



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월30일
(11) 등록번호 10-1917043
(24) 등록일자 2018년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G16C 10/00 (2019.01) G06N 3/04 (2006.01)
G06Q 50/22 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G16H 10/60 (2018.01)
G06N 3/0436 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0150885
(22) 출원일자 2017년11월13일
심사청구일자 2017년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
KR101659708 B1*
KR1020130097476 A*
KR1020170005652 A*
KR1020170107189 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
곽경섭
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
곽대한
인천광역시 연수구 해돋이로84번길 10 (송도동, 송도풍림아이원6단지아파트)
알리필만
인천광역시 남구 독정안길97번길 42 (용현동, 현대빌라) B02호
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 11 항

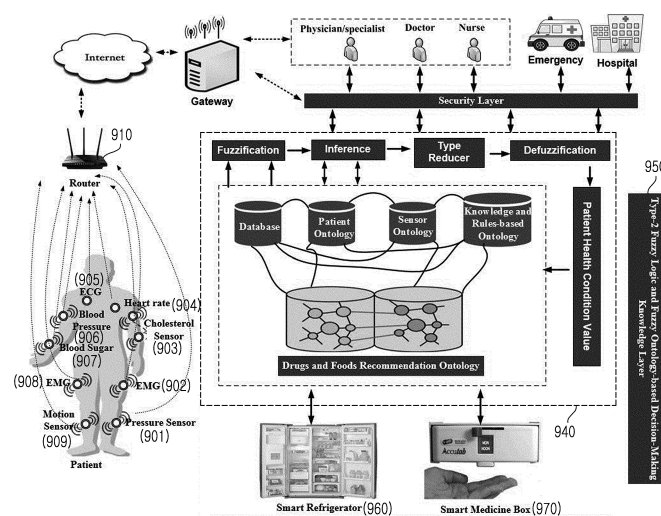
심사관 : 태정범

(54) 발명의 명칭 AI를 활용한 IoT 기반 u-Health 지원 시스템 및 방법

(57) 요약

AI를 활용한 IoT 기반 u-Health 지원 시스템 및 방법이 개시된다. 사물 인터넷(IoT) 기반의 u-Health 지원 방법에 있어서, 환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor)를 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 센서 온톨로지(sensor ontology)에 저장하는 단계, 수집된 상기 생체 정보 및 데이터 베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)를 이용하여 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계, 의약품 온톨로지(drug ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하는 단계, 식품 온톨로지(food ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하는 단계, 및 검색된 의약품 및 식품관련 정보를 상기 환자 및 의사 중 적어도 하나에게 추천하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

G06Q 50/22 (2018.01)

G16H 20/10 (2018.01)

G16H 50/20 (2018.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017012337

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구

연구과제명 [Ezbaro] 나노 인체영역네트워크 핵심기술 연구: 분자-전자파 나노통신 하이브리드 메카니

즘 규명

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20140007290021001

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(IITP)

연구사업명 대학 IT연구센터 육성·지원

연구과제명 [IITP-ezbaro][정부][민간] 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술(4차년도)

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

센서 온톨로지(sensor ontology) 제어부, 추론 엔진(inference engine) 제어부, 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology) 제어부를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 시스템이 수행하는 사물 인터넷(IoT) 기반의 u-Health 지원 방법에 있어서,

상기 센서 온톨로지 제어부에서, 환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor)를 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 센서 온톨로지(sensor ontology)에 저장하는 단계;

상기 추론 엔진 제어부에서, 수집된 상기 생체 정보 및 데이터베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)를 이용하여 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계;

상기 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부에서, 의약품 온톨로지(drug ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하는 단계;

상기 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부에서, 식품 온톨로지(food ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하는 단계; 및

상기 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부에서, 검색된 의약품 및 식품관련 정보를 상기 환자 및 의사 중 적어도 하나에게 추천하는 단계

를 포함하고,

상기 환자 및 의사 중 적어도 하나가 소지한 사용자 단말에서 IoT 장치로의 접속이 요청된 경우, 사용자의 등급에 해당하는 정책(policy), 권한(permission) 및 상황제한을 나타내는 보안 접속 토큰(security access token, SAT)에 기초하여 인증에 성공한 사용자 단말이 해당 IoT 장치로 접속되도록 제어되고,

상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계는,

수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하는 퍼지화(Fuzzification) 단계;

상기 생체 정보 및 환자의 개인 정보를 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge and rule based ontology)에 미리 저장된 규칙과 해당 규칙의 연산자에 기초하여 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 계산하기 위한 출력 변수를 설정하는 단계;

상기 출력 변수 설정을 통해 계산된 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 감속기(Type reducer)에 입력하여 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 Fuzzy Set, T1FS)으로 변환하는 단계; 및

변환된 상기 타입 1 퍼지 집합을 대상으로 상기 타입 감속기의 출력 포인트의 평균을 계산하고, 계산 결과를 상기 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)으로 하는 디퍼지화(Defuzzification) 단계

를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 퍼지화(Fuzzification)는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 타입 2 멤버십 함수(interval Type-2 membership function)로의 맵핑(mapping)을 통해 수행되는 것을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계는,

상기 데이터베이스에서 환자의 나이, 체중, 신장, 성별 중 적어도 하나를 포함하는 개인 정보 및 병력 정보를 검색하는 단계; 및

퍼지 변수에 해당하는 상기 환자의 나이, 체중, 신장, 성별 및 병력 정보를 연관시켜 환자 온톨로지(patient ontology)에 저장하는 단계

를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 센서 온톨로지에 저장하는 단계는,

상기 환자의 신체에 부착된 적어도 하나의 웨어러블 센서에서 감지된 생체 정보를 라우터(router)를 통해 수신하는 단계; 및

수신된 생체 정보를 상기 환자의 식별 정보와 연관시켜 상기 센서 온톨로지에 저장하는 단계

를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 환자의 생체 정보는, 콜레스테롤 레벨 정보, 혈당 레벨 정보, 혈압 정보, 심박수 정보, 신체 움직임(body motion) 정보, 신장 기능 정보, 근전도(EMG) 정보, 및 심전도(ECG) 정보 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 의약품 온톨로지 및 상기 식품 온톨로지는, 클래스(class), 퍼지 데이터 타입(fuzzy data type), 데이터 속성(data property), 객체 속성(object property), 인스턴스(instance) 및 공리(axioms)를 포함하는 것을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 의약품 온톨로지에 해당하는 약품 클래스는 환자의 건강 상태에 따라 복수개의 하위 클래스로 구분되고,

상기 식품 온톨로지에 해당하는 식품 클래스는 식품의 칼로리에 따라 복수개의 하위 클래스로 구분되는 것

을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하는 단계는,

스마트 의약품 상자 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 상기 스마트 의약품 상자에 배치된 약품의 종류

(type) 및 양을 주기적으로 확인하는 단계
를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하는 단계는,
스마트 냉장고 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 스마트 냉장고에 배치된 식품의 종류(type) 및 양을 주기적으로 확인하는 단계
를 포함하는 IoT 기반의 u-Health 지원 방법.

청구항 12

사물 인터넷(IoT) 기반의 u-Health 지원 시스템에 있어서,
환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor)를 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 저장하는 센서 온톨로지(sensor ontology) 제어부;
수집된 상기 생체 정보 및 데이터베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)를 이용하여 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 추론 엔진(inference engine) 제어부;
상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품 검색하고, 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하고, 검색된 의약품 및 식품관련 정보를 상기 환자 및 의사 중 적어도 하나에게 추천하는 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology) 제어부; 및
상기 환자 및 의사 중 적어도 하나가 소지한 사용자 단말에서 IoT 장치로의 접속이 요청된 경우, 사용자의 등급에 해당하는 정책(policy), 권한(permission) 및 상황제한을 나타내는 보안 접속 토큰(security access token, SAT)에 기초하여 인증에 성공한 사용자 단말이 해당 IoT 장치로 접속되도록 제어하는 보안 접속 제어부
를 포함하고,
상기 추론 엔진 제어부는,
수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하는 퍼지화(Fuzzification)하고,
상기 생체 정보 및 환자의 개인 정보를 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge and rule based ontology)에 미리 저장된 규칙과 해당 규칙의 연산자에 기초하여 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 계산하기 위한 출력 변수를 설정하고,
상기 출력 변수 설정을 통해 계산된 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 감속기(Type reducer)에 입력하여 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 Fuzzy Set, T1FS)으로 변환하고,
변환된 상기 타입 1 퍼지 집합을 대상으로 상기 타입 감속기의 출력 포인트의 평균을 계산하고, 계산 결과를 상기 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)으로 하는 디퍼지화(Defuzzification)하는 것
을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 시스템.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology) 제어부는,

스마트 의약품 상자 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 상기 스마트 의약품 상자에 배치된 약품의 종류(type) 및 양을 주기적으로 확인하는 것

을 특징으로 하는 IoT 기반의 u-Health 지원 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 사물 인터넷(Internet of Things, IoT) 기반의 건강 처방 보조(Health Prescription Assistant) 시스템에서 IoT 네트워크를 형성하고 있는 IoT 기기들과의 접속을 기반으로 환자의 현재 상태에 적절한 처방전(예컨대, 의약품, 식품 등)을 추천하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] IoT기반의 건강 처방 보조(HPA)를 위해서는 스마트 홈 즉, 환자의 거주지와 약학 또는 의학 의료 장비들, 그리고 환자의 신체에 착용된 바이오센서들 간에 상호작용이 요구된다. 이러한 상호작용을 위해 약학/의학 의료 장비들, 상기 바이오센서들 간에 형성된 네트워크는 HPA로 연결된 네트워크의 하나인 서브네트워크로 간주된다. 또한 관련된 개인 병원의 업무 조직들과 해당 전문가들이 내부 통신/대화를 위한 또 하나의 서브네트워크를 구성한다.

[0003] HPA(Health Prescription Assistant) 시스템은 서브네트워크들과 다양한 데이터베이스들을 조정하고 환자들이 의사의 권고를 적합하게 따르는 것을 돕기 위해 헬스 컴퓨팅 서버(Health Computing Server)를 활용한다. 즉, 의사의 사무실, 처방전과 관련된 다양한 데이터베이스들, 환자의 개인 전화, 의약품 상자, 집안에 보관된 음식/식료품, 냉장고, 에어컨, 그리고 관련 스마트 홈 요소들이 모두 합쳐 IoT 네트워크를 형성한다.

[0004] IoT 기반의 네트워크에는 많은 수의 기기/장비들이 연결되어 있기 때문에 더 많은 공격 요소와 더 큰 사이버 범죄의 가능성이 존재한다. IoT 기반의 HPA에서는 해커들에 의한 악의적 행동들이 환자의 신체에 착용된 바이오센서들을 제어하여 사용자에게 치명적인 영향을 줄 수 있으며, 환자의 건강과 관련된 의료 검사 장비의 오작동을 유발한다.

[0005] 아래의 비특허 문헌 [1]C. T.-C., T.C. Chiang, W.H. Liang, A Context-Aware Interactive Health Care System Based on Ontology and Fuzzy Inference, Journal of Medical Systems. 39 (2015) 2. Epub 2015 Aug 12. doi:10.1007/s10916-015-0287-2.에서는 IoT 센서를 이용하여 환자의 생리학적 데이터를 수집하는 시스템을 제시하고 있으나, 만성 환자의 위험 요소가 증가하는 경우 시스템이 해당 환자에게 알맞은 위험값을 찾기 어렵다.

[0006] 아래의 비특허 문헌 [2]A. Adeli, M. Neshat, A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosis, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. I (2010) 1-6.에서는 심장 질환 진단에 사용되는 Mamdani 추론 방법을 제시하고 있다. 그러나, 상기 추론 방법의 경우, 각 질병과 관련된 특정한 의미론적 지식(semantic knowledge)이 필요하여 의사 이외에 환자나 환자 보호자가 이용하기 어렵다.

[0007]이외에, 아래의 비특허 문헌 [3] Abinaya, V. Kumar, Swathika, Ontology Based Public Healthcare System in Internet of Things (IoT), Procedia Computer Science. 50 (2015) 99-102. doi:10.1016/j.procs.2015.04.067.에서는 IoT를 위한 온톨로지 기반 공중 보건 시스템을 제시하고 있으나, 병원 불확실성 데이터에 해당하여, 기존의 온톨로지(classic ontology)로는 환자 정보를 효과적으로 검색하기 어렵다.

[0008]이에 따라, 전문가와의 상담없이도 환자의 건강 상태에 알맞은 식단에 대한 정확한 정보를 제공하고, 의료진에게는 환자의 위험 요소를 반영한 처방전을 자동으로 제공하고, IoT 기반의 HPA에서 익명의 사용자가 IoT 네트워크로 연결된 의료 장비에 접속하지 못하게 하고, 허가된 사용자에게만 접속을 허가하는 접속 제어 기술이 요구된다.

[0009]한국공개특허 제10-2000-0066614호는 의료기기 사양관리 시스템 및 그 제어방법에 관한 것으로서, 사용자 인증을 통해 의료기 관련 정보를 제공하는 기술을 개시하고 있고, 한국공개특허 제10-2014-0119022호는 체중 및 영

양 제어를 위한 유전자 기반 건강 관리 시스템들에 관한 것으로서, 개체의 게놈 내의 특정한 마커들에서의 다양한 유전자형을 고려하여 대사 및 체중 증가에 관한 여러 인자들에 대한 유전자 위험을 산출하고, 위험 계산들에 기초하여 특정한 사용자에게 대해 식습관 유형 선택을 위해 실행되어 식습관 관련 추천들이 식습관 행동 계획에 추가적으로 포함시키는 기술을 개시하고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0010] (비특허문헌 0001) [1] C. T.-C., T.C. Chiang, W.H. Liang, A Context-Aware Interactive Health Care System Based on Ontology and Fuzzy Inference, Journal of Medical Systems. 39 (2015) 2. Epub 2015 Aug 12. doi:10.1007/s10916-015-0287-2.
- (비특허문헌 0002) [2] A. Adeli, M. Neshat, A Fuzzy Expert System for Heart Disease Diagnosis, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists. I (2010) 1-6.
- (비특허문헌 0003) [3] Abinaya, V. Kumar, Swathika, Ontology Based Public Healthcare System in Internet of Things (IoT), Procedia Computer Science. 50 (2015) 99-102. doi:10.1016/j.procs.2015.04.067.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 병원 등의 의료 기관에서 일상에서도 운동, 식습관 등 규칙적으로 관리가 요구되는 환자(예컨대, 당뇨병 환자, 고혈압 환자 등)를 대상으로 약을 처방하려는 의사를 돕기 위한 기술에 관한 것이다. 즉, 건강 상태가 계속 변화하는 환자에게 알맞은 처방전을 시스템에서 결정하여 의료진에게 자동으로 추천하는 기술에 관한 것이다.
- [0012] 또한, 환자의 몸에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor, 또는 바이오 센서)를 통해 수집된 환자의 현재 생리학적 정보(physiological information, 즉, 생체 정보)에 기초하여 환자의 건강 상태에 적합한 의약품(즉, 처방전) 및 식품 정보를 환자, 환자 보호자(환자 가족, 간병인 등)에게 제공하고자 한다.
- [0013] 또한, IoT 기반의 건강 처방 보조(HPA)를 위하여 사용자 인증을 제공하고, IoT 네트워크로 연결된 의료용 IoT 장치들, IoT 장치들과 관련된 자원 및 서비스에 대해 보호된 접속을 보장하는 보안 접속 제어 기술에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0014] 사물 인터넷(IoT) 기반의 u-Health 지원 방법에 있어서, 환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor)를 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 센서 온톨로지(sensor ontology)에 저장하는 단계, 수집된 상기 생체 정보 및 데이터베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)를 이용하여 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계, 의약품 온톨로지(drug ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하는 단계, 식품 온톨로지(food ontology)에서 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하는 단계, 및 검색된 의약품 및 식품관련 정보를 상기 환자 및 의사 중 적어도 하나에게 추천하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0015] 일측면에 따르면, 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하는 단계, 상기 생체 정보 및 환자의 개인 정보를 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge and rule based ontology)에 미리 저장된 규칙에 적용하여 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 계산하는 단계, 계산된 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 Fuzzy Set, T1FS)으로 변환하는 단계, 및 변환된 상기 타입 1 퍼지 집합에 기초하여 상기 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)을 계산하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 다른 측면에 따르면, 상기 타입 2 퍼지 논리는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하는 퍼지화(fuzzification), 추론 엔진

(inference engine), 타입 감속기(Type reducer) 및 디퍼지화(defuzzification)를 포함할 수 있다.

- [0017] 또 다른 측면에 따르면, 상기 퍼지화(fuzzificaton)는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 타입 2 멤버십 함수(interval Type-2 membership function)로의 맵핑(mapping)을 통해 수행될 수 있다.
- [0018] 또 다른 측면에 따르면, 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 단계는, 상기 데이터베이스에서 환자의 나이, 체중, 신장, 성별 중 적어도 하나를 포함하는 개인 정보 및 병력 정보를 검색하는 단계, 및 퍼지 변수에 해당하는 상기 환자의 나이, 체중, 신장, 성별 및 병력 정보를 연관시켜 환자 온톨로지(patient ontology)에 저장하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 또 다른 측면에 따르면, 상기 센서 온톨로지에 저장하는 단계는, 상기 환자의 신체에 부착된 적어도 하나의 웨어러블 센서에서 감지된 생체 정보를 라우터(router)를 통해 수신하는 단계, 및 수신된 생체 정보를 상기 환자의 식별 정보와 연관시켜 상기 센서 온톨로지에 저장하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 또 다른 측면에 따르면, 상기 환자의 생체 정보는, 콜레스테롤 레벨 정보, 혈당 레벨 정보, 혈압 정보, 심박수 정보, 신체 움직임(body motion) 정보, 신장 기능 정보, 근전도(EMG) 정보, 및 심전도(ECG) 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0021] 또 다른 측면에 따르면, 상기 의약품 온톨로지 및 상기 식품 온톨로지는, 클래스(class), 퍼지 데이터 타입(fuzzy data type), 데이터 속성(data property), 객체 속성(object property), 인스턴스(instance) 및 공리(axioms)를 포함할 수 있다.
- [0022] 또 다른 측면에 따르면, 상기 의약품 온톨로지에 해당하는 약품 클래스는 환자의 건강 상태에 따라 복수개의 하위 클래스로 구분되고, 상기 식품 온톨로지에 해당하는 식품 클래스는 식품의 칼로리에 따라 복수개의 하위 클래스로 구분될 수 있다.
- [0023] 또 다른 측면에 따르면, 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하는 단계는, 스마트 의약품 상자 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 상기 스마트 의약품 상자에 배치된 약품의 종류(type) 및 양을 주기적으로 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0024] 또 다른 측면에 따르면, 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하는 단계는, 스마트 냉장고 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 스마트 냉장고에 배치된 식품의 종류(type) 및 양을 주기적으로 확인하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 사물 인터넷(IoT) 기반의 u-Health 지원 시스템에 있어서, 환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor)를 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 저장하는 센서 온톨로지(sensor ontology) 제어부, 수집된 상기 생체 정보 및 데이터베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)를 이용하여 상기 환자의 건강 상태를 결정하는 추론 엔진(inference engine) 제어부, 및 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색하고, 상기 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색하고, 검색된 의약품 및 식품관련 정보를 상기 환자 및 의사 중 적어도 하나에게 추천하는 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology) 제어부를 포함할 수 있다.
- [0026] 일측면에 따르면, 상기 추론 엔진 제어부는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하고, 상기 생체 정보 및 환자의 개인 정보를 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge and rule based ontology)에 미리 저장된 규칙에 적용하여 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 계산하고, 계산된 상기 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 Fuzzy Set, T1FS)으로 변환하고, 변환된 상기 타입 1 퍼지 집합에 기초하여 상기 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)을 계산할 수 있다.
- [0027] 다른 측면에 따르면, 상기 타입 2 퍼지 논리는, 수집된 상기 생체 정보 및 상기 환자의 개인 정보를 상기 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 Fuzzy logic)의 입력 변수로 설정하는 퍼지화(fuzzificaton), 추론 엔진(inference engine), 타입 감속기(Type reducer) 및 디퍼지화(defuzzification)를 포함할 수 있다.
- [0028] 또 다른 측면에 따르면, 상기 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology) 제어부는, 스마트 의약품 상자 내부에 부착된 복수의 센서들을 이용하여 상기 스마트 의약품 상자에 배치된 약품의 종류(type) 및 양을 주기적으로 확인할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명은 환자의 몸에 부착된 웨어러블 센서(wearable sensor, 또는 바이오 센서)를 통해 수집된 환자의 현재 생리학적 정보(physiological information, 즉, 생체 정보)에 기초하여 환자의 건강 상태에 적합한 의약품(즉, 처방전) 및 식품 정보를 환자, 환자 보호자(환자 가족, 간병인 등)에게 제공함으로써, 영양 전문가와의 상담 없이도 환자의 건강 상태에 알맞은 식단을 제공할 수 있다.

[0030] 또한, 웨어러블 센서를 통해 수집된 환자의 생리학적 정보를 기반으로 환자의 위험 요소값을 계산하고, 계산된 위험 요소값에 기초하여 환자의 건강 상태를 결정함으로써, 환자의 건강 상태가 변화하더라도 환자의 현재 건강 상태에 가장 적합한 처방전을 시스템에서 자동으로 의사에게 추천함으로써, 의사가 환자의 현재 건강 상태 보다 적합한 처방전을 제공하도록 도울 수 있다.

[0031] 또한, IoT 기반의 건강 처방 보조(HPA)를 위하여 승인된 사용자에게 보안 접속 토큰(SAT)을 발행하고, 발행된 보안 접속 토큰(SAT)을 확인하는 과정을 통해 IoT 네트워크로 연결된 의료용 IoT 장치들, IoT 장치들과 관련된 자원 및 서비스에 대해 보호된 접속을 보장할 수 있다.

[0032] 또한, 오픈ID(openID)를 이용하여 사용자 인증을 수행함으로써, 사용자 인증을 위한 편리성을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 전체 네트워크를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 접속 제어 시스템의 세부 구성을 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 있어서, 사용자의 등급 별로 서로 다르게 정의되는 정책(policy)을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 접속 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 접속 제어 시스템이 인증 서버 및 권한 서버로 구성된 경우의 접속 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 보안 접속 토큰(SAT)을 생성하는 과정을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 분산적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 중앙집중적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, DMK 레이어의 세부 구조를 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서, u-Health 지원 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이다.

도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 u-Health 지원 방법을 도시한 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 센서 데이터를 타입 2 퍼지 집합에 맵핑하는 퍼지화(fuzzification)의 동작을 도시한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 타입 2 퍼지 집합에 대한 추론 엔진의 출력 결과를 도시한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 있어서, 타입 감속기 및 디퍼지화의 출력을 도시한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일실시예에 있어서, 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology)의 구조를 도시한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일실시예에 있어서, 신경망에 기반한 u-Health 지원 시스템의 네트워크 구조를 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

- [0036] 본 실시예들은 IoT 기반의 u-Health(즉, 환자/사용자의 건강 관리)를 지원하는 기술에 관한 것으로서, IoT 기반으로 환자의 건강 관리를 위해 보안 레이어(security layer)에서 IoT 기반의 건강 처방 보조(HPA)를 위하여 사용자 인증 및 자원과 서비스(예컨대, IoT 네트워크를 형성하고 있는 IoT 장치들)에 대해 보호된 접속을 보장하고, DMK 레이어(Decision Making Knowledge layer)에서 변화하는 환자의 현재 건강 상태를 결정하여 알맞은 처방전과 추천 식품을 자동으로 제공하는 기술에 관한 것이다. 특히, 본 실시예들은, 보안 레이어(security)에서 승인되지 않은 사용자가 IoT 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 의료용 IoT 장치로의 접속을 막고, 승인된 사용자만이 등급에 따라 허가된 의료용 IoT 장치로 접속하도록 접속을 제어하는 기술에 관한 것이다. 이때, 접속 제어는 하나의 IoT 장치 별로 수행될 수도 있고, 서비스 별로 수행될 수도 있다. 예컨대, 사용자로부터 특정한 하나의 IoT 장치로의 접속이 요청된 경우, 요청된 하나의 IoT 장치로의 접속 제어가 수행될 수 있으며, 특정 의료 서비스로의 접속이 요청된 경우, 특정 의료 서비스를 위해 요구되는 복수의 IoT 장치들로의 접속 제어가 수행될 수 있다. 예컨대, 위암 검사 서비스의 경우, 위암 검사를 위해 기지정된 복수의 IoT 장치들로의 접속 제어가 수행될 수 있다.
- [0037] 그리고, 본 실시예들은, DMK 레이어에서 가변하는 환자의 건강 상태를 불확실성 정보로 보고, 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)를 이용하여 환자의 건강 상태를 결정하고, 결정된 환자의 건강 상태를 기반으로 퍼지 온톨로지(ontology)에서 알맞은 처방전(의약품) 및 식품 정보를 검색하여 추천하는 기술에 관한 것이다. 이때, 환자의 건강 상태는 환자의 몸에 부착된 웨어러블 센서 또는 바이어 센서를 통해 수집된 환자의 생체 정보(또는 생리학적 정보)에 기초하여 결정되고, 환자의 생체 정보는 환자의 위험 요소값을 계산하기 위해 이용될 수 있다. 즉, 본 실시예들은, 환자의 몸에 부착된 웨어러블 센서를 통해 수집된 환자의 생리학적 정보를 기반으로 환자의 위험 요소값을 추출하고, 추출된 위험 요소값을 기반으로 타입 2 퍼지 논리(Type-2 fuzzy logic)를 이용하여 환자의 건강 상태를 결정하고, 퍼지 온톨로지(ontology)에서 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품 및 식품 정보를 검색한 다음, 검색된 의약품(즉, 처방전)과 식품 정보를 제공하는 기술에 관한 것이다.
- [0038] 사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 1999년 매사추세츠공과대학교(MIT)의 오토아이디센터(Auto-ID Center) 소장 케빈 애시턴(Kevin Ashton)이 향후 RFID(전자식별)와 기타 센서를 일상생활에 사용하는 사물에 탑재한 사물인터넷이 구축될 것이라고 전망하면서 처음 사용한 것으로서, 기존의 유선통신을 기반으로 한 인터넷이나 모바일 인터넷보다 진화된 단계로 인터넷에 연결된 기기가 사람의 개입없이 상호간에 알아서 정보를 주고 받아 처리하는 것을 일컫는다. 사물이 인간에 의존하지 않고 통신을 주고받는 점에서 기존의 유비쿼터스나 M2M(Machine to Machine: 사물지능통신)과 비슷하기도 하지만, 통신장비와 사람과의 통신을 주목적으로 하는 M2M의 개념을 인터넷으로 확장하여 사물은 물론이고 현실과 가상세계의 모든 정보와 상호작용하는 개념으로 진화한 단계라고 할 수 있다.
- [0039] 온톨로지(Ontology)란 사람들이 세상에 대하여 보고 듣고 느끼고 생각하는 것에 대하여 서로 간의 토론을 통하여 합의를 이룬 바를, 개념적이고 컴퓨터에서 다룰 수 있는 형태로 표현한 모델로서, 개념의 타입이나 사용상의 제약조건들을 명시적으로 정의한 기술이다. 온톨로지는 일종의 지식표현(knowledge representation)으로, 컴퓨터는 온톨로지로 표현된 개념을 이해하고 지식처리를 할 수 있게 된다. 프로그램과 인간이 지식을 공유하는데 도움을 주기 위한 온톨로지는, 정보시스템의 대상이 되는 자원의 개념을 명확하게 정의하고 상세하게 기술하여 보다 정확한 정보를 찾을 수 있도록 하며, 온톨로지는 시맨틱 웹(semantic web)을 구현하고, 지식개념을 의미적으로 연결할 수 있는 도구로서 RDF, OWL, SWRL 등의 언어를 이용해 구현될 수 있다.
- [0040] 본 명세서에서, ID 제공자는 ID 제공자의 서버를 나타내고, IoT 서비스 제공자는 IoT 서비스 공급자의 서버를 나타낼 수 있다.
- [0041] 본 실시예들에서, '접속 제어 시스템'은 'u-Health 지원 시스템'으로 표현될 수 있다.
- [0042] 본 실시예들에서, 퍼지 온톨로지(fuzzy ontology)는 환자 온톨로지(patient ontology), 센서 온톨로지(sensor ontology), 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge and rules based ontology), 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology)를 포함할 수 있다.
- [0043] 본 실시예들에서, '환자(patient)'는 당뇨병 환자인 경우를 예로 들어 설명하나, 이는 실시예에 해당되며, 당뇨병 환자 이외에 심장 질환자, 고혈압 환자 등을 포함할 수 있다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 전체 네트워크를 도시한 도면이다.
- [0046] 전체 네트워크는 복수의 사용자 단말들(110), 접속 제어 시스템(120), 및 복수의 ID 제공자의 서버들(130)을 포함할 수 있다.

- [0047] 사용자 단말들(110) 각각은 사용자의 인증을 접속 제어 시스템(120)에 요청하고, IoT 네트워크를 형성하고 있는 IoT 장치들, IoT 장치 관련 자원 및 서비스로의 접속을 접속 제어 시스템(120)에 요청할 수 있다. 그리고, 접속 제어 시스템(120)의 접속 허가 여부에 따라 원하는 IoT 장치에 접속할 수 있다. 사용자 단말은, 환자, 의사, 선임 의사, 약사, 간호사 등의 사용자가 소지한 전자 기기로서, 태블릿 PC, 스마트폰 등을 포함할 수 있다.
- [0048] 복수의 ID 제공자의 서버들(130)은 오픈ID(openID) 표준을 기반으로 사용자를 인증하기 위해 접속 제어 시스템(120)과 네트워크 연결된 서버 장치로서, 사용자 단말의 로그인(login) 정보에 기초하여 사용자 단말을 인증할 수 있다. 예컨대, ID 제공자의 서버는 페이스북, 인스타그램 등과 같이 소셜 네트워크 서비스를 제공하는 서버, 구글, 야후 등의 포털 사이트의 서버와 같이 많은 사용자들이 이용하고(가입자 수가 많고), 신뢰할 수 있는 서버 장치를 의미할 수 있다.
- [0049] 접속 제어 시스템(120)은 사용자 단말에서 요청한 자원 및 서비스, 즉, IoT 장치로의 접속 권한을 확인하여 사용자 단말에 접속을 허가할 수 있다. 접속 허가된 적어도 하나의 의료용 IoT 장치로 사용자 단말이 접속할 수 있도록, 접속 제어 시스템(120)은 적어도 하나의 의료용 IoT 장치와 IoT 네트워크로 연결될 수 있다.
- [0050]
- [0051] 도 2는 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 접속 제어 시스템의 세부 구성을 도시한 도면이다.
- [0052] 도 2는 ID 제공자(210), IoT 서비스 제공자(220), 사용자 단말(230) 및 접속 제어 시스템(240)을 포함할 수 있다.
- [0053] ID 제공자(210)는 도 1의 복수의 ID 제공자들의 서버(130) 중 어느 하나를 나타내며, IoT 기반의 HPA(IoT-based HPA, IHA)와 상호작용하는 사용자들(예컨대, 환자, 의사, 간호사, 약사 등)을 위한 식별자(Identifier) 정보를 사용자 단말(230)에 제공할 수 있다.
- [0054] IoT 서비스 공급자(220)는 두 가지 유형의 의료 서비스를 제공할 수 있다. 예컨대, 장치 내 의료 서비스와 클라우드(Cloud) 의료 서비스를 제공할 수 있다. ID 제공자(210), 사용자 단말(230), IoT 서비스 공급자(220) 및 접속 제어 시스템(240)은 유선 또는 무선 네트워크로 연결되어 상호 간에 정보를 주고받을 수 있다.
- [0055] 접속 제어 시스템(240)은 사용자 단말(230)과의 상호 작용을 위해 사용자 단말과 관련된 정보를 등록하는 등록 제어부(Registration Authority, 241), 사용자 단말을 인증하는 인증 제어부(Authentication Authority, 242), 및 IoT 의료 서비스에 대해 보호된 접속을 보장하는 권한 제어부(Authorization Authority, 243)를 포함할 수 있다.
- [0056] 등록 제어부(241)는 사용자 단말(230)과 접속 제어 시스템(240) 간의 상호 작용을 위해 사용자 단말(230)과 관련된 정보를 등록하여 사용자 별로 사용자 프로파일(user profile)에 저장 및 관리할 수 있다. 예를 들어, 병원 진료 카드에 수록되는 사용자의 개인 정보들(사용자 이름, 성별, 생년월일, 사용자의 전화번호, 휴대용 전화번호, 주소 정보 등)이 사용자의 식별정보(예컨대, 사용자에게 할당된 진료카드번호, 직원번호 등의 ID)와 매칭하여 사용자 프로파일에 저장 및 관리될 수 있다.
- [0057] 인증 제어부(242)는 사용자 단말의 인증을 위한 로그인 서비스를 사용자 단말(230)에 제공할 수 있다. 예컨대, 인증 제어부(242)는 사용자 단말(230)로 로그인 정보의 입력을 요청할 수 있다.
- [0058] 그러면, 사용자 단말(230)의 화면에 로그인 정보의 입력을 요청하는 웹페이지가 디스플레이될 수 있다. 인증 제어부(242)는 사용자 단말(230)로부터 수신된 로그인 정보를 사용자 단말(230)에 지정한 ID 제공자(210)에게 전달할 수 있다. 여기서, 로그인 정보는, 사용자 단말에서 지정한 ID 제공자(210)의 웹사이트에 가입된 해당 사용자의 로그인 ID(예컨대, 이메일(email address)) 및 패스워드를 포함할 수 있다. 예컨대, 사용자 단말(230)에서 지정한 ID 제공자(210)에게 로그인 정보를 전달하기 위해, ID 제공자의 리포지토리(Identity Provider Repository)에는 접속 제어 시스템(240)에 등록된 복수의 ID 제공자들 각각의 식별 정보 및 해당 ID 제공자의 웹사이트로의 연결을 위한 링크 정보가 매칭되어 저장될 수 있다.
- [0059] 권한 제어부(243)는 인증 제어부(242)를 통해 ID 제공자(210)에서 로그인 정보에 기초하여 사용자 단말(230)의 인증에 성공함에 따라, 인증된 사용자 단말(230)에게 보안 접속 토큰(Security Access Token, SAT)을 발행할 수 있다. 여기서, 보안 접속 토큰은 IoT 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 의료용(medical) IoT 장치들 중 상기 인증된 사용자에게 허가된 IoT 장치들, 허가된 IoT 장치들과 관련된 서비스 및 자원에 해당하는 권한들(privileges)을 포함할 수 있다. 보안 접속 토큰(SAT)은 위조 감지를 위해 암호화되어 보호될 수 있으며, 권한

제어부(243)는 사용자 단말(230)을 의료용 IoT 장치로 접속하기 이전에 SAT를 먼저 확인함으로써, 의료용 IoT로의 보호된 접속을 보장할 수 있다.

[0060] 의료용 IoT 장치(자원 및 서비스 포함)로의 보호된 접속을 위해 상황인지 능력 기반의 접속 제어(Context aware Capability Based Access Control, CCapBAC) 모델이 이용될 수 있다. 즉, 사용자가 자원 또는 서비스와 관련된 IoT 장치에 접속하기 위한 권한은, 도 3과 같이 사용자의 역할(Role)에 따라 구분되는 사용자 등급 별로 정의된 정책(Policy)에 기초하여 할당될 수 있다.

[0061] 예를 들어 Alice, Bob, Charlie가 각각 간호사, 의사, 선임 의사(senior physician)의 역할(Role)로 접속 제어 시스템(240)에 등록된 경우를 가정하여 설명하기로 한다. 여기서, 역할에 따라 사용자 등급이 나누어질 수 있다. 이에 따라, 간호사, 의사, 선임 의사 각각에 등급 1, 등급 2, 등급 3으로 분류될 수 있으며, 등급 1에 대한 접속 권한, 등급 2에 대한 접속 권한 및 등급 3에 대한 접속 권한을 나타내는 정책(policy)이 서로 다르게 설정될 수 있다. 규칙(Rule), 즉, 등급 별 권한 다음과 같이 정의될 수 있다. 예컨대, 간호사(등급 1)는 온도 센서(체온계), 혈압 센서, 포도당(glucose) 센서, 인슐린(insulin) 펌프 등의 특정한 의료용IoT 장비들에 대한 명령들(GET, POST 등)만 발행하여 상기 명령이 발행된 장치들로부터만 접속할 수 있는 권한을 가질 수 있다. 그리고, 의사(등급 2)는 간호사보다 더 많은 접속 권한들을 가지고 있을 수 있다. 예컨대, Bob(등급 2)은 Alice(등급 1)가 가진 모든 권한을 가지고 있을 수 있고, 추가로 EEG, ECG, vision 센서, hearing 센서 등과 같은 민감한 의료용 IoT 장치들에게 명령을 발행하여 접속할 수 있는 권한을 가지고 있을 수 있다. Charlie(등급 3)는 Bob(등급 2)이 가진 모든 권한을 가지면서, 몸에 이식되는 IoT 가능한 페이스메이커(Pacemaker)와 같이 이식된 IoT 장치들에 대한 접속 권한을 가질 수 있다. 그리고, Charlie(등급 3)는 Pill Bottle과 같은 스마트 의약 상자 (smart Medicine Box)에 명령을 발행함으로써 응급 또는 치명적 상황에 의약품을 처방할 수 있는 권한을 가질 수 있다.

[0062] 이처럼, 사용자의 역할에 따른 등급을 확인하고, 사용자 등급 별로 설정된 정책(policy)에 기초하여 사용자 단말에서 요청된 IoT 장치가 해당 사용자에게 권한이 부여된 IoT 장치가 맞는지 확인하는 과정을 통해 사용자 단말의 해당 IoT 장치로의 접속 허가 여부가 결정될 수 있다. 이러한 접속 제어를 통해 IoT 기반의 HPA에서 각 의료용 IoT 장치로의 보호된 접속이 보장될 수 있다.

[0064] 도 4는 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 건강 보조(HAP)를 위한 접속 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

[0065] 도 4에서 각 단계들(410 내지 470 단계)은 도 2의 접속 제어 시스템(240)의 구성요소인 인증 제어부(242) 및 권한 제어부(243)에 의해 수행될 수 있다.

[0066] 410 단계에서, 인증 제어부(242)는 IoT 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 의료용 IoT 장치로의 접속을 원하는 사용자 단말(230)로부터 사용자 단말(230)의 인증 요청을 수신할 수 있다. 예를 들어, 간호사, 의사 등은 자신이 소지한 사용자 단말을 이용하여 자신이 관리하는 환자와 관련된 의료 서비스를 확인하기 위해, 로그인 서비스(login service)를 요청할 수 있다. 이때, 인증 제어부(242)는 로그인 서비스를 요청받으면서, 오픈 ID를 이용하여 사용자 단말(230)을 인증하기 위해, 사용자 단말(230)에서 지정한 ID 제공자의 식별 정보를 사용자 단말(230)로부터 함께 수신할 수 있다.

[0067] 420 단계에서, 인증 제어부(242)는 상기 선택된 ID 제공자의 식별 정보에 기초하여 해당 ID 제공자(210)에게 사용자 단말(230)의 인증 요청을 전달할 수 있다.

[0068] 예를 들어, 사용자 단말(230)의 화면에 표시되는 복수의 ID 제공자들(페이스북, 구글 인스타그램 등) 중 어느 하나가 선택되고, 확인 버튼이 클릭됨에 따라 상기 선택된 ID 제공자(210)의 식별자 정보를 포함하는 로그인 서비스가 요청될 수 있다. 그러면, ID 제공자(210)는 사용자 단말(230)로 보안 자격(credential) 정보를 요청할 수 있다. 예컨대, ID 제공자의 웹사이트에 가입한 로그인 ID(이메일 주소 등) 및 패스워드 정보가 요청될 수 있다. ID 제공자(210)는 사용자 단말(230)로부터 상기 보안 자격 정보를 수신하여 사용자 단말의 로그인 ID 및 패스워드 정보가 ID 제공자(210)의 웹사이트에 가입된 ID 및 패스워드와 일치하는지 여부를 확인함으로써, 상기 사용자 단말(230)을 인증할 수 있다.

[0069] 430 단계에서, 사용자 단말(230)의 인증에 성공하는 경우, ID 제공자(210)는 사용자 단말(230)로 비밀인증서(Secret Certificate, SCert)를 전송할 수 있다. 그러면, 비밀인증서를 수신한 사용자 단말(230)은 접속 제어 시스템(240)에 사용자 단말(230)이 접속을 원하는 의료용 IoT 장치(IoT 장치 관련 자원, 서비스)로의 접속을 위한 권한인 보안 접속 토큰(SAT)의 생성을 요청할 수 있다.

[0070] 440 단계에서, 인증 제어부(242)는 사용자 단말(230)로부터 보안 접속 토큰(SAT)의 생성을 받을 수 있다.

이때, 인증 제어부(242)는 보안 접속 토큰(SAT)의 생성을 요청받으면서 사용자 단말(230)이 ID 제공자(210)로부터 제공받은 비밀인증서(SCert)를 사용자 단말(230)로부터 함께 수신할 수 있다.

[0071] 450 단계에서, 인증 제어부(242)는 수신된 비밀인증서(SCert)를 확인하여 사용자 단말(230)의 식별자 정보(ID)를 추출할 수 있다. 예컨대, 인증 제어부(242)는 비밀인증서(SCert)에 기초하여 리포지토리(Identity Provider Repository)에서 사용자 단말(230)의 식별자 정보를 추출할 수 있다. 그러면, 권한 제어부(243)는 추출된 사용자 단말(230)의 식별자 정보에 기초하여 보안 접속 토큰(SAT)을 생성할 수 있다.

[0072] 예를 들어, 권한 제어부(243)는 상기 사용자 단말(230)의 식별자 정보에 기초하여 사용자 단말(230)의 등급을 확인하고, 확인된 사용자 단말(230)의 등급에 해당하는 정책(Policy), 권한(permission) 및 상황제한(context context)을 나타내는 보안 접속 토큰(SAT)을 생성할 수 있다.

[0073] 460 단계에서, 권한 제어부(243)는 생성된 보안 접속 토큰(SAT)을 사용자 단말(230)에 전송함으로써 상기 SAT를 발행할 수 있다. 그러면, 사용자 단말(230)로부터 접속을 요청받은 의료용 IoT 장치는 보안 접속 토큰(SAT)의 제시를 사용자 단말(230)에 요청하여, 사용자 단말(230)로부터 상기 SAT를 수신할 수 있다. 그리고, 상기 의료용 IoT 장치는 수신된 사용자 단말(230)의 SAT를 확인하여 접속 허가를 결정할 수 있다. 여기서, SAT는 위변조를 방지하기 위해 암호화되어 관리될 수 있다.

[0075] 도 5는 본 발명의 일실시예에 있어서, 접속 제어 시스템이 인증 서버 및 권한 서버로 구성된 경우의 접속 제어 방법을 도시한 흐름도이다.

[0076] 도 4에서는 인증 및 권한 제어가 하나의 서버에서 수행되는 것으로 설명하였으나, 도 5와 같이 인증 및 권한 제어가 각각 별도의 서버에서 수행될 수 있다. 이때, 인증 서버와 권한 서버는 서로 네트워크로 연결될 수 있다.

[0077] 도 5를 참고하면, 접속 제어는 인증 과정(510) 및 보안 접속 토큰(SAT) 생성 과정(520)의 두 부분으로 구성되며, 인증 과정(510)의 동작은 도 4의 410 내지 430 단계의 동작과 실질적으로 동일하며, 보안 접속 토큰(SAT)의 생성 과정(520)의 동작은 도 4의 440 내지 460 단계의 동작과 실질적으로 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0079] 도 6은 본 발명의 일실시예에 있어서, 보안 접속 토큰(SAT)을 생성하는 과정을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

[0080] 즉, 도 6은 도 4의 440 내지 460 단계의 동작 및 도 5의 보안 접속 토큰(SAT)의 생성 과정(520)의 동작을 상세히 설명하고 있는 도면이다.

[0081] 도 6을 참고하면, 사용자 단말(230)로부터 SAT 생성이 요청되면(601), 권한 제어부(243)는 SAT 생성을 요청한 사용자 단말(230)이 블랙리스트(revocation list)에 포함되어 있는지 여부를 확인할 수 있다(602). 예를 들어, 블랙리스트(revocation list)는 IoT 장치로 접속 권한이 해지된 사용자 단말과 관련된 정보(예컨대, 단말의 ID 등)를 포함할 수 있다.

[0082] 예를 들어, 사용자 단말(230)로부터 SAT 생성이 요청되면(601), 인증 제어부(242)는 수신된 비밀인증서(SCert)를 확인하여 사용자 단말(230)의 식별자 정보(ID)를 추출할 수 있다. 그러면, 권한 제어부(243)는 식별자 정보에 기초하여 블랙리스트에 사용자 단말(230)이 포함되어 있는지 여부를 확인할 수 있다. 이때, 사용자 단말(230)이 포함되지 않는 것으로 확인됨에 따라, 권한 제어부(243)는 사용자 단말의 식별자 정보와 매칭하여 해당 등급이 저장된 역할 DB를 참조하여, 상기 사용자 단말(230)의 식별자 정보에 기초하여 사용자 단말(230)의 역할을 확인할 수 있다(603). 즉, 사용자 단말(230)의 역할에 해당하는 등급을 확인할 수 있다.

[0083] 그리고, 권한 제어부(243)는 확인된 사용자 단말(230)의 등급(즉, 역할)에 해당하는 정책(Policy)을 정책 DB로부터 추출할 수 있다(604). 예컨대, 사용자 단말(230)의 사용자가 간호사인 경우, 간호사에 해당하는 기지정된 정책(Policy)이 추출되고, 의사인 경우, 의사에 해당하는 기지정된 정책이 추출될 수 있다. 권한 제어부(243)는 권한(permission) DB에서 사용자 단말(230)에 해당하는 권한(permission)을 추출하고(605), 상황 제한 DB에서 사용자 단말(230)에 해당하는 상황제한(context context)을 추출할 수 있다(606).

[0084] 이어, 권한 제어부(243)는 추출된 정책(Policy), 권한(permission), 및 상황제한(context context)에 기초하여 사용자 단말(230)을 위한 새로운 보안 접속 토큰(SAT)을 생성할 수 있다(607). 즉, 새로운 사용자 단말(230)의 역할에 대해 정의된 정책, 권한, 및 상황제한을 나타내는 새로운 보안 접속 토큰(SAT)이 생성될 수 있다. 이때, 권한 제어부(243)는 생성된 보안 접속 토큰(SAT)을 디지털 서명하여 위변조로부터 보호할 수 있다. 그러

면, 디지털 서명된 보안 접속 토큰(SAT)이 사용자 단말(230)에게 발행될 수 있다(608).

- [0086] 이하에서는 도 7 및 도 8을 참고하여, 접속 제어 시스템(240)에서 생성되어 사용자 단말(230)에 발행된 보안 접속 토큰(SAT)을 확인하여 사용자 단말(230)이 의료용 IoT 장치로 접속 허가하는 동작에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0087] 보안 접속 토큰(SAT)의 확인(Verification)은 AC로직(ACLogic) 엔진에 의해 수행될 수 있다. AC로직 엔진에 기반하여 SAT를 확인하는 접근 방법에는 분산적 접근법(Distributed Approach)과 중앙집중적 접근법(Centralized Approach)이 존재할 수 있다. 도 7에서 분산적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작에 대해 설명하고, 도 8에서 중앙집중적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작에 대해 설명하기로 한다.
- [0088] 도 7은 본 발명의 일실시예에 있어서, 분산적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.
- [0089] 도 7에 따르면, 분산적 접근법(Distributed Approach)의 경우, SAT 확인을 위해 이용되는 AC로직(ACLogic) 엔진이 IoT 네트워크를 형성하고 있는 의료용 IoT 장치들에 각각 내장될 수 있다. 의료용 IoT 장치(mIoT, medical IoT)가 사용자 단말(230)로부터 접속 요청을 수신할 수 있으며, 상기 접속 요청에 사용자 단말(230)의 SAT가 포함될 수 있다. 그러면, 의료용 IoT 장치(mIoT)는 사용자 단말(230)의 상기 요청에 첨부된 SAT를 확인하기 위해 AC로직(ACLogic) 엔진을 실행할 수 있다.
- [0090] 먼저, 사용자 단말(230)은 접속 제어 시스템(240), 즉, SAT의 발행자의 서명이 포함된 보안 접속 토큰(SAT)을 접속 제어 시스템(240)으로부터 수신할 수 있다(701).
- [0091] 그러면, 사용자 단말(230)은 접속을 원하는 의료용 IoT 장치(또는 IoT 장치 접속 관련 서비스)로의 접속 요청과 함께 상기 수신한 SAT를 게이트웨이(710)에 전송할 수 있다(702). 해당 IoT 장치(특정 IoT 장치 또는 사용자 단말로부터 요청된 서비스에 해당하는 적어도 하나의 IoT 장치)는 게이트웨이(710)로부터 접속 요청을 수신할 수 있다(703).
- [0092] 사용자 단말(230)은 게이트웨이(710)로부터 수신된 보안 접속 토큰(SAT)으로부터 사용자 단말(230)의 상황 제한 정보를 획득할 수 있다(704). 그리고, 사용자 단말(230)은 상기 상황 제한 정보에 기초하여 AC로직(ACLogic) 엔진을 실행할 수 있다. 그러면, AC로직(ACLogic) 엔진의 실행을 통해 접속 허락 또는 접속 거절 메시지가 생성될 수 있다. 그리고, 사용자 단말(230)은 생성된 접속 허락/거절 메시지를 게이트웨이(710)로 전송할 수 있다(706).
- [0093] 그러면, 게이트웨이(710)는 의료용 IoT 장치로부터 수신된 접속 허락/거절 메시지를 사용자 단말(230)로 전송함으로써, 접속 요청에 대한 응답(Authorization Decision)을 회신할 수 있다(707).
- [0094] 도 7에서, 의료용 IoT 장치(mIoT)들은 하드웨어나 소프트웨어 스펙(즉, 처리 속도(CPU 속도)), 메모리/저장소의 크기, 무선 인터페이스 대역 운영 시스템 등에 따라 종류가 다양할 수 있다. 그리고, 일부 의료용 IoT 장치(mIoT)들은 강력한 장비 스펙을 가진 반면 중간 또는 빈약한 스펙을 가진 장치들이 존재할 수도 있다. 강한 자원 제약 HRC: heavy resource constrained)을 가진 mIoT(medical IoT) 장치들은 ACLogic 실행을 위한 처리 비용이나 메모리 (RAM 공간), 저장소 (ROM 공간)의 오버헤드를 감당할 수 없다. 이에 따라 AC로직 실행을 위한 처리 비용이나 메모리 저장소의 오버헤드 여유가 없는, 즉, AC로직을 내장하기 어려운 HRC mIoT 장치들은 분산적 접근법이 아닌 중앙집중적 접근법에 따라 SAT를 확인할 수 있다. 중앙집중적 접근법의 경우, 승인/권한 서비스의 외부 객체(예컨대, 중앙 서버)에 ACLogic 엔진을 구현함으로써 처리 비용과 메모리 및 저장소 오버헤드의 부담이 감소할 수 있다. 그리고, 게이트웨이와 같이 자원이 풍부한 객체가 제한된 mIoT를 위해 SAT 확인 절차를 수행할 수 있다. 즉, 분산적 접근법에서는 ACLogic 엔진이 mIoT에 구현되어 SAT 확인 절차가 mIoT에서 수행되었으나, 중앙집중적 접근법은 게이트웨이에서 SAT 확인을 수행할 수 있다. 이때 게이트웨이는 사용자 단말(230)로부터 수신되는 접속 요청을 감지하고 SAT 확인을 위해 중앙 ACLogic 서비스를 발동(invok)할 수 있다. 그리고, 게이트웨이는 SAT를 확인(verification)한 결과를 사용자 단말(230)에서 접속 요청한 해당 mIoT 장치로 전달할 수 있다. 그러면, mIoT 장치는 게이트웨이로부터 수신한 SAT 확인 결과에 따라 사용자 단말(230)의 접속 요청을 수락 또는 거절할 수 있다.
- [0095]
- [0096] 도 8은 본 발명의 일실시예에 있어서, 중앙집중적 접근법에 기초하여 SAT를 확인하는 동작을 설명하기 위해 제공되는 도면이다.

- [0097] 사용자 단말(230)은 접속 제어 시스템(240), 즉, SAT의 발행자의 서명이 포함된 보안 접속 토큰(SAT)을 접속 제어 시스템(240)으로부터 수신할 수 있다. 그러면, 사용자 단말(230)은 접속을 원하는 의료용 IoT 장치(또는 IoT 장치 접속 관련 서비스)로의 접속 요청과 함께 상기 수신한 SAT를 게이트웨이(810)에 전송할 수 있다. 게이트웨이(810)는 중앙 ALogic 서비스를 발동(invoker)하여 사용자 단말(230)의 상황 제한 정보를 획득할 수 있다. 그리고, ALogic 엔진을 통해 상황 제한 정보에 기초하여 사용자 단말(230)의 접속 권한에 대한 허가 여부가 결정될 수 있다. 즉, ALogic이 탑재된 중앙 서버에서 ALogic 엔진을 실행하여 게이트웨이(810)로부터 전달받은 사용자 단말(230)의 SAT 확인을 수행하고, 확인 결과가 게이트웨이(810)로 제공될 수 있다.
- [0098] 이어, 게이트웨이(810)는, ALogic 엔진이 탑재된 중앙 서버로부터 SAT 확인 결과를 나타내는 사용자 단말(230)의 해당 의료용 IoT 장치로의 접속 허락 또는 거절 메시지를 수신할 수 있다. 그리고, 게이트웨이(810)는 수신된 접속 허락 또는 거절 메시지는 해당 의료용 IoT 장치로 전송할 수 있다.
- [0099] 그러면, 의료용 IoT 장치는 게이트웨이(810)로부터 수신된 허락/거절 메시지에 기초하여 사용자 단말(230)의 접속 요청을 허락 또는 거절하는 응답 메시지를 게이트웨이(810)를 통해 사용자 단말(230)에 회신할 수 있다. 예컨대, 게이트웨이(810)로부터 수신된 SAT 확인 결과가 거절 메시지인 경우, IoT 장치는 게이트웨이(810)를 통한 사용자 단말(230)의 접속 요청을 거절할 수 있다. 그리고, 게이트웨이(810)로부터 수신된 SAT 확인 결과가 허락 메시지인 경우, IoT 장치는 게이트웨이(810)를 통한 사용자 단말(230)의 접속을 허락할 수 있다. 예컨대, IoT 장치는 게이트웨이(810) 사용자 단말(230)과의 통신 세션(session)을 설정하여 사용자 단말(230)의 접근을 허락할 수 있다.
- [0100] 이상에서는 보안 레이어(security layer)에서 승인된 사용자만 등급에 따라 허가된 의료용 IoT 장치로의 접속을 제공함으로써, 보호된 접속을 보장하는 기술에 대해 설명하였다. 이하에서는 DMK 레이어에서 환자의 신체에 부착된 센서들로부터 수집된 정보와 퍼지 논리, 특히, 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)에 기초하여 환자의 건강 상태를 결정하고, 결정된 건강 상태를 기반으로 IoT 장치들(예컨대, 스마트 의약품 상자, 스마트 냉장고 등)을 제어하여 환자에게 적합한 식단 및 의약품(처방전)을 의사, 환자, 간병인 등이 소지한 단말(예컨대, 사용자 단말)로 제공하는 동작에 대해 설명하기로 한다.
- [0101] 이하에서, 'u-Health 지원 시스템'은 '접속 제어 시스템'에 해당하는 것으로서, 이하에서는 '접속 제어 시스템' 대신 'u-Health 지원 시스템'으로 표현하기로 한다.
- [0103] 도 9는 본 발명의 일실시예에 있어서, DMK 레이어의 세부 구조를 도시한 도면이다.
- [0104] 도 9를 참고하면, 환자의 생체 정보를 수집하기 위해 환자의 신체에 복수개의 웨어러블 센서 또는 바이오 센서들(901 내지 909)이 부착될 수 있으며, 센서들(901 내지 909)은 IoT 장치에 해당할 수 있다. 여기서, 환자의 생체 정보는 생리학적 정보(physiological information)으로서, 예컨대, 심박수(Heart Rate) 정보, 콜레스테롤 레벨 정보, 신장 기능 정보, 근전도(EMG) 정보, 심전도 정보(ECG), 혈압 정보, 신체 움직임(body motion) 정보 등을 포함할 수 있다. 그러면, 센서들(901 내지 909)에서 수집된 상기 정보들은 라우터(910), 인터넷(920), 게이트웨이(930)를 통해 u-Health 지원 시스템(940)에 전송될 수 있다. 이외에, 상기 정보들은 의사, 간호사 및 의료 전문가 등에게 전달될 수도 있다.
- [0105] 그러면, DMK(Decision Making Knowledge layer) 레이어(950)에서 상기 환자의 생체 정보와 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)에 기초하여 환자의 건강 상태를 결정하고, 결정된 환자의 건강 상태에 적합한 의약품(처방전) 및 식품을 추천할 수 있다. 이때, 상기 의약품 및 식품을 추천하기 위해 IoT 장치인 스마트 냉장고(660) 및 스마트 의약품 상자(670)와 유/무선 네트워크로 연결될 수 있다. 예컨대, DMK 레이어(950)는 의약품 및 식품을 추천하기 위한 지침들(instructions)을 포함하며, 환자의 건강 상태에 따라 의약품 및 음식을 추천하기 위해 스마트 냉장고(660) 및 스마트 의약품 상자(670)와 연결될 수 있다.
- [0107] 도 10은 본 발명의 일실시예에 있어서, u-Health 지원 시스템의 내부 구성을 도시한 블록도이고, 도 11은 본 발명의 일실시예에 있어서, IoT 기반의 u-Health 지원 방법을 도시한 흐름도이다.
- [0108] 도 10을 참고하면, u-Health 지원 시스템(1000)은 센서 온톨로지 제어부(1010), 추론 엔진 제어부(1020), 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)를 포함할 수 있다. 도 10에서, u-Health 지원 시스템(1000)은 보안 레이어(security layer)에서 보안 접속을 제어하는 보안 접속 제어부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 즉, 도 4의 각 단계들(410 내지 460)은 보안 접속 제어부(미도시)에 의해 수행될 수 있다. 그리고, 도 11의 각 단계들(1110 내지 1150)은 u-Health(100)의 구성 요소인 센서 온톨로지 제어부(1010), 추론 엔진 제어부(1020), 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)에 의해 수행될 수 있다.

- [0109] 도 10에서, u-Health 지원 시스템(1000)은 컴퓨터에 해당하는 것으로서, 실질적으로 도 4 및 도 11의 각 단계들은 컴퓨터의 프로세서(processor)에 의해 수행될 수 있다. 즉, 센서 온톨로지 제어부(1010), 추론 엔진 제어부(1020), 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030), 및 보안 접속 제어부(미도시)는 상기 프로세서에 포함될 수 있다. 프로세서는 기본적인 산술, 로직 및 u-Health 지원 시스템(1000)의 입출력 연산을 수행함으로써, 컴퓨터 프로그램의 명령을 처리하도록 구성될 수 있다. 명령은 메모리를 프로세서로 제공될 수 있으며, 센서 온톨로지 제어부(1010), 추론 엔진 제어부(1020), 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030), 및 보안 접속 제어부(미도시)를 위한 프로그램 코드를 실행하도록 구성될 수 있다. 이러한 프로그램 코드는 메모리와 같은 기록 장치에 저장될 수 있다.
- [0110] 1110 단계에서, 센서 온톨로지 제어부(1010)는 환자의 신체에 부착된 웨어러블 센서들을 통해 감지된 환자의 생체 정보(physical information)를 수집하여 센서 온톨로지(sensor ontology)에 저장할 수 있다. 여기서, 센서들 각각 IoT 장치에 해당하는 것으로서, 서로 다른 센서에서 감지되어 수집된 환자의 생체 정보는 콜레스테롤(cholesterol) 레벨 정보, 혈당(blood sugar) 레벨 정보, 혈압(blood pressure) 정보, 심장 박동수(Heart Rate), 신체 움직임(body motion) 정보, 신장 기능(kidney function) 정보, EMG(electromyograph), ECG(electrocardiogram) 등을 포함할 수 있다.
- [0111] 1120 단계에서, 추론 엔진 제어부(1020)는 수집된 환자의 생체 정보 및 데이터베이스에 저장된 환자의 개인 정보를 기반으로 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)를 기반으로 환자의 건강 상태를 결정할 수 있다. 여기서, 환자의 개인 정보는, 환자의 나이(age), 체중(weight), 신장(height), 성별(sex), 및 병력 정보(disease history)포함할 수 있으며, 환자의 프로파일(patient profile)과 관련 퍼지 변수로 이용될 수 있다.
- [0112] 일례로, 추론 엔진 제어부(1020)는 수집된 환자의 생체 정보와 데이터베이스에서 추출한 환자의 개인 정보를 타입 2 퍼지 논리의 입력 변수로 설정할 수 있다. 그리고, 추론 엔진 제어부(1020)는 생체 정보와 환자의 개인 정보를 지식 및 규칙 기반 온톨로지(knowledge based ontology)에 미리 저장된 규칙에 적용하여 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 계산할 수 있다. 그런 다음, 추론 엔진 제어부(1020)는 계산된 타입 2 퍼지 논리의 출력값을 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 fuzzy set, T1FS)으로 변환하고, 변환된 타입 1 퍼지 집합에 기초하여 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)을 계산할 수 있다.
- [0113] 1130 단계에서, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 의약품 온톨로지(drug ontology)에서 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 검색할 수 있다. 여기서, 의약품 온톨로지(drug ontology)는 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology)에 포함될 수 있다.
- [0114] 일례로, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 결정된 현재 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값에 기초하여 의약품 온톨로지서 환자에게 적합한 의약품(처방전)을 결정하여 제공할 수 있다. 예컨대, 의약품 온톨로지는 스마트 의약품 상자(smart medicine box), 병원의 의약품 저장소, 가정의 의약품 저장소 등과 연결될 수 있다. 이에 따라, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 상기 스마트 의약품 상자(smart medicine box), 병원의 의약품 저장소, 가정의 의약품 저장소에 배치된 의약품들 중 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품을 결정하여 의사, 환자, 간병인, 간호사 등이 소지한 사용자 단말로 제공할 수 있다.
- [0115] 1140 단계에서, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 식품 온톨로지(food ontology)에서 환자의 건강 상태에 해당하는 식품을 검색할 수 있다. 여기서, 식품 온톨로지(food ontology)는 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology)에 포함될 수 있다.
- [0116] 이처럼, 서로 다른 센서에서 수집된 환자의 생체 정보는 라우터를 통해 DMK(Decision-making knowledge) 레이어로 전송되며, u-Health 지원 시스템(1000)은 환자의 건강 상태 결정을 위해 상기 수신된 환자의 생체 정보를 데이터베이스에 저장할 수 있다. 이때, 데이터베이스에는 환자의 식별자 정보(예컨대, 환자 ID, 생년월일, 전화번호 등)과 연관하여 상기 환자의 생체 정보가 저장될 수 있으며, 이미 저장되어 있는 경우, 환자의 식별자 정보에 기초하여 이미 저장된 생체 정보에 이어 상기 수신된 환자의 생체 정보가 누적 저장되도록 데이터베이스가 업데이트될 수 있다. 이렇게 누적 저장된 정보는 환자의 건강 상태, 병력 체크를 위해 이용될 수 있다.
- [0117] DMK(Decision-making knowledge) 레이어에서 환자의 건강 상태를 결정하는 프로세스가 수행될 수 있으며, 환자의 건강 상태는 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)를 이용하여 결정될 수 있다. 즉, 환자 상태값이 계산될 수 있다. 여기서, 타입 2 퍼지 논리(interval Type-2 fuzzy logic)는 퍼지화(fuzzification), 추론 엔진(inference engine), 타입 감속기(type-reducer), 디퍼지화(defuzzification)를 포함할 수 있다. 퍼지

화(fuzzification), 추론 엔진(inference engine), 타입 감속기(type-reducer), 디퍼지화(defuzzification)는 도 12 내지 도 14를 참고하여 상세히 설명하기로 한다.

[0119] 도 12는 본 발명의 일실시예에 있어서, 센서 데이터를 타입 2 퍼지 집합에 맵핑하는 퍼지화(fuzzification)의 동작을 도시한 도면이다.

[0120] 도 12를 참고하면, 퍼지화(Fuzzification)는 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 fuzzy set)을 생성하기 위해 센서들(예컨대, 센서 1, 센서 2, ..., 센서 n)의 입력값(crisp input value)을 타입 2 퍼지 논리에 해당하는 타입 2 멤버십 함수(interval Type-2 Membership Function, MF)(즉, 타입 2 퍼지 집합)에 맵핑하기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 삼각형 멤버십 함수(triangular MF)가 이용될 수 있으며, 상기 MF는 아래의 수학적 식 1, 수학적 식 2 및 수학적 식 3과 같이, 4개의 선형 함수와 5개의 포인트들(a, b, c, d, e)에 기초할 수 있다.

[0121] [수학적 식 1]

[0122]
$$\text{Triangular}(x, a, b, c, d, e) = \max(0, \min(z_1, z_2, e))$$

[0123] [수학적 식 2]

[0124]
$$z_1(x, a, b, c) = e \frac{x - e}{b - a}$$

[0125] [수학적 식 3]

[0126]
$$z_2(x, c, d, e) = e \frac{d - x}{d - c}$$

[0127] 다시 도 12를 참고하면, 퍼지화를 통해 혈압(BP), 혈당(BS), 콜레스테롤(Ch), 심장 박동수(HR), 나이(Age), 체중(weight), 신체 움직임(BM)과 같이 8개의 데이터가 타입 2 퍼지 집합(Type-2 fuzzy set)에 맵핑될 수 있다. 타입 2 퍼지 집합(interval Type-2 set)을 기반으로 타입 1 퍼지 집합(interval Type-1 set)이 생성될 수 있다. 이처럼, 센서로부터 수집된 생체 정보(즉, 센서 데이터)와 함께 환자의 개인 정보 중 적어도 일부가 타입 1 퍼지 집합 생성을 위해 타입 2 퍼지 집합에 맵핑될 수 있으며, 개인 정보 이외에 생체 정보만 맵핑될 수도 있다.

[0128]

[0129] 도 13은 본 발명의 일실시예에 있어서, 타입 2 퍼지 집합에 대한 추론 엔진의 출력 결과를 도시한 도면이다.

[0130] 언어값(linguistic value)을 갖는 규칙(rule) 및 간격(interval)이 지식 및 규칙 기반 온톨로지에 저장될 수 있다. 도 13을 참고하면, 추론 엔진 제어부(1020)는, 지식 및 규칙 기반 온톨로지에 저장된 규칙을 퍼지화를 통해 생성된 타입 2 퍼지 집합(즉, 센서 데이터가 맵핑된 타입 2 MF)에 적용할 수 있다. 예를 들어, 추론 엔진 제어부(1020)는 입력된 타입 2 퍼지 집합(1310)(즉, 입력 변수)으로부터 지식 및 규칙 기반 온톨로지에 저장된 규칙과 해당 규칙의 연산자(join () and meet (^))에 기초하여 타입 2 퍼지 논리의 출력 결과 생성을 위한 출력 변수(1320)를 설정할 수 있다. 예컨대, 상기 출력 변수(1320)에 기초하여 타입 2 퍼지 논리의 출력 결과(즉, 추론 엔진 제어부(1020)의 출력 결과)는 아래의 표 1과 같을 수 있다.

표 1

[0131]

Rule₁: Patient(?X), HasBloodPressureSensorTestResult(?X, BPHigh), HasBloodSugarSensorTestResult(?X, BSVHigh), HasCholesterolSensorTestResult(?X, CHVHigh), HasHeartRateSensorTestResult(?X, HRHigh), greaterThan(?BPHigh, 142), greaterThan(?BSVHigh, 200), greaterThan(?CHVHigh, 280), greaterThan(?HRHigh, 95), lessThan(?BPHigh, 180), lessThan(?CHVHigh, 500), lessThan(?HRHigh, 120) → PConditionIs(?X, Serious), isPhysicianOf(?A, ?X) Rule₂: Patient(?X), HasMovementDegreeSensorTestResults(?X, MDegreeLow), greaterThan(?MDegreeLow, 0), lessThan(?MDegreeLow, 10) → PConditionIs(?X, Serious), isNurseOf(?Y, ?X)
--

[0133]

[0134] 도 14는 본 발명의 일실시예에 있어서, 타입 감속기 및 디퍼지화의 출력을 도시한 도면이다.

[0135] 도 14를 참고하면, 추론 엔진 제어부(1020)의 출력 변수(1410)가 타입 감속기(1420)에 입력될 수 있다. 그러면,

즉, 타입 감속기(type reduction, 1420)는 타입 2 퍼지 논리의 출력을 타입 1 퍼지 논리의 출력으로 변환할 수 있다.

[0136] 예를 들어, KMA(Karnik-Mendel Algorithm)가 타입 감속기(1402)로 이용될 수 있으며, KMA를 이용하여 타입 2 퍼지 논리(즉, 타입 2 MF)의 출력이 타입 1 퍼지 집합(즉, 타입 1 MF)로 변환될 수 있다. 여기서, KMA는 아래의 수학적식 4 및 수학적식 5를 이용하여 계산된 센트로이드(centroid)에 기초할 수 있다.

[0137] [수학적식 4]

$$c = \frac{\sum_{i=1}^q \mu(x_i) \cdot x_i}{\sum_{i=1}^q \mu(x_i)}$$

[0138]

[0139] [수학적식 5]

$$[c_l, c_r] = \left[\frac{\sum_{i=1}^q \mu^*(x_i) \cdot x_i}{\sum_{i=1}^q \mu^*(x_i)}, \frac{\sum_{i=1}^q \mu^{**}(x_i) \cdot x_i}{\sum_{i=1}^q \mu^{**}(x_i)} \right]$$

[0140]

[0141] 디퍼지화(defuzzification, 1440)는 타입 감속기(1420)의 출력 포인트의 평균을 계산하여 출력할 수 있다. 예컨대, 디퍼지화(1440)를 통해 타입 감속기(1420)의 출력(1430)에 해당하는 5.48과 10.14의 평균이 계산될 수 있으며, 계산된 평균 7.81이 계산 결과값(crisp output, 1450)으로 출력될 수 있다. 상기 디퍼지화(1440)를 통해 계산된 계산 결과값(1450)은 현재 환자의 건강 상태를 나타내는 환자 상태값(patient condition value)로 이용될 수 있다. 예컨대, 7.81이 환자 상태값에 해당할 수 있다. 그러면, 환자 상태값은 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology)에 할당되어, 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품 및 식품이 추천될 수 있다. 약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods recommendation ontology)는 환자의 건강 상태에 따라 알맞은 의약품 및 식품을 추천하기 위해 복수의 레벨 별로 의약품, 식품 각각을 분류할 수 있다. 예컨대, 복수의 식품들, 의약품들이 VL(Very Low), L(Low), M(Medium), H(High), VH(Very High) 등으로 구분될 수 있으며, 환자의 상태값이 VL에 해당하는 경우, VL에 해당하는 식품들 및 VL에 해당하는 의약품들이 추천 식품 및 의약품으로 결정되어 의사, 환자, 간병인, 간호사 등에게 제공될 수 있다.

[0142] 도 14에서 설명한 바와 같이, 디퍼지화를 통해 환자 상태값이 출력되고, 환자 상태값은 환자의 건강 상태를 나타내는 것으로서 퍼지 집합(fuzzy set)으로 정의될 수 있다. 여기서 퍼지 집합은 생체 정보 및 개인 정보(예컨대, 혈압, 혈당 레벨 정보, 콜레스테롤 레벨/수치 정보, 신체의 움직임 정보, 심박수, 나이, 체중)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 혈압, 혈당, 콜레스테롤 레벨 정보, 신체의 움직임 정보 각각은 복수의 레벨 VL(Very Low), L(Low), M(Medium), H(High), VH(Very High)를 포함하는 퍼지 집합을 가질 수 있으며, 심박수는 L(Low), M(Medium), H(High)를 포함하는 퍼지 집합, 나이는 Very Young, Young, Mild, Old, Very Old를 포함하는 퍼지 집합, 체중은 Light, Normal, Heavy를 포함하는 퍼지 집합을 가질 수 있다.

[0143] 이때, 환자의 생체 정보 및 개인 정보는 불확실성 정보로서, 멤버십 등급을 [0, 1]로 결정하기 어려우므로, 타입 2 퍼지 논리(즉, 타입 2 퍼지 집합)이 이용될 수 있다. 타입 2 퍼지 집합의 엘리먼트들(elements)의 등급은 [0, 1]의 퍼지 집합에 해당할 수 있다.

[0145] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 있어서, 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology)의 구조를 도시한 도면이다.

[0146] 도 15에서 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology)는 도 9의 데이터베이스, 환자 온톨로지, 센서 온톨로지, 지식 및 규칙 기반 온톨로지, 의약품 및 식품 추천 온톨로지를 포함할 수 있다.

[0147] 도 15를 참고하면, 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology, 1510)는 도메인 스택(domain stack, 1520), 개념 및 관계 스택(concept and relation stack, 1530), 타입 1 퍼지 집합 스택(Type-1 Fuzzy set stack, 1540) 및 타입 2 퍼지 집합 스택(Type-2 Fuzzy set stack, 1550)으로 구분될 수 있다. 도 15에서, 퍼지 변수는 타입 2 퍼지 논리의 입력 변수로서, 예컨대, 혈압, 혈당, 콜레스테롤, 심박수, 신체 움직임 등의 환자 생체 정보와, 나이, 성별, 체중, 키 등의 환자 개인 정보를 포함할 수 있다.

[0148] 도메인 스택(1502)은, 도메인 전문가가 개발한 도메인 온톨로지(예컨대, 환자 온톨로지, 센서 온톨로지 및 데이터베이스)를 나타낼 수 있다. 환자 온톨로지, 데이터베이스, 센서 온톨로지는 환자의 개인 정보 및 환자의 생

체 정보 검색을 위해 이용될 수 있다.

- [0149] 개념 및 관계 스택(concept and relation stack, 1530)은 온톨로지 데이터들 간의 개념(concept) 및 관계(relationship)를 정의할 수 있으며, 나이, 체중, 키 등과 같이 실제 세계에서 불확실성을 갖는 환자 프로파일을 나타내는 퍼지 개념을 포함할 수 있다. 그리고, 개념 및 관계 스택(concept and relation stack, 1530)은 퍼지 변수 간의 관계(relation)를 만들기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 나이와 혈당, 나이와 혈압, 혈압과 심박수, 성별, 나이, 혈압과 심박수, 또는 나이, 혈압, 심박수 등 간의 관계를 생성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0150] 타입 1 퍼지 집합 스택(Type-1 Fuzzy set stack, 1540)은 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology, 1510) 내의 각 퍼지 변수에 대한 퍼지 개념(fuzzy concept)을 정의한 스택을 나타낼 수 있다. 예컨대, 퍼지 변수 age(나이)는 환자 온톨로지(patient ontology)에서 정의될 수 있으며, 퍼지 변수 age 는 'young', 'mild', 'old' 등을 포함하는 퍼지 집합(즉, 타입 2 퍼지 집합)을 가질 수 있다. 퍼지 변수 weight(체중)는 Light, Normal, Heavy를 포함하는 퍼지 집합을 가질 수 있다.
- [0151] 타입 2 퍼지 집합 스택(Type-2 Fuzzy set stack, 1550)은 타입 1 퍼지 집합 스택(1540)을 확장한 것으로서, 이전 스택의 출력을 결합하고, 환자의 건강 상태를 결정하기 위해 이용될 수 있다.
- [0152] 이처럼, 타입 2 퍼지 건강 처방 온톨로지(Type-2 Fuzzy Health Prescription Ontology, 1510)(예컨대, 환자 온톨로지, 센서 온톨로지, 의약품 및 식품 추천 온톨로지, 지식 및 규칙 기반 온톨로지 등)는 시스템과 사람 사이에 도메인(domain) 지식을 공유하고 정보를 처리하기 위해 이용될 수 있다. 온톨로지는 OWL(Ontology Language)라는 언어를 이용하여 구현될 수 있으며, 예컨대, 오픈 소스 소프트웨어인 Protégé[®] OWL을 이용하여 이용하여 상기 복수의 온톨로지들이 작성될 수 있다.
- [0153] 상기 온톨로지(1510)는 클래스(class), 퍼지 데이터 타입(fuzzy data type), 데이터 속성(data property), 객체 속성(object property), 인스턴스(instance), 및 공리(axioms)를 포함할 수 있다. 여기서, 클래스는 개념 및 관계 스택(concept and relation stack, 1530)에 해당하고, 데이터와 객체 속성은 기본 데이터 타입(basic data type)에 연결된 클래스의 관계와 속성의 정의한 것에 해당할 수 있다. 즉, 객체와 데이터 속성은 퍼지 관계를 나타낼 수 있다. 예를 들어, 'Goro has-blood-pressure-sensor-test-result BP-very-high at a degree 0.8'에서, 객체 관계(relationship)는 멤버십 등급(즉, 회원/사용자 등급) degree 0.8에서 속성을 기반으로 인스턴스들을 연결한 것으로서, 속성 'has-blood-pressure-sensor-test-result'는 인스턴스 'Goro'와 'BP-very-high'를 연결할 수 있다. 다른 예로, 'patient Goro has age old at degree 0.7'에서, 'has age'는 데이터 속성으로서, 인스턴스 'Goro'와 'old'를 연결할 수 있다.
- [0154] 퍼지 데이터 타입은 퍼지 변수(즉, 멤버십 변수)의 간격(interval)을 나타내는 것으로서, 예를 들어, 퍼지 변수 혈당의 경우, VL, L, M, H, VH가 퍼지 데이터 타입에 포함될 수 있다. 즉, 퍼지 데이터 타입은 퍼지 변수에 해당하는 퍼지 집합을 나타낼 수 있다.
- [0155] 상기 온톨로지(1510)에서 환자 온톨로지(patient ontology)는 데이터베이스에서 환자의 개인 정보를 검색하기 위해 이용될 수 있다. 환자의 개인 정보는 불확실성 정보로서, 환자 온톨로지(patient ontology)는 불확실성 데이터에 대한 모호한 지식 표현을 위해 퍼지 개념과 관계(fuzzy concept and relation)를 포함할 수 있다. 여기서, 퍼지 개념(fuzzy concept)은 인스턴스(instance)가 특정한 등급(degree)에 속함을 나타낼 수 있다.
- [0156] 센서 온톨로지(sensor ontology)는 만성 환자 모니터링을 위해 개인화된 솔루션에 해당할 수 있다. 센서 온톨로지는 환자 온톨로지, 지식 및 규칙 기반 온톨로지에 링크 연결(linked)될 수 있다. 환자 온톨로지 중 인스턴스 name, age, id, weight를 제외하고, 지식 및 규칙 기반 온톨로지의 다른 규칙이 센서 테스트를 위해 정의될 수 있다. 즉, 센서 온톨로지는 데이터베이스에서 센서들로부터 수집된 정보들 중 환자에 해당하는 정보를 검색하기 위한 지식(knowledge)을 정의할 수 있다. 예를 들어, 센서들로부터 수집된 정보인 혈당 레벨 정보, 당화혈색소(HbA1C), 콜레스테롤 레벨 정보, 심박수 정보, 신체 움직임 정보, 체중 및 신장 정보 등이 인스턴스(instance)에 포함될 수 있다. 이때, 상기 센서들로부터 수집된 정보(즉, 생체 정보) 및 검색된 환자의 기본 정보를 기반으로 환자의 건강 상태를 결정하기 위해 이용되는 규칙은 아래의 표 2와 같을 수 있다.

표 2

Rule: Patient(?X), HasBloodPressureSensorTestResult(?X, BPMedium), HasBloodSugarSensorTestResult(?X, BSMedium), HasCholesterolSensorTestResult(?X, CHVLow), greaterThan(?BPMedium, 125), lessThan(?BPMedium, 154), greaterThan(?BSMedium, 75), lessThan(?BSMedium, 160), greaterThan(?CHVLow, 0), lessThan(?CHVLow, 170) -> PConditionIs(?X, Healthy).
--

[0157]

- [0158] 표 2의 규칙은, '환자 X의 혈압이 125와 154 사이, 혈당이 75와 160 사이, 콜레스테롤이 0과 170 사이인 경우, 환자의 상태는 건강하다'를 나타낼 수 있다. 즉, 환자의 생체 정보(혈압, 혈당, 콜레스테롤 등)이 입력 변수(퍼지 변수)로 설정되면, 상기 규칙을 기반으로 환자의 건강 상태는 '건강하다'가 결정될 수 있으며, '건강하다'는 환자 상태값이 출력 결과로 생성될 수 있다.
- [0159] 의약품 및 식품 추천 온톨로지(drugs and foods ontology)는 환자의 건강 상태에 따라 자동으로 의약품을 결정하기 위해 의미론적 지식 및 의학 용어를 포함할 수 있다. 예를 들어, 당뇨병 의약품의 경우, 의약품 및 식품 추천 온톨로지는 당뇨병 의약품에 속하는 약품들을 대상으로, 환자의 건강 상태에 따라 알맞은 약품들을 추천하기 위해 당뇨병 의약품 클래스를 복수개의 하위 클래스로 분류할 수 있다. 이때, 환자의 건강 상태에 따라 추천되는 약에 대한 규칙들이 존재할 수 있다.
- [0160] 일례로, 당뇨병 약물 클래스는 환자의 건강 상태가 저혈당, 중간, 고혈당에 해당하는지 여부에 Low-Drugs(저혈당 의약품), Medium-Drugs(중간혈당 의약품) 및 High-Drugs(고혈당 의약품)과 같이 3가지 하위 클래스로 분류될 수 있다. 하위 클래스 Low-Drugs는 메트포르민(biguanide)과 티아 졸리 딘 디온(thiazolidinedione)과 같이 간에서 생성되는 혈당량을 줄이는 약품을 포함할 수 있다. 하위 클래스 Medium-Drugs는 알파-글루코시다아제 억제제(alpha-glucosidase inhibitors)와 같이 설장으로 식품이 분해되는 것을 방지하는 약품을 포함할 수 있다. 하위 클래스 High-Drugs는 몸에서 인슐린의 생성을 증가시키는 약품을 포함할 수 있다. 예컨대, DPP-4(dipeptidyl peptidase 4) 억제제인 saxagliptin, sitagliptin, 메글리티나이드계(meglitinides)인 repaglinide, nateglinide, 술폰닐 요소(sulfonylureas)인 glipizide, glimepiride, glyburide 등을 포함할 수 있다.
- [0161] 의약품 및 식품 추천 온톨로지는 환자의 상태값을 기반으로 환자의 건강 상태에 해당하는 의약품 및 식품 추천을 위해 스마트 의약품 상자, 병원 및 가정의 의약품 저장소와 연결될 수 있다.
- [0162] 예를 들어, 스마트 의약품 상자의 내부에 복수개의 센서들이 부착되어 종류 별 약품 개수, 의약품의 잔여량/개수 등을 미리 정의된 주기마다 정기적으로 확인하여 라우터를 통해 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)로 전달할 수 있다. 여기서, 스마트 의약품 상자(smart medicine box)는 데일리 의약품(daily drugs)을 포함할 수 있다. 그러면, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 병원 및 가정의 의약품 저장소에 저장된 의약품 중 현재 환자의 건강 상태에 해당하는 종류의 의약품들이 스마트 의약품 상자에 할당되도록 제어할 수 있다. 예컨대, 스마트 의약품 상자에 저장된 의약품들 중 환자의 건강 상태에 해당하는 종류의 의약품들의 양/개수가 미리 정의된 기준값 미만인 경우, 해당 약품의 잔여량/개수와 함께 필요한 의약품의 종류, 개수에 대한 정보를 환자, 간호사, 의사 또는 간병인 등의 단말로 제공할 수 있다. 가정 의약품 저장소에 해당하는 클래스는 질병 별로 VL, L, M, H, VH로 구분하여 서로 다른 종류의 하위 클래스로 분류되고, 병원 의약품 저장소에 해당하는 클래스는 응급 치료, 응급 의료 서비스 등의 하위 클래스로 분류될 수 있다. 그리고, 메인 클래스(즉, 하위 클래스가 속하는 상위 클래스) 별로 정기적으로 의약품의 종류 및 양이 확인될 수 있다.
- [0163] 한편, 의사(즉, 의사가 소지한 단말)은 인증을 통해 응급 서비스를 위한 환자 및 센서 온톨로지 제어부의 병력 정보를 액세스할 수 있다. 예를 들어, 의사 ID에 기초하여 의사임이 인증된 단말을 대상으로, 환자 온톨로지 및 센서 온톨로지 제어부의 병력 정보 검색이 가능할 수 있다.
- [0164] 의약품 추천과 함께 건강 식품의 추천은 당뇨병을 컨트롤하는데 매우 중요한 요소에 해당할 수 있다. 영양 전문가들과의 상담없이도 모든 당뇨병 환자들이 항상 자신의 건강 상태에 알맞은 식품/식단을 추천받기 위해 식품 온톨로지가 이용될 수 있다. 이처럼, 식품 온톨로지(food ontology)는 당뇨병 환자들관련 식품 목록을 제공하기 위한 식품에 대한 지식(knowledge)을 포함할 수 있다. 식품 온톨로지는 스마트 냉장고(smart refrigerator)와 링크 연결(linked)될 수 있으며, 스마트 냉장고 내부에는 복수개의 작은 센서들이 부착되어 칼로리 별로 식품의 종류 및 개수를 정기적으로 감지할 수 있다. 예컨대, 당뇨병 환자를 위한 식품들은 칼로리(저칼로리 식품, 중간 칼로리 식품, 고칼로리 식품)에 따라 분류되어 스마트 냉장고에서 관리될 수 있다. 이때, 환자의 건강 상태에 좋은 음식을 추천하기 위해 다양한 규칙들이 이용될 수 있으며, 규칙 적용을 위해 의약품 및 식품 추천 온톨로지는 지식 및 규칙 기반 온톨로지와 연결될 수 있다.
- [0165] 예를 들어, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 식품 온톨로지를 기반으로 환자 온톨로지 제어부의 개인 정보(예컨대, 나이, 체중, 신장/키)를 검색하고, 센서 온톨로지 제어부의 신체 움직임 정보를 검색할 수 있다. 그리고, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 검색된 정보들에 기초하여 환자의 혈당에 대한

기초 신진 대사율(BMR)과 일일 칼로리 요구량을 계산할 수 있다. 그리고, 의약품 및 식품 추천 온톨로지 제어부(1030)는 계산된 일일 칼로리 요구량, 신진 대사율과 지식 및 규칙 기반 온톨로지서 추출된 규칙을 기반으로 추천 식품을 결정할 수 있다. 아래의 표 3은 식품 추천을 위해 이용되는 규칙에 해당할 수 있다.

표 3

Rule 1: Name (?X), isPatientOf(?X, BloodSugar), HasCalories(?X, Maintain) -> FoodTake(?X, Medium-Calories)
Rule 2: Name (?X), isPatientOf(?X, BloodSugar), HasCalories(?X, Lose) -> FoodTake(?X, low-Calories)
Rule 3: Name (?X), isPatientOf(?X, BloodSugar), HasCalories(?X, High) -> FoodTake(?X, high-Calories)

이하에서는 u-Health 지원 시스템(1000)의 성능 평가에 대해 설명하고자 한다.

성능 평가를 위해 DL 질의(query)와 SPARQL 질의(query) 등의 질의 응답 폼(form)이 이용될 수 있다. 아래의 표 4는 타입 2 퍼지 논리에 기초한 u-Health 지원 시스템(1000)의 성능 평가를 나타낼 수 있다.

표 4

No	Blood Sugar (BS)	Blood Pressure (BP)	Cholesterol (CH)	Heart Rate (HR)	Body Movement (BM)	Age	Weight	The Proposed System-based Health Value	Patient Health Condition	Food and Drug Recommendation Ontology Precision
1	190	130	210	88	33	54	94	8.79	Serious	100%
2	140	130	225	85	29	27	80	4.86	Moderate	100%
3	130	120	200	70	20	51	76	3.95	Healthy	100%
4	150	110	240	90	43	56	61	5.98	Moderate	100%
5	160	120	250	95	50	52	69	6.25	Moderate	100%
6	170	130	260	65	25	54	79	7.33	Serious	100%
7	180	140	250	80	19	72	58	6.51	Serious	100%
8	210	160	210	75	34	61	82	7.81	Serious	100%
9	160	180	250	77	19	66	53	8.35	Serious	100%
10	145	150	160	67	25	53	56	2.59	Healthy	100%

표 4에서, 혈당(BS), 혈압(BP), 콜레스테롤(CH), 심박수(HR), 신체 움직임(BM), 나이(age), 체중(weight)에 따라 다양한 조건에서 44가지 당뇨병 환자의 건강 수치(즉, 환자 상태값)을 계산하기 위해 이용되었으며, 환자 상태값(Health Value)이 0.0 내지 5.0이면 환자의 건강 상태는 Health(즉, 건강), 환자 상태값(Health Value)이 2.5 내지 7.5이면 환자의 건강 상태는 Moderate(즉, 보통), 환자 상태값(Health Value)이 5.0 내지 10이면, 환자의 건강 상태는 Serious(즉, 심각)으로 결정될 수 있다. 결정된 환자의 건강 상태는 전문가의 결정과 비교한 결과, 대부분의 결과가 전문가의 결정과 일치하였다. 시스템과 전문가 간의 일치는 아래의 수학적 식 6에 기초하는 코헨의 카파 계수 방정식(cohen 's kappa coefficient equation)에 기초하여 계산될 수 있다.

$$K = \frac{\Pr(a) - \Pr(e)}{1 - \Pr(e)}$$

수학적 식 6에서, $\Pr(a)$ 는 실제 관찰된 일치를 나타내고, $\Pr(e)$ 는 확률 일치(chance agreement)를 나타낼 수 있다.

$\Pr(a)$ 와 $\Pr(e)$ 둘다 완전히 일치하는 경우, $K=1$ 이고, 일치하지 않는 경우, $K=0$ 으로 계산될 수 있다. u-Health 지원 시스템과 전문가 간의 일치 확률은 93.6%에 해당할 수 있다. 위의 표 4의 결과로부터 u-Health 지원 시스템의 예측 정확도가 우수하고, 의약품 및 식품 추천의 정확도가 100%임 확인할 수 있다. 의사와 환자의 요구 사항을 충족시키기 때문에, IoT 기반 헬스케어(의료)에 사용될 수 있다.

아래의 표 5는 타입 2 퍼지 논리(T2FL)와 타입 2 퍼지 논리(T1FL)의 성능을 비교한 결과를 나타낼 수 있다.

표 5

Diabetes patients	Total extracted recommended items (foods and drugs)	Classic Ontology-based system [1,15]				T1FL with classic ontology-based system [8,22,24]				The proposed system based on T2FL and fuzzy ontology			
		Pre (%)	Re (%)	Acc (%)	FM (%)	Pre (%)	Re (%)	Acc (%)	FM (%)	Pre (%)	Re (%)	Acc (%)	FM (%)
1	234	47	53	56	50	83	77	78	80	99	77	77	87
2	331	42	69	60	52	89	82	80	85	99	82	83	90
3	355	47	66	57	55	80	64	63	71	100	83	84	91
4	312	55	69	62	61	82	67	67	74	97	75	77	84
5	290	63	66	62	65	84	63	61	72	97	82	84	89
6	282	66	70	67	68	88	63	65	73	99	82	83	89
7	300	58	64	58	61	88	61	61	72	99	84	86	91
8	261	49	76	63	59	82	62	63	70	96	85	85	90
9	251	56	73	63	64	86	71	73	78	95	86	87	90
10	378	54	69	64	60	81	63	63	71	98	77	80	86
Average		54	67	61	59	84	67	68	75	97	81	83	89

[0176]

[0177]

표 5에서는 기존의 온톨로지 기반 시스템(classic Ontology based system), T1FL 기반 시스템, T2FL 기반 시스템(즉, u-Health 지원 시스템)의 성능 평가 결과를 나타내고 있으며, Pre는 정밀도(precision), Re는 리콜(recall), Acc는 정확도(accuracy), FM은 기능 측정치(function measure)를 나타낼 수 있다. 표 5에 따르면, 기존의 온톨로지 기반 시스템(classic Ontology based system)보다 u-Health 지원 시스템이 정밀도가 54%에서 97%, 정확도가 61%에서 83%, 기능 측정치가 59%에서 89%로 증가되었음을 확인할 수 있다.

[0179]

도 16은 본 발명의 실시예에 있어서, 신경망에 기반한 u-Health 지원 시스템의 네트워크 구조를 도시한 도면이다.

[0180]

도 16을 참고하면, u-Health 지원 시스템은 환자의 건강 상태를 예측하고, 건강 상태에 해당하는 의약품 및 식품을 추천하기 위해 신경망(Neural Network)를 이용할 수 있다. 예를 들어, 신경망은 타입 2 퍼지 온톨로지(interval Type-2 fuzzy Ontology) 기반의 의미론적 지식(semantic knowledge)를 갖춘 신경망에 해당할 수 있으며, 상기 신경망은 데이터베이스에서 환자의 생체 정보 및 개인 정보를 검색한 이후, 검색된 정보를 기반으로 환자의 건강 상태를 예측하기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 신경망을 이용하는 경우, 데이터베이스에 저장된 과거부터 현재까지의 환자의 병력 정보, 개인 정보 및 생체 정보를 기반으로 미래의 환자의 건강 상태가 예측될 수 있다.

[0181]

이상에서 설명한 바와 같이, 기존의 온톨로지(classical ontology)는 환자의 생체 정보가 모호해지면(blurred), 원하는 인스턴스(instance)를 얻을 수 없었으나, 타입 2 퍼지 논리(T2FL) 기반의 의미론적 지식(semantic knowledge)을 이용하여 당뇨병 환자와 같은 만성 환자를 모니터링함으로써, 만성 환자의 현재 건강 상태에 적합한 의약품 및 식품을 자동으로 추천할 수 있다.

[0182]

실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

[0183]

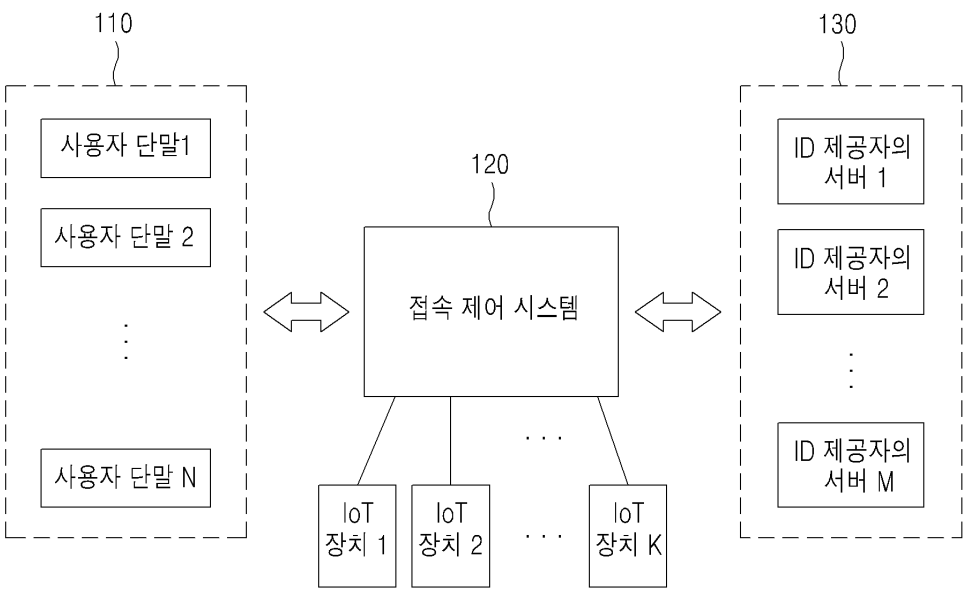
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될

수 있다.

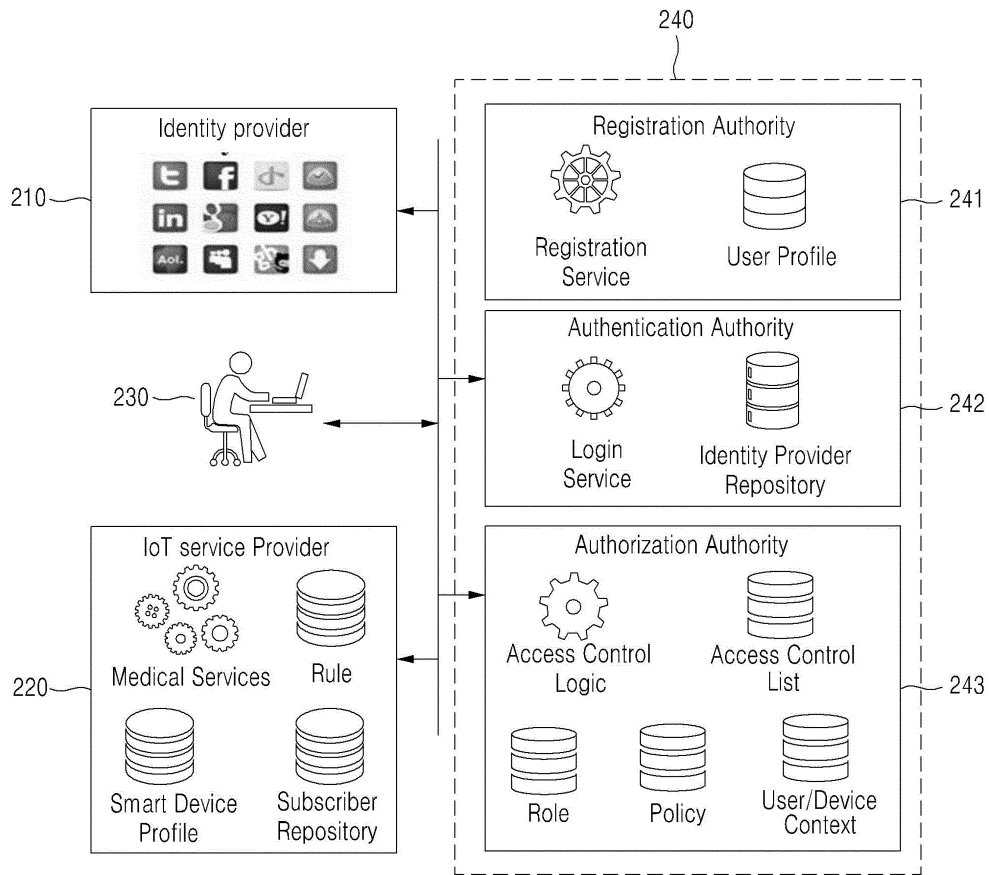
[0184] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

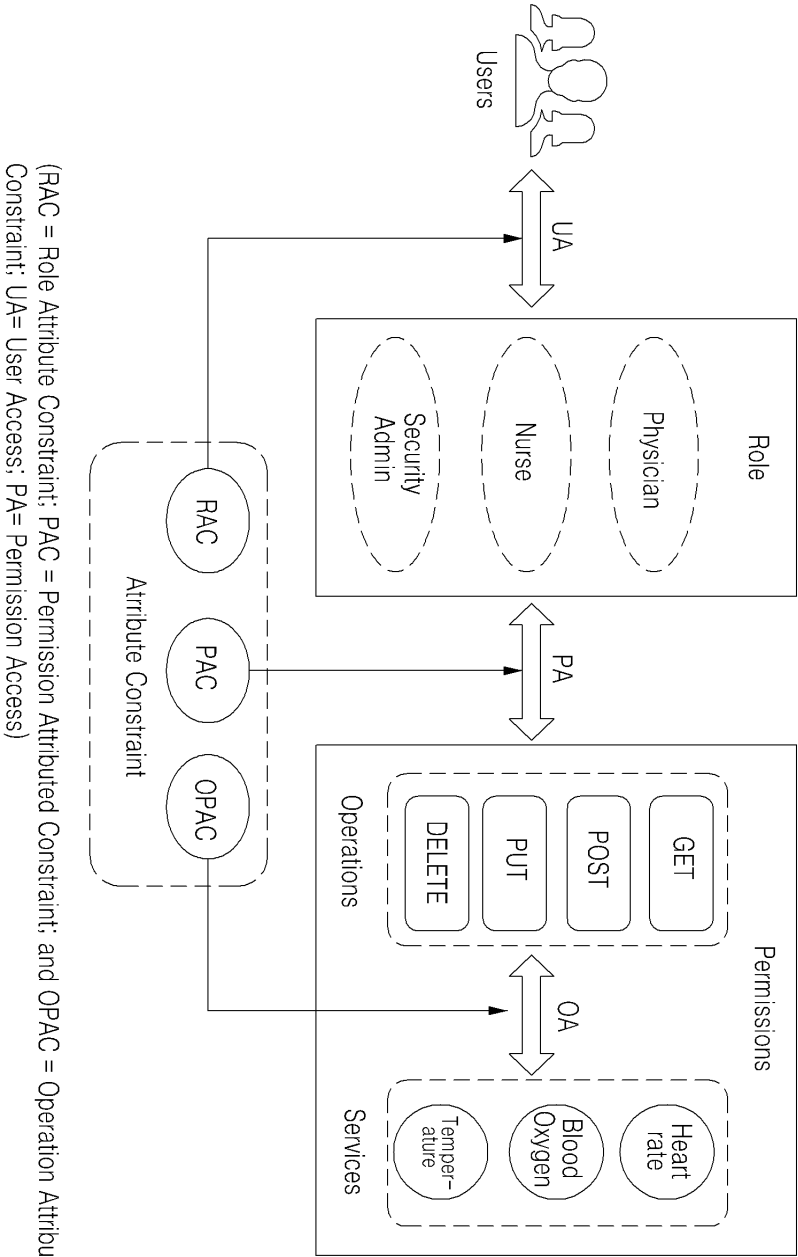
도면1



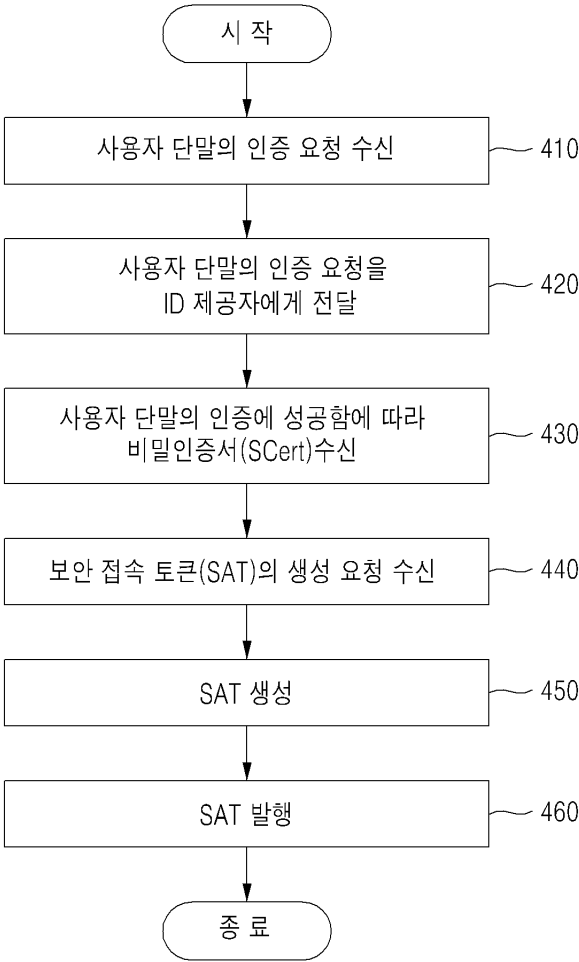
도면2



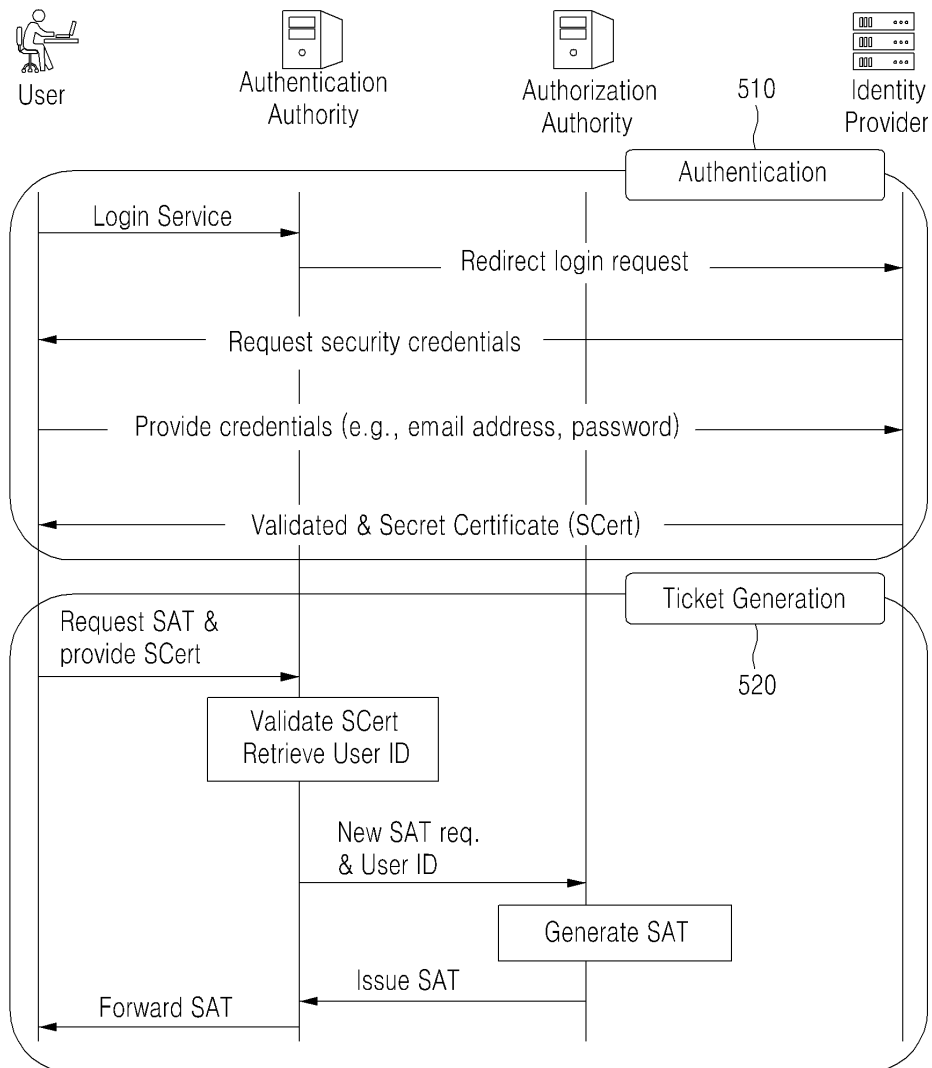
도면3

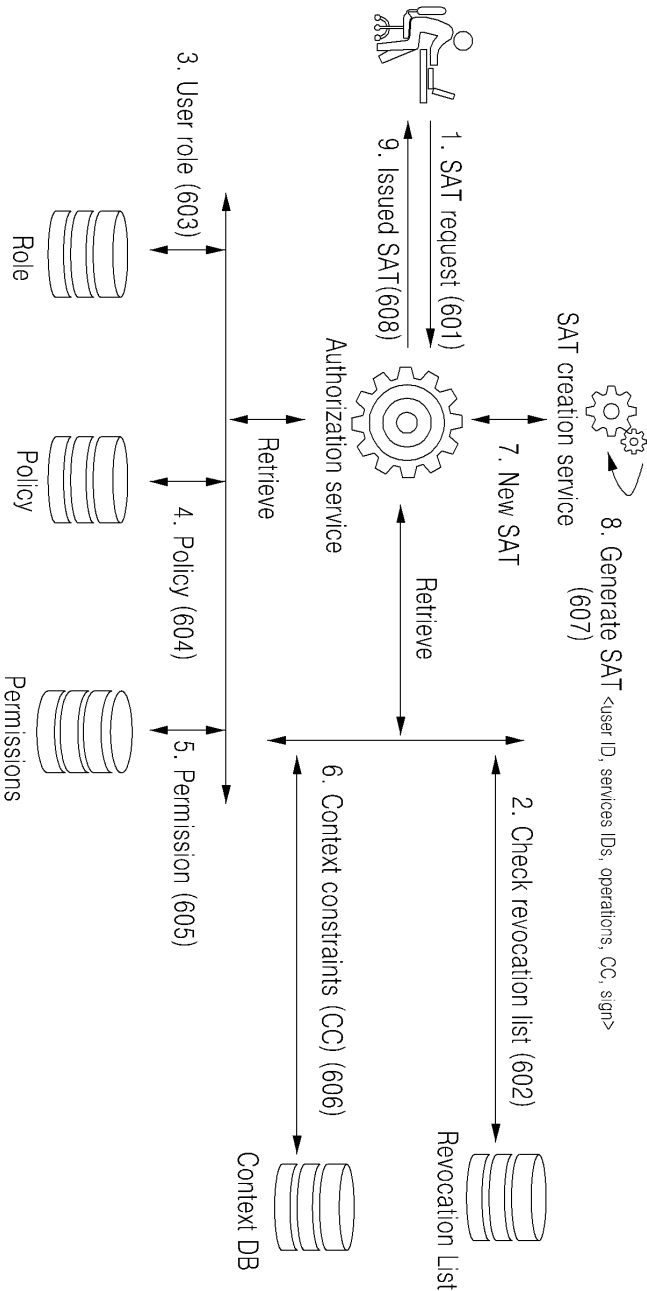


도면4

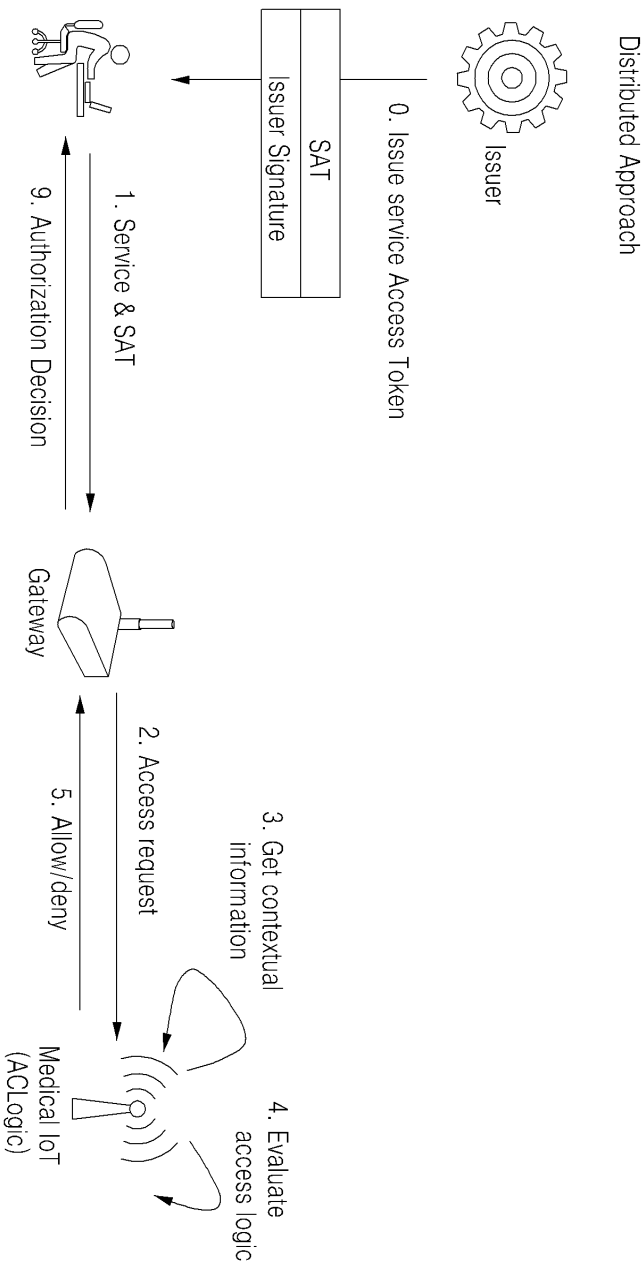


도면5

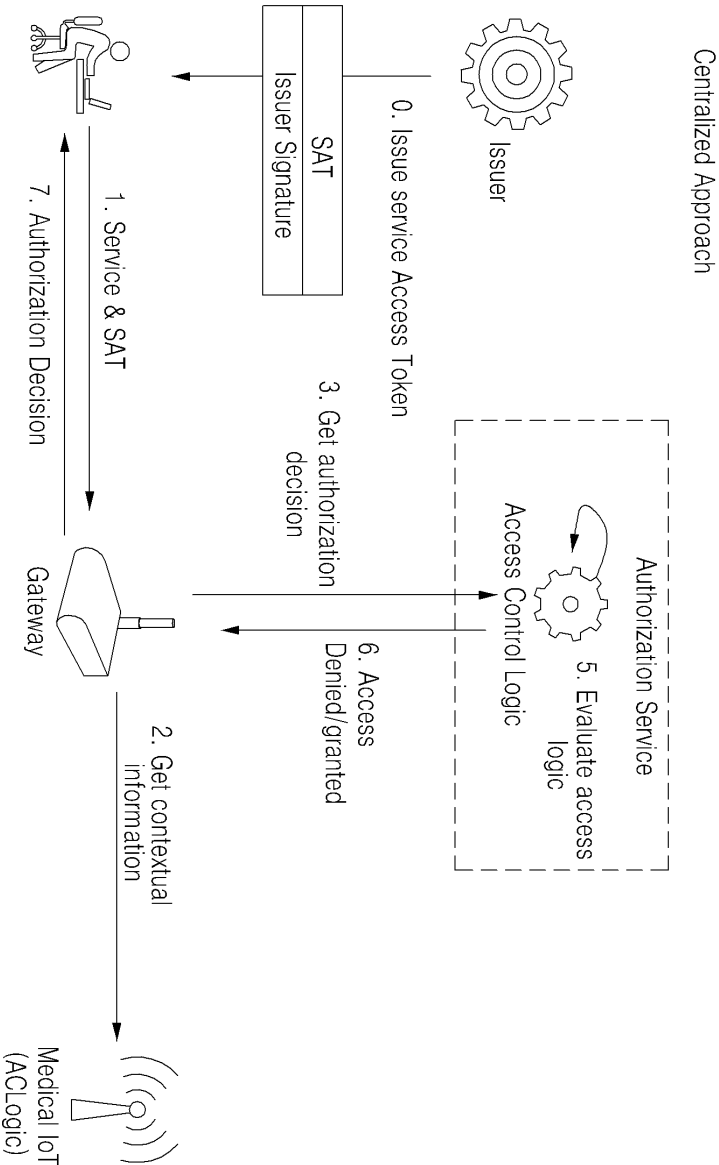




도면6

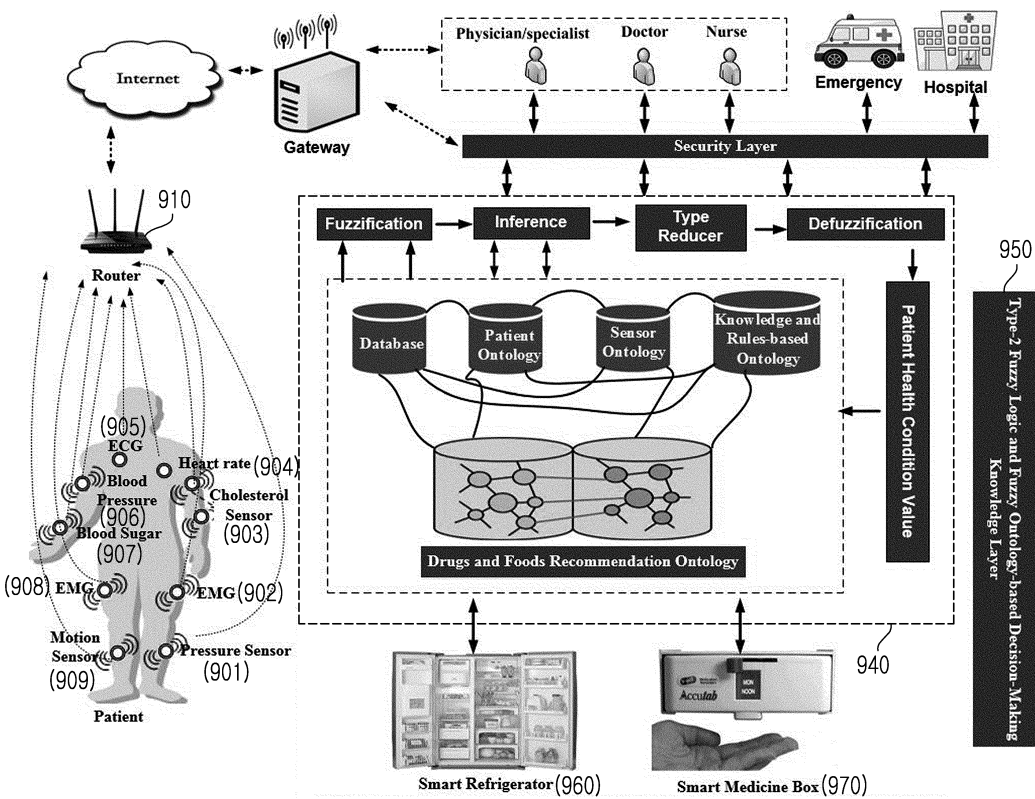


도면7

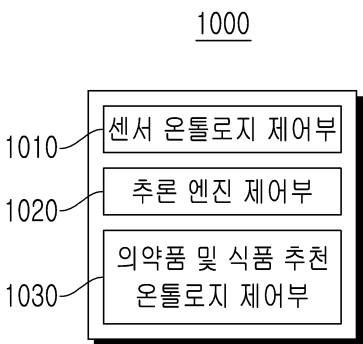


도면8

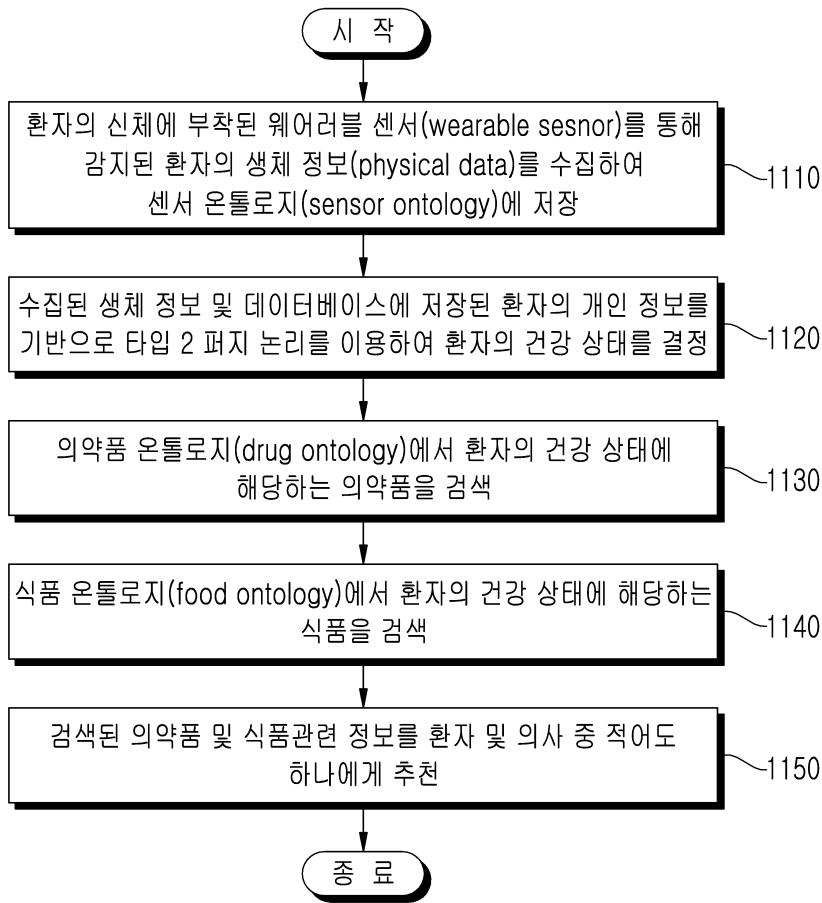
도면9



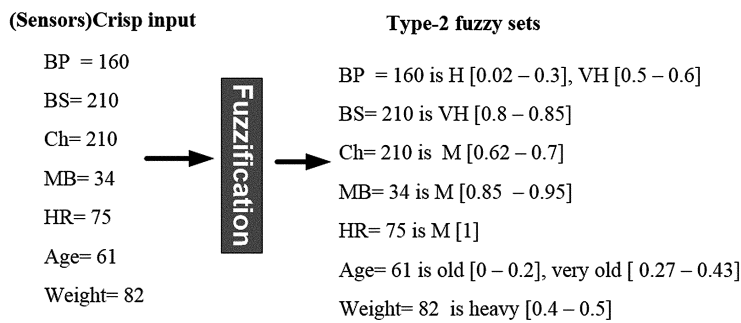
도면10



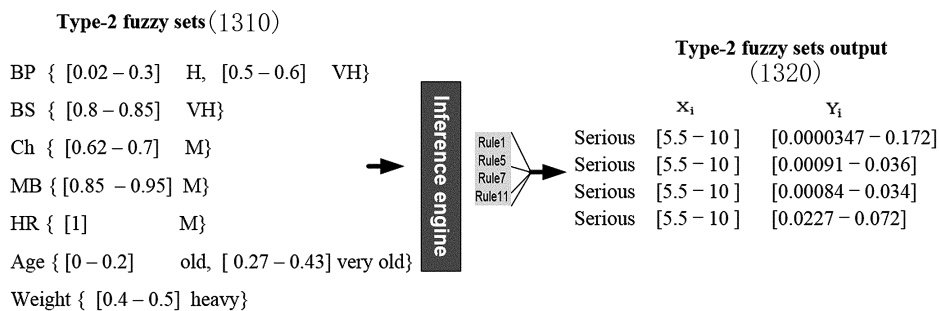
도면11



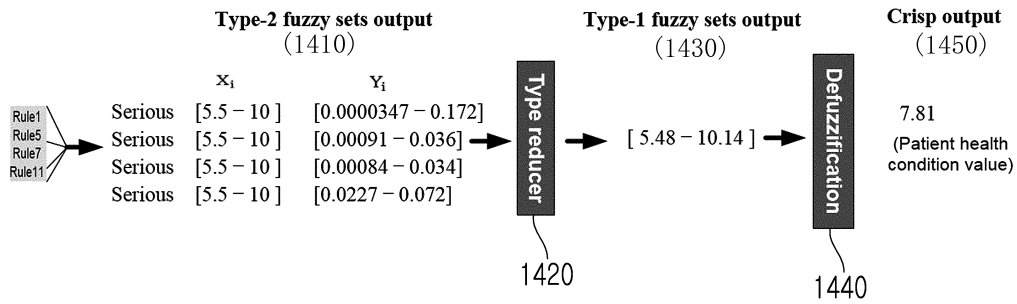
도면12



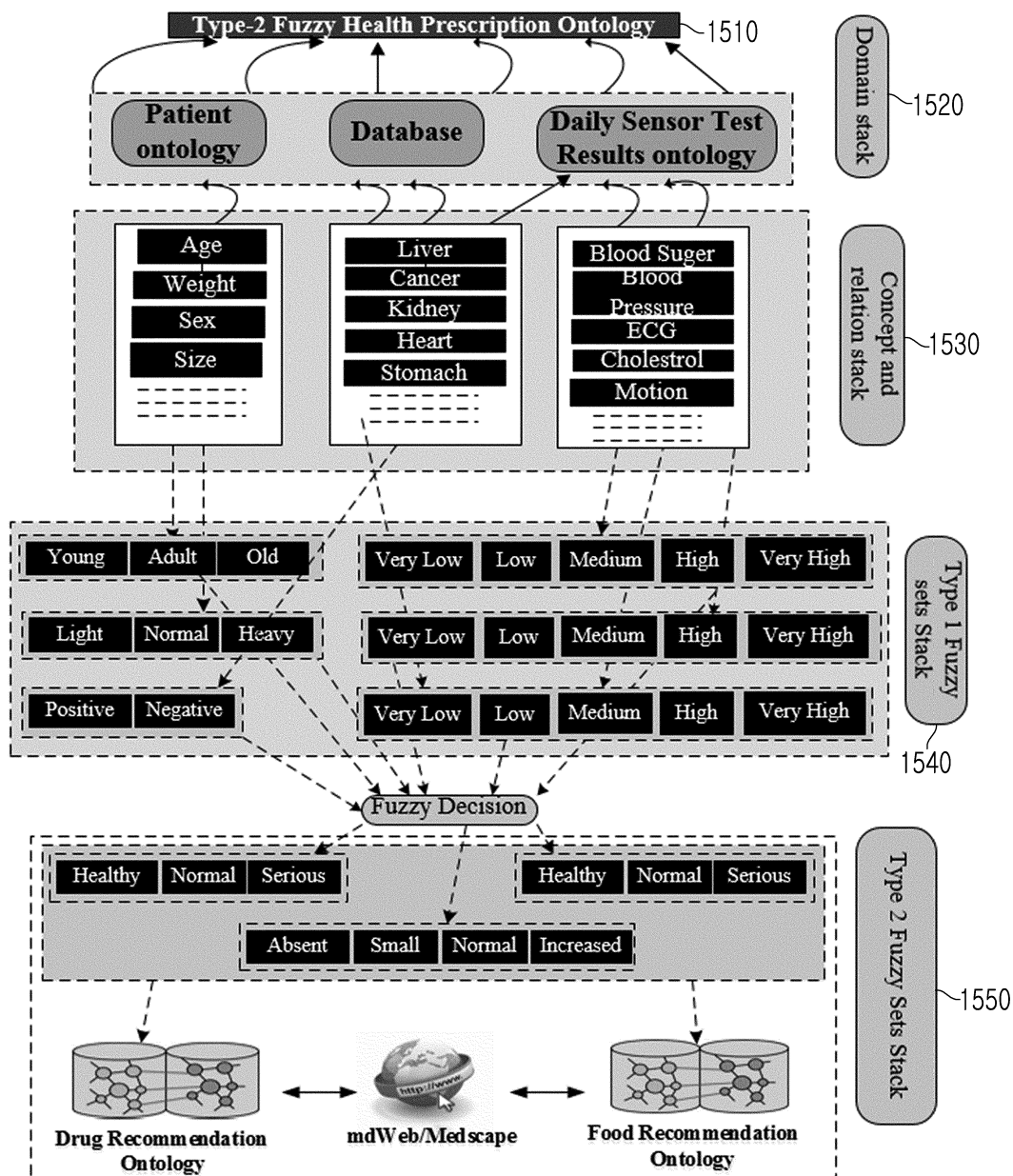
도면13



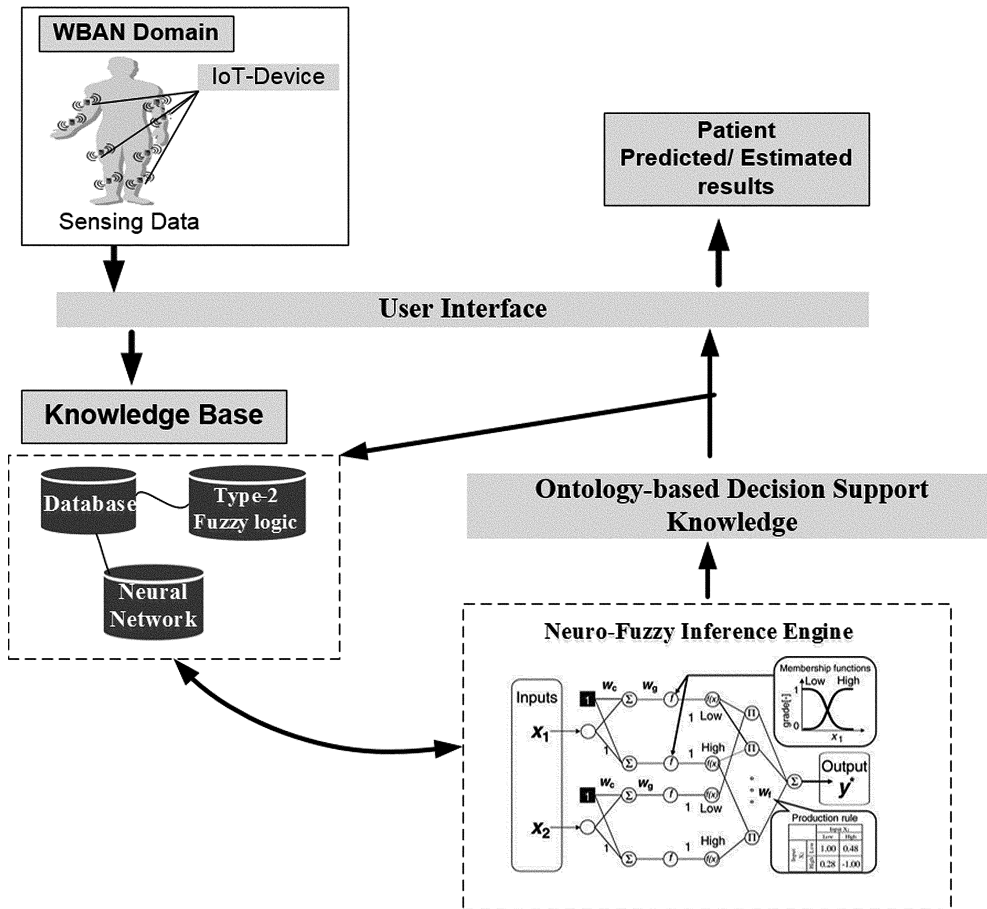
도면14



도면15



도면16



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 4

【변경전】

퍼지화(fuzzificaton)

【변경후】

퍼지화(Fuzzification)