

# 개념기반 이미지 검색 시스템을 위한 도메인 온톨로지 구축

공현장, 김원필, 오군석\*, 김판구  
조선대학교 컴퓨터공학부  
\*광주보건대학 디지털미디어과

## Building the Domain Ontology for Content Based Image Retrieval System

Hyunjang Kong, Wonpil Kim, Kunseok Oh\*, Pankoo Kim  
School of Computer Engineering, Chosun University  
\*Dept. of Digital Media, Kwangju Health College

### 요 약

멀티미디어 분야가 급성장하면서 좀더 효율적으로 멀티미디어 자료의 저장, 처리, 검색을 위한 연구가 진행되고 있다. 특히, 내용기반 시각정보 검색에 있어 지능형 시스템(Intelligent System)을 접목하여 의미적 접근을 시도하는 I-CBIR(Intelligent-Content Based Image Retrieval)에 관한 연구가 진행되고 있다. 또한, 내용기반 이미지검색 시스템에 온톨로지(Ontology)의 이론을 적용하여 이미지에 의미를 부여하여 개념적 검색이 가능하도록 노력하고 있다. 이러한 연구에서 적용된 대형의 온톨로지는 이미지 검색 시스템에 적합하지 않게 너무 방대한 정보를 가지고 있으며, 또한 시대적 변화에 대응하지 못하여 I-CBIR 시스템에서 그 효율성을 제대로 발휘하지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 많은 대형 온톨로지 중에서 WordNet을 선택하여, WordNet의 구축 방법에 기반한 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지(Domain Ontology)를 구축해보고, 구축된 도메인 온톨로지를 적용함으로써 더 향상된 I-CBIR 시스템이 되도록 하였다.

### 1. 서론

멀티미디어 정보 시스템의 발전으로 대량의 이미지 및 비디오 정보들이 온라인 상에 존재하게 되었다. 이에 이들 정보들을 저장, 처리 및 검색하고자 하는 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위한 노력으로 지난 수 년 동안 내용기반 시각 정보 검색 분야는 유망한 연구분야로 대두되었으며, 여전히 많은 연구들이 진행되고 있다.[1][7]

이러한 연구의 결과로 AMOS, IMKA(Intelligent Multimedia Knowledge Application) 등과 같은 다수의 내용기반 검색 엔진이 나타났다.[1][3] 시스템들은 기존의 하위레벨(Low-Level)의 특징들에 지능형 시스템(Intelligent System)을 접목하여, 조합된 형태의 질의를 허용하도록 하고 있다. 이러한 여러 연구에도 불구하고, 여전히 내용기반 멀티미디어 처리 시스템에 있어서 완전한 내용인식에는 그 범위가 미치지 못하고 있다. 현재까지의 연구는 컬러, 크기, 텍스처, 윤곽 등과 같은 하위레벨 특징에 지능형 시스템(Intelligent System)에 접목시키려는 기초적인 수준이다. 이는 시각적 특징을 벗어나 의미적(semantic) 내용 인식까지는 아직 거리가 있으나 이러한 시각 데이터 특징들에 지능형 시스템

(Intelligent System)을 접목하려는 연구는 의미 표현으로의 접근이라고 볼 수 있다. 그렇지만 시각 데이터가 가지는 의미적 요소(semantic element)들의 표현은 지금까지의 연구에서는 많은 한계점을 가지고 있다.

시각 데이터의 내용 표현의 문제는 시소러스와 같은 용어사전을 사용해 용어 재쓰기(rewriting) 기법, 질의어 확장(query expanding), Relevance Feedback과 같은 기법을 써서 문제를 해결하기 위한 노력을 해왔다. 이 방법은 정확한 의미 표현을 하기에는 문제가 있으며, 여전히 개념적 매칭이 아닌 패턴(스트링) 매칭의 문제를 안고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이런 여러 문제를 해결하고 좀더 효율적인 이미지의 검색을 위해서, 그동안 연구되어져 온 개념기반 이미지 검색 시스템에 도메인 온톨로지의 개념을 도입하고자 한다. 2장에서는 I-CBIR시스템에 관한 관련연구에 관한 내용과 온톨로지에 대한 내용에 대하여 서술하고, 3장에서는 시소러스, CYC Ontology, WordNet, Mediantet 등과 같은 일반 온톨로지의 문제점들을 해결하고, 효과적인 이미지 검색을 위한 도메인 온톨로지를 설계·구축한 내용을 보인다. 마지막으로 4장에서는 결론에

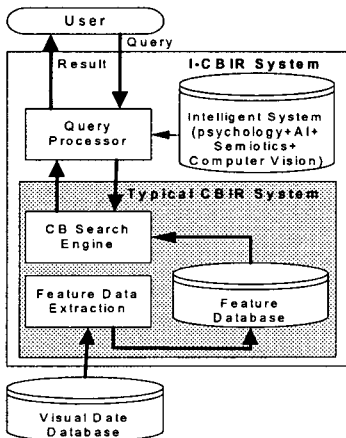
대한 내용을 다루었다.

## 2. 관련연구

### 2.1 I-CBIR 시스템

많은 CBIR(Content-Based Image Retrieval)시스템에 관한 연구는 시각 데이터들로부터 저 수준 시각 특징들을 추출하여, 이를 저장, 처리 및 검색에 사용하였다. 그러나 이런 여러 연구에서 CBIR의 시도는 완전한 내용기반 이미지 검색에는 그 범위가 미치지 못하고 있다. 이를 극복하기 위한 연구로 하위레벨(Low-Level)인 칼라, 크기, 텍스처, 윤곽 등에 심리학(Psychology), 인공지능의 논리학(Logics), 지식표현모델(Knowledge Representation Models), 기호학(Semiotics), 컴퓨터 비전(Computer Vision)등의 지능형시스템(Intelligent System)을 접목시키려는 I-CBIR시스템에 관한 연구가 이루어져왔다. 그렇지만 그러한 연구는 아직까지 기초적인 수준이다. 현재는 인공지능의 한 분야인 지식표현모델(Knowledge Representation Models)의 연구가 활발히 진행중이며, 이를 이미지 검색에 적용하려는 시도가 이루어져왔다.

그 결과로는 William I. Grosky의 연구에서 개념 영역 내에서 하위 레벨의 특징을 상위 레벨의 의미로 변형하기 위한 방법에 대한 연구에서 볼 수 있으며, Columbia 대학교의 S.F. Chang의 연구에서는 MediaNet라는 지식표현모델을 이용한 IMKA(Intelligent Multimedia Knowledge Application)를 개발하였다.[2][3][4] [그림 1]은 현재 활발하게 연구되어지고 있는 I-CBIR 시스템의 구성을 보여주고 있다.



[그림 1] I-CBIR System 구성도

### 2.2 온톨로지(Ontology)

내용기반 이미지검색에서 사용자들은 정보레벨(information level), 지식레벨(knowledge level)에서 검색이 이루어지길 원한다. 따라서 내용기반 이미지 검색시스템은 이미지내의 개념적인 내용을 가지고 검색할 수 있어야 한다. 개념적 미디어 검색을 실현시켜 줄 수 있는 방법 중의 하나는 개념 기반(concept-based) 색인과 검색을 수행하는 것이다. 개념기반 검색 시스템은 사용자의 질의어 개념과 매체내 개념과의 상호 관계성에 기반을 두고 만들어져야 한다. 이를 위해서는 지식베이스(knowledge base)나, 온톨로지와 같은 정보를 유지하여야 한다. 이에 내용기반 이미지검색에서 개념적 검색의 대안으로 온톨로지의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

존재에 관한 체계적인 이론과 개념화의 명시적인 기술 그리고 인공지능 시스템의 구축 시 이용되는 개념과 체계 이론의 온톨로지는 컴퓨터공학 분야에서는 Index 온톨로지를 지식표현의 기초로 활용하고 있다. 멀티미디어 분야에서 온톨로지는 지식 표현의 토대로 주로 이용되고 있다. 온톨로지의 의미 표현에서 기본적인 역할을 하는 것이 '관계'이다. 의미 표현을 위해 가장 빈번하게 사용되어지는 기본적인 관계들은 'is-a', 'instance-of', 'subset-of', 'part-of', 'member-of' 등이다.

멀티미디어 분야에서 온톨로지를 접목한 연구 사례로는 SHOE(Small Html Ontology Extension)가 있다. 이는 기존의 HTML에 온톨로지와 그 추론 메커니즘을 확장하였으며 여기서는 키워드 수준의 개념들로 웹페이지가 매핑되도록 하고 있다. 이렇게 함으로서 개념적 검색이 가능하도록 하고 있다. 또 시소러스, CYC Ontology, WordNet, Brown Corpus 등과 같은 대형 온톨로지를 이용하는 방향과, 특정 분야에서 UMLS(Unified Medical Language System), MPO(Manufacturing Process Ontology)등을 이용해 의미 수준에서 정보 처리가 가능하도록 하고 있는 사례가 바로 그것들이다. 특히, 기존의 텍스트 기반 검색 시스템에 온톨로지를 적용하려는 노력은 OntoSeek, IICA(Intelligent Information Collector Analyser)등의 연구에서 실현되고 있다.[6][7]

이에 본 연구에서는 대형 온톨로지의 하나인 WordNet으로부터 자동차(Car)에 대한 정보만을 추출하고 여기에 새로운 정보들을 추가한 도메인 온톨로지를 구축하여 WordNet의 문제점을 보완하였다.

### 3. 도메인 온톨로지 설계

#### 3.1 도메인 온톨로지

시소러스, CYC Ontology, WordNet, MediaNet과 같은 대형 온톨로지는 특별한 데이터 셋이나 사용자가 선택한 정보에 적합하지 않은 너무 방대한 정보를 가지고 있으며, 또한 시대적 낙후성과 변화에 대응하지 못하여 I-CBIR 시스템에서 그 효율성을 제대로 발휘하지 못하고 있다. 따라서 이런 문제점을 해결하기 위해 특정 분야에 대한 도메인 온톨로지에 대한 구축이 필요하다.

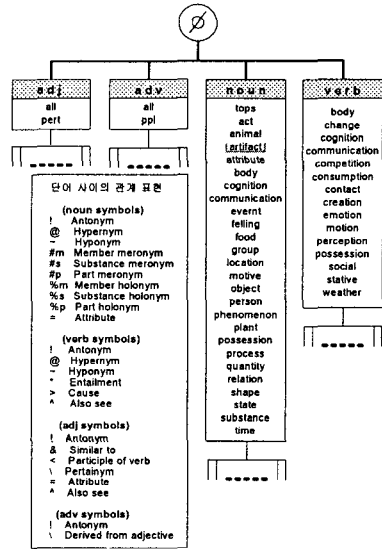
이에 본 논문에서는 많은 대형 온톨로지 중에서 WordNet을 선택하여, WordNet에 기반한 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지를 구축하고, 구축된 도메인 온톨로지를 CBIR에 적용함으로써 더 향상된 I-CBIR 시스템을 설계하였다.

WordNet은 단어들간의 관계에 대한 표현이 잘 되어져 있다. 특히, 상의, 하의, 유의, 반의와 함의등의 단어들간의 관계에 대하여 자세히 서술하고, 단어 의미의 개념에 기초하였다. 이에 본 연구에서는 이러한 단어들간의 관계를 수용하고, 앞에서 언급된 WordNet과 같은 대형 온톨로지의 문제점을 보완하는 도메인 온톨로지를 설계한다.

#### 3.2 도메인 온톨로지 설계

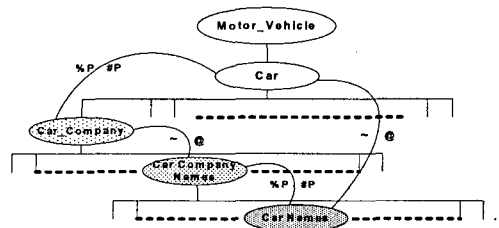
이에 WordNet의 구축 방법에 기반하여 본 논문에서는 자동차에 대한 도메인 온톨로지 설계에 대해 설명하겠다. 먼저, WordNet은 사전의 편찬을 위한 파일들을 코드화하여 이를 데이터베이스에 저장하고, 검색할 때 데이터베이스로부터 정보를 찾아서 보여주는 인터페이스를 가지고 있다. WordNet은 단어들 사이에 많은 관계들에 의하여 사슬처럼 연결되어 있으며, 이를 자세히 살펴보면, 45개의 큰 덩어리들로 구성되어 있다. WordNet의 구성을 살펴보면 [그림 2]와 같다.

본 논문에서 가장 중요한 관점인 WordNet를 기반으로 하는 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지의 구축 방법은 이러하다. 위의 대형 온톨로지인 WordNet 구성에서 밑줄로 표시되어져 있는 부분인 noun.artifact의 한 덩어리를 뽑아낸다. 왜냐하면 자동차(Car)에 대한 정보들이 그 부분에 들어있기 때문이다. 뽑아낸 noun.artifact 부분에 자동차(Car)에 대한 좀더 세부적이고 정확한 도메인 온톨로지 구축을 위하여 최상의 개념을 Motor\_Vehicle로 하는 하위의 정보들만을 모두 추출하여, 이렇게 추출된 정보들을 도메인 온톨로지의 토대로 삼았다.



[그림 2] WordNet 구성도

다음으로 대형 온톨로지들의 문제점을 해결하기 위하여, WordNet에서 표현하지 못했던 모든 자동차(Car)에 대한 새로운 정보들을 추가한다. 이는 자동차에 대한 최근의 정보들 즉, 무수히 생겨나는 자동차의 이름들 1233개와 자동차의 회사의 이름 90개 등을 추가하고자 한다. 이러한 정보를 추가하는 이유는, 오늘날 자동차에 대한 이미지를 검색할 때, 보통의 질의 및 이미지에 대한 색인을 이러한 자동차 이름이나 회사의 이름을 가지고 하기 때문이다. 이렇게 WordNet으로부터 선택된 토대 부분들에 최신의 정보들을 추가하여 새로이 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지를 설계·구축하였다. 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지에 설계는 다음의 [그림 3]과 같다.



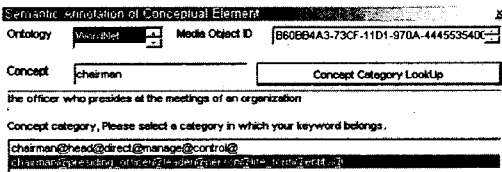
[그림 3] 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지

위의 [그림 3]에서 표현하고 있는 것처럼, 자동차(Car)에 대한 도메인 온톨로지는 기존 WordNet의 Motor\_Vehicle 부분에 Car Company Names, Car Names 등과 같은 새로운 정보들을 WordNet에서

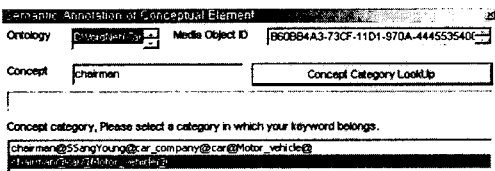
단어들 사이 관계 표현에 근거하여 구축하였다. 대부분의 단어들은 noun들이므로, WordNet에서 noun들 사이의 관계를 표현하기 위해 사용하는 심볼들 중에서 ~, @, %p, #d를 이용하여 이들간의 관계를 모두 표현하였다.

### 3.3 실험 결과

앞에서 설명한 방법으로 구현한 자동차에 대한 도메인 온톨로지를 기존의 내용기반 검색 시스템인 IIRS (Intelligent Image Retrieval System)에 적용하여 실험을 하였다. 간단하게, 쌍용자동차 회사에서 만든 "chairman"이라는 이미지를 검색하여 보면, 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. [그림 4]는 IIRS에 WordNet을 그대로 시스템에 적용했을 때, 사용자가 원하는 자동차에 대한 내용과 다른 결과인 "chairman"에 대한 사전적 의미만이 나타남으로써, 정확한 정보를 제공할 수 없었다. 반면, [그림 5]의 결과에서는, IIRS에 구현된 자동차에 대한 도메인 온톨로지를 적용함으로써, 사용자가 원하는 자동차에 대한 내용을 포함함으로써, 의미적 검색에 한 걸음 더 전진할 수 있었다.



[그림 4] WordNet을 적용한 결과



[그림 5] 도메인 온톨로지(Car)를 적용한 결과

### 4. 결론 및 향후 연구과제

내용기반 시각정보 검색에 있어서 지능적 요소에 대한 연구가 폭 넓게 제안되어져왔다. 그러나 아직 초보적인 수준을 벗어나지 못하고 있다. 최근 내용기반 시각정보 검색을 위해 일반 온톨로지의 이론을 새로이 접목시키려는 시도가 많이 있었다.

이에 본 논문에서는 이러한 흐름에 발맞추어 도메인 온톨로지를 설계·구축하여 내용기반 시각정보 검색에 적용하였다. 몇몇의 간단한 실험들을 통한

기존의 시스템과의 비교에서 성능의 향상성을 확인할 수 있었다. 앞으로 도메인 온톨로지 이용의 효율성을 증명할 수 있는 실험이 병행되어야 하겠다. 또, 폭넓은 지식베이스에 기반한 풍부한 정보의 결합을 통하여 완벽한 도메인 온톨로지의 구축과 도메인 온톨로지 내의 단어들 사이의 의미간의 거리를 적용하여 I-CBIR 시스템에서 더욱더 완벽하고 의미적(Semantic) 검색을 하는 것이 향후 연구과제로 남아있다.

### 참고문헌

- [1] A. B. Benitez and J. R. Smith, "New Frontiers for Intelligent System", Proceeding of the IS&T/SPIE 2001 Conference on Storage and Retrieval for Media Databases, Vol. 4315, San Jose, CA, Jan.24-26, 2001
- [2] A. Jaimes and S.-F. Chang, Concepts and Techniques for Indexing Visual Semantics, Book Chapter in "Image Databases, Search and Retrieval of Digital Imagery", edited by V. Castelli and L. Bergman.
- [3] A. B. Benitez, S.-F. Chang, and J. R. Smith, IMKA: A Multimedia Organization System Combining Perceptual and Semantic Knowledge, Proceeding of the 9th ACM International Conference on Multimedia (ACM MM-2001), Canada, Ottawa, Sep 30-Oct 5, 2001.
- [4] C. Jorgensen, A. Jaimes, A. B. Benitez, and S.-F. Chang, A Conceptual Framework and Research for Classifying Visual Descriptors, Journal of the American Society for Information Science (JASIS), Invited Paper on Special Issue on Image Access: Bridging Multiple Needs and Multiple Perspectives, Sep 2001.
- [5] S.-F. Chang, T. Sikora and A. Puri, Overview of the MPEG-7 Standard, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, special issue on MPEG-7, June 2001.
- [6] Y.C.Park, P.K.Kim, F.Golshani, S.Panchanathan, "Conceptualization and ontology: tools for efficient storage and retrieval of semantic visual information", Proceedings of SPIE Conference on Internet Multimedia Management Systems, Nov. 6-7, 2000, Boston, USA.
- [7] S. Panchanathan; Y. Park, K. Kim; P. Kim, F. Golshani, "The Role of Color in Content based Image Retrieval", IEEE International Conference on Image Processing, Sep. 10-13, 2000, Vancouver, Canada.