박 단위 신호를 기준으로 이전 심박 단위 신호와의 RRI(RR interval)나 아니면 이후 심박 단위 단위 신호와의 RRI(RR interval)로 할 수 있다.
- [0064] 상기한 바와 같이, 심박 단위 신호의 정규화, RRI 추가, PQ구간/QRS구간/ST구간의 구획 및 QRS구간의 다운샘플링을 적용한 구체적인 실시예를 도 3을 참조하여 설명하면 다음과 같다.
- [0065] 상기 신호 추출 단계(S30)는, 입력받는 심전도 신호로부터 심박 단위 신호를 추출하고 신호 크기를 정규화하는 한편, RRI(RR interval)를 검출한다. 여기서, R-peak 및 심박 단위 신호의 검출은 하기의 템플릿 생성단계(S20)에 사용한 방법을 사용할 수 있다.
- [0066] 상기 심전도 신호 압축 단계(S40)는 구간 추출단계(S41), PQ코드 선정단계(S42), ST코드 선정단계(S43), QRS데이터 생성단계(S44) 및 압축 패킷 생성단계(S45)의 순서로 이루어진다.
- [0067] 상기 구간 추출단계(S41)는 심박 단위 신호를 PQ구간, QRS구간 및 ST구간으로 구획하여, 각 구간 신호를 추출한다.
- [0068] 상기 PQ코드 선정단계(S42)는 심박 단위 신호의 PQ구간 신호를 각 템플릿의 PQ구간 신호와 비교하여 심박 단위 신호의 PQ구간 신호와 가장 유사한 PQ구간 신호를 갖는 템플릿의 코드를 PQ코드로 선정한다.
- [0069] 상기 ST코드 선정단계(S43)는 심박 단위 신호의 ST구간 신호를 각 템플릿의 ST구간 신호와 비교하여 심박 단위 신호의 ST구간 신호와 가장 유사한 ST구간 신호를 갖는 템플릿의 코드를 ST코드로 선정한다.
- [0070] 상기 QRS데이터 생성단계(S44)는 심박 단위 신호의 QRS구간을 다운 샘플하여 QRS데이터를 얻는다.
- [0071] 상기 압축 패킷 생성단계(S45)는 상기 PQ코드, QRS데이터, ST코드 및 RRI의 순서로 이루어지는 압축 패킷을 생성한다.
- [0072] PQ코드 및 ST코드의 선정을 위해서 심박 단위 신호를 템플릿과 구간별로 비교하여 가장 유사한 구간을 갖는 템플릿을 선정할 때, 유사성의 판단은 예를 들어 하기의 수학적식2로 표시한 상관관계식으로 얻는 값이 최소값을 갖는 경우 가장 유사하다고 판단하는 방식을 채택할 수 있다.
- [0073] 다음으로, 상기 템플릿 생성단계(S20)에 대해 도 4, 도 6 및 도 7을 참조하며 상세하게 설명한다.
- [0074] 상기 템플릿 생성단계(S20)는 초기 심전도 신호 입력단계(S21), R-peak 추출단계(S22), 후보 템플릿 추출단계(S23), 정규화단계(S24), 템플릿 선정단계(S25) 및 템플릿 저장단계(S26)의 순서로 이루어진다.
- [0075] 상기 초기 심전도 신호 입력단계(S21)는, 최초 심전도 신호를 입력받는 시점부터 상기 미리 설정된 시간까지의 심전도 신호, 즉, 초기 심전도 신호를 입력받는다. 본 발명의 실시예에서는, 일반적으로 정상적인 건강상태에서 측정된 50주기의 심전도 신호, 즉, 50개의 심박 단위 신호를 얻은 수 있는 시간을 상기 미리 설정된 시간으로 정하였다.
- [0076] 상기 R-peak 검출단계(S22)는, 초기 심전도 신호에서 R-peak를 검출한다. 50주기의 초기 심전도 신호를 입력받으므로, 심박 단위 신호별 R-peak를 검출하게 되므로 50개의 R-peak를 검출한다. 종래 R-peak 검출방법은 wavelet, envelop, moving average 등이 많이 사용되었으나 연산량이 많아서 처리속도도 낮아지는 문제를 갖게 됨에 따라, 모바일 단말에 적용하기 어려웠다. 이에, 본 발명의 구체적인 실시예에서는 연산량을 최소화하는 다음의 방법으로 R-peak를 검출한다. 이해를 돕기 위해서 도 6에 그래프를 첨부하였고, 도 2에서는 R-peak를 검출하는 R-peak 검출부(110)가 대역필터(111, BPF : band pass filter), 미분/제곱 연산기(112), 이동평균 연산기(113, moving average), R-피크 디텍터(114)를 포함하여 구성된다고 하였다.

- [0077] 먼저, 초기 심전도 신호(도 6의 a)를 대역필터(111)에 통과시켜 기저선 및 고주파 잡음을 제거한 필터링 신호(도 6의 b)를 구한다(S22-1). 0.1Hz~35Hz 범위를 통과시키는 대역필터를 사용하였다.
- [0078] 다음으로, 미분 연산한 신호(도 6의 c)를 구한 후 제곱연산한 신호(도 6의 d)를 구한다(S22-2). 초기 심전도 신호의 미분 신호는 기울기를 표시하며, 미분 신호를 제곱함으로써 피크의 특징을 부각시킬 수 있다.
- [0079] 다음으로, 적분이동창을 시간축을 따라 이동시키며 적분 및 평균을 계산하여 이동평균 신호(도 6의 e에서 상단 그래프)을 얻는다(S22-3).
- [0080] 다음으로, 그래프 상에서 주기적으로 나타나는 QRS구간으로 추정되는 구간에서 각각 가장 큰 값을 임시 R-peak로 선정한다.
- [0081] 다음으로, 임시 R-peak가 간헐적으로 나타나는 그래프(도 6의 e에서 상단 그래프)에서 소정의 개수(미리 설정되는 R-peak 개수, 본 발명의 실시예에서는 5개)를 씌울 수 있는 윈도우를 시간축 상으로 이동시키면서, 윈도우 내에 씌워진 5개의 임시 R-peak들 중에 최고 값을 제외한 나머지 임시 R-peak의 평균을 구하고, 이와 같이 구한 평균에 소정비율(미리 설정되는 비율, 본 발명의 실시예에서는 70%)를 곱하여 얻는 값을 가변 문턱치로 한다. 가변 문턱치는 윈도우를 시간축을 따라 이동함에 따라 가변한다.
- [0082] 다음으로, 임시 R-peak가 출현되는 시점의 주변에 나타나는 초기 심전도 신호 상의 피크를 R-peak로 하여 검출한다. 이때, 상기 가변 문턱치보다 높으면서 최대치를 갖는 점을 R-peak로 검출한다.
- [0083] 상기 후보 템플릿 추출단계(S23)는, 추출한 R-peak들마다 PQRST구간을 갖는 신호를 추출하여 후보 템플릿으로 한다.
- [0084] 상기 정규화단계(S24)는, 후보 템플릿들을 각각 하기의 수학식1로 이루어지는 정규화 변환식으로 정규화한다.

수학식 1

$$y = \frac{x}{\max(x - \min(x))}$$

- [0085]
- [0086] 여기서, x는 후보 템플릿 내의 심전도 신호이고, y는 x를 정규화한 신호이고, min(x)는 후보 템플릿 내의 심전도 신호 x의 최소값이고, max(x-min(x))는 후보 템플릿 내에서 x-min(x)의 최대값이다. 이와 같은 정규화는, 후보 템플릿마다 신호 크기가 각기 다르므로, 최소값과 최대값을 고려하여 정규화한 것이다.
- [0087] 상기 템플릿 선정단계(S25)는, 정규화한 후보 템플릿들 중에 파형이 서로 다른 템플릿을 미리 설정한 개수만큼 선택하여 템플릿으로 선정한다. 이때, 선택되는 템플릿은 본 발명의 실시예에서 PQ구간 및 ST구간을 코드화하기 위한 것이므로, PQ구간 및 ST구간만 비교하여 서로 상이한 후보 템플릿을 템플릿으로 선정한다. 각 후보 템플릿에서 PQ구간 및 ST구간을 분리한 후 구간별로 비교하여서, PQ구간만 선정되는 후보 템플릿, ST구간만 선정되는 후보 템플릿, 또는 양 구간 모두 선정되는 후보 템플릿이 생길 수 있게 하는 것도 가능하다.
- [0088] 본 발명의 실시예는 하기의 수학식3으로 계산되는 MSE와 하기의 수학식4로 계산되는 coef.을 하기의 수학식2로 표시한 상관관계식에 산입하여 얻는 값(Optimum)이 상대적으로 크게 나타나는 후보 템플릿을 템플릿으로 선정한다.

수학식 2

$$Optimum = MSE(|Coef.|-1)$$

[0089]

수학식 3

$$coef. = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \right] \times \left[\frac{y_i - \bar{y}}{s_y} \right]$$

수학식 4

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$$

여기서, n은 샘플 개수, x_i 및 y_i 는 비교하는 신호이고, s_x 및 s_y 는 각각 x_i 및 y_i 의 표준편차이고, $\bar{x}$ 및 $\bar{y}$ 는 각각 x_i 및 y_i 의 평균이다.

상기 템플릿 저장단계(S26)는, 각각의 템플릿에 서로 다른 코드를 부여하여 저장한다. 이와 같이 저장한 템플릿 및 템플릿 코드는 상술한 바와 같이 심전도 신호 압축단계(S40)에서 사용되고, 하기에서 설명하는 심전도 신호 복원에서도 사용된다.

본 발명의 구체적인 실시예에서는, 초기 심전도 신호에 포함된 50개의 심박 단위 신호를 후보 템플릿을 한다. 이때, 후보 템플릿들 중에 하나씩 템플릿으로 선정하며 상기 수학식2의 상관관계식으로 산출값을 표시하면, 도 7의 그래프를 얻을 수 있다.

도 7은 템플릿을 하나씩 추가할 때마다 수학식2로 산출되는 값이 점차 줄어드는 데, 템플릿을 추가할 때마다 이전 선정한 템플릿과의 상이한 정도가 점차 낮아지기 때문이다. 상기 도 7을 살펴보면 7개의 템플릿을 선정한 이후, 추가로 템플릿을 선정하더라도 수학식2로 산출한 값이 완만해짐을 볼 수 있다. 이는, 이미 선정한 템플릿 7개와의 상이한 정도가 낮은 템플릿만 남아 있기 때문이다.

따라서, 템플릿을 저장하는 메모리 공간을 고려하고, 압축 패킷을 생성하기 위해 템플릿을 심박 단위 신호와 비교하는 연산량을 고려하고, 심전도 신호 압축장치와 심전도 신호 복원장치가 통신으로 연결되는 상황일 경우 각 장치에서 템플릿을 공유하기 위한 템플릿 전달과정 등을 고려하면, 상기 도 7에 나타나는 결과에 따라 템플릿을 7개만 선정하는 것이 적절하다고 판단된다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법을 위한 심전도 신호 복원장치(200)의 블록 구성도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 템플릿 기반 심전도 신호 복원 방법의 순서도이며, 도 10은 복원한 신호의 예시도이다.

심전도 신호 복원장치(200)는 심전도 신호 압축장치(100)에서 생성한 템플릿 및 템플릿 코드를 저장하는 템플릿 저장부(210), 압축 패킷을 입력받아 압축 패킷에 기입된 템플릿 코드에 대응되는 구간 신호를 선별하는 구간 신호 선별부(220), 상기 미리 지정된 구간(즉, 템플릿 코드가 기입된 구간)을 템플릿 코드에 대응되는 구간 신호로 복원하고, 원신호를 압축한 구간 신호를 복원하여 심박 단위 신호로 구하며, RRI가 포함된 압축 패킷일 경우 심박 단위 신호를 RRI에 맞춰 시간축 상에 이격시킨 심전도 신호를 생성하는 원신호 복원부(230)를 포함한다.

심전도 신호 복원장치(200)에 의한 심전도 신호 복원 방법(S50)은 압축 패킷 입력단계(S51), 구간신호 추출단계(S52), 코드구간 복원단계(S53), 비코드구간 복원단계(S54) 및 원신호 복원단계(S55)의 순서로 이루어진다.

상기 압축 패킷 입력단계(S51)는 압축 패킷을 입력받는다. 본 발명의 실시예에서는 압축 패킷이 PQ코드, QRS데이터, ST코드 및 RRI로 이루어진다.

상기 구간신호 추출단계(S52)는 압축 패킷에 기입된 템플릿 코드를 부여받은 템플릿에서 템플릿 코드가 기입된

위치에 해당되는 구간(압축 패킷을 생성할 시에 템플릿 코드로 대체된 상기 미리 지정된 구간)의 신호를 추출한다. 즉, PQ코드를 부여받은 템플릿의 PQ구간 신호와, ST코드를 부여받은 템플릿의 ST구간 신호를 추출한다.

[0103] 상기 코드구간 복원단계(S53)는 추출한 신호로 템플릿의 코드를 대체하여 상기 미리 지정된 구간의 신호를 복원한다. 즉, 추출한 PQ구간 신호, 압축 패킷에 있던 QRS데이터 및 추출한 ST구간 신호를 서로 이어지게 한다.

[0104] 상기 비코드구간 복원단계(S54)는 상기 미리 지정된 구간을 제외한 구간의 신호가 압축된 신호일 경우 압축을 해제하여 복원한다. 본 발명의 실시예에서는 QRS구간을 다운 샘플하였으므로, QRS데이터를 업 샘플한 후 업 샘플한 위치를 보간법으로 복원한다.

[0105] 상기 원신호 복원단계(S55)는 심박 단위 신호를 시간축 상에 이어지는 형태로 복원하여 원신호인 심전도 신호를 복원한다. 본 발명의 실시예에서 압축 패킷에 RRI가 포함되므로, 심박 단위 신호를 RRI에 맞추어 원신호인 심전도 신호를 복원한다.

[0106] 도 10은 복원한 심전도 신호의 그래프로서, 시간축 상에 RRI에 맞추어 심박 단위 신호가 출현되게 하므로, 심박 단위 신호 간에는 분절구간(Segmentation interval)이 발생한다. 여기서, 분절구간은 이전 심박 단위 신호의 T파 종점의 값으로 일정하게 하였다. 이에 따라, 다음 심박 단위 신호의 P파 시점에서 불연속적(그래프상 수직으로 그어지는 것)으로 이어질 수 있다.

[0107] 한편, 심전도 신호는 심장 건강 상태에 따라 크게 달라질 수도 있으므로, 템플릿을 생성한 후 심전도 신호를 압축하는 데 사용하는 중이라도, PQ구간 및 ST구간에 대해 심박 단위 신호를 템플릿과 비교하여 유사한 템플릿을 찾는 과정에서 가장 유사한 템플릿을 찾더라도 오차가 미리 설정한 오차 이상으로 나타나면, 템플릿을 재 생성하게 하는 것이 바람직하다.

[0108] 또한, 템플릿을 생성할 때에 사용하는 초기 심전도 신호에 대해서도 생성한 템플릿을 이용하여 압축 패킷을 생성하여도 된다.

[0109] 본 발명의 실시예에서는 심전도 신호에서 P파, Q파, R파, S파 및 T파의 정보를 압축 패킷에 담았으나, 실제 심전도 신호에서는 T파 이후에 U파가 발생하므로, 이러한 U파의 정보를 압축 패킷에 담는다면, ST구간을 U파 구간까지 확장하여야 한다. 이는, 단지 ST구간을 확장하는 것에 불과하여 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 실시될 수 있으므로, 이와 같은 변형도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주해야 할 것이다. 물론, 이때의 심박 단위 신호는 U파를 포함하고, PQRST구간도 U파를 포함하며, 분절구간은 짧아질 것이다.

[0110] 이상에서 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위해 구체적인 실시 예로 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기 와 같이 구체적인 실시 예와 동일한 구성 및 작용에만 국한되지 않고, 여러가지 변형이 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 실시될 수 있다. 따라서, 그와 같은 변형도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주해야 하며, 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의해 결정되어야 한다.

부호의 설명

[0111] 100 : 심전도 신호 압축장치

110 : R-peak 검출부 120 : 템플릿 생성부

130 : 템플릿 코드 선별부 140 : 패킷 생성부

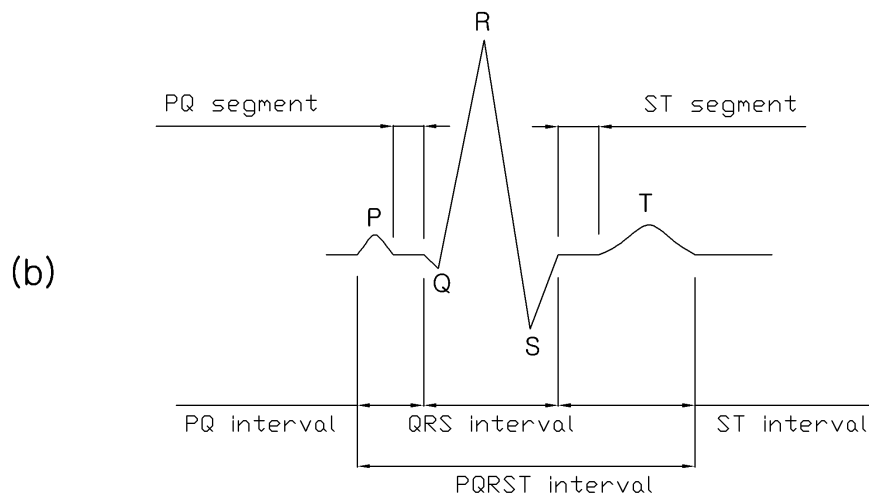
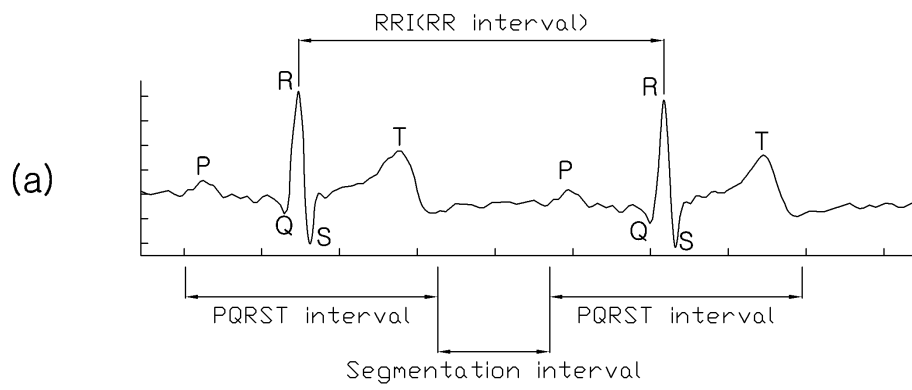
200 : 심전도 신호 복원장치

210 : 템플릿 저장부 220 : 구간신호 선별부

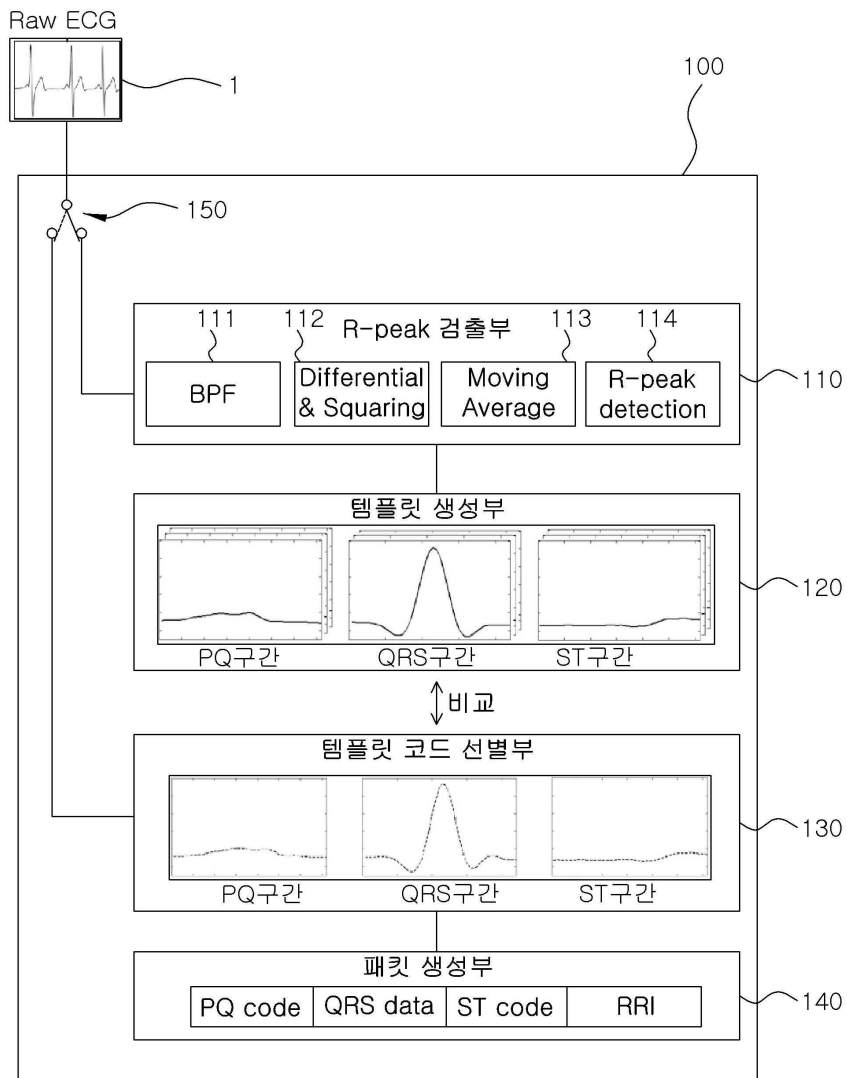
230 : 원신호 복원부

도면

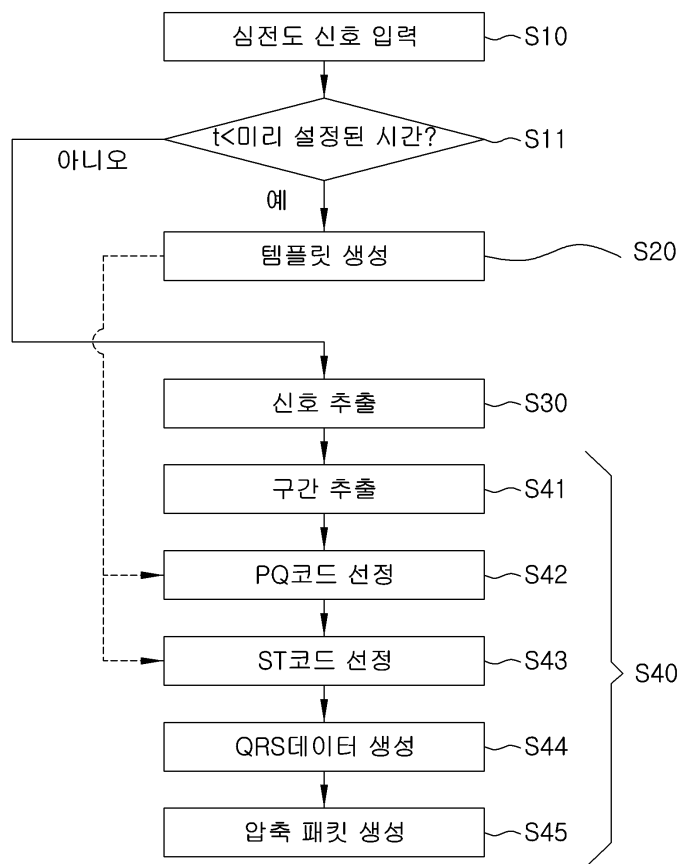
도면1



도면2

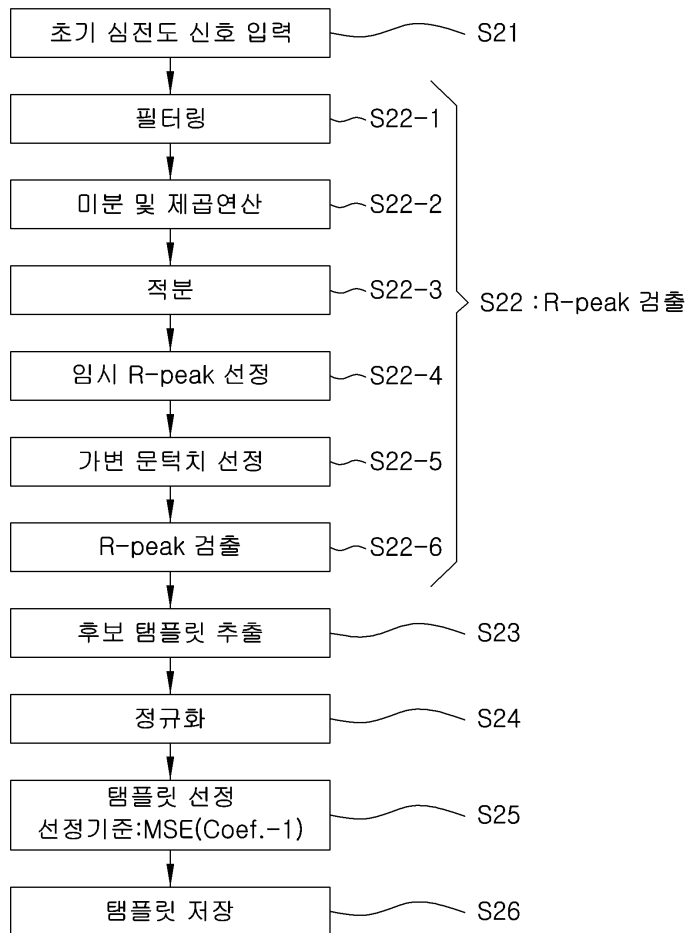


도면3

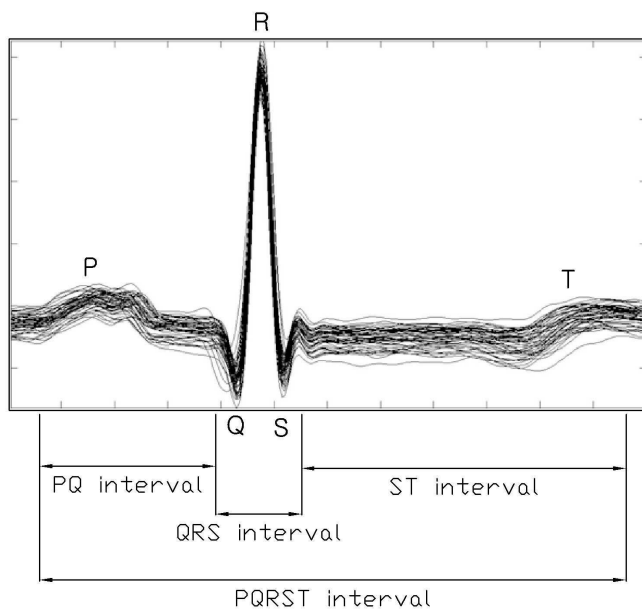


도면4

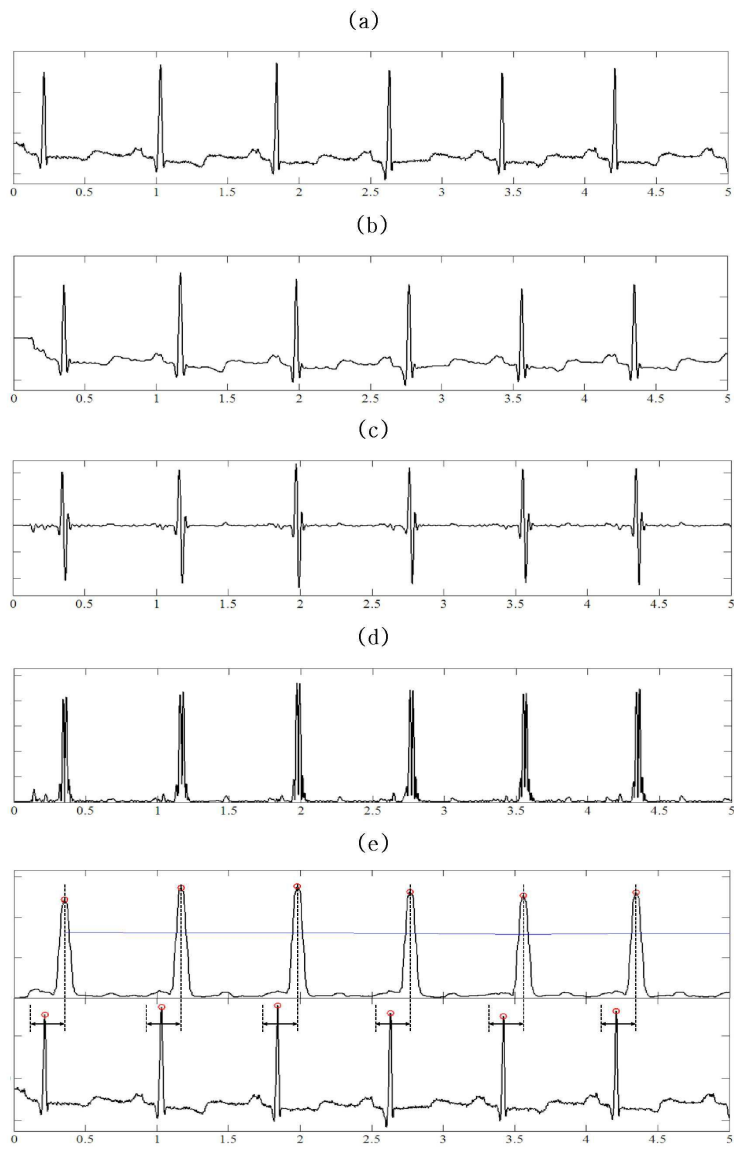
S20 : 템플릿 생성



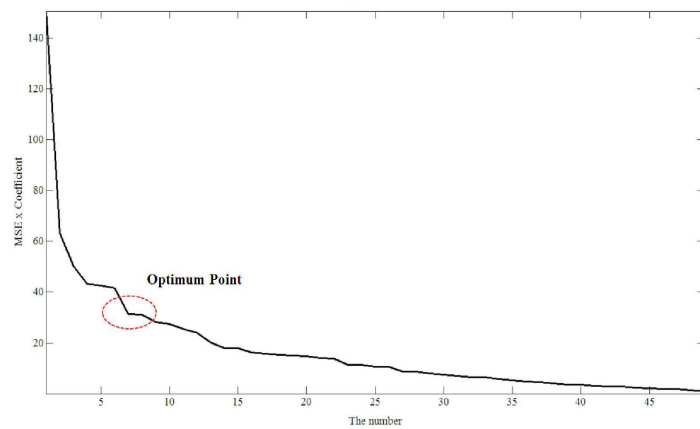
도면5



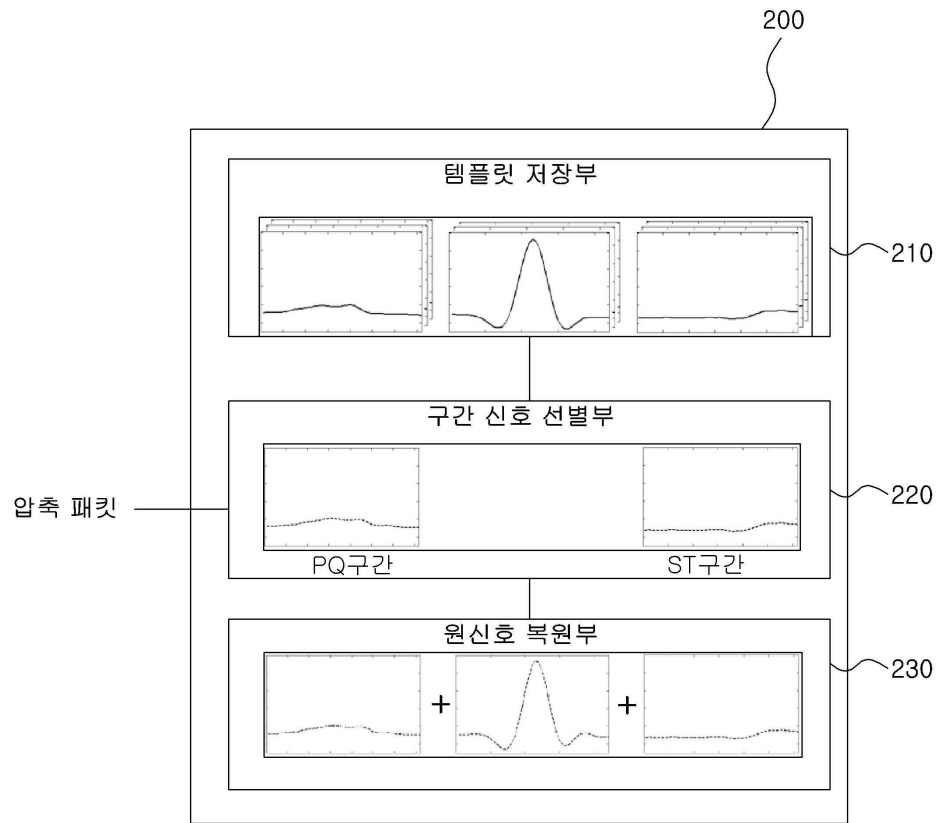
도면6



도면7

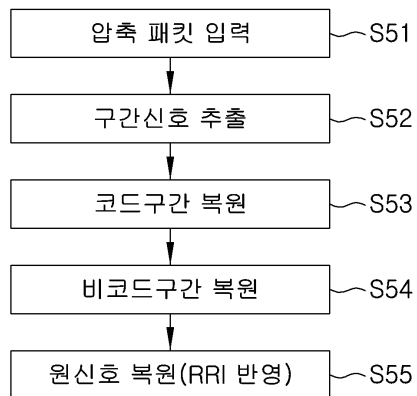


도면8



도면9

S50 : 심전도 신호 복원



도면10

