

적응형 멀티미디어 서비스 이동을 위한 온톨로지 기반의 상황 추론 시스템 설계 및 구현

김재현[†], 이석호^{**}, 이정태^{***}, 황원주^{****}

요 약

최근 홈 네트워크의 주요 서비스 중 하나인 멀티미디어 서비스를 위치인지 기술과 연계하여, 사용자의 위치에 따른 멀티미디어 서비스 이동을 지원하고, 사용자 단말의 특성에 따른 적응형 멀티미디어 서비스(Adaptive Multimedia Service)의 요구가 증대되고 있다. 본 논문에서는 지능형 에이전트를 이용하여, 단말에 적합한 서비스 이동을 제공하는 시스템을 제안하였다. 지능형 에이전트는 환경 내의 상황(Context)를 인지하고 각 상황을 추론하기 위하여 온톨로지(Ontology)기반으로 설계 및 구현하였으며, 위치 정보를 이용하여 상황을 추론하는 시스템을 구현하였다.

Design and Implementation of Ontology-Based Context Reasoning System for Adaptive Multimedia Service Migration

Jae-Heon Kim[†], Suk-Ho Lee^{**}, Jung-Tae Lee^{***}, Won-Joo Hwang^{****}

ABSTRACT

Recently, a demand of adaptive multimedia service, which supports multimedia service migration according to user's location and characteristics of user device, is increased. In this paper, we propose a service migration system, which becomes aware of user device using intelligent agent. And we design and implement the ontology-based intelligent agent, which is aware of the context in its environment. Moreover, we implement a context reasoning system using location information.

Key words: Ontology(온톨로지), Intelligent Agent(지능형 에이전트), Location-Aware-ness(위치 인지), Multimedia Service(멀티미디어 서비스)

1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 구현에 있어, 상황을 인지하여 그에 적합한 서비스를 추론하여 제공하는 상황인지(Context-Awareness)기술이 각광받고 있다. 특히 유비쿼터스 컴퓨팅이 가장 먼저 적용되리

라 예측되는 홈 네트워크에서는 상황 인지 기술을 이용한 다양한 서비스들이 제공될 전망이며, 이들 중 위치인지 기술을 이용한 서비스가 상황인지 기술의 핵심 기술로 부각되고 있다[1].

디지털 홈에서의 다양한 서비스 중 텔레비전 시청이나 영화 감상 등 멀티미디어 서비스가 주요한 서비

※ 교신저자(Corresponding Author): 김재현, 주소: 서울 서초구 방배4동 873-29(137-064), 전화: 02)599-4601, FAX: 02)599-4602, E-mail: acmoleg@gmail.com

접수일: 2005년 5월 9일, 완료일: 2005년 11월 28일

[†] (주) 플래넷 연구원

^{**} 인제대학교 컴퓨터공학부 겸임교수

(E-mail: simon@meta-biz.net)

^{***} 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

(E-mail: jtlee@pusan.ac.kr)

^{****} 정회원, 인제대학교 조교수

(E-mail: ichwang@inje.ac.kr)

※본 논문은 2005학년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임 (This work was supported by the 2005 Inje University research grant.)

스가 될 것으로 예측되고 있다. 이러한 멀티미디어 서비스는 상황인지 기술과 연계하여 서비스 될 수 있다[2]. 특히, 상황인지 기술 중 위치인지 기술과 연계하는 예를 들면, 사용자가 거실에서 텔레비전 시청 중 안방으로 이동 시, 사용자의 위치를 자동적으로 인지하여 시청하던 텔레비전 채널을 안방의 컴퓨터에서 끊임없는(seamless) 서비스를 제공한다. 이를 위해서는, 멀티미디어 서비스 이동 기술과 단말의 종류에 따라 성능에 적합한 서비스를 제공하여 주는 적용형 멀티미디어 서비스 기술이 필요하다. 적용형 멀티미디어 서비스 이동은 위치인지 기술과 연계하여, 사용자의 위치 정보에 따라 서비스 할 단말을 결정하고, 맥내 단말의 종류가 이질적이므로 결정된 단말의 특성에 따라 적합한 멀티미디어를 전송한다.

멀티미디어 서비스 이동을 지원하기 위한 연구는 다양하게 이루어져 왔다. 그러나 기존의 연구들에서는 동종 단말 간 멀티미디어 서비스 이동만을 고려하였고, 이종 단말 간 멀티미디어 서비스 이동은 고려하지 않았다. 그리고 사용자의 직접적인 제어로 이동을 제공하였고, 사용자의 상황에 맞게 사용자의 아무런 제어없이 자동으로 이동을 지원하는 지능형 서비스를 지원하지 않았다. 본 논문에서는 디지털 홈 환경에서 홈 네트워크를 통한 서비스 이동과 이질적인 단말 간 적용형 멀티미디어 서비스 이동을 에이전트를 이용한 지능형 서비스와, 상황 정보를 온톨로지 로 모델링하여 서비스를 도출하여 복잡한 상황 정보로 인한 서비스를 비교적 간단하게 추론할 수 있는 시스템을 제안하였다.

본 논문에서는 적용형 멀티미디어 서비스 이동을 지원하기 위해 에이전트 간 교섭 및 메시지를 교환하는 프로토타입 모델을 구현하였다. 에이전트는 Rule-Based의 JESS[3,4]를 이용하여 구현하였고, 다중 에이전트간 통신은 JADE[5]를 이용하여 구현하였다. 이들은 FIPA[6] 표준을 따라 설계되었다. 제안하는 시스템은 사용자가 직접적인 제어없이 사용자 위치에 따라 서비스가 이동하고 단말에 적합한 멀티미디어 서비스를 제공한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 연구에서의 제안 방법들과 문제점을 기술하고, 3장에서는 온톨로지 기반으로 에이전트를 설계하고, 에이전트를 이용한 적용형 멀티미디어 서비스 이동 모델을 설계하였다. 4장에서는 구현된 프로토타입 어

플리케이션을 이용하여 동작 실험을 기술하고, 5장에서는 결론 및 향후 과제에 대하여 기술한다.

2. 관련연구

본 장에서는 온톨로지와 에이전트에 대한 기초연구와 유비쿼터스 환경에서의 멀티미디어 서비스의 이동을 제공하여 주는 모델 및 시스템에 대하여 살펴본다.

2.1 온톨로지

온톨로지는 지식 공학에서 특정 영역(Domain) 내의 구성 요소들을 정의한 집합(개념화 : Conceptualizations)을 명확하게 표현하기 위한 것이다[7]. 예를 들면, 특정 영역을 자연어로, 구성 요소로는 동사, 명사, 형용사 등을, 개념화로는 구성 요소들의 집합으로 이루어진 추론 규칙(Rules)을 들 수 있다. 이런 규칙들은 영역 내에서 공유되고, KnowledgeBase 내의 정보들로 인해 명확하게 표현할 수 있다. KnowledgeBase는 일종의 데이터베이스로 온톨로지 로 모델링된 정보를 저장한다[8-13]. 온톨로지를 사용한 응용 시스템의 예로는 시멘틱 웹의 백본과 e-commerce 등이 있다[14-16].

홈 네트워크 환경에서는 모든 상황(사용자가 거실에 들어왔음 등)과 상황의 속성(사용자, 사용자의 위치, 조도, 온도, 습도, 시간 등)들을 특정 영역(홈) 내에 표현해야 하며, 이벤트 상황에 따라 속성 값들을 변화시키는 규칙이 필요하다. 규칙의 예로는 사용자가 거실로 들어왔을 때 조도, 온도, 시간에 따라 형광등을 켜고, 에어컨을 켜는 등의 서비스를 들 수 있다. 온톨로지를 이용하면 홈 네트워크 환경 내의 모든 상황들의 규칙으로 정립할 수 있으므로, 상황 추론 시스템 개발에 아주 유용하다.

2.2 에이전트

에이전트는 스스로 상황을 인지하고, 인지한 정보를 통해 상황을 추론하고, 스스로 행동하며, 타 에이전트와 통신을 수행한다. 또한, 에이전트는 사람의 행동이나 상황에 반응(Reactivity)하고, 전문적인 지식을 보유하고(Pro-activity), 추론(Reasoning) 및 학습(Learning ability)이 가능하고, 사람이 원하는

작업을 스스로(Autonomy) 행하고, 다중 에이전트간 협업(Social ability)하는 특징을 가지고 있다.

2.3 기존 연구의 문제점

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 서비스의 이동을 제공하여주는 모델 및 시스템은 이전부터 연구되어 왔다. UC Berkeley의 The ICEBERG (Internet-based core for Cellular networks Beyond the third Generation) 프로젝트[17,18]는 인터넷을 기반으로 다양한 플랫폼들과 서비스들을 이용자의 위치나 접속 네트워크의 범위와 무관하게 이용자의 개인적 취향이나 요구에 적응화된 데이터 서비스를 제공할 수 있다는 특징이 있으나, 사용자의 이동성을 보장하지 않으며, 지능형 서비스를 지원하지 않는다. MCCB(Multimedia Computing, Communications and Broadcasting)의 유비쿼터스 비디오[19]는 사용자 이동성을 지원함으로써 언제 어디서나 옮겨 다니면서 여러 터미널을 통해 끊임없이 연속적으로 비디오를 서비스 할 수 있는 특징이 있으나, 마찬가지로 이종 단말 간 서비스 이동이 되지 않는다는 단점이 있다.

상용 시스템 서비스 중에는 텔레비전 방송을 실시간으로 CD로 제작 가능한 TiVo사의 TiVoToGo[20] 어플리케이션과, 텔레비전 방송을 인터넷을 통한 스트리밍 서비스를 지원해주는 Sling Media 사의 SlingBox가 있다. 이 둘 시스템은 멀티미디어 서비스 이동을 지원하지만, TiVoToGo는 사용자가 직접 시디를 제작해야 하고 CD 롬이 장착된 단말 이외는 서비스를 받을 수 없는 단점이 있고, SlingBox는 지능형 서비스를 지원하지 않는 단점이 있다.

본 논문에서 제안한 시스템은 사용자가 이동하여도 지속적인 서비스가 가능하고, 상황인지 기술과 연계하였다. 특히, 기존연구에서 제공하지 않았던 이종 단말 간 멀티미디어 서비스 이동 지원하고, 에이전트에 온톨로지 기반의 추론엔진으로 지능형 서비스를 제공하였다.

3. 상황 추론 시스템의 설계

서비스 유동성(Service Mobility)은 서비스 선택(Service Selection), 서비스 이동(Service Migration), 서비스 적응화(Service Adaptation)로 분류할 수 있

다. 서비스 선택은 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있다. 첫째로 사용자가 직접 받고 싶은 서비스를 선택하여 요구하는 사용자 능동형 기법과 두 번째로 사용자의 행동패턴을 인지하여 사용자 상황에 따라 적절한 서비스를 제공하는 사용자 수동형 기법인 지능형 서비스가 있다. 서비스 이동은 사용자 현재 받고 있는 서비스를 타 단말로의 이동을 제공하는 것이며, 서비스 적응화는 서비스 이동 시 단말간 특성이 서로 상이한 경우 각 단말에 적합한 서비스를 제공하여 주는 것이다. 본 논문에서는 사용자 수동형 서비스 기법을 이용한 지능형 서비스 선택과 서비스 이동 및 서비스 적응화를 만족시키는 미들웨어 기능을 지원하기위해 온톨로지 기반으로 구현된 에이전트를 이용하여 사용자의 위치 정보에 따른 이종 단말 간 적응형 멀티미디어 서비스 이동을 제공한다.

3.1 에이전트 시스템의 구조

본 논문에서 제안한 에이전트 시스템은 FIPA 표준을 따르고 있다(그림 1). 에이전트가 동일 플랫폼 및 원격 플랫폼 내에 존재하는 에이전트와 통신하기 위해서는 최소한 하나의 플랫폼에 등록되어야 하며, 컨테이너 내에 소속되어야 한다. 특히, 이들 컨테이너 중 에이전트 관리(AMS), 에이전트 검색(DF), 에이전트 간의 통신 제공(ACC)을 담당하는 컨테이너를 메인컨테이너라고 한다. 메인 컨테이너는 플랫폼이 실행됨에 따라 처음으로 등록되는 컨테이너이다. 메인 컨테이너에는 에이전트 간 통신을 위한 환경을 제공하기 위해 다음과 같은 서비스를 제공한다.

- AMS(Agent Management Service) : 플랫폼 내의 각 에이전트들이 유일한 이름을 가지도록 해주는 네이밍 서비스(Naming Service)를 제공하고, 에이전

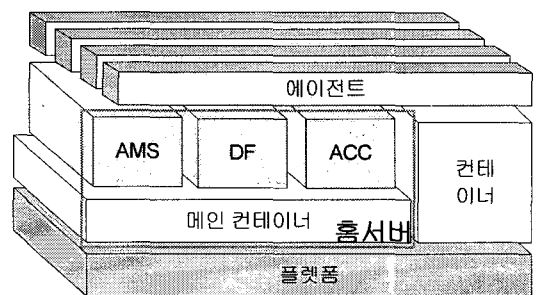


그림 1. 에이전트 시스템 구조

트 생성 및 제거를 하여 에이전트의 라이프 사이클(Life Cycle)을 관리한다,

- DF(Directory Facilitator) : 에이전트가 요구 하는 서비스를 제공하는 에이전트를 검색하는 옐로우 페이지(Yellow Page) 서비스를 제공한다.

- ACC(Agent Communication Channel) : 에이전트 간 상호 간섭 없이 원활한 통신을 제공한다.

에이전트 간 메시지 교환은 FIPA에서 제정된 ACL(Agent Communication Language) 메시지로 작성되어, 동일 플랫폼 및 원격 플랫폼 내의 에이전트가 송수신된다. ACL 메시지의 구조는 다음 그림 2와 같다.

ACL 메시지는 하나의 송신자(Sender)가 여러 수신자(Receivers)를 가질 수 있으며 메시지 내의 communicative-act 슬롯에 메시지의 형식(예, INFORM, CFP(Call for Proposal), PROPOSE, ACCEPT, REFUSE)을 정의한다. Content 슬롯에는 보내자 하는 메시지 정보(예, 상황 정보)를 넣어 전송한다.

3.2 에이전트 구조

본 논문에서 제안하는 온톨로지 기반의 에이전트는 그림 3과 같은 구조로 되어있다. 타 에이전트로부터 ACL 메시지를 받으면, 이를 온톨로지로 모델링하여 KnowledgeBase에 저장한다. 추론 엔진은 저장된 지식 기반 정보와 규칙(Rule)을 사용하여 들어온 메시지에 적합한 서비스를 도출하여 타 에이전트로 메시지를 전송한다.

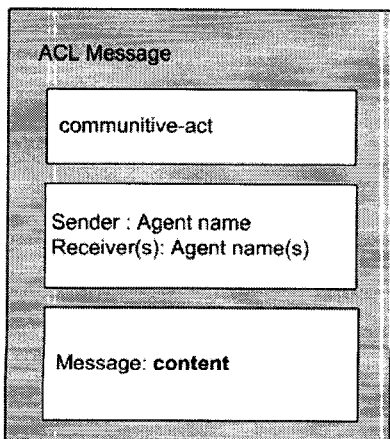


그림 2. ACL 메시지 구조

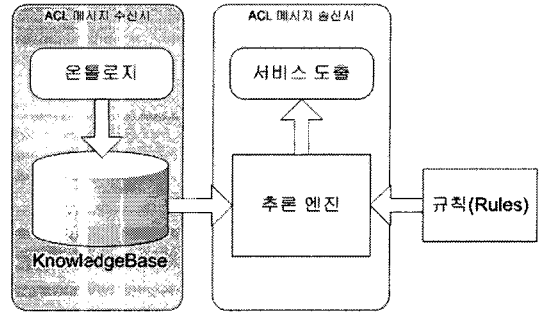


그림 3. 에이전트 구조

- KnowledgeBase : 온톨로지로 모델링 된 메시지를 저장하는 저장소 역할을 하며, 에이전트가 존재하는 디바이스의 메모리를 사용한다.

- 규칙 : 상황에 적합한 서비스를 도출하기 위한 역할을 하며, 여러 상황 조건 하에 제공되어 지는 서비스를 정의해 놓은 것이다.

- 추론 엔진 : 지식 기반의 정보를 규칙에 적용하여, 적합한 서비스를 추론한다.

3.3 에이전트 메시지 처리

에이전트의 메시지 처리 규칙은 그림 4와 같다. 에이전트는 ACL 메시지 수신하면, 메시지를 분석하여 메시지 내의 Communicative-act 슬롯의 내용이 무엇인지 확인한다. Communicative-act 슬롯의 종류에 따라 각각 다른 규칙을 수행하며, 각 규칙에 따라 메시지를 생성 및 전송한다.

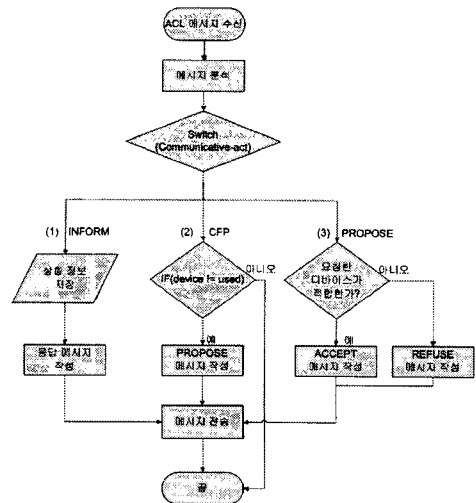


그림 4. 메시지 처리 규칙 개념도

(1) Communicative-act 슬롯이 INFORM인 경우: 먼저, 상황 정보를 저장한다. 저장되는 상황 정보는 ACL메시지 내의 Context 내의 사용자의 위치 및 디바이스 정보와, 송수신 에이전트 등을 Knowledge-Base에 저장한다. 그 다음 응답 메시지를 작성하여 전송한다.

(2) Communicative-act 슬롯이 CFP인 경우: 현재 메시지를 받은 디바이스 에이전트가 사용 중인지를 판단한다. 만일 사용할 수 있다면 사용 허가를 요구하는 PROPOSE 메시지를 작성하여 전송한다. 사용할 수 없는 경우에는 응답하지 않는다.

(3) Communicative-act 슬롯이 PROPOSE인 경우: 서비스를 요청한 디바이스 에이전트가 현재 서비스되고 있는 멀티미디어 서비스를 연계하는데 적합한지를 평가한다. PROPOSE 메시지를 보낸 디바이스 중 가장 적합한 디바이스에게는 ACCEPT 메시지를 작성하여 전송하고, 그 외 디바이스에게는 REFUSE 메시지를 작성하여 전송한다.

에이전트는 시스템 및 디바이스에 파견되어 시스템 및 디바이스에 해당되는 일부 규칙 또는 모든 규칙을 보유한다. 예로 디바이스에 파견된 에이전트는 제어를 담당하는 에이전트로 CFP 메시지를 받는 규칙과 ACCEPT 메시지를 받는 규칙만 보유한다.

메시지는 온톨로지로 모델링되어 KnowledgeBase에 저장된다. 이 온톨로지로부터 에이전트는 메시지 정보를 보유하게 되며, 이 정보는 온톨로지로 모델링된 형태로 KnowledgeBase에 저장된다. 예를 들어, 그림 5는 제어 에이전트가 INFORM 메시지를 받았을 때의 결과를 보여준다. 사용자가 거실에서 텔레비전 시청 중 방1(room1)로 이동하였으며, 방1에는 컴퓨터가 설치되어 있다.

먼저, 메시지는 타 에이전트로부터 "ACLMessage (INFORM, controlAgent, room1, pc, pcAgent)" 형태로 전송된다. 그 다음 수신한 에이전트가 이를 해석한다. 수신된 ACL메시지의 communicative-act 슬롯을 확인하여, INFORM 메시지로 분류한다.

다음으로 메시지를 온톨로지로 모델링한다. 첫 번째 단계로 수신된 메시지를 수신측(receiver), 상황정보(context), 송신측(sender)로 구분한다. 그 결과 컴퓨터 에이전트(pcAgent)로부터 제어 에이전트(controlAgent)로 사용자가 방1에 있으며, 방1에는 컴퓨터(pc)가 존재함을 알 수 있다. 제어 에이전트는

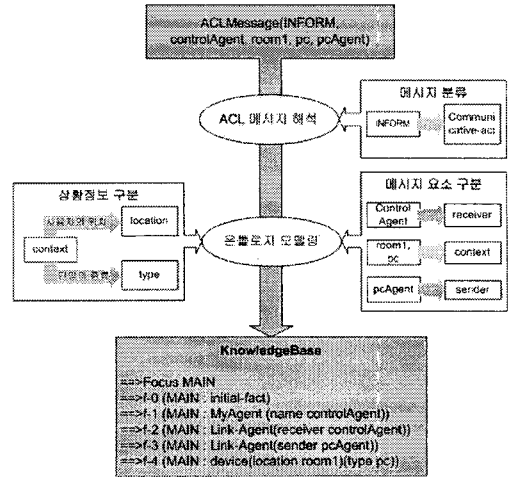


그림 5. 메시지가 KnowledgeBase에 저장되는 예

수신측이고, 컴퓨터 에이전트는 송신측이며, 사용자의 위치를 나타내는 방1과 방1 내의 컴퓨터가 상황 정보이다. 두 번째 단계로 상황 정보를 이용하여 사용자의 위치와 위치 내 단말의 종류를 구분한다. 상황 정보로부터 사용자의 위치(location)는 방1에 있으며, 방1 내 단말의 종류(type)는 컴퓨터로 구분된다.

이 온톨로지 모델링된 정보들은 에이전트의 KnowledgeBase에 저장된다. 저장된 정보는 초기화 데이터를 시작으로, 에이전트 자기 자신의 이름과 ACL 메시지로 인하여 연결된 에이전트들의 이름과 상황 정보로 구성되어진다.

3.4 시스템 구성 요소

제안하는 시스템은 다음과 같이 구성된다. 먼저 홈 서버 내 AMS, DF, ACC 서비스를 제공하는 메인 컨테이너가 플랫폼에 등록된다. 시스템은 위치인지 에이전트, 제어 에이전트, 디바이스 에이전트로 구성되며, 이들 에이전트는 각 방내의 컨테이너에 내장된다.

- 위치인지 에이전트 : 위치인지 에이전트는 위치인지 시스템으로부터의 위치 정보를 받아 현재 사용자의 위치를 계산하고, 그 결과를 이용하여 제어 에이전트로 전송한다.

- 제어 에이전트 : 홈 서버 내의 제어 에이전트는 위치 에이전트로부터 ACL 메시지를 전송 받아 현재 사용자의 위치를 인지하고, 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 사용자가 위치한 공간의 각 디바이스 에이전트들과 교섭 후, 단말을 선택하여, 선택된 단

말에 적합한 멀티미디어 서비스 이동을 제공한다.

- 디바이스 에이전트 : 디바이스 에이전트는 단말의 기본기능을 제어하고 제어 에이전트와 교섭하여, 적용형 멀티미디어 이동 서비스를 수행한다. 단말의 정보는 ACL메시지의 context 슬롯에 포함하여 제어 에이전트로 전송한다. 디바이스 에이전트는 PDA 에이전트, 텔레비전 에이전트, 컴퓨터 에이전트, 오디오 에이전트 등으로 분류되며, 맥 내에서 멀티미디어 서비스를 제공하는 정보가전들에 내장되어 있다.

3.5 에이전트 간 메시지 흐름 및 시스템 구성도

적용형 멀티미디어 서비스 이동을 지원하기 위한 상황 추론 시스템의 메시지 흐름 및 구성도는 그림 6과 같다.

먼저, 상황 추론 시스템의 구성을 살펴보자. 홈 네트워크를 구성하는 에이전트 플랫폼은 여러 개의 컨테이너로 구성되며, 컨테이너는 방이나 거실, 화장실과 같은 각 공간마다 설치된다. 홈 서버가 있는 공간의 컨테이너는 메인 컨테이너가 되며 AMS, DF, ACC서비스를 제공하는 역할을 하고, 메인 컨테이너에는 에이전트들을 제어하는 제어 에이전트가 있다. 각 방의 컨테이너 내에는 방에 존재하는 단말을 제어하기 위한 디바이스 에이전트를 내장하고 있다.

다음으로 에이전트간 메시지 흐름을 살펴보자.

(1) 사용자가 위치를 이동하면 위치 에이전트는 제어 에이전트에 사용자의 위치가 이동했음을 알려오는 INFORM 메시지를 전송하고, (2) 제어 에이전트는 사용자가 이동한 공간 내의 컨테이너에 소속된 각 디바이스 에이전트와 교섭하기 위하여 CFP메시지를 전송한다. (3) 가용 자원을 보유한 각 디바이스 에이전트는 제어 에이전트에게 PROPOSE 메시지를 전송하며, 이때 Context 슬롯에 단말의 컴퓨팅 능력

을 고려하여 지원 가능한 멀티미디어 서비스 타입을 ACL 메시지를 이용하여 전송한다.(4) 제어 에이전트는 PROPOSE 메시지를 전송한 단말들 중 현재 서비스 중인 멀티미디어 서비스와 가장 유사하게 또는 그 이상 지원 가능한 단말에 ACCEPT 메시지를 전송하고, 나머지 단말에게는 REFUSE 메시지를 전송한다. (5) ACCEPT 메시지를 받은 디바이스 에이전트, 예를들어 그림 6의 PDA 에이전트는 홈 서버의 멀티미디어 데이터베이스로부터 적합한 멀티미디어 서비스를 제공받아, 사용자는 이동한 공간에서 이전 공간에서 서비스 받던 멀티미디어 서비스를 이어 받을 수 있다.

멀티미디어 데이터베이스는 단말의 종류에 따라 멀티미디어 스트림을 적응적으로 제공하는 트랜스코딩(Transcoding)을 이용하여 단말의 컴퓨팅 능력이 좋을 때는 최적은 스트리밍 서비스를 제공하고 컴퓨팅 능력에 따라 차등화된 스트리밍 서비스를 제공한다.

4. 에이전트 시스템 프로토타입 구현

4.1 프로토타입 환경

프로토타입은 적용형 멀티미디어 서비스 이동을 확인하기 위해, 사용자가 이동한 공간의 단말의 디바이스 에이전트와 제어 에이전트 간의 ACL 메시지 교환을 확인하였다. 프로토타입 어플리케이션은 JESS 6.1p8q버전과 JADE 3.2 버전으로 구현하였다. JESS는 리스트 구조로 되어 있으며, LIPS과 유사하다. 이는 JAVA를 통해 호출할 수 있고, 온톨로지 기반의 규칙과 KnowledgeBase를 제공한다. JADE는 JAVA기반으로 FIPA 표준을 따르는 다중 에이전트 통신을 위해 제공되는 라이브러리로 AMS, DF, ACC 서비스를 제공하며, 터미 에이전트, 메시지 스니퍼링, DF 에이전트에 등록된 에이전트를 검색하는 어플리케이션을 제공한다. 본 논문에서 프로토타입의 환경은 단말의 실제 구현없이 가상 환경으로 구성하였고, 아래의 시나리오에 따른 상황 추론 엔진의 결과를 살펴보았다.

4.2 실험 시나리오

그림 7과 같이 거실에 텔레비전, 방1에는 컴퓨터, 방2에는 PDA, 방3에는 오디오가 설치되어 있다.

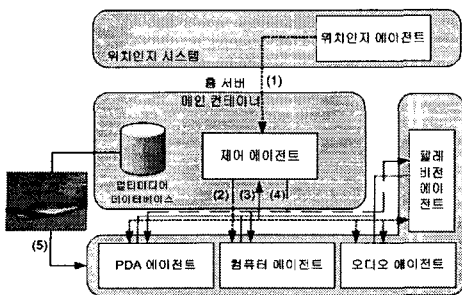


그림 6. ACL 메시지 흐름

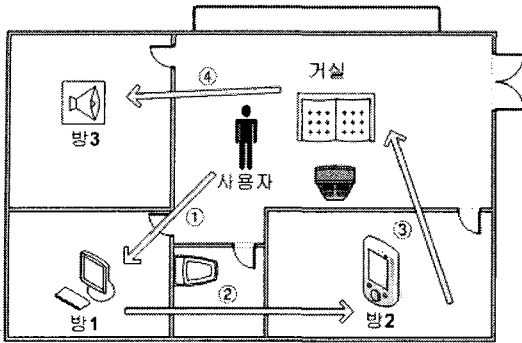


그림 7. 시나리오 평면도

① 사용자가 거실에서 텔레비전을 시청하다가 방 1로 이동한다. 방1에는 컴퓨터가 있어, 원래 시청 중인 텔레비전에서의 멀티미디어 서비스를 지속할 수 있다. 이 때 컴퓨터는 원래 서비스 받던 서비스를 수용할 수 있으므로 텔레비전에서 제공받던 멀티미디어 스트림을 그대로 지속한다.

② 사용자는 방1에서 나와 방2로 이동한다. 방2에는 PDA가 있으며, PDA 에이전트와 제어 에이전트 간 교섭에 의해 PDA로 멀티미디어 서비스를 지속한다. 이때 PDA는 원래 시청하는 컴퓨터의 멀티미디어 스트림을 수용할 수 없으므로 홈 서버에서는 PDA에 적합한 멀티미디어 스트림으로 트랜스 코딩하여 서비스를 지속한다.

③ 사용자가 방2에서 나와 거실로 이동한다. 거실에는 텔레비전이 있어, PDA에서 보던 멀티미디어 서비스를 텔레비전으로 지속할 수 있다. 이 때 텔레비전은 PDA에서 제공받던 멀티미디어 스트림 보다 더욱 고품질의 멀티미디어 스트림을 수용할 수 있으므로, 홈 서버에서는 텔레비전에 적합한 멀티미디어 스트림을 트랜스 코딩하여 서비스를 지속한다.

④ 사용자가 거실에서 방3으로 이동한다. 방 3에는 오디오가 있어, 텔레비전에서 제공받던 멀티미디어 스트림을 방 3의 오디오에서 지속한다. 이 때 오디오 에이전트와 제어 에이전트와 교섭하여, 오디오에서 제공 가능한 음성만 홈 서버의 멀티미디어 데이터베이스로부터 제공받아 서비스를 지속한다.

4.3 구현 결과

본 논문에서는 제어 에이전트와 디바이스 에이전트(텔레비전 에이전트, PDA 에이전트, 컴퓨터 에이전트, 오디오 에이전트)를 JESS를 이용하여 각각 구

현하였고, 위치인지 에이전트는 더미 에이전트로 구현하여, 사용자의 위치를 Context 내에 포함하여 ACL 메시지를 제어 에이전트로 전송하여, 각 에이전트의 동작을 확인하였다. 그리고 각 에이전트가 전송하는 ACL 메시지를 살펴보기 위하여, JADE에서 제공하는 메시지 스니퍼링 에이전트를 사용하였다.

위치인지 에이전트는 위치인지 서비스로부터 들어오는 정보를 이용하여 위치 정보를 온톨로지로 모델링하여 제어 에이전트로 정보를 보낸다. 위치인지 서비스와 직접 연동할 수 없으므로 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 JADE에서 제공하는 더미 에이전트를 사용하여 사용자가 직접 전송하여 위치 이동에 따른 결과를 살펴보았다.

제어 에이전트는 위치인지 에이전트로 부터의 위치 정보(INFORM)를 받는 경우, 디바이스 에이전트로 CFP 메시지를 보내는 경우, 디바이스 에이전트로부터 PROPOSE 메시지를 받아 PROPOSE 메시지를 보낸 디바이스 에이전트로 멀티미디어 서비스를 제공하여 주는 경우로 규칙을 정의 할 수 있다. 각 규칙은 다음과 같이 구현하였다.

```

;(1) 위치인지 에이전트로부터 위치 정보(INFORM) ;를
받은 경우
(defrule inform
  "위치인지 에이전트로부터 위치 정보를 받음"
  ?m<-(ACLMessage(communicative-act
  INFORM)(sender ?s)(content ?c) (receiver ?r))
  =>
  (assert=string-?c)~
  (retract ?m)
)

;(2) 디바이스 에이전트로 CFP 메시지를 보내는 경;우
(defrule send-inform
  "디바이스 에이전트에게 보낼 ACLMessage 생성"
  (MyAgent(name ?n))
  (room(roomname ?rn) (name ?a))
  =>
  (assert(ACLMessage (communicative-act CFP)
  (sender ?n) (receiver ?a)))
)

(defrule send-a-message
  "워킹 메모리의 메시지 전송"
  (MyAgent (name ?n))
  ?m<-(ACLMessage (sender ?n))
  =>
  (send ?m)
  (retract ?m)
)
    
```

```
;(3) 디바이스 에이전트로부터 PROPOSE 메시지를 ;반
아 PROPOSE 메시지를 보낸 디바이스 에이전트로 ;멀
티미디어 서비스를 제공하여 주는 경우
(defrule proposal
  "PROPOSE 메시지를 보낸 에이전트에게 멀티미디
  어 스트림 전송"
  ?m<-(ACLMessage(communicative-act
  PROPOSE)(sender ?s)(content ?c) (receiver ?r))
  =>
  (content PROPOSE_received))
  (retract ?m)
  (printout t ?c "에 적합한 멀티미디어 스트림을 전
  송합니다." crlf)
)
```

디바이스 에이전트는 제어 에이전트로부터 CFP 메시지를 받아, 제어 에이전트로 PROPOSE 메시지를 보내는 경우, 제어 에이전트에서 서비스 되어지는 디바이스로 선택되어 멀티미디어 스트림을 전송 받는 경우로 규칙을 정의 할 수 있다. 각 규칙은 다음과 같이 정의 하였다.

```
;(1) 제어 에이전트로부터 CFP 메시지를 받아
;PROPOSE 메시지를 보내는 경우
(defrule proposal
  "CFP 메시지를 받은 경우 PROPOSE 메시지 준비"
  ?m<-(ACLMessage(communicative-act
  CFP)(sender ?s)(content ?c)(receiver ?r))
  =>
  (assert(ACLMessage(communicative-act
  PROPOSE)(sender ?r)(receiver ?s) (content ?c)))
  (retract ?m)
)
;(2)제어 에이전트에서 서비스 되어지는 디바이스로 ;
선택되어 멀티미디어 스트림을 전송 받는 경우
(defrule infrom
  "제어에이전트로부터 적합한 멀티미디어 서비스를
  제공받아 서비스 시작"
  ?m<-(ACLMessage(communicative-act
  INFORM)(sender ?s)(content ?c) (receiver ?r))
  =>
  (printout t "단말에 적합한 멀티미디어 스트림 서비
  스 시작")
)
(defrule send-a-message
  "메시지 전송"
  (MyAgent (name ?n))
  ?m <- (ACLMessage (sender ?n))
  =>
  (send ?m)
  (retract ?m)
)
```

그림 8은 시나리오에 의한 각 에이전트들의 동작에 따른 메시지의 흐름을 보여준다. 홈 서버가 위치한 거실의 에이전트는 메인 컨테이너에 속해 있고, 방1의 에이전트는 컨테이너-1에, 방2의 에이전트는 컨테이너-2에, 방3의 에이전트는 컨테이너-3에 속해 있다. da0에이전트는 위치인지 에이전트로, 변경된 위치 정보(INFORM)를 제어 에이전트에게 전송한다. 제어 에이전트는 각 방의 컨테이너 내의 디바이스 에이전트와 교섭하여 (CFP, PROPOSE, INFORM 전송 및 수신) 선택된 디바이스는 홈 서버 내의 멀티미디어 데이터베이스로부터 적합한 멀티미디어 스트림을 수신하게 된다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

현재 멀티미디어 서비스 이동은 동종의 단말 간 멀티미디어 서비스 이동을 지원하고, 시스템이 지능적으로 상황을 판단하여 서비스를 제공하지는 못하고 있다. 상황 정보가 위치에만 한정된 간단한 상황인지 정보에 따른 서비스 제공은 일반적인 객체지향 언어로도 구현이 용이하나, 다양한 상황 인지 정보에 따른 서비스 제공은 구현에는 한계가 있다. 그리고 주변 상황에 따른 지능형 서비스로 사용자의 편의를 제공하는 지능형 홈 네트워크가 필요하다.

이러한 멀티미디어 서비스를 지능형으로 제공하는 등 지능형 홈 네트워크를 위하여 본 논문에서는 온톨로지 기반의 에이전트를 이용하여 적응형 멀티미디어 서비스 이동을 지원하는 미들웨어 시스템을 구현하였다. 제안하는 상황 추론 시스템에서는 지능형 서비스 제공을 위하여 에이전트를 사용하였고, 단말 내의 에이전트가 통신으로 이종 단말 간 멀티미디어 서비스 제공을 지원하였다. 상황 인지에 따른 서비스 제공을 위해 에이전트에 온톨로지를 적용하였으며, 이로 인해 앞으로의 상황 인지를 통한 추론엔진으로 다양하고 복잡한 서비스 도출에도 적용될 것이다. 본 논문에서는 FIPA표준을 따르는 JESS와 JADE를 이용하여 프로토타입을 제작하였고, 위치와 상황에 맞는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 에이전트 간 ACL 메시지 교환을 살펴보았다.

향후 연구방향으로는 홈 네트워킹 환경이나 유비쿼터스 환경은 단순한 위치 인지만이 아닌 복잡한 상황인지에 따른 서비스 도출이 필요하고, 뿐만 아니

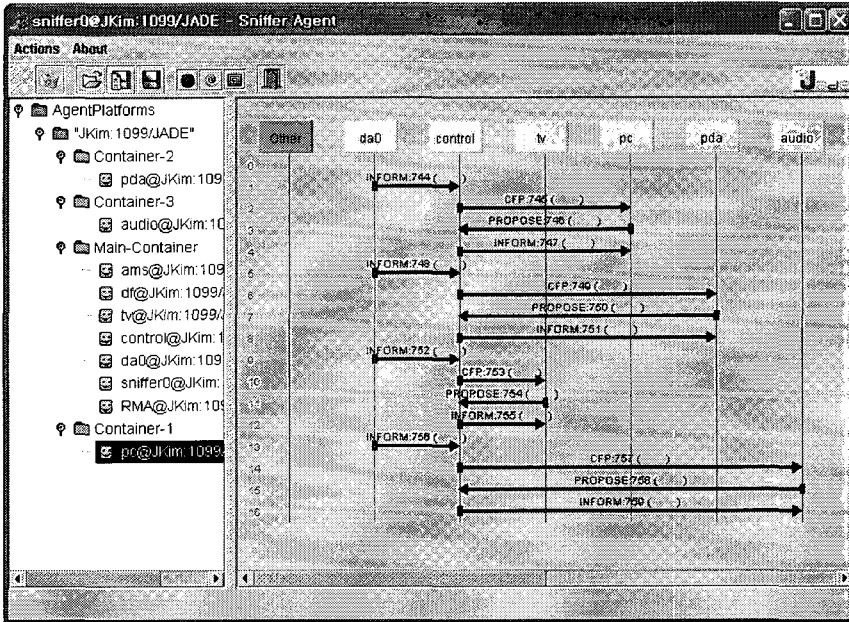


그림 8. ACL메시지 흐름도

라 에이전트가 사용자의 행동을 학습하고, 이를 바탕으로 KnowledgeBase와 규칙을 제공하여 상황을 추론하는 시스템 연구가 필요하며, 홈 오토메이션, 헬스케어 등의 분야에서도 온톨로지 기반의 상황 추론 기능을 탑재한 시스템 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] Henning Schulzrinne et al., "Ubiquitous Computing in Home Networks," *IEEE Communication Magazine*, Vol. 41, Issue 11, pp. 128-135, 2003.

[2] V. Kahmann and L. Wolf, "Collaborative media streaming in an in-home network," in *Proc. 2001 International Conference*, pp. 181-186, 2001.

[3] H. Eriksson, "Using JessTab to integrate Protege and Jess," *IEEE Intelligent System*, Vol. 18, Issue 2, pp. 43-50, 2003.

[4] E.J. Friedman-Hill, *Jess in Action: Java Rule-Based Systems*, Manning, Greenwich, 2003.

[5] E. Chen, D. Sabaz and W.A. Gruver, "Wireless distributed systems with JADE," in *Proc. IEEE International Conference*, Vol. 1 pp.

989-993, 2004.

[6] P. Charlton et al., "Evaluating the FIPA standards and their role in achieving cooperation in multi-agent systems," in *Proc. the 33rd Annual Hawaii International Conference*, Vol. 1, pp. 10, 2000.

[7] Bernaras, A. et al., "An ontology for fault diagnosis in electrical networks," in *Proc. ISAP '96*, pp. 199-203, 1996.

[8] N.F. Noy and M.A. Musen, "Ontology versioning in an ontology management framework," *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 19, Issue 4, pp 6-13, 2004.

[9] J. Tsujii, "Domain ontology and top-level ontology: how can we co-ordinate the two?," in *Proc. 2003 International Conference*, pp 814, 2003.

[10] S. Staab et al., "Why evaluate ontology technologies? Because it works!," *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 19, Issue 4, pp. 74-81, 2004.

[11] J.A. Miller et al., "Investigating ontologies for simulation modeling," in *Proc. 37th Annual*, pp 55-63, 2004.

[12] K.K. Breitman and J.C.S do Prado Leite,

"Ontology as a requirements engineering product," in *Proc. 11th IEEE International*, pp. 309-319, 2003.

- [13] ogy-based multiagent system for automatic process," in *Proc. IEEE CCECE 2003. Canadian Conference*, Vol. 2, pp. 721-724, 2003.
- [14] D. Gasevic et al., "From UML to ready-to-use OWL ontologies," in *Proc. 2004 2nd International IEEE Conference*, Vol. 2, pp. 485-490, 2004.
- [15] He Hu and Da-You Liu, "Learning OWL ontologies from free texts," in *Proc. 2004 International Conference*, Vol. 2, pp. 1233-1237, 2004.
- [16] A. Gomez-Perez, M. Fernandez-Lopez and O. Corcho, *Ontological Engineering: With Examples from the Areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, New York, 2003.
- [17] K. Lane et al., "Validation of synthetic aperture radar for iceberg detection in sea ice," in *Proc. IGARSS '04*, Vol. 1, pp 125-128, 2004.
- [18] Helen J. Wang at el, "ICEBERG: An Internet-core Network Architecture for Integrated Communications," *IEEE Personal Communications*, Vol. 7, Issue 4, pp. 10-19, 2000.
- [19] Seong joon Pak at el., "Agent-Based Multimedia Personacasting," in *Proc. International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT03)*, pp. 311-316, 2003.
- [20] S.M. Cherry, "The largest players rule the media playground," *IEEE Spectrum*, Vol. 39, Issue 7, pp. 32-33, 2002.



김 재 현

2004년 2월 인제대학교 전자정보통신공학부(공학사)
 2006년 2월 인제대학교 전자정보통신공학과(공학석사)
 2006년 2월~현재 (주)플레넷 연구원

관심분야 : 홈네트워크, 멀티미디어 서비스, 센서네트워크, 상황 추론



이 석 호

2000년 8월 부산대학교 컴퓨터공학 박사 수료
 1993년~1997년 한국전자통신연구원(ETRI) 통합망관리팀 선임연구원
 1997년~2000년 한국전자통신연구원(ETRI) SLA기술

팀 선임연구원
 2001년~2003년 한국전자통신연구원(ETRI) SLA기술팀 초빙연구원
 2001년~2004년 ㈜포인트코드 연구소장
 2005년~현재 ㈜포인트코드R&D, ㈜메타비즈 연구소장
 2001년~현재 한국인터넷정보학회 무선인터넷연구회 운영위원
 2005년~현재 한국통신학회 통신망운용관리연구회 운영위원
 2003년~현재 인제대학교 컴퓨터공학부 겸임교수
 관심분야 : 고속 TCP/IP chip, IPv6, Mobile IPv6, 유비쿼터스 컴퓨팅



이 정 태

1976년 2월 부산대학교 전자공학과 학사
 1983년 8월 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
 1989년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 박사

1977년 12월~1985년 2월 한국전자통신연구소 선임연구원
 1985년 3월~1988년 2월 동아대학교 공과대학 조교수
 1992년 8월~1993년 7월 일본 NTT 연구소 초빙 연구원
 1988년 3월~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : 고속 TCP/IP chip, IPv6, Mobile IPv6, 유비쿼터스 컴퓨팅



황 원 주

1998년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2000년 2월 부산대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2002년 9월 일본 오사카대학 정보시스템공학과(Ph.D)
 2002년 9월~현재 인제대학교 조

교수
 관심분야 : 센서네트워크, 데이터통신 지능형 인터넷 QoS