

논문 2007-44CI-2-7

## OSGi 기반 상황인지 모바일 헬스케어 시스템 설계 및 구현

(Design and implementation of  
OSGi-based Context-Aware Mobile Healthcare System)

송 승 재\*, 김 남 호\*\*, 류 상 환\*\*, 신 호 진\*\*, 장 경 수\*\*\*, 신 동 렬\*\*

(Seung-Jae Song, Nam-Ho Kim, Sang-Hwan Ryu, Ho-Jin Shin,  
Kyung-Soo Jang, and Dong-Ryoel Shin)

## 요 약

본 논문에서는 JADE 플랫폼과 OSGi 프레임워크의 연동을 통해 더욱 발전된 상황인지 헬스케어 시스템을 제안한다. 기존 헬스케어 시스템들은 매우 수동적인 서비스들만을 제공하고 있으며, 시스템 표준이 정해지지 않아 각각의 시스템 간 호환성이 보장되지 않고 있는 상황이다. 이러한 이유로 본 논문에서는 헬스케어 시스템에 에이전트 표준 플랫폼인 JADE를 적용함으로써 컨텍스트 정보의 효율적인 관리와 자동화된 서비스의 제공을 꾀한다. 또한, Surrogate System(이하 써로게이트)에 표준 서비스 게이트웨이인 OSGi 프레임워크를 탑재함으로써 국제 산업계 표준을 만족 시키며, 플랫폼이나 응용 프로그램 등에 큰 제약을 받지 않고 헬스케어뿐만 아니라 다양한 서비스의 제공을 가능하게 한다. 이러한 각 프레임워크들의 이점들을 차용하기 위해 하나의 헬스케어 시스템에 두 개의 플랫폼을 적용하고, 플랫폼 간의 서비스 공유를 위해 OSGi와 JADE간의 연동 기술을 개발한다. 아울러 상황인지 헬스케어 시스템을 지향하기 위하여 컨텍스트 정보를 기반으로 간단한 추론이 가능한 Dummy Context Agent Engine을 개발하여 적용한다.

## Abstract

Recently, Healthcare system has not been standardized and has been developed as an embedded system lacking interoperability. We are finally going to face such problems as having excessive load in using network caused by the uncontrolled spread of system and un-guaranteed interoperability among the heterogeneous systems. We suggest the possibility that OSGi and JADE can be accepted as a solution for the above problems.

**Keywords :** OSGi, JADE, Mobile Healthcare System, Ubiquitous Computing

## I. 서 론

현재 우리는 의료기술의 발달로 인해 평균 수명이 급속도로 상승하고 있으며, 결과적으로 세계적으로 노령

화되고 있는 사회에서 살고 있다. 노령화 사회로의 급속한 변화는 만성 질환자이 폭발적으로 증가하는 등 사회 전반적인 질병 패턴의 변화를 가져왔다. 또한 정보 기기가 확대 보급되어 정보 수혜 창구가 넓어짐에 따라, 환자 자신이 자신의 질병에 대해 많은 지식을 가지고 능동적으로 대처하고 있다. 하지만 만성 질환자의 경우, 항상 자신의 몸 상태를 직접 모니터링 해야만 하는 점 때문에, 전문가의 권고대로 철저한 몸 관리를 하는 환자들은 그다지 많지 않은 실정이다. 따라서 만성 질환자를 체계적으로 모니터링하고 관리할 수 있는 시스템의 필요성이 절실하다. 그렇지만 시스템의 제약으로 인해 만성 질환자들에 대한 체계적인 원격관리가 어려운 실정이다. 이러한 애로점을 해결하고자 제시된 개

\* 정회원, 서울대학교 치과대학 의생명지식공학연구소 (Biomedical Knowledge Engineering Lab., School of Dentistry, Seoul National University)

\*\* 정회원, 성균관대학교 정보통신공학부 (School of Information and Communication Eng., Sungkyunkwan University)

\*\*\* 정회원, 경인여자대학 정보미디어학부 (School of Information & Media, Kyungin Women's College)

※ 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2004-000-10755-0) 지원으로 수행되었음.

접수일자: 2006년10월31일, 수정완료일: 2007년2월24일

넘이 유비쿼터스 환경에서 동작하는 ‘모바일 헬스케어 시스템’이다. 하지만 제안되었거나, 개발되어 있는 헬스케어 시스템들은 매우 수동적인 서비스만을 제공하고 있으며 시스템 간의 표준화가 이루어지지 않고 있다. 게다가 개발 업체들의 이해관계로 인해 확장성이 결여된 임베디드 시스템으로 개발되고 있기 때문에, 우리가 추구하는 유비쿼터스 환경에서 정상적으로 동작할만한 시스템이 아직 없다는 것이 현실이다.

본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결 할 수 있도록 ‘모바일 헬스케어 시스템’에 국제 산업계 표준인 OSGi 프레임워크를 적용하고, 각 서브 시스템간의 독립적이며 유기적인 서비스를 위하여 에이전트 기반 시스템을 제안하고 구현한다. 또한 에이전트 기반 헬스케어 시스템과 OSGi 탑재 장비간의 호환성을 보장하기 위하여 OSGi-JADE 플랫폼 간 연동 기술을 개발한다. 마지막으로 능동적인 의료서비스 제공을 위하여 상황인지 서비스가 OSGi 프레임워크 상에서 구동될 수 있도록 상황인지 변들을 개발한다.

본 논문의 II장에서는 관련 연구 및 기술 적용의 당위성에 대하여, III장에서는 시스템 제안 및 설계, IV장에서는 시스템 구현에 대해 기술한다.

## II. 관련 연구

### 1. OSGi 적용

OSGi는 유비쿼터스 환경에서 게이트웨이 이하의 소단위 도메인으로 이루어져있는 ‘홈네트워크 영역’이나 ‘텔레매틱스 영역(텔레매틱스 장치를 탑재한 차량 내부 도메인)’의 미들웨어 플랫폼으로서 국제 산업계 표준으로 제정되었다. 과거, 가진 업체들을 중심으로 인터넷 정보가전 관련 기술들이 연구개발 되고 있는 상황이기 때문에, 업체 각각의 목표와 내용이 다를 수 밖에 없었고, 이러한 이유로 네트워크상에는 헤아릴 수 없이 다양한 홈 네트워크 솔루션들이 섞인 이기종 네트워크의 형성을 초래하게 되었다. OSGi는 이러한 이기종 네트워크간의 브릿지 역할을 하는 장치로서 개발된 홈게이트웨이 기술이다. 홈게이트웨이 중 OSGi는 플랫폼과 어플리케이션 독립적이며, 다양한 서비스를 지원한다. 또한 다양한 디바이스와의 연동 및 다른 표준기술과의 공존을 보장하며, 다양한 시스템 보안수준을 통합함으로써 상당한 기밀성을 제공한다<sup>[3]</sup>. 이러한 이유로 본 시스템에서 게이트웨이의 역할을 하는 써로게이트에 OSGi 프레임워크를 탑재한다. 이는 BAN 도메인에서

동작하는 사용자 에이전트와 RMC 도메인에서 동작하는 여러 에이전트들 중 써로게이트와 직접 통신을 하는 브로커 에이전트의 중간에서 임의의 정책을 기반 한 서비스를 제공하게 된다.

### 2. JADE 적용

에이전트 기술은 추론이나 판단 기능을 수행하는 단독 동작형태로 시작하여, 현재는 분산 환경에서 멀티 에이전트 간 협동을 통해 인간의 특정업무를 대리 수행함으로써 임무를 효과적으로 해결하는 중요한 수단으로 발전하고 있다. 에이전트를 이용한 서비스 특화는 자원의 분산관리, 서비스 자동화, 네트워크 및 디바이스의 Ad-Hoc 구성 및 모니터링 기술이 상호 작용하며 거대한 서비스 네트워크 구성을 더욱 용이하게 한다. 하지만 특정 목적을 위해 제한된 환경 하에서 개별적으로 개발된 에이전트 기술은 다양한 범용서비스를 특화된 형태로 제공하기 위해 에이전트 요소 기술에 대한 통일된 규격이 필요하다. 따라서 표준 에이전트 플랫폼 기반으로 시스템을 개발하여야 하는데 현재 FIPA 표준안을 만족하는 몇몇 개의 에이전트 플랫폼 중 Telecom Italia 연구소에서 개발한 JADE를 도입한다.

### 3. OSGi-JADE 연동 기술

흔히 ‘유비쿼터스’라 부르는 환경으로의 진화가 급격히 추진되고 있는 상황에서 이를 지원하기 위한 장비들의 임베디드화가 가속화되고 있다. 이에 맞추어 OSGi는 계속 발전하고 있는 프레임워크로서 상용화된 초경량 버전의 프레임워크가 이미 나와 있는 상황이고, 현재의 추세를 고려해 보았을 때 가까운 미래에 상당량의 모바일 장치 및 홈게이트웨이, 텔레매틱스 장비 등에 OSGi 프레임워크가 기본적으로 탑재될 것으로 보인다. 일례로, BMW사에서 시판 중인 차량에 탑재되는 텔레매틱스 장치에는 OSGi 플랫폼이 적용 되어 있다. 또한 에이전트를 이용한 서비스의 중요성이 부각되면서, 독자적인 프로그램 모듈을 제공하던 회사들이 공통된 에이전트 플랫폼 상에서 자신들이 제공하는 서비스만을 구입하면 해당 기능을 사용할 수 있도록 하는 개념이 발전할 것이기 때문에 에이전트 플랫폼의 저변화도 초읽기에 들어가 있는 상황이다. 그러한 이유로 OSGi와 에이전트 시스템은 같은 공간, 같은 장치 내에서 동작하게 될 확률이 상당히 높아졌고, 이에 따라 서비스 제공이나 공유를 위해 두 플랫폼 간의 연동이 요구된다. 본 시스템 역시 이러한 사회적 요구에 따라 에이전트와

OSGi를 적용하여 구축할 것이며 그러기 위해서 OSGi와 에이전트간의 연동 기술을 개발하도록 한다. 프레임워크 간 연동은 에이전트 시스템의 구동을 지원하는 ASBP(Agent Supported Bundle Package; 에이전트 지원 번들 패키지)를 OSGi 프레임워크에 탑재함으로써 해결한다.

#### 4. Context-Aware Engine

상황인지 엔진(Context-Aware Engine)은 컨텍스트 기반의 서비스를 제공할 수 있도록 핵심 알고리즘을 제공하는 솔루션으로<sup>[4][5]</sup> BAN 도메인에서 사용자 생체 신호를 취합하여 써로게이트로 송신하게 되면 써로게이트는 이 정보들을 임시 DB에 저장할지 RMC 도메인으로 재전송할지를 판단하게 되는데, 이 때 저장여부와 재전송 여부를 판단하는 역할을 한다. 또한 RMC 도메인에서는 브로커 에이전트로부터 넘겨받은 사용자 생체 데이터와 병원 DB에 저장되어 있던 사용자의 기본 정보 및 병력 등을 적절히 과싱하여 현재 환자상태를 추론하게 되고 가장 적절한 진료과목을 선정하여 모바일 서비스 서버로 서비스를 이관하게 된다. 하지만 본 시스템에서 주안점을 두고 있는 것은 상황인지 엔진의 핵심 알고리즘이 아니기 때문에 간단한 룰 기반의 SCAE(Simple Context-Aware Engine; 심플 상황인지 엔진)을 사용하여 전체 시스템을 구현하되 컨텍스트 기반 서비스를 제공하기 위한 Dummy Context-Aware Engine은 에이전트 기반의 서비스 번들로 OSGi 프레임워크 상에 탑재하도록 한다.

### III. 시스템 제안 및 설계

#### 1. 전체 시스템 구조

본 헬스케어 시스템은 그림 1과 같이 3개 도메인으로 이루어져 있다. 각 도메인의 범주는 아래와 같다.

-BAN(Body Area Network; 신체 네트워크) 도메인 : 서비스 수혜자가 몸에 휴대하고 있는 센서와 해당 센서 정보를 취합하고 RMC 도메인에서 제공하는 서비스를 현시할 수 있으며 약간의 연산능력을 가지는 휴대 단말기로 구성된 가장 작은 단위 도메인으로서 써로게이트 단위의 도메인 내에 여러 BAN 도메인이 존재할 수 있으며 이들은 인프라 네트워크나 에드혹 네트워크 기반으로 연결된다.

-Surrogate System : 사용자의 생체 데이터를 취합하고 임시 저장하며 필요에 따라 사용자의 응급 상황을

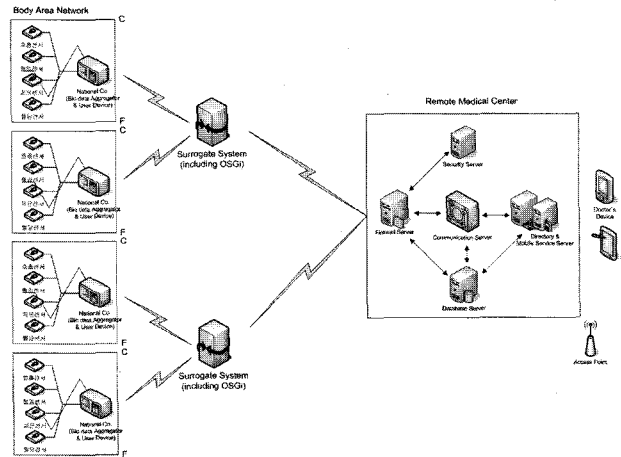


그림 1. 전체 시스템 구성

Fig. 1. General System Configuration.

의료 기관 및 '119'와 같은 유관 기관에 통보 할 수 있는 기능을 가지는 클러스터

-RMC(Remote Medical Center; 원격 의료기관) 도메인 : 실질적인 의료 서비스 제공자로서 의료정보화 사업이 완료된 3차 의료기관

#### 가. BAN (Body Area Network) 구조

BAN(Body Area Network)영역은 사용자가 몸에 부착하고 있는 여러 개의 생체센서와 디스플레이 장치 및 약간의 연산능력을 가지는 사용자 휴대장치로 구성되어 있다. 시스템 복잡도가 올라감에도 여러 개의 생체센서를 사용하는 것은 현존하는 기술로 하나의 센서로 환자의 모든 상태를 측정하는 것은 불가능하고 한 센서의 측정치가 진단에 의미 있는 값으로 평가되기 위해서는 관련된 위치의 여러 센서 측정치와의 연관성 분석을 해야 하기 때문이다. 우선 각 생체센서들은 시리얼 인터페이스를 가지며 사용자 디바이스는 응급상황 발생 시 활용할 수 있도록 CDMA 및 802.11a/b/g, 블루투스를 통한 통신 채널을 가진다.

그림 2에서 보는 것과 같이 각 생체센서들과 사용자 디바이스는 RS232C를 통한 시리얼 통신을 하게 되며

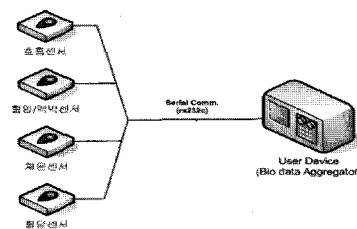


그림 2. 신체네트워크 구조도

Fig. 2. BAN Configuration.

COM port의 충돌을 방지하기 위해서 각 센서별로 일정 시간의 점유시간을 지정하게 된다. 여러 개의 생체 센서는 사용자의 생체정보를 측정하여 사용자 디바이스의 임시 버퍼에 저장한다. 사용자 디바이스는 각 센서들로부터 수신한 생체데이터를 취합하고 간략한 파서를 이용하여 취합된 데이터를 분석하여 호흡이 멈추거나 혈압이 잡히지 않는 등의 응급 상황에 대한 1차적인 대처를 할 수 있도록 한다. 각 BAN 도메인의 사용자 식별 정책은 사용자 디바이스에 탑재되어 있는 여러 통신 인터페이스의 맥어드레스와 사용자 ID를 이용한다. 이는 사용자 히스토리를 저장하는 DB의 데이터 무결성을 유지하기 위해 필수적이며 써로게이트나 RMC에서 수신한 사용자 생체 데이터를 분석 및 추론하여 적절한 조치가 필요할 때 사용자 히스토리를 호출해주는 식별자 역할을 한다. 또한 사용자 디바이스는 사용자가 자신의 생체정보를 실시간으로 확인 할 수 있는 기능을 제공하며 RMC로부터 수신된 조치사항들을 사용자에게 디스플레이해주는 역할을 한다. 또한 에이전트를 적용하여 RMC, 사용자 디바이스, 생체 신호 측정 장비 등을 효율적으로 관리하며 이들 장비들의 유관 데이터들의 신뢰성 있는 자료 처리를 가능케 한다.

나. Surrogate System 구조

기존의 헬스케어 시스템은 병원의 중앙 DB와 사용자들 간의 통신 메커니즘은 단위 RMC에 등록되어 있는 수많은 사용자들과 1:1 연결을 통해 서비스를 제공하는 단순한 서버-클라이언트 구조를 가지게 되어 병원 서버에 과도한 부하를 주게 되어 있었고, IPv4 기반의 현재 네트워크 시스템 상에서 자연스러운 핸드오프가 힘들기 때문에 헬스케어 시스템들의 자연스러운 이동성에 문제가 있어 그 시스템의 사용 범위가 한정적이었다. 또한 헬스케어 시스템과 관련된 응용프로그램을 설계할 때 적당한 미들웨어와 지능형 멀티 에이전트가 없어서 특정 도메인의 하드웨어나 응용프로그램에 종속되는 폐해가 있었고 이로 인해 프로그램의 재사용성에 큰 문제가 있었다. 이러한 여러 문제점들 때문에 본 시스템에서는 국제 산업계 표준 미들웨어인 OSGi를 적용하여 네트워크와 특정 서버의 과부하 문제 및 프로그램의 재사용 문제를 해결하고자 한다. 또한 각 장비들의 효율적인 관리와 신뢰할 수 있는 데이터 처리를 위해 에이전트 시스템을 적용하기 위한 에이전트 플랫폼 연동 기술이 요구된다. 써로게이트는 일반적인 홈네트워크 영역이나 텔레메딕스 영역을 서비스 영역으로 가진다. BAN영역

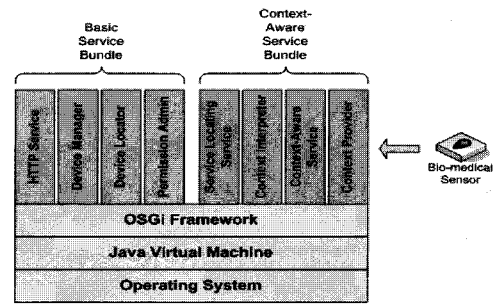


그림 3. OSGi 기반 상황인지 시스템 구조  
Fig. 3. OSGi based Context-Aware System Architecture.

표 1. 상황인지 서비스 번들의 역할  
Table 1. Duty of Context-Aware Service Bundles.

	역 할
Context Provider	컨텍스트를 제공하는 매체로부터 컨텍스트 데이터를 수집하는 번들
Context-Aware Service	컨텍스트 정보를 이용하여 실질적인 서비스를 제공하는 번들
Context Interpreter	컨텍스트 데이터를 분석하여 활용이 가능한 정보로 변환해주는 번들
Service Locating Service	해당 서비스의 위치에 대한 정보를 유지하는 번들

과 근접한 장소에 위치하게 되는 써로게이트는 시스템이 수용할 수 있는 여러 개의 BAN 도메인에서 사용자별 생체데이터를 수신하고 이 생체데이터를 SCAS를 이용하여 파싱하게 된다. 파싱된 데이터에 대해 발생하는 이벤트에 따라 사용자 생체신호 및 사용자 히스토리를 조합하여 RMC로 송신하거나 '119 구조대'와 같은 관련 기관에 통보를 하게 된다. 또한 특별한 이벤트가 없는 경우에는 사용자를 하나의 서비스(id:사용자 데이터)로 인식하여 써로게이트의 임시 버퍼에 해당 데이터를 유지하는 역할을 한다. 이 시스템은 세계 산업 표준인 OSGi 프레임워크를 사용하게 되며 BAN영역의 사용자 휴대장치에서 RMC영역으로 보내는 여러 데이터들 중 특별한 이벤트가 없는 데이터들을 중간에서 필터링함으로써 네트워크의 과도한 부하를 줄여주는 역할을 하게 된다. 써로게이트에서 데이터 필터링을 위한 SCAS(Simple Context-Aware Service; 심플 상황인지 서비스)를 제공하기 위해서는 OSGi 프레임워크에서 상황인지 서비스를 위한 번들이 탑재되어야 한다. 그림 3은 OSGi 프레임워크가 상황인지 서비스를 제공할 수 있도록 하는 관련 서비스 번들의 구성도이며 표 1은 각 서비스 번들의 역할을 기술하고 있다.

다. RMC (Remote Medical Center) 구조  
RMC 도메인은 그림 4와 같이 Firewall(방화벽), Authentication Server(인증 서버), Inference Server(추

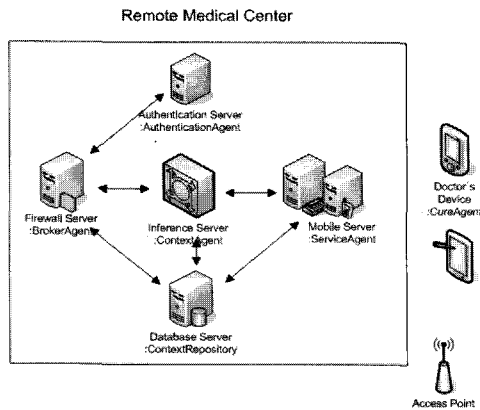


그림 4. RMC 시스템 구조  
Fig. 4. System Architecture of RMC.

론 서버), Database Server(데이터베이스 서버), Mobile Server(모바일 서버) 등 5개의 서버로 구성되어 있다.

각 서버는 에이전트 기반으로 동작을 하며 에이전트는 JADE 플랫폼 상에서 동작하게 된다. 그림 4는 각 서버별 에이전트 탑재 상황이며 각 서버에 탑재 되어 있는 에이전트들의 역할은 아래와 같다.

● Firewall Server : Broker Agent

사용자 디바이스나 써로게이트에서 전송하는 환자 데이터가 RMC 영역으로 들어오는 첫 관문으로서 병원 전산망 보호를 위한 방화벽 기능과 더불어 RMC 내의 여러 에이전트로 환자 데이터를 포워딩하는 역할을 한다.

● Authentication Server : Authentication Agent

브로커 에이전트는 외부 도메인으로부터 환자 데이터를 받게 되면 이 데이터의 주인이 RMC에 등록되어 있는지를 확인하기 위하여 인증 에이전트로 확인 요청을 하게 된다. 인증 서버는 환자 데이터 내에 들어 있는 인증용 키값을 통해 사용자 인증을 하게 된다.

● Inference Server : Context Agent

컨텍스트 에이전트가 탑재되어 사용자 디바이스나 써로게이트로부터 수신된 데이터를 기반으로 환자의 상태를 추론하게 된다. 추론 결과에 따라 적절한 진료과목을 선택하고 가용한 의사를 검색하여 서비스 에이전트에게 서비스를 제공한다. 아울러 의사 디바이스로부터 요청이 있을 때 그 환자의 히스토리와 현재 상태를 분석하여 과거에 비슷한 케이스를 찾아 레퍼런스로 같이 제공하게 된다.

● Database Server : Context Repository

등록된 환자의 정보(신상명세, 과거력, 가족력 등)를

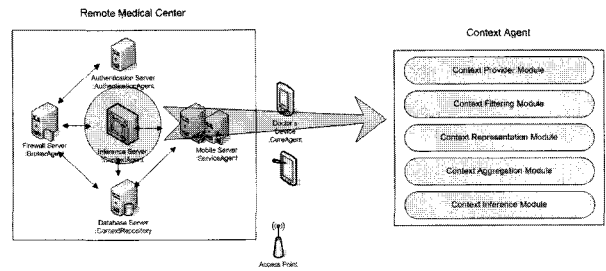


그림 5. 추론서버의 컨텍스트 에이전트 상세 구조  
Fig. 5. Detailed Configuration of Inference Server.

유지하며 시스템을 유지하는데 필요한 여러 가지 데이터들을 저장한다. 또한 의사 디바이스로부터 Prescription Data가 수신되면 이를 실시간 백업하여 차후 비슷한 케이스가 발생할 때, 레퍼런스로 제공할 수 있도록 한다.

● Mobile Server : Service Agent

모바일 서비스 서버는 의사가 소지하고 있는 휴대장치로 의료서비스를 제공할 수 있도록 기반 인프라를 제공하며, 가용한 의사의 리스트를 지속적으로 유지하여 컨텍스트 에이전트로부터 요청이 있을 때 해당 데이터를 리턴해주며 의사 디바이스에게 실질적인 서비스를 해주는 역할을 한다.

그림 5에서 보듯, 컨텍스트 에이전트는 크게 5개의 모듈로 구성되어 있는데 각 기능에 대해 아래에서 설명한다.

● Context Provider Module

이 모듈은 써로게이트에서의 CPB(Context Provider Bundle;컨텍스트 제공 번들)과 같은 기능을 한다. 본 시스템에서는 여러 다양한 컨텍스트 수집 장치와 컨텍스트 소스등이 있다. 그것들은 네트워크에 수시로 드나들기 때문에 그들을 관리할 수 있도록 컨텍스트 프로바이더를 디자인하였다. 그것들이 등록이 되거나 탈퇴가 되었을 때, 컨텍스트 프로바이더에게 메시지가 보내진다. 이 메시지에 따라 컨텍스트 소스가 승인되게 된다.

● Context Filtering Module

컨텍스트 필터링 모듈은 컨텍스트 소스로부터 컨텍스트 정보는 지속적으로 전송되는데 이때 일정한 알고리즘에 의해 컨텍스트 정보를 필터링하여 의미없는 정보로 인한 컨텍스트 저장소의 오버플로우를 예방하는 것이 주된 목적이다.

● Context Representation Module

컨텍스트 재 표현 모듈은 사용자로부터 전송 받은 정보들을 효율적으로 사용할 수 있도록 RMC 도메인의 DB에 적절한 가공을 거쳐 저장하는 역할을 한다. 이때 컨텍스트 정보들은 각각의 사용자 밑에 온톨로지 기술을 사용하여 분류 저장된다.

● Context Aggregation Module

컨텍스트 통합 모듈은 컨텍스트 재표현 모듈의 컨텍스트 정보들을 일정한 규칙에 의해 통합해주는 능력을 가진다. 통합 규칙은 유즈케이스를 통하여 도출된 요구사항에 따라 생성되며, 통합된 컨텍스트 정보들은 상황에 따라 보다 질 높은 정보로 사용될 수 있게 된다.

● Context Inference Module

컨텍스트 추론 모듈은 사용자 요구에 기반하여 한 개이상의 컨텍스트 추론 알고리즘을 가지고 있다. 이러한 추론 모듈의 필요성은 로우레벨의 정보를 가지고 하이레벨의 정보를 추론하기가 쉽지 않을 뿐더러, 각각의 상황에 따라 사용자가 일일이 모든 정보들을 직접 확인하고 판단하는 것이 쉽지 않다는 점에 기인한다.

라. OSGi - JADE 연동

OSGi와 JADE를 연동하는데 있어서는 두 가지 방법을 생각해 볼 수 있다. 하나는 OSGi 프레임워크 상에 JADE 자체를 탑재하는 것이고, 다른 하나는 OSGi 프레임워크에서 동작할 수 있도록 JADE의 서비스를 번들로 등록하는 것이다. 그림 6에서 보듯, 전자의 경우 JADE 프레임워크를 OSGi 프레임워크에 플러그인 형태로 탑재하여야 하기 때문에 시스템 구현에 꽤 많은 노력이 필요하게 된다.

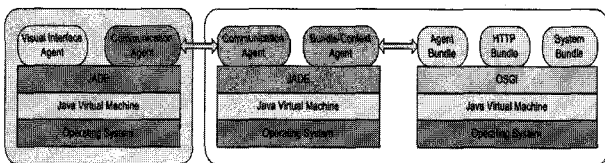


그림 6. OSGi-JADE 연동 방안 1  
Fig. 6. Scenario 1 of Collaboration between JADE and OSGi.

반면에 그림 7과 같이 후자의 경우, 특정한 서비스에 대한 에이전트 프로그램에 대한 번들 파일만 만들어 배포하면 되기 때문에 일의 복잡도는 상당히 줄어들게 된다. 이러한 이유로 본 시스템에서는 후자의 방법을 구현을 하였다.

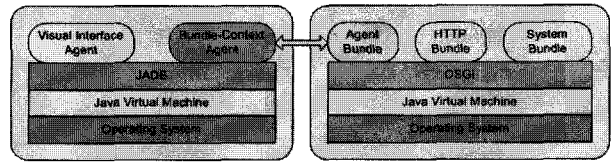


그림 7. OSGi-JADE 연동 방안 2  
Fig. 7. Scenario 2 of Collaboration between JADE and OSGi.

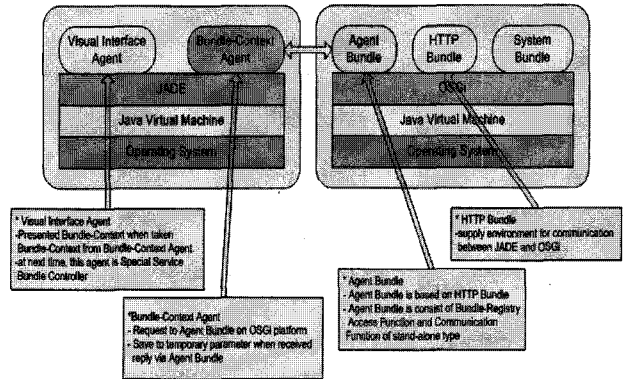


그림 8. 각 요소별 역할  
Fig. 8. Summarized Duty of Each Element.

그림 8에서 보듯이 제안된 시스템은 JADE플랫폼과 OSGi프레임워크, 두 부분으로 나누어진다. JADE플랫폼 상에서 Bundle-Context Agent는 OSGi 측의 에이전트 번들을 통해 OSGi 서비스 레지스트에 접근하여 등록된 서비스 목록을 볼 수 있으며, 번들 컨텍스트를 얻어 OSGi의 서비스를 제공받을 수 있다. OSGi프레임워크에서는 JADE플랫폼에 대해 상기와 동일한 기능을 수행하는 에이전트 번들이 있다. OSGi의 agent bundle은 ACL (Agent Communication Language) 메시지를 JADE의 bundle-context agent로 보내게 된다. JADE에서 제공하는 서비스를 OSGi상의 service repository에 등록하여 OSGi의 다른 번들들이 등록된 JADE의 서비스를 요청하면 JADE의 해당 agent가 서비스를 OSGi의 번들에게 제공하도록 한다. JADE에서의 bundle-context agent는 OSGi상의 agent bundle과 동일한 기능을 수행하고 필요한 통신을 수행한다. bundle-context agent가 OSGi상의 agent bundle로 요청 메시지를 보내면 agent bundle은 적절한 응답을 하게 되고, 해당 응답 답변을 임시 변수로 저장한다.

IV. 시스템 구현

1. 전체 시스템 구현

전체 시스템 안에는 BAN 도메인부터 RMC를 비롯하여

Emergency Center에 이르기 까지 많은 시스템 구성요소가 존재한다. 본 논문에서는 헬스케어 시스템을 BAN, Surrogate System, RMC 등의 3개 도메인으로 나누었으며 Emergency Center는 구현 대상에서 제외되었다.

그림 9에서 보는 것과 같이 A도메인에 속하는 것이 BAN, B도메인이 Surrogate System, C도메인이 RMC이다. 본 시스템은 환자의 생체데이터 분석 결과에 따라 여러 가지 루틴을 통해 동작하게 되며, 그림 10은 본 시스템의 액티비티 다이어그램이다.

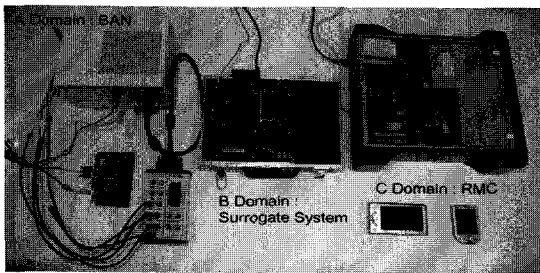


그림 9. 도메인별 시스템 구성  
Fig. 9. Introduction of Each Domain.

가. BAN

(1) 시스템 컴포넌트

BAN 도메인은 크게 생체 신호 검출을 위한 생체센서, 통신채널을 확보를 위한 통신모듈(WLAN, CDMA, Bluetooth)과 생체신호 처리 및 정보현시 기능을 하는 User Device로 구성되어 있다.

그림 11에서 보는 것과 같이 본 시스템에서는 혈압, 맥박, 호흡, 체온, 혈당 등의 vital sign을 모니터링 할 수 있는 생체센서, 검출된 생체신호처리를 위한

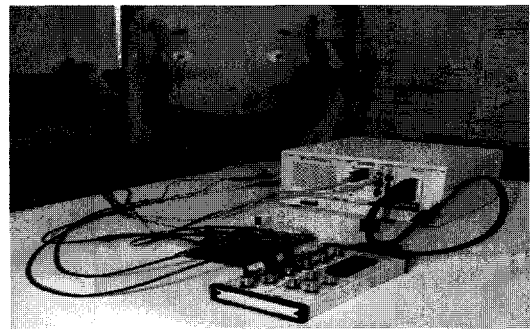


그림 11. 신체 네트워크  
Fig. 11. Body Area Networks.(BAN)

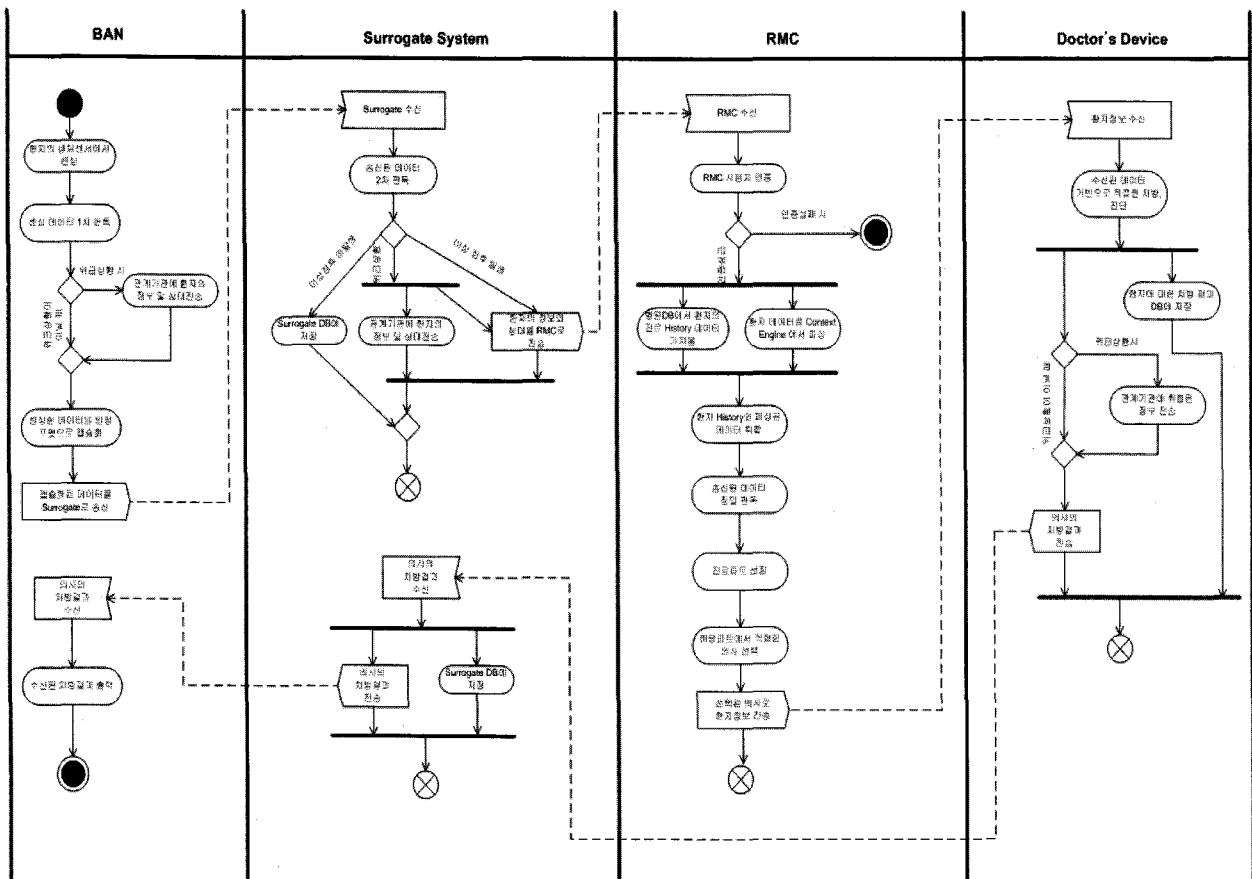


그림 10. 본 시스템의 액티비티 다이어그램  
Fig. 10. Activity Diagram of Proposed Healthcare System.

Windows 기반의 User Device를 사용하였다.

Sensor와 User Device는 Serial port를 이용하여 통신을 하며 User Device와 Surrogate System, RMC, Emergency Center 간 통신은 기본적으로 WLAN을 사용하며 예비 채널로 CDMA를 이용하되 Surrogate System과는 Bluetooth를 이용한 통신 예비 채널이 추가로 제공된다.

(2) 루틴

BAN 도메인은 크게 2개의 루틴을 따라 움직이게 된다. BAN 도메인 상에서 루틴을 2개로 나눈 이유는 BAN 도메인 상의 사용자 디바이스의 전산처리능력이 충분하지 못하기 때문에 생체신호에 대한 난이도 있는 처리가 힘들기 때문이다. 본 논문에서 사용자의 생체신호가 극단적이지 않은 상황에 대한 루틴의 이름을 BAN\_Normal이라 부르고 극단적인 생체신호가 검출되는 상황에 대한 루틴을 BAN\_Emergency라 부르기로 한다.

그림 12는 BAN\_Normal 상황에서 수행되는 프로세스를 시퀀스 다이어그램으로 도식한 것이다. 직관적으로 알 수 있듯 BAN\_Sensor에서 송신한 생체신호를 BAN\_UserDevice에서 1차적으로 분석한 후에 극단적인 생체신호가 감지되지 않는다면 Surrogate System으로 해당 생체데이터를 포워딩해주는 것으로 일련의 프로세스가 종료된다. 반면에 그림 13과 같이 BAN\_Emergency 상황을 나타내는 시퀀스 다이어그램을 보면 BAN\_UserDevice에서 생체신호를 1차적으로 분석한 결과가 극단적이라면 BAN\_Device는 즉시 Emergency Center와 RMC, Surrogate System에게 이와 같은 사실을 통보하여 적절한 조치를 받을 수 있게 된다. BAN

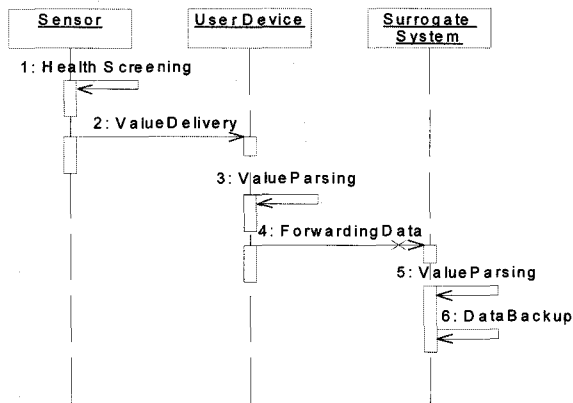


그림 12. BAN\_Normal  
Fig. 12. BAN\_Normal.

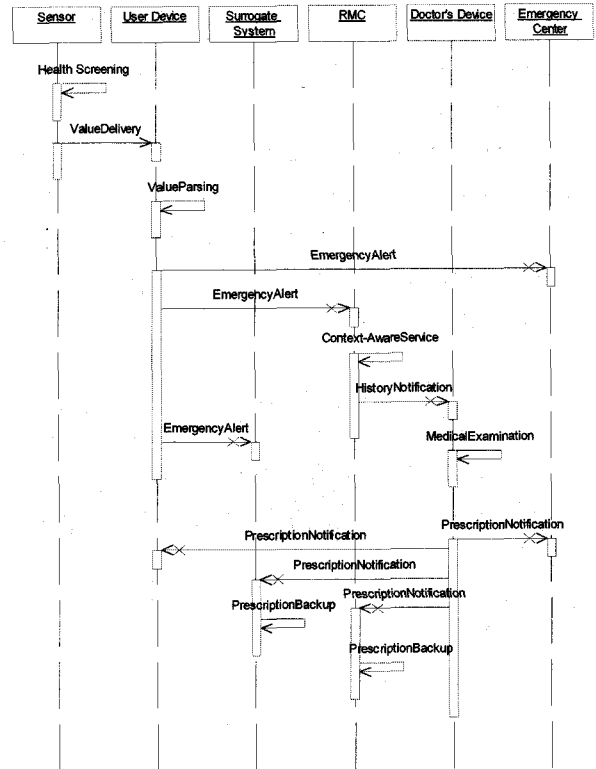


그림 13. BAN\_Emergency  
Fig. 13. BAN\_Emergency.

표 2. 이벤트 발생 기준표

Table 2. The Base Occurrence of Events.

	Temperature	Pulse	Blood Pressure	Breathing	Blood Sugar
Maximum	37 °C	100 beat /Min	90~150mmHg	20 times/Min	110mg/dL
			60~90mmHg		
Minimum	35 C	65 beat /Min	60~90mmHg	12 times/Min	80mg/dL

도메인에서 이벤트를 직접 발생 시킬 수 있는 범위는 성인남성 기준으로 표 2와 같다.

(3) 사용자 어플리케이션

사용자 디바이스에 탑재되는 어플리케이션은 사용자가 자신의 생체신호와 RMC측에서 송신하는 처방 데이터의 확인과 BAN 도메인이 타 도메인들과 유기적인 관계를 유지할 수 있도록 해주는 역할을 한다. 그림 14는 사용자 어플리케이션의 첫 화면으로서 써로게이트와 RMC 도메인에 접근 할 수 있도록 로그인과정을 지원한다. 사용자 어플리케이션에서는 최초 ID 생성 시에 사용자가 입력한 ID값과 사용자 디바이스의 통신모듈이 가지고 있는 맥어드레스를 취합하여 독자적인 키값을 생성하여 써로게이트와 RMC에 등록하는 로그인 메



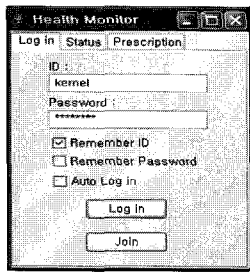


그림 14. 사용자 디바이스의 '로그인' 화면  
Fig. 14. 'Log in' of User Device.

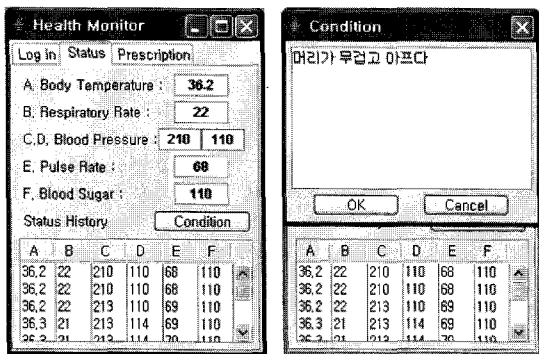


그림 15. 사용자 디바이스의 '상태' 화면  
Fig. 15. 'Status' of User Device.

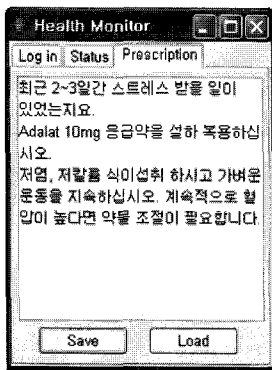


그림 16. 사용자 디바이스의 '처방전' 화면  
Fig. 16. 'Prescription' of User Device.

커니즘을 가진다. 물론 이러한 과정은 최초 1회에 한정되며 그 이후에는 발급 받은 키 값과 사용자 생체 데이터를 일정한 데이터 포맷으로 캡슐화 함으로서 번거로운 사용자인증 과정을 생략한다.

그림 15는 사용자가 자신의 생체데이터를 확인 할 수 있는 창으로서 체온, 호흡, 혈압, 심박수, 혈당 수치를 실시간으로 확인 할 수 있도록 하였다. 또한 상태 히스토리는 실시간 업데이트 되는 생체 데이터들이 버퍼에 저장될 수 있는 만큼 저장되어 지난 몇 분간의 자신의 생체 데이터를 재확인 할 수 있도록 하였다. 컨디션 버튼은 필요에 따라 자신의 상태를 사용자가 직접 기입을

하게 되면 이벤트 발생 시에 그러한 메모들이 의사에게 전달되어 진료하는데 참조할 수 있도록 하였다. 그림 16은 이벤트 발생 후 RMC 도메인의 의사가 사용자의 히스토리와 생체데이터, 레퍼런스를 기반으로 진료 행위 후 적절한 조치 혹은 처방전을 송신하면 이것이 사용자 디바이스에 표시되는 창이다.

다. Surrogate System

(1) 시스템 컴포넌트

서로게이트는 가정 내의 셋탑박스나 차량 내의 텔레

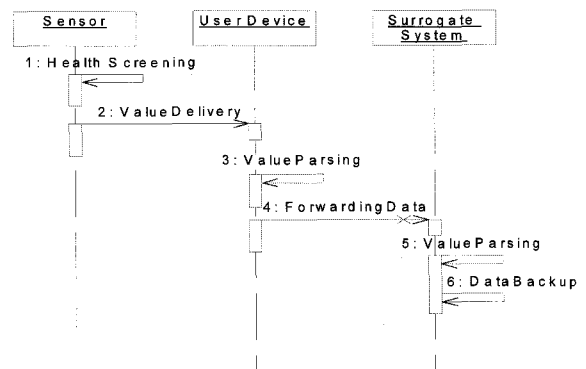


그림 17. Surrogate\_Normal  
Fig. 17. Surrogate\_Normal

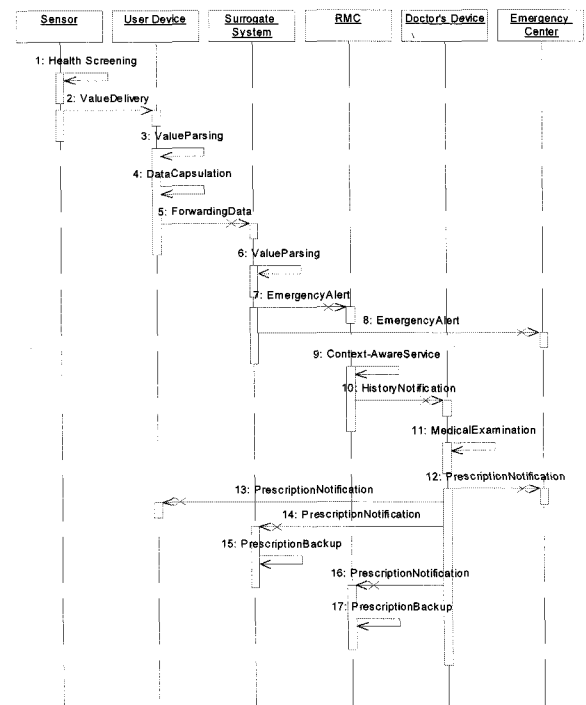


그림 18. Surrogate\_Emergency  
Fig. 18. Surrogate\_Emergency.

매틱스 장치와 같은 곳에 공존하는 형태가 될 것이므로 임베디드 장비에서 개발하였으며 BAN, RMC 도메인 및 응급 의료센터와 끊임없는 통신을 위하여 802.11a/b/g, 블루투스, 이더넷 등을 이용하였다.

(2) 루틴

써로게이트는 크게 3개의 루틴을 따라 움직인다. 각 루틴은 분석 결과가 평이한 경우를 Surrogate\_Normal 루틴, 약간의 문제가 발생했을 때를 Surrogate\_LittleTrouble 루틴, 사용자 디바이스는 거르지 못했지만 써로게이트에서 봤을 때 긴급한 조치를 요하는 경우를 Surrogate\_Emergency 루틴으로 칭한다. 그림 17은 사용자 디바이스로부터 수신된 생체데이터가 전부 정상 범위 일 경우에 대한 다이어그램이다.

그림 18은 사용자 디바이스로부터 수신한 생체데이터가 사용자 디바이스는 거르지 못했지만 응급상황일 경우에 써로게이트가 동작하는 것을 나타내고 있다. 이리

한 상황이 발생할 경우 써로게이트는 RMC와 응급 의료센터로 EmergencyAlert 이벤트를 발생시켜 환자가 응급 구호를 받을 수 있도록 한다. 그 외의 애매모호한 상황은 그림 19와 같은 루틴을 통해 처리된다.

다. RMC 도메인

(1) 시스템 컴포넌트

RMC 도메인에서 동작하는 5개의 서버에 각각의 에이전트를 탑재하였다. 또한 RMC 도메인은 핫스팟 지역으로서 모바일 서버는 의사들의 근무시간표와 RMC 내에 위치하는 의사 디바이스의 위치 현황 등을 지속적으로 파악하여 언제나 모바일 서버가 의사 디바이스를 호출할 수 있도록 하였다.

(2) 루틴

써로게이트에서 환자의 생체데이터를 포워딩하면 Firewall:BrokerAgent는 수신된 데이터에서 사용자 인

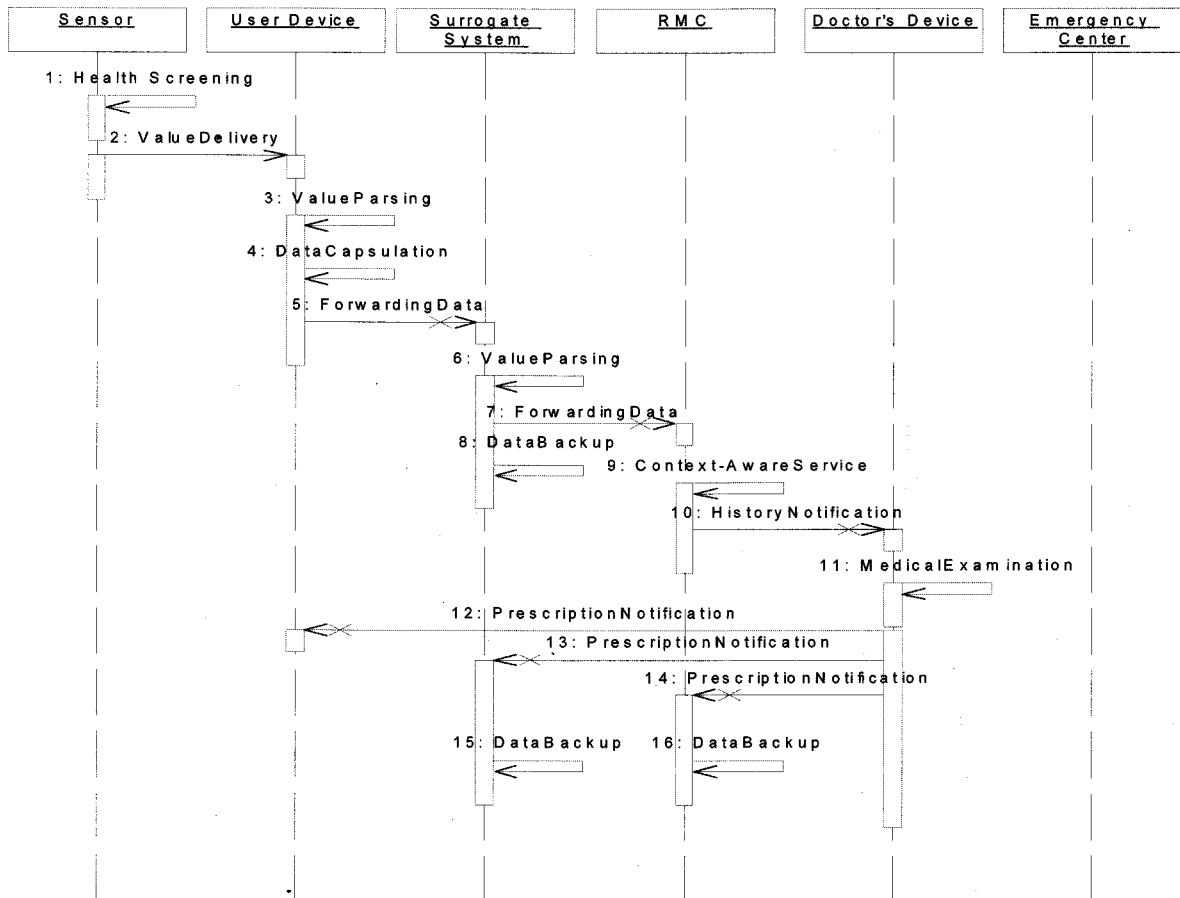


그림 19. Surrogate\_LittleTrouble  
Fig. 19. Surrogate\_LittleTrouble.

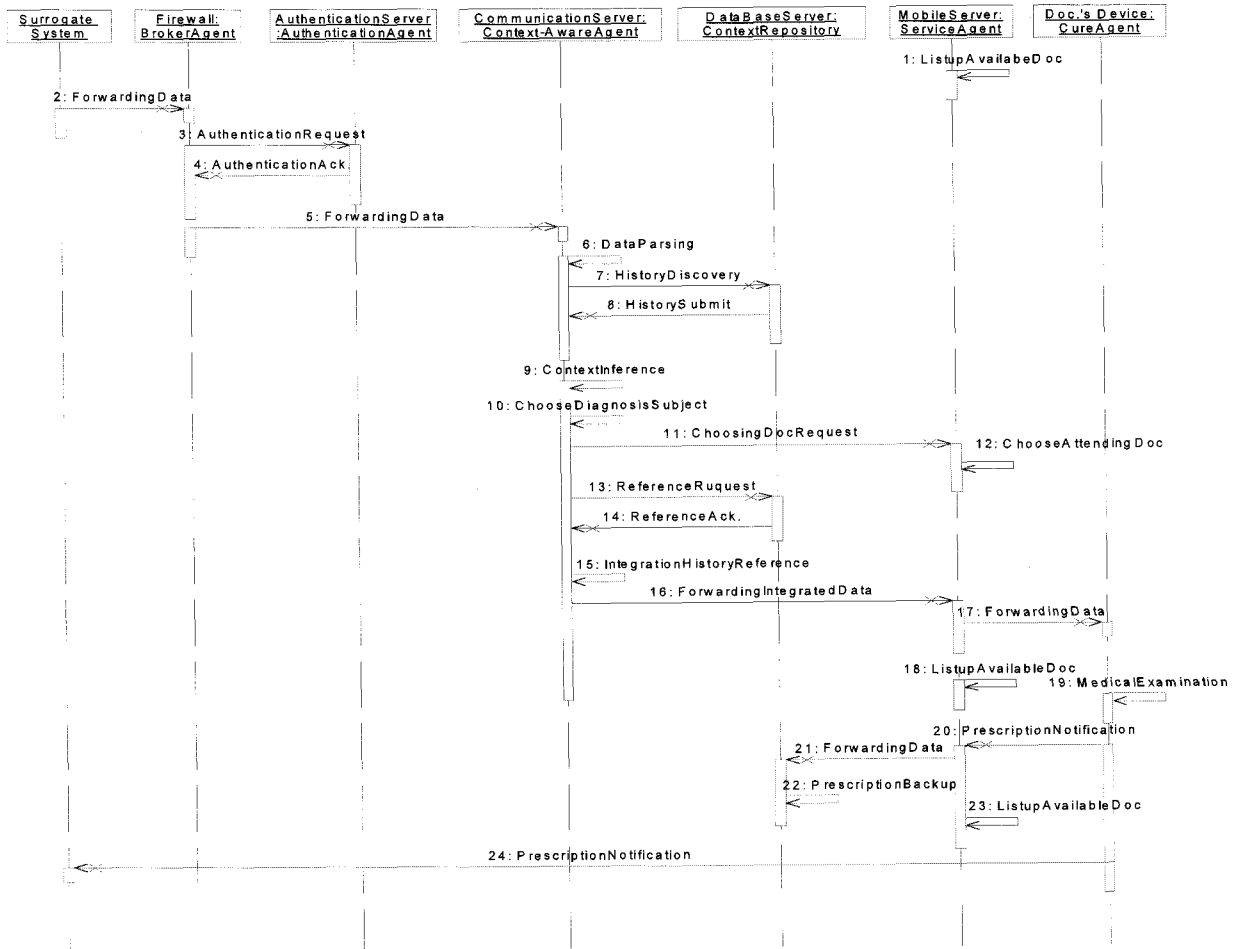


그림 20. RMC 도메인의 내부 프로세스  
Fig. 20. Internal Process of RMC Domain.

중에 필요한 키값을 추출하여 AuthenticationServer: AuthenticationAgent로 인증을 요청한다. 사용자 인증이 끝나면 Firewall:BrokerAgent는 해당 데이터를 InferenceServer: ContextAgent로 보내게 되고 InferenceServer:ContextAgent에서는 DataBaseServer: ContextRepository에서 환자의 히스토리를 가져오게 된다. 환자 History와 Firewall:BrokerAgent로부터 수신된 환자 생체데이터를 분석하여 진료과목과 담당의를 정하게 된다.

(3) 의사 어플리케이션

RMC 내의 의사 디바이스에 탑재되는 의사측 서비스는 모바일 서버의 서비스 에이전트로부터 수신한 환자 데이터를 기반으로 진료 행위를 할 수 있도록 지원하는 응용프로그램이다. 병원 내에서 의료서비스를 제공하는 모든 장치는 모바일 서버를 통하기 때문에 의사 어플리

케이션을 구동시키기 위해서는 우선 모바일 서버를 통한 인증 과정을 통해 해당 시스템의 접근 권한을 가져야 한다. 이러한 인증과정은 OSI 7 Layer의 데이터링크 계층의 특성을 이용하여 의료 서비스를 제공하는 의사에게 지급된 장치의 맥어드레스와 의사정보 등을 모바일 서버에 미리 등록하여 별도의 인증 과정을 생략하도록 하였다. 의사 어플리케이션은 의사 디바이스에서 백그라운드에서 데몬 형태로 구동되고 있다가 RMC로부터 호출이 들어오면 의사측 서비스를 띄우게 된다.

의사 서비스가 구동되면 그림 21과 같이 히스토리 탭이 활성화 되며 환자의 신상명세를 비롯하여 과거력, 가족력에 이르는 환자 히스토리에 대한 정보가 표시된다.

그림 22와 같이 상태 항목에서는 체온, 호흡, 혈압, 심박수, 혈당 등의 기본 생체정보가 실시간으로 업데이트되며 상태 히스토리에는 BAN 도메인이나 써로게이

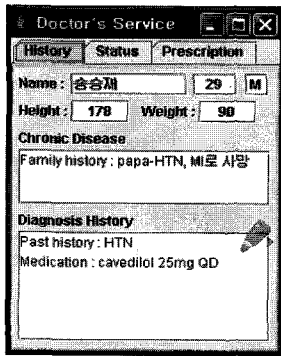


그림 21. 의사 서비스에서 제공하는 '히스토리' 화면  
Fig. 21. "History" of RMC Dr. Service

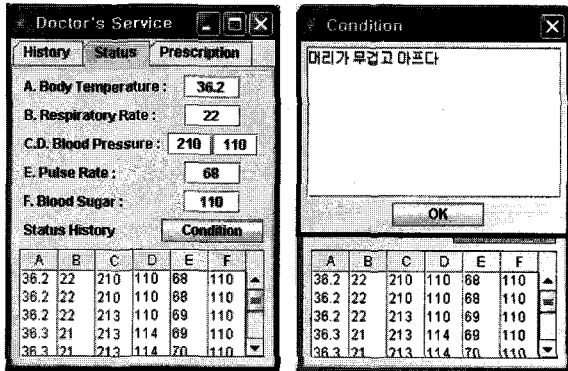


그림 22. 의사 서비스의 '상태' 화면  
Fig. 22. "Status" of RMC Dr. Service

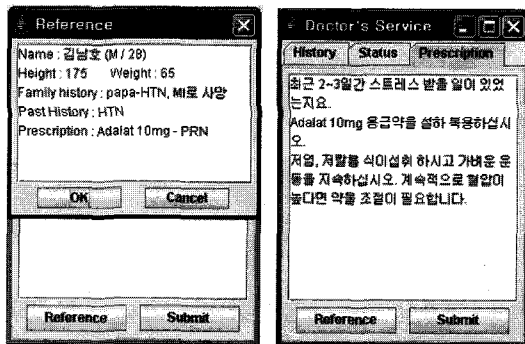


그림 23. 의사 서비스의 '처방전' 화면  
Fig. 22. "Prescription" of RMC Dr. Service

트랙에서 이벤트가 발생한 때부터 지속적으로 환자의 생체 데이터가 한 줄씩 저장되어 화면 스크롤을 통해 이를 확인 할 수 있게 하였다. 또한 컨디션 버튼은 환자가 자신이 느끼는 불편함과 같은 코멘트를 남겨두었을 경우 활성화되어 의사가 진료하는데 도움이 될 수 있도록 하였다.

처방전 탭은 의사가 진료 행위를 마친 후 그에 따른 적절한 처방을 내리는 곳이며 여기서 작성한 글은 필요

에 따라 802.11a/b/g나 CDMA 모듈을 통해 응급 의료 센터, RMC 데이터베이스 서버, 써로게이트, 사용자 디바이스 등으로 직접 전송 될 수 있다. 마지막으로 과거에 비슷한 사례와 그에 따른 처방들을 팝업창으로 띄워 의사의 진료 행위에 도움을 주고자 하였다.

### V. 결 론

유비쿼터스 컴퓨팅을 표방해서 많은 헬스케어 시스템들이 시장에 출시되고 있는 상황이지만 시스템 간의 표준이 정해지지 않은 상황에서 진정한 "유비쿼터스 컴퓨팅"이란 표현할 따름이다. 이러한 헬스케어 시스템에 유기적인 서비스를 위하여 OSGi를 써로게이트와 사용자 및 의사 디바이스에 적용함으로써 여러 단계에 걸친 데이터 필터링이 가능해졌고 이에 따라 네트워크 부하를 상당 부분 줄일 수 있게 되었다. 또한 하위 시스템간의 독립적이며 유기적인 서비스를 위하여 JADE를 이용한 에이전트 시스템을 구현하였으며, 상황인지 개념을 적용함으로써 보다 능동적인 서비스를 지원할 수 있게 되었다. OSGi 플랫폼 상에서 상황인지 어플리케이션의 동작을 보장하기 위하여 여러 응용프로그램이 동작할 수 있도록 하는 연동 구조를 설계하고 개발하였다. 마지막으로, 우리는 RMC 내의 추론서버에 온톨로지를 이용한 지능형 추론엔진을 개발 중이며, 의사 디바이스에서 CDSS(Clinical Document Support System; 임상 의사결정 시스템)를 지원하기 위한 연구를 진행 중이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 송승재, 류상환, 장경수, 신동렬, "유비쿼터스 환경에서 OSGi를 이용한 상황인지 모바일 헬스케어 시스템 구현", 대한전자공학회 2006년도 하계종합학술대회 논문집 II, 제 29권 제1호 785-786쪽, 제주, 대한민국, 2006년 6월.
- [2] 송승재, "Implementation of Mobile Context-Aware Healthcare System based on Collaboration between Agnet Platform and OSGi in Ubiquitous Environments", 성균관대학교 석사졸업 논문, 2006년.
- [3] K.Chen, Programming Open Service Gateway with Java Embedded Server Technology, Addison-Wesley, 2001.
- [4] Tao Gu, Hung Keng Pung, Da Qing Zhang, "Toward an OSGi-Based Infrastructure for

Context-Aware Applications”, IEEE Pervasive computing, Vol.03, no.4, pp.66-74, Oct. 2004.

- [5] Zhiwen Yu, Kingshe Zhou, and Zhiyong Yu, “An OSGi-Based infra structure for Context-Aware Multimedia Services”, Communications Magazine, IEEE Volume 44, Issue 10, pp.136-142, Oct. 2006.

저 자 소 개



송 승 재(정회원)  
2004년 단국대학교 전산학과  
학사 졸업  
2006년 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.  
2006년~현재 서울대학교  
치과대학 의생명지식공학  
연구실 선임연구원

<주관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 홈네트워킹, 시맨틱웹2.0, 소셜 네트워크>



김 남 호(학생회원)  
2005년 안양대학교 컴퓨터공학과  
학사 졸업.  
2005년~현재 성균관대학교  
컴퓨터공학과 석사 과정.  
<주관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨  
팅, 홈네트워킹>



류 상 환(정회원)  
1985년 아주대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
1987년 아주대학교 제어계측학과  
석사 졸업.  
2005년 성균관대학교 전기전자 및  
컴퓨터공학과 박사 과정.

1999년~현재 한국철도기술연구원 책임연구원  
(철도신호기술사)  
<주관심분야 : 무선 네트워크, 신호처리 및 제어,  
유비쿼터스 컴퓨팅>



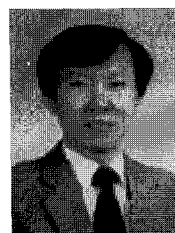
신 호 진(정회원)  
1994년 성균관대학교 전기공학과  
학사 졸업.  
1999년 성균관대학교 전기공학과  
석사 졸업.  
2006년 성균관대학교 전기전자 및  
컴퓨터공학과 박사 졸업.

2006년~현재 서경대학교 컴퓨터공학 겸임교수  
<주관심분야 : 무선 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨  
팅, 신호처리>



장 경 수(정회원)  
1994년 성균관대학교 전기공학과  
학사 졸업.  
1998년 성균관대학교 전기공학과  
석사 졸업.  
2005년 성균관대학교 전기전자 및  
컴퓨터공학과 박사 졸업.

1994년~1995년 LG 산전  
2001년 극동대학교 정보통신학과 (초빙)전임강사  
2001년~현재 경인여자대학 교수.  
<주관심분야 : 통신네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅,  
QoS>



신 동 렬(정회원)  
1980년 성균관대학교 전자공학과  
학사 졸업.  
1982년 한국과학기술원 전기 및  
전자공학과 석사 졸업.  
1992년 Georgia Tech. 전기 및  
전자공학과 박사 졸업.

1982년~1986년 대우중공업  
1992년~1994년 삼성 데이터시스템, 수석연구원  
1994년~현재 성균관대학교 정보통신공학 교수  
<주관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 무선네트워크,  
신호처리 및 제어, QoS>