

SOA 기반의 U-헬스케어 모니터링 시스템 설계 및 구현

준회원 윤성화*, 김동현*, 종신회원 박종태*

Design and Implementation of U-Healthcare Monitoring System Based on SOA

Sung-Hwa Yun*, Dong-Hyun Kim* Associate Members, Jong-Tae Park* Lifelong Member

요약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 발전함에 따라 언제 어디서나 생체정보를 모니터링하고 관리할 수 있는 U-헬스케어 서비스에 대한 요구가 증가하고 있다. 이에 따라 원격 혈당관리, 혈압관리 등의 U-헬스케어 서비스에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존의 U-헬스케어 서비스는 전용단말장치와 모니터링 애플리케이션이 서비스 제공자마다 상이한 운영 플랫폼과 개발언어로 구현되어있다. 이러한 것은 사용자들이 다양한 U-헬스케어 서비스를 제공받기 어렵게 한다. 본 논문에서는 SOA 기반의 U-헬스케어 통합 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현을 통하여 본 논문에서 제시한 SOA 기반 U-헬스케어 모니터링 시스템은 각 서비스 컴포넌트의 재사용성 증대를 통해 새로운 인터넷 웹에서 서비스를 용이하게 재구성할 수 있음을 확인하였다.

Key Words : U-Healthcare, U-Healthcare Service Application, SOA, 통합서버, 개인건강관리

ABSTRACT

In recent years, the development of ubiquitous computing technology as vital information anytime, anywhere to monitor and manage the demand for U-healthcare services is increasing. Accordingly, remote blood sugar management, remote blood pressure management, and research on U-healthcare service have been very active. But, the existing U-healthcare service monitoring devices and services has been implemented in different operating platforms and programing languages which are provided by diverse application service providers. For this reason, the users have difficulty in receiving diverse U-healthcare services. In this paper, SOA-based U-healthcare monitoring system has been designed and implemented. Through implementation, it is confirmed that the proposed SOA based U-healthcare monitoring system can increase the reuse of each service component to make it easier to reconstruct the structure of the new services.

1. 서론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 시대가 도래하고, 국민의 지적 능력 및 생활수준이 향상됨에 따라 건강한 삶과 생활을 위해 언제 어디서나 제공 받을 수 있는 U-헬스케어 서비스에 대한 요구가 급증하고 있

다^[1]. 이에 따라 국내외 많은 연구기관 및 기업들이 혈압이나 혈당 등을 실시간으로 원격 모니터링하고 관리할 수 있는 'U-헬스케어 건강관리 솔루션' 서비스를 제공하는데 주력하고 있다. 하지만, 각 벤더마다 고유한 운영 플랫폼, 애플리케이션, 전용단말을 사용하기 때문에 다양한 서비스를 제공받기 원하는

※ 본 연구는 지식 경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과 및 2단계 BK21 프로젝트로 수행 되었음 (NIPA-2009-C1090-0902-0009).

* 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 정보통신망 신기술 연구실(shyun@ain.knu.ac.kr, dhkim@ain.knu.ac.kr, jtpark@ee.knu.ac.kr)
논문번호 : KICS2009-07-291, 접수일자 : 2009년 7월 13일, 최종논문접수일자 : 2009년 9월 24일

사용자는 다양한 서비스 제공자로부터 서로 다른 전용단말 및 전용 애플리케이션을 사용해야 하는 불편함을 겪고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 각 서비스 제공 업체들은 다양한 서비스를 제공할 수 있는 통합 솔루션을 연구 개발하고 있다. 하지만 고유한 플랫폼과 애플리케이션 및 전용단말의 사용으로 인하여 다른 서비스 제공업체의 서비스 컴포넌트들과의 연동은 여전히 불가능한 문제가 있다.

SOA(Service Oriented Architecture), 즉 서비스 지향 아키텍처는 서비스의 관점에서 소프트웨어 아키텍처를 조망하는 기술로 최근 많은 각광을 받고 있는데, SOA를 적용함으로써 애플리케이션 중복 개발로 인한 비용을 감소시키고 재사용성을 높일 수 있다. 또한, 애플리케이션 전체나 일부가 서비스의 개념으로 인식되어, 서비스간의 결합을 통해 새로운 비즈니스 애플리케이션을 신속하고 비교적 쉽게 개발할 수 있다²⁾.

본 논문에서는 기존의 다양한 U-헬스케어 서비스 제공업체가 모니터링 솔루션을 중복 개발하지 않고 통합적으로 공유하여 사용하게 함으로써 개발비용을 줄이고, 사용자는 통합된 환경에서 간편하게 생체정보 모니터링 서비스를 제공받을 수 있는 시스템을 설계 및 구현 하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련연구에 대해 알아보고, 3장에서는 제안한 SOA 기반 U-헬스케어 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다. 4장에서는 구현결과를 비교 및 분석 하였고, 끝으로 5장에서 제안한 U-헬스케어 모니터링 시스템의 결론 및 향후과제에 대해 기술하였다.

II. 관련연구

U-헬스케어는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 의료분야에 적용하여 환자나 사람의 건강상태를 언제 어디서나 측정하고 진단하여 건강을 관리하도록 해주는 융합기술 분야를 말한다³⁾.

국외의 U-헬스케어 서비스의 주요 제공 업체는 IBM, PHILIPS 등이 있고, 국내의 주요 제공 업체로는 LG, 인성정보 등을 중심으로 서비스를 제공하고 있다.

IBM은 신체에 부착되는 여러 가지 생체신호 측정기기를 통해 측정된 정보를 이동 단말기를 통해 원격지의 서버시스템으로 전송하고, 모니터 애플리케이션을 통해 실시간으로 모니터링 함으로써 개인화된 의료서비스를 제공하고 있다⁴⁾.

PHILIPS는 측정된 생체정보가 웹 기반의 모니터링 애플리케이션을 통해 의료전문가에게 분석되고, 그 결과를 피드백하는 형태로 서비스를 제공한다⁵⁾.

LG CNS는 U-헬스케어 솔루션 업체인 Intel사와 협업으로 터치닥터 서비스를 제공하고 있는데, 측정된 생체정보가 유/무선으로 연결된 터치닥터 단말기기로 전송이 되면 모니터링과 동시에 의료전문가의 조언을 제공해 주고 있다⁶⁾.

인성정보의 하이케어 서비스는 컴포넌트 형태의 생체신호 측정기기를 통해 측정된 생체정보를 헬스케어 전용 이동전화단말기기로 전송하여 자체 애플리케이션을 통해 분석하고, 이동통신망을 통해 의료전문가에게 전송되어 위험요인 관리, 혈당 관리, 혈압 관리, 생활습관 관리, 진료예약 및 온라인 상담 등의 기능을 제공한다⁷⁾.

이와 같이 주요 서비스 제공 업체 외에도 수많은 업체에서 U-헬스케어 서비스 솔루션을 연구 개발하고 있다. 하지만, 서비스 업체가 제공하는 다양한 U-헬스케어 솔루션들은 각기 다른 플랫폼 기반의 애플리케이션 개발과 특정 단말기 사용으로 인해 서비스 간 상호운용성 및 서비스 재사용성 면에서 큰 문제로 부각되고 있으며, 사용자는 여러 가지 서비스를 제공 받기 위해 다수의 전용단말 및 애플리케이션을 사용해야 하는 불편함을 겪고 있다.

따라서, 기존의 다양한 U-헬스케어 서비스에 이용되는 구성 장치들과 향후 개발될 새로운 장치들을 통합된 모니터링 시스템에서 사용할 수 있도록 할 수 있는 서비스가 필요하다.

III. SOA 기반의 U-헬스케어 모니터링 시스템의 설계 및 구현

본 논문에서 사용하는 아키텍처인 SOA는 그림 1과 같이 구성된다. 웹 서비스를 구성하는 세 가지 역할인 서비스 제공자, 서비스 중재자, 서비스 소

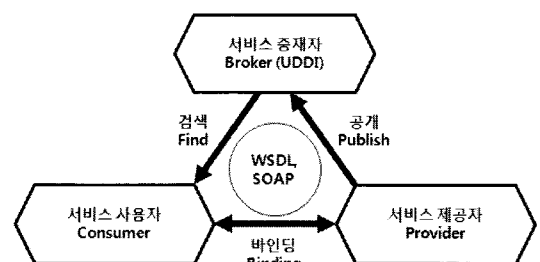


그림 1. SOA 기반의 서비스 아키텍처

비자는 다른 역할의 기능을 이용하기 위해서 공개(Publish), 검색(Find), 바인딩(Binding)라는 세 가지 행위를 한다⁸⁾⁻¹⁰⁾. 이 세 가지 행위는 시스템 환경과는 무관하게 플랫폼 독립적으로 통신하는 것을 원칙으로 한다.

본 논문에서는 상기 SOA를 이용한 통합 모니터링 시스템을 설계 및 구현 하였으며, 핵심 구성 모듈의 상세 설명은 다음 절에서 기술한다.

3.1 생체신호 획득 및 전송 컴포넌트

생체 신호 획득 및 전송 컴포넌트는 사용자의 신체에 부착된 생체신호 측정 기기에서 획득된 정보를 원격지에 있는 해당 서비스 제공자의 모니터링 데이터베이스에 기록하는 역할을 수행하는데 크게 두 가지 핵심 기능을 수행한다.

첫째는, 혈압, 혈당과 같은 생체신호 측정기기로부터 측정된 데이터를 블루투스를 이용해 획득하는 모듈이다. 측정된 값을 원격지의 U-헬스케어 서비스 제공자 모니터링 데이터베이스에 전송하기 위해 사용자의 휴대 단말기를 게이트웨이로 이용한다. 그리고 생체신호 획득 및 전송 애플리케이션은 획득된 데이터가 손상되지 않았는지 확인하고 검증한다.

두 번째, 핵심 기능은 원격 데이터 전송 모듈을 통해 원격지의 U-헬스케어 서비스 제공자 시스템에 접근하여 해당 서비스 제공자로부터 사용자 인증을 수행하는 것이다. 인증과정을 통해 데이터베이스 접근 권한을 받게 되면 생체신호 측정기기로부터 획득한 생체신호 데이터를 모니터링 데이터베이스에 기록하게 된다.

3.2 U-헬스케어 서비스 제공자 컴포넌트

U-헬스케어 서비스 제공자 컴포넌트는 기존의 다양한 서비스 제공업체들이 사용하는 운영체제 및 개발 언어에 독립적으로 통합된 모니터링 시스템을 제공하기 위해 애플리케이션 간 정의된 메시지 프로토콜을 사용한다.

정의된 메시지 프로토콜을 이용하면 그림 2와 같은

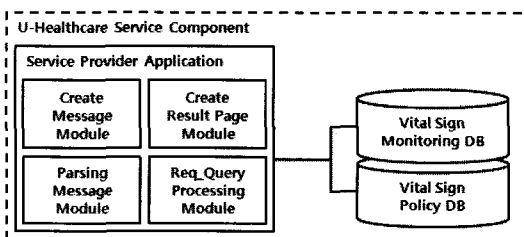


그림 2. U-헬스케어 서비스 컴포넌트 구성도

주요 기능 모듈 구현을 통해 다양한 서비스 제공자들의 시스템 자원을 재사용하여 통합된 모니터링 서비스 환경을 제공할 수 있다.

Parsing Message Module은 사용자로부터 메시지를 수신하게 되면 호출되는 메시지 분석 모듈이다. 서비스 컴포넌트가 수신 가능한 메시지는 응답 메시지로 분류되어 있는 세 가지 Type이며, 그 외 응답 메시지, 에러 메시지는 서비스 컴포넌트가 송신할 때만 사용된다.

Parsing Message Module에서 메시지 타입이 구분되면, Req_Query Processing Module은 나머지 메시지 부분을 파라미터로 전달하는데 전달된 파라미터는 메시지 타입에 따라 각각 파싱하고 쿼리메시지를 작성하여 해당 데이터베이스에 연결 요청 후 쿼리메시지를 전송한다. 모니터링 서비스는 모니터링 데이터베이스로부터 최근에 측정된 생체 신호 데이터를 수집하고, 정책 데이터베이스(Policy Database)를 통해 사용자의 건강 상태를 판별하여 그에 해당하는 서비스 내용을 추출한다.

Create Result Page Module은 수집된 결과를 U-헬스케어 모니터링 웹서버에 접속한 사용자에게 웹문서(HTML)를 제공한다. 이를 위해 서비스 컴포넌트의 웹 폴더에 해당 사용자의 전용 디렉토리를 생성하고 현재날짜와 사용자의 ID를 이름으로 갖는 HTML 문서를 생성한다. 그리고 Req_Query Processing Module을 통해 수집된 결과 데이터를 이용하여 해당 서비스 측정 시 생체 신호 데이터의 정상수치와 사용자의 측정된 수치 및 사용자의 건강상태 판단 결과를 나타낸다.

Create Message Module은 Create Result Page Module에서 호출되는데 생성된 HTML 문서의 File Name과 사용자의 ID 정보를 파라미터로 전달받으면 서비스 컴포넌트의 웹 서비스 URL에 사용자의 ID와 생성된 File Name을 더하여 URL_Info = "http://bpservice.com/UserID/FileName.html"와 같이 결과 웹페이지의 URL 정보를 작성한다. 작성된 URL 정보는 응답 메시지 타입을 참조하여 해당 메시지 형태로 작성되어 U-헬스케어 모니터링 웹서버로 전송하고, 이 메시지를 수신한 U-헬스케어 모니터링 웹 서버는 서비스 컴포넌트와의 접속을 해체한다.

그림 3는 서비스 제공자 애플리케이션이 사용자의 모니터링 서비스 요청을 받고 그 요청에 응답하는 동작 절차를 순서도로 나타낸 것이다.

사용자로부터 메시지가 수신되면 Parsing Message

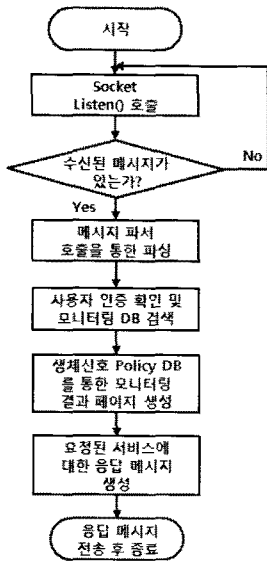


그림 3. U-헬스케어 서비스 제공자의 동작절차

Module을 호출하여 수신된 메시지를 파싱하고 이 과정에서 파싱된 데이터를 통해 사용자 인증을 거쳐 생체신호 모니터링 데이터베이스에 접근할 수 있는 권한을 얻는다.

이후 Req_Query Processing Module을 호출하여 모니터링 데이터베이스로부터 최근에 기록된 생체신호 데이터를 수집하여 정책 데이터베이스를 통해 사용자의 생체신호 데이터에 대한 판정 내용을 획득한다.

획득된 데이터는 Create Result Page Module을 통해 웹페이지 형식으로 결과페이지로 작성되고, 작성된 결과페이지의 URL 정보는 Create Message Module을 통해 응답 메시지에 저장 되어 서비스를 요청한 사용자에게 전송된다.

이와 같은 과정으로 서비스 제공자 애플리케이션은 사용자에게 실시간으로 모니터링 서비스를 제공하게 된다.

3.3 UDDI 컴포넌트

UDDI 컴포넌트는 그림 4와 같이 'UDDI Register Web Server'와 'UDDI Registry'로 구성된다.

UDDI Register Web Server는 각 서비스 제공자가 자신들의 서비스를 공개하기 위해 해당 서비스의 정보를 입력하고, 관리할 수 있도록 기능을 제공하는데 Service Register와 Service Manager로 구분된다. Service Register는 서비스 제공자가 제공하고 자 하는 서비스에 대한 정보를 입력하여 UDDI

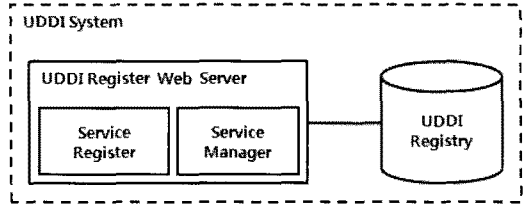


그림 4. UDDI 컴포넌트의 구성도

Service List에 자신의 서비스를 등록할 수 있도록 웹 기반의 인터페이스를 제공하고, Service Manager는 서비스 제공자가 UDDI Registry에 등록된 서비스의 추가/변경/삭제 등의 변화적 요소를 고려할 수 있게 하기 위해서 제공한다.

UDDI Registry는 서비스 제공자가 UDDI Register Web Server를 통해 등록한 서비스 정보, 회사정보 등을 데이터베이스화 하며 사용자의 검색요청이 있을시 이용 가능한 서비스를 검색하여 서비스 리스트를 제공해 준다. 그리고 UDDI Registry에서 검색된 리스트 중에 사용자가 원하는 서비스 제공자 컴포넌트와 직접적인 연결을 통해 모니터링 서비스를 요청 할 수 있다.

3.4 U-헬스케어 통합 모니터링 웹서버

본 논문에서 제시하는 U-헬스케어 모니터링 웹서버의 구조는 그림 5와 같다. 그림 5에서 Web Application은 ASP(Active Server Pages)로 구현된 User Authentication Module, UDDI List Request Module, Service Application Binding Module, Message send/rcv Module 등 4가지 핵심 모듈에 의해 동작된다.

User Authentication Module은 System User DB에 등록된 사용자에게만 본 시스템을 사용할 수 있도록 권한을 부여하는 모듈이고, 이 과정을 통해 사용자가 인증 권한을 부여받는다.

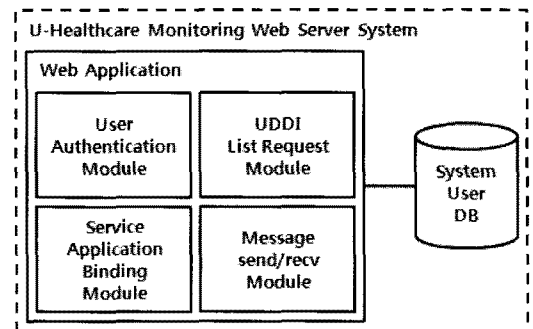


그림 5. U-헬스케어 모니터링 웹 서버의 구조도

UDDI List Request Module 모듈은 인증 권한을 부여 받은 사용자가 제공받을 수 있는 서비스의 목록을 UDDI Registry에 요청하는 검색 쿼리를 전송하는 역할을 수행한다. 검색 쿼리를 수신한 UDDI Registry는 사용자가 이용할 수 있는 서비스의 리스트와 함께 각 서비스 컴포넌트에 바인딩하기 위한 URL 정보를 응답해 준다. 사용자의 웹 브라우저에 이용 가능한 서비스 목록이 표시되면, 사용자가 원하는 서비스 컴포넌트를 선택한다. 목록에서 서비스 컴포넌트를 선택하면 해당하는 서비스 컴포넌트와 바인딩하기 위해 Service Application Binding Module이 호출되고 바인딩을 완료하면 Message send/recv Module을 호출한다.

Message send/recv Module 모듈은 서비스 컴포넌트에게 보낼 요청 메시지를 생성하여 전송한다. 메시지를 수신한 서비스 애플리케이션은 사용자가 요청한 데이터를 처리 및 가공하여 웹페이지를 생성하고, 이 페이지의 URL을 응답 메시지를 통해 사용자에게 전송한다. 응답 메시지를 수신한 U-헬스케어 모니터링 웹 서버는 메시지를 파싱하여 서비스 애플리케이션이 제공한 URL 정보를 획득한 후, 획득한 URL을 IFRAME 기법으로 Importing 함으로써 사용자에게 해당 서비스에 대한 모니터링 결과를 제공하게 된다.

IV. 구현결과

본 논문에서 제시하는 SOA 기반의 U-헬스케어 모니터링 시스템의 구성 컴포넌트들과의 연동을 통해 실제 Google Phone, WinCE 기반의 PDA 등의 이동 단말에서 실행한 결과, 상기 단말에서 제공하는 웹 브라우저를 비롯한 IFRAME을 지원하는 주요 5개 웹 브라우저(Internet Explorer, Firefox, Opera, Google Chrome, Safari)에서 제안한 U-헬스케어 모니터링 시스템을 이용할 수 있었다.

그림 6과 그림 7은 Firefox, Opera, Google Chrome, Safari 네 개의 웹 브라우저에서 본 시스템을 이용한 결과를 나타낸다.

표 1은 본 논문에서 제안한 시스템과 상기 헬스케어 서비스 시스템의 특징을 비교분석한 것이다. Life watch, 터치닥터 등은 서비스를 제공받기 위해서는 지정된 전용단말기를 통해서만 서비스가 가능하다. 하이케어는 컴포넌트 디바이스를 부착 가능한 이동 전화기를 통해 서비스가 가능하기 때문에 다소 독립적이라 할 수 있다.

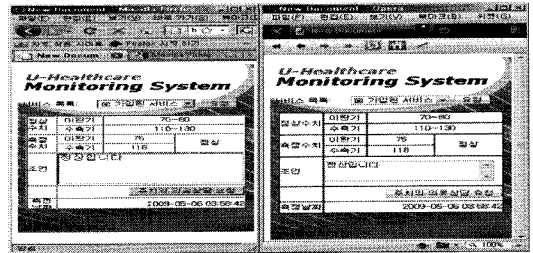


그림 6. Firefox와 Opera 웹 브라우저에서 실행한 결과화면

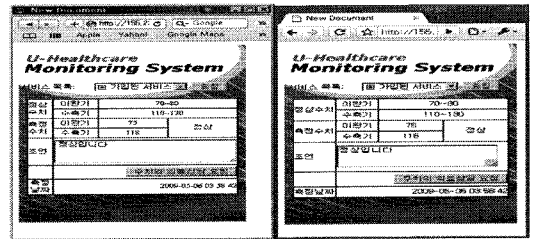


그림 7. Safari와 Google Chrome 웹 브라우저에서 실행한 결과화면

표 1. 기존 서비스와 제안한 시스템의 비교 분석

	전용단말기 사용여부	서비스 확장성	애플리케이션 개발 용이성	애플리케이션 개발 비용
제안한 시스템	독립적	높음	높음	낮음
Life watch	필요	제한적	보통	높음
터치닥터	필요	제한적	낮음	매우높음
하이케어	독립적	제한적	낮음	높음

제안한 시스템은 운영체제가 설치되어있고, 유/무선 인터넷이 가능한 모든 컴퓨팅 디바이스에서 이용이 가능하기 때문에 전용단말기에 독립적이다. 또한, 제안한 시스템을 제외한 나머지 서비스들은 새로운 서비스 확장을 위해 기존의 서비스 구조 전체를 수정하거나 재개발해야 하는 구조적인 문제점이 있지만, 제안한 시스템은 웹을 통해 서비스를 제공하므로 새로운 서비스를 쉽게 확장할 수 있다.

이는 애플리케이션 개발의 용이성과도 연관성이 있다. 제안한 시스템에서는 새로운 서비스 컴포넌트를 개발하기 위해 센서로부터 데이터를 측정하여 원격지의 모니터링 데이터베이스 시스템으로 전송하는 기능만 구현하면 UDDI를 통해 서비스를 등록하여 쉽게 적용이 가능하다. 이러한 개발의 용이성은 개발비용과도 직결된다. 하지만, Life watch, 터치닥터, 하이케어 등은 전용단말의 운영체제, 개발언어, 구현환경 등의 제한적인 요소로 인해 기존의 시스템과 통합 및 연동을 고려하여 새로운 서비스 애플

리케이션을 개발하는 것이 매우 어려운 일이고, 이에 따라 개발에 드는 비용 또한 상대적으로 증가할 수 밖에 없다.

따라서 본 논문에서 제안한 SOA 기반의 U-헬스케어 모니터링 시스템은 전용단말이 필요하지 않으므로 벤더 측면에서 장비 개발 비용의 감소 효과와 사용자 측면에서 장비 임대 및 구입에 대한 비용 감소의 이점이 있다. 또한 서비스의 확장성이 뛰어나고, 새로운 서비스의 개발이 용이하며, 개발 비용 또한 적게 드는 효율적인 개발 구조임을 알 수 있다.

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 SOA 기반의 모니터링 시스템을 설계 및 구현 하였다. 이 시스템은 U-헬스케어 서비스 사용자에게는 하나의 모니터링 단말로 다양한 모니터링 서비스를 제공받을 수 있게 하였고, 서비스 제공업체에게는 모니터링 애플리케이션을 통합함으로써 애플리케이션 재사용성을 향상 시킨다.

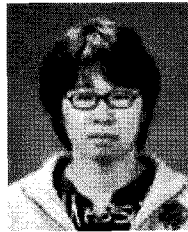
향후 연구로 SOA 기반의 U-헬스케어 모니터링 시스템이 상용화 되기 위해서는 사용자 맞춤형 모니터링 서비스를 제공할 수 있도록 전문 의료기관과 연계하여 정확한 생체신호 분석을 통한 사용자 맞춤형 정책 데이터베이스에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Schrenker R. A., "Software engineering for future healthcare and clinical systems," Computer vol. 39, pp. 26-32, 2006.
- [2] J. Roy, A. Ramanujan, "Understanding Web Services," IT Professional, vol. 3, no. 6, pp. 69-73, Nov. 2001.
- [3] K. H. Park, "Introduction of Ubiquitous Healthcare," International ubiquitous-healthcare conference, Nov. 2004.
- [4] http://www-903.ibm.com/kr/ucl/ubiquitous/ucl_health.html
- [5] <http://www.medical.philips.com/goto/motiva/>
- [6] <http://www.touchdr.com/>
- [7] <http://www.hicare.co.kr/>
- [8] Eungyeong Kim, Malrey Lee, "Multi-agent-based U-Healthcare System for Managing Hypertension" Proc. ICCIT 2007, pp. 1694-1699, Nov. 2007.
- [9] Michael Champion, Chris Ferris, Eric Newcomer, Iona and David Orchard, "Web Services Architecture: W3C Working Draft," <http://www.w3c.org/TR/ws-arch/>, 2004.
- [10] Litoiu M., "Migrating to Web Services latency and scalability," Proceedings of Fourth International Workshop on Web Site Evolution, pp. 13-20, Oct. 2002.

윤 성 화 (Sung-Hwa Yun)

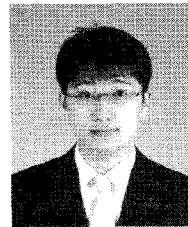
준회원



2007년 2월 고신대학교 컴퓨터 과학부 이학사
2008년 8월 경북대학교 전자전 기컴퓨터학부 공학석사
2008년 8~현재 (주)네이블커뮤 니케이션 연구원
<관심분야> IMS(Internet Multimedia Subsystem), FMC(Fixed Mobile Convergence)

김 동 현 (Dong-Hyun Kim)

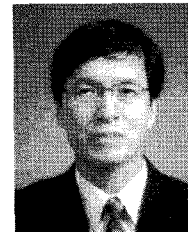
준회원



2008년 2월 위덕대학교 컴퓨터공 학과 공학사
2008년 3월~현재 경북대학교 전 자전기컴퓨터학부 석사과정
<관심분야> U-healthcare network, ubiquitous sensor network, 이동통신, 통신 소프트웨어

박 종 태 (Jong-Tae Park)

종신회원



1978년 2월 경북대학교 전자공 학과 공학사
1981년 2월 서울대학교 전자공 학과 공학석사
1987년 8월 Univ. of Michigan, EECS 공학박사
1989년~현재 경북대학교 전자 공학과 교수

2000년~2003년 IEEE Technical Committee on

Information Infrastructure(TCII) 의장

1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부 수 석연구원

1987년~1988년 미국 AT&T Bell 연구소 연구위원

1984년~1987년 미국 CITI 연구원

<관심분야> U-헬스케어, 이동통신, 통신 소프트웨어, 차세대 통신망운용, 네트워크 보안