

분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템의 제안

장 재 호[†] · 정 창 원^{**} · 신 창 선^{***} · 주 수 중^{****}

요 약

본 논문에서는 센서 및 기기로부터 받은 정보를 이용하여 헬스케어 응용 서비스를 제공하고, 이를 원격에서 모니터링 및 제어할 수 있는 분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템을 제안한다. 분산객체그룹 프레임워크는 헬스케어 응용의 수행을 위해 수백객체들 및 헬스케어 지원 센서 또는 기기들의 논리적인 서비스별 그룹화와 이들 그룹간의 상호 동적연결 및 실시간 서비스를 지원한다. 제안한 시스템의 구조는 3계층으로 헬스케어 지원 센서나 기기로 이루어진 물리적 계층, 분산객체그룹 프레임워크 지원 계층, 그리고 이들 기반위에서 수행할 헬스케어 응용 구현 계층으로 구성된다. 본 시스템 환경에서 헬스케어 응용으로 위치추적 서비스, 헬스정보 서비스, 그리고 쾌적환경 서비스들을 구현하였고, 각 서비스를 통합하여 수행한 결과를 원격 데스크탑과 이동 단말기를 통해 보였다.

키워드 : 분산객체그룹 프레임워크, 헬스케어 홈 서비스, 위치추적서비스, 헬스정보서비스, 쾌적환경서비스, 원격모니터링 및 제어

Suggestion of Healthcare Home Service System Based on Distributed Object Group Framework

Jae-Ho Jang[†] · Chang-Won Jeong^{**} · Chang-Sun Shin^{***} · Su-Chong Joo^{****}

ABSTRACT

This paper suggests a healthcare home service system based on the distributed object group framework that can not only provide healthcare application services using the information obtained from the physical healthcare sensors and devices, and but also monitor and control these services remotely. The distributed object group framework supports the object group service, the interaction service between object groups and the real-time service in order to execute the healthcare application. Here object group means the unit of logical grouped objects or healthcare sensors and devices for a service. Our suggested system consists of 3 layers. The first layer presents the physical sensors and devices for healthcare, as a physical layer. The second layer lays the distributed object group framework, and the third layer, the upper's one, implements healthcare applications based on lower layers. With healthcare applications providing for this system, we implemented the location tracking service, the health information service and the titrating environment service. Also the integrated executing results of these services can be monitored and controlled via remote desktop systems or PDAs.

Key Words : Distributed Object Group Framework, Healthcare Home Service, Location Tracking Service, Healthcare Information Service, Titrating Environment Service, Remote Monitoring and Control

1. 서 론

최근 정보통신 기술의 발전과 함께 정보시스템들과 관련 기기 및 센서들 간에 정보와 분산 서비스를 공유하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 변화하고 있다. 관련 서비스들 중 헬스케어 분야에서도 인간의 건강한 삶을 이루기 위해 가정

내에 헬스케어 지원 센서 및 기기들을 홈 네트워크로 연결하고 헬스케어 서비스를 제공하는 연구가 활발하게 진행되고 있다[1-3]. 앞으로 우리는 이를 헬스케어 홈 서비스라고 부른다. 유비쿼터스 환경 기반의 헬스케어 홈 서비스는 지금까지 의료기관을 중심으로 제공되었던 건강관리 서비스를 개인 또는 가정으로 확대하여, 다양한 헬스케어 센서와 컴퓨터를 기반으로 실시간으로 얻어지는 건강정보로부터 즉각적인 예방 및 응급처치를 제공하는 헬스케어 지원 시스템으로 발전하여 왔다[4, 5]. 그러나 대부분의 헬스케어 서비스 시스템은 기존 시스템 구성요소나 응용들의 재사용/재결합을 통한 새로운 응용 서비스의 구성과 같은 통합환경의 제

※ 본 논문은 2005년도 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업 헬스케어기술개발사업단의 지원에 의하여 연구되었음
[†] 준 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과 석사과정
^{**} 준 회 원 : 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 연구교수
^{***} 정 회 원 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
^{****} 정 회 원 : 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수
 논문접수 : 2005년 6월 24일, 심사완료 : 2005년 10월 27일

공보다는 독자적이고 병원과 같은 기관에 의존적인 환경에서 운영되도록 전용 컴퓨터 시스템과 응용 솔루션을 중심으로 구축되어 왔다. 이러한 시스템의 특징은 센싱 단말기와 처리 모듈 및 통신 모듈로 구성된 기능적인 측면에 중점을 둔 시스템이 개발되고 있으며, 특히 하드웨어에 의존적인 서비스를 제공하고 있다. 이로 인하여 헬스케어 홈 서비스를 위해 각각의 서비스를 제공하는 독립적인 시스템을 가정 내에 구축하면, 산재된 응용과 연계하여 통합화된 헬스케어 정보를 제공하기가 불가능한 문제점을 갖는다. 특히, 헬스케어 서비스를 제공하기 위해 기반이 되는 다양한 센서와 응용을 통합 지원하기 위한 프레임워크에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 기존에 개발된 분산객체그룹 프레임워크[6, 7]에 헬스케어 서비스 기능들을 추가 및 확장하여 개별적인 헬스케어 서비스를 제공하는 센서와 응용을 통합 지원하는 새로운 프레임워크를 제시한다. 즉, 개별적인 물리적 장치 또는 센서들을 논리적인 하나의 그룹으로 정의하고, 이를 기반으로 각각의 응용들을 기능별로 재 그룹화하여 새로운 헬스케어 서비스로 구성 할 수 있는 홈 네트워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템을 제시하고자 한다. 본 시스템에서 헬스케어 서비스를 제공하는 분산응용(distributed application)의 구현 객체는 가전제어 또는 응급 상황 발생과 같은 실시간 제약조건을 만족하기 위해 실시간 환경을 지원하는 TMO(Time-triggered Message-triggered Object) 스킴을 기반으로 한다[8, 9]. 끝으로 제시한 시스템에서 헬스케어 홈 서비스 시연을 통하여, 본 시스템이 앞으로 기대되는 유비쿼터스 홈 환경에서 다양한 헬스케어 홈 서비스를 제공할 수 있는 시스템임을 보이도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같이 2장에서는 유비쿼터스 환경의 홈 헬스케어 서비스 기술동향과 실시간 프로그램 환경을 제공하는 분산객체 모델인 TMO 스킴 및 분산 실시간 미들웨어인 TMOSM(TMO Support Middleware), 그리고 우리가 그동안 연구해왔던 분산객체그룹 프레임워크에 대해 기술한다. 3장에서는 헬스케어 홈 서비스 시스템의 구조와 지원 서비스를 제시하고 4장에서는 제시한 시스템으로부터 헬스케어 홈 서비스의 시연을 통해서 본 시스템의 수행환경을 검증한다. 끝으로 5장에서는 결론 및 향후연구를 기술한다.

2. 배경 연구

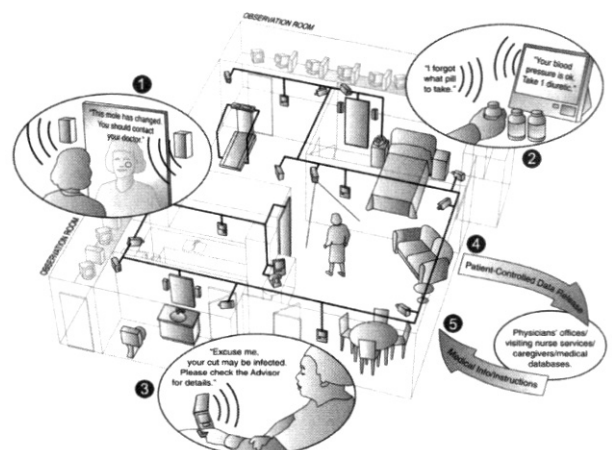
본 장에서는 제안한 헬스케어 홈 서비스 시스템 환경을 구축하기 위해 가정 내 유비쿼터스 헬스케어 서비스 기술들에 대한 기존 연구들을 살펴보고, 본 서비스 지원 환경의 적용 기술인 분산객체그룹 프레임워크와 UC at Irvine의 DREAM Lab.에서 제안한 분산객체 구현기술인 TMO 스킴 및 분산 실시간 미들웨어인 TMOSM을 설명한다.

2.1 가정 내 헬스케어 서비스 기술 동향

유비쿼터스 환경에서 제공되는 가정 내 헬스케어 서비스

는 의료공간을 인간의 일상적인 활동뿐만 아니라 경제·문화 활동까지 포함하는 생활공간으로 확장시켰다. 따라서 기존의 헬스케어 서비스는 일반 생활공간 내의 다른 활동과 결합됨으로써 의료공간의 한계를 극복할 수 있는 새로운 유비쿼터스 헬스케어 서비스를 창출하고 있다[10, 11]. 초기에 헬스케어 서비스는 대규모 병원 등의 의료기관에 의존적이고 독립적인 헬스케어 서비스로 이루어 졌다. 이후 소규모 초기검진기관에 의한 환자정보의 전산화 및 원격진료 서비스가 이루어져 공유되는 헬스케어 서비스로 발전하였으며, 현재는 유비쿼터스 환경에서 시간과 공간에 구애받지 않고 연속적으로 지능형 헬스케어 서비스를 받을 수 있는 연구가 진행 중에 있다. 대표적으로 주거 환경에 갖추어진 초고속 정보통신망을 토대로 홈 오토메이션과 홈 네트워크 또는 센서 네트워크 등의 결합된 인프라를 통해 유비쿼터스 환경을 기반으로 한 헬스케어 홈 서비스에 대한 연구가 미국, 유럽, 일본을 중심으로 이루어지고 있다. 현재 진행 중인 헬스케어 홈 서비스 연구로는 미국 로체스터 대학의 미래 건강 센터에서 제안한 스마트 의료 홈과 일본 마쓰시타 사의 eHI House를 예로 들 수 있다[2].

스마트 의료 홈은 완전한 개인건강시스템(personal health system) 개발을 목표로 연구가 진행되고 있으며, (그림 1)과 같이 가정을 그대로 본떠서 설계된 다섯 개의 공간으로 이루어져 있다. 해당 공간에 적외선 센서, 컴퓨터, 바이오센서, 비디오카메라 등을 배치하였다. 이 시스템을 이용한 시나리오에 따르면 개인이 집에서 건강을 유지하며 사전에 병을 찾아낼 수 있고, 건강상태를 점검 할 수 있게 해준다. 치밀한 사전 건강관리로 병을 미리 예방할 수 있다는 점과 각자의 가정에서 건강관리를 받을 수 있다는 점이 특징이다. 이 시스템은 의료영상 저장 및 전송시스템, 처방전 전달 시스템 및 전자 의무기록 차트화 도입을 이끌었다. 또한 컴퓨터는 집에서 행동하는 여러 가지 모습들(걷는 모양, 행동 원형들, 수면포즈, 기타 일반 행위)에서 혈압, 맥박 및 건강상태 등과 같은 정보를 측정한다. 이와 같이 스마트 의료 홈이 실현되면 실내 거주 공간 그 자체가 자신의 건강까지 책임



(그림 1) 스마트 의료 홈

지게 되는 장소로 변하게 된다.

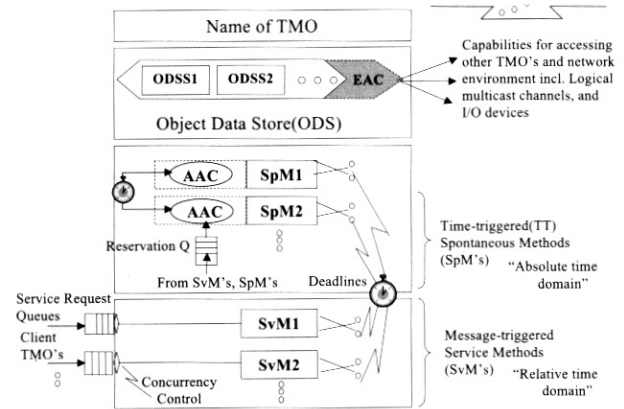
마쓰시타 사의 eHII(Electronics Home Information Infrastructure) House는 네트워크에 의해서 유기적으로 연결된 기기들을 통해 언제, 어디서나 어떤 기기로도 헬스케어 서비스가 가능한 개념으로 연구되고 있다. 특히 전자건강 확인기로 지속적인 건강관리가 가능하고 네트워크를 통해 원격진료가 가능한 재택 헬스케어 시스템, 변기에 앉아 매일 건강을 확인할 수 있는 건강화장실, 기타 생활에 도움이 되는 생활 정보 시스템을 이용한 서비스를 제공한다. 건강화장실은 매일 자신의 건강 상태(체중, 체지방, 당뇨수치)를 확인하고 이상이 있는 경우 네트워크를 통하여 주치의나 관련 도우미에게 건강 데이터를 전송한다. 또한, 이를 수신한 주치의나 건강 도우미는 적당한 조언 서비스를 제공해주고 있다.

하지만 이러한 특화된 기술에도 불구하고 스마트 의료 홈과 eHII House는 아직까지 사생활 보호차원과 의료 서비스에 대한 가격측정 기준이 없고, 헬스케어 서비스 플랫폼이 각기 달라 완전한 인프라 구축까지는 많은 시간이 필요할 것으로 예상되고 있다. 또한 센싱 단말기와 처리 모듈 및 통신 모듈로 구성된 기능적인 측면에 중점을 둔 시스템을 개발하고 있으며, 특히 하드웨어에 의존적인 서비스를 제공하고 있다. 이로 인하여, 새로운 헬스케어 지원 센서의 추가나 센서를 기반으로 새로운 응용개발 및 환경 통합을 지원하는 데는 어려움이 남아있다. 본 논문에서는 앞선 연구들에서의 제약인 시스템 의존적인 서비스 환경을 극복하기 위해 가정 내 헬스케어 지원 센서나 기기들, 그리고 헬스케어 응용들을 재사용/재결합 가능한 분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템을 제안한다.

2.2 TMO스킴과 TMOSM

본 논문에서는 헬스케어 홈 서비스 응용을 구현하는 실시간 객체 모델과 이들간의 통신을 위한 분산 실시간 미들웨어로 TMO 스킴과 TMOSM을 사용하였다[8, 9]. TMO 스킴에 의해 구현된 객체는 클라이언트의 요청에 의해서만 동작하는 SvM(Service Method)과 기존 객체의 동작 특성을 확장하여 정의된 시간에 자치적인 동작을 하는 SpM(Spontaneous Method)을 각각 가지며, 원격 호출을 통해 상호 동작한다. TMO 스킴의 기본구조는 (그림 2)와 같고, 내부 구조는 5부분으로 구성된다. 각 부분에 대해 살펴보면, 상위부분인 ODS(Object Data Store)는 객체의 정보를 저장하기 위한 정보저장소이며, EAC(Environment Access Capability)에서 원격 객체 호출을 위한 통신채널이 제공된다. AAC(Autonomous Activation Condition)에서 SpM의 주기적인 동작을 위한 시간 특성이 정의되고, SpM과 SvM에 주기적으로 실시간 동작하는 시간 트리거 메소드와 외부의 서비스 요청에 응답하는 메시지 트리거 메소드가 정의된다.

TMO의 분산 통신을 지원하는 실시간 미들웨어인 TMOSM은 운영체제의 상위에서 독립적으로 동작하며, TMO가 실행하는 동안 모든 시스템자원(CPU time, network access, disk I/O)을 관리하는 역할을 한다. 또한 TMO들이 직접적으로

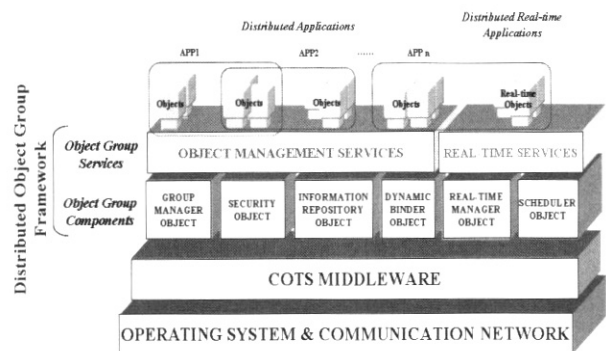


(그림 2) TMO 스킴

TMOSM과 통신할 수 없으므로 안정된 수준의 API인 TMOSL(TMO Support Library)을 이용하여 MSI(Middleware Service Interface) Function Call을 지원한다. TMOSM은 분산 통신을 위해 서비스 객체에 대한 정적 바인딩만을 제공하고 있다. 그러나 헬스케어 서비스는 응용을 구성하는 분산객체에 대한 동적 바인딩 서비스가 필요함에 따라 본 논문에서는 헬스케어 서비스를 제공하는 분산객체의 관리 측면은 분산객체그룹 프레임워크를 기반으로 하며, 실시간 서비스 측면은 TMO 스킴과 TMOSM을 이용한 헬스케어 홈 서비스 시스템을 제안한다.

2.3 분산 객체그룹 프레임워크

헬스케어 홈 서비스를 제공하기 위한 다양한 센서들과 장치 그리고 응용들을 서비스별로 그룹화 및 그들 간의 동적 바인딩 서비스를 투명성 있게 제공할 수 있는 새로운 헬스케어 홈 서비스를 개발하고자 기존에 구축된 분산객체그룹 프레임워크를 확장하였다[6, 7]. 분산객체그룹 프레임워크는 통신 및 미들웨어 계층과 분산응용 계층의 사이에 존재하며, 크게 객체그룹관리 지원 컴포넌트와 실시간 서비스 지원 컴포넌트로 구성된다. 본 프레임워크는 헬스케어 홈 서비스를 제공하는 서비스 환경 내 분산객체들을 그룹화 하여 분산응용을 구성하는 하나의 논리적인 단일 뷰 시스템 환경으로 제공한다. (그림 3)은 분산객체그룹 프레임워크의 구조를 보인다.



(그림 3) 분산객체그룹 프레임워크

본 프레임워크 상단에 위치하는 분산응용은 특성에 따라 비실시간 또는 실시간 분산응용으로 개발된다. 프레임워크 내의 컴포넌트 중, 객체 관리 서비스 지원 컴포넌트로 그룹 관리자객체는 특정 헬스케어 서비스를 제공하는 논리적인 그룹에 포함된 분산객체들의 전반적인 관리를 책임진다. 보안객체는 클라이언트 객체의 서비스 요청에 대해 보안정책을 적용하여 서버객체에 대한 접근권한을 검사한다. 정보저장소객체는 헬스케어 서비스를 이루는 서버객체들의 속성정보를 저장한 객체리스트(object list)를 관리하며, 그룹관리자객체의 요청에 따라 객체 레퍼런스를 반환한다. 동적바인더객체는 정보저장소객체에 존재하는 중복 서버객체들에 대한 각각의 바인딩 우선순위 리스트(binding priority list)를 관리한다. 이때, 분산응용의 수행 특성에 따라 동적바인더객체에는 다양한 서버객체 바인딩 알고리즘의 적용이 가능하다.

실시간 서비스 지원 컴포넌트로 실시간관리자객체는 클라이언트로부터 마감시간 정보를 전달 받아 시간제약조건을 적용하여 서비스 마감시간을 계산 후 스케줄러객체에 실시간 스케줄링을 요청한다. 스케줄러객체는 서버객체가 수행해야 할 요청 작업들에 대한 작업 우선순위 리스트(task priority list)를 가지며, 클라이언트 객체정보와 마감시간정보를 이용하여 요청 작업들을 실시간 스케줄링 한다. 동적바인더객체와 같이 스케줄러객체에도 응용의 특성에 따라 다양한 실시간 알고리즘의 적용이 가능하며, 실시간관리자객체와 스케줄러객체는 선택적으로 사용된다.

본 논문에서 제안하는 헬스케어 홈 서비스 시스템은 수행시 실시간 서비스 지원 컴포넌트를 사용하지 않는다. 그 이유는 실시간 객체인 TMO 스킴과 분산 실시간 미들웨어인 TMOSM에서 이들 기능을 제공하기 때문에 위 컴포넌트를 호출하기 위한 API를 제공할 필요가 없게 된다. 만약 실시간 미들웨어를 사용하지 않는 경우에는 이 컴포넌트를 이용하기 위해 관련 객체들의 API만 호출하면 된다. 헬스케어 지원 분산응용의 수행을 위해 분산객체그룹 프레임워크는 응용을 구현하는 객체들의 등록 및 철회관리, 서버객체에 대한 클라이언트의 접근보안관리, 이름과 속성관리를 지원하며, 분산 서비스 관점에서 네이밍 서비스, 동적바인딩 서비스, 중복객체 지원 서비스, 부하균형화 서비스, 헬스케어 응용그룹 간의 연동서비스를 제공한다. 분산객체그룹 프레임워크의 세부적인 구조와 기능 및 지원서비스는 [12, 13]을 참조한다.

3. 헬스케어 홈 서비스 시스템의 설계

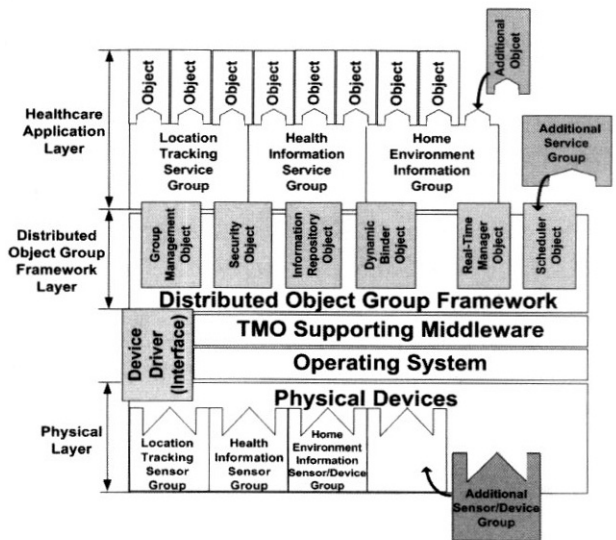
본 장에서는 기존에 구현된 분산객체그룹 프레임워크[6, 7]를 확장하여 가정 내에서 거주자의 헬스케어를 지원하는 헬스케어 홈 서비스 시스템을 설계한다. 본 시스템은 분산객체그룹 프레임워크 구성요소들의 상호작용을 통하여 헬스케어 지원 기기 또는 센서들의 그룹 및 헬스케어 지원 분산응용의 그룹화를 지원한다. 우리는 헬스케어 홈 서비스 시스템으로부터 기존의 가정에 존재하는 헬스케어 지원 하드웨어/소프트웨어 자원들의 재사용 및 재구성으로 새로운 헬

스케어 서비스를 개발할 수 있다.

3.1 헬스케어 홈 서비스 시스템 구조

헬스케어 홈 서비스 시스템은 분산객체그룹 프레임워크를 기반으로 기존의 가정 내 개별적인 헬스케어 서비스를 거주자의 위치추적 기술, 헬스정보 관리 기술, 쾌적한 환경제공 기술로 구분하고 각각 그룹화 하여 재구성하였다. 분산객체그룹 프레임워크는 하위계층의 각각 또는 그룹화된 물리적 장치들로부터 얻어진 입력정보를 받아 상위계층의 해당 헬스케어 홈 서비스 응용의 수행을 지원한다. 각각의 계층에 존재하는 그룹들은 분산객체그룹 프레임워크에 의해 기능에 따라 헬스케어 자원 추가/삭제 및 자원그룹의 추가/삭제 관리가 가능하다. 즉, 본 시스템은 하위의 물리적 헬스케어 기기 및 센서계층과 상위의 헬스케어 응용계층의 수직 및 수평적인 통합으로 가정 내 헬스케어 지원 네트워크의 상태나 서비스에 따라 동적인 재구성을 통한 그룹 서비스가 가능하다. (그림 4)는 우리가 제안한 분산객체그룹 프레임워크 기반 헬스케어 홈 서비스 시스템의 구조를 보인다.

분산객체그룹 프레임워크의 구조로부터 헬스케어 홈 서비스의 요구사항을 만족하기 위해, 객체그룹관리 지원 컴포넌트에서 분산된 서비스 객체들과 다양한 물리장치들 간의 상호작용 및 그룹관리를 위한 그룹관리자객체, 보안객체, 정보저장소객체와 동적바인더객체를 제정의 하였다. 실시간 지원 컴포넌트는 객체 자체적으로 실시간 동작특성을 지원하는 TMO 스킴과 분산 실시간 미들웨어인 TMOSM을 사용하기 때문에 고려하지 않았다. 본 시스템은 (그림 4)에서 같이 새로운 헬스케어 홈 서비스의 필요에 따라 물리적 장치, 응용 서비스 그룹 및 분산객체들의 추가/삭제가 가능하다. <표 1>은 기존 분산객체그룹 프레임워크 내의 구성요소들이 지원하는 서비스들과, 이를 확장한 헬스케어 홈 서비스 시스템의 지원 서비스들을 보인다.



(그림 4) 분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템 구조

〈표 1〉 분산객체그룹 프레임워크를 확장한 헬스케어 홈 서비스 시스템의 지원 서비스

분산객체그룹 프레임워크 구성요소	분산객체그룹 프레임워크 지원 서비스	헬스케어 홈 서비스 시스템 지원 서비스
-그룹관리자객체 -정보저장소객체	- 객체그룹 지원 서비스	- 헬스케어 지원 기기 및 센서들의 그룹화 서비스 - 헬스케어 지원 분산객체들의 객체그룹화 서비스
-그룹관리자객체 -보안객체	- 객체 접근제어 서비스	- 헬스케어 정보, 기기, 센서 및 응용 그룹에 대한 속성 기반 접근 제어 서비스
-그룹관리자객체 -동적바인더객체	- 동적 객체 선정 및 바인딩 서비스	- 헬스케어 지원 중복 자원에 대한 동적바인딩 서비스 - 각 그룹 간 상호작용 시 그룹 단위 적정 헬스케어 자원 선정 서비스

헬스케어 홈 서비스 시스템 환경에서 TMO 스킴으로 구현된 응용서비스 객체들과 헬스케어 기기와 센서들로 이루어지는 물리장치들은 분산객체그룹 프레임워크의 그룹관리자객체와 정보저장소객체를 통하여 지원 서비스 별로 그룹화되어 서비스를 수행한다. 또한 그룹관리자객체와 보안객체를 통하여 접근하고자하는 헬스케어 정보, 기기, 센서 및 응용 그룹에 대한 접근권한을 요청하여 받거나, 사전에 접근이 허가된 자원의 레퍼런스를 반환받아 서비스를 수행한다. 동적바인더객체는 각 서비스 객체 및 그룹 간 상호작용을 위한 동적 객체 또는 그룹 선정 및 바인딩 서비스를 수행한다. 본 시스템에서는 이들 헬스케어 지원 자원들이 존재하는 시스템 및 네트워크 부하를 고려한 바인딩 우선순위 알고리즘을 사용했으며, 성능이 우수한 다른 알고리즘을 적용시킬 수도 있다.

3.2 헬스케어 홈 서비스 시스템의 지원 서비스

헬스케어 홈 서비스 시스템은 (그림 4)에서와 같이 헬스케어 지원 물리적 기기 및 센서들과 분산응용의 논리적 그룹화를 통해 위치추적 서비스, 헬스정보 서비스 및 쾌적환경 서비스를 지원한다. 위치추적 서비스는 이동하는 홈 거주자의 위치탐색 및 추적을 위하여 분산객체그룹 프레임워크의 하부 물리계층에 그룹으로 존재하는 위치센서들과 상위계층의 위치추적 응용 객체그룹 간의 그룹화를 통해 서비스를 제공한다. 헬스정보 서비스는 물리계층에 그룹으로 존재하는 건강정보센서들과 상위계층에 존재하는 헬스정보 응용 객체그룹 간의 그룹화를 통하여 서비스를 수행한다. 또한 쾌적환경 서비스는 물리계층에 그룹으로 존재하는 환경정보센서 및 정보가전들과 상위계층의 쾌적한 환경제공 응용 객체그룹 간의 그룹화를 통하여 서비스를 수행한다. (그림 5)는 헬스케어 홈 서비스 시스템 내의 분산객체그룹 프레임워크를 통해 거주자의 위치와 건강 정보, 실내의 환경

정보를 고려하여 위치추적, 헬스정보 및 실내 쾌적환경 지원 서비스의 수행환경을 보인다.

3.2.1 위치추적 서비스

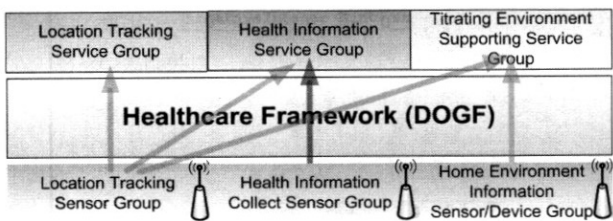
본 논문에서 고려된 이동체(거주자) 위치추적 서비스는 센싱 기능과 정보처리 능력 그리고 통신 능력을 가진 다수의 센서 노드들로 구성되며, 제안한 헬스케어 홈 서비스 환경을 위한 이동 거주자 위치정보를 제공한다. 우리는 이동체 위치추적 서비스를 위해 MIT에서 개발한 Cricket센서 노드들을 사용했다. Cricket 센서 노드는 Ultra Sound 센서를 통하여 실내에서 이동체에 대한 이동위치를 추적한다[14, 15]. 분산객체그룹 프레임워크는 이러한 위치센서들로부터 얻은 정보를 이용하여 위치추적서비스를 제공하기 위해 위치센서들과 이에 대응된 TMO 응용 객체들을 그룹화 하여 위치추적서비스 그룹을 논리적으로 정의한다. 또한 객체그룹지원 서비스를 위해 물리적인 위치센서 그룹과 위치추적 서비스 지원 TMO 그룹간의 상호동작을 정의함으로써 일정 영역 내에서 이동하는 거주자의 위치를 주기적으로 감시 및 파악하여 현재 이동 거주자의 위치와 시간당 이동거리 및 각 공간별 체류시간 등을 실시간 모니터링 한다.

3.2.2 헬스정보 서비스

헬스케어 홈 서비스는 기존의 의료 공간을 가정으로 확장시켜 건강한 사람에게도 확장된 의료공간 안에서 생활하고 필요시에 의료서비스를 받을 수 있도록 한다. 본 논문에서는 분산 객체그룹 프레임워크의 객체그룹 지원 기능으로 위치센서그룹과 헬스정보 센서그룹을 통해 홈 거주자의 위치 및 수집된 헬스정보를 이용하여 헬스정보 서비스를 수행한다. 예로, 실내에서 이동 중인 거주자에게 부착된 체온, 심전도 및 혈압, 당뇨 측정센서 등의 헬스정보 센서들을 하나의 헬스정보 센서그룹을 정의하고, 위에서 정의된 위치추적센서그룹을 통해 거주자의 위치 정보를 수집한다. 이 두 그룹들을 통합하는 분산객체그룹 프레임워크는 위치추적 및 헬스정보 서비스 그룹과 센서그룹 간의 상호동작을 지원함으로써 센싱된 헬스정보 및 현재 추적된 위치정보를 기반으로 헬스정보 관리 및 비정상적인 상황에 대한 응급대책을 마련하도록 한다.

3.2.3 쾌적환경 서비스

정보가전 기기들은 가정 내의 적정 생활환경을 유지하도록 동작되며 이를 통해 거주자를 위한 최적의 생활환경을



(그림 5) 헬스케어 센서 그룹과 헬스케어 지원 서비스 그룹의 통합 수행환경

제공한다. 본 논문에서는 분산객체그룹 프레임워크의 객체 그룹 지원 서비스를 통하여 헬스케어 홈 서비스를 위한 가정 내 정보가전 기기들과 실내 온도센서와 조도센서, 습도센서를 환경정보 수집 센서그룹으로 정의하고 응용 서비스를 위한 TMO들을 하나의 쾌적한 환경제공 서비스그룹으로 정의한다. 또한 분산객체그룹 프레임워크 지원 하에 각 계층에서 정의된 환경정보 센서그룹과 쾌적한 환경제공 서비스그룹 간의 상호동작을 정의한다. 본 서비스에서는 실내 생활환경 변화에 따라 사용자가 설정한 온도에 맞추어 실내 온도, 조도, 습도 등의 환경을 제어하는 맞춤형 환경제어 서비스 및 사용자의 요구에 따라 정보가전들의 동작 속성을 강/중/약으로 설정하는 실시간 제어 서비스를 제공한다. 이는 각각의 가전기기들의 실시간 제어 및 모니터링을 통하여 적정 실내 온도, 조도 및 습도를 유지할 수 있도록 한다. 실내 환경 제어를 위한 맞춤형 서비스 및 사용자의 요구에 따른 실시간 가전 제어서비스는 본 연구실의 연구 결과[16, 17]에서 자세하게 설명하고 있다. 따라서 본 논문에서 정의한 쾌적한 환경제공 기술을 통하여 거주자 위치를 기반으로 가정 내에서 건강생활을 지원하는 쾌적한 주거환경을 제공하도록 하였다. 예를 들어 분산객체그룹 프레임워크 지원 하에 온도조절을 위해 동작하는 정보가전(에어컨, 히터, 선풍기, 창문) TMO들은 온도 정보를 주기적으로 확인하여, 설정된 실내 온도는 물론 습도, 조도의 자동유지, 그리고 거주자의 위치이동에 따른 실내조명의 밝기조절 등의 서비스를 지원하도록 한다.

4. 헬스케어 홈 서비스 시스템의 구현

본 장에서는 제안된 헬스케어 홈 서비스 시스템 내에 구현될 서비스 그룹별 구성요소들인 분산응용의 수행객체들을 정의한다. 이후 거주자의 위치추적, 헬스정보 및 쾌적환경 서비스를 제공하기 위해 물리계층의 센서그룹과 응용계층의 수행객체 그룹들을 구현하여 이들이 통합된 수행결과를 원격모니터링을 통해 보인다.

4.1 서비스별 구성요소 정의

본 논문에서는 제안한 헬스케어 홈 서비스 시스템은 이동체(거주자)의 위치추적 서비스, 헬스정보 서비스 및 쾌적환경 서비스들을 제공한다. 이들 서비스를 위한 구성요소들은 앞에서 기술한 TMO 스킴에 의해 정의된다.

먼저 위치추적 서비스는 위치센서들을 통해 일정 영역 내에서 이동하는 이동체의 위치를 주기적으로 감시 및 추적하여 현재 이동체의 위치와 시간당 이동거리 및 각 공간별 체류시간 등을 실시간 모니터링한다. 위 서비스를 제공하는 구성요소로서 Person TMO는 시뮬레이션 환경에서 이동하는 객체(거주자)로 맵핑되며 물리적인 센서(Cricket)에 의해 센싱된다. Sensor TMO는 주기적 동작을 위한 시간 명세(time specification)에 의해 Person TMO의 이동을 감지하고 자체적인 정보저장소인 ODS에 Person TMO의 위치 정

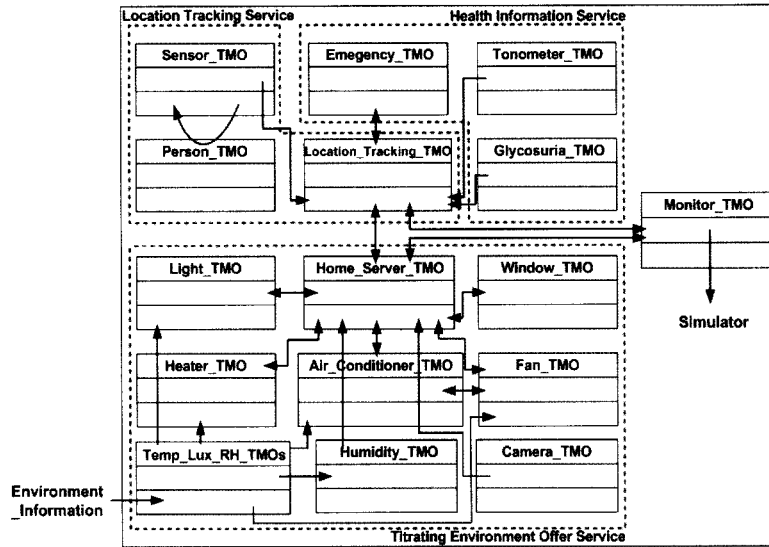
보를 저장한다. 이때, 거주자의 이동이 감지되면 ODS를 참조해서 Location Tracking TMO에게 해당 이동객체의 위치 정보를 전달한다. Location Tracking TMO는 Sensor TMO로부터 전달받은 위치정보를 Monitor TMO에게 전달하며, 이 정보를 이용하여 거주자의 현재 위치 및 가정 내 공간별 방문횟수 등을 체크한다. Monitor TMO는 Location Tracking TMO로부터 받은 이동객체의 위치정보 및 관련서비스 정보를 2차원 시뮬레이션 공간에 반영한다.

헬스정보 서비스를 제공하는 구성요소로서 Emergency TMO는 응급 서비스를 제공하는 TMO이다. Person TMO가 일정시간 동안 이동이 없을 때 응급상황으로 인식하고 해당 가정 내 1차 응급상황(전화벨 이용) 확인 후 지정된 병원에 응급 요청한다. Tonometer TMO는 홈 거주자의 혈압상태를 체크하는 객체로 혈압센서로부터 주기적으로 혈압 정보를 전달받아 Location Tracking TMO에게 전달한다. Glycosuria TMO는 거주자의 당뇨수치를 점검하는 객체로서 화장실 좌변기에 부착된 당뇨센서로부터 정보를 전달받아 Location Tracking TMO에게 전달한다. Location Tracking TMO는 헬스정보를 Monitor TMO에게 전달하여 2차원 시뮬레이션 공간에 반영토록 한다. 이는 거주자의 주기적인 헬스정보 모니터링을 가능하게 한다.

쾌적환경 서비스를 위한 구성요소로, Home Server TMO는 정보가전 동작 TMO들의 상태를 모니터링 및 저장하고, 서비스 수행 시 동작 기준정보를 제공한다. Temp Lux RH TMO는 환경센서로부터 온도, 조도 및 습도 정보를 전달 받아 해당 TMO들에게 주기적으로 전달한다. Air conditioner TMO와 Heater TMO, Fan TMO는 Temp Lux RH TMO로부터 전달받은 온도정보를 주기적으로 확인하여 실내의 적정 온도 조절을 위해 서로 상호동작 한다. Light TMO는 Temp Lux RH TMO로부터 전달받은 조도정보를 주기적으로 확인하여 일정 조도를 기준으로 점등된다. Camera TMO는 방법 활동을 지원하는 객체로 설정된 시간에 동작한다. Window TMO는 정의된 시간에 주기적으로 동작하여 실내 공기를 환기 시킨다. Humidity TMO는 Temp Lux RH TMO로부터 전달받은 습도 정보를 주기적으로 확인, 사전에 설정된 습도를 유지하기 위하여 온도조절 관련 정보가전 동작 TMO들과 상호동작 한다.

(그림 8)은 위치추적 서비스와 헬스정보 서비스, 쾌적환경 서비스의 구성요소간의 상호작용을 도식화 하였다.

헬스케어 홈 서비스를 제공하기 위해서 그림과 같이 TMO 스킴을 이용하여 분산 객체 및 분산객체그룹들의 구성요소를 설계하였으며, 각 그룹간의 상호작용을 정의하고 시스템을 구축하였다. 각 서비스를 구성하는 TMO들은 다른 서비스 내의 TMO들과의 상호동작을 통해 논리적인 서비스 그룹을 만듦으로써 홈 서비스의 기능을 확장하거나 새로운 부가 서비스를 구현할 수 있도록 하였다. 예로 위치추적서비스의 Location Tracking TMO와 쾌적환경 서비스의 Light TMO간의 상호동작을 통해 이동하거나 정지하고 있는 거주자의 위치에 따라 조명을 밝게 함으로써 안전한 실내생활 및 조명지원 상황을 구현할 수 있다.



(그림 8) 헬스케어 홈 서비스 시스템의 응용 TMO 그룹 및 객체 간 상호작용

<표 2> 헬스케어 홈 서비스 지원 분산응용 TMO들의 수행조건

지원 서비스	동작 TMOs	수행 조건	
위치정보서비스 (위치정보)	Sensor TMO	홈 거주자의 위치탐지 및 추적	
	Person_TMO		
	Location_Tracking_TMO		
헬스정보서비스 (혈압, 당뇨, 시간정보)	Tonometer TMO	ON	혈압 150/95 이상 혈압 100/70 이하
	Glycosuria TMO	ON	70mg/dl 이하 130mg/dl 이상
	Emergency TMO	ON	10분 이상 이동이 없음
쾌적환경서비스 (온도, 조도, 습도정보)	Air Conditioner TMO	ON	온도 27℃ 이상
		OFF	온도 23℃ 이하
	Fan TMO	ON	온도 25℃ 이상 and 27℃이하
		OFF	온도 20℃ 이하 or 27℃ 이상
	Heater TMO	ON	온도 12℃ 이하
		OFF	온도 18℃ 이상
	Light TMO	ON	조도 40lx 이하
Camera TMO	ON	설정된 시간에 따라	
Window TMO	ON	30분마다 5분 동안	

4.2 각 서비스별 TMO들의 수행조건 및 과정

본 논문에서 제안한 헬스케어 홈 서비스 시스템에서 각 서비스를 책임지는 TMO들의 분산 상호동작을 위한 수행조건을 <표 2>와 같이 정의하였다. ON과 OFF는 헬스케어 지원 객체들의 수행조건(이동객체의 위치, 혈압, 온도, 조도, 시간)에 따라 각 TMO의 동작상황을 감지하여 모니터링하는 시작과 정지 시점을 의미한다. 수행조건은 각 TMO 내의 SpM의 AAC에 정의되고, 이를 참조하여 헬스케어 홈 서비스를 지원하는 TMO들이 동작되도록 한다. 주어진 수행조건을 만족하면 각 TMO는 능동적으로 수행되며, 수행조건 값인 이동거리, 혈압, 당뇨, 온도, 조도, 습도 및 시간은 위에서 기술한 물리적인 센서그룹들로부터 수집된다. 적용된 TMO

스킴의 특징 요소 중 하나는 TMO들은 각각 정의된 AAC 조건에 따라 각자의 SpM과 SvM을 통해 메시지를 전달한다.

예로서, 초기동작에서 Home Server TMO에서 온도정보(24℃)를 온도관리 서비스를 수행하는 다른 TMO들에게 보낸다. Air Conditioner TMO와 Fan TMO는 온도정보를 받아 수행조건을 검사한다. 24℃에서 각 TMO들의 수행조건이 만족되지 않으므로 아무런 동작 없이 정지상태에 있게 된다. 그 후 온도가 25℃로 상승하게 될 때, Fan TMO가 AAC에 정의된 수행조건을 만족함에 따라가 선풍기가 동작된다. 선풍기가 동작되에도 불구하고 계속 온도가 상승하여 27℃가 되면, Fan TMO는 수행을 정지하고 Air Conditioner TMO에게 메시지를 보내 에어컨의 동작을 요청한다. 이 과정은

Fan TMO내의 SpM에 의해 Air Conditioner TMO내의 SvM이 호출되는 과정으로 이루어진다. 위 표에서 정의된 각 TMO는 다른 TMO의 요청 또는 자신의 수행조건이 만족될 때 수동적 또는 능동적 호출을 통해 수행동작하게 된다. 다른 헬스케어 홈 서비스 지원 TMO들도 <표 2>와 같이 AAC에 주어진 수행조건에 따라 동작 또는 정지한다. 위 TMO들은 서비스별로 수행상황을 원격 모니터링 할 뿐 아니라 능동적 제어가 가능하도록 구현되었으며 실시간적으로 모니터링되는 정보를 참조하여 필요에 따라 각 TMO의 수행조건을 변경할 수 있다.

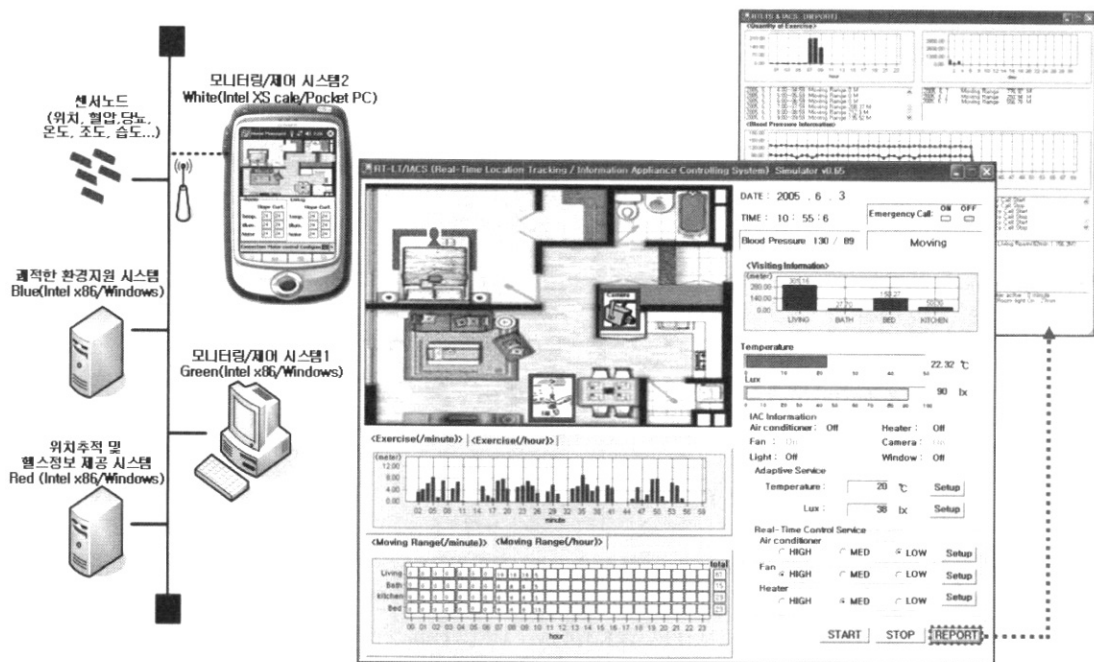
4.3 헬스케어 홈 서비스 시스템의 수행 결과

헬스케어 홈 서비스 시스템은 분산객체그룹 프레임워크의 그룹관리 서비스를 지원하는 객체들을 통하여 헬스케어 서비스를 지원하는 물리적 센서들과 동작 객체인 TMO들을 논리적인 환경에서 서비스 별로 그룹화 하여 설계하였다. 또한 제안한 시스템 내에 주어진 서비스의 실시간적 요구사항을 만족시키기 위해 각각의 서비스 객체들을 TMO 스킴을 기반으로 구현했다. 이를 통하여 각각의 헬스케어 지원 서비스들은 독립적으로 수행 가능하고, 지원 서비스들 간에 분산 서비스가 지원된다. 즉, 각 서비스는 단일시스템 또는 분산 환경에서 하나의 그룹으로 통합될 수 있도록 분산객체 그룹 프레임워크 기반에서 TMO들로 포팅하여 헬스케어 홈 서비스를 제공한다. (그림 9)는 분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템 구현환경을 보인다. 위치 추적 서비스그룹과 헬스정보 서비스그룹을 위한 구성요소들은 하나의 시스템(Red Server) 상에 존재하며, 쾌적한 환경 제공 서비스를 위해 동작하는 TMO들은 다른 시스템(Blue

Server)에 설치하여 분산 수행하도록 하였다. 헬스케어 홈 서비스의 수행과정의 원격 모니터링 및 제어는 데스크탑 시스템(Green Server)과 PDA(White Server) 상에서 각각 실행되도록 하였다. 헬스케어 홈 서비스의 모니터링 및 제어 GUI창은 (그림 9)의 오른쪽에 보이고 있고 이를 통해 위에서 기술한 3가지 헬스케어 지원 서비스의 수행결과를 통합 환경에서 확인할 수 있다. GUI로부터 확인할 수 있는 정보로는 홈 거주자 및 헬스정보(거주자의 위치 및 이동위치추적 궤도, 이동패턴, 이동거리(운동량), 방문영역 및 방문회수, 위치탐색 및 센싱시간, 운동량, 당뇨, 심전도, 혈압 등)가 주기적으로 모니터링 서비스 된다. 그리고 쾌적한 환경제공을 위하여 환경정보(온도, 조도, 습도) 센서를 이용하여 실내상황을 모니터링하고, 이를 기반으로 현재상황에 맞도록 환경 제어가 가능하다. 헬스케어 홈 서비스의 수행 중 모니터링 또는 제어정보는 온라인으로 수집되며, 이들 정보들은 통계 및 분석이 용이하도록 데이터베이스로 구축하여 헬스케어 홈 서비스 정보로 활용하도록 하였다.

5. 결론 및 향후연구

폭넓은 의미에서 헬스케어 서비스는 장소와 시간의 제약을 벗어나 항상 건강한 상태를 유지하기 위한 서비스이며, 이러한 서비스는 건강관련 센서, 기기 또는 의료시스템들로부터 헬스케어를 위한 기초정보를 수집하여, 이 정보를 바탕으로 다양한 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 이러한 목적으로 본 논문에서는 홈 네트워크 상에서 유비쿼터스 헬스케어 서비스를 지원하기 위한 분산객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 센서나



(그림 9) 물리적 헬스케어시스템의 환경과 서비스 실행화면

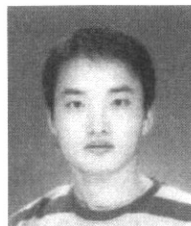
헬스케어 지원 기기가 그룹화된 물리적 계층과 분산객체그룹 프레임워크 계층, 그리고 이들 기반위에서 구현되는 응용서비스 그룹 계층으로 이루어진다. 응용서비스 계층에서 구현된 서비스는 위치추적 서비스, 헬스정보 서비스 그리고 쾌적환경 서비스이다. 이때, 분산객체그룹 프레임워크를 이용하여 각각의 헬스케어 홈 서비스 응용들을 기능별로 묶는 그룹지원 및 이들 그룹 간에 동적 바인딩 되도록 했다. 즉, 헬스케어를 지원하는 물리적 장치 또는 센서들 및 분산객체들을 각 서비스별로 논리적인 하나의 센서그룹과 분산응용 서비스 그룹으로 정의하였고, 센서그룹과 응용서비스 그룹 간의 인터페이스를 정의하여 각 서비스를 수행하는 구현객체인 TMO들의 상호연동에 의한 새로운 논리적인 서비스 그룹을 만들어 추가적인 헬스케어 서비스를 개발할 수 있도록 하였다.

향후연구로는 제안한 시스템으로부터 위에서 기술한 서비스 외의 다양한 헬스케어 지원 서비스들을 구현하고자 한다. 이를 위해 본 시스템의 중간계층에서 지원되는 분산객체그룹 프레임워크 상에 이동 에이전트 지원, 또는 프락시 지원 모듈을 개발하여 위치기반의 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있도록 할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 신승철 외 9인, “응급상황 감지를 위한 e-Health 시스템의 구현”, 한국정보과학회 학술지, 31권 1호, pp.322-324, 2004.
 [2] 삼성종합기술원, “유비쿼터스 시대를 대비 : e-health”, CTO Information 제73호, 2002.
 [3] 백승재, 이철희, 정동현, 최용식, 김준영, 최종무, “유비쿼터스 헬스케어 시스템을 위한 센싱 단말기 구현”, 한국정보과학회 학술지, 31권 1호, pp.124-126, 2004.
 [4] Berler, A., Pavlopoulos, S, and Koutsouris, D., “Design of an interoperability framework in a regional healthcare system,” In Proceedings of Engineering in Medicine and Biology Society, Vol.2, pp.3093-3096, 2004.
 [5] K. Seshadri, L. Liotta, and R. Gopal, T. Liotta, “A wireless Internet application for healthcare,” In Proceedings of 14th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp.109-114, 2001.
 [6] C.S. Shin, M.S. Kang, C.W. Jeong, and S.C. Joo, “TMO-Based Object Group Framework for Supporting Distributed Object Management and Real-Time Services,” Lecture Notes in Computer Science, Vol.2834, pp.525-535, 2003.
 [7] Chang-Sun Shin, Chang-Won Jeong, and Su-Chong Joo, “Construction of Distributed Object Group Framework and Its Execution Analysis Using Distributed Application Simulation,” Lecture Notes in Computer Science, Vol.3207, pp.724-733, 2004.
 [8] Kim, K.H., Ishida, M., and Liu, J., “An Efficient Middleware Architecture Supporting Time-triggered Message-triggered

Objects and an NT-based Implementation,” In Proceedings of the IEEE CS 2nd International Symposium on Object-oriented Real-time distributed Computing(ISORC'99), pp.54-63, 1999.
 [9] Kim, K.H., “The Distributed Time-Triggered Simulation Scheme : Core Principles and Supporting Execution Engine,” The International Journal of Time-Critical Computing Systems- Real-Time Systems, Vol.26, No.1, pp.9-28, 2004.
 [10] S. Helal, B. Winkler, C. Lee, Y. Kaddoura, C. Giraldo, S. Kuchibhotla, and W. Mann, “Enabling Location-Aware Pervasive Computing Applications for the Elderly,” In Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2003.
 [11] 이은경, “유비쿼터스 컴퓨팅 관련 프로젝트”, ETRI, 2003.
 [12] 신창선, 김명희, 주수종, “분산 실시간 서비스를 위한 TMO 객체그룹 모델의 구축”, 한국정보과학회 논문지, 제30권 5·6호, pp.307-318, 2003.
 [13] 주수종, 정창원, 이충섭, 장재호, 안동인, “분산 객체그룹 프레임워크 기반의 헬스케어 홈 서비스 시스템”, 프로그램등록(등록번호 : 2005-01-199-002439), 2005.4.28.
 [14] 한득춘, 김시완, 이기준, “유비쿼터스 환경에서의 이동 객체 위치 추적 방법 비교를 위한 테스트 베드 시스템”, 한국정보과학회 학술지, 31권 1호, pp.193-195, 2004.
 [15] “http://cricket.csail.mit.edu/”, The Cricket Indoor Location System, 2005.
 [16] 주수종, “실내위치 추적방법 및 시스템”, 특허출원(출원번호 : 10-2005-0030326), 2005.4.12.
 [17] 신창선, 김운미, 류은순, 주수종, “TMO스킴 기반의 실시간 정보가전 제어 시뮬레이터의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지D, 제12-D권 2호, pp.319-326, 2004.



장 재 호

e-mail : cjh3148@wonkwang.ac.kr
 2004년 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부(학사)
 2004년~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야: 분산컴퓨팅, 객체지향 프로그램



정 창 원

e-mail : mediblue@chonbuk.ac.kr
 1993년 원광대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1998년 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)
 2003년 원광대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 2004년~현재 전북대학교 차세대 LBS 응용 연구센터 연구교수
 관심분야: 분산객체 컴퓨팅, 멀티미디어 데이터베이스



신 창 선

e-mail : csshin@sunchon.ac.kr

1996년 우석대학교 전산학과(학사)
1999년 한양대학교 컴퓨터교육과(석사)
2004년 원광대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)
2004년~2005년 원광대학교
헬스케어기술개발센터 Post-Doc.

2005년~현재 순천대학교 정보통신공학부 교수
관심분야: 분산컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체모델



주 수 종

email : scjoo@wonkwang.ac.kr

1986년 원광대학교 전자계산공학과(학사)
1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)
1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)
1993년~1994년 미국 University of Massachusetts at Amherst,
Post-Doc
2003년~2005년 미국 University of California at Irvine,
Visiting Professor
1990년~현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수
관심분야: 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화,
멀티미디어 데이터베이스