

## 유비쿼터스 환경을 위한 OSGi 기반 상황 인식 서비스 아키텍처의 설계 및 구현\*

안명환<sup>0</sup> 김대현 권준희  
경기대학교 정보과학부

{eritaka<sup>0</sup>, kepricon}@gmail.com, kwonjh@kyonggi.ac.kr

### Design and Implementation of OSGi-based Context-aware Service Architecture in Ubiquitous Environment

Myounghwan Ahn<sup>0</sup>, Daehyun Kim, Joonhee Kwon  
Dept. of Computer Science, Kyonggi University

#### 요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 상황을 인식하여 이에 적절한 서비스를 제공하는 상황 인식 어플리케이션이 요구된다. 그러나 상황 인식 서비스의 개발은 이질적인 유비쿼터스 환경의 특성에 기인하여 적절한 인프라의 지원 없이는 매우 복잡하고 시간이 많이 소요되는 작업이다. 본 논문에서는 이질적인 환경 하에서 상황 인식 어플리케이션을 개발할 수 있도록 하기 위해 OSGi 플랫폼과 시맨틱 웹 기술을 기반으로 한 상황 인식 서비스 아키텍처를 제안하고 구현한다.

#### 1. 서 론

최근 컴퓨팅 기술과 네트워크 기술의 급격한 발전으로 인해 새로운 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 대두되기 시작하였다. 유비쿼터스 환경 하에서 컴퓨팅 개체들은 보다 나은 서비스를 제공하기 위해 상황 인식 기술을 사용하게 되었다. 이에 따라 시간, 위치와 같이 직관적인 상황 정보로부터 날씨 정보나 주식 시세와 같은 상황 정보에 이르기까지 여러 상황 정보를 사용한 상황 인식 서비스의 개발이 진행되어 왔다[1]. 그러나, 그 동안의 상황 인식 서비스에 대한 연구는 유비쿼터스 환경 하의 이질적 시스템 특성에 기인한 의미적 상호 호환성 문제가 간과되어왔다. 의미적 상호호환성을 위해 상황 정보의 정형화된 표현, 상황 정보 공유 등에 대한 공통의 상황 정보 모델링의 필요성을 이끌어내게 되었다. 즉, 상황 정보에 대한 접근성을 향상시키고 지식에 대한 공통적 이해를 통해 해당 어플리케이션에 의존적인 기존의 서비스 특성을 극복하여 사람과 컴퓨터간의 상호 작용성을 높인 지능적이고 유용한 서비스가 가능하게 되었다.

유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 최근 홈 네트워크와 텔레매틱스 분야에서 현실화되고 있으나 쉽게 적용하기 어려운 현실적인 문제가 있다. 예를 들어, 홈 네트워크는 크게 제어 네트워크, 데이터 네트워크, A/V 네트워크로 구성되는데, 각 네트워크에서 하나의 프로토콜이나 특정한 물리 계층만으로 통신을 하기는 매우 어렵다. 따라서 다양한 물리 계층에 대한 특성을 반영하여 서로 다른 기기들끼리 연결하기 위한 미들웨어에 대한 요구가 증가하고 있는 것이다. 이러한 기술로는 현재 UPnP, Jini, Havi 등이 대표적인 예이다. 그러나, 하나의 미들웨어가 모든 네트워크를 담당하여 관리, 통신할 수 없으므로 여러 개의 미들웨어를 사용하는 것이 산재한 문제들을 쉽게 풀어나갈 수 있는 방법이다. 이러한 여러 미들웨어를 수용하기 위해 OSGi(Open Service Gateway Initiative) 플랫폼이 등장하게 되었으며 그 역할은 서비스를 로컬 네트워크나 장비에게 전달하고 전달된 서비스가 운용되는 개

방적 표준을 만드는 데 있다[2]. 이러한 필요성에 기인하여 최근 홈 네트워크와 텔레매틱스 분야에서는 OSGi가 표준 플랫폼으로 각광을 받고 있다.

상황 인식 어플리케이션의 개발은 이질적인 유비쿼터스 환경의 특성에 기인하여 적절한 인프라의 지원 없이는 매우 복잡하고 시간이 많이 소요되는 작업이다[3]. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 이질적인 환경 하에서 상황 인식 어플리케이션을 개발할 수 있도록 하기 위한 상황 인식 서비스 아키텍처를 제안하고 구현한다. 제안한 아키텍처는 지식의 공유와 재사용을 가능하게 하기 위해 온톨로지 기반의 상황 및 서비스 모델링과, 유비쿼터스의 이질적 환경에 대한 상호호환성을 위해 웹 서비스를 사용하였다. 또한, 플랫폼 독립적이며 이기종간 호환성이 가능한 OSGi 서비스 플랫폼을 채택하여 이를 상황 인식 서비스에 적절하도록 아키텍처를 설계하고 구현하였다.

본 논문은 2장에서 우리의 상황 인식 서비스 아키텍처의 기반이 되는 연구들을 설명하고 3장에서 본 논문에서 제시하는 핵심 상황 인식 서비스 아키텍처를 설명한다. 4장에서는 제시된 상황 인식 서비스 아키텍처를 구현하고 마지막 5장에서 결론을 서술하였다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 상황 인식 서비스 플랫폼

상황 인식 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅에서 핵심적인 기술로 상황을 이용하여 사용자에게 보다 나은 서비스를 제공할 수 있는 기술이다. 이러한 상황 인식 응용을 위한 플랫폼에 대한 많은 연구가 진행 되었으며 여러 상황 인식 프레임워크가 제안되었다. 메릴랜드 대학의 CoBrA(Context Broker Architecture)는 상황 인식 에이전트 개발 비용과 노력을 감소시키는데 목적이 있다[4]. 그러나, 다양한 장치에 대한 가용성이 부족하여 유비쿼터스 네트워크 환경의 특성을 고려한 개방형 플랫폼으로서 부족하

\* 이 논문은 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(R04-2004-000-10056-0)

다고 할 수 있다. 이러한 문제점을 극복한 또 다른 연구로는 OSGi 기반의 상황 인식 응용을 위한 인프라인 SOCAM(Service-oriented context-aware middleware)을 들 수 있다[5]. SOCAM은 온톨로지를 사용한 의미 기반 상황 정보 표현과 개방형 프레임워크를 채택함으로써 상황 인식 어플리케이션을 보다 효과적으로 개발할 수 있도록 해준다. 그러나, 상황 정보 프로바이더만을 위한 검색 서비스를 제공하고, 웹서비스와 같은 개방형 통신 기능을 제공하지 않는다는 점에서 유비쿼터스 환경의 개방형 상황 인식 플랫폼으로 부족하다고 할 수 있다.

2.2 상황 모델링

상황 모델링은 Key-value 모델, Markup Scheme 모델, Graphical 모델, Object Oriented 모델, Logic 기반 모델, 온톨로지 기반 모델 등으로 구분할 수 있다. 그러나 유비쿼터스 환경에 가장 적합한 모델로 평가 받는 것은 온톨로지 기반 모델이다 [6]. 임의의 어휘를 구성하는 용어의 의미와 용어들 간의 관계를 명시적으로 표현한 것을 온톨로지라고 한다. 온톨로지 기반의 상황 모델링은 사용자, 장치, 서비스간에 자유로운 의사소통과 지식 공유, 지식 재사용, 그리고 추론을 가능하게 하여 이질성 높은 유비쿼터스 환경의 분산 응용 프로그램들 간의 상호 운용성을 높여줄 수 있다.

2.3 OSGi 서비스 플랫폼

OSGi 연합은 네트워크 환경에서 서비스를 전달하고 배치, 관리하기 위한 표준 명세를 정의하는 비영리 단체로 1999년 설립되어 현재 44개 이상의 기업들이 참여하고 있다. OSGi 연합에서 발표한 OSGi 서비스 플랫폼의 스펙은 센서, 컴퓨팅 개체, 가전 등과 연결될 수 있는 다양한 미들웨어를 지원하며 홈 네트워크와 텔레매틱스 환경의 게이트웨이에서도 적용될 수 있다. OSGi 초기에는 홈 자동화 어플리케이션에 대한 집안의 게이트웨이에 초점이 맞추어져 있었으나 현재는 OSGi의 표준화 특성이 다른 시장에도 유용하고 매력적으로 판단되어 Nokia와 Motorola등은 차세대 스마트폰에 있어서 OSGi에 기반을 둔 표준을 만들려는 노력을 기울이고 있다[2].

OSGi 서비스 플랫폼은 서비스 지향 어플리케이션을 검색, 배포하기 위한 경량화된 프레임워크를 정의하며 그림1과 같이 나타낼 수 있다.

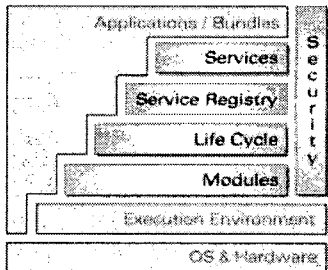


그림 1 OSGi 서비스 플랫폼 아키텍처[2]

OSGi 서비스 플랫폼에 대한 아키텍처의 서비스 장점을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 자바 가상 머신에 기반해 서로 다른 장치와 운영체제 위에서 OSGi 스펙을 구현한 플랫폼 독립성, 둘째, 기본적인 서비스 관리 기능의 제공, 셋째, 다양한 레벨의 시스템 보안, 마지막으로 단일 게이트웨이 플랫폼에서 서로 다른 공급자로부터 제공된 여러 서비스 호스팅 기능을 가지고 있다. OSGi 서비스 플랫폼은 제조업체, 서비스 공급자, 개발자를 위한 표준이며 비독점적인 소프트웨어 컴포넌트 프레임워크로 네트워크로 연결된 다양한 장치들 간의 프레임워크로 각광 받고 있

다. 따라서, 특정 네트워크 환경에서 벗어나 유비쿼터스 환경에서도 다양한 장치와 프로토콜 등을 연결해 주는 서비스 게이트웨이로 부각되고 있다.

3. 상황 인식 서비스 아키텍처

본 논문에서 제안한 상황 인식 플랫폼 아키텍처는 그림2와 같이 나타낼 수 있으며 자세한 설명은 다음과 같다.

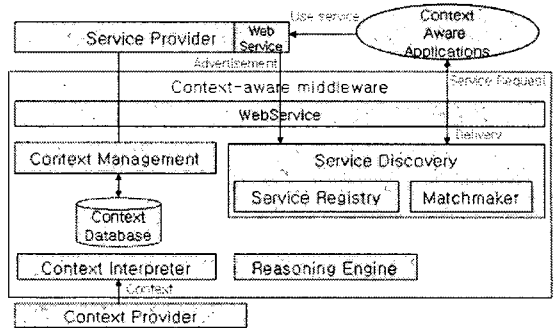


그림 2 상황 인식 플랫폼 아키텍처

- 상황 공급자(Context provider): 다양한 소스로부터 유용한 상황을 제공하고 다른 서비스 컴포넌트들이 공유하고 재사용할 수 있도록 OWL형태로 변환하는 역할 수행
- 상황 번역기(Context interpreter): 하위 레벨의 상황을 상위 레벨의 상황으로 변환하는 서비스
- 서비스 공급자(Service Provider): 다양한 상황 응용 서비스를 나타내고 제공하는 서비스 공급자
- 상황 관리자(Context Management): 저장된 지식의 삽입, 삭제, 조작, 쿼리 등에 대한 API 제공하고 상황 데이터베이스(Context Database)에 상황과 온톨로지를 저장
- 추론 엔진(Reasoning Engine): 상황의 일관성 관리와 외부 소스에서 얻은 정보를 추론하는 엔진
- 서비스 검색기(Service Discovery): 서비스 요청과 등록된 서비스를 비교하여 해당되는 서비스를 검색

또한, 본 논문의 상황 인식 플랫폼에서 사용될 상황 및 서비스 모델을 Tom Broens의 온톨로지 모델[7]을 기반으로 그림3과 같이 수정하여 설계하였다.

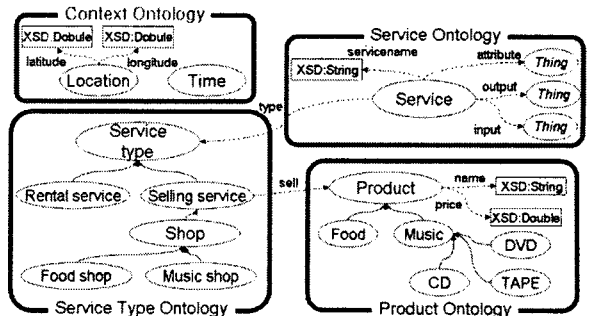


그림 3 상황 인식 온톨로지[7]

시스템에 사용된 온톨로지는 Context, Service, Service Type, Product 4가지 도메인 타입의 OWL 파일로 이루어져 있으며 'subclass' 관계는 실선으로 'property' 관계는 점선으로

표시하였다.

우리의 상황 인식 플랫폼에서 상황 인식 검색 서비스는 등록된 상황 인식 서비스들 중에서 type, output, input 순의 순환로지 기반의 시맨틱 검색을 통해 적합한 서비스를 검색하고 검색된 서비스는 플랫폼에서 상황 정보를 가져와 사용자에게 대한 상황 인식 서비스를 제공하게 된다.

4. 상황 인식 서비스 아키텍처 구현

본 논문에서 제안한 OSGi 기반 상황 인식 서비스 아키텍처 시스템의 구현 환경은 표1과 같다.

표 1 구현 환경

자바 가상 머신	Java 1.4.2
순환로지 모델링 도구	Protégé 3.1
시맨틱 웹 라이브러리	Jena 2.3
SOAP	Apache Axis 1.2
OSGi 프레임워크	Knopflerfish 1.3.4
DBMS	MySQL 5.0
운영체제	Windows 2003 Server

우리는 Protégé를 이용해 순환로지 모델링을 하였고 구현된 순환로지 모델을 Jena를 통해 사용하였다. 상황 인식 서비스를 웹 서비스로 제공하는 것은 Apache Axis를 통해 구현되었으며 이러한 모든 기능은 OSGi 프레임워크인 Knopflerfish를 이용하여 제공된다. 자바 1.5 버전 상에서 Axis 기능의 버그로 인해 자바는 1.4.2 버전을 이용하게 되었다.

본 논문에서 제안한 상황 인식 서비스 플랫폼이 실행되는 것을 보이기 위해 그림2의 서비스 중 MusicShop과 FoodShop 서비스를 그림 4처럼 상황 인식 서비스 플랫폼에 구현하였다.

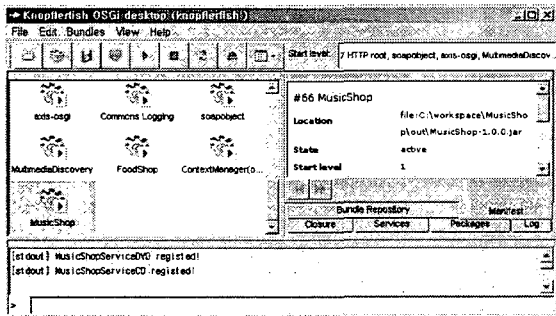
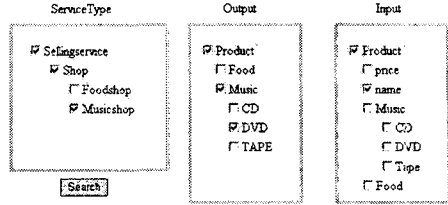


그림 4 상황 인식 서비스가 시스템에 등록된 화면

사용자는 상황 인식 플랫폼에 원하는 상황 인식 서비스의 타입을 질의하고 의미적 매칭에 의해 검색된 해당 상황 인식 서비스의 웹서비스 주소를 돌려받게 된다. 그림5는 이러한 사용자가 상황 인식 서비스를 웹서비스를 통해 검색하여 이제까지 설명한 상황 인식 플랫폼의 기능을 통해 상황 인식 서비스를 제공받는 클라이언트 화면을 나타낸 것이다. asp.net을 사용해 구현한 클라이언트 웹 화면은 사용자가 Musicshop 타입과 output으로 DVD, input으로 name을 입력하고 그에 해당하는 서비스를 상황 인식 서비스 플랫폼에 요청하여 의미적 검색 결과로 해당 상황 인식 서비스의 주소를 돌려받은 화면을 나타내고 있다.



Result http://203.249.22.237:8080/axis/services/MusicShopServiceDVD?wsdl

그림 5 상황 인식 서비스 검색 결과

5. 결론

이 논문에서 우리는 상황 인식 서비스를 위한 제반적 인프라를 제안하고 그에 따른 플랫폼을 설계 및 구현하였다. 우리의 플랫폼은 순환로지 상황 모델을 사용하여 의미적 서비스 검색, 추천 등의 기능을 제공한다. 또한, 그 기능을 웹서비스로 제공하는 동시에 OSGi 서비스 프레임워크를 기반으로 구현하여 다양한 이클래스 및 네트워크 환경에 적용 가능한 특성이 있다. 또한 제안된 시스템의 설계 용이성을 증명하기 위해 상황 인식 서비스를 제작하고 순환로지 기반의 검색을 통해 상황 인식 서비스가 검색되는 예를 보였다.

우리는 본 논문에서 제시된 OSGi 기반 상황 인식 서비스 아키텍처가 상황 인식 서비스 구현에 있어 생기는 많은 어려움을 극복하고 실제 시스템 구현에 초점을 맞출 수 있도록 도움을 줄 것이라 생각한다.

참고문헌

- [1] Gerti Kappel and et al., " Customisation for Ubiquitous Web Applications: a comparison of approaches ", International Journal of Web Engineering and Technology, vol.1, No.1, pp 79-111, 2003
- [2] OSGi Alliance, " The OSGi Service Platform ", <http://www.osgi.org>
- [3] G. Chen and et al., " A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research ", tech. report TR2000-381, Dept. Computer Science, Dartmouth College, 2000
- [4] Harry Chen and et al., " An Intelligent Broker for Context-Aware Systems ", Adjunct Proceedings of Ubicomp, 2003
- [5] Tao Gu and et al., " Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications ", IEEE Pervasive Computing, vol.03, no.4, pp.66-74, 2004
- [6] Thomas Strang and et al., " A Context Modeling Survey", 1st International Workshop on Advanced Context Modelling Reasoning and Management Ubicomp, 2004
- [7] Tom Broens, " Context-aware, Ontology based, Semantic Service Discovery ", Thesis for a master of Science degree in Telematics from the University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2004