

모바일 플랫폼에서 다중 특징 기반의 이미지 검색

이용환, 조한진, 이준환
극동대학교 스마트모바일학과

Image Retrieval using Multiple Features on Mobile Platform

Yong-Hwan Lee, Han-Jin Cho, June-Hwan Lee
Dept. of Smart Mobile, Far East University

요약 본 논문에서는 다양한 검색 환경과 모바일 디바이스의 센서 정보를 활용한 모바일 이미지 검색 방법을 제안하고 안드로이드 플랫폼에서 구동하는 검색 시스템을 구현하였다. 설계 개발 시스템은 JPEG 이미지를 대상으로 산업계 표준 메타데이터인 EXIF 속성과 시각적 특징을 결합한 새로운 검색 기술자이며, 검색을 위한 특징 추출 및 유사도 평가 알고리즘을 모바일 환경에 최적화한 이미지 검색 모듈이다. 실험을 통해, 대용량 이미지 데이터셋을 대상으로 안드로이드 폰에서 효율적인 이미지 검색을 수행하였음을 보였다.

주제어 : 이미지 검색, 다중 특징 기반 검색, 모바일 플랫폼, 위치기반 검색, 교환 이미지 파일 형식(EXIF), 칼라와 에지 지향성 기술자(CEDD)

Abstract In this paper, we propose a mobile image retrieval system which utilizes the mobile device's sensor information and enables running in a variety of the environments, and implement the system on Android platform. The proposed system deals with a new image descriptor using combination of the visual feature with EXIF attributes in the target of JPEG image, and image matching algorithm which is optimized to the mobile environments. Experiments are performed on the Android platform, and the experimental results revealed that the proposed algorithm exhibits a significant improved results with large image database.

Key Words : Image Retrieval, Multi-modal based Image Search, Mobile Platform, Location-based Search, Exchangable Image File Format(EXIF), Color and Edge Directivity Descriptor(CEDD)

1. 서론

컴퓨터와 통신 기술의 발달로 인하여 이미지 생산 및 유통이 활발하게 이뤄지고 있으며, 이로 인해 대용량, 다량의 이미지들이 기하급수적으로 발생하고 있다. 이를 효율적으로 검색하고 관리하는 높은 수준의 멀티미디어 검색 기술이 꾸준히 연구되고 있으며, 대용량의 이미지 데이터베이스에서 사용자의 요구에 따라 보다 효율적이

고 빠르게 검색하는 이미지 검색 기술은 다른 여러 응용 분야에서 핵심 요소기술로 부각되고 있다[1]. 또한 세계 대다수의 IT 관련 연구기관 및 대학, 산업체들이 모두 스마트폰 관련 기술에 높은 관심을 가지고 있으며, 스마트폰 시장이 급성장함에 따라, 모바일 인터넷 서비스에 대한 수요도 확산되고 있다[2]. 이 중에서도 검색 서비스는 모바일 플랫폼 상에서 정보를 찾기 위한 중요한 수단이 되고 있다[3-4].

Received 4 March 2014, Revised 10 April 2014

Accepted 20 June 2014

Corresponding Author: June-Hwan Lee (Dept. of Smart Mobile, Far East University)

Email: rainbow@kdu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

일반적으로, 이미지 검색은 사용자가 원하는 질의를 입력하고 이를 분석하여 사용자가 원하는 적절한 정보를 제공하는 기술이다. 이러한 서비스를 제공하는 검색 엔진의 역할은 유/무선 환경을 막론하고 수행하는 기능이나 역할은 동일하다고 할 수 있다. 그러나 모바일 이미지 검색에서는 순수하게 검색 결과를 그대로 사용하는 것이 아니라, 모바일 환경에 맞게 제어하는 모듈이 반드시 필요하다[3]. 또한 제한적인 상황에서 사용자의 질의 입력을 보다 편리하게 처리할 수 있는 사용자 인터페이스 모듈이 필수적이라 할 수 있다[5].

본 논문에서는 모바일 콘텐츠들 중에서 가장 일반적이고 사용자층이 많은 이미지 검색 기술을 대상으로 상용화 서비스가 가능한 검색 기술을 연구 개발하는 것이 목표이다. 이미지 검색 방법으로, 텍스트 기반 질의 방식이 아닌 이미지의 속성 메타데이터, 시각적 특징 및 위치 정보를 결합한 내용 기반의 검색 방법을 구체화한 모바일 특화된 이미지 검색 기술을 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 이미지 검색에 대한 기존의 연구 수행 방법을 살펴보고, 3장에서 제안하는 이미지 검색 기술자 알고리즘에 대해 설명한다. 4장에서 연구 개발한 프로토타입 시스템을 분석하고, 5장에서 결론과 향후 연구 방향으로 마무리 한다.

2. 관련연구

검색 기술 활용 및 동향을 살펴보면, PC 환경에서 활용되고 있는 내용 기반 이미지 검색 기술에는 대표적으로 MPEG-7 Visual Descriptor 검색 기술자[6]와 SIFT (Shift Invariant Feature Transform)[7], SURF (Speed Up Robust Features)[8-9] 알고리즘이 있으며, 많은 응용 프로그램에서 이들 기술을 활용하고 있다. 그러나 MPEG-7 검색 기술자는 기본적으로 전역특징을 사용하여 콘텐츠의 부분적 기술이 불가능하며, 최근에 발표된 대표적 지역 특징인 SIFT, SURF 는 계산량이 많고 환경 변화에 취약하여 제한적인 조건이 아닐 경우, 모바일 환경에서의 검색 기술자로 활용하기가 어렵다. 최근에 주목되고 있는 MPEG-7 CDVS(Compact Descriptor for Visual Search) 는 SIFT를 적용하여 검색을 수행하지만 [10], SIFT 는 지적재산권 문제에 따라 산업적으로 상용

화하는데 제한성을 가지는 단점이 있다.

이미지 검색 기술은 크게 2가지 형태로 구분된다. 구글, 야후, 네이버, 다음 등으로 대표되는 기존의 웹 기반 이미지 검색은 주제어 및 키워드(Keyword) 검색으로, 해당 이미지에 키워드와 주석을 부여함으로써 질의 텍스트를 중심으로 검색이 이뤄지고 있다. 이러한 텍스트 기반 이미지 검색은 대용량의 이미지 데이터베이스에서 키워드 생성하는데 있어, 과도한 작업량이 필요하게 되며, 키워드 작성자의 주관적 해석에 따라 검색 결과가 달라질 수 있는 문제점이 있다[11]. 또한 언어에 종속적인 검색이 수행되는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 내용 기반 이미지 검색이 연구되고 있으며[12], IBM QBIC을 시작으로, Stanford Univ., Univ. of Washington, Univ. of California Santa Barbara 등에서 학술적인 다양한 접근이 시도되고 있다. 그러나 검색률이 낮아 상용화에 문제점이 있다. 예를 들어, 빨간색 사과와 빨간색 비치볼이 나오는 각각의 이미지는 근접한 특징 벡터를 가지기 때문에 유사한 검색 결과로 나올 수가 있다[13]. 이러한 문제를 시맨틱 갭(Semantic Gap)이라 한다.

산업에 적용되고 있는 이미지 검색 기술은 대표적으로 구글의 비주얼 검색과 다음의 사물 검색 서비스가 있다. 구글의 비주얼 검색(Visual Search)은 건물/사물/책 등으로 범주(Category)를 분류하여 검색 서비스를 지원한다[14]. 모바일 단말기에서 사진을 촬영한 다음, 검색을 수행하며, 사진 정보가 검출되면, 구글 페이지를 이용한 자세한 정보를 제공한다.

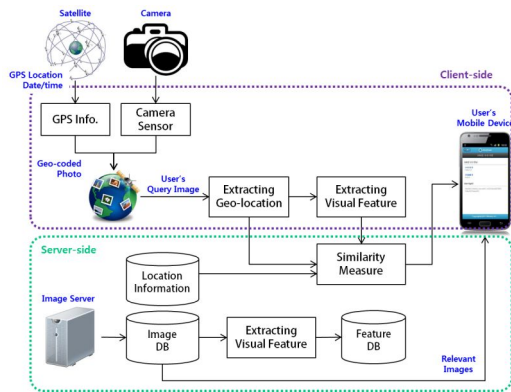
검색 기술에 대한 표준화 동향을 살펴보면 다음과 같다. 현재 MPEG-7 이미지 검색은 이미 국제표준화 작업이 완료된 상태이며[10], MPEG-7 내용 기반 이미지 검색은 추출된 특징 벡터를 XML 파일로 저장하기 때문에, 관리 효율성이 낮은 문제점을 지니고 있어 검색 엔진에서 활용되지 않고 있다. JPEG 국제표준에서도 이미지 검색 표준을 수립하기 위해 JPSearch (ISO/IEC 24800) 분야를 만들어 국제표준화를 수행하고 있으며[1], 6개 서브파트 (Part 1-System Framework and Components, Part 2-Schema and Ontology Registration and Identification, Part 3-JPSearch Query Format, Part 4-Metadata Embedded in Image Data File Format, Part 5-Data Interchange Format between Image Repositories, Part 6

- Reference Software)를 구성하여 시스템, 이미지 검색 메타데이터, 파일 포맷, 정보 공유 및 교환 등의 기술에 대해 표준화를 수행 중에 있다[15-16].

3. 제안 알고리즘

본 연구의 제안 시스템 목표는 다양한 검색 환경과 모바일 디바이스의 센서 정보를 활용한 모바일 환경에 최적화된 이미지 검색 시스템을 제안하고 이를 구현하는 것이다. 이를 위해, 다양한 모바일 디바이스 환경에서 적응적이고 모바일 단말기와 서버 간의 효율적인 통신을 위한 최적화된 통신 환경 지원, 모바일 환경의 특성을 반영한 위치 정보와 센서 정보를 활용한다. 본 논문의 제안 검색 시스템은 이미지 표준인 JPEG 파일에서 이미지 검색을 위한 메타데이터와 시각적 특징을 추출하는 검색 기술자, 유사도 검색 알고리즘을 통하여 모바일 최적화된 이미지 검색 모듈을 연구 개발하며, 제안하는 시스템의 구성도는 [Fig. 1]과 같다.

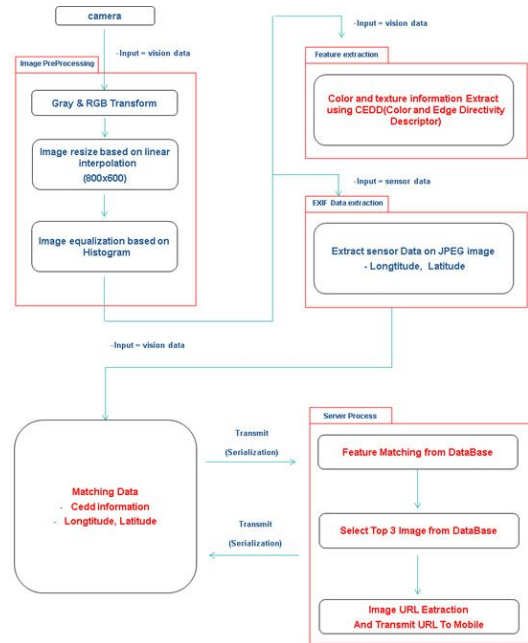
제안하는 모바일 이미지 검색 시스템은 효과적인 필드 적용을 위해 크게 4개의 모듈로 구성하여 설계하며, 적용 용이성, 사용 편의성을 고려하여 SDK 옵션 형식을 선택적으로 활용하는 설계 구조를 갖는다.



[Fig. 1] Diagram of the proposed retrieval system

4개의 서브 모듈은 (1) 전처리 단계, (2) 특징 추출 단계, (3) 서버-클라이언트 전송 단계와 (4) 특징 비교 및 인식 단계로 구성되어 각각의 작업을 수행하며, 모바일

이미지 검색 모듈의 세부구성은 [Fig. 2]와 같다.



[Fig. 2] Detailed module configuration of the proposed mobile image retrieval

첫 번째 단계인 전처리 과정에서는 이미지 칼라 변환 (Color Conversion)과 평활화 (Equalization)를 수행한다. 모바일 시스템이 많은 발전을 거듭하고 있지만, 아직까지 그래픽 부분에서 PC 성능을 따라가지 못한다. 따라서 영상 처리 과정에서 이미지의 크기 조정 (Resizing) 및 보정 작업을 통하여 시스템 성능 향상을 도모하고 모바일 환경에 보다 적응적인 검색 기술자를 설계하기 위해 전처리 과정을 수행한다.

안드로이드 플랫폼에서의 이미지는 YCbCr 형태의 컬러 모델을 따른다. 이는 데이터를 불러들이는 과정에서 많은 변환 연산이 필요하고, 영상 처리 과정에서 정보를 추출하기 어렵기 때문에, 제안 시스템의 옵션 선택 방식에 따라 Gray와 RGB 로 컬러 모델을 변환한다. 최근의 스마트폰 이미지는 높은 해상도를 가지기 때문에 모바일 디바이스의 계산 능력을 고려할 때, 고해상도의 전체 이미지를 직접 처리하기 어려운 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해, 영상 처리 시에 모바일 디바이스의 적응성을 고려하여, 스마트폰 환경에 적합한 이미지 사이즈로 조

정하며(800*600), 선형보관법을 이용하여 이미지 크기를 조정한다. 모바일 환경에서의 이미지는 조명 및 다양한 환경에 제약을 받게 된다. 따라서 영상 분석의 최적화를 위하여 히스토그램 평활화(Histogram Equalization) 작업을 수행한다.

두 번째 단계인 특징 추출 과정에서는 스마트폰의 계산 능력과 이동성을 고려한 이미지 특징을 추출한다. 본 논문에서 추출하는 특징 벡터는 시각적 특징(Visual Feature)과 위치 정보(Location)를 결합한 형태이며, 시각적 특징으로 칼라와 질감 정보를 활용한 CEDD (Color Edge and Directivity Descriptor)[17]를 적용한다. 이미지 생성 위치 정보는 위도와 경도 (Latitude/Longitude)를 추출한다. 클라이언트에서는 콘텐츠 서비스 제공자 (Contents Service Provider)를 이용하여 이미지의 메타 데이터를 분석하고, 서버에서는 JPEG 표준 메타데이터인 EXIF[18]를 분석하여 이미지 생성 위치 정보를 추출한다.

세 번째 단계는 서버-클라이언트의 통신 메커니즘이다. 모바일 이미지 검색 시스템은 다중의 클라이언트와 하나의 서버 간에 통신 및 요청이 이뤄지기 때문에, 데이터의 중복화 및 동기화 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 데이터의 전송 방식에서 스레드를 통한 1:1 데이터 전송 방식을 구현하여 이러한 문제점을 해결한다. 제안 시스템의 클라이언트에서 서버로의 전송은 ImageInfo 클래스를 이용하여 특징 값을 전달한다. 즉 객체간의 통신을 진행하여 데이터의 캡슐화를 보장한다. 반대로, 서버에서의 검색 결과 이미지들을 클라이언트에 전송하는 과정에서 이미지 파일을 전송하게 되면, 전송 속도 문제뿐만 아니라 과도한 데이터 사용량을 초래할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 제안 시스템의 서버에서는 http 통신 방식을 이용하여 하이브리드 앱 (Hybrid App) 방식을 이용하여 결과 화면을 보여주는 방식으로 수행한다.

네 번째 단계는 비교 및 인식 과정이다. 서버는 클라이언트로부터 입력 받은 질의 이미지 및 위치 정보를 이용하여 기 구축된 이미지 데이터베이스와 유클리디언 거리 (Euclidean Distance)을 통하여 유사도(Similarity) 비교를 수행하며, 유사도의 탑 랭킹(Top ranking) 이미지에 대해 URL을 클라이언트 쪽으로 전송한다.

4. 구현 시스템

본 논문에서는 다양한 모바일 디바이스 환경에서 이미지 검색이 가능한 모듈화된 시스템 개발을 목표로 하며, 높은 시스템 적응성을 위해 API 설계 및 단일 컴포넌트의 높은 활용성 제공과 컴포넌트들 간의 독립성을 유지하는 것이다. 이를 효율적으로 지원하기 위해, 기능별 클래스를 설계하여 재사용성과 개발 효율성을 높였다. [Fig. 3]은 본 논문에서 설계한 클래스 다이어그램이다.

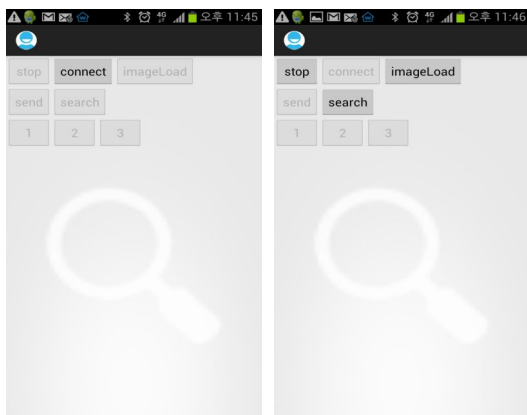


[Fig. 3] Class diagram for the proposed system

본 논문의 제안 알고리즘을 적용한 프로토타입 시스템에서는 다음과 같은 기능을 제공하도록 구현하였다.

- 전처리 과정: RGB 변환, 이미지 크기조정(800*600), 선형보관법 및 평활화
- 특징 추출: 위도와 경도 범위 검색(Range Search), CEDD 특징 추출
- 서버-클라이언트 전송 메커니즘: 직렬화 전송방식, 결과 뷰 방식(하이브리드앱)
- 비교/인식: 최상의 매칭 이미지 3개 추출

[Fig. 4]는 클라이언트에서 초기 앱을 수행하였을 때, 서버로의 연결을 활성화하는 화면이다.

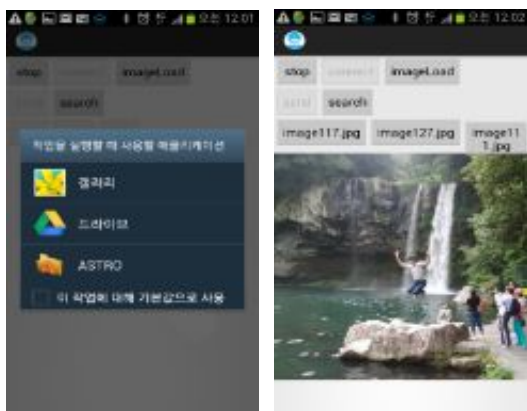


Connection to the server with click Connect button, Active/Non-Active Button, when client is connected to the server

[Fig. 4] Example screenshot of the connection between the mobile device and the server

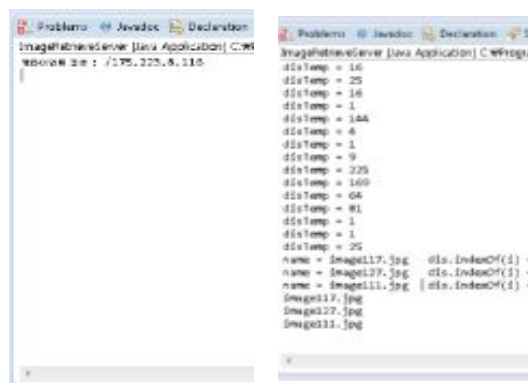
[Fig. 5]는 클라이언트에서 질의 이미지를 선택하여 검색하는 클라이언트의 화면이다. 질의는 직렬화 검색을 통해 서버로 전송되고 검색 결과에 대한 결과로 순위 3등에 해당하는 이미지를 반환한다.

[Fig. 6]은 서버에서의 실행 화면으로, 좌측은 클라이언트에서 서버로의 연결 시에 사용자 인증을 수행하는 단계를 보여주며, 우측은 검색 수행 단계에서의 유사도 평가를 수행하는 단계를 보여준다.



Select a query image Retrieved result lists by searching from the server

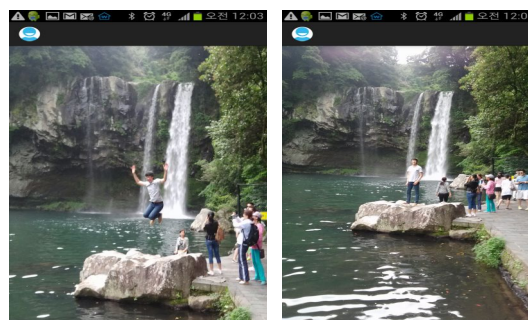
[Fig. 5] Example screenshot of the client running on Android platform



Authentication for client's address, when the client tries to connect Operation of retrieved at the server

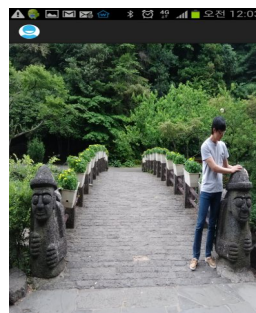
[Fig. 6] Example screenshot of the server running on Java platform

[Fig. 7]은 검색 결과로 반환된 이미지들을 클라이언트에서 조회한 화면이다.



Retrieved image1 (Client-side)

Retrieved image2 (Client-side)



Retrieved image3 (Client-side)

[Fig. 7] Screenshot of the retrieved results on the client device

설계 구현한 프로토타입 시스템은 샘플 이미지 1,000 개를 대상으로 내용 기반 시각적 특징을 추출하는데 평균 0.50초에 수행하였으며, 이미지 비교 및 인식을 위한 매칭 시간으로 0.25초를 소요하는 것으로 산출되었다. 구축된 Flickr DB 10만 장의 이미지 데이터베이스를 대상으로 검색 효율성을 검사하였을 때, 80% 수준의 정확도 (Precision)를 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 모바일 이미지 검색을 위해 모바일 환경에 최적화된 모듈별 클래스를 설계하고, 클라이언트-서버 간의 통신 효율성을 높인 직렬화 프로그램을 설계 구현하였다. JPEG 이미지를 대상으로, 안드로이드 플랫폼에서 동작하는 검색 알고리즘을 설계 구현하였으며, 이를 라이브러리 형식으로 쉽게 API를 적용하여 활용성 높은 시스템을 개발하였다.

본 논문의 향후 연구내용으로, 증강현실에서 활용 가능한 미바커 기반 인식 기술의 요소기술로의 접목을 고려하고 있으며, 이를 위한 비주얼 검색 응용 기능을 제공 하도록 연구 개발할 예정이다.

REFERENCES

- [1] Mun-Kew Leong, Wo Chang, "JPSearch-24800 Part 1: Framework and System Components", ISO/IEC JTC1 SC29 WG1N3684, 2005.
- [2] Ritendra Datta, Dhiraj Joshi, Jia Li, James Z. Wang, "Image Retrieval: Ideas, Influences and Trends of the New Age", ACM Transactions on Computing Surveys, Vol.40, No.2, 2008.
- [3] Sam S. Tsai, David Chen, Gabriel Takacs, Vilay Chandrasekhar, Jatinder P. Singh, Bernd Girod, "Location Coding for Mobile Image Retrieval", Proceeding of the International ICST Mobile Multimedia Communications Conference, 2009.
- [4] S.J. Lim, H.J. Oh, P.M. Ryu, H.Y. Jung, M.G. Jang, "Technology Trend of Mobile Intelligent Search", Electronics and Telecommunications Trends, vol.25, no.3, 2010.
- [5] Bin Li, Xiangwei Kong, Zhe Wang, Haiyan Fu, "SIFT-Based Image Retrieval Combining the Distance Measure of Global Image and Sub-Image", International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, pp.706-709, 2009.
- [6] Shih-Fu Chang, Thomas Sikora, Atul Puri, "Overview of the MPEG-7 Standard", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol.11, no.6, 2001.
- [7] Akio Yamada, Robert O'challaghan, S.K. Kim, "MPEG-7 Visual Part of Experimentation Model ver 27.0", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11N7808, 2006.
- [8] Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars and Luc Van Gool, "SURF: Speeded Up Robust Features", Computer Vision and Image Understanding, Vol.110, No.3, pp.346~359, 2008.
- [9] K. Velmurugan, Santhosh Baboo, "Content-based Image Retrieval using SURF and Colour Moments", Global Journal of Computer Science and Technology, Vol.11, Issue.10, Version 1.0, May, 2011.
- [10] Ling-Yu Duan, Jie Chen, Chunyu Wang, Rongrong Ji, Tiejun Huang, Web Gao, "Key Technologies in Mobile Visual Search and MPEG Standardization Activities", ZTE Communications, vol.10, no.2, 2012.
- [11] N. Singhai, S.K. Shandilya, "A Survey on Content Based Image Retrieval Systems", International Journal of Computer Application, vol.4, 2010.
- [12] Gareth Loy, Jan-Olof Eklundh, "A Review of Benchmarking Content-based Image Retrieval", MUSCLE/ImageCLEF Workshop on Image and Video Retrieval Evaluation, 2005.
- [13] Hui Hui Wang, Dzulkifli Mohamad, N. A. Ismail, "Semantic Gap in CHIR: Automatic Objects Spatial Relationships Semantic Extraction and Representation", International Journal of Image Processing, Vol.4, Issue.3, pp.192-204, 2010.
- [14] Website, <http://images.google.co.kr>
- [15] Mario Doeller, Ruben Tous, Frederik

- Temmermans, Kyoungro Yoon, Je-Ho Park, Youngseop Kim, Florian Stegmaier, Jaime Delgado, "JPEG's JPSearch Standard : Harmonizing Image Management and Search", IEEE Multimedia, 2012.
- [16] Frederik Temmermans, Frederic Defaux, Peter Schelkens, "JPSearch: Metadata Interoperability during Image Exchange", ISO/IEC JTC1 SC29 WG1, 2013.
- [17] Savvas A. Chatzichristofis, Yiannis S. Boutalis, "CEDD: color and edge directivity descriptor: a compact descriptor for image indexing and retrieval", international conference on Computer vision systems, pp.312-322, 2008.
- [18] Japan Electronics and Information Technology Industries Association, "Exchangeable Image File Format for Digital Still Cameras: EXIF Version 2.2", 2002.

이 용 환(Lee, Yong-Hwan)



- 1993년 2월 : 단국대학교 전자계산학과(이학사)
 - 1995년 2월 : 단국대학교 전산통계학과(이학석사)
 - 2007년 2월 : 단국대학교 전자컴퓨터공학과(공학박사)
 - 2014년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 조교수
- 관심분야 : 멀티미디어 검색, 멀티미디어 통신, 증강현실, 이미지 코딩, 국제표준화
- E-Mail : hwany1458@empal.com

조 한 진(Cho, Han-Jin)



- 1999년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 - 2002년 2월 : 한남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 - 2002년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 교수
- 관심분야 : 모바일 애플리케이션, 네트워크 보안
- E-Mail : hanjincho@hotmail.com

이 준 환(Lee, June-Hwan)



- 1996년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학석사)
 - 2001년 2월 : 단국대학교 전자공학과(공학박사)
 - 2001년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 스마트모바일학과 교수
- 관심분야 : 음성처리 시스템, 멀티미디어 응용, 스마트미디어, 모바일 앱
- E-Mail : rainbow@kdu.ac.kr