

Color N×M-grams를 이용한 영상 분류

이은주, 정성환

창원대학교 전자계산학과 멀티미디어 연구실(MIPS)

Image Categorization Using Color N×M-grams

Eun-Joo Lee, Sung-Hwan Jung

MIPS Lab., Dept. of Computer Science, Changwon National University

요 약

최근 영상 장보를 저장하는 시스템의 급증으로, 영상의 특징 요소들의 유사성(similarity)에 근거하여 영상을 분류·검색하는 기술에 많은 관심을 보이고 있다. 본 논문에서는 칼라영상의 분류를 위해 기존의 N×M-grams를 변형한 Color N×M-grams를 제안한다. Color N×M-grams는 영상의 칼라정보를 이용하여 영상고유의 구조 정보를 추출한 후 유사성을 측정하여 영상을 분류한다. 제안된 방법의 성능 평가를 위하여 39쌍의 Benchmark 영상을 사용하여 실험하였다. 실험결과, 제안한 Color N×M-grams를 사용한 방법이 기존의 N×M-grams를 사용하여 칼라 영상을 분류하는 방법보다 1순위로 분류되는 비율에 있어서 약 19% 더 좋은 결과를 보였다.

1. 서 론

최근 문자, 음성, 화상, 동화상 등 여러가지 다른 미디어를 조합하여 정보를 전달하고 처리하는 멀티미디어 기술은 여러 형태로 응용되고 있다. 이러한 멀티미디어 정보를 사용하기 위해서는 저장하는 기술이 필요할 뿐만 아니라, 보다 효율적으로 정보를 분류하고 검색하는 기술도 요구된다.

멀티미디어 정보 중 영상을 분류·검색하는 방법은 크게 문자기반 접근 방법(text-based approach)과 내용기반 접근 방법(content-based approach)으로 나눌 수 있다[1]. 문자기반의 접근은 검색 대상이 되는 모든 주제를 사람이 수 작업으로 생성한다. 이 방법은 검색을 원하는 사용자와 주제를 생성한 작업자의 관점이 일치해야 하며, 주제의 색인도 작업자가 익숙할 수 있도록 숙달되어야 한다. 이에 비해, 내용기반의 접근은 멀티미디어 정보의 내용 표현 요소들로 일어진 특징 값을 자동으로 추출하여 검색에 사용하기 때문에 비교적 시간과 비용에 있어서 효율적이다. 따라서, 본 논문에서는 내용기반 접근 방법을 기반으로 영상 정보에 대한 분류 방법을 제시하고자 한다.

일반적으로 영상의 내용 표현 요소인 질감(texture), 모양(shape), 칼라(color) 등을 사용하여 영상의 유사성(similarity)을 계산하고, 이를 근거로 하여 영상을 분류한다[2-4].

영상의 표현요소 중에 칼라는 대상 식별을 단순화시켜주고 대략적인 구분정보를 제공해 주는 특성이 있다. 따라서, 본 논문에서는 칼라 정보를 영상 분류에 사용한다.

N×M-grams는 N-gram[5]을 변형한 것으로 영상에서 구조 정보를 함축적으로 추출할 수 있는 방법이다. Soffer등은 N×M-grams를 사용하여 영상의 유사성을 구하여 영상을 분류하였다[6]. 이 N×M-grams 방법은 기존의 방법들이 에지나 되풀이해서 반복되는 패턴과 같은 영상 고유의 구조 정보를 찾아낼 수 없다는 단점을 극복했다.

본 논문에서는 N×M-grams를 변형하여 영상의 칼라 정보를 포함한 Color N×M-grams를 제안한다.

서론에 이어, 2장에서는 Color N×M-grams를 기술한다. 그리고, 3장에서 N×M-grams와 Color N×M-grams의 성능을 비교하는 실험과 그 결과를 나타낸다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. Color N×M-grams

오늘날 영상 데이터베이스 내의 데이터들은 대부분 칼라 영상들로 구성된다. 그러므로, 본 논문에서는 일반적인 N×M-grams를 생성하는 방법과는 달리 영상을 단순히 이진화하지 않고, N×M-grams에 영상의 칼라 정보를 고려한다.

칼라를 RGB, HSI, YIQ 등의 모델로 표현되어 영상 처리에 이용된다. RGB 칼라 모델은 서로 가산될 수 있는 삼원색(Red, Green, Blue)으로 구성된다. 이들 칼라의 분광 요소들이 부가적으로 복합되어 결과적인 칼라를 만들어 낸다. HSI 모델은 색의 순수성을 나타내는 H 성분, 색의 농도를 나타내는 S 성분, 색의 밝기를 나타내는 I 성분으로 구성되어, 인간이 인식하는 색과 유사하게 표현된다. 인간의 칼라 영상정보 인지는 세 가지 지각 변수인 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)에 영향을 받는다. 따라서, 본 논문에서는 인간의 시각적 인지와 비슷하고, RGB 칼라 모델보다 더 좋은 검색 결과를 보여주는 HSI 칼라 모델을 사용한다[7].

2.1 HSI 계산

그림 1은 HSI 칼라 모델을 입체 형태로 표현한 것이다. 입력 영상의 화소들은 각각 RGB 칼라공간의 세 가지 칼라값을 가진다. 각 화소들의 RGB 값은 식 (1), (2), (3)에 의하여 HSI 칼라 공간으로 변환된다.

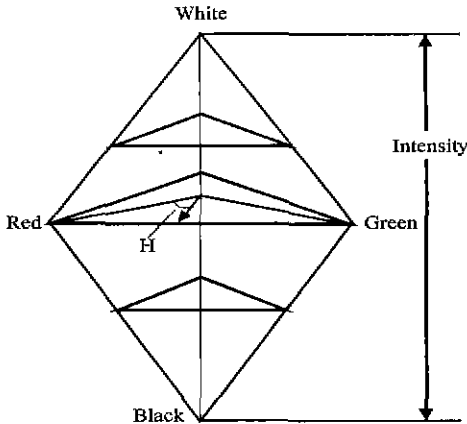


그림 1. HSI 칼라 모델의 입체모형

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{[(R-G)^2 + (R-B)(G-B)]^{1/2}} \right\} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3[\min(R, G, B)]}{(R + G + B)} \quad (2)$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (3)$$

본 논문에서는 HSI 칼라 모델에서 색상을 나타내는 Hue를 사용하여 Color N×M-grams를 생성한다.

2.2 Color N×M-grams 계산

HSI 칼라 모델의 Hue 값을 사용해서 그림 2와 같이 Hue를 세 개의 영역으로 나누어 각각의 영역을 0, 1, 2로 그룹화하였다. 따라서, 영상의 각 화소들은 0, 1, 2 세 개의 값으로 표현된다. 그룹화 한 값으로 표기된 영상에 3×3 window를 적용하여 Color N×M-grams를 계산하면, 3^{3×3} = 19,683 종

류(예를 들면, 00000000, 00000001, 00000010, ... , 22222222)의 Color 3×3-grams로 나타내어진다. 그림 3은 Color N×M-grams의 간단한 예이다. 예에서 5×5 영상에 대하여 9개의 Color 3×3-grams가 생성된다.

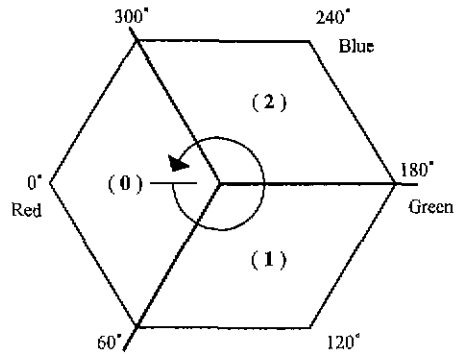


그림 2. Color N×M-grams 생성을 위한 Hue 값의 그룹화

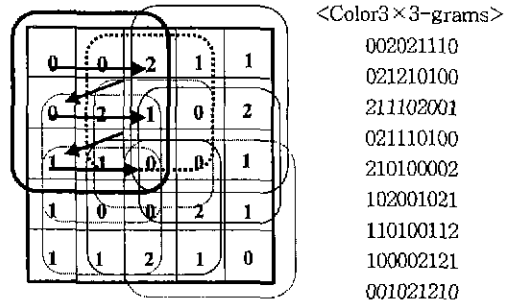


그림 3. Color N×M-grams 생성의 예

2.3 Color N×M-grams의 유사도 계산

생성된 Color N×M-gram vector를 비교하여 영상의 유사성을 측정한다. 유사성 계산은 Color N×M-gram vector intersection인 S_{int}를 사용한다.

S_{int}를 사용한 두 개의 영상 A와 B 사이의 유사성은 식 (4)에 의해 계산된다[6].

$$S_{int}(A, B) = \frac{2 * \sum_{j=1}^T \min(k(j, A), k(j, B))}{\sum_{j=1}^T k(j, A) + \sum_{j=1}^T k(j, B)} \quad (4)$$

여기서, k(j, I)는 I 영상에서 j 벡터의 총 발생 수이다. 그리고, min(k(j, A), k(j, B))는 영상 A와 B의 Color N×M-grams의 vector j의 빈도 중 작은 값이다. 계산된 S_{int}(A, B)의 범위는 0에서 1사이가 되며, 만일 A와 B가 같은 영상이면 1이 결과 값이 되고, 전혀 다른 영상이라면 0이

결과 값이 되므로, 1에 가까울수록 영상 A와 B는 유사하다고 할 수 있다.

3. 실험 및 결과

기존의 $N \times M$ -grams와 제안한 Color $N \times M$ -grams의 성능을 비교하기 위하여 39쌍으로 구성된 Benchmark 영상을 사용했다[8]. 실험에서는 영상들을 128×128 크기로 정규화하여 사용하였고, IBM 호환기종인 586 PC에서 C 언어를 사용하여 구현하였다.

$N \times M$ -grams와 Color $N \times M$ -grams의 성능 비교 결과는 표 1과 같다.

표 1. $N \times M$ -grams와 Color $N \times M$ -grams의 결과 비교

방법	$N \times M$ -grams		Color $N \times M$ -grams	
	32×32	128×128	32×32	128×128
분류순위				
1	9(0.43)	17(0.81)	10(0.47)	21(1)
1~5	17	23	17	33
1~10	24(0.65)	32(0.87)	21(0.57)	37(1)
10 이상	15	7	18	2
계산시간	0.1초	0.7초	0.1초	1.0초

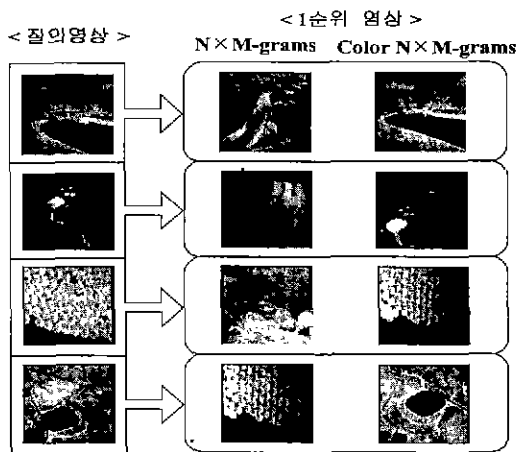


그림 4. 실험 결과 예

표 1은 39개의 각 질의 영상에 대하여 분류 순위별로 대상 영상들의 수를 나타낸 것이다. 39쌍의 영상들 중 유사 영상을 1순위로 분류한 결과는 Color $N \times M$ -grams인 경우 21쌍이 되었고, $N \times M$ -grams는 17쌍이 되었다. 결과적으로, Color $N \times M$ -grams의 경우가 약 19% 정도 더 좋은 결과를 나타내었다. 유사 영상 순위 5순위 이내를 임계치로 했을 경우에 Color $N \times M$ -grams를 사용한 경우에 33쌍이 분류되었고, $N \times M$ -grams를 사용한 경우에는 23쌍이 분류되었다. 그리고, 유사 영상 순위 중 10위 이내를 임계치로 했을 경우에

Color $N \times M$ -grams를 사용한 방법은 39쌍의 영상 중 37쌍의 영상이 10위 이내가 되어 약 95%의 분류율을 보였다. 영상의 특징 벡터 산출 시간을 줄이기 위해서 영상의 크기를 32×32 로 축소하여 실험을 한 경우, 유사 영상을 1순위로 한 결과는 약 50% 정도 감소하였다.

그림 4는 실험 결과의 한 예이다. 원편의 영상은 질의 영상들이고, 오른쪽의 영상들은 유사성 계산결과 1순위로 분류된 영상들이다

4. 결론

본 논문에서는 Color $N \times M$ -grams를 제안하였다. 이 방법은 영상의 칼라 정보를 이용하여 영상 고유의 구조 정보를 찾아 그것을 특징 벡터로 한다. 제안된 Color $N \times M$ -grams의 성능을 평가하기 위하여 39쌍의 Benchmark 영상을 이용하여 실험하였다. 실험결과, 제안한 Color $N \times M$ -grams는 기존의 $N \times M$ -grams보다 1순위 분류에서 약 19% 더 좋은 분류성능을 보였고, 10위 이내의 경우 95%의 분류율을 나타내었다. 그리고, 영상을 축소하여 실험한 것보다 원영상 그대로를 사용하여 실험한 경우가 더 좋은 결과를 보였다.

참고 문헌

- [1] Greg Pass and Ramin Zabih, "Histogram Refinement for Content-based Image Retrieval," Workshop on the Application of Computer Vision, 1996
- [2] Greg Pass, Ramin Zabih and Justin Miller, "Comparing Images Using Color Coherence Vectors," In ACM Multimedia 96, pp.65-73, 1996.
- [3] 배희정, 정성환, "칼라와 질감을 이용한 칼라 영상 데이터 베이스 검색시스템," 한국정보처리학회 '96 추계 학술발표 논문집, 제 3권 2호, pp.326-331, 1996.
- [4] 김진아, 정성환, "Wavelet 기반의 질감 특징을 이용한 영상 검색," 한국정보과학회 '97 가을 학술발표논문집, 제 24권 2호, p.379-382, 1997.
- [5] William B. Cavnar and John M. Trenkle, "N-Gram-Based Text Categorization," In Symposium On Document Analysis and Information Retrieval, University of Nevada, Las Vegas. pp.161-176, 1994.
- [6] A Soffer, "Image categorization using $N \times M$ -grams," In Proceeding of the SPIE, Storage and Retrieval of Still Image and Video Database V, vol. 3022, pp.121-132, San Jose, CA, February 1997.
- [7] 김진숙, 김호성, "색과 공간 정보를 이용한 영상 검색 기법," 한국정보과학회 가을학술 발표논문집, 제 24권 2호, pp.483-486, 1997.
- [8] Greg Pass and Ramin Zabih, "Comparing Images Using Joint Histograms," In ACM Journal of Multimedia Systems, 1997.