

http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.1.265

JIWIT 2012-1-35

## 상황 인식 추천 서비스를 위한 온톨로지 이용 OWL 모델링

### OWL Modeling using Ontology for Context Aware Recommendation Service

장창복\*, 김만재\*\*, 최의인\*\*\*

Changbok Chang, Manjae Kim, Euiin Choi

**요약** 현재 사용자 추천 서비스를 위해 사용자 상황정보 모델링을 통해 사용자에게 맞는 서비스가 이루어져야 한다. 개인화 추천 서비스를 위해서는 상황인식 기술이 필수적이고, 상황인식을 위해서 상황정보의 적절한 표현 및 정의가 필요하다. 상황정보를 표현하기 위한 방법에는 온톨로지 기반 모델이 표현법이 가장 뛰어나고, 널리 쓰이고 있다. 본 논문에서는 사용자 개인화 추천 서비스를 위하여 상황 정보의 OWL 모델링을 통해 상황을 정의하였으며, 상황 추론을 위하여 추론규칙과 추론엔진을 사용한 서비스 기법을 제안하였다.

**Abstract** It is essential to have Context-aware technology for personalization recommendation services and the appropriate representation and definition of Context information for context-aware. Ontology is possible to represent knowledge freely and knowledge can be extended by inferring. In addition, design of the ontology model is needed according to the purposes of utilization. This paper used context-aware technologies to implement a user personalization recommendation service. It also proposed the context through OWL modeling for user personalization recommendation service and used inference rules and inference engine for context reasoning.

**Key Words :** Ontology, Personal Profile, Context Information, OWL Modeling

## 1. 서론

컴퓨터 네트워크 및 디바이스의 발전으로 스마트폰 보급이 확산되고, 이를 활용한 다양한 부가서비스들도 성장함에 따라 다양한 서비스를 제공할 수 있는 상황 인식 기술은 향후 가장 주목받는 기술로 전망되고 있다. 상황 인식기술은 각각의 사용자에게 주어진 상황을 인식하여 각 개인에 적절한 추천 서비스를 하는 기술로 많은 연구가 진행되고 있다.<sup>[1, 2]</sup>

그러나 이러한 서비스들은 사용자 중심의 서비스가

아니라, 위치 정보만을 활용하여 서비스가 이루어지고 있다. 또한 현재 사용자의 상황을 고려하지 않을 뿐만 아니라, 사용자가 직접 서비스를 검색하여 이용해야 한다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 상황인식 기술<sup>[4, 5, 6]</sup>에 다양한 기술을 접목한 방법이 제안되고 있다.

사용자의 상황정보는 매순간 발생하며, 사용자가 서비스 또는 정보를 요청했을 때, 혹은 서비스나 정보가 필요한 순간에 사용자의 다양한 정보들을 분석하여 사용자에게 적절한 서비스 또는 정보를 제공해 주어야한다. 따라

\*한남대학교 컴퓨터공학과

\*\*한남대학교 컴퓨터공학과

\*\*\*한남대학교 컴퓨터공학과 교수 (교신저자)

접수일자 2012.1.2, 수정일자 2012.2.5

게재확정일자 2012.2.10

Received: 2 January 2012 / Revised: 5 February 2012 /

Accepted: 10 February 2012

\*\*\*Corresponding Author: eichoi@hnu.kr

Dept. of Computer Engineering, Hannam university, Korea

서 본 논문에서는 사용자의 상황정보의 온톨로지를 이용한 OWL 모델링을 통해 상황을 정의하고, 규칙기반의 룰과 추론엔진을 이용하여 사용자 중심의 개인화 서비스와 사용자 프로파일을 통한 추가적인 예측 서비스를 할 수 있도록 하였다.

## II. 관련연구

### 1. 상황정보

상황의 본질적인 정의는 '실세계(real world)에 존재하는 실체(entity)의 상태를 특정화 하여 정의한 정보'라고 정의할 수 있으며, 여기에서 실체란 인간, 장소, 혹은 사람과 서비스간의 상호 작용을 의미한다고 할 수 있다.<sup>[7, 8, 9]</sup>

### 2. 상황 모델링

#### 가. 객체지향 모델

객체 지향 상황 모델링 방법은 캡슐화(encapsulation), 재사용성(reusability), 상속성(inheritance)과 같은 객체 지향 방법의 주요한 특징을 이용하여 상황을 추상화하여 표시하는 방법이다. 이 방법은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 동적인 상황으로 인해 일어나는 문제들을 해결한다.<sup>[10]</sup>

#### 나. 논리 기반 모델

논리는 다른 표현들이나 사실들의 집합으로부터 유도되어지는 최후의 표현이나 사실의 조건들을 정의한다. 규칙들의 집합에서 이 조건들을 기술하기 위해 형식적인 시스템이 이용된다. 따라서 로직 기반 상황 모델에서는 사실, 표현(expression), 규칙(rule)의 정형화된 표현을 사용하여 상황을 나타낸다. 상황은 사실이라는 형식으로 나타내어지고 규칙을 통해서 새로운 사실이나 표현을 추론해낸다.<sup>[11, 12]</sup>

#### 다. 온톨로지 기반 모델

온톨로지는 개념들과 상호작용들을 쉽게 표현할 수 있다. 최근 다양한 상황인식 프레임워크에서 온톨로지 기반의 모델을 채택하고 있고, OWL(Web Ontology Language)에 기반한 시맨틱 웹(Semantic Web)에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

온톨로지를 사용하는 상황 모델링의 초기 방법 중 하나는 Otzturk와 Aamodt에 의해 제안되었다.<sup>[13]</sup> 그들은

상황적 정보와 결합하여 몇 개의 문제들을 연상과 인식 사이의 차이에 대한 심리학의 연구를 분석했다.

## 3. 온톨로지 개발 방법

### 가. METHONTOLOGY

METHONTOLOGY<sup>[14]</sup>는 Universidad Politecnica de Madrid에서 환경오염에 관련된 일원자 이온(monatomic ions) 온톨로지를 개발하면서 만들어졌는데, 소프트웨어 개발 과정<sup>[15]</sup>과 지식 공학 방법론<sup>[16]</sup>에 그 뿌리를 두고 있다.

### 나. On-To-Knowledge

On-To-Knowledge(OTK)<sup>[17]</sup>는 큰 규모의 조직 내에서 지식 관리의 질을 향상시키기 위한 목적으로 네트워크를 통해 사용 가능한 정보에 온톨로지를 적용하기 위한 프로젝트이다. 이 프로젝트를 통해 지식 관리 애플리케이션에서 사용될 수 있는 OTKM(On-To-Knowledge Methodology)<sup>[18]</sup>을 제안하고 있으며, 온톨로지 개발에 요구되는 많은 자원을 절약할 수 있는 프로세스를 제시하였다.

### 다. Uschold and King's Method

Uschold와 King(1995)은 온톨로지 구축을 위한 방법을 처음으로 제안하였다<sup>[19]</sup>. 이들은 기업 온톨로지를 개발하면서 얻은 경험을 통해 온톨로지 구축에 필요한 프로세스를 온톨로지 구축의 목적 정의, 구축, 평가 그리고 문서화 단계로 구분하였다.

### 라. KACTUS

KACTUS<sup>[20]</sup>의 목적은 복잡한 시스템에서 지식의 재사용성과 온톨로지의 역할에 대한 가능성 조사를 수행하는 것이다. 온톨로지를 개발하기 위해 이 방법은 애플리케이션이 구축되는 매 단계마다 애플리케이션에 대한 요구된 지식이 온톨로지 구축에 반영된다. 이러한 온톨로지는 이전 온톨로지를 재사용하여 구축되며, 또한 추후에 구현될 애플리케이션의 온톨로지에 통합되어 지기도 한다.

## III. 개인화 추천 서비스를 위한 OWL 모델링

본 논문에서는 주어진 사용자의 상황을 이용하여 보

다 적합하고 효율적인 상황 인식 추천서비스를 제공하기 위해서 온톨로지를 이용한 OWL 모델링을 제안하였다. 각각의 사용자는 위치와 시간 기반 검색을 통해 서비스 요청을 한다. 사용자로부터 요청을 받은 서비스 모듈은 추천엔진에서 사용자 프로파일, 모델링 된 상황정보 그리고 룰을 통해 사용자 상황을 정의하고, 서비스 프로바이더를 통해 정의된 상황에 맞는 서비스를 사용자에게 제공한다.

1. OWL 모델링

OWL은 현재 W3C에서 온톨로지를 기술하는 표준으로 제정한 언어로, 사용자 정의 및 태그 스키마를 정의할 수 있는 XML과 유연하게 데이터를 표현할 수 있는 RDF의 확장된 언어로 개발되었다. OWL은 클래스 및 그 구성원 간의 관계를 기술하고, 구문적으로 정의되지 않은 사실의 논리적 유추를 가능하게 하는 클래스 및 속성과 이에 적용할 수 있는 제약사항의 집합으로 구성되어 있다.

가. OWL을 이용한 상황 모델링

개인화 서비스의 기반이 되는 사용자 상황의 OWL 모델링에 대한 설명과 구축 과정으로써, 사용자의 상황은 세 가지로 분류하여 모델링 하였다. 상황 모델은 그림 1과 같이 사용자 중심의 상황을 모델링 한 것으로, 사용자의 상황에 미치는 도메인 구성 개체들을 나타내었다. 각 개체들은 사용자의 하위 클래스의 인스턴스로, 주체인 사용자와 오브젝트 프로퍼티(object property)의 관계로 연결되어 있다. 또한 각 인스턴스들은 속성값(attribute)을 가지고 있으며 하위 클래스 및 속성들의 상위 클래스로 표현할 수 있다.

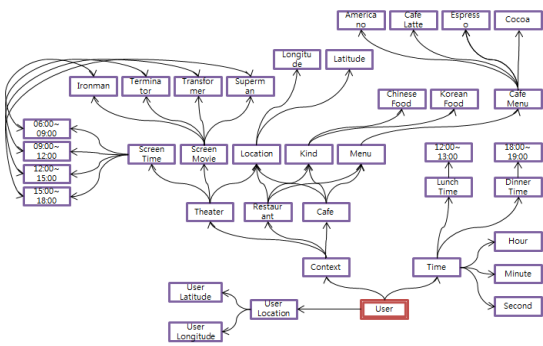


그림 1. OWL을 이용한 사용자 상황 모델  
Fig. 1. User context model using OWL

나. 구성 요소

사용자의 상황정보는 시간, 위치, 상황으로 구성되어 있다. 사용자의 위치 및 시간 정보는 모바일 디바이스로부터 정보를 알 수 있고, 클래스의 구성은 표 1과 같이 나타내었다.

표 1. 클래스  
Table 1. Class

Class	Description
User	정보를 제공하는 모바일 디바이스를 사용하는 사람을 표현
Time	모바일 디바이스를 사용하는 사람의 시간을 표현
Cafe	추천 서비스를 위한 카페를 표현
Restaurant	추천 서비스의 식당을 표현
Theater	모바일 디바이스를 통해 추천 서비스 검색의 주체가 되는 극장을 표현
User Location	사용자의 현재 위치를 표현

Class는 Object Properties를 통해 서로 간의 관계로 연결되어 있다. 사용자를 의미하는 User Class는 모든 상황의 주체 이므로, Time Class와 hasTime, Location Class와 hasLocation, Context Class와 hasContext의 관계를 가진다. 표 2는 Object Properties에 대한 설명이다.

표 2. 개체속성  
Table 2. Object Properties

Object Property	Domain	Range	Description
hasTime	User	Time	사용자는 시간 정보를 가지고 있다.
hasLocation		Location	사용자는 위치 정보를 가지고 있다.
hasContext		Context	사용자는 상황에 놓여있다.

각 Class는 Data Property를 통해 각각의 속성을 표현한다. Restaurant와 Cafe의 메뉴의 관계는 hasMenu로, 극장의 종류는 hasKind, 상영영화는 hasScreen의 속성을 가진다. 표 3은 Data Properties에 대한 설명이다.

표 3. 데이터 속성

Table 3. Data Properties

Data Property	Domain	Range	Description
hasMenu	Food	string	메뉴 종류
	Cafe	string	카페 종류
hasKind	Theater, Restaurant, Cafe	string	극장, 식당, 카페 종류
hasTime	Screen Movie	string	상영 시간
hasScreen	Screen Time	string	상영 영화

각 클래스에 대한 기본적인 Individuals를 가지고 있다. 이는 해당 클래스가 가지고 있는 정보로서 그 내용을 표 4와 같다.

표 4. Individuals

Table 4. Individuals

Individuals Name	Upper Class	Related Property	Description
Ironman	Screen Movie	hasValue, hasTime	상영 영화 종류 및 시간
Superman			
Terminator			
Transformer			
Americano	Cafe Menu	hasValue	카페 메뉴 종류
Cafe Latte			
Espresso			
Cocoa	Korean Food	hasValue	한국 음식 종류
Bibimbap			
Seolleongtang			
Yukgaejang	Chinese Food	hasValue	중국 음식 종류
Fried Rice			
Jajangmyeon			
Jjambong			

## 2. 온톨로지 이용 상황 모델링

본 논문에서는 온톨로지 개발 도구인 Protégè를 이용하여 OWL 기반 상황 온톨로지를 구현 하였다.

그림 2는 Object Properties, 그림 3은 Data Properties 구현 화면이다. Property를 생성하고, Domain과 Range를 설정해준다.

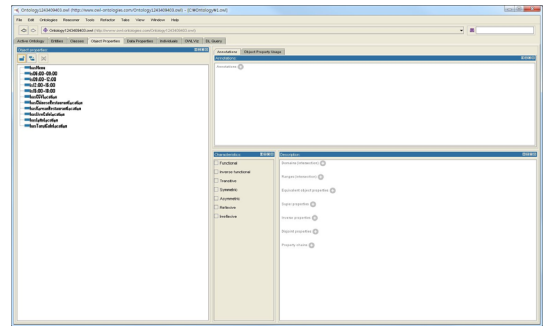


그림 2. Object Properties 구현 화면

Fig. 2. Implementation of Object Properties screen

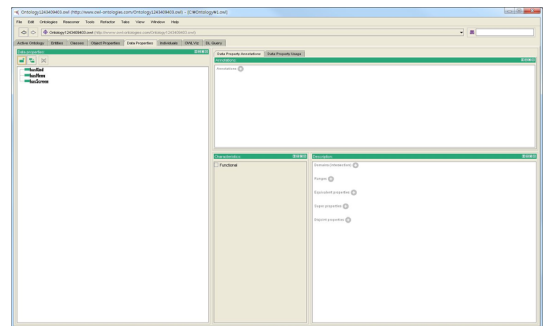


그림 3. Data Properties 구현 화면

Fig. 3. Implementation of Data Properties screen

그림 4는 Individuals 구현 화면으로, 각 Class에 속하는 Individuals을 생성한다.

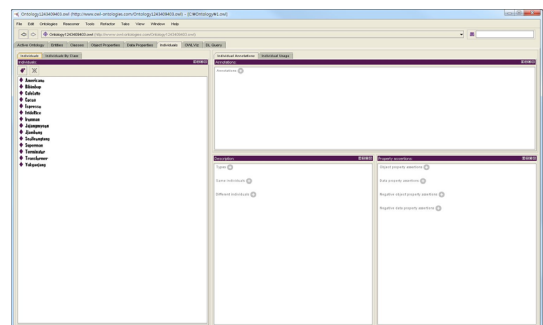


그림 4. Individuals 구현 화면

Fig. 4. Individuals implement the screen

그림 5는 프로토타입의 OWL 모델링 구현 소스의 일부분으로, 사용자의 시간과 위치 정보 기반으로 상황을 정의 하고, 사용자에게 추천 서비스를 위한 상황을 모델링 하였다.

```

<rdf:RDF
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1243409403.owl#"

  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1243409403.owl"
  >
  <owl:Ontology rdf:about="" />
  <!-- CGV Theater -->
  <owl:Class rdf:about="#CGV">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Theater"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#CGVLocation">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CGV">
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Restriction
    <owl:onProperty
      rdf:resource="hasCGVLocation"/>
    <owl:allValuesFrom
      rdf:resource="#CGV_X"/>
    </owl:Restriction>
    <rdfs:subClassOf>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Restriction>
  <owl:onProperty
    rdf:resource="hasCGVLocation"/>
    <owl:allValuesFrom
      rdf:resource="#CGV_Y"/>
    </owl:Restriction>
    <rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#CGV_X">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CGVLocation"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#CGV_Y">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CGVLocation"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#CGVScreen">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#CGV">
  </owl:Class>
  </rdf:RDF
  
```

그림 5. OWL 모델링 구현 소스 일부  
Fig. 5. OWL modeling part of the implementation source

그림 6은 구현한 OWL 문서를 OWL Viz를 통해 각 클래스의 계층관계를 다이어그램으로 표현한 결과이다.



그림 6. 클래스 계층관계 다이어그램  
Fig. 6. Relationship diagrams, class hierarchy

### 3. 사용자 프로파일 구조

사용자 프로파일을 작성하기 위해 사용되는 사용자 상황정보의 구성은 사용자 주위의 많은 요소들이 내포되어 있지만, 본 논문에서는 시간에 따른 사용자 위치 빈도수로 정의한다. 예를 들면, User\_1이라는 인물이 가지는 물리적 위치가 극장, 식당, 카페 등의 다양한 영역으로 정의가 가능하며, 장소는 시간의 구분에 의해서 각각의 물리적 위치와 결합이 가능하다. 즉, 사용자의 시간별 위치에 따른 빈도수를 통하여 프로파일을 표 5와 같이 구성하였다.

표 5. 프로필 구성

Table 5. Profile Configuration

		User_1	User_2	User_3	User_4
LotteTheater	11:00	1	0	0	0
	12:00	5	0	0	1
	13:00	5	0	0	1
	14:00	5	0	1	1
	15:00	5	1	6	1
	16:00	0	1	6	1
	17:00	0	1	6	1
ChineseRestaurant	11:00	0	0	0	0
	12:00	0	2	1	2
	13:00	0	2	0	2
	14:00	0	0	0	0
	15:00	0	0	0	0
	16:00	0	0	0	0
	17:00	0	0	0	0
	18:00	2	1	6	1
	19:00	1	1	6	1

4. 상황 추론

온톨로지를 구성한 후 상황에 대한 SWRL 규칙의 정의가 필요하다. 즉, 상황 클래스의 인스턴스는 SWRL 규칙에 의해서 생성된다. 이러한 SWRL의 정의는 상황뿐만 아니라 어떠한 도메인의 상황인식 온톨로지를 작성하여 Combined 또는 Inferred 컨텍스트로 분류하여 정의함으로써 규칙에 대한 정보의 표현이 가능하며, 이와 같이 정의한 SWRL 규칙에 의해서 상황인식 서비스의 향상된 지능적인 서비스가 가능하다.

사용자가 영화 검색을 하는 상황 정보가 발생하면, 규칙을 이용한 상황 추론을 통해 영화 시간을 유추함으로써 추천 서비스를 할 수 있다.

사용자 정의 추론규칙은 표 6과 같이 사용자 정의 규칙 셋(sule-set)에 의하여 추론 할 수 있다.

표 6. 사용자 정의 추론규칙

Table 6. User-defined inference rules

Context	User Defined Inference Rules
Near Lotte Theater	$  \text{User}(?u) \wedge \text{hasLocation}(?u, ?x, ?y) \wedge \text{LotteTheaterLocation}(?x, ?y) \wedge \text{Movie}(?m) \wedge \text{Profile}(?u, ?profile, ?frequency) \rightarrow \text{contextValue}(?theater)  $

Tarot Cafe	$  \text{User}(?u) \wedge \text{hasLocation}(?u, ?x, ?y) \wedge \text{Time}(?h, ?m, ?s) \wedge \text{MovieTime}(?mt) \wedge \text{Profile}(?u, ?profile, ?frequency) \wedge \text{TarotCafeLocation}(?x, ?y) \rightarrow \text{contextValue}(?cafe)  $
Music Cafe	$  \text{User}(?u) \wedge \text{hasLocation}(?u, ?x, ?y) \wedge \text{Time}(?h, ?m, ?s) \wedge \text{MovieTime}(?mt) \wedge \text{Profile}(?u, ?profile, ?frequency) \wedge \text{MusicCafeLocation}(?x, ?y) \rightarrow \text{contextValue}(?cafe)  $
Chinese Restaurant	$  \text{User}(?u) \wedge \text{hasLocation}(?u, ?x, ?y) \wedge \text{Time}(?h, ?m, ?s) \wedge \text{MovieTime}(?mt) \wedge \text{Profile}(?u, ?profile, ?frequency) \wedge \text{ChineseRestaurantLocation}(?x, ?y) \rightarrow \text{contextValue}(?cafe)  $

IV. 개인화 추천 서비스

본 장에서는 상황정보의 OWL 모델링을 이용한 개인화 추천 서비스의 프로토타입을 구현 하였다. 본 프로토타입은 모바일 클라우드 컴퓨팅 환경에서 사용자 모바일 디바이스로부터 시간과 위치 정보 기반 영화 검색으로 하였다.

사용자가 모바일 디바이스의 시간과 위치 기반 검색이 이루어지면, 모델링된 상황을 사용자의 시간과 위치에 따라 극장을 추천해준다. 또한 시간 정보를 통해 영화가 끝나는 시간에 카페나 식당을 추천 해준다. 즉, 사용자는 영화 검색만을 통해 개인에게 맞는 추가 서비스를 제공 받을 수 있다. 그림 7은 사용자 검색 정보이다. 그림 8은 사용자의 위치 정보로서 안드로이드 애플레이터를 통해 테스트하였기 때문에 위치를 직접 설정했다. 그림 9는 위치 정보를 중심으로 극장을 추천해준다.



그림 7. 검색 정보

Fig 7. Search Information

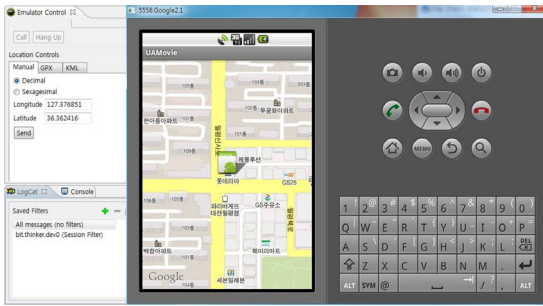


그림 8. 사용자 위치  
Fig 8. User Location

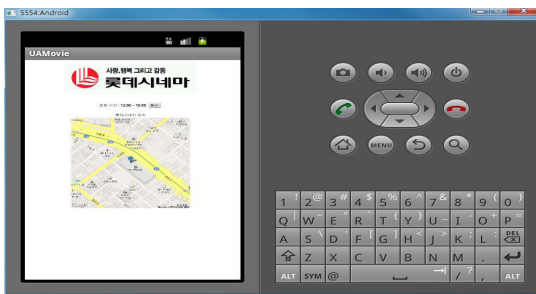


그림 9. 위치 추천  
Fig. 9. Recommended location

## V. 비교 분석

본 논문에서는 상황정보의 OWL 모델링과 사용자 프로파일, 추천규칙과 추천엔진을 통하여 사용자의 선호도를 고려한 개인화 추천 서비스를 개발 하였다. 이러한 추천 서비스를 위하여 OWL 모델링을 통하여 일관성 있는 상황정보를 정의 하였고, 추천규칙과 추천엔진을 사용하여 사용자 중심의 서비스가 이루어지는 과정을 프로토타입 구현을 통하여 테스트 하였다.

기존의 서비스는 사용자의 위치 정보만을 이용하여 서비스가 이루어지고 있다. 하지만 위치 정보를 통하여 사용자 중심의 서비스가 이루어지기에는 사용자의 상황을 고려하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 모바일 디바이스로부터 사용자의 위치와 시간 정보, 프로파일 및 상황정보의 모델링을 통하여 개인화 추천 서비스가 이루어지도록 하였다. OWL을 사용하여 상황정보를 모델링하고, 사용자 프로파일 및 룰과 추천엔진을 통하여 상황 정보 사이의 의미관계를 알 수 있고, 선호도 기반의 추천 서비스를 가능하게 하였다.

표 7은 기존의 모바일 서비스 방식과 본 논문에서 제안한 시스템의 비교·분석이다.

표 7. 기존의 위치기반 서비스 방식과 비교  
Table 7. Location-based services compared to existing methods

	기존의 위치기반 서비스	제안한 시스템
사용정보	위치 기반 서비스	위치, 시간, 상황 모델링 서비스
형태	사용자에게 가까운 위치 서비스 제공	프로파일을 통한 사용자 상황에 맞는 개인화 서비스 추천
구성	사용자가 원하는 서비스를 검색 후 선택하여 이용	모델링된 상황을 통해 사용자에게 맞는 추천 서비스 제공
추론	-	추론규칙과 추천엔진
온톨로지 적용	-	의미관계
예측 서비스	-	프로파일을 통한 추가적인 예측 서비스 제공
정확도	사용자의 서비스 선택으로 정확도가 높음	프로파일 및 룰과 추천엔진에 의해 추천되기 때문에 다소 낮음

본 논문에서는 사용자의 상황을 고려하여 그에 따른 개인화 서비스를 추천해준다는 점에서 기존의 서비스와 다른 장점이 있다. 또한 추가적인 상황의 OWL 모델링을 통하여 다양한 영역에 적용이 가능하다는 장점을 가지고 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김학영, 민옥기, 남궁환, "모바일 클라우드 기술 동향", 전자통신동향분석 제25권 제3호, 2011년 6월
- [2] 이강찬, 이승윤, "클라우드 컴퓨팅 표준화 동향 및 전략", 전자통신동향분석 제25권 제1호, 2010년 2월
- [3] "Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing", UC Berkeley TR 2009, Feb. 2009
- [4] M. Weiser and J. S. Brown, The Coming Age of Calm Technology, In P. J. Denning & R. M. Metcalfe (Eds.), Beyond Calculation: The Next

- Fifty Years of Computing, pp. 75-85, 1998
- [5] A. D. Norman, *The Invisible Computer: Why Good Products Can Fail, The Personal Computer Is So Complex, and Information Appliances Are the Solution*, MIT Press, 1998.
- [6] J. Wejchert, "The Disappearing Computer", information Document, IST Call for proposals, European Commission, Future and Emerging Technologies, 2000.
- [7] J. Pascoe, "Adding generic contextual capabilities to wearable computers", in *Proceedings of 2nd International Symposium on Wearable Computers*, pp. 92-99, 1998
- [8] J. L. Crowley, J. Coutaz, G. Rey and P. Reignier, "Perceptual Components for Context Aware Computing", *Proceedings of the 4th International conference on Ubiquitous Computing*, Vol. 2498, pp.117-134, 2002
- [9] Bill Schilit, Norman Adams, and Roy Wand, "Context-aware Computing Applications", In *Proc. of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications Santa Cruz, California, Dec. 1994*.
- [10] T. Hofer, W. Schwingwe, W. Pichler, G. Leonhartsberger and J. Altmann, "Context-awareness on mobile devices - the hydrogen approach," In *Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.292-301, 2002.
- [11] J. McCarthy and Buvac, "Formalizing context(expanded notes)," In *Working Papers of the AAAI Fall Symposium on Context in Knowledge Representation and Natural Language (Menlo Park, California, 1997)*, S. Buvac and L. Iwanska, Eds., American Association for Artificial Intelligence, American Association for Artificial Intelligence, pp.99-135.
- [12] J. McCarthy, "Notes on formalizing contexts." In *Proceedings of the Thirteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence (San Mateo, California, 1993)*, R. Bajcsy, Ed., Morgan Kaufmann, pp. 555-560, 1993.
- [13] T.R. Gruber, A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition* 5, 2, 199-220, 1993.
- [14] IEEE, "IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes", IEEE Computer Society, New York, IEEE Std 1074-1995, 1996
- [15] IEEE, "IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes", IEEE Computer Society, New York, IEEE Std 1074-1995, 1996
- [16] Fernandez, M., Gomez-Perez, A., and Juristo, N., "METHONOTOLOGY: From ontological art towards ontological engineering.", *Spring Symposium on Ontological Engineering of AAI, Stanford University, California*, pp 25-34, 1997
- [17] Staab S, Schnurr HP, Studer R, Sure Y, "Knowledge Processes and Ontologies", *IEEE Intelligent Systems* 16(1):26-34, 2001
- [18] Sure, Y., Staab, S., & Studer, R. (2004). On-to-knowledge methodology. In *HandBook on Ontologies*, Springer, pp.117-132.
- [19] Uschold, M., & King, M. (1995). *Towards a Methodology for Building Ontologies*. In Skuce, D. (Ed). *IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*. Montreal, Canada, pp.6.1-6.10.
- [20] KACTUS. (1996). KACTUS Esprit Project 8145. website. <http://www.swi.psy.uva.nl/projects/NewKACTUS/Reports.html>.



※ 본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

## 저자 소개

### 장 창 복



- 2001 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 2003 한남대학교 컴퓨터공학과(석사)
- 2007 한남대학교 컴퓨터공학과(박사)
- 2007 ~ 현재 한남대학교 컴퓨터공학과 Post-doc

<관심분야: 유비쿼터스, 모바일 컴퓨팅>

• E-Mail: [chbjang@dblab.hannam.ac.kr](mailto:chbjang@dblab.hannam.ac.kr)

### 김 만 재



- 2012 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 2012 ~ 현재 한남대학교 컴퓨터공학과 석사과정

<관심분야: 클라우드 컴퓨팅, 컴퓨터 보안>

• E-Mail: [mjkim@dblab.hannam.ac.kr](mailto:mjkim@dblab.hannam.ac.kr)

### 최 의 인



- 1982 한남대학교 계산통계학과(학사)
- 1984 홍익대학교 전자계산학과(석사)
- 1995 홍익대학교 전자계산학과(이학 박사)
- 1996 ~ 현재 한남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2003 UCLA 방문 교수

<관심분야: 모바일, 클라우드 컴퓨팅>

• E-Mail: [eichoi@hnu.kr](mailto:eichoi@hnu.kr)