

## MBAN(Medical Body Area Network)에서의 온톨로지 기반 상황인지 시스템 개발에 관한 연구\*

왕 중 수\*\* · 이 동 호\*\*\*

### *A Study on the Ontology-Based Context Aware System for MBAN*

Wang, Jong Soo · Lee, Dong Ho

#### 〈Abstract〉

The u-Healthcare system, a new paradigm, provides healthcare and medical service anytime, anywhere in daily life using wired and wireless networks. It only doesn't reach u-Hospital at home, to manage efficient personal health in fitness space, it is essential to feedback process through measuring and analyzing a personal vital signs. MBAN(Medical Body Area Network) is a core of this technology. MBAN, a new paradigm of the u-Healthcare system, can provide healthcare and medical service anytime, anywhere on real time in daily life using u-sensor networks. In this paper, an ontology-based context-awareness in MBAN proposed system development methodology. Accordingly, ontology-based context awareness system on MBAN to Elderly/severe patients/aged/, with measured respiratory rate/temperature/pulse and vital signs having small variables through u-sensor network in real-time, discovered abnormal signs and emergency situations which may happen to people at sleep or activity, alarmed and connected with members of a family or medical emergency alarm(Emergency Call) and 119 system to avoid sudden accidents for early detection. Therefore, We have proposed that accuracy of biological signal sensing and the confidence of ontology should be inspected.

Key Words : MBAN, Ontology-based, Context Aware system, u-Healthcare, Emergency Alert System

## I. 서론

새로운 패러다임인 u-Healthcare 서비스는 일상생활

에서 유무선 네트워크를 활용하여 “언제, 어디서나” 이용 가능한 건강관리 및 의료서비스를 제공하며[1], 단순히 u-Hospital에 그치지 않고 노인 및 만성질환자의 질병을 관리하고, 가정 및 이동공간에서의 건강을 통합관리하기 위해서는 개인의 생체신호 측정 및 전송 분석을 통한 피드백 과정이 필수적이다. 이를 위한 핵심기술이

\* 이 논문은 2009년도 서일대학 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

\*\* 서일대학 인터넷정보과

\*\*\* 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과

MBAN(Medical Body Area Network)이다. 전 세계적으로 u-Healthcare 서비스에 대한 관심도가 높아짐에 따라 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 기술적인 면에서 Medical BAN에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

MBAN은 인간 신체를 중심으로 한 유비쿼터스 센서 네트워킹 기술로 향후 IT와 BT의 접목이라는 트렌드에 부합하여 사회 전반적 영향력이 매우 커질 것으로 예상되며, 개인용 Entertainment 산업과의 시너지 효과가 발생한다면 현재 시점에서 향후 시장 규모를 예단하기가 불가능할 정도로 커질 전망이다.

유비쿼터스 건강관리 서비스 및 시스템은 미래의 인류 사회를 건강하게 만드는 필요한 기술임에는 틀림없을 것이다. 그러나 그와 같은 산업분야에서 국경을 넘어 전 세계적으로 절실하게 필요한 핵심기술이 어떤 기술이 될 것인가를 정확히 예측하기는 매우 어려운 문제이다. 기존 IT, BT기술을 융합하여 사용자의 요구를 충분히 반영한 서비스 모델일 수도 있다. 따라서 지속적인 보건 의료 관련 기술 및 서비스의 발전방향을 모니터링하면 건강관리 산업의 큰 흐름을 볼 수 있으며, 아울러 미래 새로운 거대 건강관리사업(Next Big Thing)에서 국가적 경쟁력을 키울 수 있을 것으로 사료된다.

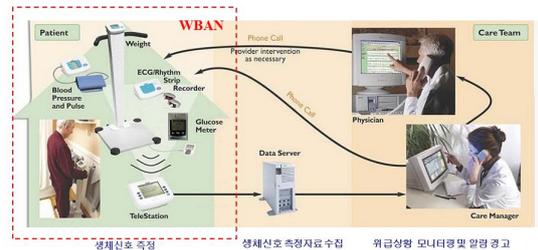
온톨로지는 분명 콘텐츠이지만 그 콘텐츠를 어떻게 담고 조작하며 서비스할 것인가는 쉽지 않은 기술적 문제로써 미국과 유럽의 온톨로지 기술에 대한 연구는 90년대 후반부터 본격화됐으며 빠른 속도로 발전하고 있다. 따라서 Medical BAN에서 바로 적용될 수 있는 온톨로지 응용기술의 개발과 보급이 무엇보다 시급하며, 국내에서도 이와 관련된 기술 분야에서의 중장기적 연구와 더불어 온톨로지 응용기술 개발이 요구된다.

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 환경에서는 끊임없이 동적(dynamic)으로 변화하는 수많은 상태의 상황정보가 발생하게 되고, 그 상황정보를 추상화하는 과정은 필수적이라 할 수 있으며, 상황인지 시스템은 동적인 상황정보에 대한 생성, 조작, 공유 등이 일관성 있게 이루어져야 한다[2].

이에 온톨로지 기반 상황인지 시스템을 적용하여 독거노인/중증환자/고령자/유. 소아 대상으로 호흡/체온/맥박 등 변수가 적은 생체신호를 u-센서 네트워크를 통해 실시간 측정하여 취침시/활동 시에서 발생할 수 있는 이상 징후 및 위급상황을 조기에 발견하여, 가족이나 의료 기관에 위급상황 알람(Emergency Call) 및 119 시스템과 연결하여 돌연 사고를 미연에 방지하고자 본 연구를 제안하였다. 또한 본 연구를 통해 생체신호의 정확한 데이터 센싱과 적용 온톨로지의 신뢰성 검증이 확보되어 아 한다고 사료된다.

## II. MBAN 및 상황인지 시스템 관련 연구 동향

### 2.1 MBAN 관련 연구 동향



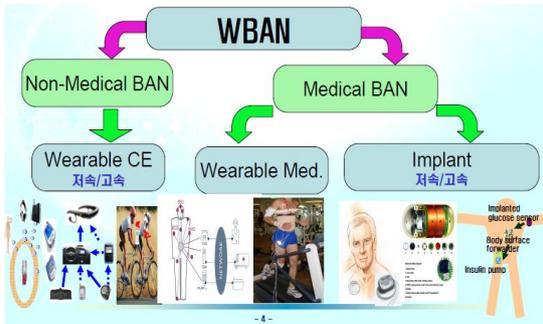
<그림 1> MBAN 환경의 u-Healthcare 시스템 구성

유비쿼터스 컴퓨팅은 가상공간 및 사용자의 상황을 필요로 하는 곳에 센서 노드들을 부착해 환경 정보를 자율적으로 수집하고, 수집된 정보를 관리 및 제어하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 기술이다.

유비쿼터스 시대의 또 다른 핵심 이슈 중의 하나가 WBAN(Wireless Body Area Network)이다. WSN(Wireless Sensor Network)가 넓은 지역에 광범위하게 분포되어 있는 센서들로부터 정보를 수집하는데 비해 WBAN에서는 사람의 인체 내부에 이식된 바이오센서와 인체 외부에 설치되어 있는 센서 또는 무선노드를 통해

생체신호 정보를 수집하거나 교환하게 된다. MBAN 기반의 무선 통신을 이용한 u-Healthcare, 장애우 지원, 신체 상호 작용 및 오락 서비스 등을 제공하며, Ubiquitous 환경에서 인간 중심의 이종 센서 네트워크 서비스 간의 호환성을 위해 MBAN(Wireless Body Area Network) 표준 개발에 관한 논의가 활발히 진행 중이다.

MBAN은 사람에게 부착되거나 심어지는 여러 디바이스간의 통신을 위한 기술로써 PHY/MAC 표준화에 따른 기술 응용 가능 분야가 다양하며, IT·NT 관련 융합 산업 및 미래사회의 인간생활 전반에 막대한 영향을 줄 전망으로 표준기술 로드맵 관점에서, 현재 단계는 국제적으로 IEEE802.15.6 SG-BAN(SG-mBAN 으로도 표현)을 중심으로 MBAN 기능 및 기술 요구 사항을 도출하고 있으며, 2007년 말을 기점으로 관련 기술 기고와 표준화가 본격적으로 진행되고 있다. 또한 IEEE 802.15.6 무선 인체 통신 네트워크(WBAN: Wireless Body Area Network) 기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다 [3]. 향후 유비쿼터스 시대의 다양한 응용에 활용이 가능하므로 시장 잠재력이 매우 크다고 사료된다.



<그림 2> WBAN 분류

WBAN은 현재 다양한 용도로 응용되고 있는데 크게 분류하면 의료용(medical)과 비의료용(non-medical)BAN으로 구분할 수 있다[4]. IEEE 802.15.6 WBAN은 반경 5m 이내의 인체 내·외부를 포함하는 인체 영역에 위치한 의료/비의료 디바이스들로 무선 네트워크를 구성하

는 인체 영역 통신을 수행하는 네트워크이다[5].

<표 1> WBAN 응용분야 : 의료/비의료 BAN

	저속/제어	중속/소리	고속/비디오
의료 Medical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원격진단 모니터링</li> <li>• 당뇨병 모니터링</li> <li>• 지능적인 약품전달</li> <li>• 병원의 환자</li> <li>• 이식 장치 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 심장병 모니터링</li> <li>• 태아 모니터링</li> <li>• EEG(24 lead)</li> <li>• 보청기</li> <li>• 이식 장치 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비디오 내시경 (LowRes)</li> <li>• 비디오 내시경 (HighRes)</li> <li>• 기타 비디오</li> </ul>
비의료 Non-Medical	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스포츠/휘트니스</li> <li>• 휴대용 CE 제어</li> <li>• 게임 제어(손/몸 동작)</li> <li>• Ad-hoc 게임 &amp; 스마트키</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 헤드폰</li> <li>• 헤드셋</li> <li>• 모션 캡처</li> <li>• 데이터 기억장치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원격 RGB 디스플레이</li> </ul>

해외에서는 미국, 일본, 유럽 각지에서 u-Healthcare 통신기술에서 핵심인 WBAN(Wireless Body Area Network) 기술을 활용한 u-Healthcare 시장이 IT, 통신, 의료 기업을 중심으로 성장하고 있으며, 이에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 국내에서는 u-Healthcare 산업에 대한 서비스 형성이 점차 발전하고 있으며, 활동량, 혈압, 맥박, 혈당, 체지방, 심전도 등에 국한된 u-생체신호 장치 개발 연구가 활발히 이루어지고 있다.

## 2.2 온톨로지 기반 상황인지 시스템 관련 연구 동향

유비쿼터스 컴퓨팅은 가상공간 및 사용자의 상황을 필요로 하는 곳에 센서 노드들을 부착해 환경 정보를 자율적으로 수집하고, 수집된 정보를 관리 및 제어하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 기술이다. 상황인지 컴퓨팅(Context-Aware Computing)은 1994년 Schilit와 Theimer에 의하여 최초로 논의된 바 있다[6]. 상황인지에 대한 정의는 '사용자의 작업과 관련된 있는 적절한 정보 또는 서비스를 제공하는 과정에서 '상황'을 사용하는 경우 이를 상황인지 시스템의 정의'라고 할 수 있다. 예를 들어 피트니스 센터내의 환경을 간단한 예로 들어 개인 및 유질환자의 안전한 운동 상황을 유지하기 위한 심전도,

혈압, 맥박, 체온 등의 생체신호를 측정하는 경우 운동 상황 중 현재의 심전도, 혈압, 맥박, 체온 등의 측정 수치는 앞서 정의한 '상황'이 되는 것이다. 그리고 이 상황정보를 토대로 운동 위험 수준 및 위급상황을 규정하는 것이 상황 인지라 할 수 있다.

유비쿼터스 네트워크란 사용자가 언제 어디서나 네트워크에 연결되어 필요한 정보의 획득은 물론 다양한 서비스를 받을 수 있음을 의미한다. 그러나 그 이면에 존재하는 가장 중요한 핵심은 상황인지(Context Awareness) 기술이다. 어떤 긴급한 상황이 발생했을 때 주어진 시간 내에 필요한 조치를 내릴 수 있는 서비스를 지원할 수 있어야 한다. 이와 같은 상황인지 기술이 가장 필요한 분야가 아마도 u-Healthcare 및 u-Fitness 분야일 것이다. 그 이유는 운동 중 의식을 잃고 쓰러진 환자가 호흡에 문제가 있을 경우 적어도 10분 이내에는 긴급구조 대원이 환자가 쓰러진 정확한 위치에 출동하여 응급조치를 취해 주어야 뇌사 상태를 막을 수 있기 때문이다. 현재 상황 인식에 대한 연구는 각국에서 유비쿼터스 컴퓨팅 연구와 병행하며 진행되고 있다. 미국에서 상당히 많은 연구가 진행 되어 있으며, 유럽, 일본 및 한국에서도 그 연구는 계속 진행 중이다. 이러한 상황 인지에 대한 연구는 유비쿼터스 및 기타 기술과 융합되어 다양한 서비스를 제공할 수 있다

### III. MBAN에서의 온톨로지 기반 상황 인지 시스템 연구 제안

온톨로지 기반 상황인식 시스템의 경우 착용형 u-sensor를 통하여 일상 행위와 상황인식을 감지하고 모니터링 하는 기술로서 독거노인/중증환자/영유아 등의 일상행위 추적을 통해 행위정보 요약, 위급상황, 이상 징후를 감지함으로써 위급상황 발생 시 실시간 가족이나 의료기관 및 119 응급시스템에 통보돼 위급상황을 신속하게 조치를 취할 수 있도록 도와주는 시스템이다.

가정 내 및 제한된 공간에서의 노약자 및 독거노인, 영. 유아, 만성적인 환자를 대상으로 혈압/호흡/체온/맥박 등을 실시간 측정하고, 생성된 하위 단계(Low level)의 생체신호를 온톨로지 기반의 상황정보로 모델링하여 상위 단계(High level)로 변환하는 상황인지 시스템 구축을 통하여 추론 및 검증된 상위 단계의 상황인지 정보를 활용하여 취침시 또는 활동 시에서 발생할 수 있는 이상 징후 및 위급사항을 조기에 발견하고자 한다.

가상 실험 시나리오 대상으로는 심혈관 질환자 대상, 운동선수 대상, 다이어트 및 운동 모니터링, 운동량 모니터링 등을 들 수 있지만, 본 연구에서는 독거노인(또는 무의탁 노인) 중 혈압/동맥경화/심장병/심부전증/고혈압성 심장질환/부정맥/심근증/선천성 심장질환자 등 심혈관 유질환자를 대상으로 혈압/맥박/체온(체열)/호흡 등의 생체신호를 통해 관련 위험 관련 요소를 사전에 체크할 수 있게 하여 일상생활 및 취침상황에서 발생할 수 있는 심장이상 발현 및 돌연사를 미연에 방지할 수 있는 Emergency System 구축을 제안한다.

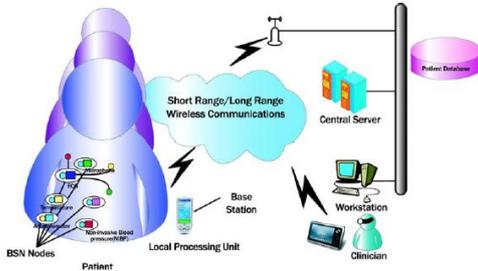
#### 3.1 연구 내용

##### 3.1.1 MBAN에서의 온톨로지 기반 상황인지 시스템 개발 방법론



<그림 3> MBAN 환경에서의 온톨로지 기반 상황인지 시스템 개발 단계

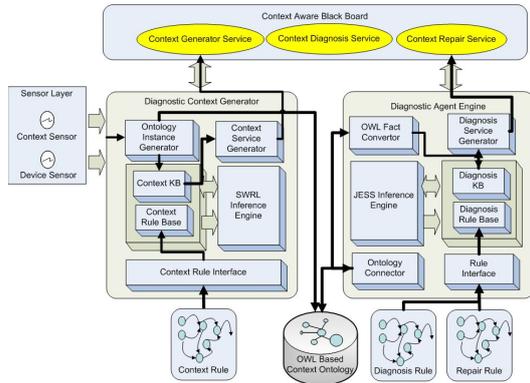
(1) Medical BAN Sensor Network 환경 구축



<그림 4> MBAN 센서 네트워크 환경 구성도

<그림 4>는 MBAN 센서 네트워크 환경 구성도를 나타낸 것이며, 생체신호 센서로는 혈압/맥박수/체온/호흡수 등을 사용하여 각 생체신호 Node와 Base Station 간 실시간 측정된 정보가 전송된다.

(2) 온톨로지 기반 상황인지 에이전트 구조



<그림 5> 온톨로지 기반 상황인지 에이전트 구조

<그림 5>는 온톨로지 기반 상황인지 에이전트 구조는 MBAN 환경 하에서 다양한 생체신호 센서로부터 센싱 정보를 수집하고, 상황정보를 생성하는 상황정보 생성기와 생성된 상황정보를 통해 위급상황에 대한 진단을 판단하는 진단 에이전트로 구성된다[7]. 상황정보 생성기는 온톨로지 인스턴스 생성기와 SWRL 컨텍스트 규칙엔진으로 구성된다. 센서로부터 감지된 데이터는 온톨로지

인스턴스 생성기를 통해 OWL기반의 온톨로지의 인스턴스로 저장된다. 온톨로지의 인스턴스로 저장된 데이터는 SWRL 컨텍스트 추론엔진을 통해 추상화된 컨텍스트 정보가 생성된다. 진단 에이전트 엔진은 상황정보 생성기를 통해 생성된 상황정보를 상황정보 엔진의 규칙기반에 등록된 진단, 수리 추론규칙을 통해 진단과 수리에 대한 추론을 진행한다.

(3) 상황정의를 위한 온톨로지 상황인지 모델링

MBAN에서의 상황인식 컴퓨팅이 이루어지기 위해서는 상황과 관련된 많은 데이터들이 있다고 했을 때 이들 중에서 실제로 상황을 분류하고 규정하는데 쓰일 수 있는 데이터를 찾아 정제하는 과정이 필요하다. 그리고 정제 과정을 통해 상황 데이터로 분류된 데이터들을 상황 인식에 적용할 수 있는 표현과 형태로 처리하는 모델링 단계가 필요하다.

상황정보 모델링(Context Modeling)은 상황이 무엇인지 정확하게 정의가 내려지고 난 뒤에는 이 정보들을 어떤 방식으로 수집하고 가공하여 어디에서 불리오고 어디로 전달할 것인가를 결정해야 한다. 이를 위해서 상황 모델을 수립할 필요가 있다. 상황정보 모델링은 상황인식 기술을 바탕으로 사용자의 성향 및 주변 환경 등에 대한 정보를 수집, 분석하여 개개인에게 가장 적합한 서비스를 제공하는 것이 유비쿼터스 컴퓨팅의 가장 핵심적인 목표이다.

(3.1) 온톨로지 기반 상황인지 에이전트 시나리오

Medical BAN 환경 하에서 온톨로지 기반 상황인식 시나리오는 독거노인(중증환자) 대상으로 일상생활 또는 취침상황에서 발생할 수 있는 위급상황을 가정하여, 현재 부착한 여러 생체신호 센서로부터 실시간 전송된 측정값을 가지고, 정상상황과 준위급상황, 위급상황을 판단하여 이에 따르는 적절한 조치를 취할 수 있다.

2011년 2월 20일 오전 6시 심혈관질환을 앓고 있는 독거노인으로부터 무선 전송된 생체신호 측정값 중 혈압센

서와 맥박센서에서 혈압이 210/110, 맥박수가 110이라고 감지되었으며, 호흡수 센서 측정값은 현재 그 전 신호와 비교하였을 때 별 변화가 없는 것으로 감지되었다. 호흡수 변화가 없는 상황에서 혈압과 맥박수가 급속히 증가하는 상황에서 사전 설정된 온톨로지 기반 진단규칙에 따라 현재 환자의 상태가 혈압과 맥박이 급속히 증가하는 심혈관질환 발병의 증후가 나타나는 위급한 상태임을 추론할 수 있다. 이에 10초 간격으로 3~4회 모니터링한 결과 혈압 및 맥박 측정값의 변화가 감소하지 않는다면 위급상황 발생을 감지하여 심장이상 및 돌연사의 위험에 따르는 Emergency System에 연결하여 필요한 조치를 취하도록 한다. 이러한 시나리오를 통해 생체신호 센서들의 센싱 데이터와 진단규칙 및 상황인지 규칙에 따라 독거노인 중 중증질환자 대상으로 일상생활에 발생할 수 있는 위험요소를 사전에 발견할 수 있으므로 심장이상 발현 및 돌연사를 미연에 방지할 수 있게 하는 것이 본 연구의 주된 목표이다.

특히 생명과 직결되는 의학 관련 온톨로지 기반 상황인지 시스템에서의 가장 큰 제약점은 살아있는 인간의 생명을 대상으로 하며, 일상생활에서 발생할 수 있는 위급상황은 너무 광범위하고 다양하므로 모든 경우에 맞는 MBAN 환경에서의 온톨로지 개발은 어렵겠지만 전문가 의사그룹과의 협업을 통하여 체계적인 연구가 진행된다면 훌륭한 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

(3.2) 생체신호와 상황정보 발생 현황 분석

<표 2> 는 각 생체신호 센서 종류 및 임계치(정상) 범위와 비정상 범위를 나타낸 것이다. 각 생체신호에서 보내 온 측정치가 비정상인 경우에 해당되는 상황인지 위급상황을 지능적으로 판단하게 된다.

혈압계의 경우 혈압의 정상 범위로 160/100(수축기), 90/60(이완기)로 정하고, 수축기 경우 160/100, 이완기의 경우 90/60을 초과하면 위험상황으로 간주한다. 맥박수, 체온, 호흡수는 일정 범위를 정해 임계치로 설정하였으며, 각 경우 임계치 초과 범위를 설정하여, 특수한 경우

의 상황정보를 유추하게 된다. 체온의 경우 정상적인 활동 상황에서의 범위는 35도~38.5도이지만 체온이 35도 이하 또는 38.5도를 초과하게 되면 이상 징후가 발생하였다고 간주하고, 미리 정해진 상황 규칙에 따라 위급 또는 준위급 상황을 판단하게 된다.

<표 2> 생체신호 센서 종류 및 임계치 범위 설정[8]

생체신호 센서명	생체신호 상황	임계치(정상) / 비정상범위
혈압(수축기/ 이완기)	정상/비정상	180/100 / 100/60 180/100+ / 100/60+
맥박수	정상/비정상	60~ 100 50이하/100이상
체온	정상/비정상	35~38도 35도이하/38도이상
호흡수	정상/비정상	10~15회 9회이하/15회이상

<표 3>은 일상생활과 취침 상황에서의 생체신호 측정값을 기준으로 정상인 경우와 비정상(위급)인 경우로 구분하였으며, 정상 상황은 임계영역을 벗어나지 않은 상태이고, 비정상(위급) 상황은 임계치를 벗어난 위험한 상태이다. 준위급 상황은 그리 위험한 단계가 아닌 임계치 범위를 조금 초과한 경우이며, 위험한 상태가 발생할 수 있는 징후를 가지는 상태이므로 항상 주의하여야 하는 상황임을 표현하였다.

<표 3> 생체신호 센서별 발생 상황 분류

신호값 상태	정 상	비 정 상
정 상	정 상 상 황	정 상 상 황 / 준 위 급 상 황
비 정 상	위 급 상 황 / 준 위 급 상 황	위 급 상 황

(3.3) 생체신호 센서 상호간 매트릭스 상황 분석

각 생체신호 센서에서 보내오는 생체신호 정보를 행과 열로 묶어 매트릭스로 구성하였으며, 생체신호 센서간의 연관관계를 통하여 위급 상황을 분석하고, 이에 따

<표 4> 생체신호 센서 상호간 매트릭스를 통한 상황 분석

생체신호 센서 및 측정상태			혈압			맥박수			체온			호흡수		
			정상	비정상		정상	비정상		정상	비정상		정상	비정상	
				상승	저하		증가	감소		상승	저하		증가	감소
혈압	정 상				O	N	N	O	N	N	O	N	N	
	비정상	상승			N	E1	E2	N	E5	R6	N	E9	E10	
		저하			N	E3	E4	N	E7	E8	N	E11	E12	
맥박수	정 상		O	N	N			O	N	N	O	N	N	
	비정상	증가	N	E1	E2			N	E13	E14	N	E17	E18	
		감소	N	E3	E4			N	E15	E16	N	E19	E20	
체온	정 상		O	N	N	O	N	N			O	N	N	
	비정상	상승	N	E5	E6	N	E13	E14			N	E21	E22	
		저하	N	E7	E8	N	E15	E16			N	E23	E24	
호흡수	정 상		O	N	N	O	N	N	O	N	N			
	비정상	증가	O	E9	E10	O	E17	E18	O	E21	E22			
		감소	O	E11	E12	O	E19	E20	O	E23	E24			

O : 정상상태, N : 준위급상태, E1~E24 : 위급상태

르는 정상상태, 준위급상태, 위급상태에 준하는 상황 규칙에 따라 적절한 조치를 취하게 된다.

(3.4) 상황정보 위급상황 분석

우리 주위에서 일어날 수 있는 위급상황을 간략히 살펴보면, 뇌졸중, 뇌출혈, 심장이상 발현, 쇼크사, 자연사, 기절, 실신, 약물과다, 약물 부작용, 위장 출혈, 감염에 의

한 열 발생, 가스 중독 등 너무나 많은 위급한 상황이 일어날 수 있다.

<표 4>에서 분석된 위급 상황을 생체신호 센서가 보내온 상황정보를 통해 설명하고, 상황이 발생한 원인과 각 원인으로 인해 발생 가능한 질병 및 상황 상태를 보여준다. <표 5>는 확인된 총 48가지의 위급 및 준위급 상황 상태 중 위급 상황에 해당하는 10가지에 대한 설명이다.

<표 5> 위급상황 원인 분석 및 그 예

번호	상황 설명	발생 가능한 질병 및 상황 상태
E1	혈압상승 맥박상승	뇌졸중, 뇌내출혈, 고혈압, 스트레스
E2	맥박감소	뇌압상승
E3	혈압저하 맥박상승	위장관출혈, 외부출혈, 탈수
E4	맥박감소	심장마비, 쇼크, 기아상태
E13	체온상승 맥박상승	감염증(면도선염 등), 열사병, 열사병
E16	체온저하 맥박감소	저체온증, 쇼크, 저혈압, 의식혼미, 동상
E21	호흡 상승/맥박 상승	체온상승
E13	맥박 상승	감작성 중독증
E24	호흡 저하/맥박 저하	체온저하
E16	맥박 저하	가스중독, 쇼크
E17	맥박상승	호흡상승
	호흡상승	스트레스, 고온환경, 산소농도 저하
E20	맥박저하	호흡저하
	호흡저하	저온환경, 약물중독, 뇌압상승

(3.5) 위급상황에 따르는 생체신호 센서의 연관 관계

<표 6> 각 위급 상황에 따르는 센서들 간의 연관 관계

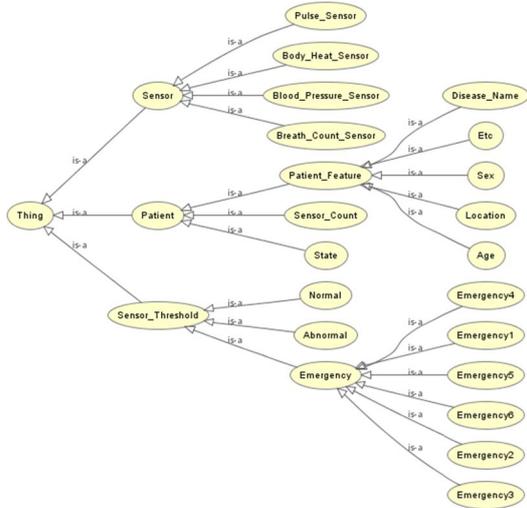
번호	위급상황	연관된 생체신호센서 종류
1	기절 상황	호흡센서, 체온 센서
2	위장관 출혈, 탈수	혈압센서, 맥박센서
3	심장마비/심장 곤란	맥박센서, 혈압센서, 체온 센서
4	가스 중독	맥박수센서, 체온센서, 호흡센서
5	쇼크/ 호흡 곤란	호흡센서, 체온 센서, 맥박 센서
6	뇌졸중(중풍), 뇌출혈	혈압센서, 체온 센서

<표 6>에서는 <표 5>에서 확인된 위급 상황이 발생한

원인과 연관된 생체신호 센서들을 묶었다. 예를 들면 쇼크 및 호흡 곤란과 관련된 생체신호 센서는 호흡계 센서와 체온계 센서, 맥박계 센서가 연관되어서 적절한 정보를 발생한다.

(3.6) 상황정의를 위한 OWL 기반 Ontology 모델링

온톨로지는 어떤 관심 분야를 개념화하기 위해 명시적으로 정형화한 명세서로써 광의적으로는 '실세계에 존재하는 모든 개념(concept)과 그 개념들의 속성(attribute)은 무엇이며, 그리고 개념들이 상호간 의미적으로 어떻게 연결되어 있으며(relation), 개념들의 실질적인 사례는 무엇인가(instance)'에 대한 정보를 가지고 있는 의미적인 개념 집합체로 정의할 수 있다. 따라서 가상공간 내 생체신호 센서로부터 실시간 측정된 센서 상황정보 온톨로지를 획득하게 된다.



<그림 6> 관련 상황정보 OWL 기반 Ontology 정의

<그림 6>은 Ontology 틀인 protege를 직접 활용하여 간단히 클래스와의 관계들을 설정하여 작성한 것이다[9]. 모델링 된 상황정보는 RDF, OWL 같은 표준 시맨틱 웹 기술을 이용하여 구현할 수 있으며, 보다 향상된 상황정

보 추론, 검증, 질의를 위하여 JENA2 시맨틱 툴킷으로부터 로직을 추론하고, 시맨틱 질의 엔진을 사용한다[10]. 이러한 온톨로지의 장점을 이용한 온톨로지 기반의 상황인식 아키텍처로는 CoBrA(Context Broker Architecture)와 SOCAM(Service-Oriented Context Aware Middleware) 등이 있다. 이 두 가지 상황인식 프레임워크 모두 온톨로지를 사용하여 온톨로지의 장점인 정보공유, 재사용성, 추론, 상호운용성 등을 갖는다[11].

최근 상황인식기술은 유비쿼터스 환경에서 중요한 이슈로 떠오르고 있으며, 연구자들에 의해 많은 연구가 이루어지고 있다. 상황인식기술은 상황정보를 획득/가공하여 사용자에게 필요한 서비스와 정보를 제공하는 컴퓨터 시스템이다. 상황인식시스템은 각종 센서로부터 발생하는 낮은 수준의 상황정보를 높은 수준의 상황정보로 변환하여 사용자에게 원하는 서비스를 제공하는 환경을 제공하며, 각종 센서로부터 얻어진 하위단계(Low level)의 Event driven 센서 정보를 온톨로지 기반 상황정보로 모델링하여 상위단계(High level) 상황정보로 변환해 준다 [10].

(4) 하위 단계 상황정보 온톨로지 획득

상황인식 하부구조로써 생체신호 센서로부터 발생하는 낮은 수준의 정보를 이용하여, 높은 수준의 상황정보로 변환하여 최종 사용자의 원하는 서비스를 제공한다 [12]. 상황정보 온톨로지 획득에 따르는 상황정보에 대한 유효성 검사를 위해 상황정보로 활용되는 혈압, 체온, 맥박, 호흡수의 정상치 정보를 이용하여 해당 데이터가 정상적인 범위 내의 데이터인지 검사한다. 그러나 혈압, 체온, 맥박, 호흡수 등과 같은 생체신호 데이터들은 개인별 특성에 따라 질병 여부와 건강 유무에 따라 너무도 다변적인 특징을 가지고 있기 때문에 정상 데이터의 범위 설정이 매우 힘들다[13]. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 제한된 공간 및 대상(무의탁 또는 독거노인)에서만 적용되는 것을 고려하도록 하였다

(5) 확장된 상위 단계 상황정보 추출

높은 수준의 상황정보를 얻기 위해서는 생체신호 센서 간의 매트릭스를 통해 위급상황에서 서로 연관되는 이벤트를 바탕으로 적용된 상황인지 규칙에 따라 새로운 위급상황을 추론하게 된다. 확장된 상위 단계에서는 가장 중요한 것은 높은 수준의 상황정보를 유추해 낼 수 있는 추론기능을 활용하여 대상자(Subject)의 현재 상태와 위급상황에 대한 정확한 상황정보를 제공하여야 된다.

대부분의 온톨로지 기반 상황인지 시스템에서는 규칙 기반 추론엔진인 Jess(Java Expert System Shell)를 이용하여 추론엔진을 구성하며, Jess와 온톨로지와의 연결을 위해 Jess Tab을 사용한다. 또한 SWRL 규칙엔진에 의해 생성된 상황정보를 Jess Tab을 이용하여 규칙기반 추론엔진의 Fact로서 사용함으로써 추론엔진의 진단규칙, 수리규칙을 구동하게 된다[7].

(5.1) UML을 이용한 생체신호 센서 위급상황 표현



<그림 7> 호흡 센서의 기능 분석

생체신호 센서간의 발생할 수 있는 이벤트 정보로 감지할 수 있는 상태들의 관계를 객체 다이어그램을 이용하여 표현한다. <그림 7>은 호흡 센서의 기능에 대한 객체 다이어그램이다[14].

(5.2) 위급상황에 따르는 상황인지 규칙

생체신호 센서 매트릭스를 통해 위급상황에서 서로 연관된 이벤트를 생성하게 되며, 각각의 센서들 간의 관계를 이용하여 위급상황에 대한 적절한 상황규칙을 만든다.

UML 객체 다이어그램상의 링크를 통해 상황인지 규칙을 완성하게 된다.

<표 7> 위급상황 상황인지 규칙

규칙번호	상 황 규 칙
1	If 혈압상승 and 맥박상승 Then 뇌출중/뇌내출혈/고혈압/스트레스
2	If 혈압상승 and 맥박 감소 Then 뇌압상승
3	If 혈압저하 and 맥박 상승 Then 위장관 출혈/외부출혈/탈수
4	If 혈압저하 and 맥박 감소 Then 심장마비/쇼크/이상 상태
5	If 체온상승 and 맥박 상승 Then 감염증/일사병/열사병
6	If 체온저하 and 맥박 감소 Then 저체온증/쇼크/저혈압/의식 혼미/동상
7	If 호흡상승 and 맥박 상승 and 체온 상승 Then 감상선 증폭증
8	If 호흡감소 and 맥박감소 and 체온 저하 Then 가스중독/쇼크
9	If 맥박상승 and 호흡상승 Then 스트레스/저산소농도증
10	If 맥박감소 and 호흡감소 Then 약물중독/뇌압상승

(6) Emergency Alert System 구축

실시간 센싱된 생체신호와 함께 추론 및 검증된 상위 단계의 상황인지 규칙을 활용하여 위급상황과 이상 징후를 사전에 발견하여 가족이나 의료 기관에 위급상황 알람(Emergency Call) 및 119 시스템과 연결하여 돌연 사고를 미연에 방지하고자 하는 긴급 경보시스템(Emergency Alert System : EAS) 구축을 제안한다.

<표 8> 위급상황 경고 알람 통지 정책[15]

매우 약함 (Very Low)	<ul style="list-style-type: none"> <li>환자 식구 및 친척에게 SMS 전송.</li> <li>확인절차 생략</li> </ul>
중간 (Medium)	<ul style="list-style-type: none"> <li>간호사 또는 주치의에게 SMS &amp; 메일 발송</li> <li>확인 절차 필요</li> </ul>
긴급상황 (High)	<ul style="list-style-type: none"> <li>위급센터 &amp; 119 긴급 메시지 전송</li> <li>확인절차 필요</li> </ul>

위급상황 경고 알람 정책은 3단계별로 구분되며, 위급 상황 상황인지 규칙 알고리즘에 따라 정해진 결과대로 경고 알람을 통지한다.

#### IV. 결론 및 향후 과제

u-Healthcare 서비스의 새로운 패러다임인 Medical BAN은 u-센서 네트워크를 활용하여 “언제, 어디서나, 실시간으로” 건강관리 및 의료서비스를 제공하며, 독거 노인 및 만성질환자의 질병 관리뿐만 아니라 이상 징후 및 위급상황을 사전에 발견하여, 가족이나 의료 기관에 위급상황 알람(Emergency Call) 및 119 시스템 등과 연결할 수 있다.

본 연구에서는 MBAN에서의 온톨로지 기반 상황인지 시스템 개발 방법론을 제안하였으며, 이에 따라 상황정의를 위한 온톨로지 기반 상황인지 모델링 과정에서는 다양한 생체신호와 가상공간에서 발생하는 상황정보 발생 현황과 상황정보 위급상황 분석을 통하여 위급상황에 따르는 생체신호 센서간의 연관관계를 규명하였고, 하위 단계에서의 낮은 수준의 상황정보를 이용하여 확장된 상위 단계의 높은 수준의 상황정보를 추출하여 서로 연관된 이벤트를 바탕으로 적용된 상황인지 규칙에 따라 새로운 위급상황을 추론하게 되었다. 마지막으로 u-센서 네트워크를 통해 실시간 측정된 생체신호 정보를 위급상황 상황인지 규칙을 통하여 독거노인(또는 무의탁노인)을 대상으로 취침시 또는 활동 시에서 발생할 수 있는 이상 징후 및 위급상황을 조기에 발견함으로써 가족이나 의료 기관에 위급상황 알람(Emergency Call) 및 119 위급상황 시스템과 연결하여 돌연 사고를 미연에 방지하고자 본 연구를 제안하였으며, 향후 적용한 온톨로지의 신뢰성 검증이 확보되어야 한다고 생각한다.

또한 향후 연구과제로는 실제 전문 의료진과 공동연구를 통하여 MBAN 환경하에서의 체계화된 온톨로지 기반 상황인지 시스템을 구축하고자 하며, 본 연구를 통하여

IT-BT-NT 기술 융합기반의 Medical BAN의 신규 산업 분야의 활성화에도 기여할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

- [1] 김현성 외 5인, “만성질환자 관리를 위한 유비쿼터스 헬스케어 시스템,” 한국통신학회지 정보와 통신, 27권 9호, 2010. 9, pp. 3-8.
- [2] 이정아 외 3인, “유비쿼터스 환경을 위한 상황인지 미들웨어의 모니터링 시스템 설계와 구현,” 한국정보과학회 학술발표논문집 Vol. 34, No. 1(B), 2007, pp. 249-254.
- [3] 최원석, 조성래, “무선 인체 통신 네트워크를 위한 응급데이터 전송기법,” 한국통신학회논문지 '09-12' Vol. 34 No. 12, 2009. pp. 1329-1335.
- [4] “Application Class Structure,” IEEE 802. 15-15 -08-0096-00-0006.
- [5] 서영선, 조진성, “동적 CFP 할당과 기회 경쟁 기반 WBAN MAC 프로토콜,” 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol. 36, No. 1(D), 2009, pp.242-247.
- [6] M. Korkea-aho, “Context-Aware Applications Survey,” <http://www.hut.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>, 2000
- [7] 권순현, 박영택, “유비쿼터스 환경을 위한 온톨로지 기반 상황인지 시스템,” 한국정보과학회 2007 한국 컴퓨터종합학술대회 논문집 제34권 제1호, 2007. 6, pp. 281~286.
- [8] 김홍규, 문승진, “u-EMS : 바이오 센서 네트워크 기반의 응급 구조 시스템,” 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제, 제13권 제7호, 2007. 12, pp. 433~441.
- [8] 권순현, 박영택, “유비쿼터스 환경을 위한 온톨로지 기반 상황인지 시스템,” 한국정보과학회 2007 한국 컴퓨터종합학술대회 논문집 제34권 제1호, 2007. 6, pp. 281~286.

- [9] protege 3. 4. Stanford University, <http://protege.stanford.edu/>, 2009.
- [10] 김형선 외 3인, "유비쿼터스 환경을 위한 온톨로지 기반 상황인지 모델링," 한국인터넷정보학회 2005 추계학술발표대회 제6권 제2호, 2005, pp. 305-310.
- [11] 이기철 외 3인, "유비쿼터스 환경을 위한 상황인지 프레임워크를 위한 컨텍스트 온톨로지 정의," 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 17. No 2, 2007, pp. 202-207.
- [12] Eun Jong Ko, Hyung Jik Lee, Jeun Woo Lee, "Ontology-Based Context Modeling and Reasoning for U-Healthcare," IEICE TRANSDUCTION/FUNDAMENTALS/COMMUNICATION/ELECTRONICS & SYSTEMS. Vol. E85-A/B/C/D, No. 1, JAN 2002, pp. 1-10
- [13] 김정석 외 4인, "U-헬스 시스템을 위한 상황정보 모델링 기법," 한국정보기술학회 하계학술대회 논문집, 2009, pp. 341-346.
- [14] 윤상현 외 5인, "센서 온톨로지를 활용한 작업장 상황인지 시스템," 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, Vol. 33, No. 1(D), 2006, pp. 331-333.
- [15] F. Paganelli, D. Giuli, "An Ontology-based Context Model for Home Health Monitoring and Alerting in Chronic Patient Care Network," Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2007.

■ 저자소개 ■



왕 종 수  
Wang, Jong Soo

1998년 3월~현재  
서울대학 인터넷정보과 교수  
2003년 9월 광운대학교 컴퓨터과학과  
(박사수료)  
1993년 3월 광운대학교 전자계산학과  
(이학석사)  
1984년 3월 중앙대학교 전자계산학과 (이학사)  
1995년 3월~1998월 2월  
세우시스템 기술연구소 연구실장

관심분야 : u-Healthcare, USN, WBAN  
E-mail : jswang@seoil.ac.kr



이 동 호  
Lee, Dong Ho

1984년 9월~현재  
광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과  
교수  
1988년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
1983년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
1979년 2월 서울대학교 전자공학과 공학사

관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 차세대 인터넷,  
BAN  
E-mail : dhlee@kw.ac.kr

논문접수일 : 2011년 2월 28일
수정일 : 2011년 3월 10일
게재확정일 : 2011년 3월 14일