

DOGF 기반의 모바일 협업 환경에 의한 헬스케어 응용

김동석*, 김동호*, 민선미*, 주수중*

원광대학교 컴퓨터공학과

{*loveacs, *dhkim1, scjoo}@wonkwang.ac.kr, *crossmsm@empal.com

Healthcare Application for Mobile Collaboration Environment based on DOGF

Dong-Seok Kim*, Dong-ho Kim*, Seon-Mi Min*, Su-Chong Joo*

*School of Electrical, Electronic and Information Engineering, Wonkwang University

요약

본 논문에서는 모바일 장치 간 협업 환경에 의한 헬스케어 응용에 대해 기술한다. 헬스케어 응용은 병원의 간호사 기록업무를 줄이고, 쾌적한 병실을 위한 가전제어를 위한 응용이다. 이를 위해 모바일 협업 프레임워크에 대해 살펴보고, 이를 기반으로 모바일 협업 환경을 구성하는 센서, 디바이스, 서버간의 상호작용에 대해 기술하였다. 특히, 모바일 장치에 대해 고정형과 이동형 디바이스로 구분하고, 이들간의 상호작용을 위한 정보 교환 방법을 정의하였다. 이를 기반으로 병원의 병실에 대한 물리적인 환경을 기반으로 헬스케어 응용 시나리오를 작성하였다. 또한, 각 병실에 대한 환경 정보와 환자의 건강 정보 수집을 위한 센서 그리고 고정형 디바이스와 이동형 디바이스의 상호작용 그리고 홈 서버와 상호작용에 대한 헬스케어 응용을 구현하여 수행성을 각 GUI를 통해 검증하였다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 실용 연구로 의료 기술과 IT기술을 융합한 u-헬스케어가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 병원과 같은 독립적인 환경에서 운영되는 애플리케이션 솔루션이나 전용 시스템으로 구축에 관한 프로젝트를 진행하여 왔다.

그러나 최근의 유비쿼터스 컴퓨팅의 연구는 이동성과 사용자 디바이스간의 상호작용을 처리하기 위한 응용 환경의 개발로 진행되고 있다[1, 2]. 이에 대한 대표적인 연구로 모바일 협업을 지원하기 위한 프레임워크로 스위스의 정보통신 연구그룹에서 개발한 Jadabs[3], 미국 오리건 대학의 Wearable Computing Lab.에서 개발한 Proem[4], 썬마이크로 시스템의 JXTA/JXME [5] 그리고 미국 로체스터 대학의 Anhinga[6]가 있다.

본 논문에서 제안한 헬스케어 응용은 모바일 협업 프레임워크를 기반으로 특정 물리적인 영역을 구분하고, 영역내에 위치한 센서, 디바이스, 가전 등을 그룹화하여 관리하며, 모바일 장치를 이용하여 센서의 정보를 수집하고, 다른 모바일 장치와 상호작용하여 협업 서비스를 제공한다.

모바일 협업 프레임워크는 우리가 연구하여 개발한 분산객체그룹 프레임워크(Distributed Object Group Framework : DOGF)[7, 8, 9 10]를 기반으로 그룹관리, 보안, 동적 바인딩과 같은 기능을 이용하며, 분산 응용을 구성하는 분산 객체 모델과 이들간의 상호작용을 위해 TMO 스킴과 TMOSM을 사용하였다. 통신 인프라 측면은 블루투스의 피코넷과 스캐터넷을 구성하여 센서 또는 모바일 디바이스들의 애드 혹 네트워크를 쉽게 구

성할 수 있는 장점을 이용한다[11]. 헬스케어 응용은 병원내 간호사 기록업무를 줄이고 쾌적한 병실을 위한 가전제어에 중점을 둔 시나리오를 작성하여 그에 따른 응용을 구현하였다. 헬스케어 응용을 위한 모바일 장치는 PDA를 채택하였고, 환경정보는 MOTE-KIT, 위치정보는 CRICKET을 이용하였다. 건강정보 센서는 환자의 병세에 따른 다양한 센서 이용이 예상됨으로 가상의 센서(맥박, 혈당, 혈압)를 가정해 구현했다. 그리고 각 병실의 정보를 모니터링하기 위해 외부에 홈 서버를 위치시키고, 모니터링 GUI를 통해 수행 결과를 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 헬스케어 응용에 핵심인 모바일 협업 프레임워크에 관련 프로젝트에 대해 설명하고, 3장에서는 헬스케어 응용을 위한 프레임워크 구조와 구성요소간의 상호작용에 대해 기술한다. 4장에서는 헬스케어 응용을 위한 시나리오 및 구성 요소 그리고 수행 결과를 보이고 5장에서 결론 및 향후 연구로 끝맺는다.

2. 관련연구

본 장에서는 모바일 장치간의 협업을 위한 대표적인 연구 프로젝트에 대해 기술한다. 우리의 모바일 협업 프레임워크는 이러한 연구 프로젝트에서 제안한 프레임워크의 지원 기능과 협업환경을 참조하여 설계 및 구현하였다.

2.1 Jadabs(Java Ad-hoc Application bootstrap)

Jadabs 프로젝트는 모바일 디바이스의 추가, 대체 그리고 실행 시간에 응용의 제거가 가능한 동적 프레임워크를 개발하는데 목적을 두고 있다. 통신은 애드 혹 네트워크에 의해 처리되며 UDP, 블루투스 연결을 제공하는

* 이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(헬스케어기술개발사업단)

다. 이는 특정 오퍼레이션의 협업을 지원하지 않고, 실행 시간동안 애드 혹 네트워크에서 새로운 응용의 개발에 중점을 두고 있다. Jadabs 구조는 다음 그림 1과 같다. Jadabs는 서비스와 핵심 계층으로 구성되어 있다. 주요 특징은 실행시간에 새로운 응용의 개발과 애드 혹 네트워크로 UDP와 블루투스를 지원하며, JXME를 통해 표준 통신을 제공한다.

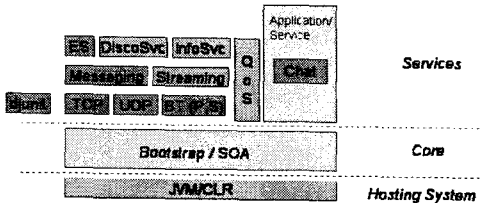


그림 1. Jadabs 구조

2.2 Proem Mobile Peer-to-Peer Platform

Proem 플랫폼은 모바일 장치들의 협업을 지원하는 프레임워크중 하나이다. 이는 사용자 프로파일을 통해 개인 정보에 대한 교환에 중점을 두고 있다. 이는 Wearable 컴퓨터상에 수행되도록 설계되었다. Proem 플랫폼은 Proem Software Development Kit (SDK)과 Proem Runtime Environment (Peerlet Engine)의 두 컴포넌트로 이루어진다.

Proem SDK는 자바 인터페이스의 컬렉션으로 빠른 모바일 P2P 응용(peerlets)을 위한 클래스들이고, Proem 실행시간 환경은 사용자가 peerlet 들을 실행할 수 있게 해준다.

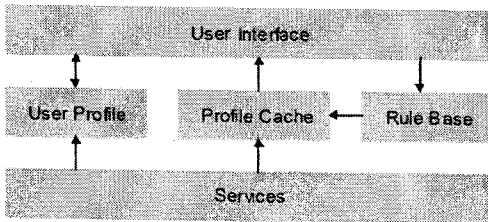


그림 2. Proem 구조

Proem 프로젝트의 주요 특징은 프로파일 정보 교환, 프로파일 보안 메커니즘 그리고 프로파일 검색과 애드 혹 네트워크를 위한 이벤트 처리를 포함한다.

2.3 JXTA and JXME architecture

JXTA는 P2P 시스템 구축에 있어 상호운용이 가능한 API와 프로토콜 계층을 제공한다. 특정 정책을 준수해야 한다거나 시스템 설계에 제한을 두지 않고, P2P 서비스, 어플리케이션, 시스템의 구축을 쉽게 하는데 목적을 두고 있다. 이러한 JXTA는 가장 낮은 수준에서 상호 운용이 가능한 프로토콜의 집합으로, 프로토콜의 최상위에 있는 API로 JXTA 플랫폼의 컴포넌트로 되어 있다. 기

적으로 이동 전화, 개인 휴대 정보 단말기(PDA)뿐만 아니라 PC 및 서버 등 네트워크 인프라를 모두 이용해 컴퓨팅 자원으로 활용할 수 있는 P2P 자원 분배를 기능을 제공한다. 동등 계층 간에 가상망을 형성하고 다른 망 전송에서도 직접적으로 자원을 분배할 수 있어 이동 장비 등의 플랫폼에 맞게 만들어진 JXTA 프로토콜을 사용하면 인터넷 메시징 프로그램과 파일 전송은 물론이고 다양한 인터넷 가능 기기들 간의 통신이 가능하다.

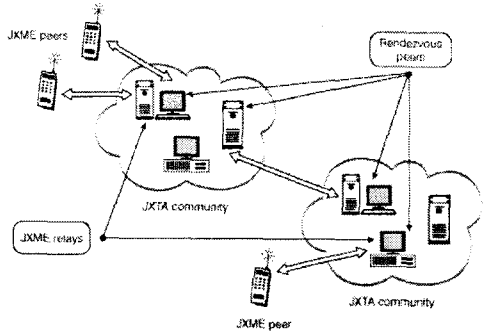


그림 3. JXTA/JXME 구조

2.4 Anhinga project

Anhinga 프로젝트는 무선 애드 혹 네트워크 상에서 응용들의 협업을 지원하기 위한 분산 컴퓨팅 하부구조를 개발하는데 목적을 두고 있다. 이는 모바일 디바이스상에 수행과 분산 구조에 중점을 둔다. Anhinga는 서버가 없는 소형 장치들의 애드 혹 네트워크를 위해 설계된 새로운 메시지 브로드캐스팅 프로토콜인 M2MP(Many-to-Many Protocol)를 개발하였다. 이를 기반으로 응용간의 협업을 위한 디바이스들에 존재하는 객체를 만들고, 브로드캐스팅 메소드 호출을 위해 Many-to-Many Invocation(M2MI)를 이용하여 상호작용한다.

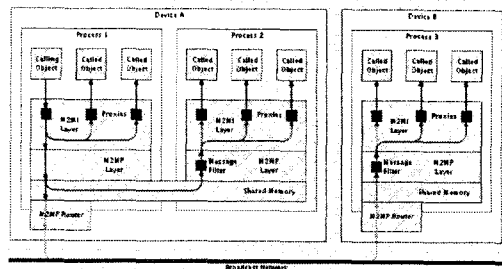


그림 4. Anhinga 구조

주요 특징으로는 분산 응용을 위한 브로드캐스트 기반 M2MI, 객체지향 호출방법, 저 연산 오버헤드 등이 있다. 위에서 제시한 프레임워크들은 모바일 디바이스간의 P2P 상호작용을 위한 기능에 중점을 두고 있다. 그러나 특정 물리적인 영역을 구분하여, 영역내에 위치한 다양

한 센서, 디바이스, 가전 그리고 이러한 분산 플랫폼을 통해 서비스를 수행하는 분산 객체에 대한 관리와 이들 간의 다양한 상호작용을 고려하고 있지 않다. 따라서 이러한 다양한 분산 플랫폼과 분산 응용을 구성하는 분산 객체의 재구성을 통해 새로운 분산 응용 개발을 용이하게 하며, 특정 영역내 위치한 센서, 디바이스, 가전과 같은 분산 플랫폼 그룹화하여 관리하며, 이들간의 상호작용을 돕는 모바일 협업을 위한 프레임워크를 개발하였다 [12, 13].

3. 모바일 협업을 위한 프레임워크

3.1 모바일 협업 프레임워크 구조

모바일 협업 프레임워크는 DOGF의 객체 그룹 관리 지원 컴포넌트들을 이용하였다. 또한 정보 수집과 정보 공유에 대한 적시성을 보장 가능하기 위해 실시간 객체인 TMO 스킴을 이용하고, 이들간의 상호작용을 지원하기 위해 TMOSM을 채택하여 프레임워크 구조를 설계하였다.

모바일 협업을 위한 프레임워크의 구성요소는 그룹관리자 객체, 보안객체, 정보저장소객체, 동적바인더객체, 상황 제공객체로 구성된다.

- ▶ 그룹관리자 객체 : 센서와 디바이스 그리고 분산 객체에 대한 협업을 위한 그룹 서비스 제공
- ▶ 정보저장소 객체 : 본 프레임워크의 객체 정보를 저장
- ▶ 보안 객체 : 정보와 수행 객체에 대한 접근권한 제어 서비스 제공
- ▶ 동적바인더 객체 : 정보저장소객체에 존재하는 중복 객체들에 대한 각각의 바인딩 우선순위 리스트를 유지하여 클라이언트의 요구사항에 가장 적합한 하나의 객체를 선정
- ▶ 상황제공 객체 : 상황정보에 따르는 가전 제어를 위한 서비스 제공

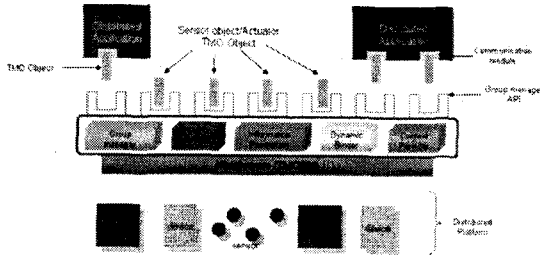


그림 5. 모바일 협업 프레임워크 구조

그림 5는 본 프레임워크의 구조를 보이고 있다. 분산 객체 및 하부구조의 분산 플랫폼의 그룹화를 지원하기 위해 그룹 매니저 API를 이용한다. 이는 센서로부터 수집한 정보에 접근과 특정 장치를 제어하기 위한 보안 서비스 및 물리적인 분산 플랫폼과 분산 응용의 동적 바인딩 서비스를 제공한다. 분산 응용은 하나 이상의 TMO 객체로 구성된다. 프레임워크와 분산 응용과는 통신 모듈을 통하여 상호작용한다.

3.2 모바일 협업 환경

모바일 협업 환경을 구성하는 장치는 기본적으로 센서, 고정형/이동형 모바일장치, 홈 서버를 포함한다. 무선 통신을 하기 위해서는 무선랜 AP나 블루투스 동글 등 액세스 지점이 필요하다. 또, 계산된 상황정보에 따라서 제어할 기타 정보가전 기기 등을 들 수 있다. 모바일 협업 환경을 구성하는 장치간의 세부적인 상호작용을 살펴보면 다음과 같다. 고정형 PDA 장치 간이나 고정형 PDA와 이동형 PDA 장치 사이의 상호작용은 Push와 Pull의 두 가지 방식을 이용하여 상호작용한다. Push 방식은 블루투스를 이용하여 애드 혹 네트워크를 구성하는데 이용한다. 이로써 새로운 모바일 디바이스 노드의 추가와 삭제가 용이하다. 또한, 각각의 모바일 장치간의 상호작용은 Pull방식을 사용하여 다른 노드에서 센서로부터 수집된 정보를 요구할 수 있다. 이때, 보안이 유지되는 정보와 공개 정보를 구분한 보안 정책에 따라 권한 인증 조건이 충족될 때만 정보를 요구할 수 있도록 하여 정보 보안 요구를 충족시킨다. 또한 사용자 인증을 통해 사용자가 가진 권한과 사용자의 프로필을 검사함으로써 서비스 수행 객체에 대한 제어 권한의 범위를 제한한다.

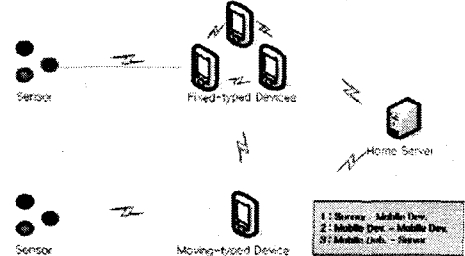


그림 6. 센서, 모바일 디바이스, 홈 서버 간 상호작용

모바일 장치와 홈 서버 또한 Push와 Pull 방식을 혼합한 형태를 따르며, 상호작용 방법은 블루투스나 무선랜을 이용하는 방법을 고려하였다. 먼저 블루투스 동글(Dongle)을 이용하는 방법은 모바일 장치가 주위의 블루투스 동글을 검색하여 동글이 존재하면 동글과 페어링하여 외부의 홈 서버와 정보를 교환한다. 블루투스 동글이 존재하지 않을 시에는 무선 랜(IEEE 802.11b) AP를 검색하여 외부의 홈 서버와 정보를 교환한다. 위 두 가지 상호작용 방법은 시스템 환경 구성에 따라 결정된다. 외부의 홈 서버는 수집된 정보를 저장하고, 상황 인식을 위한 처리과정을 거쳐 사용자에게 상황에 적절한 서비스를 제공한다.

4. 헬스케어 응용

4.1 헬스케어 응용을 위한 시나리오

헬스케어 응용을 위한 시나리오는 병원에서 환자의 건강 정보에 대한 간호사의 기록업무를 돕고, 병실의 쾌적한 환경을 위한 가전제어 서비스를 제공한다. 간호사를 위해 이동형 PDA, 환자의 건강정보와 환경정보를 수집하기 위한 센서와 고정형 PDA 그리고 외부에서 수집된 정보를 통합 관리하기 위한 서버가 존재한다. 3개의 병

실(A, B, C)이 존재하며, 각 병실에는 고정형 모바일 장치가 위치되어 있다. 병실 A, B, C에는 공통적으로 온도와 조도 측정을 위한 센서가 존재하며, A에는 혈압, B에는 혈당, C에는 심박수 측정을 위한 센서가 환자의 주요 점검 사항을 위해 적용하였다. 이 중, 온도와 조도는 환경정보로 정의하며, 혈압, 혈당, 심박수 등의 환자 상태에 따른 정보는 개인정보로 정의하였다. 보안 측면에서 환경정보는 공개정보로 규정하고, 개인정보는 환자의 건강정보로 보안정보로 규정하였다. 간호사는 이동형 모바일 장치를 소지한 채 각 병실을 방문하게 되는데, 이때 이동형 PDA가 이동하면 해당 병실에 대한 위치를 인식하고, 고정형 PDA를 검색하게 된다. 고정형 PDA로부터 응답을 받아 즉각 네트워크를 구성한다. 이동형 PDA는 고정형 PDA로 정보를 요청하고, 고정형 PDA는 요청받은 정보를 제공한다. 외부의 관리서버는 각각의 고정형 PDA와 상호작용 함으로써 정보를 수집하며, 수집된 정보와 기준 정보를 참조하여 병실 내의 냉난방기와 같은 가전을 제어할 수 있다. 다음 그림 7은 헬스케어 응용을 위한 전체 시스템 구조를 나타낸다.

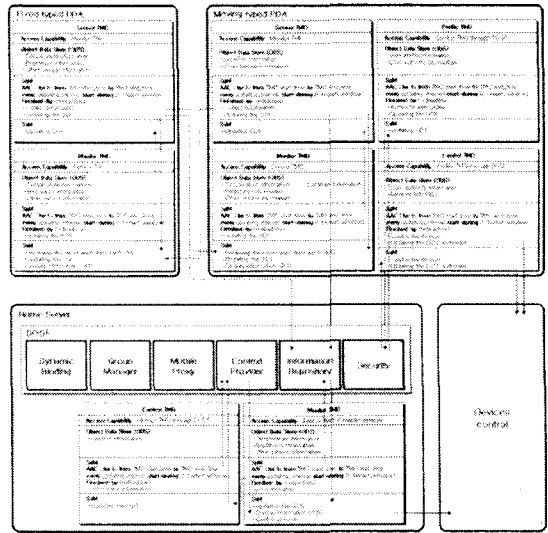


그림 8. 헬스케어 응용을 위한 구성요소

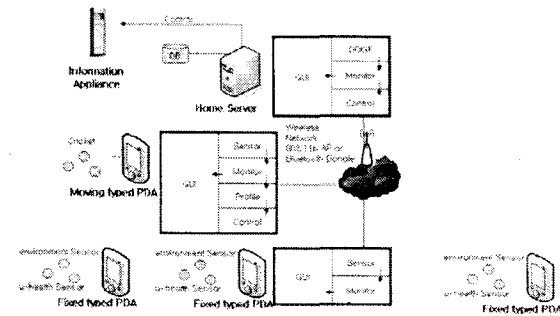


그림 7. 헬스케어 응용을 위한 전체 시스템 구조

4.2 헬스케어 응용을 위한 구성요소

헬스케어 응용을 위한 각 구성요소는 정보의 실시간 특성을 고려하여 TMO 스크린을 적용하였다. 또한 이들간의 상호작용을 위해 TMOSM 미들웨어를 사용하였다. 다음 그림 8은 TMO 객체 클래스와 정보 흐름을 보인다. 헬스케어 응용을 위한 구성요소에 대해 살펴 보면 다음과 같다. 홈 서버에 위치한 Context_TMO는 수집된 정보를 이용하여 가전제어하기 위한 상황정보 도출위한 역할을 하며, Monitor_TMO는 고정형 PDA로부터 수집한 정보를 모니터링 GUI에 전달한다. 또한, 고정형과 이동형 PDA에는 공통으로 위치한 Monitor_TMO는 수집된 정보를 GUI에 전달한다. 고정형과 이동형 PDA에 위치한 Sensor_TMO는 센서로부터 수집한 정보를 이동형 PDA 또는 홈 서버에 전달하는 역할을 한다. 이동형 PDA에 위치한 Profile_TMO는 사용자의 정보를 갖고 있어 수집 정보에 대한 접근과 가전제어를 위한 인증을 받는데 사용된다.

4.3 헬스케어 응용 수행결과

시나리오를 근거로 협업 환경을 구성한 응용의 GUI 화면은 그림 9와 같다. 고정형과 이동형 PDA, 홈 서버 각각의 모니터링 GUI에는 최신의 수집된 정보가 표시되고 있으며, 고정형 PDA는 병실에 위치한 센서를 추가하거나 삭제하기 위한 기능을 포함한다. 이동형 PDA의 GUI를 통하여 간호사는 환경 정보와 환자의 건강 정보를 확인할 수 있다.

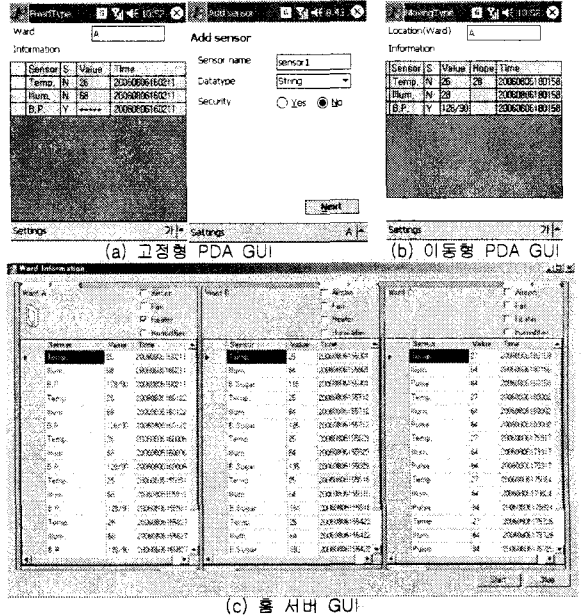


그림 9. 헬스케어 응용의 GUI

고정형 PDA의 GUI는 그림 9의 (a)에서 나타난 바와 같이 담당 병실(병실 A)에서 수집된 정보를 표현하고,

새로운 센서에 대한 추가를 위해 설정화면을 보이고 있다. 이동형 PDA의 GUI는 그림 9의 (b)에서 이동형 PDA가 위치하고 있는 지역(병실 A)의 정보와 설정 화면을 보이고 있다. 홈 서버 GUI는 각 병실에서 수집한 환경 정보와 환자의 건강 정보를 나타낸다. 또한 이동형 PDA가 위치한 병실을 표시한다. 그림 9의 (b)에서 병실 A의 간호사가 설정한 정보인 28도와 현재 실내온도인 26도를 참조하여 온도를 올리기 위해 동작중인 가전(현재 히터)은 그림 9의 (c) 홈 서버 GUI에서 표현한다. 그림 9의 (c)는 이동형 PDA가 병실 A에 위치하고 있는 상태를 표시하고 있으며, 현재 병실 A의 온도(Temp.), 조도(Illum.), 맥박(Pulse)을 나타내고 있다. 홈 서버는 각 병실에 위치한 모든 고정형 PDA들로부터 각각 정보를 수집하고, 모든 병실로부터 수집한 정보를 모니터링할 수 있게 표시한다.

5. 결론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 다양한 센서와 모바일 장치, 그리고 통신 인프라로 구성되는데, 이러한 환경에서 각 구성요소들 간의 상호작용을 통해 다양한 서비스를 제공하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 현재 자원이나 플랫폼의 다양성으로 인하여 상호운용성을 지원하기 위한 프레임워크에 대한 연구가 시급하지만 미흡한 실정이다. 특히 현재는 기존 분산 프레임워크에 대한 표준화 연구에서 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 적용 사례를 참조하여 요구사항 분석하고 있는 단계에 있다. 우리는 분산 컴퓨팅 환경을 지원하기 위한 프레임워크에 대한 연구 결과인 분산객체그룹 프레임워크를 모바일 협업을 위한 프레임워크로 재구성하였다. 본 프레임워크는 DOGF를 기반으로 하며, 정보저장, 보안에 따른 인증, 객체의 그룹관리 등에 DOGF의 컴포넌트를 이용하였다. 모바일 협업환경은 센서, 모바일 장치, 홈 서버를 구성요소로 정의하였고, 그들간의 상호작용에 대해 정의하였다. 특히 모바일 장치에 대한 타입은 고정형과 이동형 디바이스로 구분하고, 이들간의 상호작용을 위한 정보교환 방법을 정의했다. 그리고 실제 헬스케어 응용을 위해 병원의 병실에 대한 물리적인 환경을 기반으로 간호사의 업무 시나리오를 작성하였다. 헬스케어 응용은 병원 공간에서 병실환경(센서 및 정보가전 그리고 고정형과 모바일 장치)과 환자에 대한 간호사(이동형 모바일 장치) 그리고 관리 서버(홈 서버) 간의 상호작용으로 구성하여 헬스케어 응용에 대한 수행성을 검증하였다.

향후 연구로는 모바일 협업 프레임워크에 대한 성능향상을 위한 연구와 가상 센서로 구성된 건강정보에 해당하는 실제 센서를 적용하여 필드테스트를 하고자 한다.

참고문헌

[1] Marcela Rodriguez, Jesus Favela, Victor Gonzalez and Miguel Munoz, "Agent Based Mobile Collaboration and Information Access in a Healthcare Environment", Proceedings of Workshop of

E-Health: Applications of Computing Science in Medicine and Health Care. ISBN: 970-36-0118-9. Cuernavaca, Mexico, December 2003.

[2] Y Huang, H Garcia-Molina, "Publish/Subscribe in a Mobile Environment", Wireless Networks, 2004.

[3] Information and Communication Systems Research Group. <http://www.iks.inf.ethz.ch/projects/Jadabs/>.

[4] Proem Mobile Peer-to-Peer Platform. <http://www.cs.uoregon.edu/research/wearables/proem/>.

[5] JXTA. <http://jxta.org/>.

[6] Alan Kaminsky and Hans-Peter Bischof. Many-to-Many Invocation : A New Object Oriented Paradigm for Ad Hoc Collaborative Systems. <http://www.cs.rit.edu/~anhinga/>.

[7] 장재호, 신창선, 정창원, 주수중, "헬스케어 통합서비스 지원 프레임워크", 한국정보처리학회 학술지, 제12권 2호, pp.1145-1148, 2005.

[8] Chang-Sun Shin, Chang-Won Jeong, Su-Chong Joo, "Construction of Distributed Object Group Framework and Its Execution Analysis Using Distributed Application Simulation", Embedded and Ubiquitous Computing: International Conference EUC 2004, pp.724-733, 2004.

[9] Chang-Sun Shin, Su-Chong Joo, Young-Sik Jeong, "A TMO-based Object Group Model to Structuring Replicated Real-Time Objects for Distributed Real-Time Applications", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3033, pp. 918-926, 2003. 12.

[10] Chang-Sun Shin, Chung-Sub Lee, and Su-Chong Joo, "Healthcare Home service System Based on Distributed Object Group Framework", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3983, pp. 798-807, 2006. 2.

[11] Michael Miller, "Discovering Bluetooth", Sybex, 2001.

[12] 김동석, 정창원, 김명희, 주수중, "모바일 디바이스들의 협업환경에 관한 연구", 한국정보처리학회 학술지, 제12권 2호, 2005.11.18-19, pp.1149-1152.

[13] 김동석, 정창원, 주수중, "모바일 협업 환경하에서 헬스케어 응용 서비스의 구현", 한국정보과학회 2006 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol. 33, No.1(D), 2006.6.21.-22, pp88-90.