

멀티 에이전트를 이용한 헬스케어 시스템*

강은영*, 김응모*

*성균관대학교 컴퓨터공학과

e-mail : eykang@ece.skku.ac.kr

An Intelligent Multi-Agent using Platform for HealthCare Service

Eun-Young Kang*, Ung-Mo Kim*

*Dept. of Computer Engineering, SungKyunKwan University

요 약

유비쿼터스 환경중 상황에 따라 필요한 행위를 컴퓨터가 수행하여 사용자 각각의 특성에 따라 서비스를 할 수 있는 가장 좋은 것이 헬스케어 분야이다. 기존 헬스케어 시스템은 클라이언트/서버 환경으로 많은 환자들의 생체 신호 데이터가 실시간으로 서버로 전송될 때 서버의 일정 수용 한계를 넘어서게 되어 심한 경우 서버가 다운되는 현상이 발생할 수 있다. 이는 긴급한 환자의 처리에 대처하지 못하는 심각한 상황을 초래 할 수 있다. 또한 생체 신호를 보내는 모바일 디바이스의 자체적으로 지원되는 자원 부족으로 환자와 병원 중앙 서버와의 원활한 커뮤니케이션의 제공을 보장하지 못하는 단점도 있다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 중간에서 환자와 병원사이의 중간 역할을 하는 써로게이트 시스템과 멀티 에이전트 시스템을 제안한다. 멀티에이전트 시스템은 중앙집중적 부하를 줄이고 유연성 있고 복잡한 처리가 가능하도록 한다. 이는 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 여러 에이전트의 협동을 통해 작업을 수행한다. 이를 위해서 본 논문에서는 JADE 를 기반으로 하는 에이전트 기술을 적용하였다. 모바일 디바이스에 인가되지 않은 접근을 막기 위한 수단으로서, 모든 메시지는 써로게이트를 통해 전달된다. 또한 써로게이트를 통해 로컬 및 원격의 에이전트를 쉽게 다룰 수 있다

1. 서론

PDA, LapTop, Notebook 과 같은 모바일 디바이스와 작은 센서, 칩, 배지 등과 같은 특정 용도와 기능 중심의 기술 발전, 또한 이들을 유무선 네트워크로 연결할 수 있는 네트워크의 발전은 유비쿼터스 컴퓨팅을 가능하게 만든다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅중 가장 폭넓게 활용될 수 있는 것이 헬스케어 분야이다. 헬스케어 서비스에 사용자의 현재 정신 및 신체 상태, 기존 병력과 같은 상황정보가 활용되는 경우, 건강을 위한 조력자의 역할을 수행해 줄 수 있게 될 것이다. 상황인식적인 헬스케어 서비스를 위하여 생활공간 곳곳에 의료서비스와 관련된 칩과 센서를 인식하고, 이에서 수집된 건강 관련 상황정보를 통해 건강진단, 질병관리, 응급관리, 원격진료등 그 동안 병원에서만 이루어지던 의

료 행위들이 자연스럽게 우리 일상 생활로 들어오게 되는 것이다.

본 논문에서는 유비쿼터스 헬스케어 서비스의 하나로써 환자의 몸에 부착된 센서를 통하여 환자의 생체 정보를 실시간으로 측정한 후 이를 병원의 의사에게 전달하는 원격 진단 및 처방 서비스를 제시한다. 실시간 원격 진단 및 처방 서비스는 환자의 현재 혈압, 체온, 혈류, 심전도, 혈당등의 생체 정보를 센서를 통하여 실시간으로 센싱하여 이를 PDA 를 통하여 환자와 병원 사이의 중개 역할을 하는 써로게이트 시스템에 보내지며 특이상황 발생시에 병원 시스템에 있는 의사에게 보낸다. 이를 본 의사는 DB 에 저장되어 있는 환자의 기존 생체 정보 와 현재 생체 정보를 이용하여 진단 하고 처방한다. 기존 헬스케어 시스템의 문제는 클라이언트/서버 환경으로 병원 서버는 부

* 본 연구는 과학재단 특정기초연구사업(R01-2004-000-10755-0)의 연구 결과로 수행되었음.

하 집중으로 인한 중앙 서버의 병목 현상 즉, 많은 환자들의 생체 신호 데이터가 실시간으로 서버로 전송될 때 서버의 일정 수용 한계를 넘어서게 되어 심한 경우 서버가 다운되는 현상이 발생할 수 있다. 이는 긴급한 환자의 처리에 대처하지 못하는 심각한 상황을 초래할 수 있다. 또한 생체 신호를 보내는 모바일 디바이스의 자체적으로 지원되는 자원 부족으로 환자와 병원 중앙 서버와의 원활한 커뮤니케이션의 제공을 보장하지 못하는 단점도 있다.

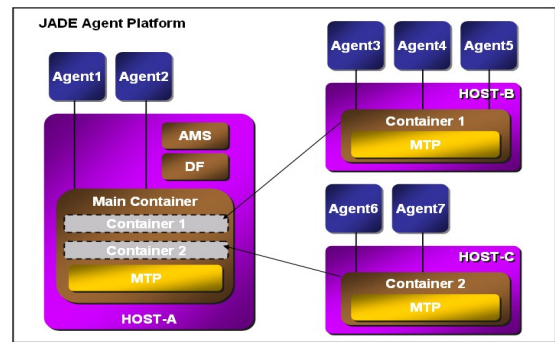
이런 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 중간에서 환자와 병원사이의 중간 역할을 하는 써로게이트 시스템을 제안한다. 그리고 중앙집중적 부하를 줄이고 유연성 있고 복잡한 처리가 가능하도록 하기 위하여 멀티 에이전트를 사용하여 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 여러 에이전트의 협동을 통해 작업을 수행한다. 이는 모바일 디바이스의 자원 지원 부족을 해결하기 위해 사용한다. 최소단위의 멀티 에이전트 시스템은 하나의 조정 에이전트(Coordination Agent)와 둘 이상의 응용 에이전트로 구성된다. 이를 위해서는 FIPA 에서 제안한 에이전트 플랫폼 구조를 기반으로 하는 에이전트 기술을 적용하였다. 모바일 디바이스에 인가되지 않은 접근을 막기 위한 수단으로서, 모든 메시지는 써로게이트를 통해 전달된다. 또한 써로게이트를 통해 로컬 및 원격의 에이전트를 쉽게 다룰 수 있다. 실시간으로 처리되는 원격 진료 시스템 및 처방 시스템은 중앙서버의 병목 현상을 방지하고 유연성 있고 복잡한 문제 해결을 위해 중간 써로게이트 시스템과 멀티 에이전트 기술을 이용하여 원격 건강진단 및 처방 시스템을 가능하게 한다. 본 논문에서는 통신시 문자 데이터만을 전송하기로 하며 사진 및 이미지 데이터는 처리하지 않는 것으로 한다.

2. 관련 연구

2.1 에이전트 플랫폼

FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agents)는 에이전트들과 에이전트 기반의 응용프로그램 간의 개발 설계서를 공개함으로써, 지능형 에이전트 연구 분야의 표준을 만드는 국제기구이다. FIPA-OS 는 FIPA 에서 정한 국제 표준을 기반으로 하여 개발된 에이전트 플랫폼이다. 대표적인 플랫폼으로는 JADE 와 Aglet 등이 있다.

JADE(Java Agent DEvelopment Framework)는 FIPA 표준안을 기반으로 만들어진 에이전트 플랫폼으로서 기본 구조는 FIPA-OS 와 유사하다. FIPA-OS 와 같이 AMS, DF 가 존재하고, 컨테이너라고 하는 에이전트의 런타임 환경이 존재한다. 컨테이너는 MTS 와 ACC(Agent Communication Channel) 같은 통신 기능을 포함하며, 다수의 에이전트가 존재할 수 있다. 하나의 에이전트 플랫폼 상에는 반드시 하나의 메인 컨테이너가 있어야 하고, 메인 컨테이너의 하위에 여러 개의 컨테이너가 존재할 수 있다. 이때 AMS 와 DF 는 반드시 메인 컨테이너에 존재해야 한다. JADE 에이전트 플랫폼의 구조는 [그림 1]과 같다.



<그림 1> JADE Architecture

Aglet Software Development Kit (ASDK)는 IBM 에서 개발한 에이전트 개발 툴로서, 쉽고 빠르게 에이전트를 개발할 수 있는 환경을 제공해 준다.

2.2 멀티에이전트기술 (Multi-Agent Technology)

하나의 에이전트로 처리하기에는 복잡한 작업을 처리하기 위해서는 다른 에이전트의 도움이 필요하게 되는데 이를 위해서 에이전트간 협동 메커니즘이 필요하다. 이는 멀티 에이전트(multi-agent) 또는 분산 에이전트(distributed agent)라고 부르기도 하는데, 조정(coordination), 협상(negotiation), 대화(communication) 등의 기법이 적용된다. 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 에이전트간 협동을 통해 정보를 교환하고 공유한다. 에이전트는 지식 표현과 추론 등을 통해 문제를 해결하나, 자신이 해결하지 못하는 기능은 해당 기능을 가지는 다른 에이전트와 협동해야 한다. 이를 위해 에이전트간에 요구 사항을 전달하고 수행 결과를 되돌려주는 통신 방법이 필요하고, 각 에이전트의 기능을 관리하고 에이전트간의 통신을 제어하는 조정 에이전트(coordination agent)가 존재해야 한다. 따라서 최소단위의 멀티 에이전트 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스환경을 제공하기 위해서는 현재의 윈도우 기반 사용자 인터페이스의 차원을 넘어서 사용자의 작업을 대행해 줄 수 있는 에이전트 시스템이 제공되어야 한다.

3. 멀티에이전트와 써로게이트기반의 원격의료시스템

3.1 서비스 개념도

본 논문에서는 가정이나 직장 등에서 사용자의 신체적 상태를 센서를 활용하여 측정하고 그 측정된 데이터와 과거의 병력에 따라 사용자의 상태를 추정하고 그에 따른 의사의 처방 및 진단을 제공함으로써 유비쿼터스 환경을 이용하여 원격 진단 및 처방 시스템의 효과를 얻고자 한다.

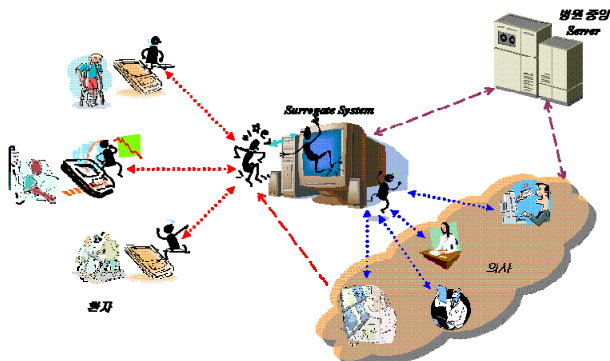
[그림 2]는 원격 진단 및 처방 시스템 서비스의 개념도이다. 시스템은 크게 3 개의 영역으로 구분된다.

BAN(Body Area Network)시스템, 써로게이트시스템(Surrogate System), 그리고 병원 시스템(Hospital System) 으로 구성된다.

첫번째 BAN(Body Area Network) 시스템은 사용자의 몸에 센서를 부착한 영역으로 체온, 호흡, 혈압, 맥박의 생체 신호를 동시에 측정하여 통합적으로 관리할 수 있는 응용 어플리케이션과 이를 무선으로 송수신이 가능하도록 하는 부분이다. 무선 네트워크를 통하여 사용자 모바일 디바이스인 PDA 에 생체 신호가 전달 되는 부분이다. 신체 상태를 측정하는 센서와 PDA 로 구성된다.

두번째 영역은 중재자 역할의 Surrogate 시스템으로 다음과 같은 일을 처리 한다. 클라이언트/서버 방식에 의해 발생하는 중앙 서버 병목현상을 방지하기 위한 중개를 담당한다. 환자의 생체 데이터는 에이전트에 의해 긴급상황여부를 판단하고 이를 Surrogate 시스템에 저장한다. 또한 의사와 병원 관계자는 Surrogate 시스템의 데이터를 이용할 수 있다. 긴급상황으로 판단된 데이터는 병원 시스템에 바로 전달되어 응급상황에 대처할 수 있도록 한다. Surrogate 에 저장된 데이터는 필요에 따라 병원 중앙 DB 에 저장된다. 멀티 에이전트 시스템이 BAN 영역과 병원 시스템의 유기적인 역할을 담당한다.

세번째 영역인 병원 시스템은 기존의 병원 시스템과 동일한 영역이다.



<그림 2> 멀티 에이전트와 Surrogate 기반의 의료 정보 시스템

센서는 무선인터페이스보드와 커넥션을 맺은 후 생체 정보 데이터를 전송하게 되고 특별한 이벤트가 발생하지 않는 이상 커넥션을 유지하게 된다. 무선인터페이스보드로부터 생체 정보 데이터를 수신한 센서 게이트웨이는 실시간 혹은 정기적으로 중재시스템인 써로게이트 시스템에 생체정보 데이터를 전송한다.

3.2 소프트웨어 구성

본 논문에서 제시하고 있는 지능형 멀티 에이전트 기반 실시간 원격진료 모니터링 시스템(RealTime TeleMedicine System - RTTeleMS) 은 JAVA 기반의 응용 어플리케이션과 FIPA 의 표준을 따르는 분산에이전트 플랫폼인 JADE 에 기반한다. 모바일 디바이스, Surrogate 시스템, 병원의 의사, 환자, 병원업무 담

당자등 중앙 DB 접근을 하려고 하는 사용자, 응용프로그램 및 디바이스의 객체를 인식하고 이를 현 상태에 따른 정보를 수집하여 서비스 할 수 있는 중간 매개체 역할을 위하여 지능형 멀티 에이전트 시스템을 기반으로 한다. 최소단위의 멀티 에이전트 시스템은 하나의 조정 에이전트(Coordination Agent)와 둘 이상의 응용 에이전트로 구성할 수 있다. 실시간 원격치료 모니터링을 위한 소프트웨어 구성은 PDA/MDA/Notebook 과 같은 모바일 디바이스에는 JADE-LEAP 플랫폼과 써로게이트 시스템을 관리하는 Surrogate Agent Platform, 병원 시스템 Agent Platform 으로 이루어진다. [그림 3]은 실시간 원격진료 에이전트의 구성을 보여준다. 에이전트들은 모바일 디바이스, 써로게이트 시스템, 병원 시스템에서 작동하여 크게 3 부분으로 구성되며 상호 연결 및 정보 전달, 관리를 위한 관리 에이전트들이 각각 존재한다.

TMUAP(Tele-Medicine User Agent Platform) 은 모바일 디바이스에서 동작하는 플랫폼으로 현재 사용자 신체 상태 정보와 온도, 습도등과 같은 주변 환경 정보를 검출하는 기능, 중재시스템인 써로게이트시스템에 생체정보를 전달하는 기능, 또한 응급 진단과 같은 서비스를 요청하는 기능등을 담당하는 에이전트들이 동작한다.

- TMSAP(Tele-Medicine Surrogate Agent Platform)은 환자의 모바일 디바이스와 병원 시스템을 중재하며 동작하는 플랫폼으로 서비스를 요청한 사용자의 정당성을 확인하는 기능, 실시간으로 전달해 오는 사용자 신체 정보를 저장소에 저장하는 기능, 사용자의 과거 병력을 확인하여 특이사항 발생시 병원 시스템에 전달하는 기능, 의사의 처방을 전달하는 기능등을 담당하는 에이전트들이 동작한다.

- TMSMA(Tele-Medicine Surrogate Management Agent): 환자의 모바일 디바이스로부터의 생체 데이터를 surrogate 시스템에 전달하거나 의사의 처방을 환자에게 전달하며 surrogate 시스템의 전체를 관리하고 제어한다.

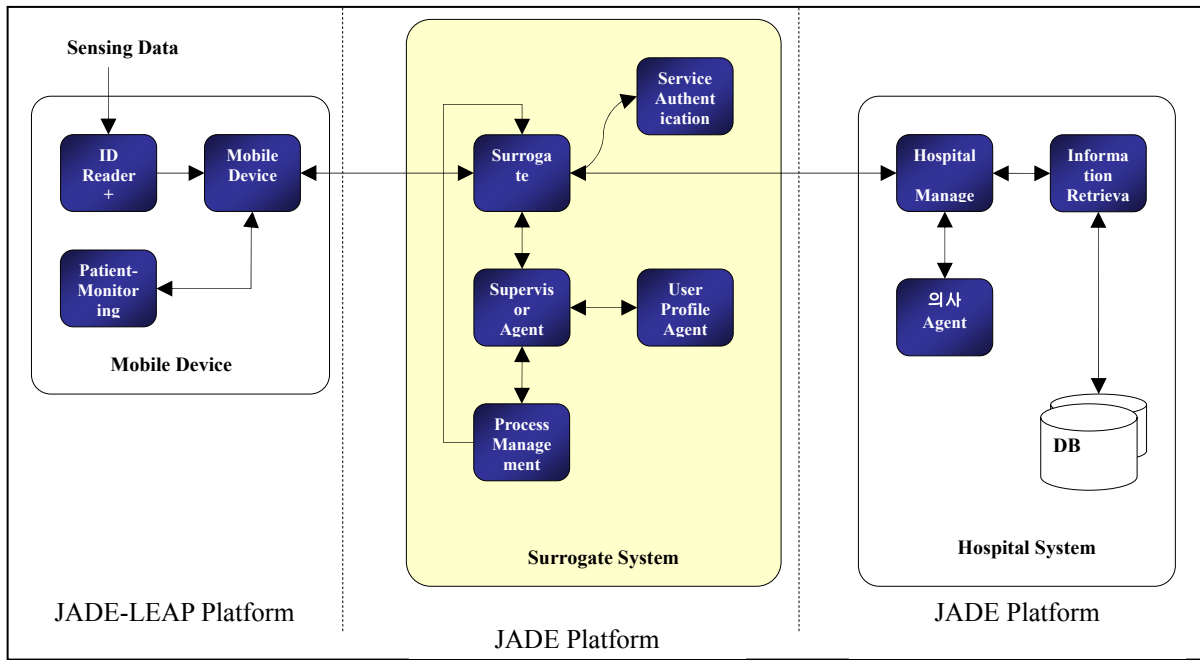
- Service Authentication 에이전트: Surrogate 시스템에 접근하는 모바일 에이전트들의 정당성을 확인한다.

- Supervisor 에이전트: 전달된 환자의 데이터를 분석하여 처리하는 총괄책임적인 역할을 한다.

- Manager 에이전트: supervisor 에이전트로부터 할당받은 임무를 수행한다.

- User Profile 에이전트: 환자의 과거 병력을 검색하거나 현재상태의 정보를 저장한다

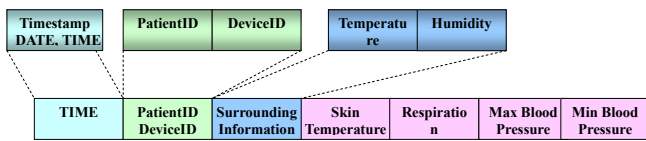
- TMHAP(Tele-Medicine Hospital Agent Platform)은 병원 시스템에서 동작하는 플랫폼으로 병원 중요 DB에서 데이터를 검색하거나 관리하는 기능과 의사에게 응급사항을 알리는 기능등을 담당하는 에이전트들이 동작한다.



<그림 3> 실시간 원격진료 시스템의 에이전트 구성

4. 사용자 상태의 분석

센서를 이용하여 측정된 사용자의 혈압, 체온, 호흡, 심전도, 혈류등의 생체 정보로 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. 먼저 사용자의 평상시 혈압(최고/최저), 체온, 호흡, 맥박등의 정보를 저장 및 관리하고 이를 측정된 값과 비교 분석한다. 혈압, 체온, 호흡, 맥박등의 생체 정보는 1 초당 센싱하며, 혈압은 15 분마다 센싱한다. 그 모아진 생체 정보는 모바일 디바이스로 전달한다. [그림 4]는 센서장치로부터 써로게이트 시스템에 전송되는 생체 정보 데이터 포맷이다.



<그림 4> 생체 정보 데이터 포맷

또한 혈압, 체온, 호흡, 심전도, 혈류등의 정상범위를 데이터베이스화하여 저장, 관리하며 센싱된 데이터와 비교 분석하고, 정상 범위를 넘어간 경우, 특이 상황으로 간주하여 병원 의사에게 처방을 요구하도록 한다. 향후 환자 생체 정보의 패턴을 분석하는 과정이 필요하다.

5. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 유비쿼터스 헬스 케어 서비스로서 사용자의 신체 정보와 주변 환경 정보를 센서를 활용하여 실시간으로 측정하고, 그 측정된 상태에 따라 중간 중재 역할을 하는 써로게이트 시스템에 저장을 한후 이를 병원 시스템에 전달하여 의사의 처방을 받는 서비스를 모델링하였다. 이는 FIPA 에이전트 플랫폼 구조를 기반으로 한 멀티 에이전트 기술을 적용한 것이다. 환자의 몸에서 수집한 센서값으로부터 사용자의 상태를 추정하는 부분과 측정된 값을 이용하여 특이상황 및 응급상황을 판단하여 이를 의사에게 전달하는 것으로써, 상황 판단을 위한 의학적인 연구가 필요하며, 추후 사용자의 상태 개선 여부 등의 학습이나 추론등의 기술적 요소가 보완되어야 한다. 또한 이를 프로토타입으로 구현하여야 한다.

본 연구에서 사용된 센서에 의한 사용자 및 주변 환경의 상황 인식 기술과 상황에맞는 다양한 정보에 근거하여 사용자 대신 작업하는 지능형 에이전트 기술을 이용하여 고부가가치형 유비쿼터스 서비스를 창출할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Stefan Kirm., "Ubiquitous Healthcare: The OnkoNet Mobile Agents Architecture". The International Conference NetObjectDays on Objects, Components, Architectures, Services, and Applications for a Networked World, London, UK, 2002

[2] Nikolay Dakovsky, Aart van Halteren, Ing Widya. "BANip: enabling remote healthcare monitoring with Body Area Networks", International Workshop on scientific engineering of Distributed Java applications, November 27-28, 2003