

텍스처의 방향 성분과 웨이블릿을 이용한 내용 기반 검색

김택곤[○], 김우생
광운대학교 컴퓨터과 학과
{tgkim, woosaeng}@cs.kwangwoon.ac.kr

Content-based Retrieval Using Texture Direction and Wavelet

Tack-Gon Kim[○], Woo-Saeng Kim
Dept of Computer Science, Kwangwoon University

요 약

현재 내용 기반 검색에 대해서 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 논문은 이러한 내용기반 검색 방법 중에서 영상의 방향 성분을 이용한 텍스처 영상 검색 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 검색 방법은 웨이블릿(Wavelet) 변환 후에 생기는 고대역 부밴드들의 Energy값들을 가지고 텍스처 영상의 방향 성분을 구한 다음에, 방향 성분에 따른 고대역 부밴드의 Energy와 저대역 부밴드의 GLCM(Gray Level Co-occurrence Matrix) Energy 값을 가지고 텍스처 영상을 검색하도록 하는 방식으로, 실험을 통해서 검색시 좋은 결과를 보여주는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

기존의 문자 기반 검색으로는 다양한 종류의 미디어들의 검색에는 부적절한 점이 많다. 이에 미디어 내에 있는 정보를 기반으로한 내용 기반 검색 방법이 제안되었고, 현재 내용 기반 검색 방법에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다. 일반적으로 내용 기반 검색을 하기 위해 미디어 내의 의미 정보로 색상(Color), 모양(Shape), 텍스처(Texture)등을 사용하는데, 이들 정보를 그대로 사용하거나 병합하여 사용한다.

내용 기반 검색 시스템 중에 텍스처 정보에 기반한 것으로는, 1976년 Tamura 등이 제안한 그레이레벨(Gray Level)의 변환 정도에 따른 Co-occurrence Matrix를 이용한 영상의 통계적 텍스처 분석 방법이 있으며[1] GLCM에서 구할 수 있는 특징값들을 조합하여 세포 영상의 검색에 적용하는 방법등이 제안되었다[2]. 텍스처 특징을 표현하는데 있어 웨이블릿 변환을 이용한 것으로는 웨이블릿 변환 후의 계수들을 비교하는 방법이 일반적이며, 통계학적인 계수 비교 방법이나 계수들 중에서 절대값이 큰 계수들을 사용하여 검색하는 방법등 다양한 방법들이 제안되고 있다[3][4]. 또한, GLCM과 웨이블릿을 병합하여, 웨이블릿 변환 후의 저대역 부밴드에서는 GLCM을 적용하고 고대역 부밴드에서는 Energy를 구하여 유사도를 측정하여 검색하는 방식도 제안되었다[5].

본 논문에서는 텍스처 영상의 검색을 위해 영상 내의

방향 성분을 이용하여, 저대역 부밴드에서는 GLCM을 통한 Energy를 구하고, 고대역 부밴드에서는 웨이블릿 변환 계수들의 Energy들을 구하여 검색을 하는 방법을 제안한다.

2장에서는 웨이블릿과 GLCM에 대해 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안한 방법을 설명하고, 4장에서는 본 논문의 실험 결과를 보여주고, 마지막으로 결론에서는 본 논문에 대한 고찰과 앞으로의 진행 방향에 대해 언급하였다.

2. 웨이블릿과 GLCM

최근 여러 분야에서 연구되고 있는 웨이블릿 변환 방법은 영상의 변환 후 생성되는 부밴드들을 분석함으로써 다양한 영상 정보를 얻을 수 있다. 이는 웨이블릿이라고 불리는 기저함수(basis function)를 이동(translating)하고 확장(scaling)함으로써 저대역 부밴드와 고대역 부밴드도 주파수 영역을 얻을 수 있기 때문이다. 웨이블릿 기저함수는 식(1)과 같은데, 여기서 a 는 원형 웨이블릿을 신축 팽창시키는 스케일(scale)변수이고, b 는 이동을 나타낸다[6].

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{2}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \text{-----} (1)$$

다음으로 웨이블릿 변환후의 부밴드의 Energy를 구하기 위해서 다음과 같은 식을 이용한다. 여기서 W 는 웨이블릿 변환 후의 각 웨이블릿 변환 계수를 말하고, i 와 j 는 변환 계수의 위치를 말한다.

$$Energy = \frac{1}{i \times j} \sum_i \sum_j W_k^2(i, j) \text{ ----- (2)}$$

GLCM은 영상내의 픽셀간의 관계를 나타내는 방법으로 GLCM변환은 방향 ϕ , 거리 d 가 주어졌을 경우 $P_{\phi, d}(a, b)$ 로 표현할 수 있다. 여기서 a, b 는 방향과 거리에 의해 주어지는 두 개의 픽셀의 그레이레벨이며 $P_{\phi, d}(a, b)$ 값은 a 값을 가지는 픽셀에서 방향과 거리가 맞는 픽셀의 그레이레벨 값이 b 인지를 검사하여 빈도수를 구한 값이다. 방향 ϕ 은 보통 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 로 4가지 방향이 있다. GLCM을 가지고 구할 수 있는 특징 중의 하나인 Energy를 구하는 식은 다음과 같다[7].

$$Energy = \sum_{a,b} P_{\phi, d}^2(a, b) \text{ ----- (3)}$$

3. 내용기반 영상 검색 시스템

본 장에서는 텍스처 영상을 검색하기 위해서 웨이블릿 변환 후 추출한 영상의 방향성분을 고려한 고대역 부밴드들의 Energy값들과 저대역 부밴드의 GLCM의 Energy값을 특징벡터로 사용하는 영상 검색 시스템을 설명한다. 그림1은 본 논문에서 제안하는 영상 검색 시스템의 전체적인 구성도이다.

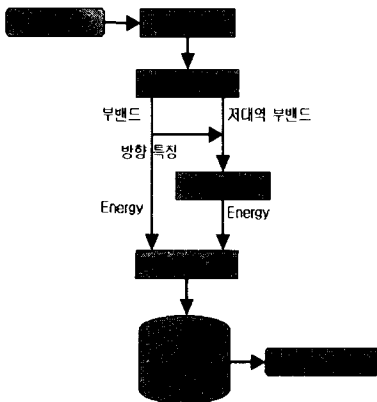


그림 1. 시스템 구성도

3.1 전처리

본 논문에서는 검색시 영상의 색은 고려하고 있지 않기 때문에 전처리 단계로서 입력으로 들어오는 칼라 영상을 256 그레이레벨로 변환을 하고 96x96의 크기로 정규화 한다.

3.2 방향 성분을 이용한 검색 알고리즘

본 논문의 검색 알고리즘은 텍스처 영상에는 방향성이 어느 정도 있는 점에 기반하여 텍스처 영상의 방향 성분을 이용한다. 텍스처 영상의 방향 성분을 구하기 위하여 그림2에서와 같이 2단계 웨이블릿 변환을 하게 되면, 저대역 부밴드와 고대역 부밴드로 나뉘게 된다. 고대역 부밴드 LH_{1,2}에는 수평 성분이, HL_{1,2}에는 수직 성분이, HH_{1,2}에는 대각선 성분이 주로 남게 되는데, 이들의 Energy값을 비교하여 영상의 방향 성분을 결정한다. 영상의 방향 성분을 구하는 방식은 다음과 같고, 방향 성분은 수평, 수직, 대각선, 랜덤의 4가지 종류로 분류하였다. 여기서 W 는 웨이블릿 부밴드의 Energy를 말하며, T_D, T_H, T_V 는 각각 대각선, 수평, 수직의 방향 성분을 결정하기 위한 임계값이다.

```

if  $W_{HH} > T_D$  then Feature = "대각선"
else
  if  $\frac{W_{LH}}{W_{HL}} > T_H$  then Feature = "수평"
  else if  $\frac{W_{LH}}{W_{HL}} > T_V$  then Feature = "수직"
  else Feature = "랜덤"
    
```

위 알고리즘을 통하여 영상의 방향 성분을 결정한 후에 고대역 부밴드의 특징값으로는 해당 방향의 고대역 부밴드 Energy 값만을 사용한다. 즉, 방향 성분이 수평일 경우에는 LH_{1,2} 부밴드, 수직일 경우에는 HL_{1,2} 부밴드, 대각선일 경우에는 HH_{1,2} 부밴드들의 Energy들을 특징으로 사용하였고, 랜덤일 경우에는 모든 고대역 부밴드들의 Energy들을 특징값으로 사용하였다. 또한, 저대역 부밴드에서는 구해진 방향 성분 에 따라 GLCM을 구하고, 식(3)을 이용하여 GLCM의 Energy를 영상 검색의 특징으로 사용하였다. 여기서, 수평방향은 0° , 수직방향은 90° , 대각선방향은 45° , 랜덤 영상에 대해서는 135° 의 방향으로 GLCM을 구하였다.

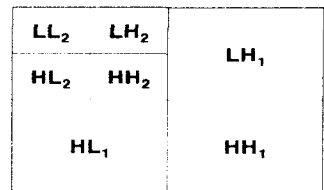


그림 2. 웨이블릿 변환

4. 실험 결과 및 성능 평가

4.1 구현 환경 및 평가 척도

본 논문에서 영상 검색을 위해 비슷한 영상을 찾는 유사도 검색을 사용하였으며, ICU에서 사용한 Texture

Image 데이터중 304개의 영상을 가지고 실험하였다[8]. 영상의 검색시 City-Block 거리 척도 함수를 이용하였고, 검색 결과를 측정하기 위해 식(4)의 Recall과 Precision을 사용하였다. Recall은 영상 데이터베이스 내에서 질의와 관련된 영상 중 검색된 영상의 비율을 말하고, Precision은 검색된 영상 중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타낸다. 여기서 R_r 은 검색된 항목 중에서 질의와 관련된 항목의 수를, T 는 검색 대상 중에서 질의와 관련된 항목의 총수, T_r 은 검색된 항목의 총수를 나타낸다.

$$Recall = \frac{R_r}{T}, Precision = \frac{R_r}{T_r} \quad \text{--- (4)}$$

표 1 실험 결과

Measure Type	Recall	Precision
GLCM	0.46	0.54
웨이블릿	0.67	0.54
GLCM+웨이블릿	0.64	0.50
방향성 GLCM + 웨이블릿	0.69	0.53
방향성 GLCM + 방향성 웨이블릿	0.80	0.59

4.2 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 방향 성분을 이용한 검색의 성능을 비교하기 위하여, 기존의 방법들중 GLCM만을 이용한 것과 2단계 웨이블릿 변환을 이용한 방법 그리고 GLCM과 웨이블릿을 병합하여 이용한 방법등을 적용하여 비교하였다. 여기서 GLCM만을 이용한 방법은 결과가 좋게 나오는 135°방향으로 전체 영상에 GLCM을 구한 후에 GLCM의 Energy값을 가지고 검색을 하였으며, 웨이블릿만을 이용한 방법은 2차 웨이블릿 변환까지 수행한 후의 고대역 부밴드들의 Energy값들을 특징벡터로 하여 검색을 하는 방법이다. 그리고, GLCM과 웨이블릿을 병합한 방법은 2차 웨이블릿 변환 후에 고대역 부밴드들의 Energy들과 저대역 부밴드의 GLCM 변환후의 Energy를 함께 사용한 방법을 말한다. 방향성분을 이용한 검색방법은 두 가지로 실험을 하였다. 하나는 방향성분을 저대역 부밴드에서 GLCM을 구하는 데만 적용한 방식과 다른 하나는 방향성분을 저대역 부밴드의 GLCM 뿐만 아니라 3.1절에서 설명한 것처럼 고대역 부밴드들의 Energy들을 구하는데도 모두 적용한 방식이다.

표1에서 각각의 실험 결과를 알 수 있는데, 본 실험을 통해, 본 논문에서 제안한 방향성분을 이용한 방법이 방향 성분에 따라 영상이 구분되어지므로, 텍스처 영상을 검색함에 있어서 다른 방법들에 비해 상대적으로 결과가 좋게 나오는 것을 볼 수 있었다. 또한 방향성분을 모두에게 적용한 방법이 GLCM에만 적용하는 방법보다도 결과가 좋게 나오는 것을 알 수 있었다.

5. 결론 및 고찰

본 논문에서는 웨이블릿 변환을 통해 영상의 방향 성분을 구한 후에 해당 방향으로의 웨이블릿 고대역 부밴드의 Energy들과 저대역 부밴드의 GLCM Energy를 특징벡터로 사용하여 검색하는 방법을 제안하였다. 실험을 통해, GLCM이나 웨이블릿만을 이용한 방법이나 단순히 두 방식을 병합하여 검색하는 방법에 비해 본 논문에서 제안한 방법이 결과가 좋게 나올 수 있었다.

앞으로의 연구 과제는 영상의 회전 및 확대·축소를 하는 경우에도 영상을 검색할 수 있도록 알고리즘을 개

선하는 것과 일반 영상에서도 적용할 수 있는 방법에 대한 추가 연구가 필요하다고 본다.

6. 참고문헌

- [1] H. Tamura, S. Mori and T. Yamawaki, "Textures corresponding to visual perception", IEEE TransSyst. Man Cybern. SMC-8(6), 460-473, 1978.
- [2] 최예찬, 김호영, 김선아, 김백섭 "세포영상에서의 텍스처 특징을 이용한 영역 분할", 1999년도 한국정보과학회 봄 학술발표논문집 Vol. 26, No. 1, pp.576-578, 1999
- [3] 서상환, 이연숙, 김상균, 김홍식, "웨이블릿 변환에 기반한 색상과 질감 특징을 이용한 이미지 검색 시스템", 1999년도 한국정보과학회학술발표논문집 Vol. 26, No. 2, pp.30-32, 1999
- [4] 안영아, 장주만, 김지균, 김태운, "2차원 웨이블릿을 이용한 이미지 검색 시스템 설계", 1999년 한국정보과학회 춘계 학술발표논문집 제6권 제1호, pp.1390-1312, 1999
- [5] 김진아, 정성환 "내용기반 병합 질감 특징 추출", 창원대학교 정보통신연구소 논문집 제2집 pp.35-43, 1998
- [6] C. Sidney Burrus, Ramesh A. Gopinath, Haitao Cuo, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms", pp.1-40, 1998
- [7] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", ISBN 0-534-95393-X, pp.651-653, 1999
- [8] ICU Texture Image Dataset
ftp://ivory.icu.ac.kr/wwwroot/images/texture_images