

# 이미지의 객체에 대한 의미 추론 이미지 검색 시스템

김지원\* · 김철원\*\*

Image Retrieval System of semantic Inference using Objects in Images

Ji-Won Kim\* · Chul-Won Kim\*\*

## 요 약

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. 일반적으로 이미지 검색에 있어서 색상과 모양 등의 유사도를 이용하여 검색하는 경우가 많다. 색상과 모양이 비슷하다고 하여 의미까지 같은 이미지를 검색하기에는 어려움이 있다.

본 논문에서는 이미지에서 객체를 인식하기 위해 중간 계층 기술값을 이용하여 중간 계층의 의미 값으로 변환하며, 세그멘테이션의 성능을 높이기 위해 K-means 알고리즘을 이용하여 각각의 이미지에 적합한 K값을 구하는 방법을 제안한다. 이렇게 세그멘테이션을 이용한 저수준 특징을 이용하여 객체를 추출하고, 온톨로지를 이용하여 의미관계를 추론한다. 제안하는 방법은 사용자가 생각하는 의미적으로 유사한 이미지를 보다 효율적으로 검색할 수 있다.

## ABSTRACT

With the increase of multimedia information such as image, researches on extracting high-level semantic information from low-level visual information has been realized, and in order to automatically generate this kind of information. Various technologies have been developed. Generally, image retrieval is widely preceded by comparing colors and shapes among images. In some cases, images with similar color, shape and even meaning are hard to retrieve. In this article, in order to retrieve the object in an image, technical value of middle level is converted into meaning value of middle level. Furthermore, to enhance accuracy of segmentation, K-means algorithm is engaged to compute k values for various images. Thus, object retrieval can be achieved by segmented low-level feature and relationship of meaning is derived from ontology. The method mentioned in this paper is supposed to be an effective approach to retrieve images as required by users.

## 키워드

Segmentation, Low-level Feature, Ontology, Semantic Inference  
세그멘테이션, 저수준 특징 추출, 온톨로지, 의미 추론

## 1. 서 론

인터넷의 발전으로 웹 상에는 방대한 양의 정보들

이 계속 늘어나고 있으며, 특히 많은 문서에 이미지 데이터가 포함되는 비중이 점점 높아지고 있다. 이로 인하여 방대한 양의 이미지에 대한 검색 방법이 연구

\* 호남대학교 컴퓨터공학과 (jiwonk4@naver.com)

\*\* 교신저자 : 호남대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2016. 06. 13

• 수정완료일 : 2016. 07. 13

• 게재확정일 : 2016. 07. 24

• Received : Jun. 13, 2016, Revised : Jul. 13, 2016, Accepted : Jul. 24, 2016

• Corresponding Author : Chul-Won Kim

Dept. of Computer Eng., Honam University

Email : cwkim5403@naver.com

되고 있다.

이미지 검색방법 중 내용 기반의 이미지 검색 방법 [1-2]은 색상이나 형태와 같은 시각 정보들을 추출하여 유사성 등을 이용하여 검색한다. 하지만 이미지의 크기가 커지면 표현해야 할 정보의 양도 많아지기 때문에 정확한 이미지의 표현이 어렵다. 또한 차원의 수를 줄여 사용할 경우 정보 요약 과정에서 잃어버리는 정보의 양이 많아져 정확한 검색을 하기 어렵다.

이러한 정보의 차원 문제를 해결하기 위하여 영역 기반 이미지 검색이 제안되었다[3]. 이미지를 유사한 성질(칼라-질감-모양)을 가진 영역으로 나눈 후, 나누어진 각 영역에 대해서 정보를 추출하여 저장하는 방법을 사용한다. 나누어진 영역은 전체 이미지와는 다르게 유사한 성질을 가지고 있으므로 저차원의 정보로도 정확하게 표현할 수 있다. 그러나 이미지의 다양한 형태와 특성들의 의미를 파악할 수 없기 때문에 이미지를 검색할 경우 개념적으로 명령과 다른 이미지가 검색될 수 있다.

그래서 최근에는 내용 기반 방식에 온톨로지를 접목한 방법들이 제안되고 있다[4-9]. 이러한 방법들은 의미정보와 이미지간의 관계를 표현한다. 한 장의 전체이미지와 다른 한 장의 전체이미지 사이의 유사도를 이용하는 방법이다. 그러나 객체를 추출하여 검색한다 하더라도 is-a 관계 즉, 포함관계만을 표현하므로 사람이 생각하는 의미적으로 비슷한 이미지를 검색하기는 어렵다. 또한, 한 장의 이미지에 여러 객체가 있거나 그 객체들 사이의 관계를 표현하기 힘들다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 영역기반 검색 방법을 이용하여 이미지 내에서 객체를 분리하여 의미를 추출한다. 그리고 추출한 것을 온톨로지로 구축하고 의미관계를 추론한다. 제안하는 방법은 이미지 검색시 복잡한 이미지 처리도 가능하며, 사용자가 생각하는 의미적으로 유사한 이미지를 보다 효율적으로 검색할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 저수준의 특징 추출을 위한 관련연구와 이미지 검색 방법의 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 제안하는 시스템의 방법에 대하여 설명한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

## II. 관련 연구

이미지 검색 시스템에서 이용되는 기반 지식에 대한 기존의 연구를 살펴본다.

### 2.1 저수준의 이미지 특징

색상은 이미지에서 가장 쉽게 눈에 띄는 특성이므로 보편적으로 많이 사용되고 있다[10]. 또한, 시스템 구현이 간단하고 이미지의 회전이나 작은 이동과 같은 변화요소에 비교적 우수한 성능을 보인다. 이미지의 칼라 특징 정보를 사용하여 검색 시스템을 구성할 때 가장 먼저 고려해야 할 점은 적합한 칼라 모델(Color Model)을 선택하는 것이다. 기존 제안된 내용 기반 검색 시스템에서는 RGB[11], HSV[12-14] 및 CIE-Luv[15] 등의 다양한 칼라 모델을 사용하였다. J. R. Smith[12]에서는 다양한 칼라 모델을 분석한 결과 이미지 검색에 있어서 HSV 칼라 모델이 가장 적합한 모델임을 얻어냈다. 표 1은 이미지 검색에 있어서 필요한 다양한 요소에 대한 각 칼라 모델의 분석 결과를 나타낸다.

표 1. 컬러 모델 분석(L=linear, NL=Non-linear) [12]

Table 1. Analysis of Color-Model(L=linear, NL=Non-linear) [12]

	RGB	OPP/YI Q/YUV/ VCrCb	Mun sell	CIE	HSV
Uniformity	No	No	No	Yes	Yes
Compactness	No	No	Yes	가능	Yes
Completeness	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Naturalness	No	No	Yes	Yes	Yes
Transformation	N/A	L	NL	L+NL	NL

본 논문에서는 위의 표 1에서 가장 성능이 좋은 HSV 모델을 이용한다.

### 2.2 영역 기반 검색

영역기반 이미지 검색을 위한 영역은 동일한 질감-색상 성분을 유지하여야 하며 모든 픽셀은 어느 한 영역에 속해야 한다. 또한 영역간은 중첩되지 않으므

로 영역간의 교집합은 공집합이 된다. 이미지 크기에 대한 유사성 문제와 인덱스 문제를 동시에 해결해 줄 수 있다. 그러나 유사영역으로 나누는 추가적인 작업이 필요하다. 이처럼 이미지 특성에 따라 이미지를 나누는 방법을 이미지 분할(Image Segmentation)이라 하며 효과적인 이미지 분할은 영역기반 이미지 검색의 성능을 좌우하는 중요한 역할을 한다.

분할기법은 역치(Threshold)에 기초한 방법, 외곽선(edge)에 기초한 방법, 그리고 영역에 기초한 방법으로 구분할 수 있다[16]. 역치 방법은 일반적으로 색상 히스토그램의 1개 이상의 역치를 통해 각각의 픽셀들이 어느 영역의 원소인지를 구분한다[17]. 그러나 영상의 각 영역의 경계가 모호하거나 영상이 다수의 특성을 갖는 영역을 포함하고 있을 때는 성능이 좋지 않다. 외곽선 기반 방법은 Sobel이나 Robert 연산자 혹은 Canny 연산자 등을 사용하여 외곽선을 검출하고 이 외곽선을 영역의 경계선 검출에 이용한다. 영역기반 방법은 seed pixel을 선택하고, 이 픽셀로부터 시작하여 비슷한 특성을 갖는 인접한 픽셀을 병합하면서 영역을 분할한다[18].

### 2.3 온톨로지를 이용한 이미지 검색 시스템

이미지 검색의 대부분은 저수준 특징을 추출하여 유사도 측정으로 비슷한 이미지를 검색한다. 이러한 특징만으로는 사용자가 의도하는 이미지를 검색하기 어렵다. 그래서 최근에는 온톨로지를 이용하여 이미지의 의미를 파악하여 검색하는 방법이 연구되고 있다.

A. Popescu[19]는 단어를 계층화 하여 데이터 세트를 만들었다. 계층의 잎 노드만이 이미지를 갖게 되고 노드들 사이에는 type-subtype의 관계를 이용함으로써 간접적으로 모든 계층이 개념적으로 관련성을 갖게 된다. 이는 저수준과 의미적 유사성을 연관시켜 이미지 검색에 정확성을 높였다.

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

V. Mezaris[6]의 연구에서는 중간 계층 기술값(intermediate-level descriptor value)들과 객체 온톨로지를 이용하여 이미지 시각 정보와 객체 사이에 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.

본 논문에서는 저수준 특징 중 색상과 외곽선, 질감을 이용하여 영역을 분할하고, 이를 중간 계층 기술값을 이용하여 중간 계층의 의미 값으로 변환하여 객체와 배경의 의미를 추출하여 추론한다.

### III. 이미지의 객체에 대한 의미 추론 이미지 검색 시스템

본 장에서는 객체에 대한 의미 정보추론을 이용한 이미지 검색 시스템의 전체적인 구조와 이미지에서 추출하는 객체의 정의에 대해서 기술한다. 또한 저수준의 세그멘테이션 방법, 그리고 온톨로지와 추론을 이용한 이미지 검색 시스템에 대하여 설명한다. 아래 그림 1은 제안하는 시스템의 전체적인 구조이다.

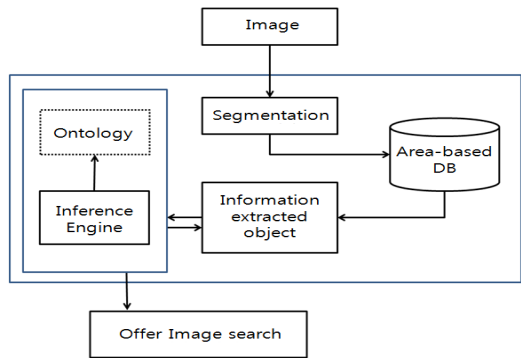


그림 1. 제안하는 시스템 구조  
Fig. 1 Structure of system

각각의 미리 정의된 객체와 배경을 트레이닝 시켜 DB에 저장하고, 사용자로부터 입력된 이미지를 K-means 알고리즘을 이용 세그멘테이션하여 DB와 유사성을 비교하여 객체로 매핑한다. 그리고 추론 엔진과 구축한 온톨로지를 이용하여 사용자가 검색하고자 하는 이미지를 제공한다.

### 3.1 저수준 특징 추출과 세그멘테이션

이미지 검색 시스템에서 가장 적합한 모델로 알려진 HSV 칼라값을 이용하여 세그멘테이션과 저수준 특징을 추출한다. 이미지는 RGB값을 H,S,V로 변환한다. 다음 식(1)은 HSV를 구하는 식이다.

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

$$S = 1 - \frac{3[\min(R, G, B)]}{(R + G + B)} \tag{1}$$

$$V = \max(R, G, B)$$

변환한 값을 K-means을 이용하여 세그멘테이션 한다. K-means을 이용할 때에는 K의 값이 중요하다. 이미지에 따라 K의 값이 다르게 적용되어야 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그래서 이미지에 따라 최적의 K 값을 구하는 방법을 제안한다. 방법은 값 분포 영역을 각각 이등분하여, 2×2×2의 8개 클래스로 분할한다. 처음 이미지의 크기를 얻어 HSV 좌표상에 있는 픽셀의 위치를 파악한다. 그리고 이들 8개의 클래스에 속하는 픽셀들의 존재 유무를 판단하고, 존재하는 클래스의 수를 K값으로 결정한다. 픽셀수가 8개 이하일 경우 잡음으로 간주하고, 해당 픽셀들의 최근접 이웃의 클래스에 할당한다. 다음으로는 K개 클래스들에 속하는 픽셀들의 중심, 반경을 구하여 서로 겹치는지 확인한 후, 겹치는 것에 속하는 것을 한 개의 클래스로 간주하여 새로운 K를 구하는 과정을 거친다. 아래 식(2)은 중심값 공식이다.

$$H_{ave} = \frac{\sum H_{ch}(k)}{\sum K_{img}(k)}$$

$$S_{ave} = \frac{\sum S_{ch}(k)}{\sum K_{img}(k)} \tag{2}$$

$$V_{ave} = \frac{\sum V_{ch}(k)}{\sum K_{img}(k)}$$

이에 해당하는 픽셀 값들의 평균값을 클러스터링을 위한 초기 중심값으로 결정한다.

### 3.2 온톨로지 구축 및 추론

온톨로지는 특정 도메인 내의 지식을 개념화하고 이를 명세하는 것이다. 일반적으로 OWL( Ontology Web Language)은 RDF( Resource Description Framework)에 상-하위 관계 및 동등 관계, 제약 조건 등의 풍부한 표현이 가능하며 논리나 추론을 위한 정보를 표현할 수 있는 기반을 제공한다. 따라서 본 연구에서는 OWL을 이용하여 온톨로지를 구축하였다.

위의 표 2에서 정의한 스포츠에 대한 객체를 다음 그림 2와 같이 구축하였다.

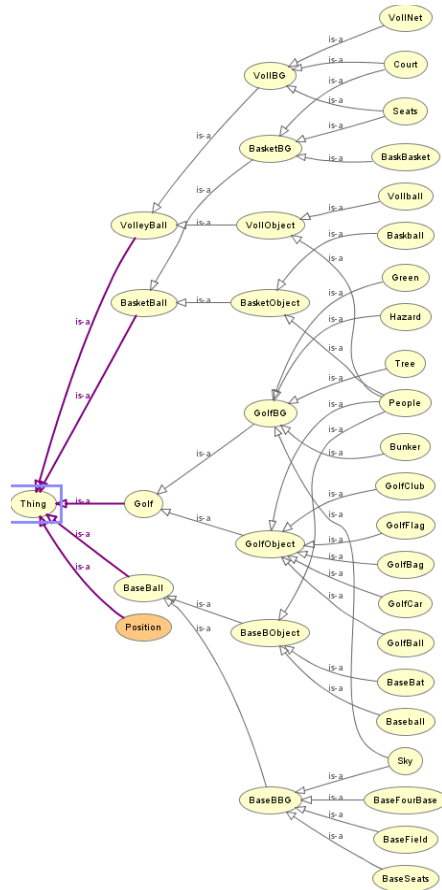




그림 2. 온톨로지 구축  
Fig. 2 Construct of ontology

이미지 안에 존재하는 다양한 정보와 지식들을 효과적으로 추론 하기 위하여 다음과 같이 5개의 클래스로 나누었다. 스포츠에 대한 골프, 야구, 농구, 배구의 4개 클래스와 위치를 추론하기 위한 location클래스이다. location클래스는 이미지 내에서 절대적 위치와 다른 객체와의 상대적 위치를 기술하였다. 이 클래스는 다른 모든 스포츠 클래스들의 property로 명시되도록 하였다. 구축한 온톨로지를 바탕으로 객체의 다양한 의미 추론을 위하여 JESS(: Java Expert System Shell)<sup>1)</sup>추론 엔진을 이용하였다. Jess는 규칙기반의 추론 시스템으로서 프로그램 자체의 크기가 작고 가벼우며, 규칙(rule)과 사실(fact)의 매칭에는 RETE 알고리즘을 이용하여 빠른 추론 기능을 제공한다.

1) JESS, <http://www.jessrules.com/jess/index.shtml>

#### IV. 실험 및 평가

이미지 검색 시스템의 검색 결과는 아래 그림 3과 같다.

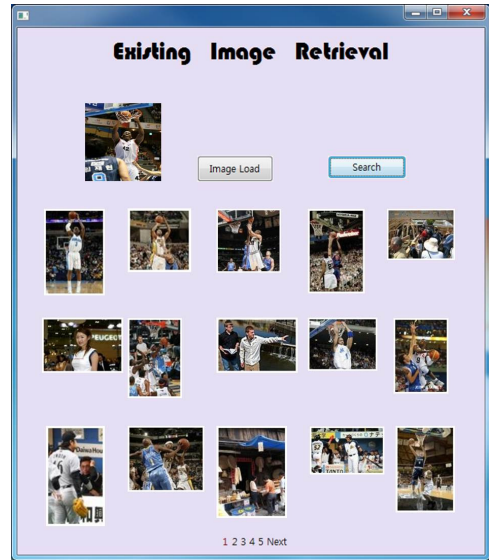


그림 3. 의미 추론 이미지 검색 시스템  
Fig. 3 Image retrieval system of semantic inference

성능평가를 하기 위해 구글에서 4가지의 스포츠를 검색하였다. 각 스포츠별 500개정도, 총 2,035개 이미지를 이용하여 실험하였다. 영역 분할에서 제안한 최적의 K의 값을 구하는 방법에 대한 실험은 다음과 같이 평가 하였다. 분할된 영역의 유사성 정도는 식(4)과 같다.

$$\sqrt{r} \times \sum_{i=1}^r \frac{e_i^2}{\sqrt{A_i}} \quad (4)$$

식(4)에서  $i$ 는 입력 영상,  $r$ 은 분할된 영역의 수,  $A_i$ 는 분할된 영역  $i$ 의 픽셀 수,  $e_i$ 는 분할된 영역과 원 영상의 영역사이의 픽셀값의 유클리디안 거리값이다. 분할된 영역의 픽셀값은 분할된 영역에 해당하는 픽셀의 평균값으로 대치된다. 같은 색상을 가진 픽셀로 올바르게 영상이 분할되면 유사도 F값은 작아지게 된다. 그리고, 분할율의 성능 평가는 무작위로 100개의 샘플 이미지를 뽑아 수동으로 영상을 분할한 결과와 제안한 방법에 의해 분할한

픽셀의 차이를 계산하였다. 이미지에 따라 다르게 적용되는 K값으로 세그멘테이션한 결과 K값이 정해져 있는 것에 비해 평균 약 8%이상 향상되었다.

## V. 결 론

본 논문에서는 이미지 검색시 중간 기술값을 이용하여 객체를 정의하고, 다양한 고수준의 의미정보를 추론하여 검색하는 방법을 제안하였다. 이미지를 HSV컬러와 최적화된 K-값을 얻어낸 K-means알고리즘을 이용하여 세그멘테이션을 한다. 그리고 스포츠에 대한 객체의 온톨로지를 구축하고, 추론엔진을 이용하여 이미지를 검색하는 시스템을 구축하였다.

영역 분할시 K-means알고리즘을 이용하여 이미지에 따라 적합한 K값을 적용한 결과 K값이 정해져 있는 것과 비교하였을 때 약8%이상 정확율을 보였다.

객체가 너무 작아 인식이 안 되는 경우도 있으며, 객체가 없이 배경만 있는 경우도 의미 추론을 할 수 있는 검색 시스템의 지속적인 연구가 필요하다.

## References

- [1] M. Lew, N. Sebe, C. Djeraba, and R. Jain, "Content-based Multimedia Information Retrieval: State of the Art and Challenges," *ACM Trans. Multimedia Computing, Communications, and Applications*, vol. 2, no. 1, Feb. 2006, pp. 1-19.
- [2] C. Carson, M. Thomas, S. Belongie, J. Hellerstein, and J. M. Malik, "Blobworld: A System for Region-Based Image Indexing and Retrieval," *Third Int. Conf. on Visual Information Systems*, Berlin Heidelberg, June, 1999.
- [3] D. Yining, and B. Manjunath, "An Efficient Low-Dimensional Color Indexing Scheme for Region-Based Image Retrieval," *Proc. of IEEE Intl. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, Arizona, U.S.A. March, 1999, pp. 3017-3020.
- [4] E. Hyyoenen, A. Styrman, and S. Saarela, "Ontology-based Image Retrieval," *Internet Technology And Secured Transactions, 2012 International Conf.*, London, Dec. 2012, pp. 288 - 293.
- [5] J. Shuqiang, H. Tiejun, and G. Wen "An Ontology based Approach to Retrieval Digitized Art Images," *IEEE/WIC/ACM Int. Conf. on Web Intelligence (WI'04)*, Beijing, China, Sept. 2004, pp. 131-137
- [6] V. Mezaris, I. Kompatsiaris, and M. G. Strintzis, "Region-based Image Retrieval using an Object Ontology and Relevance Feedback," *Eurasip J. on applied signal processing*, vol. 2004, no. 1, Jan. 2004, pp. 886-901.
- [7] S.H. Kim, Y. G. Kim W.J. Kim, "The Design of Method for Efficient Processing of Small Files in the Distributed System based on Hadoop Framework," *J. of the Korea Institgrte of Electronic Communication Sciences*, vol. 10. no. 10,2015, pp.1115-1121.
- [8] D.J. Chai, K.Ban and E.K. Kim, "Schema Mapping Method using Frequent Pattern Mining," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 5. no. 1, 2010, pp.93-101
- [9] B.H. Kim, "Words Recommendation Algorithm for Similarity Connection based on Data Transmutability," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8. no. 11, 2013, pp.1719-1724
- [10] Y. Liu, D. Zhang, G. Lu, and W.-Y. Ma, "A survey of content-based image retrieval with high-level semantics," *Pattern Recognition*, vol. 40, no. 1, Jan. 2007, pp. 262-282.
- [11] G. Pass, R. Zabih, and J. Miller, "Comparing images using color coherence vectors," *In Proc. ACM Int. Conf. Multimedia*, Boston, USA, February, 1996.
- [12] J. Smith, "Integrated Spatial and Feature Image Systems: Retrieval Analysis and

Compression," Ph.D's Thesis, *Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University*, 1997.

- [13] M. Tico, T. Haverinen, and P. Kuosmanen, "A Method of Color Histogram Creation for Image Retrieval," *Proc. Nordic Signal Processing Symp. (NORSIG'2000)*, Kolmarden, Sweden. June 2000, pp. 157-160.
- [14] S. Sural, G. Qian, and S. Pramanik, "Segmentation and Histogram Generation using The HSV Color Space for Image Retrieval," *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, vol. 2, Sept. 2002, pp. II-589 - II-592.
- [15] R. Sray, "Content-based image retrieval: Color and edges," *Technical Report, Department of Computer Science technical report, Dartmouth University*, Oct, 1995.
- [16] J. Fan and D. Yau, "Automatic Image segmentation by Integrating Color-Edge Extraction and Seeded Region Growing," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 10, no. 10, 2001, pp. 1454-1466.
- [17] L. Bonsiepen and W. Coy, "Stable Segmentation Using Color Information," *Computer Analysis of Images and Patterns*, ed. R. Klette, Proc. of CAIP 91, Sept 1991, pp. 7-84.
- [18] S. Aijjatoleslami and J. Kittler, "Region Growing: A New Approach," *IEEE Trans. Processing*, vol. 7, no. 7, 1998, pp. 1079-1084.
- [19] A. Popescu, C. Millet, and P.-A. Moëllic "Ontology driven content based image retrieval," *ACM Int. Conf. on Image and Video Retrieval*, Amsterdam, Netherlands, July 2007, pp. 387-394.

저자 소개

**김지원(Ji-Won Kim)**



2006년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)  
 2010년 전남대학교 대학원 전자 컴퓨터공학과 박사수료  
 2013년~현재 (주)드림지리정보  
 2016년~호남대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 ※ 관심분야 : 온톨로지, 정보검색

**김철원(Chul-Won Kim)**



1997년 광운대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)  
 현재 호남대학교 컴퓨터공학과 교수  
 ※ 관심분야 : XML 응용, 멀티미디어 정보검색, 멀티미디어 정보처리 및 응용

