

유사도를 이용한 회전 불변 영상검색

권동현, 장정동*, 이태홍
영남 대학교 전자공학과, *한국전력공사
Tel : 053-810-2495

Similarity based Rotation Invariant Image Retrieval

Donghyun Kwon, Jungdong Chang*, Taehong Lee
Department of Electronics Engineering, Yeungnam University, *Korea Electric Power Corp.
E mail : kdh@lily.ee.yeungnam.ac.kr

Abstract

In order to retrieve the rotated image within database by the content based image retrieval system, the algorithms with rotation robustness is usually applied in the procedure of the feature extraction. In that case, it requires much calculation time for feature extraction and much indexed data for feature indexing.

Thus, in this paper, we propose the rotation robust algorithm using the block variance of the projected vector. The algorithm does not require additional calculation for feature extraction and is executed within query time by comparing the extracted data. Proposed method can be processed through database including various size of images with shape information and executed with fast response time in implementation.

1. 서론

멀티미디어 데이터의 검색에서 텍스트 위주의 검색은 표준 질의어(Standard Query Language)를 사용할 수 있다는 장점이 있는 반면, 키워드 추출을 위한 작업자의 주관적 판단으로 인해 영상이나 비디오 등의 자체 내용을 제대로 반영하지 못하는 한계가 있다. 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.

내용기반 검색 영역 중 비압축 데이터에서의 영상 검색(image retrieval in uncompressed domain)을 위해서 주로 사용되는 방법으로는 색(color), 텍스처(texture), 스케치(sketch), 형상(shape), 공간적 관계(spatial relationship) 등을 이용하는 방법이 일반적으로 많이 사용되고 있다.[1]

이 중 색상 정보를 이용할 경우 처리 및 구현이 간단하여 많이 사용되고 있으며, 그 대표적 방법은 Swain[2]의 히스토그램 인터섹션을 이용한 방법이다. 히스토그램 인터섹션은 영상의 글로벌 특성을 잘 나타내지만, 공간 정보의 손실로 인하여 서로 다른 영상을 같은 영상으로 오인하는 결과를 초래하기도 한다.

히스토그램 인터섹션의 단점인 이러한 공간정보 부재 문제 해결을 위해 공간정보를 추가할 때는 영상의 회전 등의 변화가 일어나더라도 일어난 변화에 상관없이 검색을 통해 이를 검출할 수 있어야 한다.

따라서 히스토그램을 개선시킨 대부분의 논문들은 영상의 특징 추출을 행할 때 미리 복잡한 연산을 수행하여 공간 정보도 내포하면서 회전 등의 변화에도 대처하려는 노력을 해 왔었다. 그러나 이 경우 특징 추출에 많은 노력이 소요되거나, 색인 데이터량이 커진다는 단점이 있다.

본 논문에서는 특징 추출을 행할 때 영상의 회전 등을 위한 별도의 연산을 수행하지 않고, 질의 영상에 대한 검색을 수행하는 질의 시간 내에 유사도 비교를 수행하면서 회전 변화를 감지할 수 있는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 영상의 투영 기법이 가지는 영상의 대략적인 형상 정보를 보존하는 특성을 살리면서 데이터량은 현저히 줄일 수 있는 방법으로 영상의 행 및 열 방향 투영벡터의 분산을 이용하였다.

논문의 상세한 기술을 위하여 2절에서는 기존에 사용된 회전 불변 검색 방법에 대해 나타내었으며 3절에서는 투영벡터의 분산을 이용한 검색 방법에 대해, 4절에서는 회전 불변 검색 방법에 대해 설명하였으며, 5절에서는 제안된 방법에 대한 실험을 통해 제안된 방법의 타당성을 보였으며, 마지막으로 결론을 맺었다.

2. 기존의 회전불변 검색 방법

컬러히스토그램의 변별력을 이용하면서 공간 정보를 내포할 수 있고, 회전 등의 변화에도 대처하기 위한 방법으로 Stricker[3]는 영상을 5개의 Fuzzy 영역으로 나누어 각 영역에 대한 1,2,3 차 모멘트를 구하였다. HSV 컬러공간의 각 채널별로 구해진 모멘트는 영상 검색을 위한 색인 데이터로 사용되어 기존의 히스토그램 인터섹션이 제공하지 못하는 공간 정보를 영역 분할로 이루었으며, 각 영역 간의 정보 이동이 있더라도 한 영역을 다른 영역과 중복으로 구성하였기 때문에 공간적으로 어느 정도의 물체 이동에 상관없이 올바른 검색이 가능하였다. 또한 회전 등의 변화에 대처하기 위하여 회전된 영상과의 비교를 행할 때 멤버십 함수의 거리가 최소로 되는 집합을 선택하였다.

또한 Milanese[4]는 영상을 Fourier 변환한 후 직각 좌표계를 로그 극좌표계로 바꾸어 변환 좌표 영역에서의 영상은 회전 등의 변화에도 대처할 수 있다는 성질을 이용해 영상 검색에 적용하였다.

그러나 이러한 방법들은 회전 변화를 감지하기 위해서 많은 시간을 필요로 하는 방법으로 실제 시스템인 대용량 데이터베이스에 적용할 때 계산 시간이 늘어난다는 단점이 있다.

3. 투영벡터의 분산을 이용한 검색

영상에 행 및 열 방향으로의 투영을 적용할 경우 영상의 대략적인 형상(shape) 정보를 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.

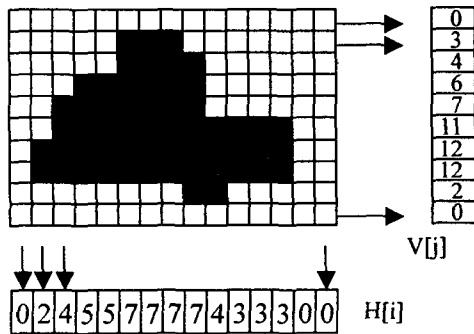


그림 1. 이진영상에서의 투영 예.

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. [5]

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

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

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

그러나 이와 같은 투영을 이용할 시 공간정보가 포함되어 인식 분야에 유용하게 사용된다는 장점이 있는 반면 다양한 크기의 영상을 포함하는 데이터베이스 영상을 색인화할 때 투영기법을 사용하기에는 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.

본 논문에서는 투영된 투영벡터를 그룹화하여 각 그룹별 분산을 구한 후 그 값을 이용하여 색인 정보로 이용하였다. 이 경우 투영 벡터를 그대로 사용하였을 경우에 비해 색인 데이터량을 많이 줄일 수 있으면서도, 투영 효과를 검색 시 이용할 수 있고, 입력되는 영상의 크기에 상관없이 사용할 수 있다는 장점이 있다.

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 줄어든다. 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 18개(6*3)의 벡터면 충분하다. 데이터베이스의 크기가 커질수록 이 차이는 더 커질 것이다.

4. 회전 불변 영상 검색

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.

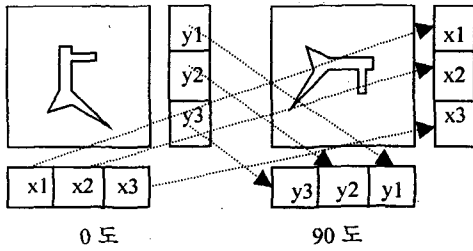


그림 2. 90도 회전 영상과의 비교

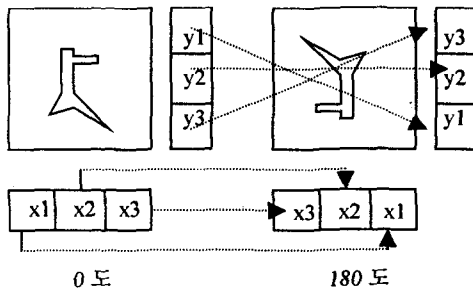


그림 3. 180도 회전 영상과의 비교

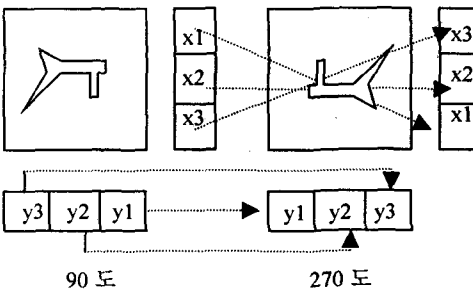


그림 4. 270도 회전 영상과의 비교

그림 2에서는 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 3의 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 4에서의 270도 회전된 영상의 경우에는 90도 회전된 영상과 중심 블록은 같고,

좌우 블록 성분은 바뀌어 나타난다는 것을 알 수 있다. 즉 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 0도, 90도, 180도, 270도에 대한 유사도 비교를 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.

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

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

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

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

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

5. 실험 및 결과

본 논문에서 제안한 투영 벡터의 분산을 이용한 회전 불변 검색 알고리즘의 타당성 확인을 위하여, 먼저 데이터 베이스 영상에서 투영벡터를 구한 후, 투영벡터의 블록별 분산 값을 구하여 색인화하고, 질의 영상을 주었을 때의 회전 영상에 대한 특징을 분석하였다. 색인 데이터로는 영상의 파일명, 행방향 및 열방향 분산값 등을 기록하였다.

실험에 사용한 데이터로는 Chabot[6] 시스템의 데이터베이스 영상 중 회전에 대한 검증을 위해 촬영된 영상을 이용하였으며, 질의 영상은 Query by example 기법으로 주어 데이터베이스 구성 절차와 같은 순서로 특징을 추출하여 비교하였다. 영상의 처리는 YCbCr 공간에서 세개의 컬러 채널에 대해 수행되었다.

유사도 비교를 위해서는 식 (11)과 같은 2차 모

멘트를 식 (6)에서 (9)와 같은 방법을 이용하여 적용하였다. 식 (9)에서 m_{gk} 및 m_{dk} 는 질의 영상 및 데이터베이스 영상에서의 투영벡터의 블록 분산값을 나타내고 있다.

$$similarity = \sum_{k=1}^6 \sqrt{(m_{gk} - m_{dk})^2} \quad (11)$$

투영벡터만을 사용한 경우와 투영벡터의 블록분산을 적용한 경우에 대해 영상 검색을 수행한 결과는 표 1과 같이 검색율에서 거의 대등한 결과가 나타났었다.[7]

표 1. 검색 결과

검색 방법	검색율 (5 위내)	검색율 (10 위내)
투영벡터 이용 방법	93.7 %	96.8 %
투영벡터 분산 이용 방법	92.2 %	95.3 %



(a) (b)

그림 3. 실험 영상

그림 3은 (a)영상을 질의 영상으로 주었을 경우에 회전된 (b)영상에 대한 결과가 어떻게 나오는지 나타내기 위한 것으로 각 회전 각도에 대한 유사도 비교 결과는 표 2와 같이 나타났다. 즉 각 방향에 대해 식 (6)에서 (9)식을 식 (11)과 같은 2차 모멘트를 이용하여 적용한 결과, 90도 회전된 영상에 대한 결과가 가장 적은 유사도 차이를 나타내 제안된 알고리즘이 회전 영상의 검출에 이용 가능하다는 것을 보여주고 있다.

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

6. 결론

본 논문에서는 영상 검색 시스템 구성에서 회전 영상이 존재하는 경우, 기존의 방법들이 지니고 있는 계산상의 복잡함 등을 해결하면서 히스토그램 기법을 이용할 때의 단점인 공간 정보 부재 문제 해결을 위한 대안의 하나로 투영벡터를 이용하였다. 제안된 방법은 데이터 베이스 영상의 크기에 상관없이 투영 벡터의 블록 분산을 이용하여 데이터량을 줄이면서, 회전 영상의 특징을 이용하여 질의 시간 내에 응답을 얻을 수 있다는 장점을 포함하고 있다.

본 논문에서 제안된 알고리즘을 대용량 데이터 베이스에 적용할 경우 영상 크기에 상관없이 데이터베이스 구축이 가능하고, 데이터 베이스 구축 시 색인 데이터량을 줄일 수 있으며, 회전 영상의 빠른 검색이 용이하리라 예상된다.

참고문헌

- [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] Markus Stricker and Alexander Dimai, "Color Indexing with Weak Spatial Constraints," SPIE conference, San Jose, Feb. 96
- [4] Ruggero Milanese, "A Rotation, Translation, and Scale-Invariant Approach to Content-Based Image Retrieval," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol.10, pp.186-196 1999
- [5] Ramesh Jain, Machine Vision, McGraw-Hill 1995
- [6] V.E.Ogle and M.Stonebraker, "Chabot:Retrieval from a relational databases of images," IEEE Computer Magazine, pp.40-48, Sept. 1995
- [7] 권동현, 김용훈, 배성포, 이태홍, "투영벡터의 블록분산을 이용한 영상검색", 제 12회 신호처리 합동학술대회, Oct. 1999.