

모바일 디바이스상에서 공간-칼라와 가버 질감을 이용한 내용-기반 영상 검색

이용환* · 이준환* · 조한진* · 권오진** · 김영섭†

*극동대학교 스마트모바일학과, **세종대학교 전자공학과, †단국대학교 전자공학과

Content-based Image Retrieval using Spatial-Color and Gabor Texture on A Mobile Device

Yong-Hwan Lee*, June-Hwan Lee*, Han-Jin Cho*, Oh-Kin Kwon** and Youngseop Kim†

*Dept. of Smart Mobile, Far East University

**Dept. of Electronic Engineering, Sejong University

†Dept. of Electronic Engineering, Dankook University

Abstract

Mobile image retrieval is one of the most exciting and fastest growing research fields in the area of multimedia technology. As the amount of digital contents continues to grow users are experiencing increasing difficulty in finding specific images in their image libraries. This paper proposes a new efficient and effective mobile image retrieval method that applies a weighted combination of color and texture utilizing spatial-color and second order statistics. The system for mobile image searches runs in real-time on an iPhone and can easily be used to find a specific image. To evaluate the performance of the new method, we assessed the iPhone simulations performance in terms of average precision and recall using several image databases and compare the results with those obtained using existing methods. Experimental trials revealed that the proposed descriptor exhibited a significant improvement of over 13% in retrieval effectiveness, compared to the best of the other descriptors.

Key Words : Mobile Image Search, Content-based Image Retrieval, Image Descriptor, Spatial Color, Gabor Texture

1. 서 론

컴퓨터와 통신 기술의 발달로 인하여, 영상 생성과 유통이 활발하게 이뤄지고 있으며, 이로 인해 대용량, 다량의 영상들이 기하급수적으로 발생하고 있다. 이를 효율적으로 검색하고 관리하는 높은 수준의 멀티미디어 검색 기술이 꾸준히 연구되고 있으며, 대용량 영상 데이터베이스에서 사용자 요구에 따라 보다 효율적이고 빠르게 검색하는 영상 검색 기술은 다른 여러 응용분야에서 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. 이 중에서도 검색 서비스는 모바일 플랫폼 상에서 정보를 찾기 위한 중요한 수단이 되고 있다[2].

일반적으로, 영상 검색은 사용자가 원하는 질의를 입력 받고, 이를 분석하여 사용자가 원하는 적절한 영상을 제공하는 기술이다[3]. 이러한 서비스를 제공하는 검색 엔진의 역할은 유/무선 환경을 막론하고 수행하는 기능이나 역할은 동일하다. 그러나 모바일 영상 검색에서는 순수하게 검색 결과를 그대로 사용하는 것이 아니라, 모바일 환경에 맞게 제어하는 모듈이 반드시 필요하다[4]. 또한 제한적인 상황에서 사용자의 질의 입력을 보다 편리하게 처리하는 사용자 인터페이스 모듈이 필수적이다[5].

†E-mail : wangcho@dankook.ac.kr

본 논문에서는 모바일 콘텐츠들 중에서 가장 일반적이고 사용자층이 많은 영상 검색 기술을 대상으로 사용자 서비스 가능한 검색 기술을 연구 개발하는 것이 목표이다. 영상 검색 방법으로는 웨이블릿 도메인 상에서 가중치가 적용된 공간-칼라 정보와 질감 정보를 추출한 내용 기반 영상 특징을 활용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 영상 검색에 대한 기존의 연구 방법을 살펴보고, 3장에서 제안하는 영상 검색 기술자 알고리즘을 설명한다. 4장에서 연구 개발한 프로토타입 시스템을 실험적으로 분석하고, 5장에서 결론과 향후 연구방향으로 마무리한다.

2. 관련연구

검색 기술 활용 및 동향을 살펴보면, PC 환경에서 활용되는 내용-기반 영상 검색 기술에는 대표적으로, MPEG-7 Visual Descriptor [6]와 SIFT(Shift Invariant Feature Transform) [7], SURF (Speeded-Up Robust Features) [8] 등 포인트 기반 알고리즘이 있으며, 많은 응용 프로그램에서 이러한 기술들이 활용되고 있다. 그러나 MPEG-7 검색 기술자는 기본적으로 전역 특징을 사용하여 콘텐츠의 부분적 기술이 불가능하며, 최근 발표되는 대표적인 지역 특징인 SIFT, SURF는 계산량이 많고 환경 변화에 취약하여 제한적인 조건이 아닐 경우 모바일 환경에서의 검색 기술자로 활용하기가 어렵다. 최근에 부각되고 있는 MPEG-7 CDVS(Compact Descriptor for Visual Search)는 SIFT를 적용한 검색을 수행하지만[9], SIFT는 지적재산권 문제에 따라 산업적으로 상용화하는데 제한성을 가지는 단점이 있다.

영상 검색 기술은 크게 2가지 형태로 구분된다. 구글, 야후, 네이버, 다음 등으로 대표되는 기존의 웹 기반 영상 검색은 키워드(Keyword) 검색으로, 해당 영상에 키워드와 주석을 부여함으로써 질의 텍스트를 중심으로 검색이 이뤄지고 있다. 이러한 텍스트 기반 영상 검색은 대용량의 영상 데이터베이스에서 키워드 생성하는데 있어, 과도한 작업량이 필요하게 되며, 키워드 작성자의 주관적 해석에 따라 검색 결과가 달라질 수 있는 문제점이 있다[10]. 또한 언어에 종속적인 검색이 수행되는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 내용 기반 영상 검색이 연구되고 있으며[11], IBM QBIC을 시작으로, Stanford Univ., Univ. of Washington, Univ. of California Santa Barbara 등에서 학술적인 다양한 접근이 시도되고 있다. 최근에는 스마트폰에 장착된 다양한 센서를 통해 얻어지는 메타데이터와 카메라의 GPS위치정보를 검색에 적용하는 연구

도 진행되고 있다[12-13].

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

검색 기술에 대한 표준화 동향을 살펴보면 다음과 같다. 현재 MPEG-7 영상 검색은 이미 국제표준화 작업이 완료된 상태이며[9], MPEG-7 내용 기반 영상 검색은 추출된 특징 벡터를 XML 파일로 저장하기 때문에, 관리 효율성이 낮은 문제점을 지니고 있어 검색 엔진에서 활용되지 않고 있다. JPEG 국제표준에서도 영상 검색 표준을 수립하기 위해 JPSearch (ISO/IEC 24800) 분야를 만들어 국제표준화를 수행하고 있으며[1], 6개 서브 파트 (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, 영상 검색 메타데이터, 파일 포맷, 정보 공유 및 교환 등의 기술에 대해 표준화를 수행한다[15-16].

3. 제안 알고리즘

본 논문에서 효율적인 모바일 영상 검색을 지원하기 위해, 영상의 공간-칼라 특징과 질감 특징 정보에 가중치를 적용하여 결합한 새로운 검색 기술자를 제안한다. 공간-칼라 기술자에서는 입력된 영상의 칼라 모델 변환, 웨이블릿 변환과 가중치를 적용한 양자화를 적용한 후, 공간 필터를 활용하여 코렐로그램을 산출한다. 질감 기술자에서는 웨이블릿 변환, 정수 양자화를 적용한 후, 5가지의 질감 정보를 추출한다. Fig. 1은 제안하는 영상 검색 기술자를 이용한 검색 시스템 구성도이다.

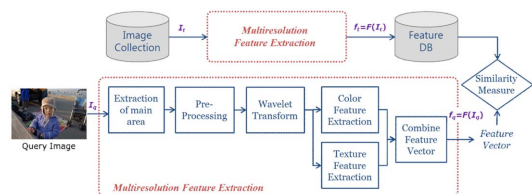


Fig 1. Diagram of the proposed mobile image retrieval.

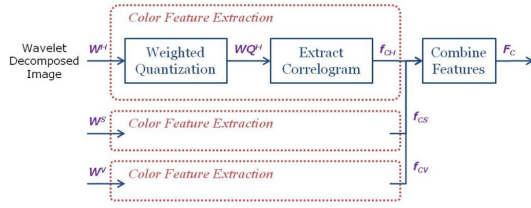


Fig 2. Procedure for weighted wavelet spatial-color extraction.



Fig 3. Types of main area of query image with SubjectArea tag.

3.1. 공간-칼라 특징 정보 추출

Fig. 1에서 공간-칼라 특징 정보를 추출하는 단계는 Fig. 2과 같다. 영상 메타데이터인 EXIF의 SubjectArea 태그는 전체 영상에서 주요 피사체의 위치를 나타낸다[17]. 입력되는 RGB 영상에서 해당 태그를 확인하여 관심영역(ROI)을 설정하고 전체 영상의 크기와 칼라 모델을 변환한다.

주 관심영역 설정(Fig. 3)에 따라, JPEG 표준에서 제공하는 YCbCr 4:2:2로 양방향 다운샘플링을 수행하여 크기 조정과 칼라모델을 변환한다. YCbCr로 분리된 각 칼라 채널에 대해 웨이블릿 변환 후, 코렐로그램을 계산한다. 가중치가 적용된 양자화는 서브밴드에 따라 LL:LH:HL:HH=2:1:1:0을 적용하며, 각 서브밴드별 중요도에 따라 코렐로그램의 별도 가중치를 추가로 적용한다.

코렐로그램 정의[18]에 따라, 픽셀 $p(x,y)$ 로 구성되는 영상 I 의 코렐로그램은 (수식 1)로 나타낼 수 있다. LL 서브밴드의 웨이블릿 계수에 대한 코렐로그램은 식 (2)로 계산된다.

$$\Gamma_c^d(I) = \frac{|\{p(x,y)|I(x,y)=c_i; I(x\pm d,y\pm d)=c_i\}|}{|\{p(x,y)|I(x,y)=c_i\}|} \quad (1)$$

$$\alpha_{c_i}^d(W_{LL}) = \frac{|\{(x,y)|W_{LL}(x,y)=c_i; W_{LL}(x\pm d,y\pm d)=c_i\}|}{8 \times d \times |\{(x,y)|W_{LL}(x,y)=c_i\}|} \quad (2)$$

W_{LL} 은 웨이블릿 변환된 HH 서브밴드를, c_i 는 양자화된 칼라 값, d 는 상관관계의 거리를 의미한다. 웨이블릿 계수는 각각 수평과 수직 방향에 지역 통과 필터 및 고역 통과 필터에 대응되며, LH 서브밴드는 논리적

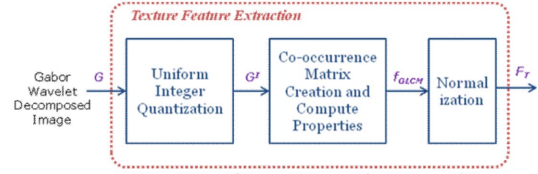


Fig. 4. Texture feature extraction procedure.

으로 수평 방향(지역 통과 필터)으로 진행되기 때문에, LH 서브밴드의 코렐로그램 계산식은 (수식 3)으로 계산된다.

$$\alpha_{c_i}^d(W_{LH}) = \frac{|\{(x,y)|W_{LH}(x,y)=c_i; W_{LH}(x,y\pm d)=c_i\}|}{2 \times d \times |\{(x,y)|W_{LH}(x,y)=c_i\}|} \quad (3)$$

이와 유사하게, 수직적 성질의 LH 코렐로그램은 (수식 4)를 이용하여 수직 성분만을 계산한다.

$$\alpha_{c_i}^d(W_{HL}) = \frac{|\{(x,y)|W_{HL}(x,y)=c_i; W_{HL}(x\pm d,y)=c_i\}|}{2 \times d \times |\{(x,y)|W_{HL}(x,y)=c_i\}|} \quad (4)$$

각 칼라채널에 대한 웨이블릿 서브밴드의 특징정보는 서로 다른 가중치에 의해 공간-칼라 특징 벡터로 결합되며, 결합식은 식 (5)와 같다.

$$f_c(c) = [\omega_{LL} \times \alpha_{LL}^d, \omega_{LH} \times \alpha_{LH}^d, \omega_{HL} \times \alpha_{HL}^d] \quad (5)$$

C 는 $C \in [C_b, C_r]$ 을 만족하는 영상의 채널을, ω 는 각 서브밴드에 대한 가중치 값을 의미한다.

이러한 단계를 통해 추출된 공간-칼라 특징 벡터는 웨이블릿 변환과 코렐로그램의 불변 속성을 통해 다중-스케일과 다중-해상도 속성을 상속받아, 영상 검색에서 보다 높은 검색율을 제공하게 된다.

3.2. 질감 특징 정보 추출

검색 기술자의 또 다른 특징 벡터로 질감 정보를 추출하며, 추출 과정은 Fig. 4와 같다. 변환 도메인으로부터 특징을 추출하기 위해 가버 웨이블릿 필터를 적용한다. 가버 웨이블릿은 통상적으로 트리-구조 웨이블릿 변환과 피라미드-구조 웨이블릿 변환보다 성능적으로 우수한 것으로 증명되었다[19].

먼저, 입력 영상에 대해 그레이-스케일 영상으로 변환하고, 2-스케일과 4-방향의 가버 필터를 적용한 웨이블릿 변환을 수행한다. 계수에 대한 정수 양자화를 적용한 후, Fig. 5와 같은 공간적 상관관계를 갖는 5-변위량 ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 와 315°)에 대한 그레이-레벨 상관 매

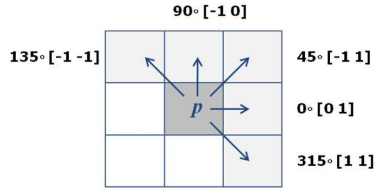


Fig 5. Spatial relationship,



Fig 6. Sample images from MPEG-7 CCD.

트릭스(Gray Level Co-occurrence Metrics)을 계산한다.

계산된 상관 매트릭스에 대한 5가지 질감 특징(Contrast 대조, Correlation 상관, Energy 에너지, Entropy 엔트로피, Homogeneity 동질성)을 식 (6)을 이용하여 계산한다.

$$\begin{aligned}
 \text{Contrast} &= \sum \sum (i-j) \cdot P(i,j) \\
 \text{Correlation} &= \sum \sum \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j) \cdot P(i,j)}{\delta_i \delta_j} \\
 \text{Energy} &= \sum \sum P(i,j)^2 \\
 \text{Entropy} &= \sum \sum P(i,j) \cdot \log P(i,j) \\
 \text{Homogeneity} &= \sum \sum \frac{P(i,j)}{1+|i-j|}
 \end{aligned} \quad (6)$$

$P(i,j)$ 는 상관 매트릭스 P 에서 i 번째 행, j 번째 열의 값을, δ_i , δ_j 와 μ_i , μ_j 는 각각 매트릭스 P 의 평균과 표준편차를 의미한다.

가버 질감 특징벡터를 적용하는 기존의 다른 검색 알고리즘에서는 회전 불변성을 고려하지 않기 때문에 영상 검색에서 비효율성을 가진다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, 특징 맵 상에서 간단한 원형 시프트(Circular Shift)를 적용한다. 각 방향에 대한 전체 에너지를 계산하고, 가장 높은 에너지의 방향을 대표적 방향(Dominant Orientation)으로 설정한다. 해당 대표 요소를 특징 벡터에서 가장 앞으로 이동하고, 나

머지 요소들은 차례대로 원형 시프트를 하여 최종 질감 특징 벡터를 산출한다.

3.3. 시각적 특징 벡터 결합

마지막 결합 단계에서는 서로 다른 특징 차원과 변화량의 효과를 최소화하기 위해 정규화 과정을 거쳐 하나의 시각적 특징 벡터로 결합된다. 앞에서 추출된 공간-칼라 특징 벡터와 질감 특징 벡터는 식 (7)을 통해 가중치가 적용된 정규화 다중 특징으로 계산된다.

$$\begin{aligned}
 F_D &= \left[\omega_c \times \frac{f_c}{N_c \cdot \delta_c \mu_c}, \omega_i \times \frac{f_i}{N_i \cdot \delta_i \mu_i} \right] \\
 F_D &= \left[\omega_c \times \frac{f_c}{N_c \cdot \delta_c \mu_c}, \omega_i \times \frac{f_i}{N_i \cdot \delta_i \mu_i} \right]
 \end{aligned} \quad (7)$$

N_c 와 N_i 는 칼라 특징과 질감 특징의 벡터의 차원 수를, δ_c , δ_i 와 μ_c , μ_i 는 각각 칼라와 질감에 대한 평균과 표준편차를 의미하며, ω_c 와 ω_i 는 다음 조건($0 \leq \omega_c$, $\omega_i \leq 1$ 과 $\omega_c + \omega_i = 1$)을 만족하는 칼라 특징과 질감 특징에 적용된 가중치 값이다. 실험에서, ω_c 와 ω_i 는 각각 0.65와 0.35를 적용하였을 때 가장 좋은 성능을 보였다.

3.3. 시각적 특징 벡터 결합

입력 영상의 특징을 추출하면, 기존에 미리 추출하여 저장한 영상 데이터베이스의 각 영상 특징과 유사도를 측정해야 한다. 이러한 유사도 평가 함수는 2개의 영상 특징이 떨어져 있는 거리 정도를 계산하며, 검색 율에 많은 영향을 끼친다.

본 논문에서 산출하는 유사도는 추출된 시각적 특징에 대해 정규화된 거리의 합을 계산하여 평가하며, 계산식은 식 (8)과 같다.

$$S_D(F^Q, F^T) = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{|F_i^Q - F_i^T|}{1 + F_i^Q + F_i^T} \quad (8)$$

n 은 특징 벡터의 차원수를, F^Q 와 F^T 는 각각 질의 영상의 특징 벡터와 검색 대상 영상의 특징 벡터를 의미한다.

4. 실험 평가

4.1. 영상 데이터셋

제안하는 검색 기술자의 성능을 평가하기 위해 3개의 데이터셋을 사용한다. 검색 분야에서 많이 사용되는 Corel photo gallery, MPEG-7 Common Color Dataset과 www.freeimages.co.uk에서 다운 받은 자연 사진영

상을 사용하였다. 각 영상은 JPEG 포맷의 다양한 해상도(320*240, 384*256, 640*420, 768*512, 1,600*1,200 등)를 가지며, 제공되는 GTS (Ground Truth Sets)에 따라 사람, 꽃, 차량, 구조물, 과일 등 다양한 종류의 영상을 포함한다.

영상 검색 실험에 적용된 영상은 해당 데이터셋에서 2,200개 영상을 선택적으로 선별하였고, 85개 카테고리로 분류되었다. 카테고리는 GTS에서 제공되는 정보를 그대로 사용하였으며, 검색에 활용되지는 않고 검색 효율성 평가에만 활용되었다. 검색 결과에서 질의 영상과 동일한 카테고리에 속한 검색 결과 영상은 적절하게 검색된 것으로, 다른 카테고리에 속한 결과는 적절하지 않은 검색으로 판정한다. EXIF의 SubjectArea 태그를 활용하는데 있어, 태그 값을 갖지 않는 영상은 중앙에 위치한 객체를 기본으로 선정하여 수동 입력하였다. Fig. 6은 50개 카테고리로 분류된 MPEG-7 CCD의 샘플 영상들이다.

4.2. 실험 평가

성능 평가 요소로, 정보검색에서 가장 많이 사용되는 정확도(precision)과 재현도(recall)를 활용한다. 정확도는 적절한 영상을 검색하는 비율을, 재현도는 검색 결과에서 적절한 영상의 비율을 의미한다[20]. 집합A를 적절한 영상들의 집합으로, 집합B를 검색된 결과 영상들의 집합으로 가정하면, 정확도와 재현도는 식(9)로 계산된다.

$$Precision = \frac{\text{no. of relevant imageretrieved}}{\text{no. of relevant images in collection}} = \frac{a}{a+b} \quad (9)$$

$$recall = \frac{\text{no. of relevant images retrieved}}{\text{no. of images retrieved}} = \frac{a}{a+c}$$

a 는 검색된 적절한 영상을, b 는 검색된 적절하지 않은 영상을, c 는 검색되지 않은 적절한 영상을 의미하며, 적절성 여부는 같은 카테고리에 포함되는지의 여부로 판단한다. 영상 검색의 성능 평가에서 정확도와 재현도가 항상 적절하지 못할 경우가 발생하기에, 정확도와 재현도를 결합시킨 하나의 값인 F-점수(F-score)로 평가하기도 한다[21]. 정확도와 재현도가 높을수록 보다 높은 F-점수를 가지며, 식(10)으로 계산한다.

$$Fscore = \frac{2 \times precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (10)$$

실험에서, 많은 실험적 정량화와 높은 신뢰성을 제

Table 1. Comparison of Retrieval Effectiveness using F-score

Methods	Recall	Precision	F-score
Local color histogram [7]	0.604	0.317	0.416
Scalable color descriptor [9]	0.711	0.322	0.443
Color correlogram [11]	0.621	0.319	0.421
Wavelet correlogram [15]	0.647	0.342	0.447
GLCM [8]	0.182	0.139	0.158
Gabor wavelet texture [13]	0.164	0.112	0.133
Proposed Descriptor	0.812	0.448	0.577

공하기 위해, Leave-one-out Cross Validation 방식을 적용하였으며, 영상 데이터베이스 내의 모든 영상을 차례로 하나씩 선택하여, 검색 질의 영상으로 입력 받고 나머지 영상들을 대상 영상으로 검색을 수행하였다.

Table 1에서 각 질의에 대한 검색 효율성을 비교하였다. 성능을 비교하기 위해, 다른 검색 기술자들은 구현된 C++ 소스를 Xcode로 임포트하여 동작시켰다. 각각의 기술자를 통해 상위 50개의 검색 결과에 대한 정확도와 재현도를 산출하여 F-점수를 계산하였다. 기존의 검색 기술자들은 낮은 정확도와 높은 재현도를 보였으며, 이는 검색 결과로 반환된 영상들이 부적절한 영상을 다수 포함한다는 것을 의미한다.

모든 질의로부터 얻은 평균 F-점수는 제안 알고리즘에서 57.7%를 보였으며, 이는 다른 검색 기술자들과 비교하여, 가장 좋게 나온 44.7% 보다 대략적으로, 13% 이상의 검색 효율성을 가졌다. 영상 메타데이터인 EXIF 태그 활용을 배제하고 검색하였을 경우, 47.3%의 검색율로, 이는 57.7% 보다 낮은 효율성을 보였다.

5. 결 론

본 논문은 웨이블릿 도메인 상에서 공간-컬라 정보와 질감 정보에 가중치를 적용하여 결합한 새로운 내용-기반 영상 검색 기술자를 제안하였다. 전처리 단계로, 질의 영상의 EXIF 메타데이터를 활용하여 계산량 증가와 메모리 누수를 방지하였으며, 공간-컬라 정보를 활용하기 위해 코렐로그램을 적용하였다. 히스토그램보다 연산량이 많은 문제점을 웨이블릿 서브밴드별 가중치 적용과 정수 양자화를 통해 일정부분 해소할 수 있었다. 실험 결과로, 제안하는 검색 기술자는 기존의 다른 검색 기술자에 비해, 최고 13%의 성능 개선효과를 얻을 수 있었다.

본 논문의 주요 공헌은 공간-컬라와 2차 통계적 질

감 정보에 가중치를 적용한 검색 기술자로, 모바일 영상 검색에 활용 가능성을 검증하였다는 것이다. 그러나 제한된 메모리 리소스는 모바일 디바이스에서 중요한 문제로 남을 수 있으며, 메모리 효율성 개선을 위한 연구는 향후 연구과제로 남긴다.

감사의 글

본 연구는 산학협동재단의 2014년도 신진교수연구비지원사업으로 수행된 연구과제임.

참고문헌

- Mun-Kew Leong, Wo Chang, "ISO/IEC PDTR 24800 - 1: JPSearch - Part 1: Framework and System Components", ISO/IEC JTC1 SC29/WG1N4203, 2007.
- Ahmad, I., Gabbouj, M., "A generic content-based image retrieval framework for mobile devices", Multimedia Tools Applications, 2010.
- Arnold W.M. Smeulders, Marcel Worring, Simone Santini, Amarnath Gupta, Ramesh Jain, "Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.22, no.12, pp.1349-1380, 2000.
- Sam S. Tsai, David Chen, Gabriel Takacs, Vilay Chandrasekhar, Jatinder P. Singh, Bernd Girod, "Location Coding for Mobile Image Retrieval", Proceeding of International ICST Mobile Multimedia Communications Conference, 2009.
- 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, 2009.
- 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.
- Akio Yamada, Robert O'challaghan, S.K. Kim, "MPEG-7 Visual Part of Experimentation Model ver. 27.0", ISO/IEC JTC1 SC29/WG11N7808, 2006.
- Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool, "SURF: Speeded Up Robust Features", Computer Vision and Image Understanding, vol.110, no.3, pp.346-359, 2008.
- 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.
- N. Singhai, S.K. Shandilya, "A Survey on Content Based Image Retrieval Systems", International Journal of Computer Application, vol.4, 2010.
- Gareth Loy, Jan-Olof Eklundh, "A Review of Benchmarking Content-based Image Retrieval", MUSCLE/ImageCLEF Workshop on Image and Video Retrieval Evaluation, 2005.
- Yong-Hwan Lee, Youngseop Kim, "Photo Image Retrieval using Geo-location Information", Journal of the Semiconductor & Display Technology, vol.7, no.4, pp.57-62, 2008.
- Yong-Hwan Lee, Heung-Jun Kim, "Photo Retrieval System using Combination of Smart Sensor and Visual Descriptor", Journal of the Semiconductor & Display Technology, vol.13, no.2, pp.45-52, 2014.
- Website, <http://images.google.co.kr>
- 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.
- Frederik Temmermans, Frederic Defaux, Peter Schelkens, "JPSearch: Metadata Interoperability during Image Exchange", ISO/IEC JTC1 SC29 WG1, 2013.
- AV&IT Standardization Committee, "Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif version 2.3", Japan Electronics and Information Technology Industries Association, 2010.
- Moghaddam, H.A., Khajoie, T.T., Rouhi, A., "A new algorithm for image indexing and retrieval using wavelet correlogram", Proceedings of International Conference on Image Processing, pp.497-500, 2003.
- Manjunath, B., Ma, W., "Texture features for browsing and retrieval of large image data", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (Special Issue on Digital Libraries), vol.18, no.8, pp.837-842, 1996.
- Vittorio Castelli, Lawrence D. Bergman, Image Databases - Search and Retrieval of Digital Imagery, Wiley Inter-Science, 2002.
- Yong-Hwan Lee, Bonam Kim, Shang-Burm Rhee, "Content-based Image Retrieval using Spatial-Color and Garbor Texture on a Mobile Device", Computer Science and Information Systems, vol.10, no.2, pp.807-823, 2013.

접수일: 2014년 12월 5일, 심사일: 2014년 12월 15일,
게재확정일: 2014년 12월 22일