

다중 관심영역 기반 이미지 검색 방법

(Multiple Region-of-Interest Based Image Retrieval Method)

이 종 원 ^{*} 남 종 호 ^{**}
(Jongwon Lee) (Jongho Nang)

요약 본 논문에서는 사용자가 관심을 갖는 다중 영역기반(ROI)으로 이미지를 검색하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 이미지를 블록으로 구분한 후 사용자가 선택한 다중 ROI와 겹치는 부분을 선택하고, 해당 블록의 MPEG-7 도미넌트 컬러와 블록의 상대적 위치를 고려하여 유사도를 측정한다. 실험결과 제안한 방법은 전역 이미지 검색이나 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우보다 높은 성능향상을 나타냈고, 다중 ROI의 경우 상대적 위치를 고려하는 방법이 다른 방법에 비해 우수한 성능을 나타냈다.

키워드 : 영역기반이미지검색, MPEG-7, 도미넌트 컬러 기술자, 내용기반 검색

Abstract This paper proposes an image retrieval method based on the Multiple Region-of-Interest. In the proposed method, the image is segmented into blocks, among which the blocks overlapped with multiple ROIs are selected. The similarity of images is measured using the MPEG-7 dominant color descriptor(DCD) and considering the relative location of the overlapped blocks. The experimental results showed that the proposed method improves the retrieval performance than the previous methods using the global DCD or comparing the blocks at the same position. In addition, the method that considers the relative position of blocks overlapped with the multiple ROIs also showed a better performance than the existing methods.

Key words : Region-based Image Retrieval, MPEG-7, Dominant Color Descriptor, Content-based Retrieval

1. 서론

웹을 통한 이미지의 공유가 증가함에 따라 텍스트 중심의 정보검색뿐만 아니라 이미지에 대한 검색 요구도 증가하고 있다. 이미지를 검색하는 방법은 크게 이미지에 딸린 텍스트 정보를 이용하는 방법과 이미지 자체의 내용을 기반으로 검색하는 방법으로 구분할 수 있다. 최근에는 이미지가 급격히 증가함에 따라, 이미지에 딸린 텍스트 정보를 이용할 수 없는 경우가 많아 이미지의 내용에 기반한 검색방법이 요구되고 있다.

내용기반 이미지 검색방법(Content-Based Image Retrieval, CBIR)은 일반적으로 각 이미지를 구별할 수 있는 특성 값을 추출한 후, 추출된 특성 값의 거리를 비교하여 유사한 이미지를 찾는다. 내용기반 이미지를 검색할 때 이미지 전체의 특성값을 이용하는 방법[1]과, 이미지의 특정 영역의 특성값을 기반으로 검색하는 방법[2-4]으로 구분할 수 있다. 이미지 전역에서 추출한 특성값을 비교할 경우 이미지의 전체적인 특성은 비교가 되지만, 사용자가 관심을 갖는 부분에 대한 정보가 없어 사용자가 관심을 갖는 대상을 중심으로 유사성을 비교할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 이미지에서 사용자가 관심을 갖는 영역(Region-of-interest, ROI)의 특성값을 추출하고 이를 기반으로 검색할 경우 사용자가 원하는 결과에 보다 근접할 수 있다. 영역기반 이미지 검색에서 사용자가 하나의 영역만 선택하거나[2], 여러 영역을 선택할 수 있다[4].

기존의 영역기반 검색에서는 검색 대상 이미지에서 질의 이미지와 다른 위치의 블록은 고려하지 않거나[2,4] 사용자가 직접 관심 영역을 선택할 수 없도록 하였다[3]. 영역기반 이미지 검색을 효율적으로 수행하기

* 정 회 원 : 청강문화산업대학 e스포츠게임과 교수

jw@ck.ac.kr

** 종신회원 : 서강대학교 컴퓨터공학과 교수

jhnang@sogang.ac.kr

논문접수 : 2010년 6월 25일

심사완료 : 2010년 8월 11일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 시스템 및 이론 제37권 제5호(2010.10)

위해서는 사전에 이미지의 특성값을 추출해야 한다. 따라서 [2]에서와 같이 이미지를 일정 크기의 블록으로 구분하여 활용하는 것이 필요하다. ROI 기반이므로 사용자가 관심 영역을 선택할 수 있어야 하고, 다중 영역을 사용하는 경우 영역의 상대적인 위치를 유사도 검색에 반영하는 것이 필요하다. 본 논문에서는 이와 같은 조건을 반영하여 다중 영역기반으로 이미지를 검색하는 방법을 제안한다. 이미지의 특성을 추출하는 방법으로는 MPEG-7의 컬러 기반 기술자중 Dominant Color Descriptor(DCD)를 이용한다. 실험결과 제안한 방법은 전역 이미지 검색이나 [2,4]와 같이 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우보다 높은 성능을 나타냈다.

2. 관심 영역기반 이미지 검색 관련 연구

이미지 전역에서 추출한 특성값만 비교할 경우 이미지의 전체적인 특성은 비교가 되지만, 이미지에서 사용자가 관심을 갖는 부분에 대한 유사성을 비교하지 못한다는 단점이 있다. 따라서 사용자가 관심을 갖는 영역(ROI)에 기반한 검색방법이 필요하다.

Tian의 연구[2]는 이미지를 일정크기의 블록으로 구분하고 사용자가 선택한 영역과 블록이 겹치는 비중을 반영하여 유사도를 식 (1)을 사용하여 측정하였다.

$$D_j(Q, T_j) = \sum_n \sum_i W_{n,i} S_j(n,i), j=1, \dots, N \quad (1)$$

식 (1)은 질의이미지 Q 와 DB의 j 번째 이미지 T_j 를 n 개의 블록으로 구분하고, 각 블록에서, i 개의 속성값을 추출하여 유사도를 측정하는 것이다. N 은 전체 이미지 개수이고, $S_j(n,i)$ 는 Q 와 T_j 의 n 번째 블록의 i 번째 속성의 거리를 측정하는 함수다. $W_{n,i}$ 는 n 번째 블록의 i 번째 속성의 가중치다. 즉, 각 블록의 유사도를 측정하고 비중을 따라 유사도를 합산한 것이다. 그러나 [2]에서는 대상이미지에서 질의이미지와 같은 위치의 블록만 유사도를 측정하여 다른 위치의 블록은 고려하지 않았다는 단점이 있다.

Mustaffa의 연구[3]는 이미지에서 빈도가 높은 컬러를 3개를 추출하여 이를 기반으로 도미넌트 컬러 영역을 구성하여 비교하였다. 이미지에서 빈도가 높은 컬러의 분포를 비교 검색하는 것으로 영역을 컬러를 기준으로 자동으로 구분함으로써, 사용자가 관심을 갖는 영역(ROI)을 직접 선택하는 부분은 고려하지 않았다는 문제가 있다.

Prasad의 연구[4]도 [3]과 유사하게 도미넌트 컬러를 사용하여 자동으로 이미지를 영역으로 구분하였다. 이 영역은 여러 개 지정이 가능하다. [3]의 연구와는 다르게 컬러와 모양, 위치를 함께 고려하여 해시 색인을 생성한 후 검색을 수행한다. [4]는 영역의 색인할 때 이미

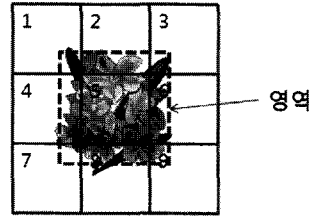


그림 1 Prasad의 연구[4]의 이미지 위치 색인

지를 그림 1과 같이 3x3의 블록으로 구분한 후 영역이 가장 많이 위치한 블록의 번호를 지정하였다. 그림 1의 경우 영역의 위치는 5로 색인된다.

위치를 색인 번호로 비교하므로 영역을 고정된 위치에서만 고려하여 비교하고 있는 것이다. [4]의 연구도 [3]과 마찬가지로 사용자가 직접 ROI를 선택할 수 없다는 것과 고정 위치의 비교만 수행한다는 단점을 가지고 있다.

3. 다중 ROI기반 이미지 검색방법 제안

3.1 단일 ROI를 이용한 이미지 검색

ROI 기반으로 이미지를 검색하기 위해서는 사용자가 선택한 영역의 특성값을 추출하고 이를 검색 대상 이미지의 특성값과 비교해야 한다. 이미지의 특성값은 이미지 전체를 대상으로 추출하거나, 이미지를 일정 크기의 블록으로 나누어 각 블록별로 특성값을 추출할 수 있다. 사용자가 선택하는 ROI는 이미지의 일부 영역을 선택하므로 [2]와 같이 이미지를 일정 크기의 블록으로 구분하여 추출하는 것이 효과적이다. 그러나 사용자가 임의로 선택한 ROI는 기존에 나누어진 블록의 위치나 크기와 동일하지 않을 수 있다. 일반적으로 이미지 검색은 질의 이미지와 완전히 동일한 이미지를 검색하는 것이 아니라 유사한 이미지를 검색하는 것이다. 따라서 ROI와 중첩되는 블록을 선택할 때 ROI와 근소하게 겹치는 경우까지 모두 반영하지 않아도 된다. 본 논문에서는 임계치 이상의 부분이 ROI와 겹치는 블록을 선택하는 방법을 제시한다.

ROI와 중첩되는 블록의 유사도를 비교할 때 같은 위치의 블록끼리만 비교하는 방법[2,4]과 다른 위치의 블록과도 비교하여 측정하는 방법이 있다. 같은 위치의 블록들만 비교하면 사용자가 선택한 영역과 유사한 내용이 다른 위치의 블록에 있을 경우 검색할 수 없다는 문제가 있다. 앞서 지적한 것처럼 이미지 검색은 정확히 일치하는 이미지를 검색하는 것보다는 유사한 이미지를 찾는 것이므로, 사용자가 선택한 영역과 유사도가 높은 블록이 다른 위치에 있을 경우도 검색하도록 해야 한다. 따라서, 본 논문에서는 ROI로 선택된 블록들의 특성값

비교와 함께 다른 위치의 블록도 고려하여 비교한다. 본 논문에서는 ROI의 유사도를 식 (2)에서 제안한 공식을 사용하여 측정한다.

$$D(R_i, T_j) = \min(S_i(R_k, T_{j_b})), j=1, \dots, N, i=1, \dots, m \quad (2)$$

여기서 R 은 ROI를 나타내며, T_j 는 이미지 DB의 j 번째 이미지를 나타낸다. R_k 는 질의이미지에서 ROI와 중첩되는 블록의 집합이고, T_{j_b} 는 대상 이미지의 블록의 집합을 뜻한다. $S_i(R_k, T_{j_b})$ 는 R_k 와 대상 이미지(T_j)의 각 블록(T_{j_b}) 유사도를 측정한다. 블록의 유사도 측정은 사용하는 속성에 따른 유사도 측정방법을 적용한다. 유사도 측정은 블록의 위치에 따라 m 번 비교하여 가장 가까운 블록과의 거리를 적용한다. 식 (2)를 사용할 경우 R_k 와 다른 위치에 있는 블록들도 모두 비교하여 유사도를 측정할 수 있다.

3.2 다중 ROI를 이용한 이미지 검색

사용자가 ROI를 하나가 아니라 여러 개 선택하도록 할 수 있다. 2개 이상의 ROI를 이용하여 검색할 때는 ROI를 한 개만 사용하는 것과 다른 고려사항이 있다. 한 개의 ROI와 달리 여러 ROI를 지정할 경우 사용자의 입장에서는 ROI의 위치가 검색에 있어 중요한 요소가 될 수 있는 것이다. Prasad의 연구[4]에서는 다중 ROI를 지정하고 위치를 색인하여 검색할 수 있도록 하였다. [4]에서는 고정된 색인을 사용함으로써 ROI간의 절대적인 위치만 비교하였다. 그러나 절대적 위치만 비교할 경우 유사하게 위치한 ROI는 검색할 수 없다는 단점이 있다. 예를 들어, 고정위치를 사용할 경우 그림 3을 보면 질의 이미지와 대상 이미지 모두 ROI로 지정한 것과 같은 이미지를 가지고 있지만 위치가 달라서 검색되지 않는다.

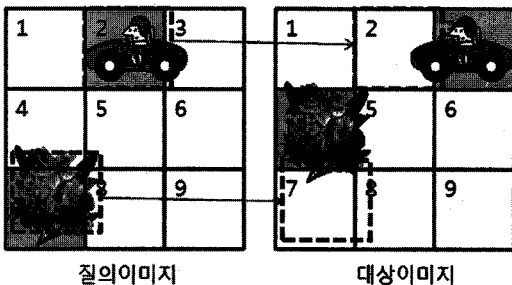


그림 2 고정된 위치의 ROI 비교

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 다중 ROI를 이용하여 이미지를 검색할 때 ROI간의 상대적인 위치를 비교하는 방법을 제안한다. ROI간의 상대적인 위치 비교는 다음과 같이 한다.

- 1) 질의이미지에서 ROI의 상대적 위치 계산
 - ① 좌하단에 위치한 ROI를 기준 ROI로 설정
 - ② 기준 ROI의 중심좌표를 축으로 이미지를 4분면으로 구분
 - ③ 다른 ROI가 어느 분면에 위치하고 있는지 계산. 이 때, 이미 기준이었던 ROI의 위치하는 계산하지 않음
 - ④ 좌측에서 다음 위치의 ROI를 기준 ROI로 설정
 - ⑤ (ROI개수-1)회만큼 ②~④를 반복 수행
- 2) 대상이미지와와의 비교
 - ① 대상이미지에서 ROI들과 가장 유사한 블록들의 위치 계산
 - ② 1)에서의 기준 ROI 순서대로 ①에서 구한 블록들의 상대적인 위치 계산.
 - ③ ②에서 구한 블록들의 상대적 위치가 1)에서 구한 ROI의 상대적 위치와 같은지 비교

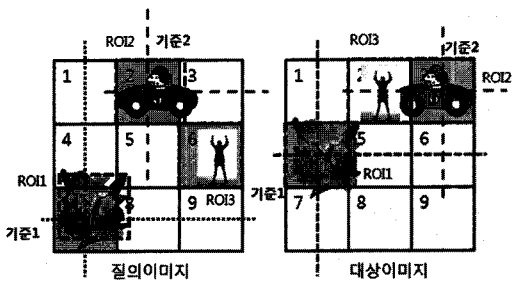


그림 3 ROI의 상대적 위치 비교

예를 들어 그림 3을 보자. 질의이미지에서 ROI1은 7번 블록에 위치하고, ROI2는 2번 블록, ROI3은 6번 블록에 위치한다. 질의이미지에서 각 ROI의 상대적 위치를 구해보면 기준ROI가 ROI1일 때 ROI2와 ROI3은 1분면에 위치한다. 또한 기준 ROI가 ROI2가 되면 ROI3은 2분면에 위치한다. 대상 이미지에서 각각 유사도가 높은 블록을 검색한 뒤 ROI간의 상대적 위치를 측정한다. ROI1의 중심좌표를 기준으로 보면 ROI2, ROI3는 1분면에 위치하고 있다. 그러나 ROI2가 기준 ROI가 되면 ROI3의 위치가 질의이미지와 다르다. 이를 수식으로 정리하면 식 (3)과 같다.

$$D(R^s, T_j) = \sum_{k=1}^r D(R_k, T_j) \times \prod_{k=1}^{r-1} LD(rel(R_k), rel(T_{jk})) \quad (3)$$

식 (3)에서 R^s 는 다중 ROI를 의미하며, r 은 ROI의 개수이다. 식 (3)의 $\sum_{k=1}^r D(R_k, T_j)$ 은 식 (2)를 이용하여 각 ROI별로 유사도를 측정하여 합산한 것이다. 식 (3)

에서 $LD(rel(R_k), rel(T_{jk}))$ 는 ROI간의 상대적 위치를 식 (4)를 사용하여 비교한다. $rel(X)$ 는 X 로 지정된 ROI를 기준 ROI로 했을 때 각 ROI의 상대적 위치를 구하는 함수이다.

$$LD(rel(R_k), rel(T_{jk})) = \begin{cases} 1, & \text{상대적 위치가 같을 때} \\ \infty, & \text{상대적 위치가 다를 때} \end{cases} \quad (4)$$

즉, 식 (4)에서 ROI간의 상대적 위치가 다르면 거리가 무한대로 계산되어 검색결과에서 제외된다.

4. 실험 결과

4.1 실험 환경과 성능평가 방법

본 논문의 실험에서는 ROI의 유사도 측정을 위한 특성값으로 MPEG-7의 도미넌트 컬러 기술자(DCD)를 사용한다. MPEG-7 실험 모델(Experiment Model, XM)을 바탕으로 블록 기반으로 DCD를 추출하고 QHDM[5]을 식(2)의 $S_i(R_k, T_{jk})$ 에 적용하여 유사도를 측정하였다. DCD 추출을 위해 QHDM에서 $T_d = 18$, $\alpha = 1.2$ 로 설정하였다. 이는 MPEG-7에서 권고한 임계치 범위내의 값을 적용한 것이다[5].

실험 데이터로는 MPEG-7의 XM[6]에서 함께 제공되는 이미지 데이터베이스인 Common Color Dataset (CCD)를 사용하였다. CCD는 총 5,000여개의 이미지로 구성되어 있으며 Common Color Query(CCQ)로 50개의 이미지를 사용하고 ground truth도 제공된다. 실험에서는 50개의 CCQ중 사람이나 말 등 적절한 객체가 있는 이미지를 사용하였다.

본 실험의 성능평가는 이미지를 검색한 결과를 CCD의 ground truth와 비교하여 MPEG-7에서 제시한 성능평가 방법인 NMRR(Normalized Modified Retrieval Rank)를 사용한다. NMRR은 단순히 검색 결과에 정답이 검색되었는지 뿐만 아니라 검색 결과 중 정답의 순위를 측정한다. NMRR은 낮을수록 성능이 좋은 것이다.

4.2 실험 결과

실험은 두가지를 수행하였다. 먼저, 전역 DCD를 사용한 경우와 단일 ROI를 선택하여 검색한 경우를 비교하였다. ROI의 경우 [2]처럼 같은 위치의 블록만 유사도를 측정된 경우와 제안한 방법으로 측정된 결과를 각각 비교하였다. 단일 ROI 기반 이미지 검색실험에서는 50개의 CCQ중 그림 4와 같이 이미지 3개를 사용하였다.



그림 4 단일 ROI기반 검색실험에 사용한 이미지

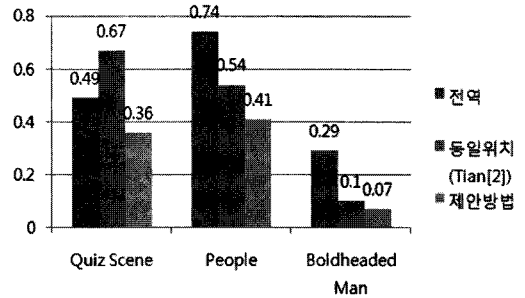


그림 5 단일 ROI 기반 검색의 성능비교(NMRR)

실험에서는 그림 4의 이미지를 4x4로 총 16개의 블록으로 나누고 ROI와의 중첩되는 블록을 구한 후 식 (2)를 사용하여 유사도를 측정하고 비교하였다. ROI의 특성값은 MPEG-7 DCD를 사용하고 QHDM[5]을 이용하여 거리를 측정하였다.

그림 5를 보면 같은 위치의 블록만 비교한 결과 중 Quiz Scene 이미지의 경우 오히려 이미지의 전역 특성값을 비교한 것보다 성능이 좋지 않게 나타났다. 이는 같은 위치의 블록들만 비교할 경우 다른 위치에 보다 유사한 내용이 있어도 비교할 수 없어 배제되었기 때문이다. 이것은 제안한 방법에서 다른 위치의 블록도 비교 대상에 포함하여 측정된 결과 검색성능이 높게 나타난 것을 보면 알 수 있다. 제안한 방법은 이미지 전역의 DCD를 비교한 경우나 ROI와 동일한 위치의 블록만 비교한 경우보다 최저 25%에서 최고 76%의 성능향상을 나타냈다.

두 번째 실험은 다중 ROI를 사용하여 이미지를 검색하였다. 실험은 [4]에서와 같이 다중ROI이면서 동일 위치만 비교하는 경우와 각 ROI의 위치를 아예 고려하지 않는 경우, 그리고 본 논문에서 제안한 ROI간의 상대적인 위치를 고려하는 3가지 방법을 비교하였다. 본 실험에서는 그림 6과 같이 CCQ중 3개의 이미지를 사용하였다.

그림 7의 실험결과를 보면 위치 다중 ROI를 고정위치에서만 검색하는 것보다 ROI의 상대적 위치를 측정하는 경우가 검색성능이 좋게 나타났다. 이는 앞서 지적한 바와 같이 고정위치만 검색할 경우 유사한 이미지들이 검색되지 않기 때문이다. 특히, ROI의 위치를 제한하지 않고 검색하는 경우보다 상대적 위치를 고려한 경우가

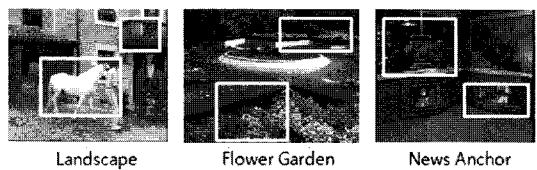


그림 6 다중 ROI기반 검색실험에 사용한 이미지

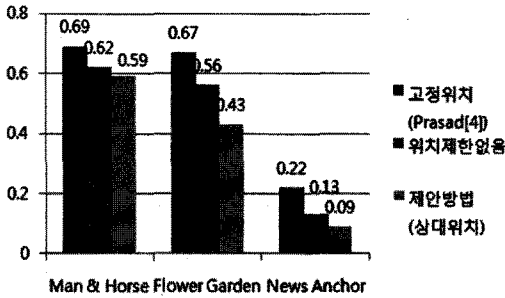


그림 7 다중 ROI 기반 검색의 성능비교(NMRR)

검색성능이 좋게 나타난 것은 위치를 전혀 고려하지 않을 경우 전혀 다른 이미지도 검색될 수 있기 때문이다.

그림 7의 실험결과로 본 논문에서 제안한 상대적 위치를 고려하는 경우가 다중 ROI기반의 검색에서 타당함을 보여주고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 단일 및 다중 ROI기반으로 이미지를 검색하는 방법을 제안하고 실험을 통해 검증하였다. 사용자가 선택한 ROI와 겹치는 블록의 특성값을 추출하고 이를 검색 대상 이미지의 특성값과 비교하여 유사도를 측정하였다. 이미지의 유사도와 함께 ROI로 선택된 블록들의 위치 변화를 고려하기 위해서 유사도가 가장 높은 블록과의 위치를 비교하였다. ROI와 겹치는 블록은 임계치 이상 중복되는 블록으로 선택하였고, 이미지의 유사도는 MPEG-7 DCD를 이용하였다. 블록의 위치비교는 새로운 방법을 제안하였다.

실험결과 제안한 방법은 전역 이미지 특성을 비교하거나 [2]와 같이 동일한 위치의 블록만 비교하는 경우보다 높은 성능을 나타냈다. 특히, 다중 ROI를 기반으로 검색하는 경우 ROI간의 상대적 위치를 고려하는 방법이 우수한 성능을 보였다. 본 논문에서 제안한 방법은 영역 기반의 이미지 검색 방법에 유용하게 적용할 수 있을 것으로 보인다.

본 논문에서는 이미지의 특성값으로 DCD만 사용하였다. 그러나 ROI로 검색할 때 컬러 외에 텍스처나 객체의 모양(shape) 등 여러 가지 특성값을 적절하게 반영하는 검색 방법이 추가적으로 연구되어야 한다.

참고 문헌

[1] L.M. Po, and K.M. Wong, "A New Palette Histogram Similarity Measure for MPEG-7 Dominant Color Descriptor," *Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing(ICIP'04)*, pp.1533-1536, 2004.
 [2] Q. Tian, Y. Wu, and T.S. Huang, "Combine User

Defined Region-of-Interest and Spatial Layout for Image Retrieval," *Proc. of IEEE Int. Conf. on Image Processing(ICIP'2000)*, vol.3, pp.746-749, 2000.

[3] M.R. Mustafa, F. Ahmad, R.W.O.K. Pahmat, and R. Mahmud, "Dominant Colour Descriptor with Spatial Information for Content-based Image Retrieval," *Proc. of IEEE Int. Symposium on Information Technology(IT SIM 2008)*, vol.3, pp.1-9, 2008.
 [4] 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.
 [5] B.S. Manjunath, P. Salembier, and T. Sikore, *Introduction to MPEG-7 Multimedia Content Description Interface*, John Wiley & Sons Ltd., England, 2002.
 [6] A. Yamada, M. Pickering, S. Jeannin, L. Cieplinski, J.R. Ohm, and M. Editors, Eds., *MPEG-7 Visual Part of Experimentation Model Version 8.0*, Oct. 2000, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N3673.



이 종 원

1987년 서강대학교 전자계산학과(학사)
 1996년 서강대학교 공공정책대학원 정보처리학과(석사). 2003년 서강대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사수료). 현재 청강문화산업대학 e스포츠게임과 부교수. 관심분야는 멀티미디어검색, 서버 및 보안,

게임QA



남 종 호

1986년 2월 서강대학교 전자계산학과 졸업(학사). 1988년 2월 한국과학기술원 전산과 졸업(석사). 1992년 2월 한국과학기술원 전산과 졸업(박사). 1992년 3월~1992년 8월 한국과학기술원 정보전자 연구소(연구원). 1992년 9월~1993년 8월 일본 Fujitsu 연구소(방문연구원). 1993년 9월~현재 서강대학교 컴퓨터학과 교수. 관심분야는 멀티미디어 시스템, 동영상 검색, 동영상 분석, 병렬/분산 처리, 인터넷 컴퓨팅