
이미지 객체로부터 의미 정보 추론

김도연* · 김철원**

An Inferencing Semantics from the Image Objects

Do-Yeon Kim* · Chyl-Woon Kim**

요약

이미지와 같은 멀티미디어 정보들의 증가로 저수준의 시각 정보에서 고수준의 의미 정보를 추출하는 방법에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 이러한 정보를 자동으로 생성하는 다양한 기술들이 연구되고 있다. 그러나 이러한 기술들은 대부분 한 장의 이미지와 이미지 사이의 의미 정보를 추출하므로 이미지내에 여러 객체가 같이 있는 경우 의미 정보를 추출하기 어렵다. 본 논문에서는 이미지내의 객체들을 시각적 특징 정보들을 추출하여 트레이닝 이미지를 DB에 저장하고 유사도를 측정하여 각 객체의 특징들을 정의한다. 이미지내의 각 객체 특징들은 온톨로지로 이용하여 위치 관계와 연관 관계를 추론엔진을 통해 의미 정보를 추론한다. 이로써 이미지내 객체들 사이의 의미 정보 추론이 가능하고, 좀 더 복잡하고 다양한 고수준의 의미 정보를 추론하는 방법을 제안한다.

ABSTRACT

With the increase of multimedia information such as images, researches have been realized on how to extract the high-level semantic information from low-level visual information, and a variety of techniques have been proposed to generate this information automatically. However, most of these technologies extract the semantic information between single images, it's difficult to extract semantic information when a combination of multiple objects within the image. In this paper, we extract the visual features of objects within the image and training images stored in the DB and the features of each object are defined by measuring the similarity. Using ontology reasoner, each object feature within images infers the semantic information by positional relation and associative relation. With this, it's possible to infer semantic information between objects within images, we proposed a method for inferring more complicated and a variety of high-level semantic information.

키워드

Object Extract , Semantic Inference, Ontology, Image retrieval
객체 추출, 의미 추론, 온톨로지, 이미지 검색

1. 서론

웹 상에는 방대한 양의 정보들이 계속 늘어나고 있으며, 특히 이미지와 같은 멀티미디어 정보들이 증가

하고 있다. 이로 인해 효과적인 검색 시스템의 요구가 증가함에 따라 이에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이미지 검색방법에는 크게 키워드 기반(keyword-

* 호남대학교 컴퓨터공학과(doyeon4@naver.com)

** 교신저자 : 호남대학교 교수(cwkim5403@naver.com)

접수일자 : 2013. 02. 11

심사(수정)일자 : 2013. 03. 15

게재확정일자 : 2013. 03. 22

based) 방식과 내용 기반(content-based) 방식으로 나눈다. 그중에서 내용 기반 방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 주석이 달려 있지 않아도 이미지의 유사성을 이용하여 검색할 수 있는 장점이 있다. 그러나 이러한 방식은 정형화가 되어 있지 않은 이미지의 다양한 형태와 특성들의 의미를 파악할 수 없기 때문에 이미지를 검색할 경우 개념적으로 명령과 다른 이미지가 검색될 수 있다. 또한, 최근에는 온톨로지를 이용하여 의미를 부여한 방법들이 많이 제안되고 있다. 그러나 온톨로지를 이용한 방법 또한 의미 분석보다는 저수준의 특징들 즉 컬러나 모양들을 온톨로지로 구축하여 유사도를 측정하여 검색하는 방법이다. 이는 이미지의 의미적 분석을 할 수 없어 정보를 알 수 없으며, 특히 한 이미지내에 여러 객체가 존재할 경우 유사도 측정을 하기에 어려움이 있다.

본 논문에서는 각 객체의 특징 정보들을 트레이닝된 DB와 한 장의 이미지내에 존재하는 모든 객체의 특징을 유사도를 측정하여 객체를 식별하고, 온톨로지를 구축하여 객체와 객체사이의 연관 관계와 위치 관계를 추론한다. 이를 바탕으로 이미지에 관련된 의미적 정보를 추출하여 이미지를 검색하는 시스템을 제안 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 기존 이미지 검색 방법의 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 제안하는 방법의 시스템 구조와 추론하는 방법에 대하여 자세히 설명한다. 4장에서는 논문의 우수성을 보여주는 실험 결과를 살펴보고, 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

II. 관련 연구

이미지 검색에 대한 다양한 연구가 제안되어 왔다. 이러한 검색에 대한 방법은 다음과 같다.

초기에는 키워드 기반(keyword-based) 방법으로 이미지에 주석(annotation)을 사람이 직접 다는 방식이다. 이는 많은 시간이 소요되며, 주관적으로 주석을 달기 때문에 동일 이미지임에도 서로 다른 주석이 있을 수 있다. 그리고 주석이 달려있지 않은 이미지는 검색할 수 없는 문제점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 내용 기반(content-based)의 검색 방법이

대두 되고 있다. 이미지의 특징 정보를 이용하여 검색하는 방식[1][2]이다. 이러한 방법들은 보통 저수준의 시각 정보 즉, 색상, 질감, 무늬 등의 속성 정보를 바탕으로 이미지들 사이의 유사성을 측정하여 주석을 다는 방법이다. 그러나 이 방법을 이용하여 검색할 경우 사용자가 원하는 의미의 이미지와 다르게 나타나는 경우가 대부분이다. 그래서 이미지에 의미를 부여하여 검색할 수 있는 방법[3][4]이나 온톨로지를 이용한 방법[5][6]이 연구 되고 있다.

Popescu[3]는 단어를 계층화 하여 데이터 세트들 만들었다. 계층의 leaf Term만이 이미지를 갖게 되고 노드들 사이에는 type-subtype의 관계를 이용함으로써 간접적으로 모든 계층이 개념적으로 관련성을 갖게 된다. 이는 low-level과 의미적 유사성을 연관시켜 이미지 검색에 정확성을 높였다.

Shuqiang Jiang[5]은 이미지의 명확한 특징들 즉, 색상, 균형미, 발광성, 색의 따뜻한 느낌을 정의하고 온톨로지를 이용해 이미지의 다양한 측면을 의미적으로 기술하여 의미정보와 이미지사이의 관계를 표현하였다.

Vasileios Mezaris[6]의 연구에서는 중간 계층 기술값(intermediate-level descriptor value)들과 객체 온톨로지를 이용하여 이미지 시각 정보와 객체사이에 맵핑을 한다. 객체 온톨로지의 하위 개념은 시각 정보 즉, 색상, 모양, 질감 등을 가지며, 이러한 정보들은 시각 정보의 벡터 정보를 사람이 인식할 수 있는 중간 계층의 의미값으로 변환한다. 이 온톨로지는 이미지 안의 객체를 최상위 개념으로 가진다. 이 시스템은 온톨로지의 최상위 개념으로서 객체를 가지고 단순히 객체와 그 객체의 시각 정보들간의 포함 관계만 표현할 수 있기 때문에 객체들 간의 연관 관계는 표현할 수 없다

위와 같은 연구들은 이미지에 의미를 부여하여 검색할 수 있는 방법이지만 한 장의 이미지 전체에 대한 의미부여만 가능하다. 이러한 방법은 이미지의 유사성에 근거를 두며, 그로 인해 이미지내의 객체들 사이의 연관 관계나 또는 위치 관계를 추출할 수 없었다. 이미지내에 여러 객체가 존재할 경우 의미 분석을 할 수 없다.

본 논문에서는 이미지내의 각각의 객체를 추출하고 이를 온톨로지로 구축하여 객체와 객체 사이의 연관

관계와 위치 관계를 추론엔진을 이용하여 추론함으로써 이미지의 의미적 정보를 추출한다.

III. 이미지 객체 추출 및 의미 정보 추론

논문에서 제안하는 시스템의 구조는 다음 그림 1과 같다. 각 객체의 특징 정보들을 트레이닝 시켜 DB에 저장하고, 시스템은 이미지가 들어오면 시각적 특징 정보들을 추출하여 이러한 값들과 DB에 저장된 값들의 유사도를 측정하여 객체를 식별한다. 식별된 객체들은 온톨로지를 이용하여 연관 관계와 위치 관계를 추론 엔진을 통해 추출하고 최종 이미지의 의미적 정보를 추론한다.

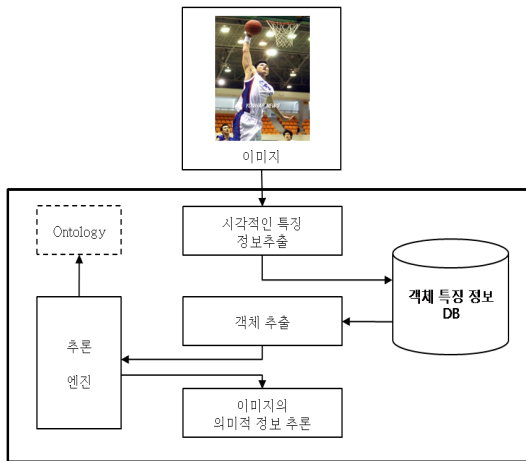


그림 1. 의미 추론 이미지 검색 시스템
Fig. 1 Image retrieval system of semantic inference

3.1. 이미지의 시각적 특징 정보 추출

이미지의 객체를 식별하기 위하여 시각적 특징 정보들을 추출한다. 이러한 정보는 DISCOVER(Distributed Content-based Visual Information Retrieval System on Peer-to-Peer(P2P) Network)[7]에서 제공하는 특징 추출 라이브러리를 이용하여 색상, 질감, 모양 등의 특징을 다음 표 1과 같이 추출한다.

표 1. 시각적 특징 정보
Table 1. Visual feature information

3가지 대표 특징	추출 리스트
Color	AverageRGB
	Color Histogram
	Color Moment
	Color Coherence Vector
Texture	Co-occurrence
	Auto-correlation
	Edge-Frequency
	Primitive Length
Shape	Geometric Moment
	Eccentricity
	Invariant Moment
	Legendre Moment
	Zernike Moment
	Pseudo-Zernike Moment
	Edge Direction Histogram

각 객체별 특징들로 객체가 식별되면 다음과 같이 유사도를 측정한다. C는 컬러, T는 질감, S는 모양을 나타낸다

$$(img_1, img_{input}) = \sum_{i=1}^{i=15} (|C_{input} - C_1| + |T_{input} - T_1| + |S_{input} - S_1|) \tag{1}$$

수식(1)을 사용하여 DB에 저장된 객체 특징 정보와 유사도를 측정하여 객체를 분류한다. 이렇게 분류된 객체는 유사한 시각정보를 가지는 다른 객체로 잘못 분류될 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 이미지에 존재하는 객체의 가중치화된 시각 특징 정보와 데이터베이스에 저장되어 있는 것을 가중치화하여 시각정보의 거리차를 계산하고 보정 과정을 거친다. 객체의 유사도를 계산하여 그 중 상위 3개의 값만 추출하여 이들의 표준편차를 구한다. 표준편차 값이 특정 임계치를 넘지 않으면 수정 모듈의 과정을 거쳐 결과를 추출해 낸다.

3.2. 온톨로지 구축

각 객체를 하위로 갖는 온톨로지를 구축한다. 실험

을 위하여 스포츠에 관련된 온톨로지를 구축하였으며 온톨로지는 다음 그림 2와 같다.

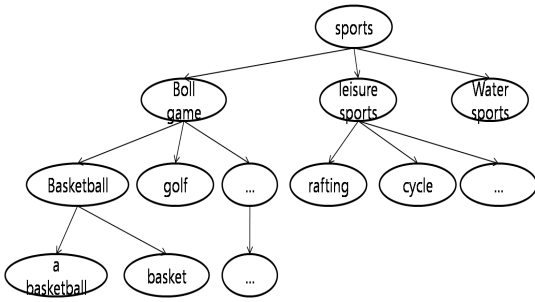


그림 2. 스포츠 온톨로지
Fig. 2 Sports ontology

스포츠 중 Ball Game의 종목 3개, Leisure Sports의 종목 3개, Water Sports의 종목 3개와 위치를 추론하기 위한 Location클래스 이렇게 10개의 클래스를 구축하였다. Location클래스는 이미지 내에서 절대적 위치와 다른 객체와의 상대적 위치를 기술하였다. 이 클래스는 다른 모든 스포츠 클래스들의 Property로 명시되도록 하였다.

객체의 다양한 의미 추론 규칙을 적용시켜 고수준의 의미 관계를 자동으로 추출한다. 이를 위하여 보쌈 추론 엔진[8]을 이용하였다. 객체의 위치 관계와 객체의 추론규칙들은 다음 그림 3과 같다. [8][9][10]

```
rule_1 isLocation is
  MBR(?A), MBR(?B)
  UpperCenter(?A,?x1), LowerCenter(?B,?x1)
  If isLessThan (?x1,?x2)
  Then isLocationOf (?A, ?B)
```

그림 3. 위치 관계 추론 규칙
Fig. 3 Inference rule of location relation

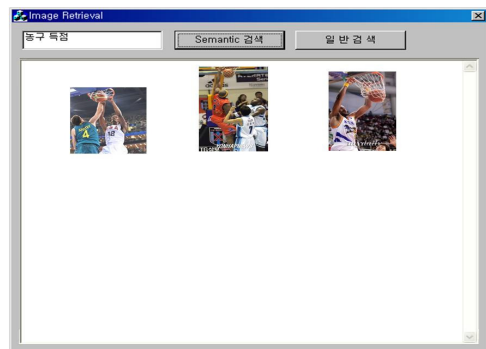
예를 들어 농구의 득점 장면을 검색하고자 할 때 농구공이 농구골대 안에 걸쳐있거나 그물에 걸려있어야 한다. 추론 규칙에서는 그물에 한정하지 않고 농구 골대의 위치에서 농구공의 위치로 득점임을 추론한다. 객체가 차지하는 공간 MBR(Minimum Boundary Rectangie)로 객체 사이의 위치 관계를 추론한다.

IV. 실험 결과

실험을 위하여 Ball Game의 이미지 200개, Leisure Sports 이미지 200개, Water Sport 이미지 200개의 이미지를 사용하였다. 그림 4의 (a)는 일반 검색으로 농구 득점 이라는 질의어를 주었을 때 나타나는 화면이고, 그림 4의 (b)는 본 논문에서 제안한 이미지내 객체 간 연관 관계와 위치관계를 이용하여 검색한 결과 화면이다. 일반 검색에서는 질의어를 농구와 농구 득점 이라고 넣었을 때 거의 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 제안한 시스템에서는 정확하게 농구공이 농구 골대에 들어간 것들만 결과 화면으로 보여 준다.



(a) 일반 이미지 검색 시스템



(b) 제안한 의미 추론 이미지 검색 시스템

그림 4. 의미 추론 이미지 검색 시스템
Fig. 4 Image retrieval system of semantic inference

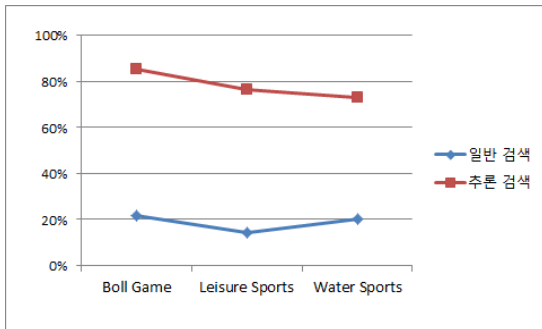


그림 5. 일반 검색과 추론 검색의 정확도 비교
Fig. 5 Accuracy comparison between general retrieval and inference retrieval

위의 그림 5는 일반 검색과 추론 검색의 정확도를 비교한 그래프이다. 제안한 추론 검색의 정확도가 평균 59.3% 높은 것으로 나타났다. 이는 제안한 검색 시스템이 우수함을 나타내며, 사용자가 필요로 하는 이미지들을 좀 더 정확하게 검색할 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 이미지내의 객체들을 각각 추출하여 유사도 평가를 이용하여 객체를 식별하고, 온톨로지를 구축하여 위치 관계와 연관 관계를 추론하였다. 기존의 내용기반 검색에서도 많은 의미적 추론을 연구해 왔지만 이미지 전체에 대한 의미적 추론의 연구가 대부분 이었고 이미지 안의 각 객체별 의미적 추론은 없었다.

제안한 시스템은 복잡한 질의어에 대해서도 정확한 검색 결과를 보여주었다. 연구의 장점은 각 객체별 특징을 사용하기 때문에 한 이미지에 여러 객체가 조합되어 있다고 객체의 연관 관계를 이용하여 의미적 추론이 가능하다. 실험 결과 정확도가 평균 59.3% 높아졌으며, 이는 이미지 검색 시스템을 구축하는데 크게 기여할 것으로 보인다.

향후 연구에는 이미지 객체 뿐 아니라 배경 정보도 중요하다. 바닥면의 색상과 질감 등이 포함된다면 더욱 정확한 정보를 얻을 수 있을 것이다. 배경 정보에 대한 연구가 진행될 필요성이 있다.

참고 문헌

- [1] Hauser, T. and Wenz, C. "DRM 66 Under Attack", Weaknesses in Existing Systems, In Digital Rights Management-Technological, Economic, Legal and Political Aspects. LNCS 2770, Springer, pp. 206-223, 2003.
- [2] Lei Li. and Ian Horrocks, "A software framework for matchmaking based on semantic webtechnology", In Proceedings of the Twelfth International World Wide Web Conference (WWW2003), ACM, pp. 331-339, 2003.
- [3] Pinar Yolum and Munindar P, "Singh. Dynamic communities in referral networks", Web Intelligence and Agent Systems, pp. 105-116, 2003.
- [4] S. Guth., "Digital Rights Management", Number in LNCS. Springer-Verlag Heidelberg, pp. 150-161, 2003.
- [5] Biddle, P., England, P., Peinado, M. and Willman, B., "The Darknet and the future of content protection", In Digital Rights Management-Technological, Economic, Legal and Political Aspects. LNCS 2770, Springer, pp. 344-365, 2003.
- [6] 이용규, 나승덕, "B2B e-마켓플레이스의 활용 정도에 영향을 미치는 요인", SCM Korea 2001, 사단법인 한국SCM 학회, pp. 1-31, 2001.
- [7] 김재욱, 최지호, 한계숙, 이성근, "B2B 관계에서 신뢰의 내용 및 대상 차원이 관계몰입 및 시민 행동에 미치는 영향 유통연구", 9권, 3호, pp. 97-119, 2004.
- [8] 석경휴, 최우진, "무선망에서 Turbo 코드를 이용한 효율적 수신기 설계" 한국전자통신학회논문지, 7권, 5호, pp. 975-982, 2012.
- [9] 한상덕, 정양권, 최재호, "감광성 수지로 제작된 위조 인영의 특성에 관한 연구", 한국전자통신학회논문지, 7권, 6호, pp. 1384- 1492, 2012.
- [10] 정상래, 신현식, "NCW 및 전술데이터링크 기술 개발 현황분석", 한국전자통신학회논문지, 7권, 5호, pp. 991-998, 2012.

저자 소개



김도연(Do-Yeon Kim)

2004년 숭실대학교전자계산원 전자계산학 졸업(이학사)

2006년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2010년 전남대학교 대학원 전자컴퓨터공학과 박사수료

2013년 호남대학교 컴퓨터공학과 초빙교수

2013년~현재 SM미디어

※ 관심분야 : 온톨로지, 추론, 정보검색



김철원(Chul-Won Kim)

1997년 광운대학교 컴퓨터공학과졸업(공학박사)

현재 호남대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : XML 응용, 멀티미디어 정보검색, 멀티미디어 통신