



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0062329
(43) 공개일자 2025년05월08일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/024 (2025.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/352 (2021.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
A61B 5/024 (2025.01)
A61B 5/02405 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-0147182</p> <p>(22) 출원일자 2023년10월30일
심사청구일자 2023년10월30일</p> | <p>(71) 출원인
재단법인 아산사회복지재단
서울특별시 송파구 올림픽로43길 88 (풍납동)
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)</p> <p>(72) 발명자
신항식
전라남도 순천시 왕지3길 55 102-2104</p> <p>(74) 대리인
특허법인비엘티</p> |
|---|---|

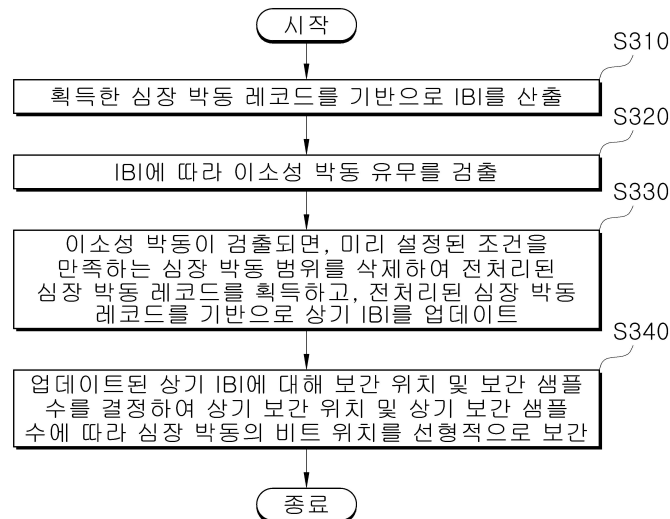
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치 및 이의 이소성 박동 교정 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치는 적어도 하나의 프로세서; 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램이 저장된 메모리;를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하고, 상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하고, 상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하며, 업데이트된 상기 IBI에 대해 보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

A61B 5/352 (2021.01)
A61B 5/72 (2025.05)
A61B 5/7203 (2013.01)
A61B 5/7275 (2013.01)
A61B 2560/0223 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711179418
과제번호	00141473
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)범부처전주기의료기기연구개발사업단
연구사업명	범부처전주기의료기기연구개발(과기부)
연구과제명	디지털 심장 기반 심방세동 전주기 관리 인공지능 소프트웨어 의료기기 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	(주)라운메드
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1465038587
과제번호	HR20C0026010023
부처명	보건복지부
과제관리(전문)기관명	한국보건산업진흥원
연구사업명	연구중심병원육성
연구과제명	고위험 환자 최적진료를 위한 차세대 융합 케어기술 개발 및 사업화
기 여 율	1/2
과제수행기관명	서울아산병원
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 프로세서; 및

상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램이 저장된 메모리; 를 포함하며,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하고,

상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하고,

상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하며,

업데이트된 상기 IBI에 대해 보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하도록 구성된, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

보간된 심장 박동 레코드를 기반으로 산출된 IBI에 따라 이소성 박동이 검출되지 않을 때까지 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하는 프로세스를 반복적으로 수행하도록 구성된, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

업데이트된 IBI가 이전 IBI의 1.245배보다 작거나 기설정된 정상 심장 박동의 IBI보다 큰 상기 IBI를 보간 위치로 결정하도록 구성된, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

결정된 상기 보간 위치를 중심으로 인접한 IBI들의 중앙값에 가중치를 부여하여 보간 샘플 수를 결정하도록 구성된, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

하기 수식식에 따라 보간 샘플 수(N_k)를 결정하고,

$$N_k = \lceil |BI_k| / 1.245 \cdot \text{median}(|BI_m| \mid m = k - w/2, \dots, k + w/2) \rceil$$

여기서 k 는 상기 보간 위치이고, w 는 결정된 상기 보간 위치를 중심으로 인접한 IBI의 개수, m 은 인접한 IBI들

의 중앙값이며, $\lfloor \cdot \rfloor$ 는 내림을 의미하는 것을 특징으로 하는, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

상기 보간 샘플 수에 따라 보간 후 발생할 인덱스를 생성한 후 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하고,

상기 심장 박동의 각 비트 위치 차이를 찾아 상기 IBI를 재업데이트하는, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

획득한 심장 박동 레코드에서 현재 IBI가 이전 IBI의 0.675배보다 크거나, 이전 IBI의 1.245배보다 작으면 상기 이소성 박동이 존재한다고 검출하도록 구성된

보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하는 경우,

상기 미리 설정된 조건은 상기 심장 박동 범위에 대응하는 현재 IBI가 이전 IBI의 0.675배보다 크거나 또는 현재 IBI가 0.4초보다 큰 것을 특징으로 하는, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 보간된 심박 변이도에 따라 심장 박동의 규칙성과 가변성을 분석하고,

분석 결과에 대응하는 대상의 건강 상태를 제공하는 사용자 인터페이스부를 더 포함하는, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치.

청구항 10

보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법으로,

상기 방법은 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램이 저장된 메모리를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되며,

획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하는 단계;

상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하는 단계;

상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하는 단계;

업데이트된 상기 IBI에 대해 보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하는 단계; 및

상기 이소성 박동이 제거된 심장 박동 레코드를 출력하는 단계를 포함하는, 이소성 박동 교정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 보간하는 전자 장치 및 이의 이소성 박동 교정 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치 및 이의 이소성 박동 교정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모빌리티(Mobility) 환경에서 신호를 측정하는 상황들이 늘어남에 따라 정확한 신호를 획득하기 위해 보간 프로세스가 필요한 상황이 늘어나고 있다.

[0003] 보다 구체적으로, 심장 박동 측정할 때 정상적인 심장 박동 사이에 한 번씩 불규칙적이고 비정상적인 심장 박동을 나타내는 이소성 박동이 포함될 수 있다. 따라서, 심장 박동의 심박변이도(HRV, Heart Rate Variability)를 분석하는 과정에서 불규칙적이고 비정상적인 이소성 박동을 제거하고 규칙적이고 정상적인 심장 박동을 선별하는 발명이 필요하였다.

[0004] 종래 특허문헌은 환자의 심박 신호에서 트레이닝된 신경망을 통해 이소성 박동수를 예측할 수는 있으나, 이소성 박동에 의한 왜곡을 보정한 이소성 박동 교정 알고리즘을 개시하고 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) JP 2022-549034

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명의 실시에는 상술한 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 이소성 박동을 제거하기 위하여 IBI(Inter-Beat Interval)를 이용하여 보간 위치 및 보간 샘플 수에 따라 특정 윈도우(window)를 설정하고 심장 박동 레코드를 보정하는, 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치 및 이의 이소성 박동 교정 방법을 제공할 수 있다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치는 적어도 하나의 프로세서; 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램이 저장된 메모리;를 포함하며, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하고, 상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하고, 상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하며, 업데이트된 상기 IBI에 대해 보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하도록 구성될 수 있다.

[0009] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법으로, 상기 방법은 적어도 하나의 프로세서 및 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해 수행되는 컴퓨터 프로그램이 저장된 메모리를 포함하는 컴퓨팅 장치에 의해 수행되며, 획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하는 단계; 상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하는 단계; 상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하는 단계; 업데이트된 상기 IBI에 대해 보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하는 단계; 및 상기 이소성 박동이 제거된 심장

박동 레코드를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 다른 방법, 다른 시스템 및 상기 방법을 실행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 더 제공될 수 있다.

[0011] 이 외에도, 본 발명을 구현하기 위한 방법이 컴퓨터 상에서 수행되도록 매체에 저장되는 컴퓨터 프로그램이 더 제공될 수 있다

발명의 효과

[0012] 본 발명의 기술한 과제 해결 수단에 의하면, 상당한 과소 보간 또는 과대 보간 없이 심장 박동 간 변동성을 효과적으로 제거하여 이소성 박동에 의한 왜곡을 완화하고, 심박수 변동성 분석의 정확성을 향상시킬 수 있다.

[0013] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 이소성 박동이 포함된 심장 박동의 RR 간격과 심장 박동 개수를 이용하는 기존 이소성 박동 제거 방식이 적용된 심장 박동의 RR 간격을 비교한 그래프이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 구성을 간략하게 도시한 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법 플로우 차트이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법의 구체적인 알고리즘이다.

도 5는 도 4의 알고리즘이 적용된 IBI를 시간에 따라 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법의 정확도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 발명이 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부, 모듈, 부재, 블록'이라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 하나의 구성요소로 구현되거나, 하나의 '부, 모듈, 부재, 블록'이 복수의 구성요소들을 포함하는 것도 가능하다.

[0016] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 간접적으로 연결되어 있는 경우를 포함하고, 간접적인 연결은 무선 통신망을 통해 연결되는 것을 포함한다.

[0017] 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0018] 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0019] 제 1, 제 2 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 전술된 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0020] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0021] 각 단계들에 있어 식별부호는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다.

- [0022] 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.
- [0023] 본 명세서에서 '본 발명에 따른 장치'는 연산처리를 수행하여 사용자에게 결과를 제공할 수 있는 다양한 장치들이 모두 포함된다. 예를 들어, 본 발명에 따른 장치는, 컴퓨터, 서버 장치 및 휴대용 단말기를 모두 포함하거나, 또는 어느 하나의 형태가 될 수 있다.
- [0024] 여기에서, 상기 컴퓨터는 예를 들어, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(desktop), 랩톱(laptop), 태블릿 PC, 슬레이트 PC 등을 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 서버 장치는 외부 장치와 통신을 수행하여 정보를 처리하는 서버로써, 애플리케이션 서버, 컴퓨팅 서버, 데이터베이스 서버, 파일 서버, 게임 서버, 메일 서버, 프록시 서버 및 웹 서버 등을 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 휴대용 단말기는 예를 들어, 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Division Multiple Access), WiBro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트폰(Smart Phone) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치와 시계, 반지, 팔찌, 발찌, 목걸이, 안경, 콘택트 렌즈, 또는 머리 착용형 장치(head-mounted-device(HMD) 등과 같은 웨어러블 장치를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 심박 변이도(HRV)는 연속적인 심장 박동 사이의 특정 위치와 다음 주기의 특정 위치 간의 시간 간격 변화를 측정된 값이다. 심박 변이도에 따라 심장 박동의 규칙성과 가변성을 평가하여 대상의 건강 상태와 생리적 기능을 평가할 수 있어 왜곡 없이 정확한 심박 변이도를 획득하는 것이 중요하다.
- [0028] 특히 이소성 박동은 심박 변이도 데이터 세트의 1% 미만을 차지하는데 불과하나 이소성 박동이 존재할 경우 심박 변이도 값에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서, 심박 변이도를 측정할 때는 불규칙하고 비정상적인 심장 박동인 이소성 박동의 영향을 제거하는 전처리 프로세스가 필요하다.
- [0029] 도 1은 심장 박동 수(Beat Number)에 따른 이소성 박동을 포함한 심장 박동의 RR 간격(A), 삭제 방식을 통해 이소성 박동을 제거한 심장 박동의 RR 간격(B) 및 보간 방식을 통해 이소성 박동을 제거한 심장 박동의 RR 간격(C)을 도시한 그래프이다.
- [0030] 도 1의 A를 참조하면, 이소성 박동이 포함된 심장 박동의 IBI에는 불규칙적으로 도드라지는 이소성 박동이 발생하여 다른 B, C 그래프에 비해 눈에 띄는 차이가 있음을 알 수 있다. 일 실시예로서, RR 간격의 급격한 증가는 누락된 박동으로 간주하고 RR 간격의 급격한 감소는 잘못 감지된 박동으로 간주한 것이다.
- [0031] 도 1의 B를 참조하면, 엄격한 임계값 설정을 통한 이소성 박동 삭제 방식을 통해 이소성 박동이 제거되면, 전체 심장 박동 수가 감소함을 알 수 있다. 또한, 상기 삭제 방법은 심박 변이도 신호의 위상이 현격하게 변화하게 되어 위상 변화에 민감한 주파수 영역 매개변수에도 영향을 줄 수 있다.
- [0032] 도 1의 C를 참조하면, NNI(Nearest Neighbor Interpolation), LI(Linear Interpolation), CSI(Cubic Spline Interpolation)의 보간 방식으로 심장 박동의 개수에 따라 보간을 수행한 결과이다. 하나의 표준화된 이소성 박동 보간 방식이 없어 다양한 보간 방식을 적용한 결과 값을 나타낸 것이다.
- [0033] 또한, 상술한 보간 방법으로 많은 이소성 박동을 처리할 경우 심박변이도의 스펙트럼 내 저주파 성분을 높이게 되어 이소성 박동만 정확하게 제거하는 것이 물리적으로 어려웠다.
- [0034] 도 1을 참조하면, B에서는 전체적인 심장 박동 개수가 감소하고, A에서는 3개의 이소성 박동이 존재하는데 C에서는 하나의 보간된 심장 박동으로 나타남을 확인할 수 있다. 다시 말해, 기존에는 심장 박동 개수(number)를 기준으로 보간을 수행하다보니 전체 심장 박동 개수가 감소하거나, 복수의 신호 측정값이 빠진 경우에 하나의 신호로 처리됨에 따라 오류가 발생하는 문제가 있었다.
- [0035] 따라서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 이소성 박동 데이터를 보간할 때 발생하는 오류를 해결하고 심장 박동 개수에 영향을 미치는 것을 최소화하기 위해서 보간에 적합한 샘플 수를 적응적으로 선택하여 심박 변이도 분석의 전처리 프로세스에서 적응형 보간법을 적용할 수 있다.
- [0036] 구체적으로, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 프로세서(110), 메모리(120), 통신부(130) 및 입출력 인터페이스(140) 등을 포함할 수 있다. 전자 장치(100)가 포함할 수 있는 내부 구성 요소는 이에 한정되지 않는다. 본 발명의 전자 장치(100)는 프로세서(110) 대신 별도의 프로세싱 서버 또는 클라우드 서버를 통해 프로세서(110)의

기능을 수행할 수 있다.

- [0037] 도 2를 참고하면, 프로세서(110)는 전자 장치(100) 내의 구성요소들의 동작을 제어하기 위한 알고리즘 또는 알고리즘을 재현한 프로그램에 대한 데이터를 저장하는 메모리(120) 및 메모리(120)에 저장된 데이터를 이용하여 전자 장치(100)의 동작을 수행하도록 구현될 수 있다. 이 때, 프로세서(110)와 메모리(120)는 각각 별개의 칩으로 구현될 수 있다. 또는, 프로세서(110)와 메모리(120)는 단일의 칩으로 구현될 수도 있다.
- [0038] 실시예에 따른 메모리(120)는 전자 장치(100)의 다양한 기능을 지원하는 데이터와, 프로세서(110)의 동작을 위한 프로그램을 저장할 수 있고, 입/출력되는 데이터들(예를 들어, 이미지, 영상 등)을 저장할 있고, 전자 장치(100)에서 구동되는 다수의 응용 프로그램(application program) 또는 어플리케이션(application), 전자 장치(100)의 동작을 위한 데이터들, 명령어들을 저장할 수 있다. 이러한 응용 프로그램 중 적어도 일부는, 무선 통신을 통해 외부 서버로부터 다운로드 될 수 있다.
- [0039] 이러한, 메모리(120)는 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory), 자기 메모리, 자기 디스크 및 광디스크 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다. 또한, 메모리는 전자 장치(100)와는 분리되어 있으나, 유선 또는 무선으로 연결된 데이터베이스가 될 수도 있다.
- [0040] 실시예에 따른 통신부(130)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어, 방송 수신 모듈, 유선통신 모듈, 무선통신 모듈, 근거리 통신 모듈, 위치정보 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0041] 유선 통신 모듈은, 지역 통신(Local Area Network; LAN) 모듈, 광역 통신(Wide Area Network; WAN) 모듈 또는 부가가치 통신(Value Added Network; VAN) 모듈 등 다양한 유선 통신 모듈뿐만 아니라, USB(Universal Serial Bus), HDMI(High Definition Multimedia Interface), DVI(Digital Visual Interface), RS-232(recommended standard232), 전력선 통신, 또는 POTS(plain old telephone service) 등 다양한 케이블 통신 모듈을 포함할 수 있다.
- [0042] 무선 통신 모듈은 와이파이(Wifi) 모듈, 와이브로(Wireless broadband) 모듈 외에도, GSM(global System for Mobile Communication), CDMA(Code Division Multiple Access), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), UMTS(universal mobile telecommunications system), TDMA(Time Division Multiple Access), LTE(Long Term Evolution), 4G, 5G, 6G 등 다양한 무선 통신 방식을 지원하는 무선 통신 모듈을 포함할 수 있다.
- [0043] 근거리 통신 모듈은 근거리 통신(Short range communication)을 위한 것으로서, 블루투스(Bluetooth™), RFID(Radio Frequency Identification), 적외선 통신(Infrared Data Association; IrDA), UWB(Ultra Wideband), ZigBee, NFC(Near Field Communication), Wi-Fi(Wireless-Fidelity), Wi-Fi Direct, Wireless USB(Wireless Universal Serial Bus) 기술 중 적어도 하나를 이용하여, 근거리 통신을 지원할 수 있다.
- [0044] 실시예에 따른 입출력 인터페이스(140)는 본 발명의 전자 장치(100)에 연결되는 다양한 종류의 외부 기기와의 통로 역할을 수행한다. 이러한 입출력 인터페이스(140)는 유/무선 헤드셋 포트(port), 외부 충전기 포트(port), 유/무선 데이터 포트(port), 메모리 카드(memory card) 포트(port), 식별 모듈(SIM)이 구비된 장치를 연결하는 포트(port), 오디오 I/O(Input/Output) 포트(port), 비디오 I/O(Input/Output) 포트(port), 이어폰 포트(port) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 발명의 전자 장치(100)은, 입출력 인터페이스(140)에 연결된 외부 기기와 관련된 적절한 제어를 수행할 수 있다.
- [0045] 도 2에서 도시된 각각의 구성요소는 소프트웨어 및/또는 Field Programmable Gate Array(FPGA) 및 주문형 반도체(ASIC, Application Specific Integrated Circuit)와 같은 하드웨어 구성요소를 의미한다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치(100)의 적어도 하나의 프로세서(110)는, 도 3에 도시된 바와 같이, 획득한 심장 박동 레코드를 기반으로 IBI(Inter-Beat Interval)를 산출하고(S310), 상기 IBI에 따라 이소성 박동(ectopic beats) 유무를 검출하고(S320), 상기 이소성 박동이 검출되면, 미리 설정된 조건을 만족하는 심장 박동 범위를 삭제하여 전처리된 심장 박동 레코드를 획득하고, 전처리된 심장 박동 레코드를 기반으로 상기 IBI를 업데이트하며(S330), 업데이트된 상기 IBI에 대해

보간 위치 및 보간 샘플 수를 결정하여 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간(S340)할 수 있다.

- [0047] 일 실시예로서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 S310 내지 S330에서, 심장 박동 레코드를 획득하고, 획득한 심장 박동 레코드에 대해 전처리 과정을 통해 초기 선별을 수행할 수 있다.
- [0048] 심장 박동 레코드에서 정상 박동 결정 기준을 벗어나는 이소성 박동이 있는지 여부를 확인하고, 이소성 박동의 존재가 확인되면, 상기 이소성 박동에 대응하는 위치의 심장 박동 레코드를 모두 삭제하여 IBI를 업데이트할 수 있다.
- [0049] 일 실시예로서, 획득한 심장 박동 레코드에서 심장 박동 수가 정상 심장 박동에서 나타날 수 있는 최대 심장 박동 수의 50% 미만인 데이터는 이소성 박동으로서 제거할 수 있다. 정상 심장 박동에서 나타날 수 있는 최대 심장 박동 수는 분당 60 내지 80 bpm일 수 있다.
- [0050] 또한, 획득한 심장 박동 레코드에서 여러 개의 심장 박동 비트가 연속해서 누락된 것도 이소성 박동으로서 제거할 수 있다. 예를 들어, 획득한 심장 박동 레코드에서 IBI가 5초를 초과하는 경우 상기 IBI에 대응하는 심장 박동 비트가 연속해서 누락한 것일 수 있다.
- [0051] 그리고나서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 S340에서 적응형 보간법을 적용하기 위하여, 이소성 박동을 검출하고, 검출된 이소성 박동을 삭제하고, 이소성 박동이 삭제된 심장 박동 레코드에 보간을 수행할 수 있다.
- [0052] 보간 과정은 보간할 위치 결정, 보간에 필요한 샘플 수 결정, 보간 수행의 세 단계로 구성될 수 있다.
- [0053] 도 3은 상술한 S310 내지 S340을 구현한 알고리즘으로서 이소성 박동 교정 알고리즘이다. 도 3을 참조하면, Step 0이 S310, Step 1이 S320, Step 2가 S330, Step 3이 S340에 대응될 수 있다.
- [0054] 일 실시예로서, Step 0에서 획득한 심장 박동 레코드에서 IBI(IBIn)를 산출할 수 있다. 상기 IBI(IBIn)는 하나의 주기의 맥박 시간(tonset)으로부터 산출될 수 있다.
- [0055] 일 실시예로서, Step 1에서 획득한 심장 박동 레코드에서 현재 IBI(IBIn)가 이전 IBI(IBIn-1)의 0.675배보다 크거나, 또는 이전 IBI(IBIn-1)의 1.245배보다 작으면 상기 이소성 박동이 존재한다고 검출할 수 있다. 다시 말해, 하기 수학적 식 1을 만족할 경우 이소성 박동이 검출(true 조건)되고 Step 3을 수행한다.
- [0056] (수학적 식 1) $0.675 \cdot IBIn-1 < IBIn < 1.245 \cdot IBIn-1$
- [0057] 반면, 상기 수학적 식 1을 만족하지 못할 경우(false 조건) 이소성 박동이 존재하지 않는 것을 검출하고 그대로 이소성 박동 교정을 종료할 수 있다.
- [0058] 일 실시예로서, 이소성 박동이 검출되면 Step 2에서 상기 맥박 시간(tonset)을 삭제할 수 있다. 상기 맥박 시간은 상기 심장 박동 범위에 대응하는 현재 IBI(IBIn)가 이전 IBI(IBIn-1)의 0.675배보다 크거나 또는 0.4초보다 클 수 있다. 다시 말해, 하기 수학적 식 2를 만족하는 심장 박동 범위이다.
- [0059] (수학적 식 2) $0.675 \cdot IBIn-1 < IBIn \text{ or } IBIn > 0.4 \text{ s}$
- [0060] 또한, 상기 맥박 시간이 삭제된 심장 박동 레코드를 기초로 IBI를 업데이트할 수 있다.
- [0061] 따라서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 이소성 박동 검출 및 이소성 박동이 검출된 맥박 시간을 삭제하는 전처리 과정을 수행할 수 있다. 그리고나서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 보간 과정을 수행할 수 있다.
- [0062] 일 실시예로서, Step 3에서, 보간 위치를 결정할 수 있다. 이전 IBI보다 너무 길거나 정상 심박수, 예를 들어 40bpm 보다 낮은 심박수에 해당하는 IBI를 보간 위치로 선택할 수 있다. 다시 말해, 하기 수학적 식 3을 만족하는 IBI를 보간 위치로 결정할 수 있다.
- [0063] (수학적 식 3) $IBIn < 1.245 \cdot IBIn-1 \text{ or } IBIn > 1.5 \text{ s}$.
- [0064] 따라서, 업데이트된 IBI가 이전 IBI의 1.245배보다 작거나 기설정된 정상 심장 박동의 IBI보다 큰 상기 IBI를 보간 위치로 결정할 수 있다.
- [0065] 일 실시예로서, 결정된 보간 위치를 이용하여 보간에 필요한 샘플 수를 결정할 수 있다. 결정된 보간 위치를 중심으로 w개의 인접한 IBI의 중앙값(median value)에 가중치를 부여하여 다음 수학적 식 4에 따라 보간 샘플 수(Nk)를 결정할 수 있다. 여기서 k는 상기 보간 위치이고, w는 결정된 상기 보간 위치를 중심으로 인접한 IBI의 개

수, m 은 인접한 IBI들의 중앙값이며, l 은 내림을 의미한다.

(수학식 4) $N_k = \lfloor \text{IBI}_k / 1.245 \cdot \text{median}(|\text{IBI}_m| \mid m=k-w/2, \dots, k+w/2) \rfloor$

따라서, 결정된 상기 보간 위치(IBI_k)를 중심으로 인접한 IBI들(IBI_m)의 중앙값에 가중치를 부여하여 보간 샘플 수를 결정할 수 있으며, 이때 w 는 7개로 세팅하고 진행할 수 있다.

일 실시예로서, 상기 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 보간을 수행할 수 있다.

보간 샘플 수(N_k)에 따라 보간 후 발생될 인덱스를 생성한 후 심장 박동 비트의 위치를 선형적으로 보간하고 상기 심장 박동의 각 비트 위치의 차이를 찾아 IBI를 재업데이트할 수 있다.

보간 위치(IBI_k)에서 보간 샘플 수(N_k)를 더하여 맥박 시간(tonset)을 보간하고, 새로운 IBI를 획득할 수 있다.

일 실시예로서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)는 보간된 심장 박동 레코드를 기반으로 산출된 IBI에 따라 이소성 박동이 검출되지 않을 때까지 상기 보간 위치 및 상기 보간 샘플 수에 따라 심장 박동의 비트 위치를 선형적으로 보간하는 프로세스를 반복적으로 수행할 수 있다.

반복적으로 수행한 결과, Step 1에서 이소성 박동이 검출되지 않는 조건을 만족하면 이소성 박동 교정을 종료할 수 있다.

또는, 이소성 박동 교정 수행 횟수가 제한된 숫자에 도달하면, Step 1으로 되돌아가 이소성 박동 교정을 반복하여 수행하지 않고 이소성 박동 교정을 종료할 수 있다.

따라서, 본 발명에 따른 전자 장치(100)의 프로세서(110)는 보간된 심박 변이도에 따라 심장 박동의 규칙성과 가변성을 분석하고, 분석 결과에 대응하는 대상의 건강 상태를 제공하는 사용자 인터페이스부를 더 포함할 수 있다.

상기 사용자 인터페이스부는 도 2의 입출력 인터페이스(140)와 대응될 수 있다.

도 5는 이소성 박동 교정 알고리즘이 적용된 IBI를 시간에 따라 나타낸 그래프이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 보간 위치 및 보간 샘플 수를 이용하여 심장 박동을 보간하는 전자 장치의 이소성 박동 교정 방법의 정확도를 나타낸 그래프이다.

도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 전자 장치(100)가 전처리 후 보간을 수행한 심장 박동에 대해 ECG(ElectroCardioGram) 또는 PPG(PhotoPlethysmoGram)에서 획득한 IBI 데이터를 이용하여 검증을 수행할 수 있다. PPG는 300Hz의 샘플링 주파수로 기록되었으며, Datex-Ohmeda S/5 모니터가 신호 수집에 사용되었다. 정기 수술이 예정된 386명의 환자로부터 PPG를 얻고, 초기 선별 과정을 거쳐 225명의 환자 데이터를 최종 분석에 사용하였다.

이소성 박동 제거 성능은 Poincare 플롯과 변동계수(CV, Coefficient of Variation)를 사용하여 분석되었다. Poincare 플롯은 지연된 샘플을 2차원 평면에 매핑하여 관계 분석을 용이하게 하며, CV는 이소성 박동으로 인한 급격한 심장 박동 변화의 발생과 소멸을 허용하는 표준화된 변이 분석이다.

도 5를 참조하면, 3명의 사용자의 심장 박동 데이터의 시간에 따른 IBI를 나타낸 것으로, 본 발명에 따른 이소성 박동 교정 알고리즘으로 보간 수행된 경우, 교정 전의 IBI 시퀀스(not corrected)와 교정 후의 IBI 시퀀스(corrected)를 비교했을 때 전체 심장 박동의 신호 길이가 변경되지 않은 상태에서 이소성 박동이 적절하게 보정되는 것을 확인할 수 있다.

적절한 보정이 3개의 그래프에서 모두 수행되었음을 확인할 수 있다.

또한, 도 6(a)를 참조하면, 인접한 IBI 사이의 Poincare 플롯에 따라 이소성 박동 교정 알고리즘을 적용하기 전에는 수평 또는 수직으로 데이터가 광범위하게 분포되어 이소성 박동이 인접한 IBI 사이에 매우 날카로운 변화를 유발한 것을 확인할 수 있다(not corrected). 반면, 이소성 박동 교정 알고리즘을 적용한 후에는 좁은 범위에 데이터가 집중되어 인접한 IBI 사이의 날카로운 변화가 제거된 것을 확인할 수 있다.

또한, 도 6(b)를 참조하면, 교정 후가 교정 전보다 더 큰 CV 감소가 나타난 것을 확인할 수 있으며, 이로 인해 이소성 박동 교정 알고리즘이 심장 박동 레코드의 변동성 감소를 이끌어 냄을 확인할 수 있다.

이를 통해 인접한 박동 간의 가변성 및 생리학적 한계를 고려하여 이소성 박동에 의한 왜곡을 교정하고 심박변

이도의 분석 정확도를 향상시킬 수 있다.

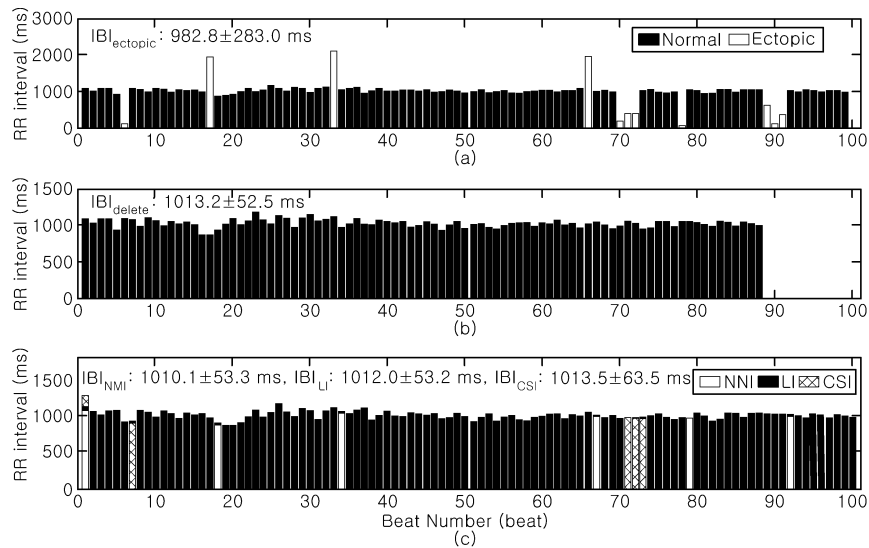
[0084] 이상에서와 같이 첨부된 도면을 참조하여 개시된 실시예들을 설명하였다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고도, 개시된 실시예들과 다른 형태로 본 개시가 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 개시된 실시예들은 예시적인 것이며, 한정적으로 해석되어서는 안 된다.

부호의 설명

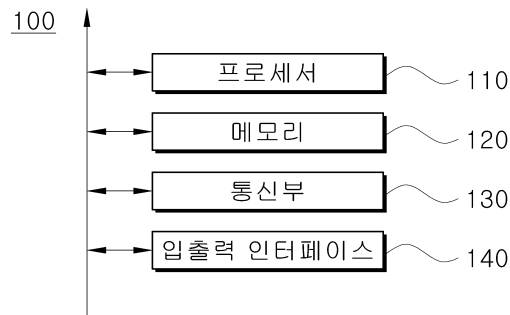
[0085] 100: 전자 장치
110: 프로세서
120: 메모리
130: 통신부
140: 입출력 인터페이스

도면

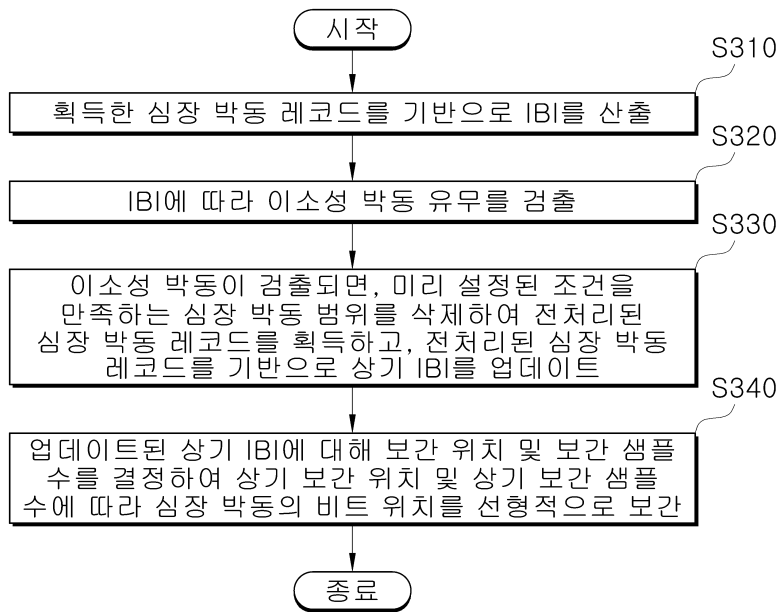
도면1



도면2



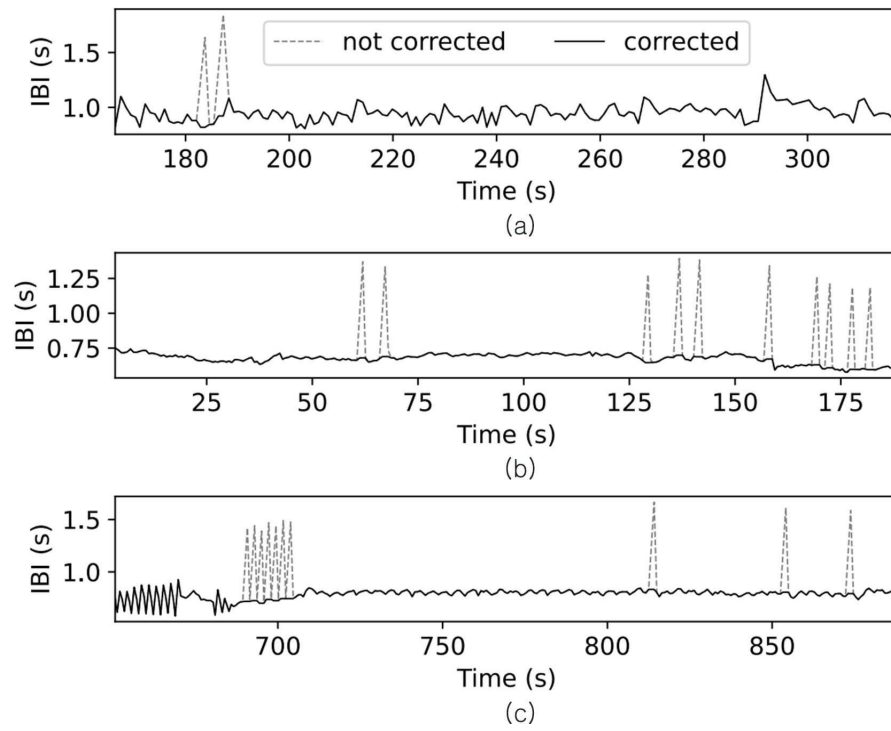
도면3



도면4

Algorithm 1 Ectopic correction	
Step 0:	Calculate IBI from pulse onset (t_{onset})
Step 1:	Ectopic detection if ($IBI_n < 0.675 \cdot IBI_{n-1}$ or $IBI_n > 1.245 \cdot IBI_{n-1}$) for all n is false terminate
Step 2:	Ectopic deletion if ($0.675 \cdot IBI_{n-1} < IBI_n$ or $IBI_n > 0.4$ s) is true delete $t_{onset, n}$ update IBI
Step 3:	Interpolation if ($IBI_n < 1.245 \cdot IBI_{n-1}$ or $IBI_n > 1.5$ s) at $n=k$ calculate $N_k = \lfloor IBI / 1.245 \cdot \text{median}([IBI_m m=k-w/2, \dots, k+w/2]) \rfloor$ interpolate the t_{onset} by adding N_k samples at position IBI_k update IBI
Step 4:	Termination if the number of iterations reaches to the limit, otherwise go to Step 1

도면5



도면6

