

u-병원 정보 시스템의 응용 서비스를 위한 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크 구축

(Construction of Multi-agent-based Distributed Framework for Application Services of u-Hospital Information Systems)

정 창 원 [†] 신 창 선 ^{**}
(ChangWon Jeong) (ChangSun Shin)

주 수 중 ^{***}
(SuChong Joo)

요약 최근 병원 환경은 점차 유비쿼터스 환경으로 변 화되고 있으며, 이에 따라 응용 서비스 또한 새로운 요구사 항에 직면하고 있다. 특히, 다양한 모바일 장치의 출현과 무 선 센서 네트워크 기술의 도입은 u-헬스케어의 실현을 가 속화 시키고 있다. 서로 다른 환경에서 구축된 정보의 통합 이나 다양한 응용 시나리오를 만족하기 위해 멀티에이전트 패러다임을 도입하고 있는 추세이다. 본 논문은 유비쿼터스 병원 정보 시스템을 위한 소프트웨어 구조와 u-응용서비스 에 대해 기술한다. 또한 본 연구에서는 u-병원 정보 시스템 을 위해 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크를 구축하고 제

시하고 있다. 이는 JADE와 분산객체그룹 프레임워크를 포 함한다. 그리고 의사와 간호사를 위해 환자의 건강 정보와 병실 환경 정보를 제공하는 u-응용 서비스를 구현하였다. 특히 기존 관련 연구에서 강조하고 있지 않은 보안 부분에 대한 상황기반의 동적 보안 메커니즘을 적용하였으며, 본 연구에서는 각 사용자의 GUI를 통해 수행결과를 보였다.

키워드 : u-병원 정보 시스템, 멀티에이전트 지원 프레 임워크, 상황기반 동적 보안

Abstract As the hospital environment has been increasingly changed into a ubiquitous environment, the application services for the hospital environment are also faced with new requirements. In particular, the emer- gence of various mobile devices and the introduction of a wireless sensor network technology have accelerated the realization of the u-healthcare. The multi-agent paradigm has been introduced for satisfying both the integration of information and the various application scenarios established from various environments.

This paper describes the software structure and u-applications for u-hospital information system based on ubiquitous environments. And it suggested the construc- tion of a multi agent based distributed framework for supporting u-hospital information system. The suggested framework includes the JADE and distributed object group framework. And it implemented u-application services for supporting doctors and nurses, which pro- vides the patient's health information and ward environ- ment information. Especially, it is using a dynamic security mechanism on the security situation, which has not been emphasized in existing researches, and this paper shows the results for each user through the GUI.

Key words : u-hospital Information System, Framework Supporting for multi-agent, Context based Dynamic Security

1. 서 론

u-헬스케어는 유비쿼터스를 실현하는 주요 연구로 기 존 구축된 헬스케어 정보 시스템의 통합뿐만 아니라 응 용 서비스의 새로운 패러다임의 요구사항에 직면하고 있다. 다양한 바이오센서와 소형 측정 장치 및 모바일 장치를 이용한 건강 체크 기기들의 등장은 u-헬스케어 를 위한 연구를 가속화시키고 있다. 특히, 병원 정보 시 스템에서 이질적인 시스템들의 통합에 중점을 두어 전 사적 병원 정보 시스템을 구축하는 연구가 활발하게 진 행되고 있다. 이와 관련된 표준화 연구로 다양한 헬스케 어를 위해 표준화된 인터페이스를 정의한 CORBAmed (Common Object Request Broker Architecture in Medicine), 서로 다른 시스템 간의 접근 제어와 같은 공 통 기능을 공유하는 DICOM(Digital Image Comm-

- 이 논문은 2009년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임(지역 거점연구단육성사업/헬스케어기술개발사업단)
- 이 논문은 2009 한국컴퓨터종합학술대회에서 'u-병원 정보 시스템을 위 한 멀티에이전트 시스템 기반 분산 프레임워크 구축 및 응용'의 제목으 로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 정 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과
mediblu@wku.ac.kr

^{**} 정 회 원 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
csshin@sunchon.ac.kr

^{***} 종신회원 : 원광대학교 컴퓨터공학부 교수
scjoo@wku.ac.kr

논문접수 : 2009년 8월 6일
심사완료 : 2009년 10월 10일

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작 물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 논문과 출처 를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제11호(2009.11)

unication in Medicine) 그리고 HL7(Health Level Seven)과 IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) 등이 있다[1]. 이와 함께 복잡한 디바이스간의 상호작용 문제점과 이질적인 환경을 해결하는데 효과적인 에이전트 기반의 시스템에 관한 연구가 진행되고 있다. 의료정보 시스템에 에이전트 기반 기술의 적용은 대부분이 환자 중심 정보 관리와 환자 관리를 위한 협업, 환자 감시와 진단 그리고 원격 보호 전달 체계로 분류할 수 있다. 헬스케어에 에이전트 기반 기술의 필요성은 의료정보의 물리적인 분산 문제와 사용자에게 지속적으로 정보 또는 서비스를 제공하기 위한 능동성 지원 문제 그리고 복잡한 작업의 해결하기 위한 문제, 시스템의 자치성과 서로 다른 소스로부터의 정보 검색을 효과적으로 해결할 수 있다[2]. 대표적인 연구로는 모바일 컴퓨팅 디바이스에 적용하여 개별적인 소비자에게 헬스 서비스의 접근에 중점을 둔 OnkoNet 모바일 에이전트 구조[3], 그리고 멀티에이전트 의료 정보 시스템[4]과 분산 가이드라인 기반 헬스케어 시스템[5], 전사적인 병원 정보 시스템 구조[6] 등이 있다. 본 논문에서는 유비쿼터스 환경의 병원 정보 시스템을 위한 멀티 에이전트 시스템기반의 소프트웨어 환경과 응용 서비스에 대해 기술한다. 특히, 병원의 각 병실에 위치한 환자의 건강 정보와 환경정보관리에 중점을 두어 의사와 간호사의 업무 처리를 상황기반 동적 보안 메커니즘에 따라 지원한다. 이를 위한 소프트웨어 환경은 기존 연구인 분산객체그룹 프레임워크와 자바 에이전트 개발 프레임워크를 연계한 멀티에이전트 기반의 분산 프레임워크를 구축하였다[7]. 그리고 응용 서비스를 위한 에이전트를 설계 및 구현하였다. 끝으로 응용 서비스의 결과는 환자에게 제공하는 리마인더 정보 서비스와 병실에서 의사와 간호사의 정보 접근 과정을 클라이언트 단말기상의 GUI를 통해 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대해 설명하고, 3장에서는 u-병원 정보 시스템 환경과 응용 서비스를 위한 에이전트와 이들간의 상호작용에 대해 기술한다. 4장에서 u-정보 시스템에서 제공하는 응용 서비스의 결과를 보이고 5장에서 결론 및 향후 연구 내용으로 끝맺는다.

2. 관련 연구

본 장에서는 기존 u-병원 정보 시스템을 위한 소프트웨어 구조에 관한 대표적인 연구에 대해 기술한다.

최근 에이전트 기술을 도입한 유비쿼터스 병원 정보 시스템에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이에 대한 대표적인 연구를 살펴보면 다음과 같다.

독일의 호엔하임대학의 커언 교수[3]는 유비쿼터스 헬

스케어를 위한 OnKoNet 모바일 에이전트 구조를 제안하였다. 시스템 요구사항으로 헬스 서비스 제공자, 헬스케어 서비스 소비자 즉 환자 그리고 모바일 컴퓨팅의 적절성에 대해 분석하여 에이전트 기술을 도입하였다.

포르투갈의 UNINOVA 대학[4]에서는 기존 의료 정보 시스템을 분석하고 요구사항을 정의하여 멀티에이전트 의료 정보 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 환자 정보 검색과 자유로운 정보 접근방법에 중점을 두었다.

스페인의 로비라비르힐리 대학에서 분산 가이드라인 기반 헬스케어 시스템을 그림 3과 같이 제안하였다[5]. 이 시스템은 이질적인 데이터 처리, 자치성 그리고 복잡성 조정을 강조한다. 그리고 카탈로니아의 의료센터의 구조를 기반으로 각 부서와 의사들의 집합으로 각 에이전트를 모델링하였다.

이 외에 중국 천진대학에서는 디지털 병원 프로젝트로 병원에 디지털 뉴럴 네트워크 시스템 개념을 기반으로 전사적 병원 정보 시스템을 제안하였다[6]. 이 시스템은 세 가지 관점인 데이터의 통합, 기능 통합 그리고 작업의 통합에 중점을 두었다.

그러나 관련 연구의 소프트웨어 구조에서 공통적으로 이질적인 플랫폼의 문제점이나 복잡성 그리고 모바일 컴퓨팅 지원 등을 해결하기 위해 에이전트 기술을 사용하였으며, 역할에 따라 의료 정보 시스템에 접근하기 위한 대행자인 에이전트를 사용하고 있다. 우리가 제안하는 u-병원 정보 시스템을 위한 소프트웨어 구조는 관련 연구들과 매우 유사하다. 그러나 헬스케어 정보를 제공하는데 있어 동적인 상황에 따라 요구되는 보안 측면을 강조하였다. 이를 위해 응용 서비스 또한 상황기반의 동적 보안 메커니즘에 따라 정보 서비스를 제공하기 위한 u-병원 정보 시스템을 위한 소프트웨어 환경과 응용을 제안한다.

3. u-병원 정보 시스템을 위한 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크

3.1 멀티에이전트 지원 분산 프레임워크

u-병원 정보 시스템을 위한 소프트웨어 환경은 그림 1과 같이 JADE와 DOGF 그리고 상황기반 동적 보안 서비스 제공을 위한 동적 보안 엔진으로 구성되어 있다.

서버 측은 분산되어 있는 센서와 모바일 장치에 필요한 수행 객체들을 관리하는 DOGF를 구성하는 컴포넌트와 이로부터 제공받는 상황정보를 서비스하기 위한 에이전트 프레임워크인 JADE가 있다. 또한, 응용 어플리케이션이 동작한다. 그리고 각종 정보 및 에이전트의 보관을 위한 데이터베이스 서버가 존재한다. 서버 상에 생성된 에이전트는 클라이언트 측의 모바일 장치로 이동하는데 CDOGF(Compact-DOGF)와 JADE를 통해 서버로부터

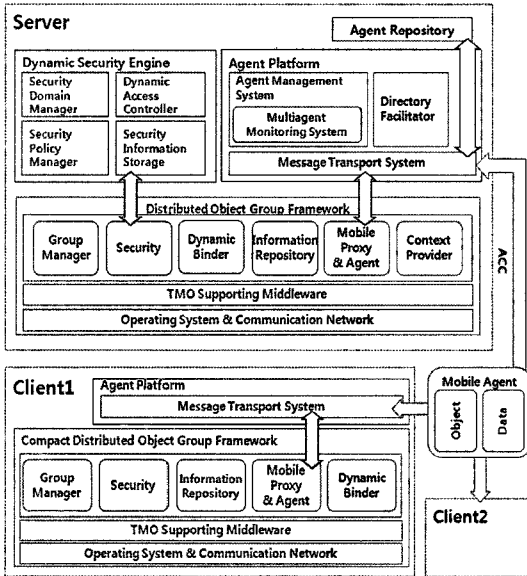


그림 1 멀티에이전트 지원 프레임워크

받은 에이전트들의 동작을 관리한다. 이동한 에이전트는 사용자에게 서비스를 제공하거나 측정 장치 또는 센서들로부터 각종 정보를 수집하는 동작을 수행한다. 모바일 장치는 성능에 따라 DOGF 또는 CDOGF를 설치하여 환경정보, 건강정보, 위치 센서 및 물리적인 장치들을 관리한다. 특히, DOGF의 구성요소인 모바일 프락시&에이전트 객체는 DOGF와 JADE의 인터페이스 역할을 한다. 이로 인하여, 제안한 프레임워크는 객체그룹 관리 서비스와 이동 서비스를 제공한다. 다양한 서비스 제공을 위해 DOGF는 상황정보와 동적 접근 권한을 생성하고, JADE는 상황에 적합한 에이전트를 생성한다. 이때, 에이전트가 이동하게 될 장치가 모바일 장치면 모바일 장치의 CDOGF와 상호작용 한다. 각각의 특정 동작을 하는 에이전트들은 에이전트 저장소에 저장되어 있다가 상황에 따른 호출이 있을 경우 에이전트 통신 채널(ACC)을 통해 사용자의 모바일 장치로 이동하여 상호작용 과정을 거쳐 데이터를 수집, 분석 및 정보 제공한다. 모든 태스크를 마친 에이전트들은 다시 서버로 돌아와 수집한 정보를 관리 역할의 에이전트에게 전달하거나 가지고 있는 잔여 태스크를 처리한 후 소멸된다.

3.2 전체 시스템 환경

u-병원 정보 시스템에서 제공하는 u-응용 서비스 지원을 위한 전체 시스템 환경은 그림 2와 같이 테스트 베드를 구축하였다. 서버 측에는 환자에 관련된 의료 정보뿐만 아니라 병원의 환경 정보를 저장할 수 있는 데이터베이스를 포함한다. 클라이언트 측은 모바일 디바이스로 삼성의 Ultra Mobile Q1, VEGA의 UMPC 그리고 PDA는



그림 2 물리적인 환경

HP의 iPAQ 제품을 사용하였다. 각 병실의 환경정보는 Nano-Q+를 이용하여 온도, 습도, 조도 정보를, u-Star는 동체감지와 진동정보를 수집한다. 환자에 대한 건강정보는 Clever를 이용하여 혈당, 혈압, 맥박의 정보를 수집하며, Webdoc을 통하여 체지방 정보를 수집한다. 사용자의 위치정보를 수집하기 위해 Cricket, On/Off 센서 및 스위치를 이용하여 이벤트기반의 위치정보를 수집한다. 또한, Hmote2420은 실내 활동 감지를 위한 초음파센서와, 온도, 조도, 습도, 그리고 이산화탄소량, 미세 먼지량과 같은 환경정보를 수집한다.

3.3 에이전트

본 논문에서 제안하는 응용 서비스를 위한 에이전트는 관리, 인터페이스, 정보 수집, 권한, 조정, 서비스, 메신저 에이전트가 있다. 그림 3은 클라이언트와 서버 상에 u-응용 서비스지원을 위한 에이전트들의 서버와 클라이언트 노드상에 배치를 나타낸다.

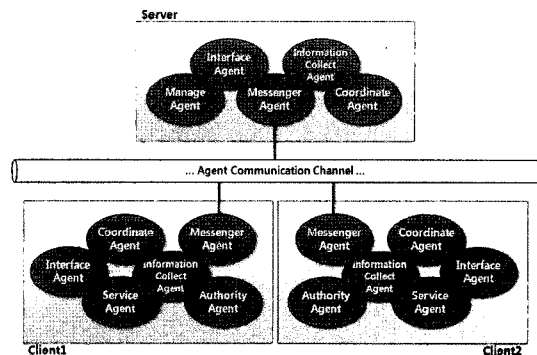


그림 3 클라이언트와 서버 상의 에이전트들

3.4 상황기반 동적 접근 제어

u-병원 정보 시스템에서 제공하는 보안 서비스는 상황기반의 동적 접근 제어 모델을 기반으로 한다[8]. 에이전트는 각 병실에서 발생하는 정보들을 수집하거나

상황에 따라 사용자 권한에 적합한 정보를 제공을 한다. 표 1은 사용자의 권한획득에 필요한 상황정보를 생성하기 위하여 위치, 시간, 역할로 분류하였다. 표 2는 제안한 시스템에서 사용되는 정보를 나타낸다. 또한 표 3은 표 1과 2를 기초로 동적 접근 제어를 위한 예를 보인다.

그림 4는 이에 대한 동작 과정으로 사용자가 모바일 장치 상에서 임의의 정보에 접근을 요구하면 CDOGF의 보안 객체는 모바일 프락시와 에이전트 객체에 ID와 Password를 제공한다. Mobile 모바일 프락시와 에이전

표 1 권한의 생성을 위한 분류표

	권한	내용
위치	W1	Ward A
	W2	Ward B
	W3	Ward C
시간	T1	09:00~17:00
	T2	17:00~01:00
	T3	01:00~09:00
역할	A1	담당의사
	A2	의사
	A3	간호사
	A4	환자
	A5	관리자

표 2 접근 정보의 분류

정보 분류	권한	측정 정보
건강정보	I1	최고혈압, 최저혈압, 맥박, 혈당, 체지방, 체질량, 근장체중, 기초대사량
환경정보	I2	온도, 조도, 습도, 먼지 량, 적외선 수치, 이산화탄소 량
환자정보	I3	이름, 주소, 병명, 입원기간, 보호자
진료정보	I4	진료시간, 진료기록, 진료자
리마인더 정보	I5	진료시간, 식사시간, 약 복용 시간

표 3 동적 접근제어 권한의 할당 예

사용자	역할	위치	시간	접근가능정보
Doctor1	A1	W1	T1, T2, T3	I1, I2, I3, I4, I5
	A2	W2, W3		I1, I4
Doctor2	A1	W2		I1, I2, I3, I4, I5
	A2	W1, W3		I1, I4
Doctor3	A1	W3		I1, I2, I3, I4, I5
	A2	W1, W2		I1, I4
Nurse1	A3	W1, W2, W3	T1	I1, I2, I3, I5
Nurse2			T2	
Nurse3			T3	
Patient1	A4	W1	T1, T2, T3	I2, I5
Patient2		W2		
Patient3		W3		
admin	A5	W1, W2, W3	T1, T2, T3	I1, I2, I3, I4, I5

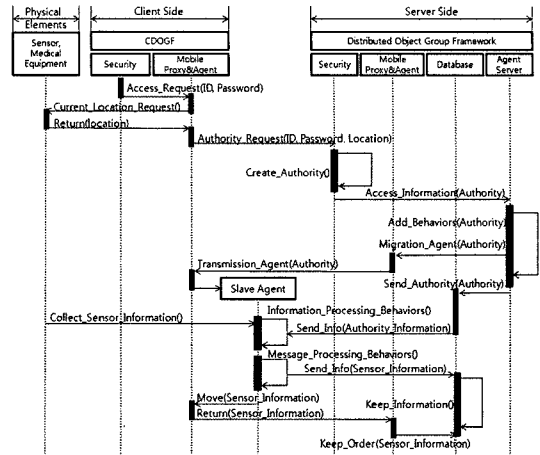


그림 4 동적 접근 제어 모델기반의 에이전트 동작 과정

트 객체는 위치정보를 확인한 후 서버의 보안 객체로 ID, Password, 위치정보를 전송한다.

서버 상에 설치되어 있는 DOGF의 보안 객체는 수집된 정보를 기반으로 권한을 생성하고 사용자가 접근할 수 있는 정보를 판단한다. 이러한 권한정보를 가지고 에이전트 서버는 권한에 따르는 정보를 수집하는 에이전트를 선택하여 서버의 모바일 프락시와 에이전트 객체에 이동 준비 완료 메시지를 보낸다. 서버의 모바일 프락시와 에이전트 객체는 메시지를 수신하면 에이전트를 클라이언트 노드로 보낸다. 클라이언트 측에서 정보 수집 역할을 하는 슬레이브 에이전트는 갖고 있는 권한에 따라 적합한 정보를 수집하거나 사용자의 권한에 의해 서버에 접근하여 필요한 정보에 접근한다. 이 때, 불필요한 정보는 제거하고 필요한 정보만을 데이터베이스로 전송한다. 사용자가 이동을 하거나 접속을 종료하면 에이전트는 서버로 이동하여 잔여 태스크를 처리한다.

4. u-병원 정보 시스템에서 제공하는 응용 서비스 수행 결과

본 장에서는 앞서 언급한 u-병원 정보 시스템을 위한 분산 프레임워크를 기반으로 구축된 u-병원 정보 시스템에서 제공하는 응용 서비스의 수행 결과를 보인다.

다음 그림 5는 UMPC상에서 4WIH 메커니즘에 의하여 환자를 위한 리마인더 서비스 결과화면이다. 제공하는 상황정보는 환자에 대한 투약시간 또는 주의사항을 제공한다. 이 때, 클라이언트 장치의 특징에 따라 음성 지원이 가능한 정보 또는 디바이스는 음성으로, 음성의 지원이 불가능한 경우 텍스트로 정보를 제공한다.

그림 6은 병실 A에서 의사 단말기 상의 결과 화면이다. 의사가 로그인 했을 때, 각각의 에이전트들이 생성

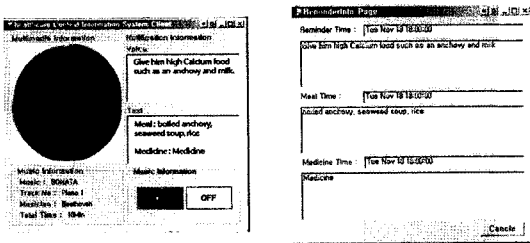


그림 5 환자의 리마인더 서비스 GUI 결과 화면

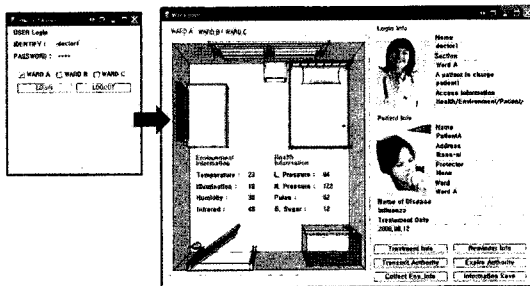


그림 6 의사 역할에 따른 GUI 결과 화면

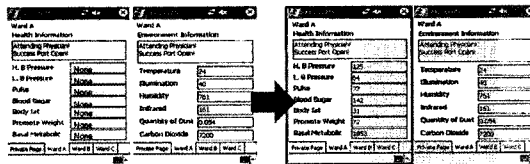


그림 7 환자 단말기 GUI 결과 화면

된 권한에 따라 환자에 대한 정보를 추출하고 단말기상의 화면에 수집된 정보를 출력한다.

다음 그림 7은 의사와 환자간의 단말기가 동일한 병실에 위치한 경우로 에이전트들간의 협업을 통해 의사 단말기 상에 환자에 대한 건강 정보를 공유하는 결과를 보인다. u-병원 정보 시스템 내에서는 서로 다른 권한을 가진 두 명의 구성원이 상대방에게 권한을 제공하여 정보를 공유한다.

5. 결론

본 논문에서는 u-병원 정보 시스템을 위한 멀티 에이전트기반의 분산 프레임워크와 이를 기반으로 한 응용 서비스에 대해 기술하였다. 본 시스템에 사용한 프레임워크는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 응용 서비스 지원을 위한 수행 객체의 그룹화 및 관리 그리고 보안 서비스를 지원하는 분산객체그룹 프레임워크와 멀티 에이전트 지원 프레임워크인 JADE를 기반으로 구축하였다. 그리고 이를 기반으로 보안적인 측면을 고려한 의사와 간호사 그리고 환자를 위한 응용 서비스를 구현하

여 수행성을 확인하였다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안한 u-병원 정보 시스템과 기존에 개발한 헬스케어 홈 시스템과 연계한 재택과 병원을 연계한 통합시스템을 구축할 예정이다.

참고 문헌

- [1] Xudong Lu, Huilong Duan, Haomin Li, Chehui Zhao and Jiye An, "The Architecture of Enterprise Hospital Information System," *Proc. of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, Shanghai, China, pp.6957-6960 Sept. 1-4, 2005.
- [2] J. L. Nealon and A. Moreno, "Agent-based applications in health care," In John L. Nealon and Antonio Moreno, editors, *Applications of Software Agent Technology in the Health Care Domain*, Whitestein Series in Software Agent Technologies, pp.3-18, Birkh"auser Verlag, Basel, Switzerland, 2003.
- [3] Kim S, "Ubiquitous Healthcare : The OnkoNet Mobile Agents Architecture," *Proc. Workshop on Mobile Computing in Medicine(MCM 02)*, pp.105-118. 2002.
- [4] Jose Manuel Fonseca, Andre Damas Mora and Ana Celeste Marques, "MAMIS-A MULTI-AGENT MEDICAL INFORMATION SYSTEM," *Proc. IASTED International Conference on Biomedical Engineering*, pp.1-6, Feb. 2005.
- [5] D. Isern and A.Moreno, "Distributed Guideline -Based Health Care System," *Accepted in the special technical session Application of Intelligent Systems in Medicine collocated with ISDA'04 - 4th International Conference on Intelligent Systems, Design and Applications*, IEEE Press, pp.145-150, August 26-28, 2004.
- [6] Lu Xudong, Duan Huilong, "A research on healthcare integrating model of medical information system," *Journal of Biomedical Engineering China*, vol.22, pp.108-112, Jan. 2005.
- [7] M. H. Park, C. W. Jeong, S. C, Joo, "Design of platform supporting for healthcare context information service based on multi-agent," *JKSII*, vol.9 no.3, pp.9-24, June 2008. (in Korea)
- [8] C. W. Jeong, D. H. Kim, S. C. Joo, "Context-based Dynamic Access Control Model for u-healthcare and its Application," *KIPS*, vol.15-C, no.6, pp. 493-506, December 2008. (in Korea)