
U-Home Healthcare를 위한 분산 객체 미들웨어의 설계 및 구현

박수현

Design and Implementation of the Distributed Object Middleware for Ubiquitous-Home Healthcare System

Suhyun Park

요약

의료서비스 분야에서 의료와 컴퓨터 기술을 결합하여 온라인상에서 언제, 어디서나, 휴대 가능한 헬스케어(Healthcare) 장비와 유·무선 인터넷을 통해 실시간으로 환자의 생체정보 데이터를 수집하고, 이를 이용하여 진단 및 응급상황 인지가 가능한 U-헬스케어(Ubiquitous Healthcare) 시스템이 생겨났다. U-헬스케어 시스템은 기존의 의료 환경에서 와는 달리, 사용자(환자, 보호자, 의료인등)들은 다양한 의료서비스를 요구하게 되고, 당연히 헬스케어 장비들은 통합된 의료서비스를 제공할 수 있도록 연동되어져야 한다. 본 논문에서는 홈 네트워크(Home Network) 환경에서 사용자들의 다양한 요구를 처리하기 위해 분산 객체를 이용한 U-홈 헬스케어 미들웨어를 설계하였고, 다양한 헬스케어 장비들로부터 발생되는 생체 데이터를 통합하기 위한 데이터 변환 객체를 구현하였다.

ABSTRACT

This paper proposes the U-healthcare middleware that is based on minimumCORBA. Ubiquitous healthcare system is generated by combining the technologies of computer system and medical system. This makes available that the person can receive medical treatment anywhere, anytime at on-line. The Healthcare devices are connected to network system as wire or wireless internet. So, the computer system can gather the vital information from the person at the real time and transfers the information to the server system that processes the medical information. When a medical doctor makes a diagnosis they can get more information about the patient by using the information within the server. Users would like to receive more services in the ubiquitous healthcare system than the traditional medical system. And in U-healthcare system, every healthcare devices and the users have to be connected to network system and the information from them has to be integrated. U-Home Healthcare middleware I proposed in this paper will do everything that I mentioned above.

키워드

Ubiquitous Healthcare, 미들웨어, 분산 객체 미들웨어, 의료정보 변환

I. 서 론

처음 컴퓨터가 사용되어지기 시작하면서는 물리공간과 전자공간이 분리되어 있어 전혀 관계없는 공간에서 사용되었다. 그러나 인터넷이 도입되어 사이버공간이란 개념이 생겨나기 시작하면서 그 공간은 서로 중첩하는 부분

이 점차 생기기 시작하였다. 앞으로 다가올 유비쿼터스 시대는 두 공간이 서로 연계되어 보완하며 새로운 공간이 생겨나게 되어, 이를 위한 많은 기술들 뿐만 아니라 다양한 서비스들이 발생하게 될 것이다[1].

특히, 미래에는 인구의 급격한 고령화(2005년 65세 이상 인구가 전체의 9.1%에서 2020년에는 15.7%로 높아질 전망)와 의료 인력의 제한적인 수급으로 인해 만족할 만한 의료서비스를 받기가 어려울 것이다[2]. 이에 따라 유/무선통신 기능과 헬스케어 장비의 결합을 통한 U-헬스케어 시장이 발전하고, 또한 이에 흠 네트워크 환경이 결합한 U-홈 헬스케어 시장이 급성장할 것으로 예상되어진다.

U-헬스케어 시스템을 위해서는 헬스케어 장비의 소형화, 흠 네트워크(혹은 서버)와 연동될 수 있는 유/무선 통신, 그리고 다양한 의료서비스 모듈 등이 필요하다. 기존의 헬스케어 장비들이 단순한 생체 신호의 측정만을 목적으로 하였다면, U-헬스케어용 헬스케어 장비는 여러 사용자를 동시에 처리할 수 있는 기술, 서버에 저장되어 있는 누적된 데이터와 현재의 데이터를 종합적으로 분석하여 제공해 주는 등의 다양한 요구에 대한 처리가 필요하다. 또한, 다양한 헬스케어 장비들을 연결하여 U-헬스케어 환경을 구축하기 위해서는 장비들 간의 통신을 위한 표준화된 프로토콜이 필요로 한다.

따라서 U-헬스케어 시스템을 구현하기 위해서는 두 가지 문제점이 있다. 첫째, 임베디드 시스템(Embedded System)은 특수한 목적과 한정된 작업을 수행하기 위해서 개발된 것으로, 기기는 작은 대신 시스템의 성능이 제한적이다. 그러므로 유비쿼터스 환경에서의 다양한 서비스를 원활히 수행하기에는 어려움이 있다. 즉, 복잡한 서비스를 수행하기 위해서는 프로세스도 복잡해지고 사용되는 많은 자원에 의해 요구되는 메모리도 커지게 될 것이다. 임베디드 시스템은 그 특성상 하드웨어적으로 한계를 가지고 있기 때문에 이러한 서비스의 제공에 있어 제한적일 수밖에 없다. 앞으로 하드웨어적 한계가 계속 극복되어진다고 할지라도 넘쳐나는 서비스의 요구를 수용하기에는 많은 어려움이 있다.

둘째, 헬스케어 장비들의 제작과 정보 공유에 표준화된 정책이 없다보니 각각의 헬스케어 장비들은 각 회사에서 정의한 나름의 프로토콜에 따라 제작되어지고 있는 것이 현실이다. 이러한 시스템은 헬스케어 장비들이 단독으로 사용되어 지는 경우에는 전혀 문제가 되지 않지만, 네트워크로 연결되어 통합된 의료서비스를 하는 U-헬스

케어 환경에서는 문제가 된다[3].

본 논문에서는 U-홈 헬스케어 시스템을 구현하기 위해서 다양한 헬스케어 장비들과 흠 서버 사이에 미들웨어를 구축하여 이와 같은 문제를 해결하였다. 먼저, 임베디드 시스템의 제약성을 보안할 수 있는 방안으로서 임베디드 시스템과 미들웨어 간에 객체를 분산하여 처리하는 근거리 네트워크 환경에서의 원격 객체 연동시스템을 설계하였고, 각 헬스케어 장비에서 출력되는 데이터를 변환하여 흠 서버에 맞는 데이터로 변환하여 흠 서버로 전송하는 객체를 미들웨어에 구현하였다.

II. U-홈 헬스케어 시스템

2.1. U-홈 헬스케어 시스템 개요

U-홈 헬스케어 시스템은 사용자 몸에 부착되어 있는 헬스케어 장비를 통해 언제나 자신의 건강상태를 수시로 모니터링 할 수 있으며, 실시간으로 기록되어지는 측정 데이터는 자동으로 저장되어 지므로 이후에 히스토리(history)를 확인 할 수 있다.

그리고 이상 정후가 발생 시 이를 PDA나 모바일 장치를 통해 알림으로서 응급조치를 취할 수 있다. 이러한 작업들은 데스크 탑과 모바일 장치에서 동시에 이루어지며 외부의 가족이나 담당 의사들도 위의 데이터들을 확인 할 수 있다. 그림 1은 U-홈 헬스케어 시스템의 각 요소들 간의 연동 구조이다.

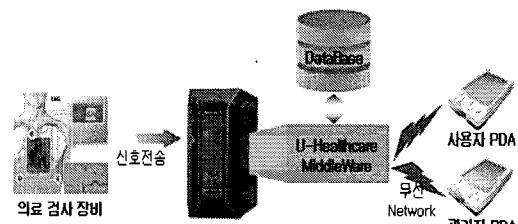


그림 1. U-홈 헬스케어 시스템 구조

Fig. 1. U-Home Healthcare System

U-홈 헬스케어 시스템의 구성은 다음과 같다. 첫째, 심전도 등의 생체 정보를 측정하여 실시간으로 데이터를 전송하는 임베디드 장치, 둘째, 데이터를 받아 실시간으로 데이터베이스에 저장하고, 요청에 따라 정보를 사용자 및

관리자에서 전송하며 응급상황을 판단하여 이를 전송하는 서버의 미들웨어, 셋째, 데이터를 저장하고 관리하는 데이터베이스, 실시간 혹은 히스토리를 확인하거나 응급 상황을 확인할 수 있는 데스크탑 또는 모바일 장비의 모니터링 모듈 등으로 구성된다.

2.2. U-홈 헬스케어 시스템의 처리

모바일 기기를 통해 확인하기를 원하는 정보는 다음과 같다.

- 헬스케어 장비로 부터 실시간으로 보내지는 정보를 일정 기간 동안 확인
- 환자가 이전에 검사했던 히스토리 정보를 원하는 기간 동안을 검색하여 확인
- 환자의 검사 데이터를 서버에 저장하고 모니터링 하는 과정에서 이상 징후가 발견되었을 때 최대한 신속히 알려줌

U-홈 헬스케어 시스템의 각 구성 요소들의 부분별 처리 작업은 다음과 같다.

- 실시간으로 의료 검사장비로부터 검사 데이터를 받기 위해서는 먼저 사용자/관리자 PDA에서 사용자 인증 정보와 함께 실시간 검사 데이터를 보내 줄 것을 서버에 요청하고, 이러한 요청을 받은 서버의 미들웨어는 의료 검사장비로부터 들어오는 데이터를 데이터베이스에 저장함과 동시에 통신모듈을 통해 무선 네트워크로 PDA에 전송
- 환자의 과거 검사 히스토리를 확인하기 위해서는 사용자 인증 정보와 필요한 검사 기간을 데이터 전송 요청과 함께 전달하면, 요청을 받은 서버의 미들웨어는 사용자/관리자 PDA로부터 전달되어온 정보를 이용 데이터베이스에 해당 정보를 검색하고 그 결과를 통신모듈을 통해 무선 네트워크로 PDA에 전송
- 환자의 실시간 검사 데이터가 검사장비에서 서버로 전송되고 서버의 미들웨어는 이를 데이터베이스에 저장하게 되는데 이때 미들웨어 내의 진단 모듈을 두어 검사 데이터를 실시간으로 체크하고 일정 알고리즘에 의해 이상 유무를 판단할 수 있다. 만약 이상이 있을 시 사용자/관리자 PDA로 이상 정도를 전송하고, PDA에서는 Alert 메시지를 통해 사용자/관리자에게 알림

III. 분산 객체 미들웨어

본 논문에서 제안한 U-홈 헬스케어 미들웨어는 임베디드 시스템의 한계를 극복하기 위해 분산 객체 미들웨어 개념을 기반으로 구축하였다. 이 장에서는 U-홈 헬스케어 미들웨어의 기본이 되는 분산 객체 미들웨어의 개념을 설명한다.

3.1 분산 객체 미들웨어 개념

U-홈 헬스케어 시스템에서는 광범위한 기술과 각기 다른 하드웨어 디바이스, 네트워크, 운영체계, 입출력 장치 등이 혼재되어 있다. 그러므로 이 시스템이 제대로 동작하기 위해서는 이기종 하드웨어 및 소프트웨어에 종속되지 않고 손쉽고, 자유롭게 외부 환경과 이음새 없는 서비스를 지원할 수 있는 소프트웨어 플랫폼이 필요하다.

또한, 이기종 기기 및 서비스 간의 상호 호환성, 사용자 투명성을 제공하며 시스템 개발의 효율성 및 임베디드 시스템 하드웨어의 한계성 극복을 위해 분산 객체 미들웨어의 활용이 필요하다[4].

분산 객체 환경은 기존에 네트워크 환경에서 ORG의 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)나 마이크로 소프트의 DCOM (Distributed Component Object Model)과 같은 미들웨어를 이용한 n-tier 구조의 패러다임 형태로 활용되었다[5]. 이는 기존 소프트웨어 개발 방식인 RCP(Remote Procedure Call)나 OLE(Object Linking and Embedding) 등 구조적 패러다임에서 나타는 아주 복잡하고, 규모가 커지는 단점을 해결하기 위한 대안으로 제시되었으며, 현재까지 활용되어지고 있다.

3.2. 분산 객체 미들웨어

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 분산 객체 미들웨어는 하부의 하드웨어, 운영체계, 네트워크에 상관없이 분산 컴퓨팅 환경, 원격 프로시저 콜, ORB, Naming과 메시징 같은 서비스를 도와주는 역할을 하게 된다[4].

그림 2는 분산 운영체계와 미들웨어의 구조를 보여주고 있다.

ORB는 원격 객체들 간의 서비스를 요청과 응답을 중계해 주고 이에 필요한 제반의 기능을 투명하게 제공하는 CORBA의 핵심을 이루고 있다[7].

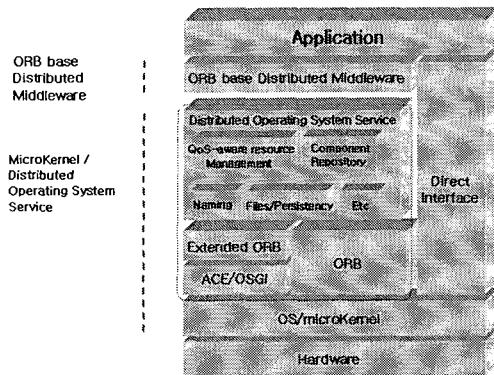


그림 2. 분산 운영체제와 미들웨어

Fig. 2. Distributed Operating System and Middleware

CORBA를 이용해 분산 객체 환경을 구현하기 위해서는 ORB의 클라이언트 부분(interface repository, DII, client IDL stubs, ORB interface)은 임베디드 시스템에서 설치되고 운용되어야 한다[5,6]. 그러나 이 부분 또한 임베디드 시스템에선 부담이 될 수 있다. 이에 대한 대안으로 OMG(Object Management Group)에서는 minimumCORBA를 제시하였다[8].

3.3. minimumCORBA

minimumCORBA는 OMG에서 공식적으로 제공하는 CORBA의 서브셋 형태이다.

minimumCORBA는 ORB 코어의 일부기능, Dynamic Skeleton Interface, Dynamic Invocation Interface, Dynamic Any, Interceptors, Interface Repository의 대부분과 Advanced POA, CORBA/COM interworking 기능이 제거되었다.[2,9] 그러므로 임베디드 시스템에는 interface repository의 일부와 client IDL stubs, 그리고 ORB interface의 비교적 가벼운 구성만으로 ORB 서비스를 이용할 수 있다.

3.4. 기타 분산 객체 미들웨어

현재 연구 중이거나 새로이 연구되고 있는 분산 객체 미들웨어는 사용자와 서비스 중심으로 편의성 및 플랫폼에 독립적인 것은 물론이고 임베디드 시스템을 포함한 High-End 서버까지의 확장성에 중점을 두고 미들웨어에서 제공하는 서비스를 응용프로그램, 웹 서비스 등과 같이 다양한 방면으로 확장하는데 노력하고 있다. 이러한 연구들은 ORB 중심으로 연구가 이루어지고 있고, 다음

은 이러한 연구 중 일부이다.

- MULT-E-ORB : 프로토콜 프레임워크에 기반 한 적응형 멀티미디어 ORB
- Open-ORB : 컴포넌트 기반 reflective 미들웨어[5]
- GOIP (Generic Object Platform Infrastructure) : 분산 객체기반 미들웨어
- TAO : 예측가능한 실시간 QOS와 고성 고려

IV. U-홈 헬스케어 미들웨어

4.1. 분산 객체 설계

II 장에서 소개한 것처럼 각각의 작업들은 헬스케어 장비와 U-홈 헬스케어 미들웨어, PDA 등에 나뉘어져서 수행되었으나, 본 논문에서는 모듈의 기능에 따라 객체를 설계하고 분산 객체 환경에서 운용되도록 미들웨어를 설계하였다.

표 1은 이러한 작업들에 대한 각 기능을 구분하고 그에 따른 객체를 설계한 것이다. LOG_IN, DB_ACC, SQL_M, TD_ACH, IP_D_SD, P_DS_SCH 객체는 ORB 서버 측의 Object Repository에 등록하여 관리되어진다.

표 1. 각 모듈별 기능과 객체
Table 1. Function and Object

기능	객체
PDA에서 사용자 데이터 전송	P_UD_SD
사용자 인증 모듈	LOG_IN
실시간 검사데이터 전송	TD_SD
의료장비로부터 검사 데이터를 받음	P_TD_SD
PDA에서 검사데이터 전송	P_TD_SD
실시간 검사데이터 디스플레이	
히스토리 데이터 디스플레이	P_DP
응급 상황 디스플레이	
실시간 검사데이터 DB 저장	
응급 데이터 DB 저장	DB_ACC
DB에서 히스토리 데이터 검색 및 가져오기	
요청에 따른 SQL 작성 및 전송	SQL_M
실시간 검사데이터 이상 유무 검사	TD_ACH
PDA로 실시간 검사데이터 전송	
PDA로 히스토리 데이터 전송	IP_D_SD
PDA로 응급 데이터 전송	
스케줄링 순서를 받아 알림	P_SCH
N개 PDA로부터의 데이터 전송 스케줄링	P_DS_SCH

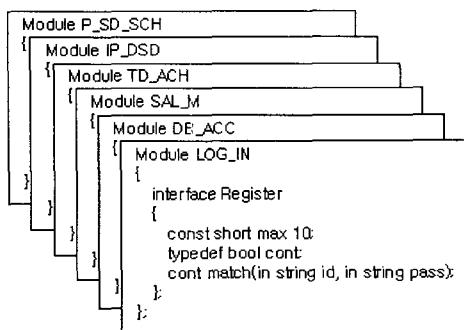


그림 3. 객체를 정의한 IDL

Fig. 3. IDL(Interface Definition Language)

그림 3은 이들 객체들을 정의한 IDL 코드를 보여주고 있다.

4.2. 객체 연동 구조 설계

그림 4는 각 부분별 객의 구성과 이 객체들 간의 연동을 설계한 것이다. 의료장비는 PDA와 결합하여 ORB 서버로 하여금 더욱 효과적으로 관리할 수 있게 할 수 있다. 의료장비의 검사 신호를 PDA를 통해 서버가 받게 되는데 특정 검사 신호를 우선 처리해야 할 상황이 발생할 경우 서버 측의 P_SD_SCH 객체와 PDA의 P_SCH 객체가 서로 지속적으로 통신을 취하면서 신호의 스케줄을 조정하여 해당 PDA로부터의 신호를 우선 처리하도록 한다.

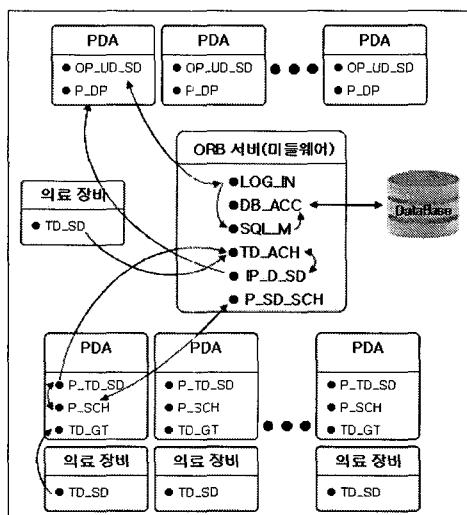


그림 4. 분산 객체 연동 구조

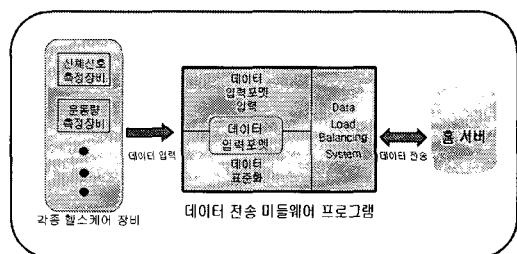
Fig. 4. Distributed Object Link Structure

4.3. 데이터 변환 객체

앞에서 정의한 객체들은 헬스케어 장비, PDA, ORB 미들웨어 등에 분산되어 서로간의 통신을 통해 연동되게 된다. 미들웨어 내에 있는 데이터 변환 객체에 의해서 데이터의 공유가 가능하도록 하므로, 이기종의 환경으로 구성되더라도 ORB 서버를 통한 이들 간의 통신에는 문제가 발생하지 않는다.

현재 개발되어지고 있는 헬스케어 장비들은 각기 개발업체에서 정의한 프로토콜에 따라 제작되기 때문에, 하나의 시스템으로 통합이 어려운 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법은 데이터 표현 방법 및 전송의 표준화가 필요하다. 그러나 현재의 환경은 각자 서로 다른 데이터 전송 프로토콜을 사용하므로 이를 해결해 줄 수 있는 미들웨어 시스템이 필요하다[9].

따라서 본 논문에서는 분산 객체 미들웨어 시스템에 데이터 변환을 위한 객체를 구현하여 서로 다른 헬스케어 장비로부터 입력되는 데이터를 본 미들웨어 시스템에서 제안하는 표준 프로토콜로 변환하여 주도록 한다. 즉, 미들웨어에 의해서 서로 다른 데이터가 한 가지 표준 데이터로 변환되므로 통합된 의료 서비스 소프트웨어를 구성할 수 있다.

그림 5. 미들웨어 전체 구성도
Fig. 5. U-Home Healthcare Middleware

본 미들웨어는 이러한 헬스케어 장비와 홈 서버 사이에 통신 및 데이터의 표준화를 시켜줌으로써 기존 제품과 향후 계발될 제품들 간의 원활한 시스템 운영이 가능하도록 구현하였다.

위의 기능을 하기위해 본 미들웨어는 먼저 각 헬스케어 장비에서 출력되는 데이터의 출력 방식과 데이터 정의 프로토콜을 입력받는다. 입력받은 데이터를 토대로 미들웨어는 헬스케어 장비에서 출력되는 데이터를 받아서 홈서버에 맞추어 데이터를 표준화시키고, 표준화된 데이터

를 소켓 통신을 이용하여 흠 서버로 데이터를 전송한다.

4.4. 실험 결과

다음은 본 논문에서 설명한 미들웨어 시스템을 현재 구현 단계에서 일차적인 실험을 한 결과물이다. 기본적인 설정은 심전도 헬스케어 장비와 PDA간의 무선 통신이 가능한 상황에서 무선 통신으로 PDA로 전송된 데이터를 흠 서버로 전송하고 전송되어진 데이터를 관리자용 클라이언트에서 흠 서버에 저장된 데이터를 확인할 수 있다.

현재 제작되어진 헬스케어 장비들이 PDA와의 무선통신이 불가능하기 때문에 본 실험에서는 다른 PDA에서 임의의 심전도 데이터나 데모용 심전도 데이터를 생성해서 무선으로 보내어 주고 그 데이터를 실험용 PDA에서 받아서 흠 서버로 전송하는 방식을 사용하고 있다. 그림 6은 앞에서 설명한 임의의 심전도 데이터를 생성해서 전송해주는 프로그램이다.

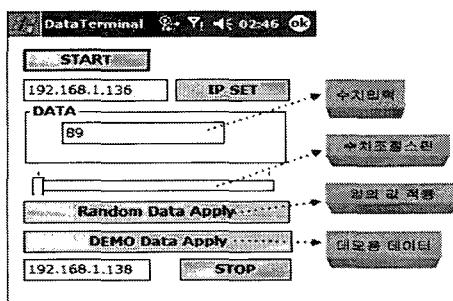


그림 6. 임의 데이터 생성 프로그램
Fig. 6. Random data Generation Program

그림 7은 헬스케어 장비로부터 수신된 데이터를 화면에 보여주는 클라이언트용 프로그램이다. 이 프로그램은 수신된 데이터를 수치 값과 그래프로 각각 출력하며 하단에 위급데이터에 대한 설정 부분이 구성되어져 있다. 그리고 여기서 수신된 데이터는 본 미들웨어 시스템으로도 같이 보내어서 흠 서버로 전송하게 된다.

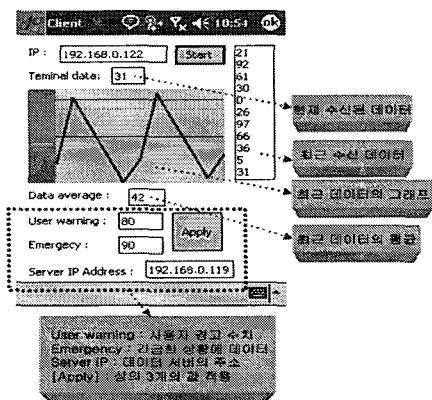


그림 7. 클라이언트용 프로그램
Fig. 7. Client Program

그림 8은 흠 서버에 저장된 데이터를 관리자 즉 담당 의사나 사용자의 가족들이 볼 수 있도록 구성한 데이터이다. 언제 어떠한 데이터가 들어왔는지, 또한 긴급 신호가 들어온 시간은 언제인지 등을 확인할 수 있다.

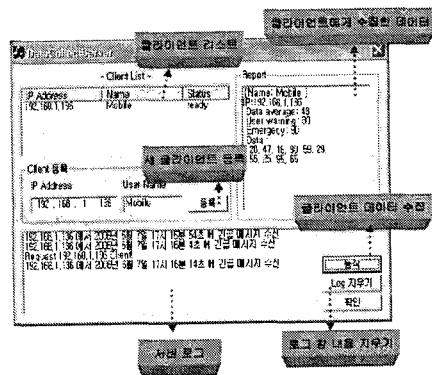


그림 8. 관리자용 클라이언트 프로그램
Fig. 8. Client Program for administrator

V. 결 론

미래에는 급격한 고령화에 따른 의료 환경의 변화와 유비쿼터스 기술의 발전으로 언제 어디서나 의료서비스를 받을 수 있는 U-홈 헬스케어 시스템 시장이 확대될 것으로 기대되어 진다. 이에 따라 본 논문에서는 U-홈 헬스케어 시스템을 위한 미들웨어를 설계하였다.

본 논문에서는 다양한 처리를 요구하는 헬스케어 장비들의 요구를 서버에 분산하여 처리하기 위해 분산 객체 개념을 이용한 미들웨어 시스템을 설계하였다. 그리고 이음새 없는 유비쿼터스 환경을 제공하기 위해 다양한 헬스케어 장비들의 데이터를 표준화된 데이터로 변환할 수 있는 객체를 설계하고 구현하였다.

기존의 헬스케어 장비들은 한 번에 한 사람의 생체 데이터만 입력 받아, 들어오는 순서대로 순차적으로 처리하면 되었다. 그러나 유비쿼터스 환경에서는 동시에 여러 사람의 생체 데이터가 입력되어 지고 실시간으로 다양한 처리를 요구하게 된다. 그러므로 향후에는 임베디드 시스템 환경에서 분산 데이터 처리를 할 수 있는 미들웨어의 구축이 필수적이라 하겠다.

참고문헌

- [1] 최남희, “Ubiquitous Network와 IT 입국 신전략: 유비쿼터스 정보기술을 활용한 물리공간과 전자공간 간의 연구제도와 어플리케이션 체계에 대한 연구”, *Telecommunications Review*, 13권, 1호, 2003, pp.29-37
- [2] 전략기술경영연구원편집부, “유비쿼터스-헬스케어”, *전략기술경영연구원*, 2004
- [3] 전계록, 박수현 외, “고령친화 U-Home Health Care 산업 육성을 위한 지역혁신체계 구축”, 산업자원부 RIS 사업 계획서, 2005
- [4] 윤희용, “유비쿼터스 컴퓨팅 미들웨어 기술”, *전자공학회지*, 30권, 11호, 2003, pp.102-111
- [5] Robert Orfalea, Dan Harkey, “Client/Server programming with JAVA and CORBA”, 2 Edition, wiley, 1998
- [6] “VisiBroker for Java Programmer’s Guide”, Visigenic Software, Inc., 2000.
- [7] Object Management Group(OMG), Home page, <http://www.omg.org>, 2002.

- [8] Bill Beckwith, “minimumCORBA tutorial”, OMG Real-time and Embedded Workshop, 2002
- [9] 전계록, 박수현, 조대수 외, “고령친화 U-Home Health Care 산업육성을 위한 지역혁신체계 구축”, 산업자원부 RIS사업 1차년도 보고서, 2006

저자소개



박 수 현(Suhyun Park)

1999 부산대학교 전자계학과 이학
박사
2003. 1 ~ 2004. 8 Utah State University
방문교수

1996 ~ 현재 동서대학교 컴퓨터공학과 조교수

※관심분야: 유비쿼터스 헬스케어, 임베디드 S/W, e-Learning
시스템