DBpia

논문 00-25-7A-13 한국통신학회논문지 '00-7 Vol.25 No.7A

투영벡터의 통계적성질을 이용한 영상 검색

정회원 권 동 현*, 김 용 훈*, 배 성 포*, 이 태 홍*

Image Retrieval using Statistical Property of Projection Vector

Donghyun Kwon*, Yonghun Kim*, Sungpo Bae*, Taihong Yi* *Regular Members*

요 약

영상의 특징을 나타내는 방법의 하나인 투영은 영상의 근사화된 형상 및 위치 정보 등의 많은 유용한 정보를 포함하고 있다. 그러나 투영을 영상 검색을 위한 방법으로 사용할 경우, 사용되는 색인 데이터 량이 많고, 데이터베이스의 영상 크기에 따라 투영된 벡터의 길이가 달라진다는 단점이 있다. 이에 본 논문에서는 투영기법이 안고 있는 이러한 문제점을 극복하는 방법으로 데이터베이스 영상을 투영한 후 투영 벡터의 국부화를 통하여 영상의 지역적 특성이 반영되도록 하였으며, 색인 데이터 량을 줄이기 위하여 투영된 벡터의 분산 값을 색인 데이터로 활용하였다. 제안된 방법은 검색 시 투영 기법의 장점을 수용함과 동시에 영상의 통계적 특성을 활용할 수 있을 뿐 아니라 시스템 구현 시 질의 시간 내에 응답을 얻을 수 있다는 이점이 있다.

ABSTRACT

Projection that can be used as a feature for image representation, includes much available informations such as approximated shape and location. But when we retrieve image using it, there are some disadvantage such as requiring much index data and making different length of projected vector for differenr image size. In order to overcome these problems, we propose a method of using block variance for the projected vector. We use block variance of the projection vector to localize the characteristics of image and to reduce the number of index data in database. Proposed algorithm can make use of statistical advantage through database including various size of images and be executed with fast response time in implementation.

I. 서 론

많은 양의 데이터를 저장할 수 있는 저장장치의 대용량화 및 저가격화의 실현으로 기존의 텍스트 위주의 검색 및 이용에 만족해 오던 일반 사용자들이 비디오, 오디오 등의 멀티미디어 데이터를 이용한 검색에 익숙하게 되었고, 이를 지원하기 위한 상용 툴도 등장하였다.

멀티미디어 데이터 검색의 초기단계인 텍스트 위주의 검색은 영상의 주석(annotation) 정보를 추출하여 표준 질의어(Standard Query Language)를 사용하여 검색하는 방법으로, 주석을 만드는 일이 수작업으로 이루어지는 이유로 작업자의 주관적인 판단이 개입되고, 방대한 양의 데이터에 대해서는 일일이 수작업을 하기도 곤란하였다. 따라서 영상 및 비디오 등에 포함된 내용을 분석/이해(analysis/understanding)하여 특징을 추출한 후 검색에 이용하는 내용 기반 검색(content based retrieval) 방법이 등장하게 되었다.

그러나 내용에 기반을 둔 검색법은 데이터의 특성 자체만을 이용하기 때문에 인간의 검색 의도와 정확히 같은 의미의 데이터를 찾기 위해서는 한계가 있었다. 따라서 인간의 의미론에 기반을 둔 여러

* 영남대학교대학원 전자공학과 영상통신연구실(kdh@lily.ee.yeungnam.ac.kr)
논문번호 : 99454-1115, 접수일자 : 1999년 11월 15일

www.dbpia.co.kr

방법들이 등장하였으나, 기술적 수준의 한계로 인해 그 연구가 아직 까지는 초기단계에 불과한 실정이다.

내용에 기반을 둔 영상 검색을 위해서는 컬러(color), 텍스쳐(tecture), 스케치(sketch), 형상(shape), 공간적 관계(spatial relationship) 등을 이용하는 방법이 적용되고 있다.[1]

특히 색상 정보를 이용한 영상 검색은 방법의 간편성 때문에 널리 사용되고 있는 것으로 Swain[2]이 발표한 히스토그램 인터섹션을 이용한 방법이 대표적이다. 히스토그램 인터섹션은 영상의 전체 내용에서 컬러의 빈도를 이용하기 때문에 영상의 글로벌 특성을 잘 나타낸다는 특성이 있는 반면 공간 정보의 손실로 인하여 서로 다른 영상을 같은 영상으로 오인하는 결과를 초래하기도 하는 방법이다.

따라서 영상내의 물체 인식을 위해 사용되는 여러 가지 방법 중 영상의 가로 및 세로 방향의 정보를 개략적으로 나타낼 수 있는 1차원 투영을 이용하여 영상 검색에서 히스토그램의 단점인 공간정보 부재 문제를 해결할 수 있다. 그러나 투영 기법은 영상의 크기에 따라 생성되는 데이터 량이 달라지기 때문에 다양한 형태의 데이터를 포함하는 데이터베이스 영상에 이용할 때에는 비교를 위한 색인 데이터인 투영벡터의 길이가 영상 크기에 따라 달라지고, 색인 데이터 량이 많다는 단점이 있다.

이에 본 논문에서는 투영 기법이 지닌 이러한 단점을 보완하면서 투영 기법이 포함하고 있는 공간정보를 활용하는 방법으로 투영벡터의 블록 분산을 이용하는 방법을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 투영기법을 이용한 검색

일반적으로 투영은 n차원의 좌표 시스템의 점들을 n 보다 작은 차원의 점들로 변환하는 역할을 수행한다. 투영을 영상에 적용할 경우 영상의 개략적인 형상(shape) 정보를 얻을 수 있으며, 1차원적으로 적용할 경우 행 방향으로의 투영을 통하여 수평 방향으로의 투영 벡터를 얻을 수 있고, 열방향으로의 투영을 통해서는 수직 방향으로의 투영 벡터를 얻을 수 있다. 이진 영상의 경우에 행 및 열 방향으로 투영을 적용한 경우를 그림 1과 같이 나타내었다. 그림 1에서와 같이 이진 영상에서의 투영벡터는 행 또는 열 방향으로의 화소 값들의 합으로 표시된다는 것을 알 수 있다. 이진영상에서와 마찬가지로 계조도(gray level)을 가지는 영상에서도 투영은 같은 효과를 나타낸다.

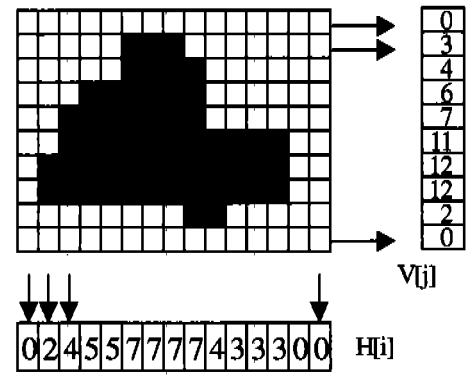


그림 1. 이진영상에서의 투영 예.

크기가 N x N인 영상을 $I[r,c]$라 할 때 수평 및 수직 방향으로의 투영은 식 (1) 및 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$H[r]=\sum_{c=0}^{N-1} I[r,c] \tag{1}$$

$$V[c]=\sum_{r=0}^{N-1} I[r,c] \tag{2}$$

영상에서의 1차 모멘트를 이용하여 물체의 위치를 알 수 있는 것과 마찬가지로, 영상에서의 1차 모멘트가 투영에서의 1차 모멘트로 나타난다는 성질을 이용하여 투영된 벡터에서 물체의 위치를 계산할 수 있다. 식 (3)을 이용하여 수평 및 수직 방향의 위치를 계산하면 식(4),(5)와 같이 행방향 및 열방향의 위치를 계산할 수 있다.[3]

$$A=\sum_{c=0}^{N-1} V[c]=\sum_{r=0}^{N-1} H[r] \tag{3}$$

$$\bar{y}=\frac{\sum_{r=0}^{N-1} rH[r]}{A} \tag{4}$$

$$\bar{x}=\frac{\sum_{c=0}^{N-1} cV[c]}{A} \tag{5}$$

그러나 이와 같은 투영을 이용할 때 공간정보가 포함되어 인식 분야에 유용하게 사용된다는 장점이 있는 반면 다양한 크기의 영상을 포함하는 데이터베이스 영상을 색인화할 때 투영기법을 사용하기에는 문제가 있다. 즉 투영 기법을 사용할 때 일반적으로 영상의 크기에 따라 생성되는 투영 벡터의 크기가 달라지므로 동등한 길이의 벡터를 이용한 비

www.dbpia.co.kr

교가 불가능하다는 문제가 있다. 또한 영상의 행 및 열의 수 만큼의 벡터 요소가 색인데이터에 사용되기 때문에 검색을 위한 데이터베이스 색인 정보로 사용할 경우 색인 데이터량이 많아져 대용량 데이터베이스에서는 결과를 얻기까지 많은 시간이 걸리는 단점이 있다.

Ⅲ. 투영벡터의 분산을 이용한 검색

투영 기법을 영상 색인화에 적용할 때의 문제점을 해소하기 위하여 본 논문에서는 투영된 투영벡터를 그룹화하여 각 그룹별 분산을 구한 후 그 값을 이용하여 색인 정보로 사용하였다. 이 경우 투영벡터를 그대로 사용하였을 경우에 비해 색인 데이터량을 많이 줄일 수 있으면서도, 투영 효과를 검색에 이용할 수 있고, 입력되는 영상의 크기와 상관없이 사용할 수 있다는 장점이 있다.

그림 2는 투영된 벡터의 분산값을 추출하기 위하여 그룹화를 행하는 과정을 보여준다. 이 때 구해진 분산값은 투영된 벡터에 대한 행방향 및 열방향으로의 그룹에 대한 분산 정도를 나타내는 값이기 때문에 영상을 블록으로 나눈 후 구한 국부 분산 값과는 달리 행방향과 열방향의 투영된 영상 특징이 나타나는 분산값이라 할 수 있다.

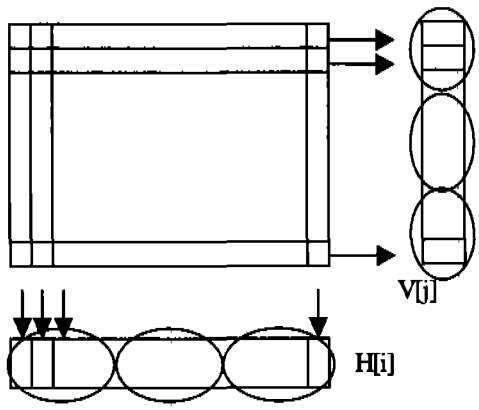


그림 2. 투영벡터에서의 분산값 추출.

N x M의 크기를 갖는 영상에 대해 투영 벡터는 N+M의 길이를 가진다. 반면 투영 벡터의 분산을 이용할 경우 그 크기는 세 그룹씩으로 나눌 경우 6개로 족하다. 예를 들어 720 x 480의 크기를 가지는 컬러 영상의 경우 투영벡터의 길이는 YCbCr 4:2:2 형태에 대해 2,880(=720+480+(360+480)*2)개의 길이를 가지는 반면, 투영벡터의 분산을 이용할 경우 18(=6*3)개의 벡터면 충분하다는 것이다. 데이터베이스의 크기가 커질수록 이 차이는 더 커져 검색에 소요되는 시간 및 저장 장치의 비용 차이는 더 늘어날 것이다.

투영벡터의 분산을 이용할 경우 투영벡터를 그대로 사용한 경우에 비해 정밀도에서 떨어지는 때에는, 적용하고자하는 대상의 정밀도에 적합하게 계산되어지는 분산값을 구하는 블록의 수를 적절히 조절하여 원하는 블록의 수 만큼을 생성하면 투영 벡터를 그대로 이용하는 방법에 비해 색인 데이터량을 줄이면서도 원하는 결과를 얻을 수 있다.

또한 투영 벡터의 분산 값을 회전이 일어난 영상에 적용하였을 때 원하는 영상을 검색하기 위하여, 투영벡터의 블록 분산 값이 회전 각도에 따라 어떻게 달라지는 지를 알아볼 필요가 있다. 이를 위해서 본 논문에서는 고정된 크기의 블록에 대해 회전이 일어났을 경우 생성된 블록 분산 값들의 위치가 어떻게 변화되는 지를 알아보았다. 이 예는 블록 크기가 달라졌을 경우에도 같은 원리가 적용될 수 있다는 것을 밝혀둔다.

그림 3에서는 90도 회전 하였을 경우 투영 벡터의 블록 분산이 어떻게 변화되는 지를 나타낸 것으로, 원래의 영상과 비교하면 수직 방향의 경우에는 수평 방향의 블록 분산과 같고, 수평의 경우는 원 영상의 수직과 블록 분산이 같다는 것을 알 수 있다. 그림 4의 180도 회전된 영상의 경우에는 원 영상에 대해 각 방향 블록 성분의 중심은 같고, 좌우 블록 성분은 서로 바뀌어 나타난다는 것을 알 수 있다. 또한 그림 5에서의 270도 회전된 영상의 경우에는 90 도 회전된 영상과 중심 블록은 같고, 좌우 블록 성분은 바뀌어 나타난다는 것을 알 수 있다. 질의 영상과 데이터베이스 영상에서의 블록 분산 값을 수평, 수직 방향에 대해 각각 (x_{q1}, x_{q2}, x_{q3}), (y_{q1}, y_{q2}, y_{q3}) 및 (x_{d1}, x_{d2}, x_{d3}), (y_{d1}, y_{d2}, y_{d3})라 할 때 회전각이 0 도, 90 도, 180 도, 270 도에 대한 유사도 비교를

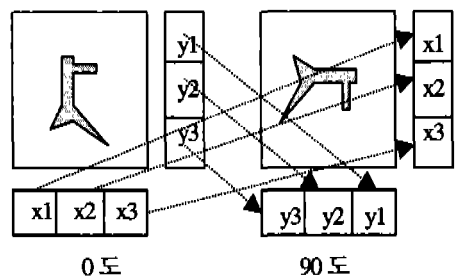


그림 3. 90도 회전 영상과의 비교

www.dbpia.co.kr

식 (6)에서 (9)에 나타내었다. 회전된 영상이 존재하더라도 원하는 영상을 얻기 위한 최종 비교 결과는 식 (10)에서와 같이 회전된 영상의 비교 후 최소의 차이값을 갖는 영상을 가장 유사한 영상으로 검색하게 된다. 이 경우 질의 시간 내에 처리를 수행 할 수 있다는 장점이 있다.

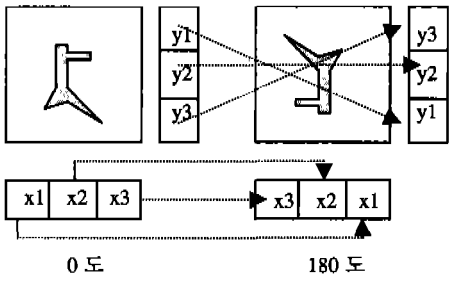


그림 4. 180도 회전 영상과의 비교

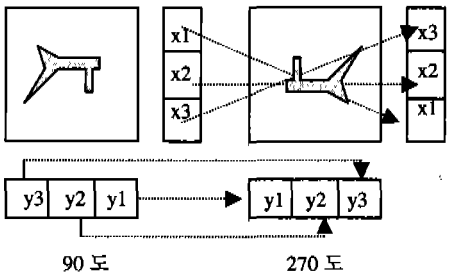


그림 5. 270도 회전 영상과의 비교

투영된 벡터는 그룹화한 블록의 크기만큼에 대해서는 외란에 대해 강인한 특성을 나타내지만 회전이 일어났을 때는 공간좌표의 도입으로 인하여 오히려 히스토그램보다 인식 성능면에서 떨어질 것이다. 이런 단점은 유사도 비교 시 그 영향을 줄일 수 있다. 즉 행 방향 및 열방향의 블록 벡터만을 각각 비교하는 것이 아니라 행방향 및 열 방향을 서로 교차 비교하여 회전이 일어났을 때에도 인식 가능성을 높일 수 있다.

$$S_1 = |x_{q1} - x_{d1}| + |x_{q2} - x_{d2}| + |x_{q3} - x_{d3}| + |y_{q1} - y_{d1}| + |y_{q2} - y_{d2}| + |y_{q3} - y_{d3}| \quad (6)$$

$$S_2 = |x_{q1} - y_{d3}| + |x_{q2} - y_{d2}| + |x_{q3} - y_{d1}| + |y_{q1} - x_{d1}| + |y_{q2} - x_{d2}| + |y_{q3} - x_{d3}| \quad (7)$$

$$S_3 = |x_{q1} - x_{d3}| + |x_{q2} - x_{d2}| + |x_{q3} - x_{d1}| + |y_{q1} - y_{d3}| + |y_{q2} - y_{d2}| + |y_{q3} - y_{d1}| \quad (8)$$

$$S_4 = |x_{q1} - y_{d1}| + |x_{q2} - y_{d2}| + |x_{q3} - y_{d3}| + |y_{q1} - x_{d3}| + |y_{q2} - x_{d2}| + |y_{q3} - x_{d1}| \quad (9)$$

$$S = \min \sum_{k=1}^{4} S_k \quad (10)$$

Ⅳ. 실험 및 실험 결과

본 논문에서 제안한 투영 벡터의 분산을 이용한 검색 기법 알고리듬의 성능 확인을 위하여, 먼저 데이터 베이스 영상을 투영벡터를 이용하여 색인화한 시스템과 투영벡터의 블록별 분산 값만을 이용하여 색인화한 시스템을 별도로 구축한 후, 각각에 대해 질의 영상을 주었을 때의 검색 결과를 비교하였다. 색인 데이터로 투영벡터만을 사용한 시스템의 경우 영상의 파일명, 투영벡터를 기록하였고, 분산을 이용한 시스템의 경우에는 파일명, 전체영상 평균, 행방향 및 열방향 분산값 등을 기록하였다.

데이터베이스 구성은 Chabot[4] 시스템에서 사용한 데이터베이스 영상 중 173개를 이용하였는데 물체의 위치 및 이동에 따른 검색 성능을 알아보기 위한 시험을 위하여 동일 물체에 대해 위치 및 조명 등이 변화된 상태에서 촬영된 다양한 형태의 영상을 포함하고 있다. 실험을 위한 질의 영상은 데이터베이스에서 추출한 30개의 그룹별 영상 64개를 이용하여 Query by example 기법으로 주었다. 영상의 처리는 YCbCr 공간에서 세개의 채널에 대해 수행되었다.

검색 시스템의 유사도 측정은 회전에 의한 검색 성능은 배제하고, 식(11)과 같은 L_2-norm을 사용하여 비교하였다. 여기서 I 및 H는 각각 질의 영상과 데이터베이스 영상을 나타낸다.

$$d_{L_2}(I,H) = \sum_{k=1}^{6} \sqrt{(I_k - H_k)^2} \quad (11)$$

각 시스템에 대한 실험 결과는 표 1과 같이 검색에 대한 성공율로 표시하였다. 표 1의 결과를 보면 비록 분산값만을 비교 대상에 이용하였다고 하더라도 투영벡터 전체를 이용한 경우와 비교해 대등한

www.dbpia.co.kr

결과를 얻을 수 있다는 것을 보여준다. 이 결과는 데이터베이스를 구성하는 영상의 종류가 많아지고, 다양하더라도 영상의 투영 벡터의 통계적 특징을 이용하기 때문에 대동한 결과를 얻을 수 있으리라 예상된다.

표 1. 검색 결과

검 색 방 법	검색율 (5위내)	검색율 (10위내)
투영벡터 이용 방법	93.7 %	96.8 %
투영벡터 분산 이용	92.2 %	95.3 %

비록 검색율 면에서 분산 값만을 이용한 경우가 검색율에서 미세한 차이를 보이지만, 통계학적인 분산의 특징 상 분산을 사용하지 않은 경우에 비해 장단점을 포함하고 있다. 그 예로 그림 6의 위쪽 영상을 질의 영상으로 사용하였을 경우, 투영벡터만을 이용하였을 경우에는 아래쪽 영상을 1위로 잘 검색해 내는 반면 투영벡터의 블록 분산을 이용하였을 경우에는 15위 이내에 들지 못하여 잘 검색해 내지 못하였다. 이는 질의 영상에서는 존재하지 않았던 사람이 검색 결과 영상에 등장하였을 경우 분산 값은 많은 차이가 나는 반면 투영벡터만으로는 검색에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 나타내며, 그림 7에서의 박쥐 영상과 같이 영상의 오른 편에 촬영상에서 큰 명암 차이가 나는 영상의 경우에는 분산을 이용하였을 경우에는 3위의 결과로 검색하였으나, 투영벡터 만을 이용하였을 경우에는 역시 15위 이내에도 들지 못하여 투영벡터의 분산을 이용할 경우 더 좋은 검색 결과를 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이는 어두운 부분이라 하더라도 평균이 낮아지기 때문에 분산은 거의 변화가 생기지 않는 통계학 성질에 기인한 것이다.

따라서 사용되는 영상의 특징이 분산으로 잘 표현될 수 있는 성질이 많은 경우에는 검색율이 높아질 것이고, 그렇지 않은 경우에는 검색율이 낮아진다는 것을 예상할 수 있다.

그림 8은 위쪽 영상을 질의 영상으로 주었을 경우에 회전된 아래쪽 영상에 대한 결과가 어떻게 나오는 지를 나타내기 위한 것으로 각 회전 각도에 대한 유사도 비교 결과는 표 2와 같이 나타났다. 즉 각 방향에 대해 식 (6)~(9)식을 식 (11)을 이용하여 적용한 결과, 90도 회전된 영상에 대한 결과가 가장 적은 유사도 차이를 나타내 제안된 알고리듬이 회전 영상의 검출에 이용 가능하다는 것을 보여주고 있다.

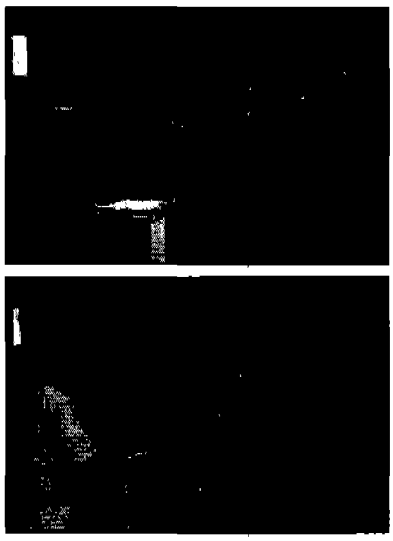


그림 6. 실험 영상 비교 예 (1)

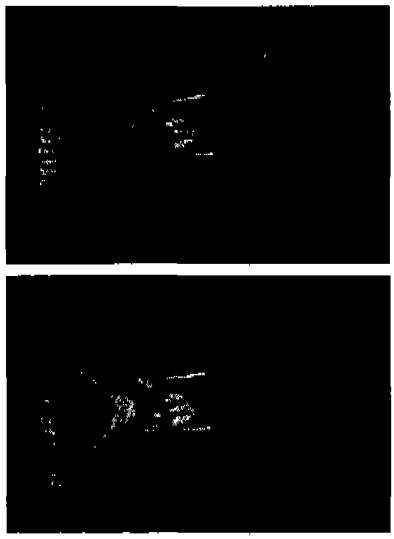


그림 7. 실험 영상 비교 예 (2)

V. 결 론

본 논문에서는 영상 검색 시 히스토그램 기법을 이용할 때의 단점인 공간 정보 부재 문제 해결을 위한 대안의 하나로 투영벡터를 이용할 때, 데이터베이스 영상의 크기에 따라 색인 데이터 길이가 달라지고, 투영 벡터의 데이터량이 많아 검색에 시간이 많이 걸리는 문제점을 해결하기 위하여 투영 벡터의 블록 분산을 이용하고 있다.

제안된 알고리듬은 투영벡터 만을 이용하였을 때

www.dbpia.co.kr

의 검색 결과인 96.8 %에 대해 95.3 %의 결과를 얻어 검색 율에서 손색이 없었으며, 검색 내용면에서 투영벡터만을 이용한 시스템에 비해 통계학적인 특징을 이용할 수 있다는 장점도 있다. 따라서 본 논문에서 제안된 알고리듬을 이용할 경우 영상 크기에 구애되지 않고 대용량 데이터베이스 구축이 가능하고, 데이터 베이스 구축 시 색인 데이터량을 줄일 수 있으며, 계산 상의 부담이 줄어들어 빠른 검색이 용이하리라 예상된다.

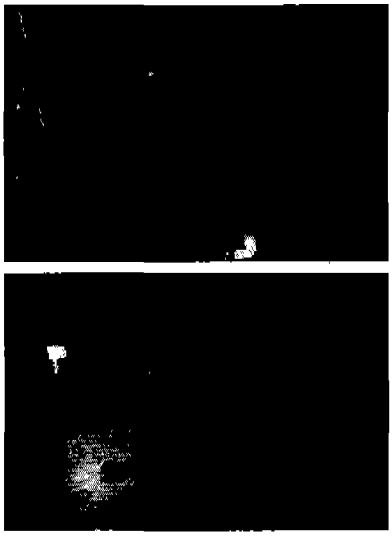


그림 8. 회전에 대한 실험

표 2. 회전에 대한 유사도 비교 결과

회전 각도	유사도(2차 모멘트)
0 도(S1)	45.929478
90 도(S2)	44.953400
180 도(S3)	46.223286
270 도(S4)	58.005150

참 고 문 헌

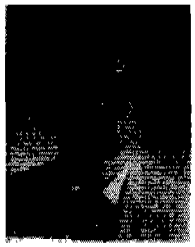
[1] F.Idris and S.Panchanathan, "Review of Image and Video Indexing Techniques," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol.8, no.2, pp.146-166, June 1997

[2] M.J. Swain and D.H. Ballard, "Color Indexing," International Journal of Computer Vision, 7(1) pp.11-32, 1991

[3] Ramesh Jain, *Machine Vision*, McGraw-Hill 1995

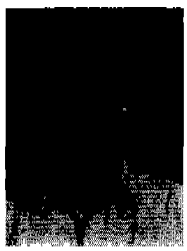
[4] V.E.Ogle and M.Stonebraker, "Chabot:Retrieval from a relational databases of images," IEEE Computer Magazine, pp.40-48, Sept. 1995

권 동 현(Donghyun Kwon) 정회원



1990년 2월 : 영남대학교 전기공학과 졸업
1990년 8월~'92년8월 : 영남대학교 전자공학과 석사 졸업
1992년 8월~1998년 6월 : 한국전자통신연구원 연구원
1998년 9월~현재 : 영남대학교전자공학과 박사과정
<주관심 분야> 영상 및 비디오 압축/신호처리, 영상검색, HDTV 등

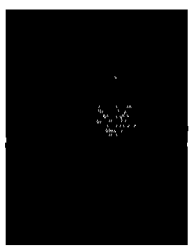
김 용 훈(Yonghun Kim) 준회원



1999년 2월 : 영남대학교 전자공학과 졸업
1999년 3월~현재 : 영남대학교 전자공학과 석사과정

<주관심 분야> 영상신호처리

배 성 포(Sungpo Bae) 준회원



1999년 2월 : 영남대학교 전자공학과 졸업
1999년 3월~현재 : 영남대학교 전자공학과 석사과정

<주관심 분야> 영상신호처리

이 태 홍(Taihong Yi) 정회원

vol.25, no.1B 참조

www.dbpia.co.kr