

PDO를 이용한 Context-Aware 기반의 여행지 추천에 대한 연구

김영민* · 변영철** · 안기중** · 이상준**

A study of Tour-place recommendation based on Context-Aware using
Place Description Ontology.

Young-Min Kim*, Yung-Chul Byun**, Khi-Jung Ahn** and Sang-Joon Lee**

ABSTRACT

If there is an agent which could recommend preferable places to visit for the traveler like a guide who knows well around that region, it becomes a big help for the someone's trip. These days, location based applications are being appeared with ubiquitous technology. But we need more complex applications which support more various contexts, like weather, time and traffic. In this paper, we design a system which recommends the preferable tour places supporting various context information. And also we suggest PDO(Place Description Ontology) so that we could classify the tour places and recommend them for the user more appropriately. This proposal shows a recommending places to visit for a traveler can be done more particularly.

Key Words : Recommendation, tour, context-aware, place description ontology, text categorization

1. 서론

최근 크게 이슈가 되고 있는 유비쿼터스(ubiquitous)환경에서의 주된 관점은 기존 컴퓨터 시스템이 사람에게 서비스 할 수 있는 기능들을 다양한 모바일 장치들에 패키징 하려는 것이다. 데스크탑 컴퓨터가 놓인 책상을 벗어나 더 작고 더 가벼운 장치를 들고 다니면서 언제 어디서든 편리하게 컴퓨팅을 즐길 수 있게 하려는 개념이 이 시대의 새로운 주제라고 할 수 있다.

이러한 유비쿼터스 컴퓨팅은 상황인지(context-aware)와의 결합을 통해서 더 편리하고 유익한 정보들을 제공할 수 있는 체계를 갖추게 된다. Moran 등[1]은 상황인지의 목표를 '특정한 사람에게, 특정한 장소에 있을 때, 특정한 시간에, 특정한 이벤트가 있을 때 이에 맞는 적절한 서비스를 제공하기 위해 장치들로부터 정보를 얻는 것' 이라고 말한다. 이러한 유비쿼터스와 상황인지가 결합된 환경에서 응용하기에 가장 대표적인 경우가 관광정보 서비스라고 할 수 있다. 이미 이러한 연구들이 90년대 초반부터 연구되었고 초기의 연구들은 대부분 위치기반의 서비스들이었다[2,3,4]. 최근의 연구들은 컨텍스트(context)에 대한 연구와 정의가 활발해지면서 다양한 컨텍스트를 기반으로 더욱 섬세한 서비스 형태들을 띄고 있다. Pashtan[5]는 CATIS라는 관광정보 시스템에서 위치, 시간, 속도, 여행 방향, 이용자 선호도, 장치 타입 등을 고려한 컨텍스트를 이용한 좀

* 제주대학교 대학원 정보공학과
Dept. of Information Engineering, Cheju Nat'l Univ.
** 제주대학교 통신컴퓨터공학부
Faculty of Communication and Computer Eng., Cheju Nat'l Univ.

더 동적인 서비스를 제안한다. 또한 컨텍스트의 상호 교환 및 추론을 위해 컨텍스트 모델링(context modeling) 및 컨텍스트 언어(context language)들에 대한 연구도 활발하다[6,7,8]

하지만 아직까지도 컨텍스트를 활용하면서도 사용자에게 적절한 정보를 선택하여 제공하는 것은 취약하다. 이미 기존의 다양한 추천시스템들이 있지만 최근에는 협력필터링과 내용기반 필터링을 복합시켜 좀 더 이용자가 만족할만한 추천시스템들을 제안하고 있다. 김 등[9] 선호도 중심의 내용기반 추천과 데이터 클러스터링을 통한 협력적 필터링을 이용한 추천을 제안한다. 고 등[10]은 협력필터링과 내용필터링을 이용한 선호도 평가 방법을 제시하였다.

본 논문에서는 사용자 프로파일을 이용한 내용기반 필터링과 다양한 사용자 프로파일의 클러스터링을 통한 협력적 필터링을 이용해 관광지 추천을 제안하려 한다. 사용자 분류기법 외에 관광지 분류를 위해 기존의 관광지 소개 웹 페이지로부터 텍스트 정보를 추출하고 추출된 텍스트로부터 특징 값을 추출한다. 하지만 고 등[11]이 제안한 연관단어를 이용한 문서 분류도 중의어의 문제와 의미어의 출현 빈도가 현저히 적을 때 문제점을 안고 있기 때문에 오히려 Middleton[12]이 제안한 온톨로지(ontology)를 기반으로 한 프로파일 생성처럼 온톨로지를 이용해 관광지 특징을 표현한다면 효과적으로 클러스터링이 될 수 있다고 생각된다. 김호숙[13]처럼 특정 위치에 맞는 특정 정보들을 찾기 위해 연관 클래스 정보의 생성이 필요하듯 온톨로지 기반 관광지 특징 표현에 대해 연관 클래스 생성 연산을 수행한다면 효과적인 사용자 프로파일에 따른 관광지 추천이 수행되리라 생각된다. 또한 분류 기법으로는 최근 각광받고 있는 SVM(support vector machine)을 이용해 분류를 수행한다. SVM은 입력 데이터를 다차원의 공간으로 사상시켜 이들을 두 개의 클래스로 이분하는 초평면을 구하는 방법으로 변형된 SVM을 이용해 다중 클래스로 분류시킬 수 있다[14,15].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 컨텍스트와 관광지 분류 기법에 대해 소개하고 3장에서는 컨텍스트와 사용자 프로파일을 따르는 최적의 여행지 추천 시스템을 설계한다. 4장에서는 결론을 맺는 것으로 한다.

II. 여행지 분류 및 추천

2.1 여행지 분류를 위한 특징 패턴 생성

분류된 관광지에 대해 학습을 하고, 사용자 프로파일을 따라 분류된 관광지 그룹을 추천을 한다고 생각해 보자. 마치 현재의 관광정보 시스템들이 카테고리 별로 특색없는 관광지 소개에 그치지 않을 것이다. 똑같은 나이, 똑같은 직업을 갖더라도 성격에 의해, 경제적 여유의 차이에 의해, 또는 그 어떤 이유로 인해 선호지역이 달라질 수 있다. 그러므로 다양한 사용자 프로파일 정보를 활용하여 섬세한 관광지 추천을 하려면 분류 기준부터 정밀해져야 한다.

본 논문은 관광지의 섬세한 분류를 위해 현재 웹상의 관광지 소개 텍스트를 가공하여 텍스트상에 존재하는 의미들이 사용자들의 선호도에 어떠한 영향을 끼치는지 분석하고 분류를 하고자 한다. Fig. 1은 관광지 소개 웹 페이지의 예이다.

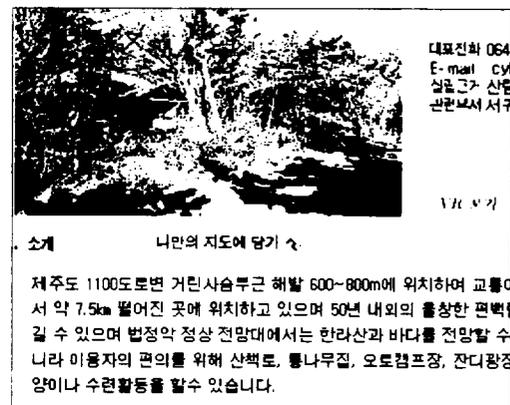


Fig. 1 Web page of seogwipo resort forest

고 등[11]은 위와 같은 텍스트 문서에서 가장 단순한 방법 중의 하나인 텍스트로부터 빈도수 높은 키워드(keyword)를 추출할 때 단어의 중의성 문제가 생길 수 있음을 지적한다. 또한 빈도수가 높아도 관광지와의 의미관계가 미약할 수 있는 문제도 있다. 그렇다면 고 등[11]이 제안하는 방법은 어떠한가, 물론 이전의 방법보다도 단어의 중의성 문제를 해결한 점은 있지만 여전히 중의성 문제가 존재하며, 어휘의 중복 출현이 적으

면 상대적으로 부정확한 특징 추출밖에 되지 못한다. 본 논문은 이들의 약점을 보완하여 빈도수 높은 단어를 특징으로 삼지 않고, 문장속의 의미 자체를 관광지의 특징 값으로 설정한다. 이렇게 어떤 개체와 단어와의 의미관계를 가장 잘 표현해 줄 수 있는 표준 도구가 웹 온톨로지 언어이다[14].

관광지 소개 웹 문서로부터 추출된 텍스트 문서를 의미관계를 표현한 OWL문서로 만들기 위해 다음 Fig. 2와 같이 속성의 종류를 23개로 표현했다.

| 번호 | 구분(Property) | 응어(Value Candidates) |
|----|-----------------|-----------------------------|
| 1 | 위치 | 산/해안/공산간/섬 |
| 2 | 지역 | 제주/서귀포/동부/서부 |
| 3 | 권역 | 시내/시외 |
| 4 | 환경 | 자연/인공 |
| 5 | 할수 있는 것 | 산림욕/유달/산책/편발/촬영 |
| 6 | 볼수 있는 것 | 산/바다/오름/물/나무/숲/유적/영상/공룡/화산/ |
| 7 | 체험할 수 있는 것 | 영상체험 |
| 8 | 어린이들을 위한 것은? | 놀이터/휴게실 |
| 9 | 청소년들을 위한 것은? | 휴게실/아영장 / 데이트 |
| 10 | 어른들을 위한 것은? | 산책여행/ |
| 11 | 노인들을 위한 것은? | 요양 |
| 12 | 그곳에 가면 좋은 것은? | 시원/건강 |
| 13 | 시설 | 아영장/캠프파이어장/ |
| 14 | 배울수 있는 것 | 있음/없음 |
| 15 | 어떤 사람들에게 더 좋은가? | 어린이/청소년/중장년/가족 / 아무나 |
| 16 | 해발고도 | 높음/중간/낮음 |
| 17 | 관광이 쉬운가? | 힘들다/쉽다 |
| 18 | 인기있는 관광지인가? | 높음/낮음/신설 |
| 19 | 이 관광지는 이런점이 인상적 | 오양/무토/숲 |
| 20 | 권장하는 계절이 있다면? | 여름 / 겨울 / '여름 / '겨울 |
| 21 | 권장하는 날씨는? | 맑음 / '비 |
| 22 | 소요시간은 얼마나? | 30분/1시간/2시간 |
| 23 | 주변관광지는 가깝나요? | 있음/조금/없음 |

Fig. 2 Properties for tour-place description

위의 속성들에 대해서 기본 온톨로지를 정의하면 Fig. 3처럼 작성이 된다. 온톨로지는 기본적인

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<rdf:RDF xmlns="http://mincando.pe.kr/ontology/tourPlace.owl#"
xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:uri="http://www.w3.org/2000/01/rdf-syntax-ns#"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
>
<rdf:Description rdf:about="http://mincando.pe.kr/ontology/TourPlace"
rdf:type="rdf:Resource" http://www.w3.org/2002/07/owl#Ontology"
/>
<owl:Ontology rdf:about="http://mincando.pe.kr/ontology/TourPlace"
owl:versionInfo="2004.12.2" owl:versionInfo"
/>
<rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema#"
rdf:type="rdf:Resource" http://www.w3.org/2000/10/rdf-schema#"
/>
<owl:Class rdf:ID="TourPlace">
<rdf:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"
/>
<rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"
/>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="propA">
<rdf:comment xml:lang="ko"> 위치(산,바다,공산간)</rdf:comment>
<rdf:type
rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#FunctionalP
    
```

Fig. 3 PDO(place description ontology)

으로 클래스(class)와 속성(property)의 결합으로 이루어진다. 현재 관광지(Tour-place)를 기술하기 위한 온톨로지 PDO(Place Description Ontology)를 정의하였다. PDO안에는 'TourPlace'라는 하나의 클래스만이 정의되어 있다. 나머지는 모두 23개의 속성들에 대한 DatatypeProperty들로 정의가 된다.

예를 들어 Fig. 1에서 소개한 '서귀포자연휴양림'을 가지고 PDO의 인스턴스 문서를 만들어 보면 다음 Fig. 4와 Fig. 5와 같이 작성할 수 있다.

| 번호 | 구분(Property) | 응어(Value Candidates) |
|----|-----------------|----------------------|
| 1 | 위치 | 산 |
| 2 | 지역 | 서귀포 |
| 3 | 권역 | 시외 |
| 4 | 환경 | 자연 |
| 5 | 할수 있는 것 | 산림욕/ 산책 |
| 6 | 볼수 있는 것 | 산/나무/숲/ |
| 7 | 체험할 수 있는 것 | |
| 8 | 어린이들을 위한 것은? | 놀이터 |
| 9 | 청소년들을 위한 것은? | 아영장 |
| 10 | 어른들을 위한 것은? | 요양 |
| 11 | 노인들을 위한 것은? | 건강 |
| 12 | 그곳에 가면 좋은 것은? | 아영장/캠프파이어장/ |
| 13 | 시설 | |
| 14 | 배울수 있는 것? | |
| 15 | 어떤 사람들에게 더 좋은가? | 아무나 |
| 16 | 해발고도 | 높음 |
| 17 | 관광이 쉬운가? | 쉽다 |
| 18 | 인기있는 관광지인가? | 낮음 |
| 19 | 이 관광지는 이런점이 인상적 | 숲 |
| 20 | 권장하는 계절이 있다면? | '겨울 |
| 21 | 권장하는 날씨는? | '비 |
| 22 | 소요시간은 얼마나? | 1시간 |
| 23 | 주변관광지는 가깝나요? | 없음 |

Fig. 4. Features of seogwipo resort forest

```

<!--
-->
<TourPlace rdf:ID="서귀포자연휴양림">
<rdf:label xml:lang="ko"> 서귀포자연휴양림 </rdf:label>
<prop1 xml:lang="ko">산</prop1>
<prop2 xml:lang="ko">서귀포</prop2>
<prop3 xml:lang="ko">시외</prop3>
<prop4 xml:lang="ko">자연</prop4>
<prop5 xml:lang="ko">산림욕</prop5>
<prop6 xml:lang="ko">산책</prop6>
<prop7 xml:lang="ko">산</prop7>
<prop8 xml:lang="ko">나무</prop8>
<prop9 xml:lang="ko">숲</prop9>
<prop10 xml:lang="ko">놀이터</prop10>
<prop11 xml:lang="ko">아영장</prop11>
<prop12 xml:lang="ko">요양</prop12>
<prop13 xml:lang="ko">건강</prop13>
<prop14 xml:lang="ko">아영장</prop14>
<prop15 xml:lang="ko">캠프파이어장</prop15>
<prop16 xml:lang="ko">아무나</prop16>
<prop17 xml:lang="ko">높음</prop17>
<prop18 xml:lang="ko">쉽다</prop18>
<prop19 xml:lang="ko">낮음</prop19>
<prop20 xml:lang="ko">숲</prop20>
<prop21 xml:lang="ko">'겨울</prop21>
<prop22 xml:lang="ko">'비</prop22>
<prop23 xml:lang="ko">1시간</prop23>
</TourPlace>
</TourPlace rdf:ID="서귀포유달산">
    
```

Fig. 5 PDO for seogwipo resort forest

Fig. 6은 전체 과정을 그림으로 보여주고 있다. 각각의 관광지를 묘사하고 있는 웹페이지 문서로부터 특징값들을 추출하고 이를 PDO(place description ontology)로 표현하고 이를 그룹화 하는 과정을 설명해 주고 있다.

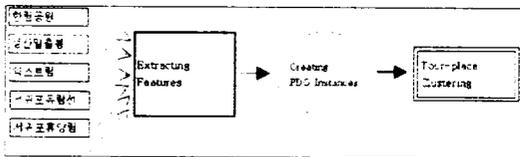


Fig. 6 Tour-place grouping flow diagram

Fig. 7은 PDO의 예와 이러한 관광지를 대표하는 PDO문서의 집합으로부터 어떻게 그룹핑되고, 그룹핑된 그룹들로부터 각 그룹을 대표하는 특징을 추출하는 과정을 보여주고 있다. 그림에서 보면 <tourplace, property, value> 트리플 형태의 특징값들의 집합은 여행지 클러스터링을 위한 입력으로도 사용되고, 각각의 값들은 각 그룹을 구별할 수 있는 특징 벡터를 이루게 됨을 알 수 있다.

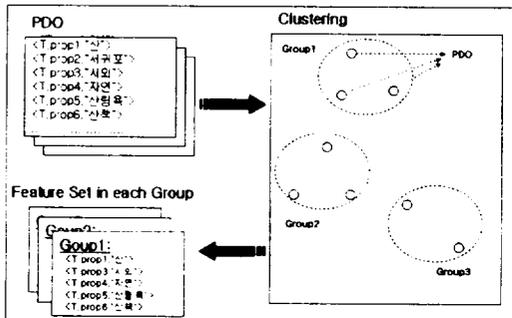


Fig. 7 PDO grouping and feature extracting

2.2 여행자 특성과 상황에 맞는 추천

똑같은 나이, 똑같은 직업을 갖더라도 성격에 의해, 경제적 여유의 차이에 의해, 또는 그 어떤 이유로 인해 선호지역이 달라질 수 있다. 또한 날씨와 계절 등의 상황에 따라서도 똑같은 사람의 선호도는 달라질 수 있다. 본 논문은 똑같은 사람의 선호도가 날씨와 계절에 따라지는 이유와 똑

같은 나이와 직업을 가졌더라도 선호도가 달라지는 이유를 여행지를 묘사한 PDO를 이용해 특징화 하려는 시도를 한다. 이러한 개념을 표현한 용어가 상황인지(context-aware)이다.

상황인지의 목표는 앞서도 언급했지만 “특정한 사람에게, 특정한 장소에 있을 때, 특정한 시간에, 특정한 이벤트가 있을 때 이에 맞는 적절한 서비스를 제공하기 위해 장치들로부터 정보를 얻는 것” 이라고 할 수 있다. 사람의 감정과 시간대, 누구랑 같이 있는가 등도 컨텍스트(context)에 해당한다. Fig. 8은 다양한 여행관련 업계에 있는 사람들이나 도민들에게 설문조사하여 각각의 컨텍스트에 맞는 여행지를 추천받고 이를 특징화 하는 과정을 보여주고 있다. 여행사 직원들이나 도민들에게서 얻은 정보를 기준으로 각각의 컨텍스트, 예를 들면 날씨나 계절 여행 집단의 특성, 등에 따라 어떤 특징벡터를 갖는 여행지 그룹을 추천하는가 학습할 수 있다.

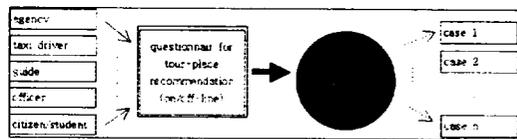


Fig. 8 Finding Features in each Context

Wang[6], Cheverst[7], Strang[8] 등의 연구처럼 컨텍스트를 객체화하고 온톨로지 언어로 표현하는 것도 에이전트들로 하여금 이해할 수 있게 표현하는 효율성이 있다고 생각한다. 각 컨텍스트 정보와 그에 맞는 특징 벡터 그룹을 온톨로지 언어로 표현한다면 Fig. 9처럼 표현할 수 있다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr" ?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  ->
  <ContextEntity rdf:ID="entity1">
    <age>20~30</age>
    <group xmlns:lang="ko">선문부부</group>
    <visitTimes>0</visitTimes>
    <selfDriver>yes</selfDriver>
    <weather>晴</weather>
    <season>spring</season>
  </ContextEntity>
</rdf:RDF>
    
```

Fig. 9 Context ontology

위와 마찬가지로 각 여행자 프로파일에 따른 관심 여행지에 대한 특징 추출 과정도 필요하다.

Fig. 10은 여행사고객,개인택시고객,렌트카이용

고객, 공하이용고객, 온라인설문조사 자료로부터 특징을 추출하고 이에 대한 그룹핑을 수행하는 그림이다. 앞에서 살펴본 3가지 과정에 의해 여행지 그룹별 특징벡터, 컨텍스트에 따른 추천 여행지 특징벡터, 여행자 프로파일에 따른 선호지역 특징벡터 등을 얻을 수 있으며 이들의 공통분모를 찾으면 Fig. 11에서 보는 바와 같이 각 여행자 프로파일과 상황에 맞는 추천대상 여행지 그룹을 얻을 수 있게 된다.

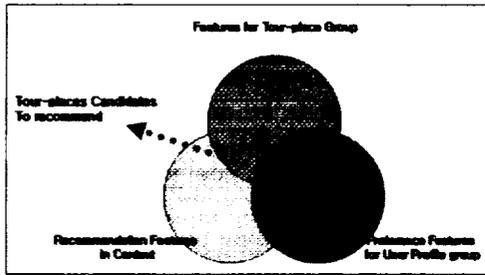


Fig. 11 Tour-place candidates to recommend

III. Context-Aware 여행지 추천 시스템

3.1 전체 시스템 구조도

Context기반의 여행지 추천 시스템은 전체적으로 6개의 모듈로 구성되어 있다. Fig. 12를 보면 웹 문서들로부터 텍스트를 추출하는 Text-Extractor, PDO 문서 생성후 이를 클러스터링 하고 그룹별 특징벡터를 생성해주는 Tour-place Clustering Engine, 상황별 추천 관광지 설문지로부터 만들어진 컨텍스트 온톨로지로부터 각 상황별 추천 여행지들의 특징벡터를 추출해주는 Feature Extractor in Context, 사용자 프로파일에 따르는 선호 여행지 설문지로부터 만들어진 프로파일 온톨로지로부터 여행자 선호도 관광지 특징벡터를 추출해주는 Feature Extractor from Traveler Preference, 이들 정보들로부터 최적의 여행지를 추천 해주는 SVM Recommendation Engine, 마지막으로 사용자에게 여행지 데이터베이스(DB)로부터 상세한 여행지 정보를 제공해주는 사용자 에이전트(User Agent)로 구성된다.

SVM Recommendation Engine은 요즘 각광받고

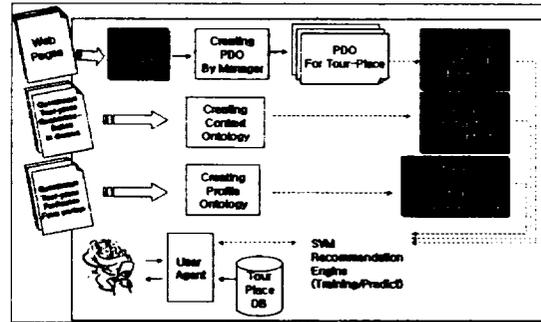


Fig. 12 Tour-place recommendation system
 있는 신경망과 같은 기계학습을 이용한 패턴분류의 방법으로서 SVM은 입력 데이터를 다차원의 공간으로 사상시켜 이들을 두 개의 클래스로 이분하는 초평면을 구하는 방법을 제공한다. 특히 신경망이 가질 수 있는 지역 최적화 문제에 빠지는 단점을 보완하여 최적의 솔루션을 제공할 수 있다. 단, 입력 패턴의 수가 많을 경우 n차원의 공간으로 사상문제를 해결하기 위한 커널(kernel) 함수의 선택이 적절히 수행되어야 한다. 또한 기본적으로 SVM은 이중 클래스(two-class) 분류기이므로 이를 다중 클래스 분류기로 만들기 위한 많은 연구가 진행되고 있어 이를 이용하여 최적의 여행지 추천 시스템을 구현할 수 있다[14,15].

IV. 결론

현재의 관광지 안내 시스템들은 사람에 의해 분류된 카테고리들 기준으로 여행지 관심자가 직접 선택하여 정보를 검색할 수밖에 없다. 본 논문에서는 기존 관광지 웹문서로부터 텍스트 정보를 추출하고 이를 기반으로 관광지 기술 온톨로지 문서를 작성하였으며 이 온톨로지를 특징값으로 하여 분류 및 추천에 이용하면 보다 섬세한 관광지 추천에 적용 가능함을 보였다. 이를 통해 제안하는 시스템은 여행지 정보에 밝은 사람이 여행자에게 적당한 관광지를 소개해 줄 수 있듯 여행자에게 적절한 관광지를 소개해 줄 수 있는 능력을 갖게 될 것이라 여겨진다.

참고문헌

- 1) Thomas P. Moran and Paul Dourish, 2001, Introduction to this special issue on Context-Aware computing, Special Issue of HCI, Vol 16.
- 2) K. Cheverst et al., 2000, Experiences of Developing and Deploying a Context-Aware Tourist Guide: The GUIDE Project, Proc. MOBICOM 2000: 6th Ann. Int'l Conf. Mobile Computing and Networking, ACM Press, NewYork, 2000, pp. 20-31.
- 3) Gregory D. Abowd, Christopher G. Atkeson, Jason Hong, Sue Long, Rob Kooper and Mike Pinkerton, 1997, Cyberguide: a mobile context-aware tour guide, Special issue: mobile computing and networking: selected papers from MobiCom '96, Vol 3, pp 421-433
- 4) Jie Yang, Weiyi Yang, Denecke M. and Waibel A., 1999, Smart sight:a tourist assistant system, 3rd International Symposium on Wearable Computers, pp 146-153
- 5) A. Pashtan, A. Heusser, P. Scheuermann and R. Blaettler, 2003, A Context-Aware Tourist Information System, Proceedings 4th International Workshop of Mobile Computing.
- 6) Xiaohang Wang, Daqing Zhang and et al., 2004, Ontology-Based Context Modeling and Reasoning using OWL, Workshop on Context Modeling and Reasoning at IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication (PerCom'04)
- 7) Keith Cheverst, Keith Mitchell and Nigel Davies, 1998, Design of an Object Model for a Context Sensitive Tourist Guide, Proceedings of the International Workshop on Interactive Applications of Mobile Computing (IMC98)
- 8) Thomas Strang, Claudia Linnhoff-Pipien and Korbinian Frank, 2003, CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability, In LNCS 2893: Proceedings of 4th IFIP WG 6.1 International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS2003)
- 9) 김병만, 이경, 김시관, 임은기, 김주연, 2004, 추천시스템을 위한 내용기반 필터링과 협력 필터링의 새로운 결합 기법, 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제 31권 제 3호, pp 332-342
- 10) 고수정, 최성용, 임기욱, 이정현, 2004, 내용기반 협력적 여과 시스템에서 사용자 프로파일을 이용한 자동 선호도 평가, 한국정보과학회 논문지 B, 제 31권 8호, pp 1062-1072
- 11) 고수정, 최준혁, 이정현, 2003, 연관단어 마이닝을 사용한 웹 문서의 특징 추출, 한국정보과학회 논문지 D, 제 30권 4호, pp 351-361
- 12) Stuart E. Middleton, 2004, Nigel R. Shadbolt and David C. De Roure, Ontological User Profiling in Recommender Systems, ACM Transactions on Information Systems (TOIS), Volume 22, Issue 1, ACM Press, pp 54 - 88
- 13) 김호숙, 용환승, 2004, 위치기반 서비스 지원을 위한 연관 클래스 집합 생성 기법, 한국정보과학회논문지 D, 제 31권 3호, pp 287-296
- 14) OWL, <http://www.w3.org/2004/OWL/>
- 15) TingFan Wu, Chih-Jen Lin, Ruby C. Weng, 2004, Probability Estimates for Multi-class Classification by Pairwise Coupling, Journal of Machine Learning Research, 5, pp 975-1005
- 16) LIBSVM, <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/index.html>