



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0037934
(43) 공개일자 2025년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 13/00 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
H04W 72/04 (2009.01) H04W 72/56 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H04B 13/005 (2013.01)
A61B 5/0024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0120350
(22) 출원일자 2023년09월11일
심사청구일자 2023년09월11일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
김기일
대전광역시 서구 가장로 106, 105동 302호(가장동, 삼성래미안아파트)
김범수
경상남도 진주시 사들로 13, 904동 1604호(충무공동, 혁신도시엘에이치아파트9단지)
(74) 대리인
이은철

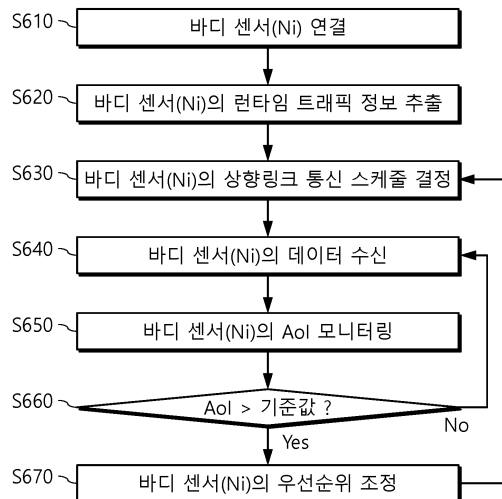
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 및 장치

(57) 요약

무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법에 관한 기술이 개시된다. 복수의 바디 센서와 조정자 모듈을 포함하는 무선인체영역네트워크의 조정자 모듈에서 수행하는 자원할당 방법은, 바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하고, 복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 상향링크 통신 스케줄을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당하고, 상향링크 통신 스케줄에 따라 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신하고, 수신된 데이터로부터 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하고, 각 바디 센서에 대한 AoI가 기준값을 초과하는지 판단한다. 본 발명에 의하면, 무선인체영역네트워크에서 센서들의 버퍼 대기 시간 및 AoI를 최소화하여 데이터의 적시성을 보장할 수 있다.

대표도 - 도6



(52) CPC특허분류

A61B 5/7221 (2013.01)

H04W 72/0446 (2023.01)

H04W 72/56 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345370623
과제번호	2023-1353-01
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	LINC3.0산학공동기술개발과제
연구과제명	건설현장 근로자 헬스 모니터링 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2023.06.12 ~ 2024.01.12

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 바디 센서와 조정자 모듈을 포함하는 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위해 조정자 모듈에서 수행하는 자원할당 방법에 있어서,

바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 단계;

복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당하는 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정하는 단계;

바디 센서의 상향링크 통신 스케줄에 따라 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신하는 단계;

수신된 데이터로부터 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하는 단계; 및

각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는지 판단하는 단계;

를 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

바디 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, 바디 센서의 우선순위를 조정하는 단계; 및

바디 센서의 조정된 우선순위에 기초하여 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트하는 단계;

를 더 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 단계는,

바디 센서로부터 복수의 데이터를 입력 받는 단계;

입력된 데이터에서 각각의 데이터 생성시간을 추출하고, 각각의 데이터 도착시간에서 빼서 각각의 데이터의 샘플링 주기를 계산하는 단계;

복수의 데이터에 대해 샘플링 주기의 표준편차를 구하고 기준 표준편차와 비교하여 샘플링 주기가 정상 상태인지 판별하는 단계; 및

샘플링 주기가 정상 상태인 경우, 샘플링 주기의 평균을 바디 센서의 샘플링 주기로 결정하는 단계;

를 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정하는 단계는,

각 바디 센서의 트래픽 정보를 각 바디 센서의 우선순위에 따라 작업 큐에 입력하는 단계;

작업 큐로부터 우선순위 순으로 각 바디 센서를 선택하는 단계;

비컨 프레임의 상향링크 슬롯 중에서 가장 빠른 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 초기 할당 시작 슬롯으로 결정하는 단계;

할당 시작 슬롯으로부터 선택된 바디 센서의 데이터 길이만큼 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계; 및

할당 시작 슬롯을 초기 할당 시작 슬롯으로부터 샘플링 주기의 배수만큼 증가시킨 슬롯으로 설정하는 단계;
를 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계는,

할당된 슬롯 길이를 초기화하는 단계;

상향링크 슬롯이 비어 있는 경우, 비어 있는 슬롯에 선택된 바디 센서를 할당하고 할당된 슬롯 길이를 증가시키는 단계; 및

할당된 슬롯 길이가 할당된 바디 센서의 데이터 길이보다 작은 경우, 상향링크 슬롯을 하나 증가시키는 단계;

를 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계는,

상향링크 슬롯이 비어 있지 않은 경우, 이전 슬롯으로부터 할당된 슬롯 길이만큼의 상향링크 슬롯에 대해 바디 센서의 할당을 해제하는 단계;

를 더 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법.

청구항 7

복수의 바디 센서와 조정자 모듈을 포함하는 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원 할당 장치에 있어서,

바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 런타임 트래픽 특징 추출부;

복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당하는 상향링크 통신 스케줄링부;

바디 센서의 상향링크 통신 스케줄에 따라 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신하는 무선통신부; 및

수신된 데이터로부터 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하고, 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는지 판단하는 AoI 모니터링부;

를 포함하는, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 AoI 모니터링부는,

바디 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, 바디 센서의 우선순위를 조정하여 상향링크 통신 스케줄링부로 전달하고,

상기 상향링크 통신 스케줄링부는,

AoI 모니터링부에서 전달받은 조정된 우선순위에 기초하여 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트하는,

무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 네트워크에서의 통신 기술에 관한 것으로, 특히 무선인체영역네트워크에서 각 센서들의 정보를 수집하고 네트워크 자원을 적응적으로 할당하여 데이터의 적시성을 보장할 수 있는 자원할당 방법 및 장치에 관한 기술을 개시한다.

배경 기술

- [0002] IT기술의 진보에 따라 의료 분야에서도 모바일기기와 인터넷을 이용한 원격 헬스케어 기술이 보급되고 있다. 또한, 다양한 무선생체센서의 개발에 의해 다양한 생체 신호를 실시간으로 모니터링하는 유비쿼터스 센싱이 가능해졌다. 최근에는 무선생체센서와 모바일기기를 이용한 무선인체영역네트워크(Wireless Body Area Network; WBAN)를 원격 헬스케어 서비스에 적용하는 연구가 진행되고 있다.
- [0003] 무선인체영역네트워크(WBAN)는 사람이 착용하는 옷이나 인체에 부착된 여러 센서 장치들을 상호 연결하여 통신할 수 있는 근거리 무선통신 기술이다. 무선인체영역네트워크를 헬스케어 서비스에 적용하는 경우, 사람의 상태를 즉시 감지할 수 있어야 하므로 데이터의 적시성(timeliness)이 특히 중요하다. 무선인체영역네트워크에 포함되는 센서들이 증가할수록 통신 트래픽이 혼잡해지며, 통신이 지연되는 경우 센서에서 측정된 데이터의 적시성이 낮아지게 된다. 따라서 각 센서들과의 통신 스케줄을 최적화하여 각 센서의 데이터 적시성을 향상시키는 것이 필요하다.
- [0004] 2016년 04월 19일 공고된 등록특허 제10-1613229호는 "인체 영역 네트워크들에서 글로벌 비콘들의 송신들을 스케줄링하기 위한 방법"에 관한 것이다. 인체 영역 네트워크(BAN)는 트리 토폴로지에 배열되는 마스터 노드들과 슬레이브 노드들을 포함한다. 스케줄링 방법은, 상승 기간 동안 트리의 리프 노드로부터 루트 노드로 상승 글로벌 비콘들(AGBs)을 전달하는 단계와, 시간 슬롯 점유 정보를 결정하기 위해 루트 노드에 의해 상승 글로벌 비콘들(AGBs)을 처리하는 단계와, 하강 기간 동안 루트 노드로부터 리프 노드로 하강 글로벌 비콘들(DGBs)을 전달하는 단계와, 하강 글로벌 비콘들(DGBs)에 포함된 슬롯 점유 정보를 업데이트하는 마스터 노드에 의해 하강 글로벌 비콘들(DGBs)을 처리하는 단계를 포함한다.
- [0005] 2021년 01월 12일 공고된 등록특허 제10-2201528호는 "정보 나이 기반 무선 전력 전송 IoT 네트워크의 스케줄링 방법 및 시스템"에 관한 것이다. 정보 나이 기반 무선 전력 전송 IoT 네트워크의 스케줄링 방법은, 사물 인터넷 장치들이 프레임 단위로 데이터를 센싱하는 단계와, HAP(Hybrid Access Point)가 사물 인터넷 장치들로 데이터 전송을 위한 전력을 전송하는 단계와, 스케줄링 된 사물 인터넷 장치들이 HAP로부터 수확된 전력을 이용하여 사물 인터넷 서버로 데이터를 전송하는 단계를 포함한다.
- [0006] 다만, 무선인체영역네트워크에서 센서가 수집한 데이터의 적시성(timeliness)을 보장하기 위한 자원할당 방법 및 정보의 나이(Age of Information; AoI)를 최소화하도록 상향링크 스케줄링하는 방법 등에 대해서는 아직 구체적으로 개시되어 있지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) KR 10-1613229 B1 (2016.04.19.)
(특허문헌 0002) KR 10-2201528 B1 (2021.01.12.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 일 목적은, 무선인체영역네트워크에서 센서가 수집한 데이터의 적시성(timeliness)을 보장하기 위해 결정론적 주기적 트래픽 모델에 대한 버퍼 대기 시간을 효과적으로 최소화할 수 있는 자원할당 방법 및 장치를

제공하는 것이다.

- [0009] 본 발명의 다른 일 목적은, 무선인체영역네트워크에서 센서들의 트래픽 정보를 실시간으로 추출하여 네트워크 자원을 적응적으로 할당하는 스케줄링 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 일 목적은, 무선인체영역네트워크에서 센서들의 AoI를 최소화하도록 네트워크 자원을 적응적으로 할당하는 스케줄링 방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 양상에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법은, 복수의 바디 센서와 조정자 모듈을 포함하는 무선인체영역네트워크의 조정자 모듈에서 수행된다.
- [0013] 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법은, 바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 단계와, 복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당하는 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정하는 단계와, 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄에 따라 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신하는 단계와, 수신된 데이터로부터 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하는 단계와, 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는지 판단하는 단계를 포함한다.
- [0014] 추가적인 양상에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법은, 바디 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, 바디 센서의 우선순위를 조정하는 단계와, 바디 센서의 조정된 우선순위에 기초하여 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트하는 단계를 더 포함한다.
- [0015] 추가적인 양상에 따르면, 상기 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 단계는, 바디 센서로부터 복수의 데이터를 입력 받는 단계와, 입력된 데이터에서 각각의 데이터 생성시간을 추출하고, 각각의 데이터 도착시간에서 빼서 각각의 데이터의 샘플링 주기를 계산하는 단계와, 복수의 데이터에 대해 샘플링 주기의 표준편차를 구하고 기준 표준편차와 비교하여 샘플링 주기가 정상 상태인지 판별하는 단계와, 샘플링 주기가 정상 상태인 경우, 샘플링 주기의 평균을 바디 센서의 샘플링 주기로 결정하는 단계를 포함한다.
- [0016] 추가적인 양상에 따르면, 상기 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정하는 단계는, 각 바디 센서의 트래픽 정보를 각 바디 센서의 우선순위에 따라 작업 큐에 입력하는 단계와, 작업 큐로부터 우선순위 순으로 각 바디 센서를 선택하는 단계와, 비컨 프레임의 상향링크 슬롯 중에서 가장 빠른 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 초기 할당 시작 슬롯으로 결정하는 단계와, 할당 시작 슬롯으로부터 선택된 바디 센서의 데이터 길이만큼 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계와, 할당 시작 슬롯을 초기 할당 시작 슬롯으로부터 샘플링 주기의 배수만큼 증가시킨 슬롯으로 설정하는 단계를 포함한다.
- [0017] 추가적인 양상에 따르면, 상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계는, 할당된 슬롯 길이를 초기화하는 단계와, 상향링크 슬롯이 비어 있는 경우, 비어 있는 슬롯에 선택된 바디 센서를 할당하고 할당된 슬롯 길이를 증가시키는 단계와, 할당된 슬롯 길이가 할당된 바디 센서의 데이터 길이보다 작은 경우, 상향링크 슬롯을 하나 증가시키는 단계를 포함한다.
- [0018] 추가적인 양상에 따르면, 상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 단계는, 상향링크 슬롯이 비어 있지 않은 경우, 이전 슬롯으로부터 할당된 슬롯 길이만큼의 상향링크 슬롯에 대해 바디 센서의 할당을 해제하는 단계를 더 포함한다.
- [0019] 본 발명의 다른 일 양상에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치는, 복수의 바디 센서와 조정자 모듈을 포함하는 무선인체영역네트워크에서 사용된다.
- [0020] 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치는, 런타임 트래픽 특징 추출부와, 상향링크 통신 스케줄링부와, 무선통신부와, AoI 모니터링부를 포함한다.
- [0021] 런타임 트래픽 특징 추출부는 바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출한다.

- [0022] 상향링크 통신 스케줄링부는 복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당한다.
- [0023] 무선통신부는 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄에 따라 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신한다.
- [0024] AoI 모니터링부는 수신된 데이터로부터 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하고, 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는지 판단한다.
- [0025] 상기 AoI 모니터링부는, 바디 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, 바디 센서의 우선순위를 조정하여 상향링크 통신 스케줄링부로 전달한다.
- [0026] 상기 상향링크 통신 스케줄링부는, AoI 모니터링부에서 전달받은 조정된 우선순위에 기초하여 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 및 장치는 센서들의 트래픽 정보를 실시간으로 추출하고, 센서들의 AoI를 최소화하도록 상향링크 슬롯을 스케줄링하여 무선인체영역 네트워크에서 데이터의 적시성을 보장할 수 있다.
- [0028] 나아가 본 발명을 이용하여, 원격 진료, 모션 제어, 프로세스 자동화, 원격 제어, 철도 통신 등 정보의 적시성이 엄격하게 요구되는 결정론적 주기적 통신 시나리오에서 초저지연 기술 구현을 통해 촉각 인터넷(tactile internet) 서비스의 실생활 적용을 가능하게 할 수 있다.
- [0029] 또한, 원격 헬스 모니터링 시스템과 같이 조정자를 필요로 하는 두 홉 통신 시스템에서 본 발명을 이용하여 저전력 IoT 디바이스를 위한 초저지연 전송 기술을 구현함으로써 실시간으로 위험에 대응할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0030] 도 1은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 사용되는 건강 모니터링 시스템을 나타내는 개념도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치의 주요 구성을 나타내는 구성도이다.
- 도 3은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 수신하는 센서(Ni)에서 생성되는 데이터를 나타내는 개념도이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 센서(Ni)로 송신하는 비컨 프레임의 구조를 나타내는 개념도이다.
- 도 5는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 센서(Ni)의 상향링크 할당 스케줄을 생성하는 방법을 나타내는 예시도이다.
- 도 6은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 바디 센서의 트래픽 정보를 추출하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 8은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 바디 센서의 통신 스케줄을 결정하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 빈 슬롯을 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 예시적인 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 전술한, 그리고 추가적인 양상들은 첨부된 도면을 참조하여 설명하는 실시예들을 통해 구체화된다. 각 실시예들의 구성 요소들은 다른 언급이나 상호간에 모순이 없는 한 실시예 내에서 또는 타 실시예의 구성 요소들과 다양한 조합이 가능한 것으로 이해된다. 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개

념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어는 기재 내용 혹은 제안된 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 본 명세서에서 모듈 또는 부분은, 컴퓨터 또는 프로세서에서 실행할 수 있도록 메모리에 저장된 프로그램 명령어의 집합이거나, 이러한 명령들을 수행할 수 있도록 ASIC, FPGA 등의 전자 부품 또는 회로의 집합을 이용하여 구현할 수 있다. 또한, 각 모듈 또는 부분의 동작은 하나 또는 복수의 프로세서 또는 장치에 의해 수행될 수 있다. 동일·유사한 부호가 표시된 구성요소는 동일·유사한 기능을 수행하므로, 설명을 생략할 수 있다. 설명이 생략된 도면부호를 가진 구성요소에 대해서는, 동일·유사한 부호를 가진 구성요소에 대해 앞에서 설명한 내용을 참조할 수 있다.

- [0032] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0033] 도 1은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 사용되는 건강 모니터링 시스템을 나타내는 개념도이다.
- [0034] 본 발명의 일 양상에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치는, 복수의 바디 센서(N1, N2, N3)와 조정자(coordinator) 모듈(150)을 포함하는 무선인체영역네트워크(Wireless Body Area Network; WBAN)에서 사용된다. 도 1을 참조하면, 무선인체영역네트워크는 원 홉 스타 토폴로지(one-hop star topology) 형태로 연결되어 있다.
- [0035] 복수의 바디 센서(N1, N2, N3)는 인체 또는 의류(110)에 장착되어 심박수, 호흡수, 자세, 체온, 산소포화도 등의 생체 정보를 조정자 모듈(150)로 전송한다. 바디 센서는 생체 신호를 샘플링하고 버퍼(buffer)에 저장한 후, 조정자 모듈에서 할당받은 상향링크의 시작 타이밍에 맞추어 버퍼에 저장된 데이터를 전송한다.
- [0036] 조정자 모듈(150)은 비컨 프레임을 통해 바디 센서의 무선 자원을 할당함으로써 생체신호 전송의 서비스 품질을 결정한다. 데이터의 적시성(timeliness)을 보장하기 위해, 바디 센서에서 샘플링된 데이터가 버퍼에서 대기하는 시간을 줄일 필요가 있다. 이를 위해 조정자 모듈(150)은 각 바디 센서에서 생성한 트래픽 생성 시간 및 데이터 크기(길이)에 맞추어 무선 자원을 적절하게 할당하여, 복수의 바디 센서에 대한 상향링크 스케줄링을 수행한다. 따라서, 조정자 모듈(150)은 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치 역할을 할 수 있다.
- [0037] 무선인체영역네트워크(WBAN)는 유무선 통신망을 통해서 외부의 모니터링 서버(190)와 연결될 수 있다. 조정자 모듈(150)은 바디 센서로부터 수집된 생체신호를 취합하여 원격 모니터링 서버(190)로 전송한다. 모니터링 서버(190)는 사용자의 건강 정보를 모니터링하고, 사용자의 건강 정보에 이상이 있는 경우 즉시 알람을 사용자 및 의사에게 전송할 수 있다.
- [0038] 도 2는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치의 주요 구성을 나타내는 구성도이다.
- [0039] 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치(150)는, 무선통신부(210)와, 런타임 트래픽 특징 추출부(230)와, 상향링크 통신 스케줄링부(250)와, AoI 모니터링부(270)를 포함한다.
- [0040] 무선통신부(210)는 송수신 안테나를 포함하며, 바디 센서와 무선으로 데이터 통신을 수행한다. 복수의 바디 센서(N1, N2, N3)는 상향링크 통신 스케줄에 따라 각각의 타임 슬롯에 데이터를 송신하고, 무선통신부(210)는 복수의 바디 센서로부터 각각의 데이터를 수신한다. 각 바디 센서는 각각의 샘플링 주기에 생체 정보를 수집하고 버퍼에 저장한 후, 상향링크 통신 스케줄에 할당된 타임 슬롯에 맞추어 버퍼에 저장된 데이터를 조정자 모듈(150)로 전송한다. 무선인체영역네트워크에서 바디 센서가 수집한 데이터의 적시성(timeliness)을 보장하기 위해서는 데이터가 바디 센서의 버퍼에서 대기하는 시간을 최소화할 필요가 있다.
- [0041] 런타임 트래픽 특징 추출부(230)는 바디 센서로부터 수신되는 런타임 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출한다. 복수의 바디 센서(N1, N2, N3)는 수집하는 생체 신호의 종류에 따라 우선순위, 샘플링 주기, 데이터 크기(길이) 등이 서로 다를 수 있다. 따라서 조정자 모듈(150)이 무선 자원을 복수의 바디 센서에 효과적으로 분배하기 위해서는 각 바디 센서에서 생성하는 트래픽 생성 시간을 알아야 한다. 그러나 조정자 모듈(150)이 각 바디 센서의 트래픽 정보를 사전에 아는 것은 어려운 일이므로, 조정자 모듈(150)은 실행시간(런타임)에 각 바디 센서의 트래픽 정보를 추출한다.
- [0042] 조정자 모듈(150)은 복수의 바디 센서와 연결(association)되면, 각각의 바디 센서로부터 우선순위 정보와 데이터 길이 정보를 수신할 수 있다. 샘플링 주기는 런타임에 각 바디 센서로부터 수신되는 데이터 수신 정보를 이용하여 런타임 트래픽 특징 추출부(230)에서 추출할 수 있다. 예를 들어, 조정자 노드에서 데이터 도착 시간과

바다 센서에서의 데이터 생성 시간의 차이를 이용하여 바다 센서의 샘플링 주기를 도출할 수 있다.

- [0043] 상향링크 통신 스케줄링부(250)는 복수의 바다 센서에 대한 우선순위, 샘플링 주기, 데이터 길이 등의 트래픽 정보를 이용하여 각 바다 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바다 센서의 우선순위에 기초하여 할당한다. 복수의 바다 센서에 대해 할당된 타임 슬롯 스케줄을 각각의 바다 센서로 전송하여, 각각의 바다 센서가 할당된 타임 슬롯에 데이터를 조정자 모듈(150)로 전송할 수 있다.
- [0044] 정보의 나이(Age of Information; AoI)는 바다 센서에서 생성된 트래픽이 조정자 모듈에 도달하기까지의 시간을 의미한다. 조정자 모듈(150)은 연결된 각 바다 센서의 트래픽 정보를 수집한 뒤, 평균 AoI를 최소화하기 위하여 바다 센서의 샘플링 시작시간에 가깝게 상향링크 슬롯을 할당한다.
- [0045] AoI 모니터링부(270)는 수신된 데이터로부터 각 바다 센서에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출하고, 각 바다 센서에 대한 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는지 판단한다. 바다 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, AoI 모니터링부(270)는 바다 센서의 우선순위를 조정하여 상향링크 통신 스케줄링부(250)로 전달할 수 있다.
- [0046] 상향링크 통신 스케줄링부(250)는, AoI 모니터링부에서 전달받은 조정된 우선순위에 기초하여 바다 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트한다. 예를 들어, 정보의 나이(AoI) 값이 기준값보다 큰 바다 센서의 경우, 우선순위를 높여서 상향링크 통신 스케줄에 할당하는 경우 해당 센서의 AoI 값을 낮출 수 있다.
- [0047] 실시예의 변형에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치 또는 조정자 모듈(150)은 하나 이상의 프로세서와 상기 프로세서를 구동시키는 명령어가 저장된 메모리를 포함한다. 조정자 모듈(150)은 하나의 프로세서에 의해 구현될 수도 있으나, 복수의 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 조정자 모듈(150)은 무선통신 기능을 가진 모바일 기기, 예를 들어 스마트폰 상에서 구현될 수 있다.
- [0048] 도 3은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 수신하는 센서(Ni)에서 생성되는 데이터를 나타내는 개념도이다.
- [0049] 도 3에서 가로축은 시간을 나타낸다. 바다 센서(Ni)는 ST1 및 ST2 시각에 데이터 길이가 Li인 데이터를 샘플링한다. 이때 샘플링 주기(Fi)는 ST2와 ST1의 차이에 해당한다.
- [0050] 실행시간(런타임)에 바다 센서(Ni)의 샘플링 주기(Fi)를 구하기 위해, 조정자 모듈(150)은 각 바다 센서(Ni)에 연결되는 경우 각 바다 센서로부터 연속적인 데이터를 수신한다. 데이터가 조정자 모듈(150)에 도착한 시간을 ai라 하고, 바다 센서에서 데이터 생성한 시간을 gi라 하면, 바다 센서(Ni)의 샘플링 주기(Fi)는 $a_i - g_i$ 로 구할 수 있다.
- [0051] 실행시간(런타임)에 구한 샘플링 주기(Fi)의 오차를 최소화하기 위해, 복수의 샘플링 주기를 구하여 샘플링 주기가 정상상태(steady state)인 경우에 그 값을 바다 센서의 샘플링 주기로 결정한다. 샘플링 주기의 정상상태는 복수의 샘플링 주기(Fi)의 표준편차(σ)를 기준값과 비교하여 결정할 수 있다. 예를 들어, 표준편차 기준값을 0.5로 설정한 경우, 10회 측정된 샘플링 주기의 표준편차가 0.5 이하이면 일정 시간 동안 샘플링 주기 값(Fi)이 변하지 않은 안정적인 상태를 의미하므로 이 값을 바다 센서의 샘플링 주기(Fi)로 결정할 수 있다.
- [0052] 도 4는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 센서(Ni)로 송신하는 비컨 프레임의 구조를 나타내는 개념도이다.
- [0053] 비컨 프레임은, 비컨(Beacon) 신호와, 랜덤 액세스를 위한 RAP(random access phase)와, MAP(managed access phase)를 포함한다. MAP는 하향링크 슬롯(downlink interval; DI)과 상향링크 슬롯(uplink allocation interval; UI)을 포함한다. 조정자 모듈(150)은 비컨 프레임의 MAP중 상향링크 슬롯(UI)을 각 바다 센서에 할당(스케줄링)하고 스케줄링 정보를 각 바다 센서에 전송하면, 각 바다 센서는 할당된 슬롯에 해당하는 타이밍에 맞추어 데이터 전송을 하여 조정자 모듈(150)과 통신을 수행할 수 있다. 상향링크 슬롯(UI)은 균일한 간격으로 나뉘어진 복수의 슬롯(slots) 또는 복수의 타임 슬롯(timeslots)으로 구성된다. 예를 들어, 각각의 슬롯 길이(시간)를 1 ms 가 되도록 나눌 수 있다.
- [0054] 도 5는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 장치가 센서(Ni)의 상향링크 할당 스케줄을 생성하는 방법을 나타내는 예시도이다.
- [0055] 도 5를 참조하면, 트래픽 정보가 서로 다른 3개의 바다 센서(N1, N2, N3)에 대해 조정자 모듈(150)에서 상향링크 슬롯(slot)을 할당하는 것을 예시적으로 나타낸다. 이때, 바다 센서 N1은 우선순위가 8이고, 데이터 길이

(L1)는 2이고, 샘플링 주기(F1)는 8이다. 바디 센서 N2는 우선순위가 5이고, 데이터 길이(L2)는 3이고, 샘플링 주기(F2)는 10이다. 바디 센서 N3는 우선순위가 1이고, 데이터 길이(L3)는 2이고, 샘플링 주기(F3)는 10이다.

- [0056] 우선순위가 높은 바디 센서의 생체 정보를 우선적으로 처리하기 위해, 우선순위가 높은 바디 센서 N1을 상향링크 슬롯의 첫번째(0번 슬롯)부터 데이터 길이(L1)만큼 할당한다(슬롯 0~1). 처음 할당된 위치부터 샘플링 주기(F1) 간격으로 바디 센서 N1을 할당할 수 있다(슬롯 8~9 및 슬롯 16~17).
- [0057] 다음으로 우선순위가 높은 바디 센서 N2를 비어 있는 첫번째(2번 슬롯)부터 데이터 길이(L2)만큼 할당한다(슬롯 2~4). 처음 할당된 위치부터 샘플링 주기(F2) 간격으로 바디 센서 N2를 할당할 수 있다(슬롯 12~14).
- [0058] 다음으로 우선순위가 높은 바디 센서 N3를 비어 있는 첫번째(5번 슬롯)부터 데이터 길이(L3)만큼 할당할 수 있다(슬롯 5~6). 처음 할당된 위치부터 샘플링 주기(F3) 간격으로 이동하는 경우 15번 슬롯은 비어 있으나, 바디 센서 N3의 데이터 길이(L3)에 해당하는 16번 슬롯은 이미 우선순위가 높은 바디 센서 N1에 할당되어 있으므로, 이 위치에는 바디 센서 N3를 할당할 수 없다(점선으로 표시). 이 경우 바디 센서 N3의 두번째 샘플링 주기 구간에서 할당하려는 슬롯을 추가로 이동시켜서, 데이터 길이(L3)의 빈 슬롯을 찾아 바디 센서 N3의 상향링크 슬롯으로 할당한다.
- [0059] 이러한 방식으로 복수의 바디 센서에 대해 상향링크 슬롯을 할당하는 경우, 우선순위를 고려할 뿐만 아니라 데이터 길이와 샘플링 주기를 고려하여 스케줄링을 하므로 각 바디 센서의 데이터에 대해 적시성을 향상시킬 수 있다. 한편 주기적으로 AoI를 측정하여 기준값을 초과하는 AoI에 대해서는, 해당 바디 센서의 우선순위를 높인 후 조정된 우선순위를 이용하여 상향링크 슬롯을 재설정하여 바디 센서들의 AoI를 최소화할 수 있다.
- [0060] 이하에서는 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법에 대하여 설명한다. 중복을 피하기 위하여 생략된 부분은 앞의 장치에 대한 설명을 참조할 수 있다.
- [0061] 도 6은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0062] 본 발명의 일 양상에 따르면, 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법은, 복수의 바디 센서(N1, N2, N3)와 조정자 모듈(150)을 포함하는 무선인체영역네트워크의 조정자 모듈(150)에서 수행된다.
- [0063] 무선인체영역네트워크에서 조정자 모듈과 바디 센서 간에 데이터 통신을 위해서는 먼저 조정자 모듈과 바디 센서가 서로 연결되어야 한다(S610). 이를 위해 바디 센서는 비컨 프레임 중 RAP 기간에 조정자 모듈로 연결(association)을 요청할 수 있다. 바디 센서(Ni)는 조정자 모듈로 연결 요청시 우선순위, 데이터 길이(Li) 등의 정보를 제공할 수 있다.
- [0064] 조정자 모듈(150)은, 바디 센서로부터 수신되는 수행시간(런타임) 데이터로부터 바디 센서의 우선순위, 샘플링 주기, 및 데이터 길이를 포함하는 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출할 수 있다(S620). 구체적인 방법은 도 7을 참조하여 후술한다.
- [0065] 조정자 모듈(150)은, 복수의 바디 센서에 대한 트래픽 정보를 이용하여 각 바디 센서가 데이터를 송신할 타임 슬롯을 바디 센서의 우선순위에 기초하여 할당함으로써 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정한다(S630). 구체적인 방법은 도 8을 참조하여 후술한다.
- [0066] 상향링크 통신 스케줄을 전송받은 각각의 바디 센서는 할당된 슬롯에 해당되는 타이밍에 버퍼에 저장된 생체 데이터를 조정자 모듈로 전송한다. 조정자 모듈(150)은, 바디 센서가 상향링크 통신 스케줄에 따라 전송한 복수의 바디 센서로부터의 데이터를 수신한다(S640).
- [0067] 조정자 모듈(150)은, 수신된 데이터로부터 각 바디 센서의 데이터에 대한 정보의 나이(AoI)를 산출한다(S650). 정보의 나이(AoI)는 데이터가 조정자 모듈에 도착한 시각에서 데이터가 생성된 시각을 빼서 구할 수 있다. 데이터가 생성된 시각은 바디 센서가 전송한 데이터에 저장될 수 있다. 산출된 각 바디 센서에 대한 정보의 나이(AoI)는 AoI 기준값과 비교하여 AoI가 기준값을 초과하였는지 판단한다(S660).
- [0068] 바디 센서의 정보의 나이(AoI)가 AoI 기준값을 초과하는 경우, 조정자 모듈(150)은 바디 센서의 우선순위를 더 높게 조정할 수 있다(S670)와, 바디 센서의 조정된 우선순위에 기초하여 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 업데이트하여(S630) 바디 센서와의 통신을 반복한다. 정보의 나이(AoI)에 따라 우선순위를 조정함으로써 보다 효과적으로 데이터의 적시성을 향상시킬 수 있다.

- [0069] 도 7은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 바디 센서의 트래픽 정보를 추출하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0070] 추가적인 양상에 따르면, 상기 바디 센서의 런타임 트래픽 정보를 추출하는 과정(S620)은, 바디 센서(Ni)로부터 복수의 데이터를 입력 받고(S710)와, 바디 센서로부터 입력된 데이터에서 각각의 데이터 생성시간(gi)을 추출하고(S720), 각각의 데이터가 조정자 모듈에 도착한 시간(ai)을 구하여(S730), 데이터 도착시간(ai)에서 데이터 생성시간(gi)을 빼서 각각의 바디 센서(Ni) 데이터의 샘플링 주기(Fi)를 계산하여(S740), 수행할 수 있다.
- [0071] 이때, 복수의 데이터에 대해 샘플링 주기의 표준편차를 구하고(S750) 기준 표준편차, 예를 들어 0.5와 비교하여 샘플링 주기가 정상 상태인지 판별할 수 있다(S760). 샘플링 주기가 정상상태가 아닌 경우, 바디 센서로부터 추가로 데이터를 입력 받아(S710) 샘플링 주기를 구하는 과정을 다시 반복한다. 샘플링 주기가 정상 상태인 경우, 샘플링 주기의 평균을 바디 센서의 샘플링 주기로 결정할 수 있다(S770).
- [0072] 도 8은 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 바디 센서의 통신 스케줄을 결정하는 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0073] 추가적인 양상에 따르면, 상기 바디 센서의 상향링크 통신 스케줄을 결정하는 과정(S630)은, 다음과 같이 수행될 수 있다. 먼저, 각 바디 센서(Ni)의 우선순위, 데이터 길이, 샘플링 주기 등의 트래픽 정보를 각 바디 센서의 우선순위에 따라 작업 큐에 입력한다(S820). 이때 샘플링 주기는 수행시간(런타임) 트래픽 정보 추출과정(S620)에서 구한 값을 사용한다.
- [0074] 작업 큐로부터 우선순위 순으로 바디 센서를 선택하고, 바디 센서의 트래픽 정보를 추출한다(S830). 비컨 프레임의 상향링크 슬롯 중에서 가장 빠른(앞쪽의) 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 초기 할당 시작 슬롯으로 결정한다(S840). 할당 시작 슬롯으로부터 샘플링 주기 내에서 선택된 바디 센서의 데이터 길이만큼 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정한다(S850). 우선순위가 높은 바디 센서들이 할당되어 샘플링 주기 내에 선택된 바디 센서의 데이터 길이만큼 비어 있는 슬롯이 없는 경우에는, 해당 샘플링 주기 내에서 선택된 바디 센서의 슬롯을 할당하지 않고 다음 샘플링 주기로 이동한다. 샘플링 주기 내에서 선택된 바디 센서의 슬롯 결정이 완료된 경우, 할당 시작 슬롯을 초기 할당 시작 슬롯으로부터 샘플링 주기의 배수만큼 증가시킨 슬롯으로 설정한다(S860). 이와 같이 수행시간(런타임) 트래픽 정보 추출과정에서 추출한 샘플링 주기에 따라 각 바디 센서에 대해 상향링크 슬롯을 결정하여 신속하게 슬롯 할당이 가능하면서도 AoI를 최소화할 수 있다.
- [0075] 설정된 할당 시작 슬롯이 최대 슬롯보다 작은 경우(S870), 해당 슬롯으로 이동하여 선택된 바디 센서의 데이터 길이만큼 비어 있는 슬롯을 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 과정(S850)을 반복한다. 설정된 할당 시작 슬롯이 최대 슬롯보다 큰 경우에는, 작업 큐의 모든 바디 센서에 대해 슬롯 할당이 완료되었는지 확인하고(S880), 아직 작업 큐에 바디 센서가 있는 경우 작업 큐에서 다음 우선 순위의 바디 센서를 선택하여(S830) 바디 센서의 상향링크 슬롯 할당을 반복한다.
- [0076] 모든 바디 센서에 대해 상향링크 슬롯 할당이 완료된 경우, 조정자 모듈(150)은 결정된 상향링크 슬롯 스케줄을 각 바디 센서로 전송하여(S890), 각 바디 센서가 결정된 상향링크 슬롯에 데이터를 전송하도록 한다.
- [0077] 도 9는 일 실시예에 따른 무선인체영역네트워크에서 데이터의 적시성을 보장하기 위한 자원할당 방법 중 빈 슬롯을 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 예시적인 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0078] 추가적인 양상에 따르면, 상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 과정(S850)은, 다음과 같은 과정을 통해 수행될 수 있다. 먼저, 할당된 슬롯 길이를 초기화한다(S951). 그리고, 현재 상향링크 슬롯이 비어 있는지 확인하여(S952), 현재 상향링크 슬롯이 비어 있는 경우, 비어 있는 슬롯에 선택된 바디 센서를 할당하고(S953), 할당된 슬롯 길이를 증가시킨다. 할당된 슬롯 길이가 할당된 바디 센서의 데이터 길이보다 작은 경우, 상향링크 슬롯을 하나 증가시켜 이동한다(S952).
- [0079] 할당된 슬롯 길이가 데이터 길이에 해당하면, 해당 샘플링 주기에서의 바디 센서의 할당이 완료되었으므로 작업을 종료하고(S955), 다음 샘플링 주기로 이동한다(S860). 작업이 종료되지 않은 경우에는, 데이터 길이까지 계속하여 빈 슬롯 여부를 확인하여(S952) 빈 슬롯에 바디 센서를 할당하는(S953) 작업을 반복한다.
- [0080] 추가적인 양상에 따르면, 상기 선택된 바디 센서의 슬롯으로 결정하는 과정(S850)은, 상향링크 슬롯이 비어 있지 않은 경우, 이전 슬롯으로이동하여(S957) 할당된 슬롯 길이만큼의 상향링크 슬롯에 대해 바디 센서의 할당을 해제한다(S958). 슬롯 길이를 초기화하고(S959), 다음 슬롯으로 이동하여(S954) 비어 있는 슬롯을 찾아(S952) 빈 슬롯에 바디 센서를 할당하는 작업(S953)을 계속한다.

[0081] 샘플링 주기별로 빈 슬롯에 우선순위로 바디센서를 할당하는 이상의 방법을 통해 상향링크 슬롯 할당을 신속하게 할 수 있을 뿐만 아니라 데이터의 적시성도 향상시킬 수 있다.

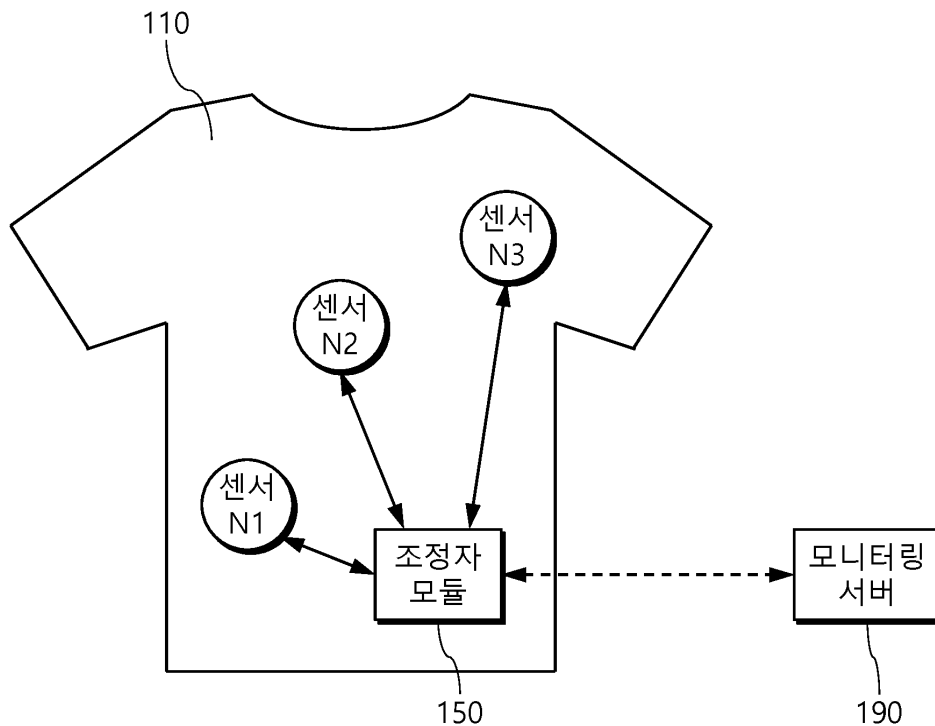
[0082] 이상에서 본 발명을 첨부된 도면을 참조하는 실시예들을 통해 설명하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 이들로부터 당업자라면 자명하게 도출할 수 있는 다양한 변형예들을 포괄하도록 해석되어야 한다. 특허청구범위는 이러한 변형예들을 포괄하도록 의도되었다.

부호의 설명

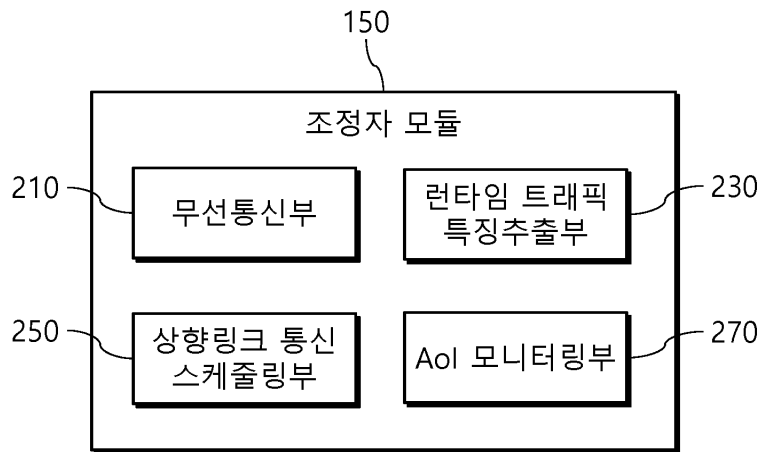
- [0083]
- 110 : 웨어러블 디바이스
 - 150 : 조정자 모듈
 - 190 : 모니터링 서버
 - 210 : 무선통신부
 - 230 : 런타임 트래픽 특징 추출부
 - 250 : 상향링크 통신 스케줄링부
 - 270 : AoI 모니터링부

도면

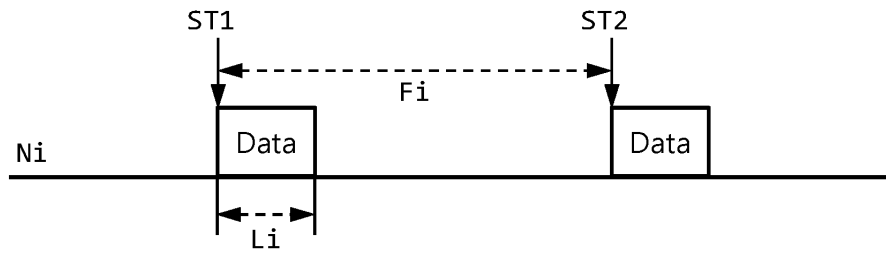
도면1



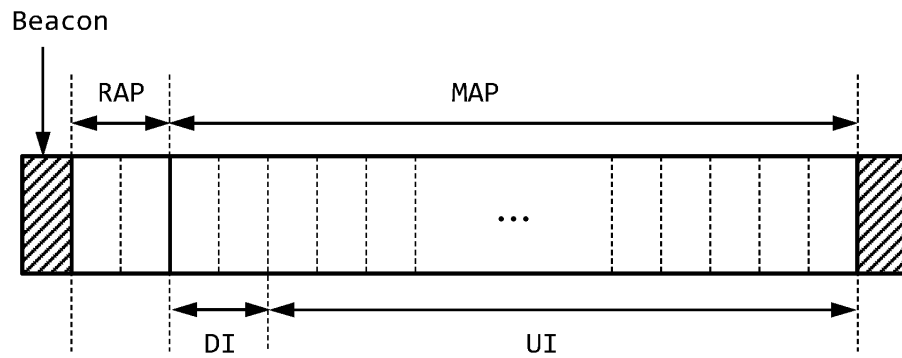
도면2



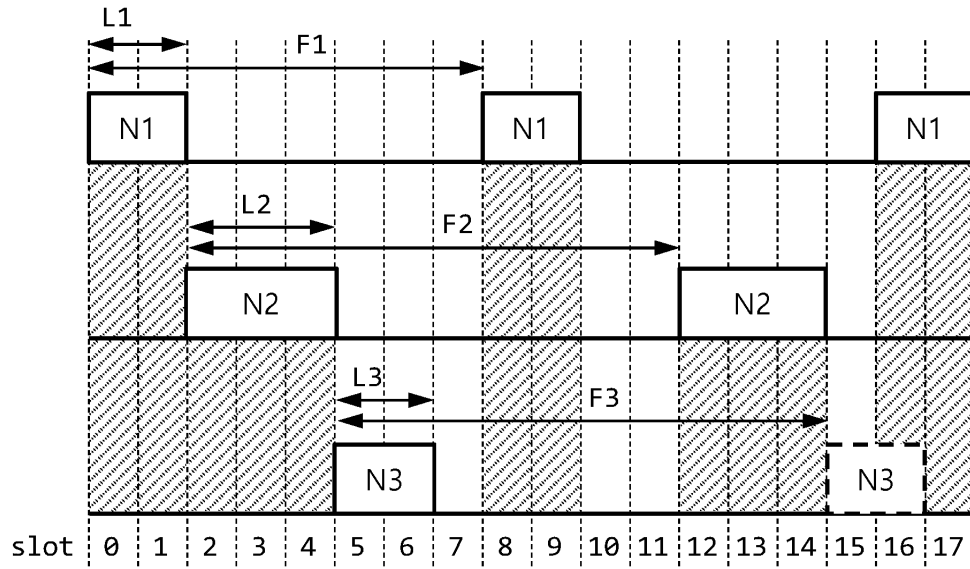
도면3



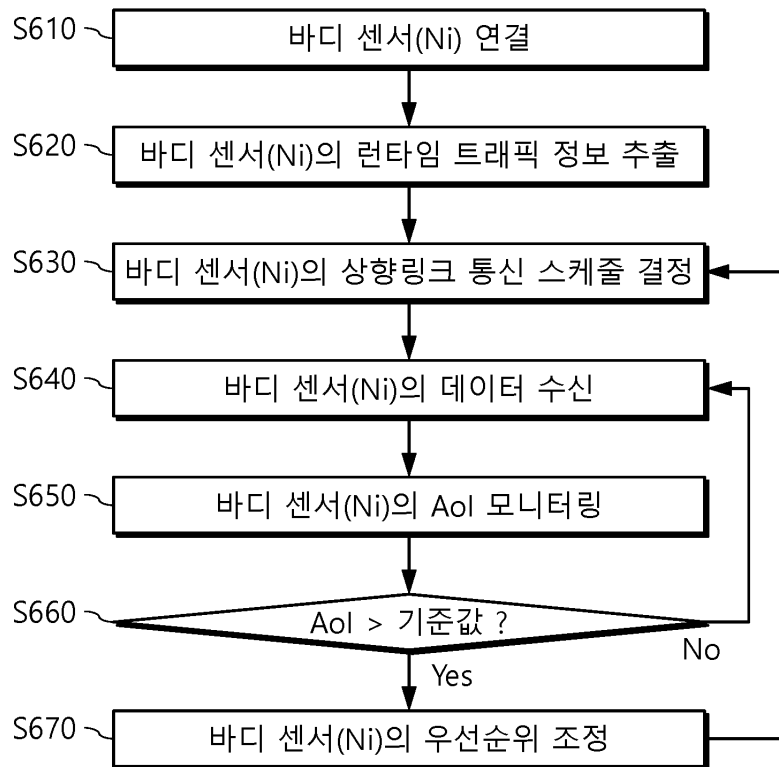
도면4



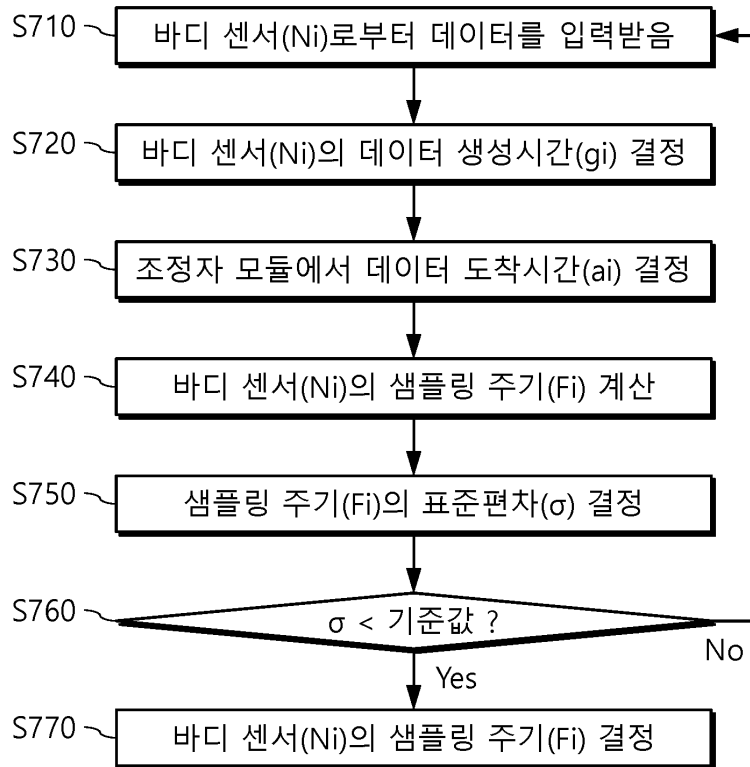
도면5



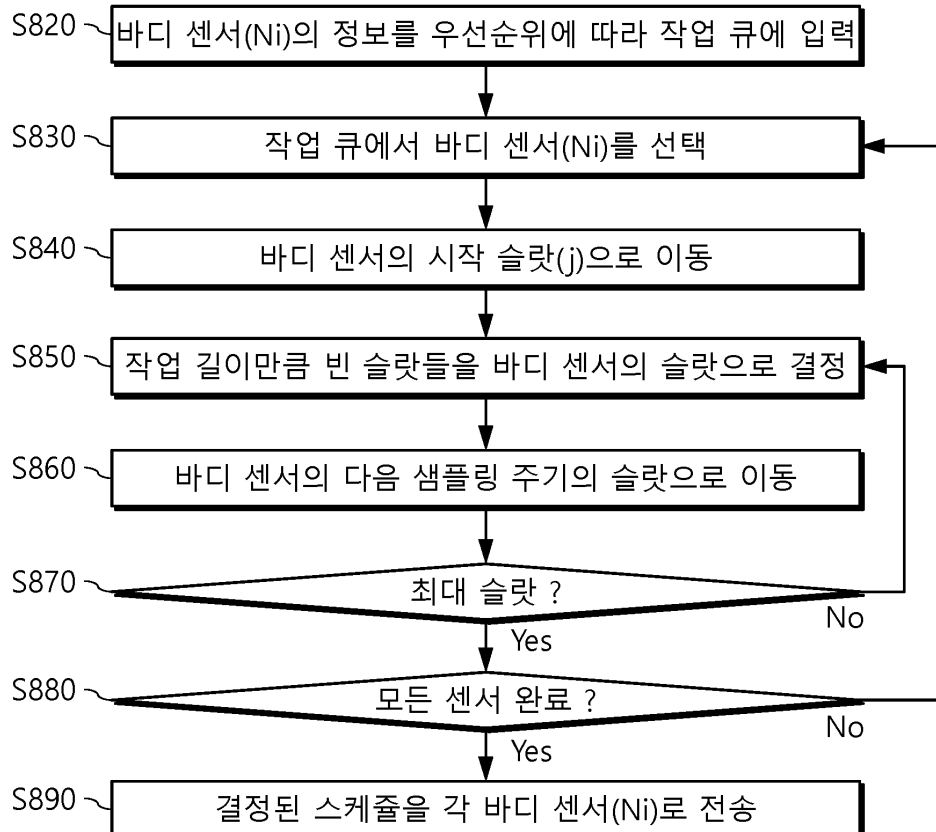
도면6



도면7



도면8



도면9

