한국산학기술학회논문지
Vol. 10, No. 9, pp. 2354-2360, 2009

# 마이닝 기반 유비쿼터스 헬스케어 멀티에이전트 시스템

강은영[1*]
[1]동양공업전문대학 네트워크정보통신과

# A Mining-based Healthcare Multi-Agent System in Ubiquitous Environments

**Eunyoung Kang**[1*]
[1]**Dept. of Information & Communications, Dongyang Technical College**

**요 약** 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 가장 널리 사용 가능한 분야는 헬스케어 분야이다. 본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 마이닝 기반 멀티 에이전트 헬스케어 시스템을 제안한다. 제안하는 기법은 환자의 몸으로부터 생성된 센싱 데이터를 마이닝을 이용하여 진단 패턴을 뽑아내어 정상 상태, 긴급 상태, 응급 상황으로 분류할 수 있다. 이는 실시간으로 센싱되는 엄청난 양의 생체 데이터를 처리할 수 있으며, 환자의 병력 데이터와 비교, 분석한다. 이를 위해 연관 규칙 탐사를 2가지 데이터 그룹으로 구분하여 적용한다. 첫 번째는, 기존의 방대한 의료 병력 데이터로 두 번째는, 체온, 혈압, 맥박등과 같은 센서로부터 센싱한 환자의 실시간 생체데이터로 분류한다. 제안하는 시스템은 PDA 같은 모바일 디바이스 등을 통하여 병원과 멀리 떨어진 지역에서도 긴급 상황을 판단하여 처리할 수 있다. 또한 환자(노인)의 상태를 실시간으로 모니터링 함으로써 요구되는 시간과 비용을 단축하게 되고, 의료 서비스의 지원에 대한 효율성을 높이게 된다.

**Abstract** Healthcare is a field where ubiquitous computing is most widely used. We propose a mining-based healthcare multi-agent system for ubiquitous computing environments. This proposed scheme select diagnosis patterns using mining in the real-time biosignal data obtained from a patient's body. In addition, we classify them into normal, emergency and be ready for an emergency. This proposed scheme can deal with the enormous quantity of real-time sensing data and performs analysis and comparison between the data of patient's history and the real-time sensory data. We separate Association rule exploration into two data groups: one is the existing enormous quantity of medical history data. The other group is real-time sensory data which is collected from sensors measuring body temperature, blood pressure, pulse. Proposed system has advantage that can handle urgent situation in the far away area from hospital through PDA and mobile device. In addition, by monitoring condition of patient in a real time base, it shortens time and expense and supports medical service efficiently.

**Key Words :** Healthcare, Multi-Agent, Data Mining, Ubiquitous Computing

## 1. 서론

유비쿼터스 환경은 일반적인 클라이언트와 서버뿐만 아니라 셀폰, PDA, 노트북과 같이 움직일 수 있는 이동 컴퓨터들로 구성되며, 디바이스들은 네트워크의 결합으로 서로 연결되어 있다. 이런 유무선 네트워크의 발달은 사용자가 언제 어디서나 컴퓨터를 편리하게 이용할 수 있도록 하는 이용자 중심의 컴퓨팅 환경을 제공한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 가장 폭넓게 활용될 수 있는 것이 헬스 케어 분야이다. 유비쿼터스 환경에서 헬스 케어 기술은 질병의 치료라는 기존의 의료 서비스에서 벗어나 건강한 상태의 지속적인 관리와 질병의 예방이라는 확장된 개념으로 발전해가고 있다 [5]. 건강상태를 관리하고 진단하기 위해서는 병력 (history) 진단 데이터를 효율적으로 관리하고, 그것을 토대로 하여 유용한

*교신저자 : 강은영 (eykang@dongyang.ac.kr)
접수일 09년 08월 04일 수정일 09년 09월 08일 게재확정일 09년 09월 16일

정보를 얻어 낼 수 있는 방법이 필요하다.

그러나 기존의 헬스 케어 시스템은 정보의 보관과 탐색만을 위한 시스템들이다[1-4]. 이런 시스템들은 중앙 서버를 이용한다. 이런 중앙 집중적 병원 서버는 부하 집중으로 인한 병목 현상이 발생할 수 있으며, 또한 환자들의 생체 신호 데이터가 실시간으로 서버로 전송될 때 서버의 일정 수용 한계를 넘어서게 되어 심한 경우 서버가 다운되는 현상이 발생할 수 있다. 또한 생체 신호를 보내는 모바일 디바이스의 자체적으로 지원되는 자원 부족과 무선 네트워크를 통한 환자와 병원 중앙 서버와의 원활한 커뮤니케이션의 제공을 보장하지 못하는 단점도 있다. 이런 이유로 이들 시스템들은 역동적인 상황에서 또한 응급상황에서 긴급한 환자를 적절히 처리 할 수 없는 심각한 문제가 발생할 수 있다. 또한 기존의 마이닝을 이용한 대부분의 헬스 케어 시스템들은 실시간 센싱된 데이터들에 대해서만 일정 시간 간격만을 고려하고 병력 데이터와 센서로부터 동시에 수집되는 데이터에 대하여는 고려하지 않았다[6-12].

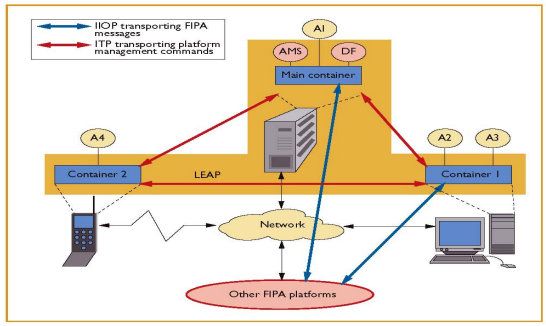
본 논문에서는 환자의 생체 정보를 실시간(real-time)으로 센서를 통하여 측정한 후 이를 병원의 의사에게 전달하는 원격 진단 및 처방을 할 수 있도록 한다. 실시간 원격 진단 및 처방 헬스 케어 서비스는 환자의 현재 혈압, 체온, 맥박, 호흡 등의 생체 정보를 센서를 통하여 실시간으로 센싱하여 이를 PDA를 통하여 환자와 병원 사이의 중간 역할을 하는 중간 써로게이트 시스템에 보내지며 특이상황이 발생할 때는 병원에 있는 의사에게 보낸다. 또한 환자의 몸으로부터 생성된 생체데이터를 마이닝을 이용하여 진단 패턴을 뽑아내어 정상 상태, 긴급 상황, 응급 상황으로 분류하고 긴급 상황과 응급 상황에 대하여 대처할 수 있도록 한다. 이는 실시간으로 센싱되는 엄청난 양의 생체 데이터를 처리할 수 있어야 하며, 환자의 병력 데이터와 비교, 분석이 가능하여야 한다. 또한 정확하고 빠른 진단 결과를 내려 주어 의사들의 의사결정에 도움을 줄 수 있어야 한다. 그러므로 본 논문에서는 연관 규칙 탐사를 2가지 데이터 그룹으로 구분하여 적용한다.: 첫 번째는, 기존의 방대한 의료 병력(history) 데이터로 두 번째는, 체온, 혈압, 맥박 등과 같은 센서로부터 센싱한 환자의 실시간 생체데이터로 분류한다. 이 2가지 데이터 그룹들에 연관 규칙을 이용하여 환자의 정상 상태, 응급 상태, 긴급 상태로 패턴을 분석하고 모델화하여 환자의 현 상태에 대하여 의사 결정 할 수 있도록 한다. 본 논문에서는 널리 사용되고 있는 에이전트 플랫폼인 JADE를 기반으로 하는 확장된 멀티 에이전트 시스템을 디자인하고 프로토타입을 개발한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 에이전트와 데이터마이닝에 대하여 알아보고, 3장에서는 제안한 아키텍처와 멀티 에이전트 시스템에 대하여 설명하고, 4장에서는 제안하는 시스템의 프로토타입을 구현하였다. 마지막으로 5장에서는 분석 및 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 에이전트와 멀티에이전트 기술

에이전트는 센서를 통하여 외부 환경을 지각하여 깨닫게 되고, 다른 시스템, 혹은 다른 에이전트와 협력하면서 문제를 해결해 나가는 시스템 또는 서브시스템을 말한다. 유연성 있고 복잡한 처리가 가능하도록 하기 위하여 멀티 에이전트를 사용하여 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 여러 에이전트의 협동을 통해 작업을 수행할 수 있다. 이는 모바일 디바이스의 자원 부족을 해결하기 위해 사용한다. 이런 멀티 에이전트 시스템의 장점은 독립적인 응용 프로그램의 집합으로는 해결할 수 없는 보다 복잡한 서비스를 다른 에이전트와의 협력을 통해 제공할 수 있고, 새로운 에이전트를 추가하여 새로운 서비스에 대한 시스템의 확장이 용이하다는 것이다. 멀티 에이전트는 에이전트들 사이에 협동을 통해 정보를 교환하고 공유한다.




[그림 1] JADE-LEAP에서의 에이전트 통신

이를 위해서는 FIPA[13] 에서 제안한 에이전트 플랫폼 구조를 기반으로 하는 JADE[14]를 이용하여 멀티 에이전트 기술을 적용한다. 그림 1은 JADE 환경에서의 에이전트간의 통신을 나타낸다.

### 2.2 데이터 마이닝

데이터마이닝 기술을 의사 결정과 연계시키는 연구들이 진행되고 있다. 데이터 마이닝 기법은 기존에 저장된 방대한 데이터를 분석하며, 변화되는 데이터들을 주기적

으로 수용함으로써 중요한 데이터 패턴을 찾아내는 역할을 한다. 이와 같이 발견된 패턴 및 지식들은 수많은 데이터를 기반으로 하여 추출되었기 때문에 신뢰성을 지닌 정보가 될 수 있다.

연관규칙(Association rule) 마이닝은 데이터베이스에 잠재되어 있는 지식을 발견하기 위한 마이닝 기법의 하나로 최근 많은 연구가 진행 되고 있다. 이의 응용으로 의료 분야, 생태계 및 환경 감시, 빌딩의 위험 감시, 이동 물체의 위치 추적 등 매우 다양하다[6-11]. 데이터로부터 연관 규칙을 이용하여 얻어진 정보들은 의료 분야의 경우 “체온과 맥박은 비례 관계이다.”, “출혈이 발생하는 경우 혈압은 내려가고 맥박은 빨라진다.”와 같이 이벤트 또는 환경의 변화에 연관성을 갖고 있다. 이러한 데이터 간의 연관성을 분석함으로써 환자의 현 상태와 추후 발생 가능한 상태를 예측할 수 있다.

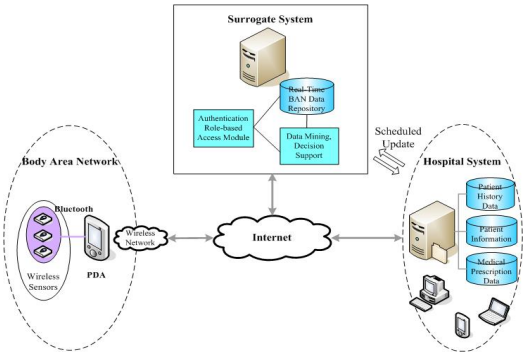
센서로부터 수집되는 데이터 스트림 마이닝 방법으로 일정시간 동안 수집된 데이터 스트림의 연관 정보를 분석하는 방법이 제안되었다 [6,7,9,10]. 데이터 스트림의 최대 빈발 집합(maximum frequent itemsets)을 찾아내는 데이터 스트림 마이닝 방법을 제안하였다 [10]. 이 최대 빈발 집합을 이용한 마이닝 방법은 트리 기반의 빈발 집합을 구축하여 사용자가 정의한 지지도 이상의 발생 빈도를 갖는 데이터만을 추출하여 연관 규칙을 탐사한다. 또 이 방법은 한 번의 스캔으로 요약 정보를 구축하고 최대 빈발 항목 집합을 추출한다. 그러나 이 방법은 센서에서 수집되는 단일 데이터 스트림에 대한 연관 규칙만을 분석한다. 데이터 스트림의 연관 규칙을 탐사하는 마이닝 방법도 제안되었다 [7]. 이 연관 규칙 방법은 최소 지지도 이상의 발생 빈도를 갖는 토큰에 대한 트리 인덱스를 구축하여 다차원 데이터간의 연관 규칙을 탐사한다. 또한 이벤트 발생 주기 탐사에 대한 방법도 제안되었다 [9]. 이 방법은 이벤트의 발생 지지도를 계산하여 발생 주기를 탐사하고 최대 지지도를 만족하는 이벤트 시퀀스를 추출함으로써 추후에 발생 가능한 이벤트를 예상할 수 있다. 그러나 이들 방법들은 실시간 센싱된 데이터들에 대해서만 일정 시간 간격만을 고려하였고 병력 데이터와 센서로부터 동시에 수집되는 데이터에 대하여는 고려하지 않는다.

## 3. 제안하는 모바일 헬스 케어 시스템

이 절에서는 개인화된 헬스 케어 서비스를 제공하기 위하여 마이닝을 기반으로 의사 결정을 지원하는 모바일 헬스 케어 시스템을 제안한다.

### 3.1 서비스 개념도

본 논문에서 제시하고 있는 마이닝 기반 멀티 에이전트 원격 헬스 케어 시스템은 JAVA 기반의 응용 어플리케이션과 분산 에이전트 플랫폼인 JADE에 기반 한다. 그림 2 는 원격 진단 및 처방 시스템의 아키텍처다.




**[그림 2]** 헬스 케어 시스템 아키텍처

시스템은 크게 3개의 영역으로 구분된다. BAN(Body Area Network)시스템, 써로게이트 시스템(Surrogate System), 그리고 병원 시스템(Hospital System)으로 구성된다.

첫 번째 BAN 시스템은 사용자의 몸에 센서를 부착한 영역으로 체온, 호흡, 혈압, 맥박의 생체 신호를 동시에 측정하여 무선 네트워크를 통하여 사용자 모바일 디바이스인 PDA 에 생체 신호가 전달되는 부분이다. 센서는 무선인터페이스보드와 커넥션을 맺은 후 생체 정보 데이터를 전송하게 되고 특별한 이벤트가 발생하지 않는 이상 커넥션을 유지하게 된다.

두 번째 영역은 환자와 병원의 중재자 역할을 하는 써로게이트 시스템이다. BAN시스템에서 전송된 환자의 생체 데이터는 에이전트에 의해 긴급 상황 여부가 판단된다. 긴급 상황으로 판단된 데이터는 써로게이트 시스템에 저장된 후, 병원 시스템에 바로 전달되어 응급상황에 대처 할 수 있도록 한다. 긴급 상황이 아닌 경우에는 써로게이트 시스템에 저장만 한다. 써로게이트 시스템에 저장된 데이터는 주기적으로 필요한 부분만 병원 중앙 데이터베이스에 저장된다. 또한, 실시간 데이터로서, 응급상황이 아닌 데이터는 일정기간 이상이 되면 삭제한다. BAN영역과 병원 시스템을 연결하는 상호보완적인 역할을 담당한다. 의사와 병원 관계자는 써로게이트 시스템의 데이터를 검색, 이용할 수 있다.

세 번째 영역인 병원 시스템은 기존의 병원 시스템과 동일한 영역이다. 정보가 필요한 의사, 환자, 병원업무담당자들이 해당 환자의 정보를 검색하고, 또한 새로운 정

보 및 진단 결과를 입력, 수정하고, 필요에 따라 데이터는 갱신되고 삭제된다.

### 3.2 멀티 에이전트 구성

제안하는 헬스 케어 시스템은 환자 모니터링 에이전트, 인증 에이전트, 슈퍼바이저 에이전트, 매니저 에이전트, 의사 에이전트, 의사결정지원에이전트의 6가지 멀티 에이전트로 구성된다.

#### 3.2.1 환자 모니터링 에이전트

환자 모니터링 에이전트는 모바일 디바이스에서 동작하는 에이전트로 그 기능은 다음과 같다. 첫째, 센서로부터 센싱한 환자의 생체 데이터 정보와 온도, 습도와 같은 주변 환경 정보를 검출한다. 둘째, 센싱된 정보에 송신자 정보와 기기 정보를 포함하여 이를 써로게이트 시스템에 보내기 위해 슈퍼바이저 에이전트로 메시지를 전송한다. 셋째, 의사 및 병원관계자 등이 입력한 환자 상태에 대한 소견 메시지를 사용자 인터페이스를 통해 환자에게 전달한다. 응급 진단과 같은 서비스를 요청하는 기능 등을 담당하는 에이전트들이 동작한다.

#### 3.2.2 인증 에이전트

인증 에이전트는 서비스를 요청한 사용자의 정당성을 확인하는 에이전트로 정당성이 허가된 사용자는 그 사용자의 역할에 따라 부여된 권한을 사용할 수 있다.

#### 3.2.3 슈퍼바이저 에이전트

슈퍼바이저 에이전트는 환자의 모바일 디바이스와 병원 시스템을 중재하며 동작하는 에이전트로 써로게이트 시스템의 전체를 관리하고 제어한다. 먼저 이 에이전트는 실시간으로 전달해 오는 환자의 현재 신체 정보를 저장소에 저장한다. 전달된 환자의 혈압, 체온, 호흡, 맥박의 생체데이터를 특이 패턴 인식 모듈을 작동시켜 정상적인 상태의 정보와 비교 분석한다. 이 데이터들이 정상 범위를 넘어간 경우, 응급 상황으로 간주하여 기존 메시지에 경고 메시지를 포함하여 병원의 의사나 병원관계자에게 전달될 수 있도록 매니저 에이전트에게 메시지를 전달한다. 응급 상황이 발생하지 않은 경우에는 저장소에 저장된 후 서비스가 종료된다.

#### 3.2.4 매니저 에이전트

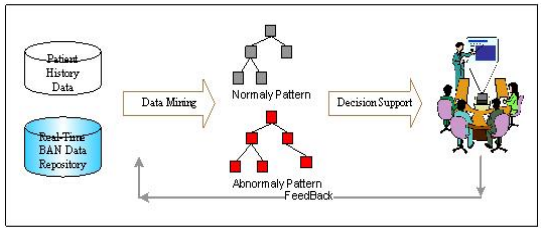
매니저 에이전트는 병원 시스템에서 동작하는 에이전트이다. 슈퍼바이저 에이전트로부터 받은 응급상황이나 환자가 진단을 요청 했을 때, 해당 환자를 담당하는 의사나 병원관계자를 검색한다. 담당의사에게 기존에 등록된 환자의 병력 데이터와 현재 환자의 생체 정보를 포함하여 진단을 요청하는 메시지를 보낸다. 담당의사가 진단한 내용과 소견을 시간정보와 담당의사 정보를 포함하여 데이터베이스에 저장한다. 또한 슈퍼바이저 에이전트로부터 받은 환자의 생체 정보를 데이터베이스에 저장한다. 필요한 데이터를 검색하거나 신규가입자 등록 및 갱신, 삭제 등도 관리한다.

#### 3.2.5 의사 에이전트

의사에이전트는 담당의사가 매니저 에이전트로부터 받은 메시지를 기반으로 하여 해당 환자의 상태를 진단하고 이에 따른 처방을 하는데 사용된다. 환자에 대한 소견을 매니저 에이전트에게 보낸다. 이 진단 및 처방 데이터는 데이터베이스에 저장된다. 저장된 진단과 처방데이터는 환자 모니터링 에이전트가 원할 때 언제든지 이전 기록을 볼 수 있도록 유지, 관리된다.

#### 3.2.6 의사결정지원 에이전트

일반적으로 의료 분야에서 환자의 정상적인 상태를 나타내는 체온, 맥박, 혈압 등의 환자 정보는 센서를 통하여 자주 수집되어도 그 중요도는 높지 않다. 반면에 환자의 이상 상태를 나타내는 맥박, 혈압, 호흡 수, 체온 등의 정보는 발생 빈도가 낮아도 그 중요도는 매우 높다. 그러므로 발생 빈도가 낮더라도 중요도가 높은 정보의 발생을 예측할 수 있는 연관 정보 탐사는 매우 중요하다. 또한 가벼운 증상을 항상 가지고 있는 환자는 평상시 체온, 혈압 등의 정보가 정상 범위에 속하지 않고 정상 범위보다 조금 높거나 낮은 상태가 유지되는 경우도 있을 것이다. 그렇다고 이 환자들을 응급상황으로 판단해서는 안 된다. 그러므로 본 논문에서는 환자의 병력 데이터와 실시간 센싱 데이터의 2가지 그룹으로 구분하여 마이닝 한다. 이는 환자의 상태가 급격하게 변하는 응급상황을 찾아 낼 수 있다. 또한 본 논문에서는 기존 병력데이터를 저장소에 저장된 데이터를 가지고 마이닝 하기 때문에 시간 간격에 대한 세밀한 관찰과 정확한 분석을 할 수 있다.




[그림 3] 의사결정 지원 기법

데이터 스트림에서 연관규칙을 탐사하는 마이닝 기법은[7] 센서를 통하여 수집되는 이벤트 간의 연관 관계를 분석함으로써 향후 발생 가능한 이벤트를 예측하는데 공헌하였다. 그러나 이런 공헌에도 불구하고 이 기법은 일정 시간 동안 수집된 데이터 중에서 발생 빈도가 최소 지지도 이상인 데이터만을 추출하여 센서에서 수집되는 다차원 이벤트 간의 연관 관계를 찾는다. 이런 지지도 기반의 연관 규칙 방법들은 발생 빈도가 낮은 데이터들은 연관 규칙 과정에서 제외하는 문제를 가지고 있다. 그러나 일반적으로 의료 분야에서 환자의 정상적인 상태를 나타내는 체온, 맥박, 혈압 등의 정보는 센서를 통하여 자주 수집되어도 그 중요도는 높지 않다. 반면에 환자의 이상(abnormal) 상태를 나타내는 맥박, 혈압, 호흡 수, 체온 정보는 그 발생 빈도가 낮더라도 중요도는 높다. 그러므로 발생 빈도가 낮더라도 중요도가 높은 이벤트 발생을 예측할 수 있는 마이닝은 중요하다. 본 논문에서는 비정상적인(abnormal) 상태를 나타내는 이상 이벤트만을 추출하고 이것들에 마이닝을 적용하여 데이터 아이템간의 연관 규칙을 찾아낸다.

| Time / Data item | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $T_4$ | $T_5$ | $T_6$ | $T_7$ | $T_8$ | $T_9$ | $T_{10}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7$ | $A_8$ | $A_9$ | $A_{10}$ |
| B | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ | $B_8$ | $B_9$ | $B_{10}$ |
| C | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ | $C_5$ | $C_6$ | $C_7$ | $C_8$ | $C_9$ | $C_{10}$ |

| Time / Data item | $T_1$ | $T_2$ | $T_5$ | $T_6$ | $T_7$ | $T_8$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | $A_1$ | $A_2$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7$ | $A_8$ |
| B | $B_1$ | $B_2$ | $B_5$ | $B_6$ | $B_7$ | $B_8$ |
| C | $C_1$ | $C_2$ | $C_5$ | $C_6$ | $C_7$ | $C_8$ |

: normal range value
: abnormal value
minSup = 60%

**[그림 4]** 마이닝 예

그림 4는 제안하는 마이닝 예를 보여준다. 센서가 수집한 데이터 항목 3개에 대하여 10번 센싱된 경우이다. 그림 4에서 지지도가 60%이므로 [7]의 방법을 이용하면 데이터 항목 C의 정상 범위 값을 빈발 항목 집합(8/10=80%) 으로 추출한다. 그러나 본 연구는 센싱된 데이터 중에서 정상적인 범위를 초과하거나 미달된 값을 가지고 있는 이상 이벤트에 대하여만 추출하여 마이닝 기법을 적용한다. 즉, $T_1$,$T_2$,$T_5$,$T_6$,$T_7$,$T_8$ 에 대하여 1차 지지도를 적용하면 데이터 항목 A에 대하여 비정상데이터, B에 대하여 이상 데이터, C에 대하여 정상적인 데이터로 각각 빈발 항목 집합으로 추출된다. 그러므로 빈발 데이터 패턴으로는 {($A_{ab}$, $B_{ab}$, *),($A_{ab}$, *, $C_{nor}$)} 이 추출된다.

## 4. 구 현

본 논문에서 제안한 아키텍처에 따라 마이닝 기반의 멀티 에이전트 헬스 케어 시스템을 구현 하였다. 구현을 위하여 JADE, LEAP, J2SE, Personal Java를 사용하였으며, 환자정보 데이터베이스, 진단 및 처방 데이터베이스, 써로게이트 데이터베이스는 Oracle 데이터베이스를 이용하여 설계하였다.

본 논문에서는 N(n=4)의 대상자를 선정하고 1개월간 환자 정보를 센싱하여 환자정보 데이터베이스에 저장하였다. 환자의 질병 상태를 현재 센싱된 데이터만으로 특이 상황 인지를 판단하기는 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 데이터를 정상적인 범위의 데이터와 비정상적인 범위의 데이터로 분류한다. 우리는 비정상적인 상태를 나타내는 이상 데이터에 마이닝을 적용하여 데이터 항목간의 연관 규칙을 적용한다.

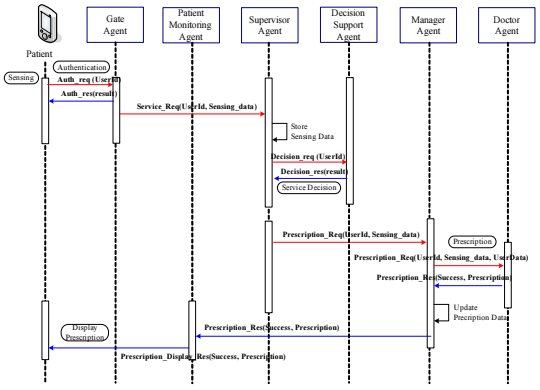
정확한 판단을 위해서는 모든 가능한 경우들이 고려되어야 하며, 전문 의사에 의해 제공되는 의료 진단 정보가 사용되어야 한다. 다음 그림 5는 환자 질병 상태 판단을 위한 알고리즘이다.

```
/* 상태 결정 알고리즘
Input: d1: 환자병력데이터패턴,
       d2: 현재센싱데이터패턴
Output: 상태 결정 (true:응급상태, false:정상상태)
*/
for each data item i ∈ 환자 병력 데이터
{
   if i ∈정상범위데이터항목
      데이터항목을 정상 데이터큐에 추가하라
   else
      데이터항목을 비정상 데이터큐에 추가하라
}
for each data item ∈ 비정상 데이터큐
{
 delta = |d2 - d1|
 if  ( delta≥ threshold)
 then  return (true);    // emergency measure
 else  return (false);    // normal state
}
```

**[그림 5]** 환자 질병 상태 결정 알고리즘

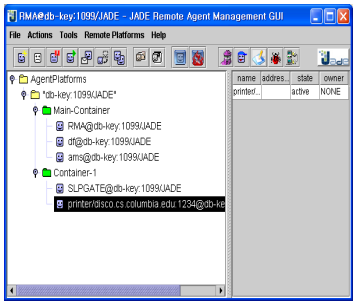
그림 6는 원격진료 서비스를 위한 에이전트들의 메시지 전송에 의한 서비스의 동작 흐름을 보여준다. 체온, 호

흡, 맥박 등의 생체 정보는 1초당 센싱하며, 혈압은 15분마다 센싱한다. 그 모아진 생체 정보는 모바일 디바이스로 전달한다.

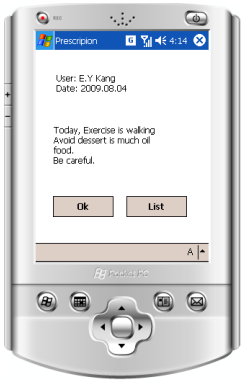



**[그림 6]** 에이전트들간의 서비스 흐름도

이렇게 병원까지 전달된 데이터를 마이닝 기법을 이용하여 의사 결정을 하고, 다시 환자의 PDA까지 정보가 전달된다. 그림7은 담당의사의 처방과 진단 결과를 환자의 PDA에 구현한 프로토타입과 JADE화면을 보여준다.




(a) JADE 화면




(b) PDA 결과 화면

**[그림 7]** 프로토타입과 JADE 화면

## 5. 분석 및 결과

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스 케어 서비스로서 사용자의 신체 정보와 주변 환경 정보를 센서를 활용하여 실시간으로 측정하고, 그 측정된 데이터를 써로게이트 시스템에 저장을 한 후 응급상황여부를 판단하여 병원 시스템에 전달하여 의사의 처방을 받는 서비스를 모델링하였다. 제안하는 시스템은 환자와 병원의 상호 연결을 가능하게 한다. 실시간으로 환자의 몸에서 센싱된 데이터를 이용하여 환자의 상태가 응급상황인지를 판단한다. 이를 해당 의사에게 전달하여 컴퓨터를 연결하여 언제 어디서나 진단 및 처방이 가능하게 한다. 또한 환자의 몸으로부터 생성된 생체데이터를 마이닝을 이용하여 진단 패턴을 뽑아내어 상태를 분류하고 긴급 상황과 응급 상황에 대하여 대처할 수 있도록 한다. 이를 위해 본 논문에서는 데이터를 의료 병력 데이터와 실시간 생체 데이터로 분류하여 이 두 그룹 사이에 연관 규칙을 이용하여 환자의 정상 상태, 응급 상태, 긴급 상태로 패턴을 분석하고 모델화하여 환자의 현 상태에 대하여 의사 결정 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 널리 사용되고 있는 에이전트 플랫폼인 JADE를 기반으로 하는 확장된 멀티 에이전트 시스템을 디자인하고 프로토타입을 개발하였다.

센서를 이용하여 측정된 사용자의 혈압, 체온, 호흡, 심전도, 혈류 등의 생체 정보와 주변 환경정보인 온도와 습도만으로 환자의 상태를 판단하는 것은 상당히 어려운 작업이며, 그 판단은 의학적인 측면이 강하다. 본 연구에서는 이를 위한 기반 환경을 구축하는 것을 목적으로 하였으며, 추후 의학적인 면이 더욱 심도 있게 연구될 필요가 있다.

## 참고문헌

[1] N. Dokovsky, A.V. Halteren, and I. Widya, "BANip: enabling remote healthcare monitoring with Body Area Networks", Proc. of 3rd International Workshop on scientific engineering of Distributed Java applications, pp.27-28, 2003.

[2] L. C. Matos, H. Afsarmanesh, "Virtual communities and elderly support", Proc. of 1st Advances in Automation, Multimedia and Video Systems, and Modern Computer Science, pp.227-284, 2001.

[3] S. Kirn, "Ubiquitous Healthcare: The OnkoNet Mobile Agents Architecture", Proc. 2nd Conference on Mobile Computing in Medicine, pp. 105-118, 2002.

[4] S. Signh, B. I. Ismail, F. Haron, and C. H. Yong, " Architecture of Agent-Based Healthcare Intelligent Assistant on Grid Environment", Proc. of 5th International Conference on Parallel and Distributed Computing: Applications and Technologies, LNCS vol. 3320, pp.58-61, 2004.

[5] 전재란, “병원고객관계관리 시스템 도입에 영향을 미치는 요인 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제10권, 제1호, pp. 209-214, 1월, 2009.

[6] J. Pei, et al., "Mining Sequential Patterns by Pattern-Growth: The PrefixSpan Approach", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, vol.16, no.11, pp.1424-1440, 2004.

[7] G. Chen, X. Wu, and X. Zhu, "Mining Sequential Patterns Across Data Streams", Univ. of Vermont Computer Science Technical Report (CS-05-04), March, 2005.

[8] 김유미, 장동민, 김성수, 박일수, 강성홍, “데이터 마이닝을 이용한 당뇨환자의 관리 요인에 관한 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제10권, 제5호, pp.1100-1108, 5월, 2009.

[9] H. Li, S. Lee, and M. Shan, "Online Mining Maximal Frequent Itemsets over Data Streams", Proc. of 15th International Workshop on Research Issues in Data Engineering: Stream Data Mining and Applications, pp.11-18, April, 2005.

[10] H. Han, H. Ryoo, and H. Patrick, “An Infrastructure of Stream Data Mining, Fusion and Management for Monitored Patients", Proc. of 19th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp.461-468, June, 2006.

[11] K. J. Park and H. Ryou, "Anomaly Detection Scheme Using Data Mining in Mobile Environment", Proc. of the 2003 International Conference on Computational Science and Its Applications, ICCSA 2003, LNCS vol.2668, pp. 21-30, 2003.

[12] T. Lv, T. Su, Z. Wang, and W. L. Zuo, "An Auto-stopped Hierarchical Clustering Algorithm Integrating Outlier Detection Algorithm", Proc. of 6th International Conference on Advances in Web-Age Information Management, WAIM 2005, LNCS vol. 3739, pp. 464-474, 2005.

[13] http://www.fipa.org

[14] http://leap.crm-paris.com

**강 은 영(Eunyoung Kang)** **[정회원]**

- 1987년 2월 : 숙명여자대학교 전산학과 학사
- 1999년 8월 : 숙명여자대학교 전산학과 석사
- 2009년 2월 : 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학과 (박사)
- 2009년 3월 ~ 2009년 8월 : 인천대학교 Post-Doc
- 2009년 9월 ~ 현재 : 동양공업전문대학 전기전자통신공학부 네트워크통신과 전임강사

<관심분야>
헬스 케어, 데이터마이닝, 이동컴퓨팅, 서비스디스커버리