한국경영과학회/대한산업공학회 2003 춘계공동학술대회
2003 년 5 월 16 일-17 일 한동대학교(포항)

시멘틱 웹과 컨텍스트 기반의 모바일 서비스: 카네기멜론대학의 MyCampus 사례를 중심으로

권오병, 이주철
한동대학교 경영경제학부
kob@handong.edu

Abstract

시멘틱 웹은 전자거래의 지능화 및 자동화를 실현하기 위한 필수적인 요소로 인식되어가고 있다. 시멘틱 웹에서 사용자와 서비스 정보가 공유되고, 위치, 날씨, 일정과 같은 사용자의 컨텍스트 정보를 활용하여 모바일 장치를 통해 고부가가치의 개인화된 모바일 서비스를 제공하는 것은 그 유용성에 비하여 아직 실제 사용하는 사례가 드물었다. 본 논문에서는 카네기멜론대학에서 실제로 추진되었던 MyCampus 프로젝트에 참여한 경험을 바탕으로 시멘틱 웹과 컨텍스트 기반의 모바일 서비스의 구현 방법과 교훈들을 밝히고자 한다.

1. 서론

1.1 배경

수천만 개의 인터넷이용이 가능한 모바일 장치들을 기반으로 모바일 인터넷은 시간이 결정적인 역할을 할 때와 어떠한 목표를 찾을 때, 사용자의 의사결정을 도와줄 수 있는 새로운 모바일 애플리케이션과 서비스에 대한 많은 기회의 문을 열어주고 있다. 그러나 오늘날, 모바일 커머스에 대한 전망은 상대적으로 단순한 인포테인먼트 서비스 (infotainment service)에 집중되어 있다. 이러한 단순한 서비스를 지양하고 모바일 인터넷으로부터 생기는 기회들의 모든 이점을 취하기 위해서는 사용자가 작동하는 환경에서의 컨텍스트(예를 들어, 사용자의 위치, 사용자가 종사하는 활동, 그리고 사용자의 친구나 동료들이 누구인지 등의 사용자의 사회적 컨텍스트)를 이해할 수 있는 높은 수준의 자동화와 서비스의 개발을 통해 모바일 장치의 입출력 한계점을 극복해야 한다.

MyCampus 는 카네기멜론대학교 (Carnegie Mellon University) 캠퍼스에서 컨텍스트 기반 서비스를 위한 모바일 서비스 시스템이다. 이 환경은 증대하고 있는 맞춤형 에이전트, 즉 사용자가 여러 가지의 업무들 (예를 들어, 저녁약속계획하기, 스터디그룹 구성하기, 또는 도착하는 메시지 여과하기 등)을 수행하도록 도와주며 (반)자동적으로 인트라넷과 인터넷 서비스에 접속할 수 있는 에이전트의 집단에 초점을 맞춘다.

1.2 컨텍스트 기반의 에이전트

사용자는 자신의 모든 요구사항을 사용하는 장치에게 타이핑하거나, 말하거나, 또는 신속히 행동을 취하여 충분히 의사전달을 할 수가 없다. 사용자는 또한 자신들이 얻기 원했던 모든 정보들을 읽거나

들을 수도 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 아래와 같은 중요한 사안이 고려되어야 한다.

1. 단지 사용자가 어디에 있는지 뿐만 아니라, 사용자가 무엇을 하고 있거나, 무엇을 성취하려고 하는지, 그리고 누구와 함께 하려고 하는지 등, 사용자가 장치를 사용하는 상황 안에서의 컨텍스트를 제약조건과 선호도에 따라 획득하는 것.
2. 이 정보를 갖춘 상태에서, 사용자가 성가신 메시지를 여과하는 것에서부터 친구와 저녁 약속을 계획하는 것, 또는 학우들과 함께 스터디 그룹을 구성하는 것에 이르기까지의 여러 가지 업무를 함에 있어서 사용자를 도와줄 에이전트를 선택적으로 활성화 시키는 것.

1.3 컨텍스트 기반 모바일 서비스

캠퍼스는 일상 생활이 있는 하나의 자그마한 세상이다. 커뮤니티의 구성원들은 일과 공부하는 것에서부터 사회생활, 운동, 여러 행사 참여, 쇼핑, 식사 등 넓은 활동의 범주와 연관된다. 이러한 활동들에 대한 적합한 정보는 다양한 온라인 서비스를 통해 접근이 가능하다. 기숙사에 살고 있는 학생들은 종종 며칠 또는 그보다 더 긴 시간을 캠퍼스를 떠나지 않고 그 안에서만 생활을 한다. 인터넷 서비스와 관련된 캠퍼스 생활의 다양성과 캠퍼스에 있는 커뮤니티의 여러 구성원들에 의해 소비된 시간은 컨텍스트 어웨어 모바일 서비스를 제공하는 환경을 더욱 풍성하게 해 준다.

이러한 사용자 환경에서 매일의 캠퍼스 생활을 향상시키는 데에 초점을 둔 컨텍스트 어웨어 모바일 서비스를 위한 시맨틱 웹 환경 프로토타입을 개발하였다. 카네기멜론의 무선랜에 기반을 둔 PDA 로부터 접근이 가능해지도록 만들어진 서비스는 위치 정보(무선랜을 기반으로 한 위치추적기술을 이용), 스케줄 정보, 기상 정보, 컨텍스트 기반 선호도(예를 들어, "수업 시간일 때에는, 홍보용 메시지로 인한 방해를 받고 싶지 않다", "비가 내릴 때에는, 나는 밖에 나가고 싶지 않다", "날씨가 맑고 4 시가 지났다면, 나는 내가 있는 캠퍼스에서 나의 배구팀 구성원들을 볼 수 있어 행복하다")를 포함한 개인 선호도와 사회적 컨텍스트 정보를 결합시킨다. DARPA 의 다른 DAML 프로젝트 작업에 기초를 둔 이 프로토타입은 온톨로지와 편집 툴의 세가지 타입 개발을 포함하고 있다.

- 컨텍스트 온톨로지
- 사용자 온톨로지
- 서비스 온톨로지

이 프로젝트의 중요한 목적은 사용자에 의해 구체화될 필요성이 있는 정보의 양을 최소화 하도록 도와주는 사용자 맞춤이 가능한 온톨로지들과 편집 툴을 개발하는 데에 있다.

2. 시스템 아키텍처

2.1 주요 특성

모듈성(Modularity): 자주 상호작용을 하는 서로 다른 여러 소프트웨어 컴포넌트와 연관되어 시스템이 상당히 복잡할 때, 디자인은 모듈들로 구성이 되어야 시스템에

있는 개별적인 모듈들의 추가, 업그레이드, 수정, 또는 교체가 쉬워진다.

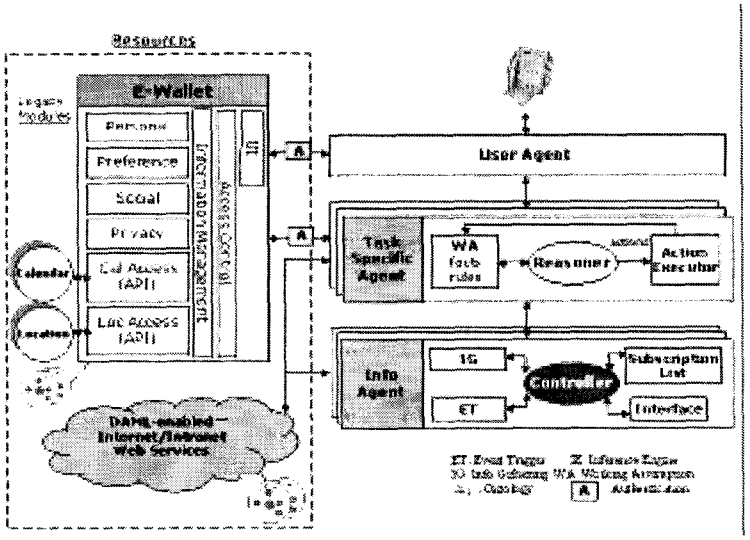
범위성(Scalability): 여러 가지 업무를 위해 에이전트들이 새로이 개발될 때, 기본적인 아키텍처는 그 새로운 에이전트들을 지원해야 한다. 에이전트들은 다른 에이전트들, 그리고 기존의 아키텍처와 함께 고르게 업무를 할 수 있어야 한다.

가용성(Usability): 모바일 장치의 입력방법의 한계점, 사용자 인터페이스 (작은 스크린), 그리고 사용자의 요구사항에 대한 시간한정적인 성질(time-critical nature)과 같은 가용성 문제들을 해결하는 능력은 시스템 디자인에 있어서 하나의 주요한 추진인자이다.

개인화(Personalization): 여러 정적, 동적 프로파일의 사용과 재사용은 이 시스템으로 하여금 사용자에게 적합한 서비스를 제공하도록 해 주는 강력한 작동인자이다.

의사소통(Communication): 시스템은 사용자를 대신하여 업무를 수행하는 하나의 에이전트 셋으로 구성되어 있다. 이러한 에이전트들은 부가가치 모바일 서비스를 제공하기 위해 시스템의 나머지 부분과 고르게 의사소통을 해야 한다. 분산화된 환경에서의 정보 교환을 위한 의사소통 프로토콜이 고려되어야 한다.

보안(Security): 시스템은 민감한 개인정보를 보호하기 위해 사용자 정의 승인제를 지속해야 한다. 시스템에서 사용자 자신들이 제공한 정보가 안전하게 저장되고 보호되고 있음을 사용자로 하여금 확신하도록 하는 것이 중요하다.



<그림 1> MyCampus 프로젝트를 위한 전체적인 아키텍처

MyCampus 시스템의 아키텍처는 그림 1 과 같다. 이 시스템은 컨텍스트 어웨어 모바일 서비스를 사용자에게 제공하는 클라이언트-서버 아키텍처를 포함한다. 일반적으로, 사용자는 Windows CE 플랫폼 상에서 운영되는 무선랜탑재 PDA 를 사용함으로써 서비스에 접근할 수 있다. PDA 는 로컬 802.11 무선 네트워크에 연결하여 다양한 TSA(Task Specific Agent)와 E-Wallet 이 있는 한 대 혹은

여러 대의 서버와 의사소통을 한다. 여기서 TSA 란 자신의 고객을 위하여 자율적으로 특정의 서비스를 수행하는 에이전트를 의미하며, 단순히 정보만을 전달하는 IA(Information Agent)와는 분리되는 것이다. PDA 상의 웹 브라우저(PocketIE)와 서버의 JSP 페이지를 통해서 사용자는 1)자신의 TSA 들을 시작할 수 있고, 2)서버에 있는 자신의 개인 E-Wallet 을 불러들이거나 갱신할 수 있다. E-Wallet 은 사용자가 접속했을 때의 컨텍스트와 선호도 정보를 저장하고 제공하는 가상의 저장소와 같은 기능을 한다. 거기에는 사용자를 대신하여 스스로 특정업무를 수행하는 TSA 들이 있다. 이외에도 전통적인 에이전트 기반의 다양한 웹서비스가 있다. 이 웹서비스는 TSA 들이 자신들의 업무를 수행하기 위해 사용하는 웹서비스이다. 시스템에서 지식을 표현하고, 공유하고, 그리고 재사용하는 것은 여러 영역에서 온톨로지를 창조해내고 사용함으로써 가능해진다.

2.2 구성 요소

2.2.1 E-Wallet

제안된 아키텍처는 달력, 위치, 사회적 정보와 같은 사용자의 컨텍스트 속성을 불러들이고 갱신하기 위해 에이전트들이 접근하는 E-Wallet 과 음식 선호도, 가격 선호도, 그리고 메시지 여과 선호도와 같은 하나의 정적·컨텍스트 사용자 선호도의 셋으로 이루어진다. E-Wallet 은 TSA 들이 필요로 하는 다양한 정보를 지원한다. 한 사용자는 접근통제모듈 (Access Control Module)을 통해서, 누가 어떠한 상황에서 어떤 정보에 접근할 수 있는지 상세화 되어 있는 사적인 프로파일을 통해서 다른 에이전트들과 다른 사용자들이 그 사용자의 E-Wallet 에 접근하는 것을 통제할 수 있다. 예를 들어, 한 사용자는 자신의 협력자 또는 그들 각각의 에이전트로 증명된 사람들에게 승인을 해 주어 주중의 오전 8 시부터 오후 5 시 사이에 관한 자신의 달력 정보에 접근할 수 있게 할 수 있다. 그 밖에도 TSA 들이 필요로 하는 이벤트기반 정보를 만족시키는 정보관리모듈이 있다.

2.2.2 웹 서비스 (Web Services)

에이전트는 내부 자원 외에도 존재하고 있는 기존의 웹서비스 또는 "에이전트 기반의" 웹서비스로부터 외부 자원으로 접근을 한다. 이러한 외부 자원들은 MyCampus 시맨틱 웹 환경을 풍성하게 해 준다. 몇 가지 예를 들어보자.

- 레스토랑 탐색 웹 서비스: 레스토랑 서비스는 다양한 레스토랑에 대해 기술된 서비스를 토대로 레스토랑을 검색하여 적절한 곳으로 안내하는 정보를 제공한다. 업종, 위치, 그리고 영업시간과 같은 정보가 검색 가능하다.
- 기상 웹 서비스: 기상 웹서비스는 사용자의 현재 위치(우편번호 사용)에 대하여 현재 날씨 또는 예상 날씨 정보를 얻기 위해 사용할 수 있다.
- 거리 측정 웹 서비스: 캠퍼스에 있는 어떤 두 개의 주어진 건물 사이의 거리는 건물들의 좌표를 나타내는 미리 정해진 x 축과 y 축을 토대로 측정될 수 있다.

앞으로, 만약 사용되는 서비스들이 DAML-enabled 웹서비스라면, 에이전트는 서비스 프로파일, 서비스 모델과 서비스 그라운딩과 같은 서비스에 대한 시맨틱 마크업을 기반으로 하여 스스로 서비스를 발견하고 실행할 수 있다.

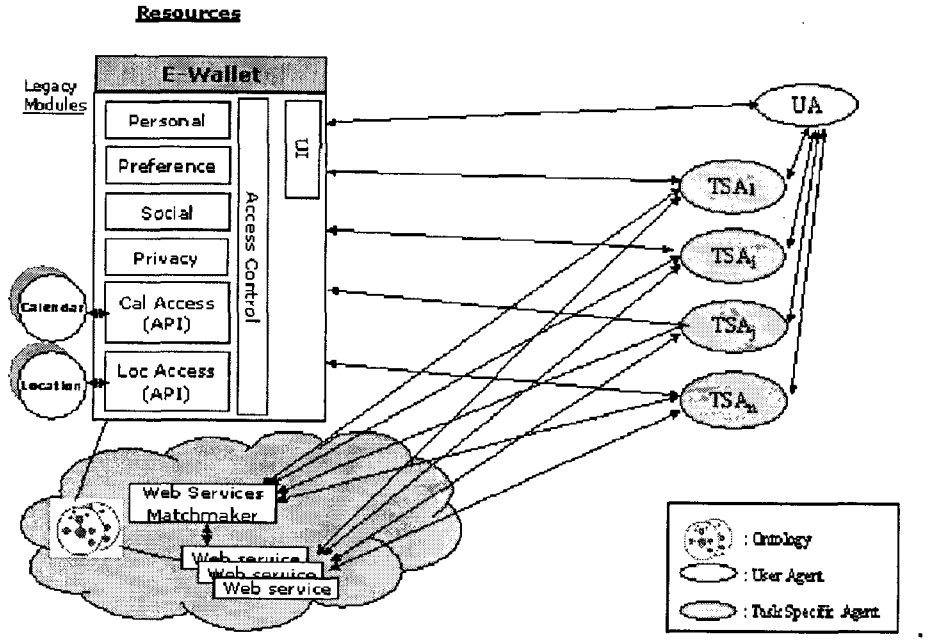
2.2.3 온톨로지(Ontology)

내부 자원과 외부 자원 모두에 관련된 지식의 재사용과 공유는 온톨로지에 의해 가능해진다. 온톨로지는 한 영역에 대한 개념과 그들의 관계를 표현한 공식적인 기술이다. 온톨로지는 E-Wallet 안에 있는 달력, 위치, 선호도, 그리고 사회에 관한 프로파일과 같은 컨텍스트 정보를 위해서, 영역에 관한 지식(사용자 컨텍스트, 사용자 제약선, 그리고 사용자 선호도)을 에이전트가 이해하고 처리할 수 있는 자원의 형태로 변형시켜주는 역할을 하고자 만들어진다. 온톨로지는 웹서비스에 적합한 개념과 관계를 기호화하기 위해 시맨틱 웹에서 쓰이기도 한다.

2.2.4 업무수행 에이전트(Task-Specific Agent: TSA)

웹서비스에 시맨틱 마크업과 컨텍스트 온톨로지가 풍부해지도록 영향을 미칠 수 있는, 쉽게 사용자 맞춤이 가능한 컨텍스트 인식 에이전트들의 한 집합체가 전체적인 아키텍처에서 결정적인 역할을 한다. 각각의 에이전트는 미리 입력되어 정의된 효력 있는 가정 하에서 사용자를 대신하여 특정한 업무를 수행하도록 디자인 된다. 에이전트는 다양한 자원과 온톨리지에 접근하여 그들의 업무수행에 필수적인 논리(logic)들을 제공한다.

사용자가 처음으로 새로운 컨텍스트 어웨어 서비스에 접하게 되었을 때, TSA 에 대한 개인정보가 만들어진다.



<그림 2> 사용자 에이전트와 업무수행 에이전트, 웹서비스, E-Wallet 과의 관계

3. 웹 서비스

3.1 서비스 설명(Service Description)

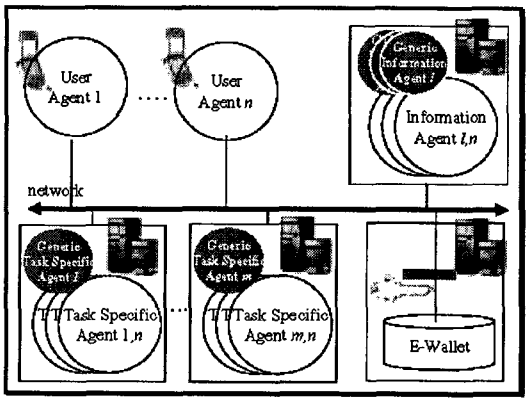
서비스 설명은 에이전트로 하여금 웹서비스의 상세한 것(네트워크 주소, 포트 번호, 입력 매개변수, 출력 메시지 등)들을 알게 해 주고, 이 웹서비스와 상호작용을 하게 해 준다. 일반적으로 산업분야에 의해 개발된 WSDL(Web Services Description Language)과 학문분야에 의해 개발된 DAML-S 는 서비스 기술 언어의 표준이 될 가능성이 매우 높다. WSDL 은 UDDI 레지스트리와 밀접한 관련이 있고, 배치(deployment) 방법이 명확하게 정의된다. 반면에, DAML-S 의 배치방법은 명확하지 않지만, DAML-S 은 WSDL 이 가지고 있지 않은 시맨틱 설명을 표현하는 기능을 가지고 있다.

WSDL 은 웹서비스를 기술하기 위한 XML 언어이다. WSDL 서비스 설명을 사용하면서, 사용자는 연산과 메시지, 프로토콜 바인딩, 네트워크 종단점 명세서(network endpoint specification)와 같은 웹서비스를 정의 내릴 수 있다. 웹서비스를 설명하기 위해서, WSDL 은 서비스 인터페이스(service interface)와 서비스 실행(service implementations), 이 두 가지 타입의 문서들을 포함한다. 서비스 인터페이스 문서에서는 타입, 임포트(import), 메시지, 포트타입, 그리고 웹서비스의 속성 바인딩을 정의 내린다. 서비스 실행 문서에서는 메시지와 웹서비스의 포트타입속성들을 정의 내린다.

4. 에이전트

4.1 에이전트 아키텍처

아래의 그림 3 은 이 시스템의 하이레벨 에이전트 아키텍처를 보여준다.



<그림3> 에이전트 아키텍처

사용자 에이전트는 사용자에게 반응하는 모바일 장치에 존재하고, 무선 네트워크 커넥션을 통해서 다른 서버들과 의사소통을 한다. 한 사용자의 E-Wallet 은 개인과 관련된 정보들에 접근할 수 있는 인증과 허가 기능을 가지는 URI 주소의 목록에 의해 자원들로 표현된다. 사용자는 자신의 개인전용 TSA 들을 가질 것이다. 현실 상황에서는 TSA 가 대단히 분산되어 있을 것이다. 그러므로, 이러한 에이전트들이 서로 다른 여러 서버들에 존재할 수 있다.

5. 구현 예: Restaurant Concierge Agent (RCA)

RCA 는 웹상에 공개된 사용자의 선호도와 컨텍스트 정보를 활용하여, 마찬가지로 웹상에 존재하는 레스토랑 정보를 통해 사용자에게 가장 적절한

후보자를 추천하는 모바일 서비스를 위한 에이전트이다.

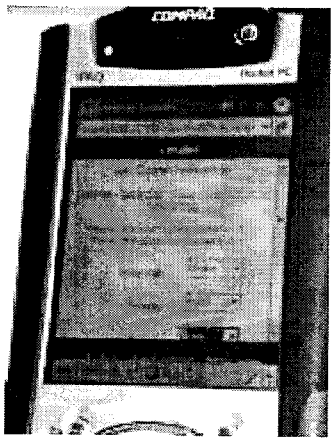
5.1 입력(Input)

그림 4 는 MyCampus 에서 사용자가 이동 중에 자신의 프로파일, 각종 정적인 선호도 들을 입력하도록 하는 장면을 보여주고 있다.

레스토랑 정보(Restaurant Information): 설계된 레스토랑 데이터는 정보에이전트(IA)에 의해 자동으로 업데이트 된다. 이 IA 는 찾고 있는 레스토랑의 유형, 그리고 RCA 의 지식 베이스를 업데이트하는 빈도와 같은 확실한 매개변수들을 받게 될 것이다.

컨텍스트(Context): 사용자의 컨텍스트는 DAML+OIL 을 이용한 사용자의 E-Wallet 을 통해 접근된다.

선호도(Preferences): 사용자의 선호도 또한 DAML+OIL 을 이용한 사용자의 E-Wallet 을 통해 접근된다.



<그림 4> PDA 에서의 음식유형 선호도 스크린

5.2 추론(Reasoning)

RCA 는 사용자가 찾을 만한 이상적인 레스토랑 3 곳을 찾기 위해 사용자의 개인정보 (컨텍스트와 선호도)를 이용해야만 한다. 여기에서 추론 과정을 구현하고자 고려하고 있는 두 가지의 알고리즘이 있다.

알고리즘 1. 여과(Filter). 점수(Score). 분류(Sort).

여과(Filter): 첫 번째 단계는 절대조건들을 사용하여 여과하는 것이다. 절대조건의 예는 "현재 문을 열지 않은 레스토랑들" 과 같다. RCA 는 사용자에게 문을 닫을 레스토랑을 추천하면 절대 안 된다.

점수(Score): 두 번째 단계는 여과과정을 거친 후 잔존하는 각각의 레스토랑에 두 가지 요인에 근거하여 점수를 주는 것이다. 첫 번째 요인은 사용자의 선호도이다. 두 번째 요인은 사용자가 이미 입력한 속성에 대한 중요도 순위이다. 예를 들어, 사용자는 "가격" 이 "음식종류" 보다 더 중요하다고 표시할 수 있다. 음식종류에 대한 사용자의 선호도를 만족시키는 레스토랑보다 사용자의 가격 제약선 안에 있는 레스토랑들에게 더 높은 점수를 줌으로써, 점수는 이 선호도를 반영하게 될 것이다. 모든 레스토랑은 사용자의 선호도에 대한 각각의 속성을 통해 점수를 얻으면서, 이러한 방식으로 점수가 매겨질 것이다.

분류(Sort): 마지막 단계는 레스토랑을 점수에 따라 분류하는 것이다. 가장 높은 점수를 지닌 레스토랑은 해당 사용자에게 가장 이상적인 레스토랑이 될 것이다.

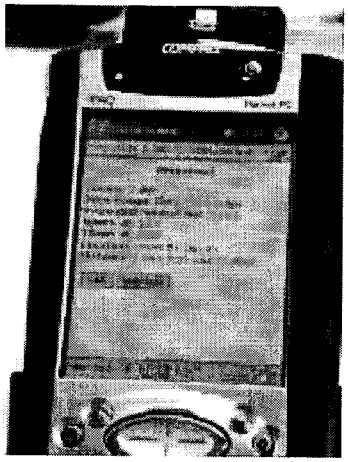
알고리즘 2. 반복 여과(Recursive Filtering).

에이전트는 각각의 속성에 따라서 전체 레스토랑을 여과한다. 각각의 속성은

요구사항에 부합되지 않는 레스토랑을 삭제하는 규칙들을 가지고 있다. 각 규칙의 주요한 특징은 속성에 대한 사용자의 중요도 순위에 대해 반응한다.

5.3 출력 (Output)

아래 그림 5 는 RCA 에이전트가 제시하는 추천된 레스토랑을 보여주는 예이다. 먼저 3~4 개 정도의 레스토랑을 추천하고 자세한 정보를 원하면 그림 5 와 같은 화면이 나오며, 사용자가 선택하면 그 정보는 데이터베이스에 저장되어, 향후 학습을 통한 추론에 활용하게 된다.



<그림 5> 선택한 레스토랑에 대한 정보

6. 결론 및 추후 연구방향

현재 구축된 MyCampus ver1.0 은 실행에 있어서 속도의 문제를 가지고 있다. 특히 UDDI 로부터 서비스 정보를 획득하고, DAML 형태의 온톨로지 인스턴스 파일들을 파싱하여 활용하는데 있어서 반응속도가 늦은 것으로 측정된다.

온톨로지 파일을 파싱하여 의미를 파악함에 있어 아직은 온톨로지 내용의 자유로운 변경을 허용하지 않고 있다. 온톨로지 변경관리에 대한 기능이 추가되어야 한다.

사용자 자원을 공개하는 것을 DAML+OIL 로 웹상에서 하였는데, 아직 정보가 불특정 다수인들에게 개방되고 있다. 기술적으로 보안은 가능하나, 그러한 경우 공개의 원칙을 가진 시멘틱 웹의 정신에 어느 정도 대치되는 모순을 가지기도 한다. 또한 웹서비스의 에이전트로서의 능력 향상과 상호 협동 모형도 개발될 필요가 있는 과제이다.

그래서 다음은 앞으로 고려해야 할 이슈들이다.

- 에이전트 기반 웹 서비스
- 개인 정보의 보안문제
- 온톨로지 변경 관리
- 학습기능이 추가된 에이전트
- 웹 서비스 통합적 활용
- 성능 최적화
- 이질적 에이전트간의 협동