

관련성 귀환을 가진 칼라와 질감기반의 영상검색

정성환, 박병만^o

창원대학교 전자계산학과
e-mail:ppm0929@hanmail.net

Color and Texture-based Image Retrieval with Relevance Feedback

Sung-Hwan Jung, Byoung-man Park^o

Dept. of Computer Science, Changwon National University

요약

본 논문에서는 관련성 귀환을 가진 칼라와 질감기반의 영상검색 시스템에 대하여 연구하였다. 먼저 영상데이터베이스 내에 있는 영상들에 대하여 칼라특징, 질감특징을 추출하고 추출된 특징 값을 다양한 형태로 영상검색에 이용하였다. 그리고 초기 검색결과에 대하여 사용자 평가를 관련성 귀환을 통하여 영상검색 시스템에 적용하고, 개선된 결과를 얻었다.

16종류의 다양한 영상으로 구성된 영상 데이터베이스에 대하여 실험한 결과, 제안된 방법은 INRIA의 방법보다 각 귀환단계에서 약 10%~16% 이상의 높은 검색율을 보였다.

1. 서론

오늘날 컴퓨터 기술의 급속한 발달과 웹의 출현으로 비디오, 디지털영상 중심의 멀티미디어정보가 양적, 질적으로 급속히 발전하고 있다. 따라서 영상 정보를 검색하기 위한 효과적인 방법이 필요하다.

문자기반영상검색(Text-Based Image Retrieval)은 초기 영상검색의 기본형태로서 주로 키워드를 사용하였다. 그러나 정보량의 급속한 증가로 인하여, 이 문자기반의 검색은 주석개발의 어려움과 영상내용에 대한 개인적인 해석의 차이, 그리고 키워드 할당의 일관성 결여 등의 문제점들을 가지고 있었다. 이 문제점을 해결하기 위하여 1990년대 초에 내용기반 영상 검색(CBIR:Content-based Image Retrieval)이 소개되었다[1].

내용기반 영상검색은 영상의 내용의 칼라, 질감, 모양, 위치 등의 시각적인 정보를 검색에 이용한다. 그리고 영상의 내용을 표현하기 위하여 다양한 특징값들을 사용하고 그에 부합되는 가중치를 정하여, 사용자 질의에 가장 유사한 영상을 찾는 데 중점을 둔다.

이 방법은 문자기반 영상검색의 문제점들을 상당 부분 해결할 수 있었다. 그러나 내용기반 영상검색 방법은 검색과정에서 최종 사용자를 포함하고 있지 않기 때문에 사용자의 고 수준 개념(high level concepts)과 시스템의 저 수준 특징(low level

features)사이의 상당한 차이가 있다는 점과 인간의 유사성 인식(human perception)의 주관성을 간과할 수 있다는 점이 있다[1].

따라서, 최근의 내용기반 영상검색의 연구는 전체 영상검색 시스템의 일부로서 사용자를 포함시켜 특징값들의 가중치를 고정시키지 않고 동적으로 갱신할 수 있도록 하는 관련성 귀환(relevance feedback)에 역점을 두고 있다[2,3].

본 논문에서는 간단하면서도 효과적인 관련성 귀환을 가진 칼라와 질감기반의 영상검색 시스템에 대하여 연구하였다. 먼저 영상데이터베이스 내의 영상에 대한 칼라와 질감특징을 사용하여 내용을 표현하고, 이를 다양한 형태로 영상검색에 이용하였다. 그리고 효과적인 관련성 귀환을 제안하고 이를 검색 시스템에 적용하여 기존의 관련성 귀환을 가진 검색시스템과 비교하였다.

2. 영상 객체 모델

관련성 귀환을 가진 영상검색 시스템에서 사용자의 귀환 정보를 사용하여 각 특징에 대한 적절한 가중치를 찾기 위하여, 먼저 영상 객체 모델을 공식화할 필요가 있다.

영상 객체 O는 다음 (1)식으로 나타낼 수 있다.

$$O = (D, F, R) \tag{1}$$

여기서, D는 원 영상데이터이며, 예로서 JPEG이미지를 표현한다. $F=(f_i)$ 는 저 수준 특징들을 나타낸다. 예로서 칼라, 질감, 모양을 들 수 있다. 그리고 $R=(r_{ij})$ 는 특징 f_i 의 표현들을 나타낸다. 즉, 예로서 칼라특징 표현인 칼라히스토그램(color histogram), 칼라모멘트(color moment)등을 들 수 있고, 질감특징 표현으로서 co-occurrence matrix를 들 수 있다.

사용자의 귀환 정보에 따라 가중치를 갱신하기 위하여 영상 모델에 관련성 귀환을 통합한 내용기반 영상검색 모델 CBIR은 다음 (2)식와 같이 식(1)를 확장하여 정의할 수 있다.

$$CBIR = (D, F, R, M) \quad (2)$$

여기서, $M = \{m_{ij}\}$ 는 유사성 척도들을 나타내고, 유사성 척도는 두 영상 사이의 유사정도를 결정한다. 예로서 벡터기반 표현을 비교할 경우에 유클리드 거리를 이용하고, 칼라히스토그램을 비교할 경우에 Histogram Intersection을 이용할 수 있다.

본 연구에서는 객체모델 식(1)에서 $F=(f_1, f_2)$; f_1 =칼라, f_2 =질감, $R=(r_{11}, r_{12}, r_{21}, r_{22})$; r_{11} = Intensity, r_{12} = Hue, r_{21} = Contrast, r_{22} = Homogeneity, 그리고 M =(City-block 거리유사성)을 사용하여 관련성 귀환을 시험하였다.

3. 관련성 귀환

관련성 귀환(relevance feedback)은 저 수준의 특징 값에 근거한 질의를 보다 더 정확하게 표현하기 위하여, 고 수준의 질의를 다시 정의하도록 사용자와 시스템이 서로 상호 작용하는 것이다. 관련성 귀환에 관한 연구들은 다음과 같은 다양한 방법들이 있다.

3.1 가중치 갱신 방법

가중치 갱신 방법(weight updating method)은 유사성 정도를 계산할 때 사용하는 가중치를 수정함으로써 이루어진다. 예로서, 만일 검색시스템에서 j 번째 특징 축을 따라 질의와 관련된 영상 객체들의 분산이 크면 j 번째 축과 관련된 특징 값들의 가중치를 낮게 준다. 따라서 j 번째 축과 관련된 표준편차의 역수를 가중치 값으로 사용할 수 있다. 즉, $W_j=1/\sigma_j$ 의 W_j 는 다음 영상 검색의 새로운 유사성 계산을 위한 가중치의 후보로서 사용될 수 있다.

싱가폴의 Chua와 미국의 Rui등은 간단한 경험적인 가중치 값을 사용하여 각 특징의 중요성에 따라 특징의 가중치를 조절하였다[3,4].

3.2 질의 점 이동 방법

질의 점 이동 방법(query point moving method) 방법은 사용자의 영상검색에 대한 귀환을 사용하여 현재의 질의 점(query point)을 이동함으로써 이상적인 질의 점에 대한 추정을 개선하기 위한 접근방법

이다. 문자 정보검색에서 이러한 기본개념을 바탕으로 다양한 응용들이 자주 사용되어져 왔다. 다음 식 (3)은 Rocchio의 벡터 공간 모델(vector space model)을 바탕으로 한 기본 식이다.

$$q' = q + b (\sum D_{rel})/n_1 - c (\sum D_{non})/n_2 \quad (3)$$

여기서, q 는 초기 질의이고, q' 는 수정된 질의를 나타낸다. D_{rel} 와 D_{non} 은 관련된 문서와 관련되지 않은 문서를 나타낸다. 그리고 n_1 과 n_2 는 관련된 문서의 수와 관련되지 않은 문서의 수를 나타낸다. b 와 c 는 적절한 상수이다.

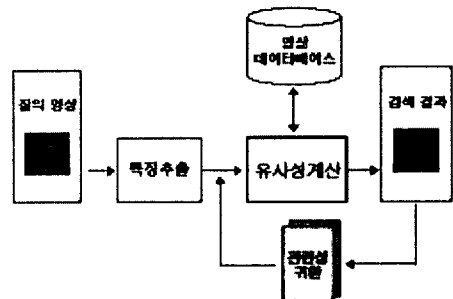
미국 일리노이 대학의 Rui팀은 영상벡터로부터 의사 문서 벡터 (pseudo document vector)를 생성하여 (3)식을 적용하려고 시도하였다[2]. 그리고 프랑스 INRIA의 Nastar 등은 인수 혹은 비인수 추정자를 사용하여 관련이 있는 개체의 특징벡터의 분포를 추정하는 접근방법을 사용하였다[5,6].

그 외의 기타 관련성 귀환 방법들에서, 사용자의 귀환은 여러 가지 수준에 다양한 방법으로 적용이 가능하다. 즉, 저 수준 특징 값의 가중치를 조절하거나 또는 유사성 척도의 인수들을 변경할 수 있다. 또한 특징 값이나 유사성 척도의 인수를 변경하지 않고 고 수준 귀환의 하나로서 검색시스템에서 나온 검색결과와 순위를 조정할 수도 있다.

본 논문에서는 고 수준 귀환의 한 방법으로서 초기 영상검색에 대하여 사용자의 평가를 간단하게 유사성 계산에 적용시켜 순위를 조정하는 관련성 귀환 방법을 사용하였다.

4. 관련성 귀환을 가진 영상검색 시스템

제안한 관련성 귀환 영상 검색 시스템의 전체적인 구성도는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 제안한 영상 검색 시스템

먼저 질의 영상이 들어오면 입력된 데이터베이스의 영상들과 마찬가지로 특징추출단계를 거치고, 데이터베이스 내의 영상들과 유사성 계산을 하여 초기 검색영상을 출력한다. 다음, 출력영상에 대한 사용자의 평가를 관련성 귀환을 통하여 1차적으로 시스템

에 귀환시킨다. 시스템은 사용자의 관련성 귀환을 고려하여 2차 검색을 수행하고 그 결과를 출력한다. 이러한 사용자의 귀환 과정이 반복된다. 다음은 세부 과정에 대한 설명이다.

4.1 특징 추출

영상 데이터베이스에 입력된 영상에 대하여 여러 특징을 추출하여 각 영상을 표현하고 이를 검색에 이용한다.

본 연구에서는 칼라특징으로 Intensity와 Hue을 사용하고, 질감특징으로 Contrast와 Homogeneity를 사용하였다.

그리고, 추출된 특징벡터를 그대로(raw feature) 혹은 평균정규화(normalized by mean), 평균-표준편차 정규화(normalized by mean*std dev) 그리고 가우시안 정규화(Gaussian normalization) 등 다양한 형태로 변형하여 검색에 사용하였다.

4.2 관련성 귀환 알고리즘

일반적으로 영상 검색 시스템이 사용하는 저 수준의 특징 값에 근거한 질의는 사용자들의 정보를 완전히 표현할 수 없으므로 영상검색 시스템과 사용자사이의 관련성 귀환을 통하여, 고 수준의 질의를 재 정의하도록 함으로써 가장 유사한 영상들을 검색한다.

본 연구에서는 사용자 귀환의 효율성을 위하여 다음 (그림 2)와 같은 간단한 상벌알고리즘(reward and punishment algorithm)을 유사성 계산에 적용하여 순위를 결정하는 방법을 사용하였고, 이를 검색 시스템에 적용하여 사용자의 평가에 따라 가중치를 갱신하는 관련성 귀환을 수행하였다.

```

for (i=0; i < # of image; i++)
if (image[i] is in the Top Rank List and relevant)
// Reward weight=Wr
similarity[i]=Wr*similarity[i];
else if (image[i] is in the Top Rank List and
non-relevant)
// Punishment weight=Wp
similarity[i]=Wp*similarity[i];
else do not change similarity[i]
Reorder the similarities and display the next image set
    
```

(그림 2) 상벌 귀환 알고리즘

4.3 유사성 계산 및 검색효율

영상 데이터베이스로부터 질의 영상과 유사한 영상들을 검색하기 위하여 유사성 척도를 사용하여 계산한다. 본 연구에서는 질의 영상과 영상 데이터베이스 내에 저장된 영상들간의 유사성을 측정하기 위해 City-block 거리 유사성 척도를 사용하였다. 식 (4)는 City-block 거리 유사성 척도이다.

$$D(Q, I)_{City-block} = \sum_i |q_i - i_i| \quad (4)$$

(4)식에서 Q는 질의 영상, I는 데이터베이스 내의 영상을 나타낸다. 그리고 q_i와 i_i은 각각 두 영상의 특징 벡터들이다.

본 내용기반 영상 검색시스템의 효율성을 분석하기 위하여, 검색율을 성능 평가 척도로 이용하였다. 검색율은 다음 식(5)과 같이 검색된 전체 영상들 중에서 질의와 관련된 영상들의 비율로 나타낸다.

$$\text{검색율} = \frac{\text{관련영상}}{\text{검색영상}} \times 100 \quad (5)$$

여기서 관련영상은 질의와 관련이 있는 영상을 뜻하는 것으로, 본 연구에서는 질의 영상과 같은 512×512 크기의 원 영상에 속하는 128×128 크기의 실험 영상들을 뜻한다.

검색영상은 검색시스템에서 출력된 총 영상들을 뜻하며, 본 연구에서는 질의 영상을 포함하여 16개의 검색된 영상을 나타낸다.

5. 실험 및 토의

본 실험을 위하여 MIT Media lab의 VisTex영상 데이터베이스 16종류의 512×512 크기의 원 영상들을 사용하여 128×128 크기의 512개의 영상들로 구성된 실험 데이터베이스를 구축하고 실험하였다.

<표 1>은 제안된 관련성 귀환 방법을 사용한 각 특징 값 형태에 따른 검색율을 나타낸 것이다. 표에서 각 특징 값 형태 중에서 가우시안 정규화(Gaussian normalization)를 사용한 경우가 다른 형태에 비하여 검색율이 가장 높은 것으로 나타났다. 그리고 전체적으로 모든 각 특징 값 형태에서 관련성 귀환을 한 경우가 관련성 귀환을 하지 않은 경우에 비하여 검색율이 높다. 관련성 귀환 중에서는 첫 번째 귀환이 가장 효과가 있고, 다음은 두 번째 귀환, 세 번째 귀환 순으로 나타났다.

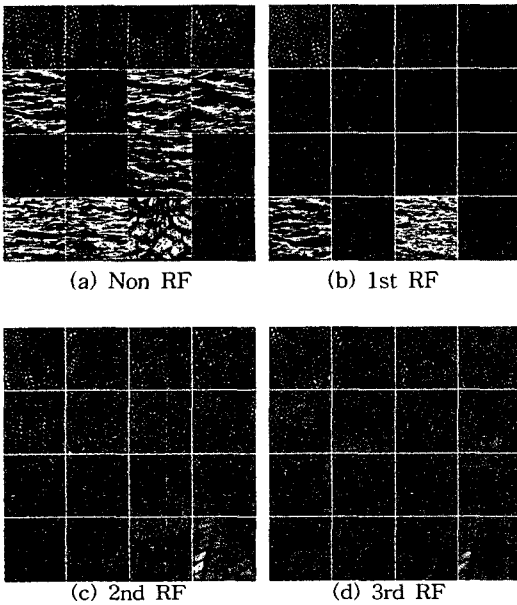
<표 1>특징 값 형태에 따른 검색율(%)

Feature type	Non RF	1st RF	2nd RF	3rd RF
raw feature	35.16	48.83	55.47	61.33
normalized by mean	48.63	66.80	72.46	76.56
normalized by mean*std dev	46.09	63.48	71.09	74.22
Gaussian normalization	50.78	67.58	73.24	76.76

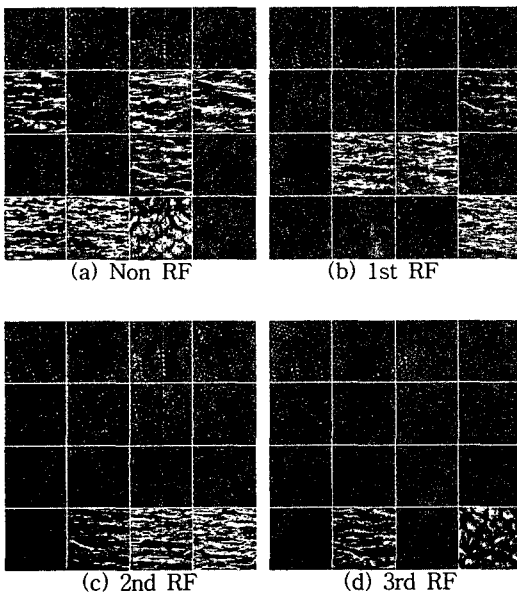
<표 2>는 INRIA의 인수추정 접근방법에 의한 검색율을 나타낸 것이다. 표에서 관련성 귀환의 효과는 <표 1>과 마찬가지로 첫 번째 귀환이 가장 효과가 높게 나타났다. 그러나 제안한 방법에 비하여 복잡하면서 성능은 각 귀환단계에서 약 10% ~16% 낮은 것으로 나타났다.

<표 2> INRIA의 인수추정 접근방법에 의한 검색율(%)

feature type	Non RF	1st RF	2nd RF	3rd RF
Gaussian normalization	50.78	57.41	59.37	60.34



(그림 2) 제안한 검색방법에 의한 결과의 예



(그림 3) INRIA 방법에 의한 결과의 예

(그림 2)와 (그림 3)은 제안한 방법과 INRIA의 관련성 귀환의 검색결과에의 예를 보인 것이다. 그림들에서 좌측 상단의 첫 번째 그림이 질의 영상이며, 좌우 상하 순으로 유사도에 따라 출력한 것이다.

6. 결론

본 연구에서는 칼라와 질감정보를 이용한 영상 데이터베이스 검색 시스템에 간단하면서도 효과적인 관련성 귀환을 적용하였다.

먼저 영상 데이터베이스 내에 있는 영상들에 대하여 칼라 특징, 질감 특징을 추출하고, 이를 바탕으로 다양한 형태의 특징 값들로 표현하고 이를 검색에 사용하였다. 또한 초기 검색결과에 대하여 간단한 상별 귀환 알고리즘을 영상검색 시스템에 적용하고, 이를 기존의 관련성 귀환을 가진 영상 검색시스템과 비교하였다.

16종류의 512개의 영상으로 구성된 영상데이터베이스에 대하여 실험한 결과, 전체적으로 관련성 귀환을 적용한 경우가 관련성 귀환을 적용하지 않은 경우에 비하여 검색율이 높게 나타났다. 그리고 관련성 귀환 중에서는 첫 번째 귀환이 가장 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 제안된 검색방법이 INRIA의 방법보다 각 귀환단계에서 약 10% ~ 16% 이상 높은 검색율을 보였다.

참고 문헌

- [1] Thomas S. Huang and Yong Rui, "Image Retrieval : Past, present and future," in Proc Int. Symposium on Multimedia Information Processing, Dec 1997.
- [2] Yong Rui, Thomas S. Huang and Sharad Mehrotra, "Content-based image retrieval with relevance feedback in Mars," Proc. of IEEE Conference on Image Processing 97, vol.2, pp.815-818, Santa Barbara, 1997.
- [3] Yong Rui, Thomas S. Huang and Sharad Mehrotra, "Relevance Feedback: A Power Tool for Interactive Content-based Image Retrieval," IEEE transactions on Circuits and Video Technology, 8(5): 644-655, 1995.
- [4] T. Chua, C. Chu and M. Kankanhalli, "Relevance feedback techniques for image retrieval using multiple attributes," Proc. of IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems 99, vol.2, pp890-894, Florence Italy, 1999.
- [5] C. Nastar, M. Mitschke and C. Meilhac, "Efficient query refinement for image retrieval," Proc. of IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, vol.1, pp23-25, Santa Barbara, 1998.
- [6] C. Nastar, M. Mitschke, C. Meilhac and N. Boujemaa, "Surfimage: a flexible content-based image retrieval system," ACM Multimedia 98, Bristol, 1998.