

감성 색채 이미지 검색을 위한 미술 작품 온톨로지 개발

조우상*, 한상진*, 이복주**

단국대학교 전자컴퓨터공학과
e-mail: {tulsoon, hansangjin}@dankook.ac.kr*
blee@dku.edu**

An Ontology for the Retrieval of Art Image with Sensitivity Color

Woosang Cho*, Sangjin Han*, Bogju Lee**
Dept. of Computer Engineering, Dankook University

요 약

인공지능분야에서의 온톨로지란 기본적인 개념의 규정과 개념들 사이의 관계를 표현한 용어들의 분류(classification)를 의미한다. 온톨로지를 만들기 위해서는 많은 온톨로지 관련 언어가 있다. 그 중 최근의 연구 방향은 DAML+OIL과 OWL로 작성된 온톨로지를 이용한 추론, 인텔리전트 서비스 분야이다. 본 논문에서는 웹 상의 미술 작품 온톨로지에 대해 기존의 키워드 매칭 검색 대신에 추론엔진을 이용한 시맨틱 기반의 확장된 검색 방법을 소개한다. 향후 연구는 퍼지 개념을 도입하여 기존의 결과보다 정확한 검색 결과를 얻기 위한 연구를 할 것이다.

1. 서론

시맨틱 웹은 현재의 웹에서 확장된 개념으로써, 잘 정의된 의미 정보(well-defined meaning)를 활용하여 사람과 컴퓨터간의 협업(cooperation)을 보다 더 잘 할 수 있는 웹 환경을 말한다[1]. 이러한 이상을 실현하기 위해서는 요구되는 것이 있는데 바로 메타 데이터 층위에 존재하는 온톨로지이다.

온톨로지(ontology)란 T. R. Gruber의 정의에 의하면 “특정 관심영역에 있어서, 정형화되고 명확한 개념의 명세”[2]라고 일반적으로 정의되며, 인공지능이나 웹 관련 공학에서는 기본적인 개념의 규정과 개념과 개념들 사이의 관계를 표현한 용어들의 분류(classification)를 의미한다.

그런 온톨로지의 응용 분야 중 하나인 정보 검색(Information Retrieval)분야는 그 응용에 있어서 가장 도전적인 분야 중 하나이며, 그 중에서도 이미지의 메타데이터와 온톨로지를 기반으로한 정보 검색은 키워드 기반의 이미지 검색을 대체 할만한 기술

로 각광 받고 있다.

현재의 이미지 검색은 키워드(keyword)를 기반으로 한 검색 방법인 텍스트 기반의 이미지 검색(text based image search)과 이미지의 color, texture, shape 등을 기반의 콘텐츠 기반의 이미지 검색(content based image search)을 들 수 있다. 그러나 그 중에서도 현재의 웹 환경에서 널리 사용되고 있는 키워드 매칭(keyword matching) 방법을 기반을 둔 이미지 검색은 다음과 같은 이유로 인해 정확도(precision)와 회상도(recall)가 낮다.

- 이미지의 키워드가 문서에 적절한 의미를 가지지 못 할 때
- 적절한 이미지가 명백한 단어를 포함하고 있지 않을 때
- 사용자의 완전하지 않은 도메인 지식
- 동의어의 낮은 회수율과 동음이의어의 낮은 정확도

위와 같은 이유로 인하여 “too many or nothing”의 문제를 야기한다.

이에 본 논문은 웹 상의 미술작품에 대해 순수한 구문 기반의 키워드 매칭 검색 대신에 시맨틱 기반의 확장된 검색 방법을 제안 한다. 이를 위해서 우리는 미술 작품에 대한 도메인 온톨로지와 색채 형용사를 기반으로한 감성 온톨로지를 작성하였다.

웹 기반의 온톨로지 작성 언어에는 RDF[3], DAML+OIL[4], OWL[5] 등이 있으며 온톨로지 작성 에디터에는 Protege-2000[6], OntoEdit[7], OilEd[8] 등이 있다. 이중 우리는 Protege-2000을 사용하여 온톨로지를 작성하였으며 이를 이용한 추론 엔진으로는 JTP를 사용하였다.

2. 관련 연구

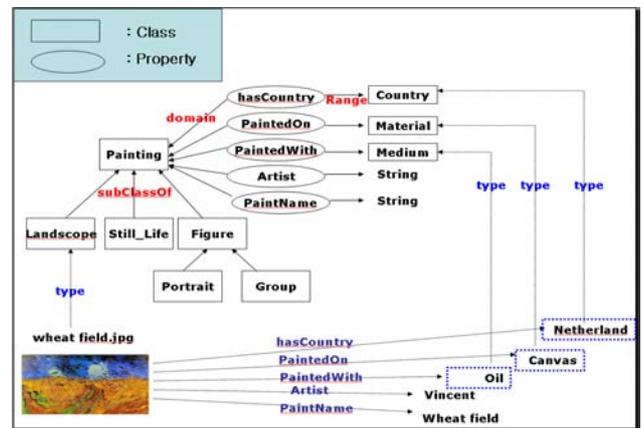
온톨로지를 이용한 이미지 검색에 대한 연구는 핀란드 HIIT(Helsinki Institute for Information Technology)진행중인 ‘Finnish Museums on the Semantic Web[9]’ 과 University Amsterdam Computer Science에서 진행중인 ‘Semantic Annotation of Image Collections’[10] 등이 있다.

HIIT의 연구는 서로 다른 테이블 구조와 검색 방식을 가지고 있는 이질적인(heterogeneous) 데이터베이스들을 웹상에서 통합 검색이 가능하도록 하기 위한 포털 사이트를 목표로 하고 있다. 이 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다도 데이터의 통합이 필요한데 이를 달성하기 위해 이들은 우선적으로 XML-schema 제약을 사용하여 구문적(syntactic)인 상호운영성(interoperation)을 만든 후 의미적인 연관성을 위해 RDFS-RDF를 사용하였다. 또한 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해서 뷰 기반 이미지 검색과 인텔리전트한 서비스를 위한 추천 서비스를 제공하고 있는 포털 사이트이다.

University Amsterdam Computer Science는 Wordnet과 같은 기존의 온톨로지를 재사용 하여 이미지를 서술하는 내용에 관한 연구로 이들은 주로 이미지를 위한 온톨로지의 작성과 메타데이터의 서술에 관심을 둔 연구이다.

3. 미술 작품 온톨로지

우리가 작성한 미술 작품에 관한 온톨로지는 크게이미지의 이름(artist), 작품명(paint name), 재료(meterial) 등과 같이 이미지의 내용을 서술하고 있는 속성(property)부분 과 관화, 조각, 건축,디자인, 사진, 조각 등의 개념을 표시한 클래스(class) 부분으로 나뉜다. 그리고 이들 클래스들 간에는 서로 상위개념-하의개념 또는 제약들을 표시 할 수 있는데 이를 통해 이들은 서로 의미적으로 연결되어 있다.



[그림 1] 미술작품 온톨로지의 일부

[그림 1]은 미술 작품 온톨로지 중 Painting 부분을 간략하게 표현한 것이다. 그림에서 상위 개념인 Painting은 Landscape, Still_Life 등과 같은 서브 클래스와 Artist, PaintedOn, PaintName 등과 속성들로 구성되어 있다. 그리고 각각의 속성들은 그들이 가질 수 있는 속성 값으로 Country, Material 등과 같은 클래스나 String과 같은 데이터 타입 값을 가진다.

```

wheat_field.rdf - 메모장
파일(F) 편집(E) 서식(O) 보기(V) 도움말(H)
<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR" ?>
<rdf:RDF xmlns="http://ai.dankook.ac.kr/PaintImage.owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xml:base="http://ai.dankook.ac.kr/PaintImage.owl">
  <Landscape rdf:about="http://ai.dankook.ac.kr/metadata/wheat_field.jpg">
    <dc:title>밀밭 풍경</dc:title>
    <rdfs:comment>이미지 파일에 대한 메타데이터파일</rdfs:comment>
    <dc:creator>빈센트 반 고흐</dc:creator>
    <Artist>Vincent</Artist>
    <PaintedOn rdf:resource="#Canvas"/>
    <PaintedWith rdf:resource="#Oil"/>
    <PaintName>wheat_field</PaintName>
    <hasCountry rdf:resource="#Netherlands"/>
  </Landscape>
  
```

[그림 2] 이미지의 메타데이터(RDF)

[그림 2]는 그림[1]에서 작성한 온톨로지의 제약 사항을 만족하는 메타데이터 파일을 나타낸 것이다. 이 파일은 표현 하기 위한 언어로 RDF 형식을 가진 파일을 작성하였다. 그 이유는 RDF 파일은 XML 형식을 취하고 있기 때문에 웹상에서 자유로운 표현이 가능하며 XML의 Namespaces을 이용할 경우에는 Painting란 고유의 이름 영역을 나타낼수 있는 장점을 가지고 있다. 이렇게 작성된 온톨로지 와 그 온톨로지의 제약을 따르는 메타데이터는 검색에 이용된다.

4. 미술 작품 온톨로지를 이용한 추론

추론 엔진은 온톨로지에 있는 정보를 기반으로, 질의가 들어왔을 때, 추론 과정을 통해 사용자에게 추론 결과를 보여주는 부분이다[11].

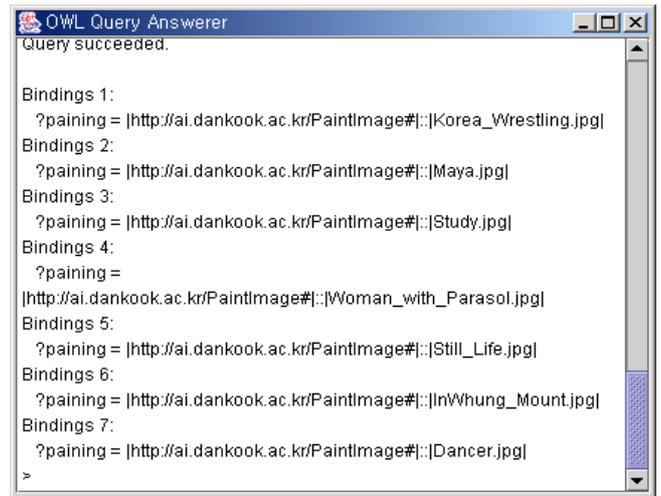
다시 말해서 knowledge base에 사실과 규칙을 저장하고 사용자가 질의를 하면, 주어진 knowledge base를 이용하여 질의에 대한 답을 추론 하게 되어 있다.

대표적인 추론 엔진에는 JTP[12], FaCT 와 ETRI에서 만든 OWLer와 BOSSAM이 있다. 본 논문에서는 JTP를 사용하여 간단한 검색추론을 하였다. JTP는 Stanford KSL(Knowledge System Laboratory)에서 JAVA로 구현한 객체 지향적 모듈러 혼합형 추론 시스템이다.[13] JTP에서는 DAML+OIL이나 OWL로 작성이 된 Knowledge Base를 온톨로지로 사용하고 있는 시스템이다.

DAML+OIL이나 OWL로 작성된 KB는 추론을 하기 위해서 내부적으로 FOL(First Order Logic)로 변환을 하고, 내부에 정의되어 있는 RDF, RDFS, DAML+OIL의 Axiom을 이용하여 추론을 한다.[14] FOL형식의 문장은 semantic axiom을 활용하여 자동 추론을 가능하게 한다.

즉, KB의 FOL변환형과 Axiom에 있는 FOL형을 비교하여 추론 한다. DAML+OIL 이나 RDFS는 RDF를 확장한 기술이므로 RDF의 axiom을 기반으로 모든 표현이 가능하다[15].

[그림 3]은 PaintImage를 온톨로지로 사용하고, 로드 된 KB에서 그림의 이름을 질의하여 얻은 결과이다.



[그림 3] 그림 검색 결과

(type ?painting PaintImage)라는 질의에 JTP는 7개의 그림의 이름을 추론 검색하여 결과를 보여 주었다.

[그림 4]는 로드된 KB에서 Spain에서 만들어진 그림의 이름을 질의한 결과이다.



[그림 4] Spain에서 만들어진 그림 검색 결과

((type ?painting PaintImage) and (hasCountry ?painting Spain))라는 질의에 Maya.jpg가 Spain에서 만들어진 그림 이라고 추론 검색하여 결과를 보여 주고 있다.

결국 JTP는 PaintImage 온톨로지에 포함되어 정의되어진 클래스와 그 클래스의 하위 클래스를 모두 검색하고, 질의를 처리하여 결과를 출력하게 된다.

많은 의미정보를 갖는 온톨로지를 만들기 위해서는 단어와 단어 사이의 관계를 의미적으로 연관 시켜야 할 필요가 있다. 여기서 사전과 같은 도구가 필요한데 Wordnet[16] 이나 EuroWordnet, Cyc와 같은 일반적으로 사용할 수 있는 참고 시스템을 사용하여 의미론적으로 유연한 온톨로지를 작성 할 수 있다.

Wordnet은 인간이 생각할 수 있는 명사, 동사, 형

용사와 같은 개념들을 동의어, 반의어, part of 등으로 단어들의 의미적인 관계들을 정의하고 있는 사전적인 온톨로지 이다[17].

또한 일반 사용자가 Browser등을 통해서 많은 개념들을 사용할 수 있게 제공 하고 있다. 이런 시스템을 이용하면 특정 도메인에 대한 온톨로지를 쉽게, 의미적으로 많은 내용을 포함할 수 있게 된다. 더하여, 이러한 단어들의 관계를 DAML+OIL 이나 OWL의 class와 property를 이용하면 된다. 예를 들어 parent가 mother의 의미를 포함하고 있는 경우 parent와 mother의 class를 생성한 후 RDFS의 subProperty를 이용하여 정의 할 수 있다. 다른 예로 man과 woman은 서로 반의어의 관계를 가지고 있는데, DAML+OIL, OWL의 inverseOf를 이용하면 반의어의 관계를 온톨로지에서 정의 할 수 있다.

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 온톨로지를 이용하면 보다 효율적인 검색이 가능하다는 것을 보여 주었다. 또한 의미적인 검색 과 주어진 사실에서 추론도 가능하다는 것을 보여 주었다. 그러나 보다 인공적인 추론을 하기 위해서는 의미의 연관성이나 관계에 대한 많은 정보가 필요하다. 예를 들어 부드러운, 온화한, 순수한 등의 형용사를 포함한 감성 색채 정보를 이용하고, 온톨로지에 fuzzy개념을 도입하여 사용자가 요구하는 정보, 질의에 정확하게 검색, 추론할 수 있는 방법에 대한 연구가 될 것이다.

또한 사용자가 질의하기에는 아직 어려운 부분이 있는 데, 사용하기에 편리한 인터페이스를 개발해야 될 것이다.

참고문헌

[1] Tim Berners-Lee, James Handler, and Ora Lassila, The Semantic Web, Scientific American, May 2001
 [2] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, 5(2):199-220, 1993.
 [3] <http://www.w3.org/rdf/>
 [4] <http://www.daml.org>

[5] <http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/>
 [6] <http://protege.stanford.edu>
 [7] <http://www.ontoprise.de/products/ontoedit>
 [8] <http://oiled.man.ac.uk/>
 [9] E. Hyvonen, M. Junnila, S. Kettula, S. Saarela, M. Salminen, A. Syreeni, A.Valo. K. Viljanen, "Publishing Collections in the 'Finnish Meseums on the Semantic Web' Potal", Museums and Web Conference (MW 2004), March 31 - April 1, 2004, USA.
 [10] Laura Hollink, Guus. Schreiber, JanWielemaker and Bob. Wielinga. "Semantic Annotation of Image Collections" Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation, KCAP'03, Florida, October 2003
 [11] 고은정, 김여정, 김운, 강지훈, "시맨틱 웹 기반의 온톨로지와 연계한 사례기반 추론", 정보과학회 춘계학술대회 논문집, pp.103-105, 2003
 [12] <http://www.ksl.stanford.edu/software/JTP>
 [13] Richard Fikes, Gleb Frank, Jessica Jenkins, "JTP : A System Architecture and Component Library for Hybrid Reasoning", Stanford Univ.
 [14] Deborah L. McGunness, Richard Fikes, James Hendler, Lynn Andrea Stein, "DAML+OIL: An Ontology Language for the Semantic Web", IEEE Intelligent System, pp.72-80, 2002
 [15] 강민구, 박영택, "FOL을 이용한 온톨로지 추론과 수정", 정보처리학회 춘계학술대회 논문집 제 10 권 제1호, p.303, 2003
 [16] <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn>
 [17] Natalya Fridman Noy, Carole D. Hafner, "The State of the Art in Ontology Design", AAI, pp.53-74, Fall, 1997