

## 지리적 위치 정보를 이용한 사진 영상 검색

이용환\* · 김영섭†

\*성균관대학교 정보통신공학부, †단국대학교 전자공학과

### Photo Image Retrieval using Geo-location Information

Yong Hwan Lee\* and Youngseop Kim†

\*School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

†Department of Electronics Engineering, Dankook University

#### ABSTRACT

Image retrieval is one of the most exciting and rapidly growing research issues in the field of multimedia technology. This paper proposes a new method that performs search the relevant images by using query-by-example. The proposed method for search and retrieval of images utilizes the location information where the image had been taken. The system associates the photo images with their corresponding GPS coordinates that are used as metadata for searching. Experimental results show that the proposed method demonstrates better performance improving up to 59% of average recall and 49% of average precision. Moreover, we learned from the experimental results geo-location information embedded within the image header is more effective and positive on the search and storage.

**Key Words** : Photo Image Retrieval, Image Search, Geo-location Information, GPS Coordinates

#### 1. 서 론

대용량, 다량의 영상 레포지토리에서 사용자 요구에 따라 적절한 영상을 반환하는 영상 검색(Image Retrieval)은 최근 멀티미디어 관련 기술에서 부각되고 있는 연구 분야이다[1]. 영상 검색은 디지털 영상 데이터베이스에서 사용자가 원하는 적절한 영상을 열람(Browse)하고 검색(Search)하는 시스템을 의미하며, 검색 유형에 따라 2가지 형태로 나뉜다[2]. 첫 번째 형태는 키워드(Keyword) 중심으로 검색을 지원하는 텍스트 기반의 영상 검색(Text-based Image Retrieval)이다. 여기에는 기존의 웹 기반 영상 검색 기능을 제공하는 구글, 야후와 네이버 등이 포함된다. 이러한 텍스트 기반의 웹 영상 검색은 키워드와 주석(Annotation)을 기반으로 검색을 수행하며, 키워드 기록자(Recorder)의 주관적인 해석이 반영되어 키워드가 생성되기 때문에 검색 만족도가 떨어지는 문제점이 있다. 예를 들어, 부산에 위치

한 명동칼국수 가게의 간판을 찍은 사진에 대해 “명동”이라는 키워드가 부여될 경우, 서울 명동에서 촬영된 영상들을 검색한 결과로 함께 나타날 수도 있다. 또한, 대용량 영상 데이터베이스에서 키워드 생성에 따른 많은 작업 시간과 작업 부하를 초래하는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 내용 기반의 영상 검색(Content-based Image Retrieval, CBIR)이 연구되고 있다[3]. CBIR은 영상의 시각적 특징(Visual Feature)를 추출하고, 특징 벡터를 검색을 위한 메타데이터로 활용함으로써 사용자의 질의 유형을 다양화하고 보다 자동화된 시스템 구축이 가능하다는 장점을 지닌다. CBIR 시스템에서의 핵심 알고리즘인 검색 기술자(Image Descriptor)은 칼라, 질감, 모양 등과 같은 영상의 내용(Content)과 관련된 특징을 추출한 다음, 영상 데이터베이스로부터 미리 추출하여 저장하고 있는 각각의 대상 영상들의 특징과 유사도(Similarity)를 평가하여, 사용자 질의 영상과 유사한 영상을 검색하여 반환하는 기능을 담당한다[4]. 그러나, CBIR에서도 모호한(Ambiguous) 영상이 검색되는 단점이 있을 수 있다. 예를 들어, 빨간색 사과 영상과 빨간색 비치볼을

†E-mail : wangcho@dankook.ac.kr

찍은 영상을 색상 정보만으로 검색할 경우, 높은 유사도를 가지며 사용자가 원하지 않는 모호한 검색 결과를 반환할 수 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 최근의 영상 검색 엔진은 텍스트와 내용 기반의 검색 구조를 결합한 형태로 연구되고 있다[5].

일반적으로 사용자가 디지털 사진을 다시 보거나 찾아볼 때, 언제 어디에서 찍은 사진인지를 판단하는 것은 사용자에게 중요한 힌트를 제공할 수 있다. 따라서, 디지털 사진 촬영 장소와 촬영 시간에 대한 정보는 영상 검색에서 보다 높은 검색율을 제공하고 사용자의 만족도를 높일 수 있는 방법이 될 수 있다[6,7]. 실제적인 위치 정보와 시간 정보를 얻기 위하여 최근 보급이 확산되어 일반적으로 사용되고 있는 GPS(Global Positioning System) 기기를 활용한다. GPS는 기상조건에 상관없이 24시간 동작하며, 무료로 위치 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 이미지 검색의 대상을 디지털 사진 영상으로 한정하고, 직접 제작한 GPS 모듈을 디지털 카메라와 연동시켜 사진 촬영 시점에서 지리적 위치 정보를 얻는다. 이를 활용하여 텍스트 형태의 메타데이터와 내용 기반의 시각적 특징을 결합한 영상 검색 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존의 영상 검색 방법과 위치 기반의 영상 관리 틀에 대한 내용을 살펴보고, 3장에서 제안하는 지리적 위치 기반의 검색 엔진과 알고리즘을 설명한다. 4장에서 실험 데이터를 통하여 제안 알고리즘의 성능을 분석하고 5장에서 결론으로 마무리한다.

## 2. 관련 연구

다수의 범용적인 영상 검색 엔진이 연구 목적으로 또는 상용화된 제품으로 개발되어 있다. 대표적인 내용 기반 영상 검색 방법으로 최초의 IBM의 QBIC을 시작으로, Berkeley의 Blobworld, Columbia University의 VisualSeek과 WebSeek, MIT의 PhotoBook, University of California Santa Barbara의 Netra 등이 연구, 개발되었으며[8], 표준화와 관련하여 MPEG-7 XM이 있다[9]. 이러한 검색 틀들은 내용 기반으로 칼라(Color), 질감(Texture), 모양(Shape)과 공간 정보(Spatial Information)을 이용하여 영상의 특징을 추출하고 있으나, 검색율이 낮고 관계형 데이터베이스 또는 1개의 영상당 하나의 XML 파일을 이용하여 특징 벡터를 저장하기 때문에 동기화 및 갱신 등의 관리상 문제점을 지니고 있다.

이외에 최근 영상 표준인 JPEG에서 JPSearch 분야

를 구성하여 검색 방법과 검색 기술자, 메타데이터 포맷 등에 대한 표준화 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

GPS를 통한 위치 기반 연구는 텔레메틱스(Telematics) 분야에서 활발히 진행되고 있으며, 최근에는 영상 처리 분야에서 영상의 GPS 정보를 다루는 관리 틀이 개발되고 있다. Sony GPS CS-1기기와 GPS Image Tracker 소프트웨어를 통하여 GPS 좌표(Coordinate)를 로그(Log)로 기록하고, 영상의 날짜와 비교 연산을 통하여 사진 영상의 위치 정보를 얻을 수 있다[10]. WWMX(World Wide Media eXchange)는 영상 데이터베이스에서 위치 선정 메타데이터를 통하여 네비게이션(Navigation) 기능과 Google 맵 상에서 위치 표시(Map Viewing) 기능을 제공하고 있다[11]. Image Tracker나 WWMX는 디지털 맵과 연동을 지원하고 있으나, 유사 영상을 검색하는 기능은 제공하지 않고 있다. 또한, GPS 기기와 디지털 카메라와 같은 이미지 캡처(Image Capture) 기기를 독립적으로 동작시키며, GPS 좌표와 시간 정보를 분리하여 관리되기 때문에 동기화에 문제점을 가진다.

이외에 사진 영상의 생성/수정 시간과 사용자가 입력하는 사건, 이벤트를 기준으로 텍스트 검색을 지원하는 연구도 진행되고 있다[12].

## 3. 위치 기반의 검색 엔진 설계

본 논문에서 제안하는 시스템은 영상 검색의 효율성을 높이기 위해 사진 촬영 장소의 위치 정보를 텍스트(Text-based)로, 칼라/질감의 시각적 특징을 내용(Content-based)으로 결합한 검색 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 영상 촬영 장소에 대한 지리 정보(Geolocation)와 촬영 날짜/시간을 자동으로 추출하고 영상 헤더에 저장하여 검색의 정확성을 높이고 관리상의 편리성을 제공하는 검색 인덱싱(Indexing) 기법을 포함한다.

제안 시스템은 GPS 수신 및 메타데이터 생성 모듈, 시각적 특징 추출 모듈과 사용자 질의 처리 모듈로 구성되며, 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

GPS 수신(Receiving) 및 메타데이터 생성 모듈에서는 GPS 기기를 통하여 위성과 통신하면서 위치 정보를 수신하는 기능과 촬영한 영상을 위치 정보와 함께 압축, 저장하는 기능을 담당한다.

시각적 특징 추출 모듈은 미디어 서버로 다운 받은 영상에 대하여 시각적 특징을 추출하여 특징 벡터를 저장한다. 본 논문에서는 영상의 칼라와 질감을 대상으로 시각적 특징을 추출하고, 특징 벡터는 SR Tree로 저장한다.

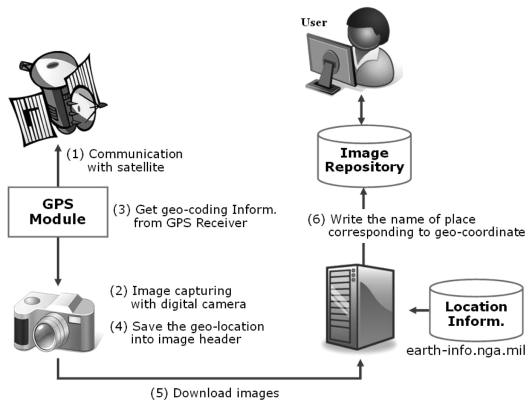


Fig 1. Diagram of the Proposed System.

사용자 질의 처리 모듈은 사용자 질의 영상을 입력 받아 유사한 영상을 검색하여 반환하는 기능을 담당한다. 검색은 영상의 지리적 위치 정보를 기준으로 1차 필터링(Filtering)을 수행하고, 시각적 특징 추출 모듈을 통해 저장된 특징 벡터에 대해 유클리디언 거리(Euclidean Distance)를 계산하여 유사도를 평가한다.

3.1. 지리적 위치 정보 추출과 저장

장소를 이동하면서 사진 영상을 촬영하였을 경우 GPS 좌표를 받아 지리적 위치 정보를 생성하고 해당 정보를 영상 검색의 메타데이터로 활용한다. 이를 위하여 디지털 카메라에 GPS 기기를 장착하고 촬영 장소의 위치를 받아낸다. 이러한 GPS 정보는 NMEA-0183 표준 프로토콜(Protocol)을 통해 수신되며, 문맥 해석(Parsing)을 통하여 해당 위치의 위도(Latitude), 경도(Longitude), 고도(Altitude)와 GPS의 날짜/시간(Date/time) 정보를 추출한다. 위치 정보는 압축 저장되는 영상 파일의 헤더(Header)에 포함하여(Embedded) 저장된다.

일반적으로 위성에서 얻어지는 좌표 정보는 *ddmm.mmmm* 형식의 ASCII 코드 값을 사용하기 때문에 십진법 좌표(Decimal Coordinate)로 변환한 후 라디안 각도로 변환하여 사용한다[13]. GPS 위치 정보에 대한 ASCII 코드를 시분법에 따른 위도/경도로 변환하는 수식은 다음과 같다.

$$Latitude = \left( atof(dd) + \frac{atof(mm.mmmm)}{60} \right) \times \frac{\pi}{180} \quad (1)$$

위도와 경도는 동일한 수식을 이용하여 변환되며, 수식(1)에서 *dd*와 *mm.mmmm*은 ASCII 코드이기 때문에 산술 계산을 위해 *atof* 함수가 사용된다.

그림 2에서 시간과 장소를 변경하면서 사진을 찍은 경우에 해당 사진 영상들을 촬영한 위치와 시간에 따른 분류를 도식화하였다.

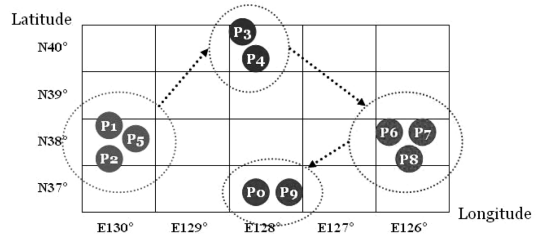


Fig 2. Example of Image Categorization with Geo-coded Information and Date/Time.

그림 2에서  $P_i$ 는 촬영한 사진 영상을 의미하며, 인덱스 번호  $i$ 는 시간 흐름에 따라 부여한 일련번호이다. 예를 들어, 노란색으로 표시된 영상 P1, P2, P5들은 인천 월미도에서 찍은 일몰(Sunset) 사진이고, 빨간색으로 표시된 영상 P6, P7, P8들은 강원도 경포대에서 찍은 일출(sunrise) 사진이라고 가정하자. 대용량 영상 레포지토리에서 “동해안에서 찍은 일출 사진(Sunrise in the East)”을 검색하고자 한다면, 영상의 시각적 특징만으로 검색이 불가능하다. 바다에서 찍은 일출과 일몰 사진은 수평선으로 어두운 바다와 붉은 색의 태양이 유사하게 나타나기 때문이다. 따라서, 검색이 가능한 추가의 메타데이터가 필요하며, 이 경우에 영상을 찍은 지리적 위치 정보와 촬영 시간은 일출 사진과 일몰 사진을 분류할 수 있는 중요한 검색 요소가 된다. 낮 시간대에 찍은 사진과 밤에 찍은 사진을 구분하기 위하여 디지털 카메라에서 지원하는 촬영 시간과 플래시 사용 여부도 하나의 검색 요소로 활용이 가능하지만, 디지털 카메라에 저장된 사용자 환경 설정에 따라 부적절한 값이 저장될 수 있다. 또한, GPS 에서 제공하는 시간을 활용할 경우, 사용자의 환경 설정이 개입되지 않고 추출 및 저장 과정이 자동적으로 처리 가능하다. 추가적으로, GPS 기기는 그리니치 표준시(GMT, Greenwich Mean Time)를 사용하기 때문에 국가별 시간대에 독립적으로 보다 정확한 촬영 시간을 활용할 수 있다.

3.2. 시각적 특징 벡터 추출

본 논문에서는 칼라와 질감을 이용하여 시각적 특징 벡터를 추출한다. 칼라 특징으로 YCbCr 칼라 모델에서 64bin(Bin)의 칼라 히스토그램(Color Histogram, CH)을, 질감 특징으로 MPEG-7의 에지 히스토그램(Edge Histogram Descriptor, EHD)을 특징 벡터로 추

출한다. CH는 영상내의 칼라 분포 정보를 제공하며, 입력되는 영상을 칼라 변환(Color Conversion)과 양자화(Quantization)를 수행한 후, 픽셀의 칼라 분포를 산출한다. EHD는 영상에서 외곽선의 공간적 분포 정보를 제공하며, 입력되는 영상을 그레이 스케일(Gray-scale) 영상으로 변환하고, 4\*4의 중첩되지 않는 블록(Non-overlapping Block)들로 분할한다. 분할된 각 블록에서 5가지 유형(0, 45, 90, 135도 방향과 지정되지 않는 방향)의 에지를 추출한다.

추출된 2가지 특징 벡터는 다(多)차원의 특성을 가지므로 고(高)차원 데이터에 보다 적합하고 최근접 질의(NNQ, Nearest Neighborhood Query)에서 높은 성능을 보이는 SR Tree를 이용하여 저장한다.

### 3.3. 사용자 질의와 유사도 측정

영상 검색을 위해 입력되는 사용자 질의 영상을 기준으로 촬영 장소에 대한 위치 정보를 추출하고, 검색 대상의 영상과 두 좌표간의 거리를 계산한다. 이러한 거리를 통하여 1차적으로 필터링(Filtering)을 적용하여 적절한 영상들의 부분 집합을 얻는다. 이를 위한 수식은 다음과 같다.

$$filtered\_set \in \{I: rank(D_{qi}) \leq \epsilon\} \quad (2)$$

수식(2)에서 I는 거리에 따라 필터링된 영상의 부분 집합이며,  $\epsilon$ 는 필터링하기 위해 사용자가 지정하는 순위이다.  $D_{qi}$ 는 질의 영상의 위치 정보와 검색 대상이 되는 영상간의 실제 거리를 의미하며, 다음의 수식으로 계산된다.

$$radianDist = a \cos[sl + cl] \quad (3)$$

$$sl = \sin(Lat1) \times \sin(Lat2) \quad (4)$$

$$cl = \cos(Lat1) \times \cos(Lat2) \times \cos(Long1 - Long2) \quad (5)$$

$$D_{qi} = radianDist \times (3437.7387 \times 1.852) \quad (6)$$

수식(4,5)에서  $Lat1$ 와  $Long1$ 은 각각 질의 영상의 GPS 좌표에 해당하는 위도와 경도이며,  $Lat2$ 와  $Long2$ 는 검색 대상 영상의 GPS 위도와 경도를 의미한다. 각 변수는 라디안 각도로 변환된 위도와 경도이며, 십진법 좌표인 dd.ddd 형태를 가진다. 실제 거리를 계산하는 수식(6)에서 1.852는 킬로미터(km) 단위를 사용하기 위한 상수이다.

시각적 특징에 대한 유사도 매칭(Matching)은 검색 시간을 고려하여 유클리디언 거리에 기반한 최근접 질의 방식을 사용한다. 두 영상간의 유사도 측정 수식은

다음과 같다.

$$Dist(Q, T) = \sum_{i=0}^{n-1} |H_Q(i) - H_T(i)| \quad (7)$$

수식(7)에서  $Q$ 와  $T$ 는 질의 영상과 영상 데이터베이스에 존재하는 검색 대상 영상을 의미한다.  $H$ 는 칼라 기반 검색 질의에서는 CH를, 질감 기반 질의에서는 EHD를 나타내며,  $n$ 은 히스토그램 빈 값을 의미한다. 따라서, CH를 기반으로 검색할 경우  $n$ 은 128을, EHD로 검색할 경우는 80을 갖게 된다.

## 4. 실험 및 평가

### 4.1. 실험 환경 및 데이터베이스

본 논문에서의 실험은 Windows XP 환경에서 프로그래밍 툴로 Microsoft Visual C++ 6.5를 이용하여 구현하였으며, NMEA-0183 표준 프로토콜에 따른 문맥 해석과 SR-Tree를 이용한 인덱스 파일 구성을 위해 공개 표준 라이브러리를 사용하였다[13,14].

니콘(Nikon) D1x 제품은 GPS 수신기를 부착하였을 경우, 촬영 장소에 대한 GPS 좌표를 얻을 수 있도록 NMEA-0183 표준 프로토콜을 지원한다[15]. 영상 데이터베이스 구축을 위해 사용된 니콘 D200 카메라와 GPS 수신 모듈은 그림 3과 같다. 카메라 렌즈 옆에 보이는 GPS 수신 모듈을 직접 제작하여 영상 촬영 시점에서 GPS 좌표 정보를 얻었다. SiRF에서 제작된 4,800 bps GX-325B와 74LS04 Inverter 칩을 이용하여 GPS 모듈의 입출력 단자를 연결하고, 니콘 D200 릴리즈 케이블의 커넥터(Connector)를 통하여 GPS 수신 신호를 받을 수 있도록 제작하였다.



Fig 3. Digital Camera for Building Experimental Datasets (Nikon D200 and GPS Receiver).

실험에 사용된 사진 영상은 JPEG 표준 포맷으로, 디지털 카메라를 통하여 촬영된 후에 640\*480 크기로 재조정하여 사용하였다. 이동 위치에서 GPS 신호가 수신되지 않은 경우, 시간을 기준으로 최근에 정상적으로 수신된 위치 정보를 적용하였다. 건물 내부 등의 수신 불량 지역에서 GPS 신호 처리 등 고급 기술이 연구되고 있으나, 본 논문에서는 GPS 정보를 지니는 영상(Geo-referenced Image)에 초점을 가지기 때문에 배제되었다.

실험 데이터베이스는 1,040개 사진 영상을 가지고 있으며, 26개 카테고리로 구분하여 각 40개의 사진 영상이 포함되어 있다. 카테고리 정보는 검색 결과에서 유사한 영상으로 판단하여 검색 효율성을 계산하는 데에 사용된다.

검색 효율성(Effectiveness)를 평가하기 위한 방법으로 정보 검색에서 가장 많이 사용되는 재현도(Recall)와 정확도(Precision)를 계산하였다. 재현도는 질의 영상과 유사한 영상들에 대한 검색 결과로 반환된 영상들의 비율을 의미하며, 정확도는 검색 결과로 반환된 영상에 대해 질의 영상과 유사한 영상들의 비율을 의미한다. 유사한 영상의 객관적 평가 기준은 질의 영상과 동일한 카테고리에 포함되는지의 여부를 통하여 측정된다.

재현도와 정확도를 확률적 수식으로 표현하면 수식(8,9)와 같다. 집합 A는 질의 영상과 유사한 영상으로 동일한 카테고리에 포함되는 영상 집합이고 집합 B는 질의 영상을 통해 검색된 결과 영상 집합이다.

$$recall = P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{a}{a+c} \quad (8)$$

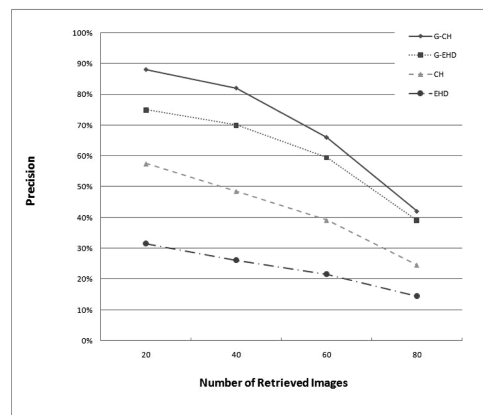
$$precision = P(B/A) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{a}{a+b} \quad (9)$$

수식에서 a는 검색 결과 내에서 질의 영상과 유사한 영상의 수(Number of Relevant Images)이고, b는 검색 결과에서 질의 영상과 유사도가 적절하지 않은 영상의 수(Number of Irrelevant Images)이며, c는 질의 영상과 유사한 영상이면서 검색되지 않은 영상의 수(Number of Un-retrieved Images)이다[16].

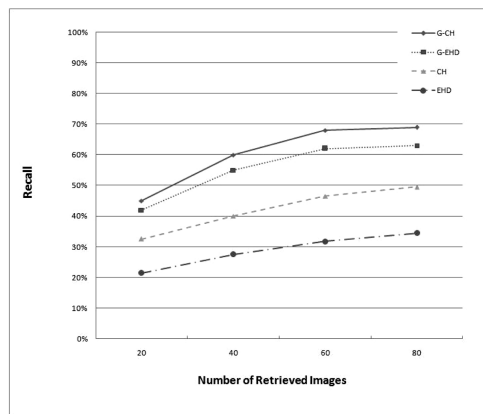
실험 단계에서 데이터베이스내의 모든 영상을 차례로 질의 영상으로 선택하여 검색을 수행하였다. 따라서, 질의 회수는 영상 데이터베이스에 있는 모든 영상들의 수와 동일하다. 예를 들어, 영상 데이터베이스에서 1,040번의 검색을 수행하여 검색된 영상에 대한 평균 재현도와 정확도를 계산하였다.

#### 4.2. 실험적 평가 결과

본 실험에서의 주요 관점은 사진 영상의 위치 정보를 반영하는 경우, 검색 결과에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 실험에서 각 사진 영상의 위치 정보를 기준으로 거리가 가까운 순서대로 순위를 부여하고 1차적으로 필터링을 하였다. 여기에 시각적 특징을 통하여 순위 검색을 수행하였다. 그림 4에서 내용 기반의 시각적 특징만을 가지고 검색한 결과(CH와 EHD)와 위치 정보를 통해 1차 필터링을 한 후 시각적 특징으로 검색한 결과(G-CH와 G-EHD)를 서로 비교하였다.



(b) Precision Curve



(a) Recall Curve

Fig. 4. Comparison of Search Effectiveness using Recall and Precision according to the Number of Retrieved Images.

칼라 특징을 이용한 결과와 위치 정보를 결합하여 칼라 특징 검색을 수행한 결과를 비교할 때, 검색 순위를 20, 40, 60과 80으로 지정하여 검색하면 평균 재현도는 18%, 평균 정확도는 27% 향상된 성능을 얻었다. 또한, 질감 특징에 위치 정보를 적용하였을 경우에 검색

색 순위를 동일하게 지정하여 검색한 결과, 평균 재현도는 27%, 평균 정확도는 37% 향상된 성능을 나타내었다. 실험 데이터베이스내에서 각 카테고리에 40개의 사진 영상이 포함되어 있으며, 순위를 40으로 지정하였을 경우, 최대 59%의 평균 재현도와 최대 49%의 평균 정확도의 향상된 결과를 얻을 수 있었다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 지리적 위치의 텍스트 기반 정보와 칼라 또는 질감 기반의 시각적 특징을 결합시킨 영상 검색 기법을 제안하고 실험을 통하여 성능적 우위를 가짐을 보였다. 지리적 위치 정보를 추출하기 위해 GPS 기기를 통하여 위성으로부터 얻은 위도, 경도와 고도를 이미지 헤더에 저장하고, 칼라 기반의 히스토그램과 질감 기반의 에지 히스토그램을 추출하여 특징 벡터로 사용하였다. 검색 단계에서 위치 정보를 이용하여 1차 필터링을 수행한 후, 시각적 특징 비교를 통하여 유사 영상을 검사하는 단계적 검색을 수행하였다. 실험적 결과, 내용 기반의 시각적 특징만을 이용한 영상 검색 방법보다 향상된 검색 효율성을 얻었다.

최근 디지털 기기의 발전에 따라 다양한 응용분야에서 GPS 기능을 포함한 장비들이 출시되고 있으며, 디지털 카메라에 GPS 기기를 장착하여 개발될 경우, 영상 검색에서 보다 좋은 성능적 진보가 될 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. JPSearch Ad-hoc Group, "ISO/IEC PDTR 24800-1: JPSearch - Part 1 : Framework and System Components", ISO/IEC JTC1/SC29/WG1N4203, Apr., 2007.
2. Remco C. Veltkamp, Merela Tanase, "Content-based Image Retrieval Systems: A Survey", Technical Report UU-CS-2000-34, Institute of Information and Computing Sciences, Utrecht University, Oct., 2000.
3. Smeulders, A.W.M, Worring, M.Santini, S. Gupta, "Content-based Image Retrieval at the End of Early Years", IEEE Transactions on Pattern Analysis, vol.22, pp.1349-1380, Dec., 2000.
4. Jose M. Martinez, "Standards-Overview of MPEG-7 Description Tools, Part 2", IEEE Multimedia, vol.9, issue.3, pp.83-93, July, 2002.
5. Marc Spaniol, Ralf Klamma, Mathias Lux, "Image-semantic: User-Generated Metadata, Content Based Retrieval & Beyond", Journal of Universal Computer Science, vol.14, no.10, pp.1792-1807, May, 2008.
6. Ramesh Jain, "Photo Retrieval : Multimedia's Chance to Solve a Real Problem for Real People", IEEE Multimedia, vol.14., issue.3, pp.111-112, July, 2007.
7. Neil O'Hare, Cathal Gurrin, Hyowon Lee, Moel Murphy, Alan F. Smeaton, Gareth J.F. Jones, "My Digital Photos: Where and When", In ACM Multimedia 2005, 13th ACM International Conference on Multimedia, pp.6-12, Nov., 2005.
8. Gareth Loy, Jan-Olof Eklundh, "A Review of Benchmarking Content Based Image Retrieval", MUSCLE/ImageCLEF Workshop on Image and Video Retrieval Evaluation, 2005.
9. Akio Yamada, Robert O'challaghan, S. K. Kim, "MPEG-7 Visual Part of eXperimentation Model version 27.0", ISO/IE JTC1/SC29/WG11N7808, Thailand, Jan., 2006.
10. 웹사이트, <http://www.sony.co.kr/sony/popcontents/MicroSite/GPS-CS1/index.html>.
11. K. Toyama, R. Logan, A. Roseway, P. Anandan, "Geographic Location Tags in Images", ACM Multimedia, Oct., 2003.
12. M. Cooper, J. Foote, A. Girgensohn, "Automatically Organizing Digital Photographs using Time and Content", In Processing of the IEEE International Conference on Image Processing, Sep., 2003.
13. Glenn Baddeley, "GPS NMEA Sentence Information", 웹사이트 <http://home.mira.net/~gnb/gps/nmea.html>.
14. Norio Katayama, Shinichi Satoh, "The SR-Tree: An Index Structure for High-Dimensional Nearest Neighbor Queries", Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp.369-380, May, 1997. 웹사이트 <http://research.nii.ac.jp/~katayama/>
15. "Nikon Technical Note GPS Connection to D1X and D1H", 웹사이트 <http://www.nikonusa.com/pdf/GPS.pdf>.
16. Vittorio Catelli, Lawrence D. Bergman, "Image Databases: Search and Retrieval of Digital Imagery", Wiley Inter-Science, 2002.

접수일: 2008년 11월 19일, 심사일: 2008년 12월 2일  
 게재확정일: 2008년 12월 12일