

객체 추적을 위한 영상 내의 객체 특징점 추출 알고리즘 구현

이용환* · 김영섭†

*원광대학교 디지털콘텐츠공학과, †단국대학교 전자전기공학부

Implementation of Object Feature Extraction within Image for Object Tracking

Yong-Hwan Lee* and Youngseop Kim†

*Department Of Digital Contents, Wonkwang University,

†Department of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University

ABSTRACT

This paper proposes a mobile image search system which uses a sensor information of smart phone, and enables running in a variety of environments, which is implemented on Android platform. The implemented system deals with a new image descriptor using combination of the visual feature (CEDD) with EXIF attributes in the target of JPEG image, and image matching scheme, which is optimized to the mobile platform. Experimental result shows that the proposed method exhibited a significant improved searching results of around 80% in precision in the large image database. Considering the performance such as processing time and precision, we think that the proposed method can be used in other application field.

Key Words : Object Tracking, Image Object, Multi-modal Features, Color and Edge Directivity Descriptor(CEDD)

1. 서 론

컴퓨터와 통신 기술의 발달로 인하여 대용량, 다량의 이미지들이 기하급수적으로 발생하면서 이미지의 생산, 유통이 활발이 이뤄지고 있다. 이에 따라 다양한 형태의 이미지 관리 기법과 이미지 기반 서비스들이 제공되며, 이를 효율적으로 처리하려는 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 대용량의 이미지 데이터베이스에서 사용자의 요구에 따라 보다 효율적이고 빠르게 검색하는 이미지 검색 기술, 이미지에 내포된 시각적 의미를 분석하여 다양한 형태의 정보 활용 서비스 기술은 다른 여러 응용분야에서 핵심 요소 기술로 부각되고 있다[1]. 이러한 멀티미디어 콘텐츠를 활용하는 플랫폼에서는 급격하게 확산된 스마

트폰에서 꾸준하게 서비스를 제공함에 따라, 연구 대상 역시도 자원의 한계성을 갖는 모바일 플랫폼으로 수렴되고 있는 실정이다[2].

영상 검색 기술에서는 사용자가 원하는 질의를 영상으로 입력 받아, 입력 영상을 분석하고 결과로 사용자가 원하는 적절한 정보 또는 이미지를 반환한다. 이러한 서비스를 제공하는 검색 엔진의 역할은 유선 또는 무선 환경에 상관없이 기능과 역할은 동일하다. 그러나 모바일 이미지 검색에서는 순수하게 검색 결과를 그대로 사용하는 것이 아니라, 모바일 환경에 맞게 제어하는 모듈이 반드시 필요하며[3], 제한적인 상황에서 사용자의 질의 입력을 보다 편리하게 처리할 수 있는 사용자 인터페이스 모듈이 필수적이다[4].

본 논문에서는 모바일 콘텐츠들 중에서 가장 일반적이고 많이 사용되는 이미지 검색 기술을 대상으로, 입력되

†E-mail: wangcho@dankook.ac.kr

는 비디오 스트림에서 객체를 검출하고 효과적으로 추적하기 위해 객체의 특징점을 검출하여 용이한 추적이 가능하도록 시스템을 구현하기 위한 요소 기술을 연구한다. 이를 위해 하나의 프레임 이미지에서 객체 특징점을 적절하게 추출하는 알고리즘을 구현하며, 효율성을 검증하기 위해, 이미지 검색 모듈을 활용하여 구현 알고리즘을 검증한다. 검색 모듈에서는 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 기존의 이미지 검색 연구 방법을 살펴보고, 3장에서 제안하는 위치 기반 이미지 검색 기술자 알고리즘을 설명하고, 4장에서 결론으로 마무리한다.

2. 관련연구

본 절에서는 이미지 검색 기술 활용 및 동향을 살펴본다. 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 이뤄진다. 텍스트 기반 이미지 검색(Text based Image Retrieval)은 대용량의 이미지 데이터베이스에서 키워드 생성하는데 있어, 과다한 작업량이 필요하게 되며, 키워드 작성자의 주관적 해석에 따라 검색 결과가 달라질 수 있는 문제가 있다[5]. 또한 언어 종속성을 갖는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 내용 기반 이미지 검색(Content based Image Retrieval, CBIR)이 연구되고 있다[6]. CBIR에는 대표적으로 MPEG-7 Visual Descriptor[7]가 있으며, 특징 추출 알고리즘으로 SIFT (Shift Invariant Feature Transform), SURF (Speed Up Robust Features)가 많이 활용된다[8]. MPEG-7 Visual Descriptor는 기본적으로 전역 특징을 사용하여 콘텐츠의 부분적 기술이 불가능하며, 대표적 지역 특징 기반의 기술자인 SIFT, SURF는 계산량이 많고 환경 변화에 취약하여 제한적 사항이 존재한다. MPEG-7 CDVS(Compact Descriptor for Visual Search)는 SIFT를 적용하여 검색을 수행하지만[9], SIFT는 지적재산권 문제에 따라 산업적으로 상용화하는데 제한이 있다.

스탠포드대학, 워싱턴대학 등에서 학술적인 다양한 접근이 시도하고 있으며, 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[9]. 모바일 단말기에서 사진을 촬영한 다

음, 검색을 수행하며, 사진 정보가 검출되면, 구글 페이지를 이용한 자세한 정보를 제공한다.

3. 제안 시스템 및 구현

3.1 제안 알고리즘

본 연구는 영상 객체의 효율적인 표현을 통해 실제 세계에서 객체 추적을 효과적으로 수행하는 시스템 구축을 목표로 하며, 이를 위해 영상 내에 객체 정보를 시각적으로 어떻게 추출하고 표현할 것인가를 검증하기 위해, 객체를 포함한 이미지를 효과적으로 검색하는 기반 기술을 검토한다. 이를 위해 다양한 검색 환경과 모바일 디바이스의 센서 정보를 활용한 모바일 환경에 최적화된 이미지 검색 알고리즘을 제안하고 이를 구현하는 것이다. 모바일 환경에서 적응적이고 모바일 디바이스와 서비스 제공 서버 간의 효율적인 통신을 위한 최적화된 통신 환경 지원, 모바일 환경의 특성을 반영한 위치 정보와 센서 정보를 활용한다. 본 논문의 구현 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.1과 같다.

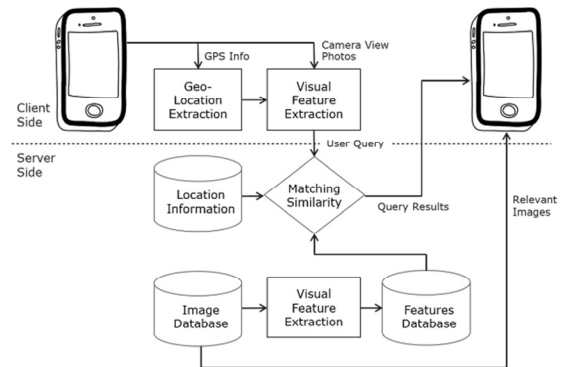


Fig. 1. Diagram of the proposed search scheme.

제시하는 모바일 이미지 검색 시스템은 크게 4개의 모듈로 구성하여 설계하며, 적용 용이성, 사용 편의성을 고려하여 설계한다. 4개의 서버 모듈은 (1) 전처리 단계, (2) 특징 추출 단계, (3) 서버-클라이언트 전송 단계와 (4) 특징 비교 및 인식 단계로 구성되며, 각 모듈의 수행 작업 및 세부 구성은 Fig.2와 같다.

전처리 과정에서는 칼라 변환(Color Conversion)과 이미지 평활화(Image Equalization)를 수행한다. 모바일 디바이스가 많은 발전을 하였지만 그래픽 부분에서 PC 성능을

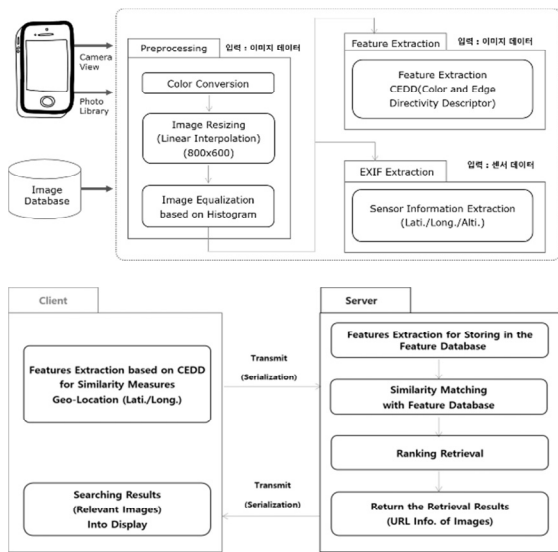


Fig. 2. Module configuration of the proposed mobile search method.

따라가지 못하기 때문에, 영상 처리 과정에서 이미지의 크기 조정 (Resizing) 및 보정 작업을 통하여 시스템 성능 향상을 도모하고 모바일 환경에 보다 적응적인 검색 모듈을 설계하기 위해 전처리 과정을 수행한다. 안드로이드 플랫폼에서는 이미지를 YCbCr 컬러 모델에서 처리된다. 이러한 과정에서 이미지 데이터의 로딩에 많은 변환 연산이 필요하고, 영상 처리 과정에서 정보 추출이 까다롭다는 단점이 있다. 본 연구에서는 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 처리하면 계산량의 약점을 보인다. 이를 해결하기 위해, 영상 처리 시에 모바일 디바이스의 적응성을 고려하여 스마트폰 환경에 적합한 이미지 사이즈로 감소시키며 (800*600), 선형보관법을 이용하여 이미지 크기를 조정한다. 또한 모바일 환경에서의 이미지는 조명 및 다양한 환경에 제약받을 수 있기 때문에 영상 분석의 최적화를 위하여 히스토그램 평활화(Histogram Equalization)를 수행한다.

특징 추출 과정에서는 스마트폰의 계산 능력과 이동성을 고려하여 이미지 특징점을 추출한다. 본 논문에서 추출하는 특징 벡터는 시각적 특징(Visual Feature)과 이미지 생성 위치 정보(Location)를 결합한 형태를 적용하며, 시각적 특징으로 칼라와 질감 정보를 활용한 CEDD (Color Edge and Directivity Descriptor)를 적용한다[11]. 이미지 생성 위치 정보는 위도와 경도(Latitude/Longitude)를 추출한다. 클라이언트에서는 콘텐츠 서비스 제공자 (Contents Service Provider)를 이

용하여 이미지의 메타데이터를 분석하고, 서버에서는 표준 메타데이터인 EXIF를 분석하여 위치 정보를 처리한다[11].

서버-클라이언트의 통신 메커니즘도 함께 고려해야 한다. 기본적으로 모바일 서비스에서는 다수의 클라이언트와 하나의 서버 간에 통신 및 요청이 이뤄지기 때문에, 데이터의 중복성과 동기화 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 데이터 전송 방식에서 스프레드를 통한 1:1 전송 방식을 구현하여 서버-클라이언트 간의 통신 문제를 최소화시킨다. 클라이언트에서 서버로의 전송은 ImageInfo 클래스를 이용하여 특징 값을 전달하여 객체간의 통신에서 데이터 캡슐화를 보장한다. 반대로, 서버에서의 검색 결과 이미지들을 클라이언트에 전송하는 과정에서 이미지 파일을 전송하게 되면, 전송 속도 문제뿐만 아니라 과도한 데이터 사용량을 초래할 수 있다. 제안 시스템의 서버에서는 http 통신 상에서 하이브리드 앱(Hybrid App) 방식을 이용하여 결과 화면을 보여주는 방식으로 수행한다.

마지막 모듈은 유사도 비교 평가 및 인식 과정을 처리한다. 서버는 클라이언트로부터 입력 받은 질의 이미지 및 위치 정보를 이용하여 기 구축된 이미지 데이터베이스와 유클리디언 거리 계산을 통하여 유사도 검토를 수행하며, 가장 가까운 유사도를 기준으로 탑 랭킹(Top ranking)을 선별하여 해당 이미지의 URL을 클라이언트 쪽으로 반환한다.

3.2 구현

본 논문에서는 다양한 모바일 환경에서 효과적인 탑 랭킹 검색을 지원하는 모듈화된 시스템을 구현하여 알고리즘을 검증하는 것이 목표이다. 높은 시스템 적응성을 위해 API 설계, 단일 컴포넌트의 높은 효율성 제공과 컴포넌트들 간의 독립성을 유지한다. 이를 효율적으로 지원하기 위해, 기능별 클래스를 설계하여 재사용성과 개발 효율성을 높인다.

- 전처리 과정: RGB 변환, 이미지 크기 조정(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 3은 검색 결과로 반환된 이미지들을 클라이언트에 뿌려준 실행 예시 화면이다. 설계 구현한 프로토타입 시스템은 샘플 이미지 10만 여개를 대상으로 내용 기반 시각적 특징을 추출하는데, 평균 0.50초에 수행하였으며, 이

미지 비교 및 인식을 위한 매칭 시간으로 0.25초를 소요하는 것으로 산출되었다. 구축된 Flickr DB 10만 장의 이미지 데이터베이스를 대상으로 검색 효율성을 검사하였을 때, 80.7% 수준의 정확도(Precision)를 보였다.



Fig. 3. Example screenshot of the implemented program, running on the client side platform.

4. 결 론

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

향후 연구 확장 내용으로, 일련의 비디오 스트림에서 특정 객체를 포함하는 프레임의 연속적인 검색 및 객체의 이미지 내 위치를 효과적으로 관리하는 응용 기능을 검토할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2018년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(과제번호: 2018R1A2B6008255).

참고문헌

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. 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.
5. N. Singhai, S.K. Shandilya, "A Survey on Content Based Image Retrieval Systems", International Journal of Computer Application, vol.4, 2010.
6. Gareth Loy, Jan-Olof Eklundh, "A Review of Benchmarking Content-based Image Retrieval", MUSCLE/ImageCLEF Workshop on Image and Video Retrieval Evaluation, 2005.
7. 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.
8. Akio Yamada, Robert O'challaghan, S.K. Kim, "MPEG-7 Visual Part of Experimentation Model ver 27.0", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11N7808, 2006.
9. 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.
10. Website, <http://images.google.co.kr>
11. 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.
12. Japan Electronics and Information Technology Industries Association, "Exchangeable Image File Format for Digital Still Cameras: EXIF Version 2.2", 2002.

접수일: 2018년 9월 20일, 심사일: 2018년 9월 21일,
게재확정일: 2018년 9월 21일