

시맨틱 웹에서 멀티미디어 데이터 검색을 위한 공간관계 표현 연구

공현장*, 정관호*, 김원필*, 배용근**, 김판구**

*조선대학교 전자계산학과

**조선대학교 컴퓨터공학부

e-mail : kisofire@mina.chosun.ac.kr

Representing the Spatial Relations for Searching the Multimedia Data in Semantic Web

Hyun-Jang Kong*, Kwan-Ho Jung*, Won-Pil Kim*, Yong-Geun Bae**, Pan-Koo Kim**

*Dept. of Computer Science, Chosun University

**Dept. of Computer Engineering, Chosun University

요 약

웹에는 막대한 양의 멀티미디어 데이터가 있다. 최근에 이러한 멀티미디어 데이터의 효과적 검색을 위한 많은 시스템이 개발되고 있으며, 그 결과 내용기반 이미지 검색과 같은 이미지의 내용을 인식하고 검색하고자 하는 연구가 진행되고 있다. 그렇지만 지금까지의 연구는 웹 검색엔진에 멀티미디어의 검색을 위한 또 하나의 검색엔진이 필요하여 그 무게가 커지고 그 성능도 저하된다.

이에 본 논문에서는 차세대 웹인 시맨틱 웹에서의 의미적 검색에 초점을 맞추어 멀티미디어 데이터 각각에 의미적 정보를 추가하여 웹 문서를 작성한다면 그 검색에 또 다른 검색엔진의 사용 없이 효과적 검색이 이루어 질 것을 목적으로 하고 있다. 먼저, 간단한 이미지내에서 객체간의 공간적 관계를 표현하기 위한 새로운 Axiom 을 정의하고, 이를 적용하여 시맨틱 웹에서의 의미적 이미지 검색을 꾀한다.

1. 서론

시맨틱 웹의 대두로 기존 정보에 대한 메타 데이터의 중요성이 부각되고 있으며, 웹에 있는 많은 양의 멀티미디어 데이터를 시맨틱 웹에서 표현하는 것과 그 검색은 중요한 이슈가 될 것이다. 이러한 멀티미디어 데이터에 대한 메타 데이터의 정의가 완벽히 이루어진다면 기존의 복잡한 검색 알고리즘의 별도의 사용 없이 간단히 시맨틱 웹 검색 엔진을 통하여 보다 정확하고 빠른 멀티미디어 검색이 가능할 것이다. 이를 위하여, 본 논문에서는 먼저 멀티미디어 데이터 중 이미지에 초점을 맞추고, 이미지 내부의 각각의 객체들 사이의 관계 정의를 위한 공간관계 표현을 위한 새로운 Axiom 을 정의하고 이를 기존의 웹 온톨로지 구축 언어인 OWL 의 Axiom 과 연계하여 그 실용성을 제시하고자 한다.

제 2 장에서는 본 논문의 연구의 배경이 되는 시맨틱 웹, Ontology, Description Logic 그리고 Spatial Description Logic 에 관한 관련연구를 기술한다. 제 3 장에서는 이미지의 메타데이터에서 객체간의 공간 관계를 정의하기 위한 새로운 Axiom 의 생성과정을 보인다. 끝으로 4 장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 시맨틱 웹

현재 웹 상의 문서는 사람이 읽고 해석하기에 편리하도록 설계되어 있기 때문에 컴퓨터가 문서의 내용을 읽어 그 내용을 처리하기에는 한계가 있다. 기계가 정보의 의미를 이해하고 조작할 수 있다면 현재의 웹

이 가지고 있는 정보의 다양성에서의 진정한 정보의 부족 문제를 해결 할 수 있을 것이다. 시맨틱 웹은 컴퓨터가 정보의 의미를 이해하고 의미를 조작할 수 있는 웹을 말한다. 정보의 의미를 이해한다는 것은 웹에서 새로운 정보 자원을 발견했을 때 그것을 이미 잘 알고 있는 다른 정보 자원에 관련시킬 수 있다는 것을 의미한다. 또한 시맨틱 웹에서 문서 각 부분을 컴퓨터가 이해할 수 있는 형식으로 기술할 수만 있다면 정보 자원들 사이의 의미적 연관성을 이용하여 웹을 통해 다양한 정보를 보다 효과적으로 활용할 수 있게 해준다.

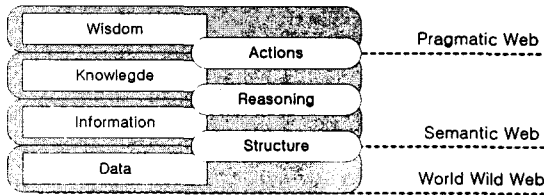


그림 1. 웹에서의 메타데이터의 목적

그림 1에서 메타 데이터의 목적은 정보검색의 처리 과정을 줄여주고, 사용자가 원하지 않는 데이터를 미리 걸러주며, 관련성이 많은 정보의 발견 가능성을 높여줌으로써 정보검색을 향상시킨다. 메타 데이터를 나타내기 위해선 XML, SGML, HTML 이 사용된다. 정보를 나타내고 정보의 의미들의 관계를 나타내기 위해선 RDF, DAML, DAML+OIL, OWL 등이 사용된다.

2.2 Ontology

온톨로지라는 단어는 철학의 존재론에서부터 시작되며, 존재하는 개념들의 집합을 나타낸다. 온톨로지는 개념들 사이의 관계를 설정하여 하나의 공통된 개념들의 집합을 나타내고, 이를 공유하여 다시 사용하는데 목적이 있다. 온톨로지를 종류별로 간략하게 나열하면 다음과 같다.

- 도메인 온톨로지 : 전자, 의료, 생물등 특정 분야에 한정되는 온톨로지를 말한다.
- 메타데이터 온톨로지 : 온라인 정보자원의 내용을 기술하기 위한 어휘를 제공한다.
- 일상적 온톨로지 : 일상생활의 상식적인 개념을 표현한다.

온톨로지를 보다 빠르게 구축하기 위한 도구로는 Ontolingua, OntoEdit, OilEd, Protégé-2000, OntoWeb, Network Inference 등이 있다.

2.3 Description Logic

Description Logic 은 온톨로지를 표현하는 언어들들의 다양한 구성자(Constructor) 및 표현 수식을 정의하는데 사용된다. Description Logic 의 구성 및 역할을 간단하게 살펴보면 다음과 같다.

- 단락들을 구성하는 기본구문(Syntax)은 원자개념들(단일요소 술어들), 원자 역할 등(binary 술어들), 그

리고 개체(constants)들이다.

- 언어의 표현능력은 완벽한 개념들과 역할(role)들을 구성하기 위한 보다 작은 구성자(constructor)들을 사용하는 것으로 제한된다.

- 개념들과 개체들에 대한 함축적인 지식은 자동적으로 추론 프로시저의 도움을 참조할 수 있다. 특별히, 어떤 중요한 역할을 수행하는 개념들과 인스턴스 관계, 개체들과 개념들 사이의 포섭관계를 말한다.

표 1 은 Description Logic 에서 사용되는 Constructor, Syntax, Semantics 를 나타내고 있다.

표 1. Description Logic 의 Constructor, Syntax and Semantics

Constructor	Syntax	Semantics
Concept	A	$A' \subseteq \Delta'$
Role name	R	$R' \subseteq \Delta' \times \Delta'$
Conjunction	$C \cap D$	$C' \cap D'$
Value restriction	$\forall R.C$	$\{X \in \Delta' \mid \forall y.(x,y) \in R' \Rightarrow y \in C'\}$
Existential quantification	$\exists R$	$\{X \in \Delta' \mid \exists y.(x,y) \in R'\}$
Top	\top	Δ'
Bottom	\perp	\emptyset
Negation(C)	$\neg C$	$\Delta' \setminus C'$
Disjunction(U)	$C \cup D$	$C' \cup D'$
Existential restriction(E)	$\exists R.C$	$\{X \in \Delta' \mid \exists y.(x,y) \in R' \wedge y \in C'\}$
Inverse role	R^{-}	$\{(y,x) \mid (x,y) \in R'\}$

2.4 공간표현을 위한 Description Logic(ALC(Drcc8))

RCC-8 은 공간표현과 계층공간 상에서의 일반적인 하부항목인 공간구역 추론을 위한 언어다. 공간구역은 그 자체로 서로 상호연결을 필요로 하지 않는다. 한 구역은 다른 연결되지 않는 많은 구역들로 구성되어 지는 경우가 많기 때문이다.

Δ_{rcc8}^0 은 $ALC(D_{rcc8})$ 에 속한 콘크리트 도메인 (concrete domain)이기 때문에, 모두 비어있지 않고 일반적인 닫혀진 하부항목의 계층공간인 R^2 의 구성으로 이루어진다. Φ_{rcc8}^0 은 구역들 사이의 구성 요소의 기호 관계를 포함한 결합, 교차, 구성(혼합), 역(易)작용을 정의한다. 위의 각각의 요소들을 구체화하면 'Proper Overlap', 'Non Tangential Proper Part', 'Tangential Proper Part', 'External Connection', 'Disconnected'으로 나타낼 수 있으며, 이를 그림으로 나타내면 그림 2와 같다.

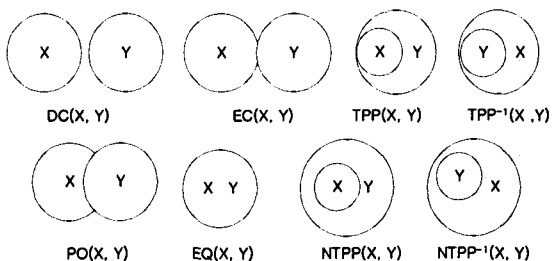


그림 2. RCC-8 의 기본적 공간관계

3. 본론

시맨틱 웹에서 메타데이터는 RDF 를 이용하여 주로 표현되고 있으며, 기존의 RDF 의 메타데이터 표현은 이미지의 저차원적 내용이 아닌 이미지에 대한 일반적인 정보인 작가, 제목등과 같은 정보의 표현이 주를 이룬다. 이는 기존의 Constructors 로는 이미지의 저차원적 내용을 표현하기에는 역부족이기 때문이다. 본 논문에서는 그러한 미흡한 점을 보완하고 보다 저차원적 내용에 대한 메타데이터를 표현하기 위해 이미지 내의 객체간의 공간관계 표현을 위한 새로운 Axiom 을 정의한다.

기존의 웹 온톨로지 구축은 RDF 와 OWL 을 이용한 구축 방법이 주를 이루지만 RDF 와 OWL 에서는 이미지 내의 객체간의 공간 관계를 표현할 수 있는 Axiom 이 정의되어 있지 않아서 지금까지는 그 표현이 불가능하다.



그림 3. 샘플 이미지(Apple and Persimmon)

다음 그림 3 과 같이 사과와 감을 포함하고 있는 이미지를 예를 들어 살펴보면, 이미지의 기본적인 메타데이터가 다음 표 2 와 같이 표현될 수 있다.

표 2. 샘플 이미지에 대한 RDF 표현

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#"
xmlns:s0="http://www.w3.org/2000/PhotoRDF/dc-1-0#"
xmlns:s1="http://www.w3.org/2000/PhotoRDF/technical-1-0#"
xmlns:s2="http://sophia.inria.fr/~enerbonn/rdfpiclang#">
<rdf:Description rdf:about="">
  <s0:creator>Bert Bos</s0:creator>
  <s0:relation>Marian in the Tarn</s0:relation>
  <s0:rights>Bert Bos</s0:rights>
  <s0:type>image</s0:type>
  <s0:identifier>990621</s0:identifier>
  <s0:coverage>Montredon-Labessonnié (Tarn)</s0:coverage>
  <s0:date>1999-06-26</s0:date>
  <s1:camera>Canon Eos 5</s1:camera>
  <s2:xml:lang>en</s2:xml:lang>
  <s0:title>apple with persimmon</s0:title>
  <s0:subject>Food, Fruit</s0:subject>
  <s0:publisher>Bert Bos</s0:publisher>
  <s0:description>A red apple is touching with A orange
  color persimmon</s0:description>
  <s0:format>image/jpeg</s0:format>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

그렇지만 이미지의 저차원적 내용에 근간하여 이미지 내의 객체간의 관계를 표현하기엔 힘들다. 이미지 내 객체간의 공간적 관계 표현을 위한 Axiom 이 정의되어 있지 않기 때문이다. 그래서 본 논문에서는 그러한 공간 관계 표현을 위한 Axiom 을 Description Logic 기반으로 확장한 Spatial Description Logic 을 기반으로 하여 정의한다. 우선 가장 간단한 공간 관계인 'disjoint'와 'touching'에 대한 Axiom 을 생성한다. 새로운 Axiom 의 생성과정은 다음 그림 4 와 같다.

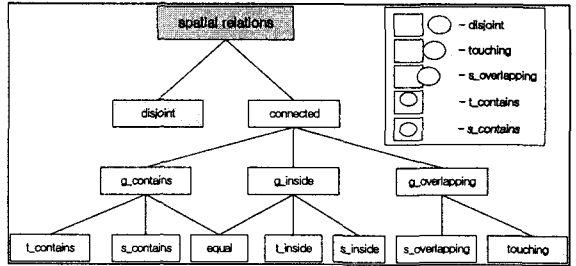


그림 4. 공간 관계에 대한 계층도

위의 그림 4 는 Spatial Description Logic 에서 정의한 공간관계를 분류하여 표현하고 있다. 본 논문에서는 위의 공간관계 중에서 우선 'disjoint'와 'touching'의 두 공간관계의 표현을 위한 새로운 Axiom 을 정의하고 향후 그 관계의 타당성을 바탕으로 더 많은 공간관계를 표현할 것이다. 'disjoint'와 'touching'에 관한 Axiom 의 정의 과정은 다음과 같다.

$$\text{Disjoint} \equiv \exists(\text{has_area})(\text{has_area}).dc$$

$$\text{Touching} \equiv \exists(\text{has_area})(\text{has_area}).ec$$

공간적 개념이 포함된 Spatial Description Logic 에서 는 두 공간 사이의 'disjoint'와 'touching'의 관계에 대하여 위와 같이 정의하고 그 내부적인 관계를 아래와 같이 정의하고 있다.

$$C(X_1, X_2) \quad \exists x \quad x \in X_1 \cap X_2$$

$$DC(X_1, X_2) \quad \neg \exists x \quad x \in X_1 \cap X_2$$

$$EC(X_1, X_2) \quad C(X_1, X_2) \wedge \neg \exists x \quad x \in \parallel X_1 \cap \parallel X_2$$

여기에서, 본 논문에서는 두 공간적 개념이 아닌 개념 사이에서 느낄 수 있는 공간적 개념을 적용하여 이미지 내 객체들 사이의 공간관계를 표현하고자 한다. 여기에서는 두 개념들 사이의 'disjoint'와 'touching'의 관계를 새로운 Axiom 인 's_disjointWith'와 's_touchingWith'로 다음 아래와 같이 정의한다.

$$s_disjointWith \equiv \exists(\text{concept 1})(\text{concept 2}).dc$$

$$s_touchingWith \equiv \exists(\text{concept 1})(\text{concept 2}).ec$$

그리고 이렇게 생성된 Axiom 은 기존 이미지의 메타데이터 표현 부분에 추가하여 RDF 와 OWL 로 표현

하면 다음 표 3 과 같다.

표 3. 샘플 이미지에 대한 새로운 Axiom 적용 표현

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

  <owl:Class rdf:ID="Nations">
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing"/>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="Europe">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Image"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class>
    <owl:Class rdf:ID="Fruit">
      <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Image"/>
      .....
    </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="Apple">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Fruit"/>
    <owl:s_touchingWith rdf:resource="#Persimmon"/>
  </owl:Class>
  .....
</rdf:RDF>

```

위의 문서를 바탕으로 사용자가 과일에 관한 이미지 중에서 '사과'와 '감'이 서로 맞다 있는 이미지의 검색을 요구하였을 때, 그 검색의 향상된 결과를 기대할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 간단히 두 개의 가장 보편적 객체간의 관계를 표현하기 위해 's_disjointWith'와 's_touchingWith'의 Axiom 을 정의하였다. 그렇지만 그 실증성의 입증까지의 연구가 요구되어지며, 좀더 복잡한 관계의 공간 관계 표현을 위한 더 풍부한 Axiom 의 정의 또한 요구되어진다. 그리고 향후 이미지 뿐만 아니라 비디오와 같은 시간적 관계를 중요시되는 멀티미디어 데이터의 메타데이터의 정의를 위해서 시간적 관계의 정의를 위한 Axiom 의 정의가 향후 연구과제로 남아있다.

참고문헌

[1] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The Semantic Web", Scientific Am., vol.284, no.5, May 2001, pp.34-43.
 [2] D. Brickley, R. Guha (eds.), "Resource Description Framework (RDF) Schema Specification", W3C Candidate Recommendation 27 March 2000, <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327>.
 [3] V. Haarslev, C.Lutz, and R. Moller, "Foundations of spatioterminological reasoning with description logics," Proceedings of the Sixth International Conference on

Principles of Knowledge Representation and Reasoning(KR '98), pp. 112-123, June 1998
 [4] V. Haarslev, R. Moller, and M. Wessel, "Visual spatial query languages: A semantics using description logic," Diagrammatic Representation and Reasoning, 2000
 [5] A. Cohn, Z. Cui, and D. Randell, "A spatial logic based on regions and connection," Proc. Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning(KR '92), 1992
 [6] B. Chandrasekaran, J. Josephson, and R. Benjamins, "What Are Ontologies, and Why do we Need Them?," IEEE Intelligent Systems, 14,1:20-26, 1999.
 [7] E. Franconi, G. De Giacomo, R.M.MacGregor, W. Nutt, C. A. Welty, and F. Sebastiani, editors. Collected Papers from the International Description Logics Workshop (DL'98). CEUR, May 1998
 [8] Franz Baader and Paliath Narendran. "Unification of concepts terms in description logics." J. of Symbolic Computation, 31(3):277-305, 2001
 [9] Ulrich Hustadt and Renate A. Schmidt. "Issues of decidability for description logics in the framework of resolution." In R. Caferra and G. Salzer, editors, Automated Deduction in Classical and Non-Classical Logics, volume 1761 of Lecture Notes in Artificial Intelligence, pages 191-205. Springer, 2000