
모바일 환경을 위한 지능형 추천 에이전트에 관한 연구

A Study on Intelligent Recommendation Agent for a Mobile Environment

김만선, 주복규
홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

Man-Sun Kim(kms9688004@nate.com), Bok-Gyu Joo(bkjoo@hongik.ac.kr)

요약

유비쿼터스 시대가 시작되면서 유비쿼터스 환경을 어떻게 제시할 것인지와 어떤 서비스와 이용 방법을 사용자에게 제공할 것인지가 중요해지고 있다. 본 논문에서는 모바일 환경에서 지능형 멀티 에이전트를 통해 사용자에게 도움이 되는 정보를 능동적으로 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 프로파일 모듈, 규칙 생성 모듈, 필터링 모듈, 서비스 모듈 구조로 구성된다. 추천 에이전트를 이용하여 미리 등록된 사용자의 정보를 기반으로 지능적인 사용자의 요구 파악을 가능하게 구성하였다. 이것을 응용하여 구현하고 실험을 통해 확인하였다.

■ 중심어 : | 지능형 멀티 에이전트 | 추천 에이전트 | 위치기반서비스 |

Abstract

Important issues emerging with the opening of the ubiquitous age are how to present ubiquitous environment and how services and access methods can be provided to users. The present research proposes a system that can provide users with useful information dynamically through intelligent multi agents in mobile environment. The system is composed of profile module, rule generation module, filtering module and service module. It was designed to find users' demands in an intelligent way based on information on users registered through the recommendation agent. We implemented an applied system and proved its performance through an experiment.

■ keyword : | Intelligent Multi-Agent | Recommendation Agent | Location Based Service |

1. 서론

유비쿼터스란 시간과 공간을 초월해 '언제 어디서나 존재한다'는 뜻의 라틴어로-1988년 미국의 와이저가 '유비쿼터스 컴퓨팅'이라는 용어를 사용하면서 처음으로

등장하였다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 기기나 사물에 컴퓨터를 집어넣어 통신이 가능하도록 해 주는 정보기술 환경이다.

유비쿼터스화 된 제품으로 AV 장치의 홈 네트워크 시스템이 대표적이다. 장소의 제약을 받은 단일 오브젝트

* 본 연구는 2004년도 홍익대학교 교내연구비에 의해 수행되었습니다.

접수번호 : #060214-001

접수일자 : 2006년 02월 14일

심사완료일 : 2006년 04월 18일

교신저자 : 김만선, e-mail : kms9688004@nate.com

장치가 네트워크에 접속됨으로서 장치의 연계를 이루어 시간 소비 문제와 장소 이동의 문제를 개선한 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 네트워크를 통해 주변 장치들을 자율적으로 구성하기 위해 여러 분야에 적용되고 있는 지능형 환경 시스템을 이용할 수 있다. 지능형 환경 시스템은 존재와 상황에 대한 인식, 그리고 요구에 대한 민감하고 적합한 반응을 보이는 디지털 환경으로 지능적이고 개인화된 접속 시스템과 서비스를 매개로 사용자가 원하는 환경 조건과 기능을 제공한다. 지능형 환경 시스템을 실현하기 위해서는 요구되는 기능을 획득하기 위한 접속 트레이닝과 각 장치들을 프로그래밍 함으로써 인식의 과부하 없이 유비쿼터스 환경에 제공되는 시스템과 사물들을 기반으로 한 컴퓨터를 구성하고 사용할 수 있어야 한다. 또한 사용자 환경에 지능 에이전트를 내장함으로써 사용자의 기호와 요구에 따라서 에이전트가 제어되어야 한다.

지능로봇이나 유비쿼터스 서비스에서는 컨텍스트 정보를 이용하는 것이 필수적이며, 컨텍스트는 개체의 상태를 특징짓는데 사용될 수 있는 모든 정보를 말한다. 개체는 사용자와 어플리케이션을 포함해서 사람, 장소 또는 사용자와 어플리케이션 간의 상호작용에 관련된 모든 것이 될 수 있다. 전형적인 컨텍스트 정보에는 위치, 신원, 시간, 행위 등이 있는데, 이러한 정보를 이용하여 컴퓨터는 who, what, when, where에 관련된 서비스를 할 수 있게 된다. 컨텍스트를 고려하여 사용자에게 서비스나 정보를 제공하는 시스템을 컨텍스트 인식 시스템이라 한다. 컨텍스트 정보는 컨텍스트 인식 어플리케이션을 개발하는데 있어 여러 가지 형태로 사용될 수 있다. Dey[3]는 컨텍스트 인식 어플리케이션 서비스의 특징을 다음과 같이 분류하였다.

Contextual presentation - 컨텍스트에 따라 자동으로 사용자에게 정보나 서비스를 제공하는 컨텍스트 기반의 정보 및 서비스 제공

Contextual execution - 컨텍스트에 따라 자동으로 서비스를 실행하거나 수정하는 컨텍스트 기반의 서비스 자동 실행

Contextual augmentation - 디지털 데이터를 사용자의 컨텍스트와 연관시켜서 차후 검색을 위한 컨텍스

트 기반의 정보 증강

이런 지능적이고 효율적인 서비스 제공을 위해서 사용자 주변의 장치와 정보를 공유시킴으로써 모바일 서비스 지원 매체의 다양화 작업도 필요하다. 본 논문은 이런 과정을 통해 사용자의 요구(needs)를 파악하고, 흥미를 더욱 증가시킬 수 있는 모바일 환경을 지원하는 지능형 멀티 에이전트를 제안한다.

II. 관련 연구

1. 컨텍스트 인식

본문: 다양한 상황 기반 서비스를 효과적으로 제공하기 위한 플랫폼에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 다양한 상황 인식 어플리케이션에 적용할 수 있는 많은 상황 인식 어플리케이션 지원 구조가 개발되었지만, 대부분은 상황 인식 시스템의 일부 특징만을 구현하고 있다.

Stick-e Notes 시스템[4]은 상황 인식 어플리케이션을 지원하기 위한 일반적인 프레임워크로, 사용자는 if-then 규칙을 사용하여 상황 인식 서비스를 쉽게 구축할 수 있다. 이 시스템은 일반 사용자를 위한 시스템이기 때문에 서비스 기술규칙을 작성할 때의 의미는 제한적이다.

CoolTown[5]은 사람, 장소, 디바이스 등의 실세계 객체를 Web presence 라고 하는 웹 페이지에 매핑할 수 있는 상황 인식 어플리케이션 지원 기반 구조이다. 시스템은 획득한 컨텍스트 정보에 따라 필요한 경우에 Web presence를 갱신한다. 그러나 컨텍스트에 기반 서비스의 자동 실행이나 컨텍스트 기반의 정보 증강 같은 상황 인식 특징은 지원하지 않는다.

Schilit[6]의 system architecture는 사용자의 디바이스의 컨텍스트에 초점을 맞춘 상황 인식 이동 컴퓨팅을 지원하는 구조이다. 이 시스템 구조는 디바이스 상태 기능을 관리하는 디바이스 에이전트(device agent); 사용자 선호도를 관리하는 사용자 에이전트(user agent)와 사용자와 디바이스의 위치 정보를 관리하는 능동 맵으로 구성된다. 그러나 에이전트가 다른 형태의 컨텍스트를 사용하기 위해서는 재 작성되어야 하므로, 새로운 컨

텍스트의 센서를 추가하거나 교체하여 시스템을 확장하기 어렵다.

CALAIS[7]는 주로 장소에 관련된 상황 정보에 초점을 맞춘 상황 인식 시스템을 지원하는 구조이다. 이 시스템은 CORBA를 통해서 센서처리 모듈의 상세 처리에 대해서는 은닉시키면서 이에 대한 인터페이스를 지원한다. 이 시스템은 장소 정보 센서 이외의 다른 종류의 센서를 추가하는 것에 대한 고려는 하지 않고 있다.

TEA 프로젝트[8]는 개인용 이동 디바이스에서 컨텍스트를 인식할 수 있는 구조를 제안했다. 이 구조에서의 컨텍스트 인식은 보드 모델에 의해 이루어진다. 먼저, 센서로부터 획득한 컨텍스트를 보드에 추가한다. 컨텍스트 해석기는 이를 요약하거나 해석하여 다시 보드에 저장하고, 어플리케이션을 관련된 컨텍스트를 참조한다.

DEY의 Context Toolkit은 상황 인식 어플리케이션의 구축과 실행을 지원하는 프레임워크이다. 이 프레임워크는 센서로부터 컨텍스트를 얻는 컨텍스트 위젯(widget), 컨텍스트를 해석하는 컨텍스트 해석기, 관련 컨텍스트를 통합하기 위한 컨텍스트 통합기, 어플리케이션에서 재사용 가능한 상황 인식 행위나 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 서비스, 자원 검색을 위한 검색기 등의 구성 요소로 이루어진다. 상황 인식 어플리케이션 개발자는 라이브러리 함수로 구현되어 있는 구성 요소를 사용하거나 수정할 수 있다[3].

Kim의 자원 관리 시스템(RMS)[9]은 데이터 저장 공간을 확대하여 자원 관리를 효율적으로 운영하기 위한 시스템이다. 실행 파일이 필요한 리소스 파일을 호출할 경우 RMS는 서버에 요청하여 리소스 파일을 다운로드 받아 동적으로 로딩한다. 기존의 다운로드 시스템은 콘텐츠 파일을 다운로드 받아 수행하는 반면 RMS는 확장된 프로세스를 수행하는 것에 차이가 있지만, 사용자의 요구 파악을 수용하기 어려운 단점이 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 지능형 에이전트에 대한 연구는 사용자 컨텍스트를 자동으로 인식하기 위한 컨텍스트 구조, 사용자의 요구(needs) 파악 방법, 그리고 지능적인 서비스 지원 방법에 대한 연구가 필요하다.

현재 지능형 에이전트의 표준화를 다루는 기관은 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agent)[10]

와 JCP(Java Community Process)로, 에이전트간의 원활한 통신과 작업의 효율성을 위해 FIPA-OS, JADE(Java Agent DEvelopment framework), ZEUS, AAP(April Agent Platform), JAS(Java Agent Service)등과 같은 표준안을 설정해 놓았다. 또한 FIPA에서는 컨텍스트 인식 기반 서비스를 위한 지능형 에이전트를 장치 기반(Device-oriented) 에이전트와 네트워크 기반(Network-oriented) 에이전트로 정의하였다. 장치 기반 에이전트는 사용자에 대한 컨텍스트를 생성하고 관리하며, 주위 환경에 대한 적응적 인터페이스 제공 및 여러 사용자들에게 서비스나 장치들을 연결시켜 협업이 가능하게 한다.

네트워크 기반 에이전트는 사용자와 유비센서를 비롯한 여러 장치들간의 중재하고 해결하는 역할을 수행한다. [그림 1]은 FIPA 플랫폼으로서 에이전트 플랫폼을 시스템의 기본단위로 구성하고 있다. Agent Management System은 에이전트의 등록, 동적 구동, 종료와 같은 정보를 관리하며 Directory Faciliator는 각 에이전트 성능을 평가하고 필요한 에이전트 정보를 제공한다.

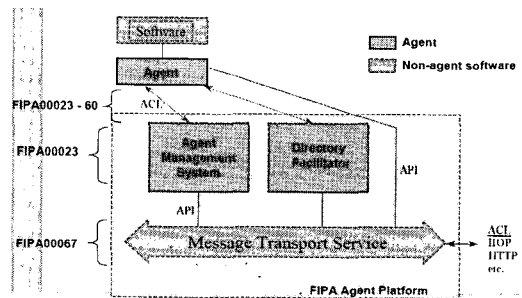


그림 1. FIPA Platform

2. 지능형 에이전트의 특성

에이전트(Agent)는 지능을 가진 인간처럼 의사 결정을 하고, 학습하고, 스스로 행동하며, 주어진 임무를 자동적으로 처리해 주는 시스템이다. 에이전트는 여러 가지 관점에서 정의될 수 있으나, 일반적으로 자율성(autonomy), 목표지향성(goal directness), 반응성(reactivity), 사회성(social ability), 이동성(mobility), 합리(rationality), 적응성(adaptability) 등의 특성을 가

지면서 사용자 또는 다른 에이전트와 상호 작용하는 소프트웨어라고 정의할 수 있다.

에이전트는 지시된 작업을 수행하고 조정하기 위한 기능을 제공하는 제어지식 에이전트와 수행할 역할의 기능을 규정하고 있는 영역지식 에이전트, 그리고 프로시저 콜과 메시지 교환을 처리하는 통신모듈 에이전트로 구성된다.

III. 지능형 멀티 에이전트(IMA: Intelligent Multi Agent)

본 논문에서는 모바일 환경에서 지능형 멀티 에이전트를 통해 사용자에게 도움 되는 정보를 능동적으로 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 크게 4개의 모듈(프로파일 모듈 규칙생성 모듈 필터링 모듈 서비스 모듈)로 구성된다.

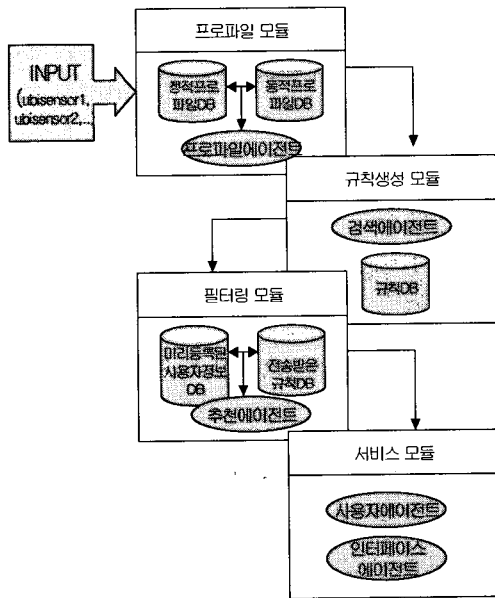


그림 2. Framework

센서(Sensor)로부터 얻어진 컨텍스트 정보를 인식 및 처리하고 프로파일 모듈을 생성한 후, 검색 에이전트(Retrieval Agent)를 기반으로 규칙생성 모듈을 생성한

후 생성된 규칙을 DB에 저장한다. 필터링 모듈에서는 생성된 규칙을 전송받아 사전에 미리 등록된 사용자 정보DB와 통신을 한다. 이로 인해 필터링 모듈을 생성하게 되고 얻어진 결과를 서비스 모듈로 전송한다. 마지막 서비스 모듈에서는 최종 추천된 정보를 사용자에게 제공하는 모듈로서 사용자가 가지고 있는 모바일 장비의 인터페이스 구조에 맞도록 표현하기 위해 인터페이스 에이전트로 전송된다. 위의 [그림 2]는 본 시스템의 Framework이다.

1. 프로파일 모듈

LBS(Location-based service)란 위치정보에 기반한 서비스를 제공하는 기술로 LBS 플랫폼을 통하여 제공되는 위치정보와 서비스를 활용하여 최종 사용자에게 서비스를 제공하는 기술이다. 각 서비스별로 서비스의 사용자 및 제공자의 권한, 위치정확도, 개인정보 보호 등에 대한 QoS가 요구된다.

프로파일 모듈은 사용자의 컨텍스트를 인식한 정보 및 서비스 정보를 저장하고 관리하는 모듈이다. 많은 정보를 기억하게 되므로 정보를 저장하기 위한 많은 공간이 요구된다.

표 1. 컨텍스트 정보

사용자 1	사용자 2
<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>	
<Profile> <Age>30 </Age> <Hobby>golf </Hobby> <Location>pusan </Location> <User ID>34567 </User ID> <GameTitle>mogi </GameTitle> </Profile>	<Profile> <Age>43 </Age> <Hobby>tennis </Hobby> <Location>seoul </Location> <User ID>44432 </User ID> <GameTitle>june </GameTitle> </Profile>
사용자 1:../Profile/Hobby [golf] 사용자 2:../Profile/Location [seoul] Age: [30, 43] GameTitle: [mogi, june]	

정보의 변화량에 따라 정적 컨텍스트, 동적 컨텍스트

로 구분하여 관리한다. 정적 컨텍스트 목록은 사용자의 기본적인 정보를 가지고 있으며 프로파일 모듈에 의해 주기적으로 업데이트할 수 있다. 기본적인 정보란 나이, 거주지, 취미와 같은 내용을 포함한다. 동적 컨텍스트 목록은 서비스되는 지역마다의 사용자ID나 현재의 위치, 사용한 게임 타이틀 등 정보의 변화량이 많은 내용을 포함한다. [표 1]은 구체적인 컨텍스트 정보를 통해 대응하는 서비스를 제공하기 위해 XML로 표현된 사용자 컨텍스트 정보의 예이다.

2. 규칙생성 모듈

검색 에이전트 부분은 사용자가 작업하려고 하는 상황에 가장 적합한 장치들을 설정하기 위하여 IP 주소를 통해 주변 장치들을 인식한다. 각 시스템의 기능들을 목록으로 작성하여 서버로 전송한다. 서버 부분에서는 일반 사용자들이 선택하기 쉽게 하기 위해 언어적 변수로 변환하여 각 작업을 수행하는데 필요한 장치들을 규칙을 작성한다. 각 시스템을 다음과 같이 나타낸다.

$$S = \{S1, S2, \dots, Sn\} \quad (1)$$

작업을 Wi라고 한다면 각 작업에 필요한 구성장치 목록을 다음과 같이 나타낸다.

$$Wi = \{L1, L2, \dots, Ln\} \quad (2)$$

여기서 L1, L2, ..., Ln 는 각 작업에 필요한 구성 장치를 의미한다. 또한 각 구성장치를 하나의 시스템으로 구성하면 다음과 같다.

$$Sj = \{L1, L2, \dots, Ln\} \quad (3)$$

제안한 시스템에서 특정 상황에 어떤 작성을 할 것인지에 대한 서비스를 시스템에 등록하기 위해 다음과 같은 규칙 기반(rule based)의 형태를 이용한다.

R1 : if L1 is Ai and ... and Ln is Ai then Y1 is Ci

R1 : if L1 is Ai and ... and Yn is Ci

R2 : if L1 is Ai and ... and Ln is Ai then Y1 is Ci

R1 : if L1 is Ai and ... and Yn is Ci

1

R1 : if L1 is Ai and ... and Ln is Ai then Y1 is Ci

R1 : if L1 is Ai and ... and Yn is Ci

3. 필터링 모듈

추천 에이전트는 사용자가 미리 관심분야로 등록된 사용자 정보와 규칙생성모듈에서 전송받은 규칙들을 이용해서 사용자의 관심 있는 정보를 추천해 주는 필터링 모듈로 구성되어 있다.

필터링 모듈 실험을 위하여 결혼정보회사에서 모바일 서비스를 사용한다고 가정하여 원하는 정보를 추천해주는 예제를 만들어 보았다.

○ 미리 등록된 사용자의 관심 정보

항목	세부사항
신장	175이상
체형	보통형
얼굴형	보통형
성격	유머있는 성격
직업	전문직
혈액형	B형 제외
학력	석사졸업 이상
경제력	보통
취미	여행

○ 규칙생성 모듈

항목	세부사항
신장	175이상
학력	석사졸업 이상
경제력	보통
취미	여행

미리 등록된 사용자정보 DB와 규칙생성 모듈에서 전송받은 규칙 DB에서 유사 서비스 항목에 해당 되는 부분을 임시 DB에 저장한다.

4. 서비스 모듈

서비스 모듈에서는 필터링된 컨텍스트 서비스 정보를 사용자에게 제공하는 모듈로 임시 DB에 저장된 정보를 바탕으로 사용자 에이전트에 전송된다. 또한 사용자가 가지고 있는 모바일 장치의 인터페이스에 맞도록 표현하기 위해 인터페이스 에이전트로 전송된다.

IV. 실험 및 결과

1. 실험 환경

모바일 서버를 위해서 C++, 모바일 에뮬레이터인 WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability)를 사용하였으며 자바를 이용해 공유 네트워크를 구현하였다. 모바일 서버의 사양은 셀러론 2.8Ghz CPU, 메모리 248 MB, 운영체제는 윈도우 XP 이다.

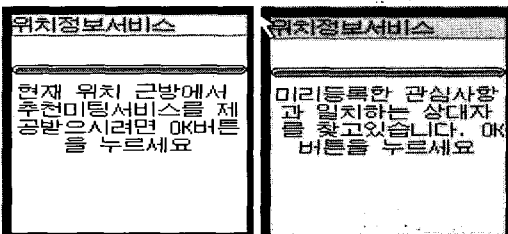
2. 서비스 실행 결과

[표 2] '위치 정보 서비스'는 사용자가 위치하는 근처에서 결혼정보회사에서 제공하는 모바일 서비스를 이용할 수 있도록 서비스를 제공하기 위한 초기 화면이다. 시작 버튼을 누르게 되면 유비 센서에 의해서 위치 정보를 입력받고 지능형 멀티 에이전트에 정보를 보여지게 된다. 실험을 위하여 다음과 같은 시나리오를 설정하였다.

사용자는 주말에 참석할 행사를 위하여 코엑스 근처에 갔다. 그러나 행사가 취소되었다는 공지를 받지 못했기 때문에 당황하던 순간에 결혼정보회사에서 보낸 모바일 서비스가 도착하였다. 근처에 있는 사람들 중에 추천할만한 사람을 검색하여 서비스해주겠다는 메시지였다. 사용자는 모바일 서비스로 추천받은 사람들 중에 한명을 선택하여 만나러 간다.

위치정보서비스 결과 주변정보를 찾고 있는 과정이다.

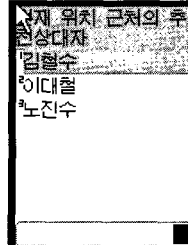
표 2. 위치정보서비스 실행 화면



추천미팅서비스를 위한 위치정보서비스의 결과를 보

여준다. [표 3]과 같이 검색된 목록을 보여주게 된다.

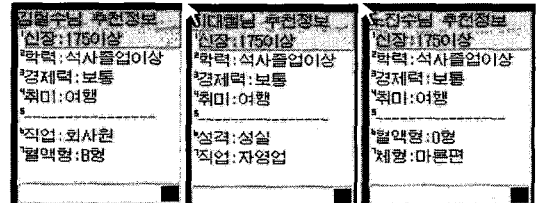
표 3. 추천된 서비스 화면



추천미팅상대자를 차례대로 선택한 결과이다.

4가지 항목은 사용자의 관심 정보와 일치하는 항목이며, 2가지 항목은 일치하지 않는 정보이다. 본인이 원하는 상대자를 선택할 수 있다. 추천된 정보를 바탕으로 서로의 조건이 만족할 수 있는 정보를 교환할 수 있다. [표 4]는 검색된 결과를 하나씩 클릭하여 세부사항을 확인할 수 있다.

표 4. 서비스 실행 결과



V. 결론

인터넷의 대중화와 함께 유비쿼터스 시대가 시작되면서 유비쿼터스 환경을 어떻게 제시할 것인지와 어떤 서비스와 이용 방법을 사용자에게 제공할 것인지가 중요해지고 있다.

본 논문에서는 모바일 환경에서 지능형 멀티 에이전트를 통해 사용자에게 도움 되는 정보를 능동적으로 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템 구조는 사용자의 컨텍스트 정보를 인식하고 지능적인 서비스를 지원하기 위해 추천 에이전트를 사용한 필터링 구조를 포함시켜 해당 지역 내에서 공유된 서비스 정보 및 자원

을 사용자에게 제공할 수 있도록 하였다.

향후 연구 과제로는 추천된 결과에 대한 사용자 만족도를 고려하여 피드백이 가능하도록 설계하여 사용자의 만족을 더욱더 증가시킬 수 있도록 하는 연구를 수행하고자 한다.

참고 문헌

- [1] F. Doctor, H. Hagra, and V. Callaghan, "An Intelligent Fuzzy Agent Approach for Realising Ambient IN Intelligent Inhabited Environments," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, Vol.35, No.1, pp.1-31, 2004.
- [2] K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten, and J-C. Burgelman, *Scenarios for ambient intelligence in 2010. Technical report*, Information Society Technologies Programme of the European Union Commission (IST), Feb., 2001.
- [3] A. K. Dey, *Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications*, ph.D. dissertatio, Georgia Institute of Technology, 2000.
- [4] P. J. Brown, "The stick-e document:a framework for creating Context-Aware Applications," *Electric Publishing*, Vol.9, No.1, pp.1-14, 1996.
- [5] D. Caswell and D. P. Debaty, "Creating Web representations for places," *Proceedings of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pp.114-126, Sep., 2000.
- [6] B. N. Schilit, *System architecture for Context-Aware mobile computing*, ph.D. dissertation, Columbia University, New York, 1995.
- [7] G. J. Nelson, *Context-Aware and Location Systems*, ph.D. dissertation, University of Cambridge, 1998.
- [8] A. Schmidt, K. A. Aidoo, A. Takaluoma, U. Tuomela, K. Van Laerhoven, and W. Van de Velde, *Advanced interaction in context*, proceeding of HUC 99, pp.89-101, Sep., 1999.
- [9] 김만선, 조성현, "유비쿼터스 게임 환경을 위한 지능형 모바일 에이전트에 관한 연구", 2005하계 한국계 입학회 학술발표대회, 2005(7).
- [10] A. K. Dey and G. D. Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," *GVU Technical Report GIT-GVU-99-22*. Submitted to the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, June, 1999.

저자 소개

김 만 선(Man-Sun Kim)

정회원



- 2000년 : 홍익대학교 전자전기컴퓨터공학부(학사)
- 2002년 : 공주대학교 전자계산학과(석사)
- 2005년 : 공주대학교 컴퓨터공학과(박사)

- 2003년 3월~2004년 8월 : 한국표준과학연구원
- 2002년~현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 시간강사

<관심분야> : 에이전트, 신경망, 데이터마이닝, 지능형 시스템

주 복 규(Bok-Gyu Joo)

정회원



- 1977년 : 서울대학교 계산통계학과(학사)
- 1980년 : 한국과학원 전산학과(석사)
- 1990년 : 메릴랜드대학교 전산학과(박사)

- 1990년~1998년 : 삼성전자 중앙연구소
- 1998년~2000년 : (주)동양시스템즈
- 2001년~현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 2004년~현재 : 아시아태평양지역 첨단망협회 학술위원회 위원장

<관심분야> : 인터넷 프로토콜, 모바일 네트워크, 네트워크 보안, 소프트웨어 재사용