

이미지 유사도를 이용한 와인라벨 인식 시스템

Wine Label Recognition System using Image Similarity

정종문, 양형정, 김수형, 이귀상, 김선희
전남대학교 전자컴퓨터공학부

Jeong-Mun Jung(amiris@hanmail.net), Hyung-Jeong Yang(hjyang@jnu.ac.kr),
Soo-Hyung Kim(shkim@jnu.ac.kr), Guee-Sang Lee(gslee@jnu.ac.kr),
Sun-Hee Kim(wkdal749@hanmail.net)

요약

최근 휴대폰 카메라로 촬영한 영상을 입력으로 사용하는 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 논문에서는 와인라벨의 문자를 인식한 후, 데이터베이스내의 와인이미지들 중에서 입력 와인라벨 이미지와 유사한 순서대로 사용자에게 보여주는 시스템을 제안한다. 이미지의 유사도 계산을 위해 본 논문에서는 이미지의 각 영역별 대표색상, 텍스트 영역의 텍스트 색상과 배경색상, 그리고 특징점의 분포를 특징으로 사용한다. 이미지의 색상차를 계산하기 위해 RGB색상을 CIE-Lab색상으로 변환하여 사용하고, 특징점은 헤리스코너 검출 알고리즘을 사용하여 추출한다. 각 셀의 대표 색상차와 텍스트 색상차 및 배경 색상차는 가중치를 적용하여 색상차 유사도를 계산하고 색상차 유사도와 특징점 분포 유사도를 정규화하여 최종 이미지 유사도를 구한다. 본 논문에서는 입력 이미지와 데이터베이스내의 이미지 간의 유사도를 계산하여 유사도 순으로 사용자에게 검색 결과를 보여줌으로써 검색 결과로부터 다시 최대 유사 와인라벨을 수동으로 찾는 노력을 줄일 수 있다.

■ 중심어 : | 내용 기반 영상 검색 | 와인 라벨 | 유사도 검색 | 특징 추출 |

Abstract

Recently the research on the system using images taken from camera phones as input is actively conducted. This paper proposed a system that shows wine pictures which are similar to the input wine label in order. For the calculation of the similarity of images, the representative color of each cell of the image, the recognized text color, background color and distribution of feature points are used as the features. In order to calculate the difference of the colors, RGB is converted into CIE-Lab and the feature points are extracted by using Harris Corner Detection Algorithm. The weights of representative color of each cell of image, text color and background color are applied. The image similarity is calculated by normalizing the difference of color similarity and distribution of feature points. After calculating the similarity between the input image and the images in the database, the images in Database are shown in the descent order of the similarity so that the effort of users to search for similar wine labels again from the searched result is reduced.

■ keyword : | Content Based Image Retrieval | Wine Label | Similarity Searches | Feature Extraction |

* "본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음"

(NIPA-2011-C1090-1111-0008)

접수번호 : #110408-003

접수일자 : 2011년 04월 08일

심사완료일 : 2011년 05월 09일

교신저자 : 양형정, e-mail : hjyang@jnu.or.kr

I. 서론

일상생활에서 가장 많이 사용하는 전자 기기는 휴대폰일 것이다. 요즘 휴대폰이 주위에 없으면 심리적으로 불안해하는 사용자가 많을 정도로 휴대폰은 생활의 한 부분이 되었다. 이러한 휴대폰은 문자메시지나 전화통화 기능으로만 사용되는 것이 아니라 카메라로 사진을 찍거나 인터넷에 연결하여 원하는 정보를 얻고, 휴대폰에 내장되어있는 프로그램을 사용하기도 한다. 휴대폰에 내장되어 있는 프로그램을 사용할 때 가장 불편한 점은 텍스트 입력이다. 휴대폰에 있는 버튼의 개수가 한정되어 있어 텍스트 입력 시 많은 텍스트 입력 시간을 필요로 한다. 이러한 텍스트 입력 시간을 단축하고 사용자에게 편의성을 제공하기 위해 카메라를 이용하여 이미지를 인식하는 기술이 연구되고 있다[1].

최근 카메라 이미지 인식 기술은 휴대폰 카메라 및 디지털 카메라의 대중화로 일반 사용자 편의와 현장으로부터 관련 영상 자료의 빠르고 정확한 입력 및 업무 처리 시간 단축 등의 업무 효율성 향상 등의 효과로 필요성이 증대되고 있다. 뿐만 아니라 휴대폰 카메라를 통한 커뮤니케이션 비중이 증가하여 텍스트 대비 정보 전달 수단으로 사진이나 동영상 비중이 높아지고 있다 [2]. 이미지 인식 기술은 영상의 입력, 추출, 해석 기능을 기반으로 주어진 패턴을 탐색, 식별, 판독하여 인식한다[3]. 이미지 인식 기술은 이러한 패턴 인식 알고리즘과 인식엔진을 기반으로 발전하고 있다. 휴대폰 카메라에서 이미지 인식을 위해서는 특징 이미지 영역을 추출하거나 처리 속도 및 다양한 이미지를 인식하는 기술들이 필요하다[4].

이미지 인식 기술에서 이미지 관심 영역 검출은 지속적으로 연구되어온 주제이다. [5]는 색상과 공간 정보를 이용하여 이미지에서 특징 영역을 추출 하였고, [6]은 유사 특징 화소들에 대한 군집화를 통해 이미지를 특정 객체 단위로 분할하였다. 그러나 이와 같은 방법들은 이미지 분할을 위한 시간복잡도가 높고 객체 영역을 정확히 추출하기 어렵다는 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 양자화된 HSV색상 공간에서의 전역적인 색상 히스토그램과 색상이 영상의 가로,

세로 축에 대해 가지는 색상 공간 정보를 조합하여 이미지 영역을 추출하는 방법이 제안되었다[7]. 또한 [8]에서는 양자화된 RGB색상 공간에서 특정영역을 검출하였다. 그 외에도 이미지 인식이나 주석 태깅 기술을 적용하여 이미지를 요약해주는 어플리케이션에 대한 연구도 활발히 진행 되었다[9][10].

휴대폰 카메라 기반 이미지 인식 방법으로 이미지로부터 비주얼 키워드를 추출하고, 이들 간의 위치관계를 그래프로 표현하여 이미지의 내용을 분석한 뒤 이벤트를 인식하는 방법이 제안되었다[11]. [12]은 휴대폰에서 이미지의 관심 영역을 블랍으로 추출하고, 이를 다층 신경망 학습을 통해 이미지를 인식하여 분류하였다. [13]은 이미지의 검색, 처리 및 이해를 돕기 위해 이미지의 의미정보인 사람, 물체, 장소 등과 촬영 환경 정보인 위치, 각도 등 총 12가지 속성을 MPEG-7 형식의 메타데이터로 정의하였다. 최근 모바일기기에 탑재되어 있는 디지털 카메라의 성능이 향상됨에 따라 손쉽게 필요한 이미지를 촬영하거나 보관할 수 있게 되었으며, 방대한 양의 이미지를 효과적으로 검색하거나 브라우징하기위한 방법들이 활발히 연구되고 있다.

본 논문에서는 와인 라벨에 있는 문자를 인식하여 와인의 정보를 검색하는 시스템에서 와인의 특성으로 인해 텍스트 검색만으로는 정확한 와인정보를 검색할 수 없기에, 와인라벨 이미지를 이용한 내용기반 이미지 검색을 추가하여 와인라벨 이미지와 유사한 와인 정보를 상위에 표시하는 방법을 제안한다. 와인의 이름은 대부분 원산지, 포도 품종, 와인의 종류, 생산자명, 생산농장 이름 등으로 이루어져 있다. 따라서 와인라벨에 있는 특정 텍스트를 인식하여 와인정보 데이터베이스의 내용을 검색할 경우 중복되는 정보가 검색되게 된다. 본 논문에서는 많은 양의 와인라벨 검색 결과 중에 사용자가 입력한 와인과 유사한 와인 정보를 상위에 표시할 수 있도록 와인 라벨 이미지와 데이터베이스에 저장되어있는 와인라벨 이미지와의 유사도를 계산하여 유사도가 높은 순으로 표시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 내용기반 이미지 검색과 관련된 기존 연구를 소개하고 3장에서는 와인검색 시스템의 구성을 설명한다. 4장에서는 이

미지의 유사도 계산을 위한 특징추출 방법과 이미지의 유사도 계산방법을 소개한다. 5장에서는 제안방법을 이용한 실험과 결과를 보이고 6장에서 결론 및 향후 연구에 대해 살펴본다.

II. 관련연구

최근 멀티미디어 기술의 발전과 더불어 수많은 정보들이 멀티미디어화, 디지털화 되고 있으며, 스캐너, 디지털 카메라 등의 다양한 디지털 입력장치의 개발 및 보급, 그리고 대용량의 저장 장치의 발달로 인해 많은 양의 멀티미디어 콘텐츠가 만들어지고 있다. 이러한 결과로 많은 분야에서 멀티미디어 데이터베이스들이 구축되고 있으며 다양한 목적으로 사용되고 있다. 특히 멀티미디어 콘텐츠에서 중요한 역할을 하는 매체가 영상이며, 가장 정보 전달력이 강하다. 이러한 방대한 영상 데이터베이스 상에서 원하는 영상을 일일이 찾아내는 일은 많은 시간과 노력을 필요로 한다.

문자 키워드 대신 원하는 영상을 질의 자료로 제시하고 자동적으로 질의 자료와 유사한 영상들을 순서대로 출력하면 검색 시간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라 효율적인 검색이 가능하다. 이러한 기술을 내용기반 영상 검색이라 하며 검색을 위한 영상의 정보로서 컬러, 모양, 질감 등의 특징을 사용하는 기술이 많이 연구되고 있다[14][15]. 대부분 개발되어 상용화된 시스템들은 검색 결과의 효과를 높이기 위하여 단일 특징 정보를 사용하지 않고 복합적인 특징 정보를 사용한다.

2.1 인터넷을 통한 마케팅 촉진

MUFIN은 체코의 Masaryk 대학에서 개발한 시스템이다[16-18]. [그림 1]은 MUFIN의 검색 결과로서 키워드 검색을 이용하여 이미지를 찾고 찾은 이미지 중에서 한 이미지를 선택하여 선택한 이미지와 유사한 이미지들을 검색하여 보여준다. 데이터베이스의 자료는 CoPhIR(Content-based Photo Image Retrieval)에서 제공하는 데이터와 Flickr 이미지 검색 사이트의 이미지 데이터를 사용한다[19]. 이미지 유사도 검색을 위해 사

용하는 특징은 MPEG-7에서 정의하는 특징 기술자 중에서 ColorStructure, ColorLayout, ScalableColor, EdgeHistogram, HomogeneousTexture를 사용한다. 각각의 특징들에 가중치를 두어 유사도를 계산한다. 데이터베이스는 M-Chord, M-Tree 인덱싱 방법을 이용하여 구축하고 검색에 사용한다.

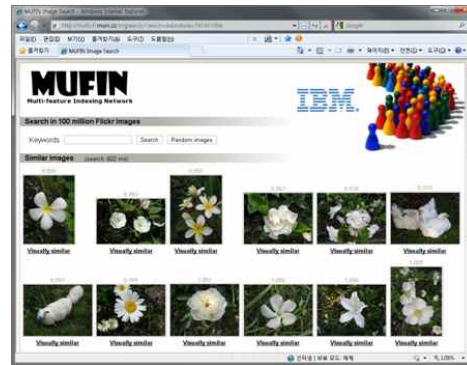


그림 1. MUFIN 검색결과

2.2 MiPai

MiPai는 이탈리아의 Consiglio Nazionale delle Ricerche 연구소에서 개발한 시스템이다[20]. MiPai는 텍스트 검색과 이미지 검색을 모두 지원하며 이미지 검색 입력으로 URL이나 파일을 사용할 수 있다. MiPai 검색 서비스에서 사용하는 데이터베이스는 Flickr의 이미지를 사용하여 구축하였으며, Permutatio Prefix Index방법으로 데이터베이스를 구축하고 검색에 사용한다. [그림 2]는 MiPai의 검색 결과를 보여준다.

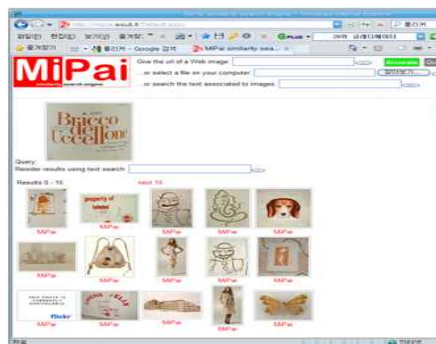


그림 2. MiPai 검색 결과

2.3 관심 영역 이미지 검색 시스템

관심 영역 이미지 검색 시스템은 강원대학교에서 개발한 시스템으로 이미지의 특정 영역을 사용자가 질의로 사용할 수 있도록 하였다[21]. 이미지 검색을 위한 특징으로 컬러와 모양 특징을 사용한다. 컬러 특징으로는 영역의 면적, 대표색, 무게중심을 사용하고, 모양 특징으로 에지 검출 후 모멘트 값을 이용한다. [그림 3]은 관심 영역 이미지 검색 시스템 이용 예로서 왼쪽 요트 사진에서 돛 부분을 질의 영상으로 사용하여 오른쪽의 6개의 이미지를 검색하였다.



그림 3. 관심 영역 이미지 검색 시스템

2.4 이미지 특징 추출 및 매칭

내용기반 이미지 검색 시스템에 관한 연구는 색상을 사용하는 색상 특징과 공간 특징을 추출해내는 방법에 따라 분류할 수 있다. [22]은 히스토그램(histogram)을 사용하여 이미지의 색상 특징을 추출하였다. [23]는 색상 공간상의 양자화를 통하여 색상 수를 줄이고 라벨링(labeling)하여 공간 특징을 추출하였다. 그러나 양자화하는 과정에서 구간 경계에 있는 색상의 경우 오차가 발생하게 되는 단점과, 양자화 하여 얻은 이미지를 각 색상별로 라벨링하여 공간 특징을 도출해 내므로 비용이 높은 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 T.S. Chua는 지배적 색상 집합을 구한 후 해당 지배적 색상으로 라벨링 하여 위치정보를 추출하는 방법을 채택하였다. 그런데 이미지는 반드시 배경을 가지는 것이 아니므로 이러한 접근 방법은 잘못된 색상을 추출할 수 있다[24]. Y. Gong은 색상 공간(color space)상의 클러스터링(clustering)을 수행하여 색상 수를 줄이고 라벨링(labeling)하여 공간 특징을 추출하였다. 이 방법 역시 색상 수를 줄이는 과정을 거친 후 각 색상별로 라벨

링 해야 하므로 특징 추출에 대한 비용이 높다[25].

이미지 처리 분야의 주요 연구 중 하나인 이미지 매칭은 주어진 이미지와 유사한 이미지를 찾는 문제이다 [26]. 이미지 매칭을 위해 지금까지 색상, 질감, 모양 등 다양한 이미지 정보를 이용하려는 시도 등이 있었다. 모양기반 이미지 매칭으로 [27]은 인덱스를 사용하여 매칭 성능을 향상시키는 방법을 제안하였다. 이 연구에서는 DFT의 진폭이 회전 불변의 특성을 가짐을 보이고, 이를 인덱스 구축 및 필터링에 사용하였다. Keogh은 회전-불변 이미지 매칭에 LB_Keogh[28]가 적용됨을 보이고, 이를 사용하여 회전-불변 거리계산이 필요한 후보개수를 크게 줄이는 방법을 제안하였다[29]. 그러나 회전-불변 이미지 매칭은 필터링을 통해 회전-불변거리 계산이 필요한 후보 데이터 시퀀스 개수를 줄이는 것이 주된 목적이며, 궁극적으로는 후보 데이터 시퀀스와 질의 시퀀스와의 회전-불변 거리계산이 요구된다.

III. 와인 정보 검색 시스템

본 장에서는 휴대폰 와인 정보 검색 시스템의 구성과 각 단계별 기능을 소개하고 마지막 검색 결과에서의 문제점과 그 문제점을 해결하기 위한 제안방법을 소개한다.

3.1 휴대폰 와인검색 시스템

휴대폰 와인 정보 검색 시스템의 구성도는 그림 4와 같다. 사용자는 와인라벨에서 검색하고자 하는 텍스트를 화면의 중앙에 위치하도록 휴대폰 카메라로 촬영하여 이미지를 와인 검색 시스템에 입력한다. 입력된 이미지에서 사용자가 검색하고자하는 텍스트의 영역을 검출하기 위해 이미지를 웨이블릿 변환을 하여 수평, 수직, 대각선의 주파수 변환 성분을 분석한다. 세 가지의 주파수 성분에서 주파수 변화가 큰 부분이 텍스트 영역이라 할 수 있다. 텍스트 영역을 검출한 뒤 K-means를 이용하여 텍스트와 배경을 분리하는 이진화 과정을 거친다. 이진화 된 텍스트 영역은 문자단위 인식을 위해 텍스트 인식 모듈에서 문자별로 분할하여 각 문자를 인식한다. 이때 각 문자의 인식은 신경망을

통해 수행된다. 인식된 텍스트는 검색 모듈로 전달된다. 검색 모듈에서는 휴대폰에 저장되어 있는 데이터베이스에서 인식된 텍스트가 포함된 와인정보를 검색하고 사용자에게 해당하는 와인의 정보를 보여주게 된다.

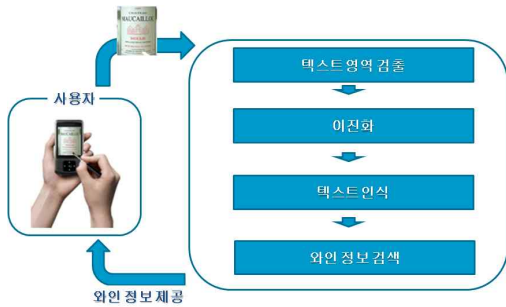


그림 4. 와인 정보 검색 시스템

3.2 문제점

와인 데이터베이스에는 와인명, 생산연도, 용량, 생산자, 생산국가, 생산지역, 포도품종, 어울리는 음식 등의 사용자에게 제공하는 와인의 정보가 저장되어 있다. 와인라벨에 표기 되는 정보는 생산지역이나 제품에 따라 차이는 있지만 대부분 와인명, 생산연도, 생산자, 생산국가, 생산지역, 포도품종, 용량이 표기되어 있다. 이처럼 와인라벨에 표기된 정보가 많기 때문에 와인검색 시스템에서 검색어가 데이터베이스에서 어떤 필드의 정보인지 알 수 없다. 따라서 다중의 필드 정보를 검색해야 한다. 이처럼 다중의 필드 정보를 검색할 경우 휴대폰 환경에서 실행되어야 한다는 조건 때문에 실행시간이 길어 질 수 있다. 이를 해결하기 위해 와인 데이터베이스에 키워드라는 컬럼을 추가하고 와인데이터베이스에 해당하는 와인라벨에서 주요 단어를 키워드 컬럼에 추가한다. 와인 데이터베이스는 키워드를 기준으로 인덱싱하여 텍스트 검색 시 와인데이터베이스 전체를 탐색하지 않고 인덱싱된 문서만을 탐색하여 빠르게 검색 결과를 출력할 수 있다.

또 한 가지 문제점은 와인라벨에 해당 텍스트가 표기되어 있지 않은 와인 정보도 검색되어 검색의 결과 수가 많아진다는 점이다. 예를 들어 검색하고자하는 와인의 라벨에 “BORDEAUX”라는 텍스트가 표기되어 있다

고 가정하자. 보르도는 프랑스의 대표적인 와인생산 지역으로 프랑스에서 가장 많은 와인이 생산되기로 유명하다. 따라서 보르도(BORDEAUX)를 검색어로 검색하게 되면 와인라벨에 “BORDEAUX”가 표기 되지 않은 와인을 포함하여 매우 많은 종류의 와인에 대한 정보가 사용자에게 제공 될 것이다. 따라서 사용자는 검색 결과 중에서 어떤 와인 정보가 원하는 와인 정보인지를 수동으로 판별해야한다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 검색어에 의한 다수의 와인정보 검색결과를 사용자에게 제공할 때 휴대폰 카메라로 촬영한 와인영상과 데이터베이스에 저장되어있는 와인영상을 비교하여 이미지의 유사도에 따라 와인 정보를 제공함으로써 사용자의 수동 검색 시간을 줄이고자 한다.

IV. 제안한 와인라벨 인식 시스템

본 장에서는 3장에서 제시한 문제점을 해결하기 위해 제안한 방법들에 대한 구체적 내용을 기술한다.

4.1 이미지 유사도 측정을 위한 특징 추출

이미지 유사도 측정을 위해서는 이미지를 구분할 수 있는 특징을 추출하여 각 특징의 유사도를 계산해야 한다. 본 논문에서는 와인 이미지의 텍스트 영역검출 단계에서 구한 텍스트 영역을 기준으로 이미지의 특징을 추출한다. 이미지를 여러 개의 셀로 나누어 위치정보를 포함한 색상 특징, 이진화된 텍스트 이미지를 사용한 텍스트 색과 배경색 특징 그리고 이미지의 특징점 분포를 특징으로 사용하여 이미지의 유사도를 계산한다.

4.1.1 위치 정보를 포함한 색상

색상특징에서 각 색상의 위치 정보를 포함하기 위해 [그림 5]와 같이 특징을 추출할 이미지를 여러 개의 셀로 나누어 각 셀의 대표색상을 특징으로 사용한다. 이미지의 유사도는 비교이미지의 셀과 대응되는 셀의 색상차에 의해서 계산된다. 보다 정확한 색상차를 계산하기 위해 RGB를 CIE-L*a*b* 색상공간으로 변환하여 색상차를 계산한다.

CIE-L*a*b* 색상공간은 CIE(국제조명위원회)에서 규정한 색상 값으로 우리 눈이 감지할 수 있는 색차와 색 공간에서 수치로 표현한 색차를 거의 일치시킬 수 있는 색 공간이다. CIE-L*a*b*은 균일한 색 공간 좌표로서 눈과 매우 근사한 차이를 보여주기 때문에 현재 세계적으로 표준화되어 있는 색 공간이다. [그림 6]처럼 CIE-L*a*b*에서의 색 좌표는 L*, a*, b*로 표시하게 되며 L*는 명도, a*는 Red와 Green의 정도, b*는 Yellow와 Blue의 정도를 나타내는 입체 좌표이다.

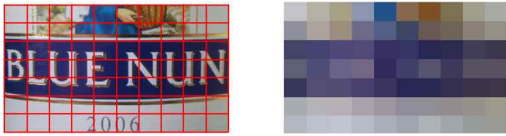


그림 5. 각 셀의 대표색상

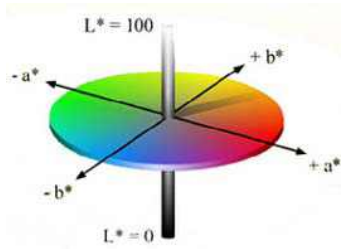


그림 6. CIE-L*a*b* 색상 공간

4.1.2 텍스트 및 배경색상

텍스트와 배경색을 구하기 위해 텍스트 영역의 이진화 결과를 사용한다. [그림 7]과 같이 원본영상의 텍스트 영역에서 이진화 영상의 검정색 부분은 텍스트영역이고, 흰색부분은 배경색상이 된다. 텍스트와 배경에 대응하는 픽셀들의 색상값을 조합하여 텍스트 색상과 배경색상을 특징으로 추출할 수 있다.

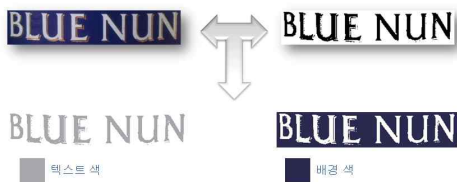


그림 7. 텍스트 배경색 추출

4.1.3 특징점 분포

위에서 추출한 색상 특징을 살펴보면 대표색상을 사용한 특징 추출이기 때문에 이미지의 정보가 많이 손실되어있다. 색상 이외에 형태적인 특징을 이용하기 위해 해리스 코너 검출 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출한다. 해리스 코너검출 알고리즘은 수식 (1)과 같이 표현된다.

$$\hat{C} = G_{\sigma}(x, y) \otimes \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$R(x, y) = \det \hat{C} - k \times \text{trace}^2 \hat{C}$$

여기에서 R(x,y)는 한 점의 특징 값이며 I_x, I_y는 Sobel미분 필터를 적용한 x, y 방향의 미분 값이고 G_σ(x, y)는 5×5인 가우시언 필터이다.

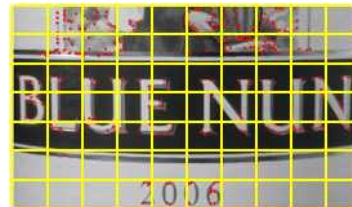


그림 8. 특징점 추출 결과

[그림 8]은 해리스 코너 검출 알고리즘을 사용하여 검출된 특징점들을 나타낸 그림이다. 각각의 특징점의 위치 분포를 알기위해 이미지를 여러 개의 셀로 나누어 각 셀에 포함되는 특징점의 비율을 사용한다.

4.2 이미지의 유사도 계산

색상특징들의 유사도는 CIE-L*a*b*의 색차식을 사용하여 유사도를 계산한다. 색차식은 수식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned} \Delta L_i &= L_{Q_i} - L_{D_i} \\ \Delta a_i &= a_{Q_i} - a_{D_i} \\ \Delta b_i &= b_{Q_i} - b_{D_i} \\ \Delta E &= \sqrt{\Delta L_i^2 + \Delta a_i^2 + \Delta b_i^2} \end{aligned} \quad (2)$$

수식 (2)에 의해 계산된 색차 값이 작을수록 유사하다고 판단할 수 있다. 그러나 [그림 9]에서 질의 이미지

(Query Image)와 데이터베이스이미지1(DB Image1)은 붉은색 계열의 색이고 데이터베이스이미지2(DB Image2)는 녹색계열의 색으로 질의 이미지는 데이터베이스이미지 1과 유사하다고 할 수 있다. 하지만 색차에 의한 값은 질의 이미지와 데이터베이스이미지 2가 유사하다고 나타내고 있다. 이러한 결과는 명도를 나타내는 L값에 의해 발생한다. 즉, 카메라로 사진을 찍을 때는 빛의 영향을 많이 받기 때문에 L값의 처리가 중요하다.

이 문제를 해결하기 위해 [그림 10]에서와 같이 CIE-LCh 색상 공간의 h값을 이용한다[30]. CIE-LCh는 CIE-L*a*b*와 색상공간은 동일하지만 CIE-L*a*b*로는 채도나 색상에 대한 표시 정도가 부족하기 때문에 L*a*b*를 기초로 한 LCh 즉 명도, 채도, 색상으로 표시할 수 있는 체계이다. CIE-LCh에서 L은 명도이고, C는 채도의 표시이며 구의 중심에서의 거리를 뜻한다. h는 색상을 나타내는 값으로 0-360도의 각도로 표시한다. 0°는 Yellow, 90°는 Red, 180°는 Green, 270°는 Blue를 뜻한다. 색상차 ΔH 은 수식 (3)에 의해 계산된다.

$$\begin{aligned} \Delta L_i &= L_{Qi} - L_{Di} \\ \Delta C_i &= C_{Qi} - C_{Di} \\ \Delta E_i &= \Delta L_i^2 + \Delta a_i^2 + \Delta b_i^2 \\ \Delta H &= \sqrt{\Delta E_i^2 - \Delta L_i^2 - \Delta C_i^2} \end{aligned} \quad (3)$$

CIE-LCh의 C값은 CIE-L*a*b*값을 이용하여 다음 수식(4)에 의해 구한다.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

색상특징의 유사도는 색차와 색상차의 합으로 계산되며, 유사도 값이 작을수록 두 이미지는 유사하다. 색상특징은 각 셀의 대표 값과 텍스트의 색, 배경색으로 이루어져 있다. 각각의 색의 색상 차 값은 의미하는바가 다르기 때문에 각각의 색상 차에 가중치를 두어 유사도를 계산하도록 한다. 색상특징의 유사도는 수식 (5)와 같다.

$$\begin{aligned} Similarity &= w_1(\Delta E_c + \Delta H_c) \\ &\quad + w_2(\Delta E_t + \Delta H_t) \\ &\quad + w_3(\Delta E_{bg} + \Delta H_{bg}) \\ (w_1 &= 4, w_2 = 1, w_3 = 1) \end{aligned} \quad (5)$$

특징점 분포의 유사도는 각 셀의 특징점 분포를 차의 합으로 표현한다. 정리하면 수식 (6)과 같다.

$$Similarity = \sum_{i=1}^{70} |Q_i - D_i| \quad (6)$$

색상 차 유사도와 특징 점 분포유사도를 병합하여 최종유사도를 계산하여야 한다. 하지만 각 유사도 값의 크기가 다르기 때문에 정규화하는 과정이 필요하다. 각 유사도 값의 정규화는 수식 (7)과 같다.

$$Sim_{i_{norm}} = \frac{Sim_i - \min[Sim_1, \dots, Sim_n]}{\max[Sim_1, \dots, Sim_n] - \min[Sim_1, \dots, Sim_n]} \quad (7)$$

($n = \text{후보군}, i = 1, 2, \dots, n$)

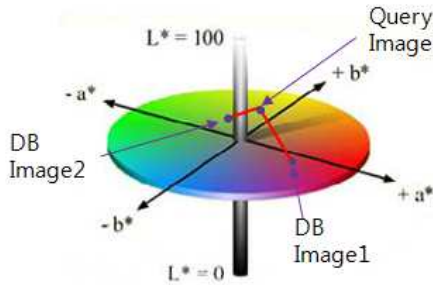


그림 9. 색차에 의한 유사 비교 실패 예

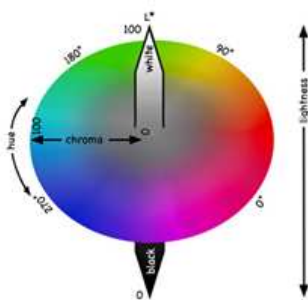


그림 10. CIE-LCh 색상 좌표

정규화된 유사도 값은 0에 가까울수록 유사하고 1에 가까울수록 다르다는 것을 의미한다. 색상 특징 유사도와 특징점 유사도 값을 정규화한 후 더하여 가장 작은 값을 갖는 이미지가 촬영된 이미지와 가장 유사하다고 판별한다.

정규화값			정규화값			결과				
1	128	0	0	1	0.6	0.1	0.14	1	0.14	1위
2	329	201	0.4	2	0.5	0	0	2	0.4	2위
3	380	252	0.5	3	1.2	0.7	1	3	1.5	5위
4	632	504	1	4	0.5	0	0	4	1	3위
5	356	228	0.45	5	0.9	0.4	0.57	5	1.02	4위

색상 특징 유사도 값 특징점 유사도 값 결과

그림 11. 유사도 병합 과정

[그림 11]은 유사도 값의 정규화 과정과 결과를 설명하는 그림이다. 후보 1번과 2번이 각각 색상 특징 유사도에서 1, 2위로 나타나고, 특징점 유사도 값에서 2, 1위를 하였지만 1번 후보가 특징점 유사도에서 2번 후보와의 차이가 작아 1번 후보가 가장 유사하다고 결정된다.

V. 실험 및 실험 결과

본 논문에서 사용한 와인 데이터베이스는 1184개의 와인정보를 가지고 있고, 755개의 키워드에 대해 와인 데이터베이스가 인덱싱되었다. 이미지 검색을 위해서 와인정보 데이터베이스에 있는 이미지의 특징정보를 미리 추출하여 저장해 놓는다. 이미지의 특징은 이미지의 각 영역별 대표 색상, 텍스트 색상, 배경색상, 특징점 분포를 사용하였다. 이미지 특징 데이터베이스로는 총 1473개를 생성하였다. 본 논문에서의 실험은 카메라로 촬영한 입력영상에서 텍스트 영역을 검출하고 텍스트 인식을 완료한 후 텍스트 검색 결과 이후의 상황에 대한 실험이다. 실험에서 데이터베이스로 사용할 이미지들은 실험 전에 특징추출 모듈을 통해 모든 특징이 추출되어 데이터베이스에 저장되어 있다.

와인 라벨 인식시스템에 입력 영상과 텍스트 영역정보가 전달되면, 입력 영상의 텍스트 영역으로부터 4장에서 설명한 특징들을 추출한다. 추출된 특징은 텍스트

검색에 의해 선택된 데이터베이스의 후보군들과의 유사도를 계산하고 유사도가 높은 순으로 데이터베이스 이미지를 정렬하여 보여준다.



그림 12. Eiswein 검색 결과

[그림 12]는 Eiswein으로 검색한 와인 이미지를 입력 이미지와의 유사도 순으로 정렬한 그림이다. 입력영상과 비슷한 와인병 이미지가 첫 번째에 보여지고, 유사한 와인 이미지를 찾아 정렬하여 줌으로써 사용자가 더 쉽게 와인 정보를 찾을 수 있도록 도와준다.

제안방법의 성능을 비교하기 위하여 OpenCV에서 제공하는 템플릿 매칭 함수를 사용한 이미지 매칭 방법으로 실험을 하였다. OpenCV는 인텔(Intel)사가 제작한 Open Source Computer Vision Library의 약자로 영상 처리를 위한 저수준의 함수를 표준 Dynamic Link Library 또는 Static Library형으로 제공한다[31-33]. [그림 13]은 템플릿 매칭하는 방법을 그림으로 표현한 것이다. 템플릿 매칭 방법이란 대상 객체에 대한 표준 템플릿을 만든 후, 입력 영상과 비교하여 검출하는 방법이다[34]. 이 방법은 대상 객체의 특징 성분 검출이 용이하도록 존재할 필요가 없기 때문에 조명 변화나 배경의 영향을 덜 받게 되고, 복잡한 배경에서도 대상 객체 검출이 가능하다는 장점이 있다.



그림 13. 템플릿 매칭

[그림 13]의 (a)처럼 입력영상과 텍스트 영역이 입력으로 들어오면 (b)의 그림처럼 텍스트 영역의 크기를 데이터베이스이미지의 크기에 맞게 변형한다. 입력영상의 이미지와 데이터베이스에 정의되어있는 이미지를 상관도를 이용하는 방법과 상관계수를 이용하는 방법 두 가지로 이미지의 유사도를 계산한다. 각각의 결과는 정규화 하여 0~1사이의 값을 갖도록 하였다.

실험은 59가지의 텍스트 검색 결과에 대해서 이미지 검색을 실행하였다. 텍스트 검색 결과로 나온 여러 와인 정보의 이미지와 입력 영상과의 이미지 매칭을 통하여 유사한 순으로 정렬하고, 정답인 와인정보가 몇 번째 순위로 나왔는지를 보여준다. 제안한 방법과 템플릿 매칭의 유사도 계산 방법 2가지에 대해 각각 실험을 진행하였다.

제안방법의 결과는 정답이 1순위인 것은 59개의 실험 중 37개로 62.71%이고 템플릿 매칭을 사용한 결과는 각각 28개 47.46%, 26개 44.07%로 나타났다. 2순위나 3순위로 나타난 경우는 제안방법이 13개 22.03%, 템플릿 매칭은 20개 33.98%, 23개 38.98%이다.

표 1. 제안방법과 템플릿매칭과의 성능비교

구분	제안방법	템플릿매칭 (CV_TM_CCOEFF_NORMED)	템플릿매칭 (CV_TM_CCOEFF_NORMED)
1순위	37 / 59(62.71%)	28 / 59(47.46%)	26 / 59(44.07%)
2, 3순위	13 / 59(22.03%)	20 / 59(33.98%)	23 / 59(38.98%)
그 외	9 / 59(15.26%)	11 / 59(18.64%)	10 / 59(16.95%)

표 2. 후보 개수별 성능 비교

후보 개수	제안방법			템플릿매칭 (CV_TM_CCOEFF_NORMED)			템플릿매칭 (CV_TM_CCOEFF_NORMED)		
	1순위	2,3 순위	그 외	1순위	2,3 순위	그 외	1순위	2,3 순위	그 외
2	11/14 (78.57%)	3/14 (21.43%)	0/14 (0%)	9/14 (64.29%)	5/14 (35.71%)	0/14 (0%)	10/14 (71.43%)	4/14 (28.57%)	0/14 (0%)
3	4/9 (44.44%)	5/9 (55.56%)	0/9 (0%)	5/9 (55.56%)	4/9 (44.44%)	0/9 (0%)	4/9 (44.44%)	5/9 (55.56%)	0/9 (0%)
4	7/8 (87.50%)	0/8 (0%)	1/8 (12.50%)	5/8 (62.50%)	2/8 (25%)	1/8 (12.5%)	5/8 (62.50%)	2/8 (25%)	1/8 (12.5%)
5개 이상	15/28 (53.57%)	5/28 (17.86%)	8/28 (28.57%)	9/28 (32.14%)	9/28 (32.14%)	10/28 (35.71%)	7/28 (25%)	12/28 (42.86%)	9/28 (32.14%)

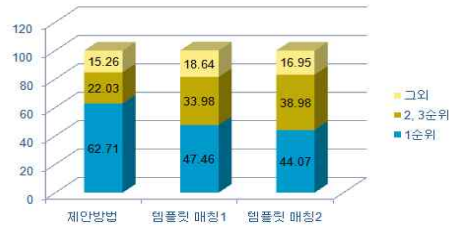


그림 14. 제안방법과 템플릿매칭과의 성능비교 그래프

[표 1]의 내용을 [그림 14]처럼 누적 그래프로 표현하였다. 시스템에서 이미지 검색의 결과는 와인정보가 3개씩 페이지 별로 보이게 된다. 첫 번째 페이지에 보일 3순위까지의 누적 결과를 보면 제안방법이 84.74%, 템플릿 매칭이 각각 81.44%, 83.05%로 제안방법의 결과가 더 우수하다.

실험 대상이 되는 텍스트 검색 결과의 후보 개수는 2개부터 15개까지 다양하기 때문에 단순히 결과순위의 내용만으로는 정확한 성능을 비교하기 어렵다. 따라서 표 2처럼 후보 개수별 순위로 분석하고, 후보 개수별 순위의 결과를 백분율로 나타내어 [그림 15]처럼 그래프로 나타내었다. 그래프를 보면 제안 방법이 템플릿 매칭보다 1순위로 나온 결과들의 누적이 더 높은 것을 알 수 있다.

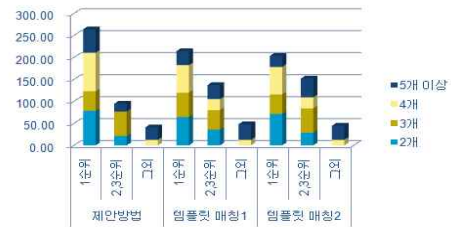


그림 15. 후보 개수별 성능 비교

VI. 결 론

최근 사용자들이 언제 어디서 무엇이든 간편하게 촬영하여 휴대폰의 통신 기능을 통해 주고 받는 문화가 형성되고 있으며, 이렇게 생성된 이미지에 대해 다양한 분야에서 연구되고 있다. 특히, 휴대폰 카메라 폰에서 생성한 이미지를 질의어로 이용하여 정보 검색을 행하는 시스템의 연구도 진행되고 있으나 아직 미흡한 상태이다. 휴대폰의 카메라를 이용하여 촬영된 이미지를 활용하는 검색 시스템의 성능을 높이기 위해서 이미지 처리 기법이나 의미론적 정보를 적용시킬 수 있다. 하지만 기존의 제안된 시스템들은 불편한 인터페이스와 카테고리에 따라 급격한 성능 차이를 보인다.

이와 같은 한계점을 해결하고 와인 라벨 검색의 특성을 반영하고자, 본 논문에서는 휴대폰 기반 와인라벨 검색 시스템에서 텍스트 검색 후 다수의 후보 이미지군에서 이미지의 유사도를 계산하여 유사도가 높은 순으로 정렬하여 사용자에게 보여주는 시스템을 제안하였다. 이미지의 유사도를 계산하기 위해 이미지의 특징으로 이미지를 여러 개의 셀로 나누어 각 셀의 대표색상을 추출하고, 텍스트 영역의 이진화 된 결과를 이용하여 텍스트 색과 배경색을 추출하였다. 또한 특징 점을 검출하여 특징 점의 분포를 이미지의 특징으로 사용하였다. 이 세 가지 특징들의 유사도 값을 합산하여 이미지의 유사도를 계산하였다. 본 논문에서는 이렇게 계산된 유사도에 의해 검색 결과를 정렬하여 와인 정보와 함께 디스플레이함으로써 사용자는 검색 결과에서 다시 유사 이미지를 찾아야하는 수동 작업을 줄일 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] E. Bruns and O. Bimber, "Adaptive training of video sets for image recognition on mobile phones," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.13, pp.165-178, 2009.
- [2] 엄희정, 은성중, 황보택근, "휴대단말기 영상에서의 기하학적 정보를 이용한 차량 번호판 인식," *한국콘텐츠학회 논문지*, 제10권, 제10호, pp.1-8, 2010.
- [3] K. Liu, Y. Q. Cheng, and J. Y. Yang, "Algebraic feature extraction for image recognition based on an optimal discriminant criterion," *Pattern Recognition*, Vol.26, pp.903-911, 1993.
- [4] J. Gausemeier, J. Fruend, G. Matysczok, B. Fruederlin, and D. Beier, "Development of a real time image based object recognition method for mobile AR-devices," In *Proceedings of Afrigraph*, pp.133-139, 2003.
- [5] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEk : A Fully Automated Content-Based Image Query System," *ACM Multimedia Conference*, pp.87-98, 1996.
- [6] M. Carson, S. Thomas, J. M. Belongie, and J. Malik, "Blobworld : A system for region-based image indexing and retrieval," *International Conference on Visual Information Systems*, pp.509-516, 1999.
- [7] L. Zhang, F. Lin, and B. Zhang, "A CBIR method based on color-spatial feature," *Proceedings of the IEEE Region 10 Conference*, Vol.1, pp.166-169, 1999.
- [8] B. G.Prasad, K. K. Biswas, and S. K. Gupta, "Region -based image retrieval using integrated color,shape, and location index," *Computer Vision and Image Understanding*, Vol.94, pp.193-233, 2004.
- [9] A. F. Smeaton, "Content vs. context for multimedia semantics: The case of SenseCam image structuring," *1st Int. Conf. on Semantics and Digital Media Technologies*, pp.1-10, 2006.
- [10] J. Lim, J. H. Lim, and Q. Tian, "Automatic summarization for personal digital photos," *Communications and Signal Processing*, and the 4th Pacific Rim Conf. on Multimedia, Vol.3,

- pp.1536-1540, 2003.
- [11] J. H. Lim and Q. Tian, "Home photo content modeling for personalized event-based retrieval," *IEEE Multimedia*, Vol.10, No.4, pp.28-37, 2003.
- [12] D. Gavilan, "Mobile Image Categorization and Retrieval using Color Blobs," Tokyo Institute of Technology, 2005.
- [13] P. J. Kuo, T. Aoki, and H. Yasuda, "Building personal digital photograph libraries: An approach with ontology-based MPEG7 dozen dimensional digital content architecture," *IEEE Proc. Computer Graphics International*, pp.482-489, 2004.
- [14] C. C. Venters and M. Cooper, "A Review of Content-based Image Retrieval Systems," Manchester Visualization Centre, JISC Technology Applications, 2000.
- [15] J. Eakins and M. Graham, "Content-based Image Retrieval," Tech. Rep. Technical Report TAP-039, JISC Technology Application, 2000.
- [16] 이현운, 전준철, "Wavelet 변환과 질감 특성을 이용한 내용기반 영상검색," 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제7권, 제1호, pp.13-14, 2000.
- [17] M. Batko, F. Falchi, C. Lucchese, D. Novák, R. Perego, F. Rabitti, J. Sedmidubský, and P. Zezula. "Crawling, Indexing, and Similarity Searching Images on the Web," In Proceedings of the Sixteenth Italian Symposium on Advanced Database Systems, pp.382-389. 2008.
- [18] M. Batko, D. Novak, V. Dohnal, and P. Zezula. "Scaling up the Image Content-based Retrieval," In Second DELOS Conference - Working Notes. Pisa, Italy: DELOS Network of Excellence, pp.1-10, 2007.
- [19] P. Bolettieri, A. Esuli, F. Falchi, C. Lucchese, R. Perego, T. Piccoli, and F. Rabitti, "CoPhIR: a test collection for content-based image retrieval," *CoRR*, 2009.
- [20] A. Esuli, C. N. delle Ricerche-Italy, "MiPai: using the PP-Index to build an efficient and scalable similarity search system," Second International Workshop on Similarity Search and Applications, pp.146-148, 2009.
- [21] 강문주, 김덕은, 양동일, 최형진, "관심영역 이미지 검색을 위한 ROI 시스템 구현," 전자상거래학회지, 제6권, 제3호, pp.41-60, 2006.
- [22] J. Hafner, H. S. Sawhney, W. Equitz, M. Flickner and W. Niblack, "Efficient Color Histogram Indexing for Quadratic Form Distance Functions," *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.17, pp.729-736, 1995.
- [23] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSeek: a fully automated content-based image query system," *Proceedings of ACM Multimedia*, pp.87-98, 1996.
- [24] T. S. Chua, K. L. Tan and B. C. Qoi, "Fast Signature-based Color-Spatial Image Retrieval," proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia Computing and System, pp.362-369, 1997.
- [25] Y. Gong, G. Proietti and C. Faloutsos, "Image Indexing and Retrieval Based on Human Perceptual Color Clustering," *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.578-583, 1998.
- [26] W. K. Pratt, *Digital Image Processing*, 4th Ed., Eastman Kodak Company, Rochester, New York, 2007.
- [27] M. Vlachos, Z. Vagena, P. S. Yu, and V. Athitsos, "Rotation Invariant Indexing of Shapes and Line Drawings," In Proc. of ACM Conf. on Information and Knowledge Management, Bremen, Germany, pp.131-138,

Oct. 2005.

[28] E. Keogh, "Exact Indexing of Dynamic Time Warping," In Proc. the 28th Int'l Conf. on Very Large Data Bases, Hong Kong, pp.406-417, 2002(8).

[29] E. J. Keogh, L. Wei, X. Xi, M. Vlachos, S. H. Lee, and P. Protopapas, "Supporting Exact Indexing of Arbitrarily Rotated Shapes and Periodic Time Series under Euclidean and Warping Distance Measures," The VLDB Journal, Vol.18, No.3, pp.611-630, 2009.

[30] R. S. Hunter and R. W. Harold, *The Measurement of Appearance*, Wiley Interscience, New York, 1987.

[31] <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>

[32] <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>

[33] A. Kaehler, B. Gary, and K. Adrian, *Learning Open CV: Computer Vision with the Open CV Library*, O'Reilly Media, 2008.

[34] 오영준, 박광현, 변증남, "템플릿 매칭에 기반한 한글 지문자 인식," 제 20회 신호처리 합동학술대회 논문집, 2007.

저 자 소 개

정 중 문(Jong-Mun Jeong)

준회원



- 2008년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터 정보통신 공학부(공학사)
- 2010년 2월 : 전남대학교 전자컴퓨터 공학(공학석사)
- 2010년 5월 ~ 현재 : 대한지적공사 근무

<관심분야> : 멀티미디어, 데이터 마이닝

양 형 정(Hyung-Jung Yang)

정회원



- 1991년 : 전북대학교 전산통계학과(학사)
- 1993년 : 전북대학교 전산통계학과(석사)
- 1998년 : 전북대학교 전산통계학과(박사)
- 2003년 ~ 2005년 : 카네기멜런 대학교 연구원
- 2005년 ~ 2007년 : 전남대학교 전자컴퓨터 공학부 전임강사
- 2007년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터 공학부 부교수 <관심분야> : e-Design, 데이터 마이닝, e-Learning

김 수 형(Soo-Hyung Kim)

정회원



- 1986년 : 서울대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 1988년 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1993년 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
- 1990년 9월 ~ 1996년 12월 : 삼성전자 멀티미디어연구소(선임연구원)
- 2000년 12월 ~ 2002년 1월 : 캐나다 Concordia 대학 CENPARMI 연구소(방문교수)
- 1997년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터 공학부 부교수 <관심분야> : 인공지능, 패턴인식, 문서영상 정보검색, 유비쿼터스컴퓨팅

이 귀 상(Guee-Sang Lee)

정회원



- 1980년 : 서울대학교 전기공학과(공학사)
- 1982년 : 서울대학교 전자계산기공학과(공학석사)
- 1991년 : Pennsylvania 주립대학 전산학(이학박사)

▪ 1984년 ~ 현재 : 전남대학교 전자컴퓨터 공학부 교수

<관심분야> : 멀티미디어통신, 영상처리 및 컴퓨터

김 선 희(Sun-Hee Kim)

정회원



- 2003년 : 한국교육개발원(학사)
- 2006년 : 동국대학교 컴퓨터공학(공학석사)
- 2006년 ~ 현재 : 전남대학교 전산학과 박사과정

<관심분야> : 데이터 마이닝, 센서 마이닝, 바이오데이터 마이닝