

타일 정렬을 이용한 이미지 검색 알고리즘

박웅⁰ 전호윤 신종우 전영재⁺ 조환규⁺
부산과학고등학교, 부산대학교⁺

feelblu@korea.com zeratul9901@daum.net jushin@gmail.com
mjjun@pearl.cs.pusan.ac.kr adagio@pearl.cs.pusan.ac.kr

Image Search Algorithm with Tile Alignment

Park Woong⁰ Jun Ho-yoon Shin Jong-u Jun MyungJea⁺ Hwan-gue Cho⁺
Busan Science Academy, Pusan National University⁺

요 약

인터넷상의 대부분 이미지 검색엔진들은 이미지의 실제 내용 보다는 이미지 파일명이나 부가적인 색인과 같은 문자 정보에 의존하여 이미지 검색을 하고 있다. 한편 이미지의 색상 정보를 비교에 사용하는 RGB 히스토그램 방법은 수행시간은 짧지만 형태는 고려하지 않기 때문에 높은 정확도는 기대하기 어렵다. 본 논문에서는 이미지의 실제 내용을 비교하여 비정형(非定型)의 복잡한 물체를 검색하는 새로운 이미지 검색 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 이미지의 색상과 형태 정보를 담은 타일 서열을 local alignment 알고리즘으로 정렬하여 이미지 검색을 한다. 비정형 물체인 음식 사진을 사용한 실험에서 기존의 방법 RGB 히스토그램을 이용한 방법보다 월등히 향상된 정확도를 나타내었다.

1. 서 론

IT분야의 발달로 방대한 이미지 데이터베이스에서의 빠르고 정확한 검색이 주요 기술로 대두되고 있다. 현재 주로 사용되는 이미지 검색 방법에는 크게 두 가지가 있는데 한가지는 이미지에 추가된 문자 정보인 이미지 색인(image index)을 비교하여 검색하는 방법이다. 현재 몇몇 이미지 검색엔진이 웹 상의 이미지 파일을 검색하는 서비스를 제공하고 있으며 그 대부분이 이미지를 비교하는 것이 아니라 이미지에 추가된 정보인 문자 색인을 비교한다 [1-2].

또 다른 방법은 이미지의 내용 비교를 통하여 검색하는 방식이다. 특히 검색 대상이 되는 다양한 이미지들이 특별한 모양이나 색상이 정해지지 않은 비정형 이미지의 경우에 RGB 히스토그램을 이용한 검색 방법이 주로 이용되고 있다 [3-4]. RGB 히스토그램을 이용한 방법은 선형(linear)의 수행시간을 가지지만, 이미지의 색상 분포만을 이용하여 검색하기 때문에 복잡하고 다양한 모양을 가지는 이미지의 검색에는 부적절하다. 때문에 실제적인 응용에서는 제한된 몇몇 분야에 쓰이거나 형태를 고려하는 다른 방법들과 함께 사용한다 [5-6].

형태를 고려하는 방법들은 기하학적인 계산이 요구되기 때문에 정확도는 높으나 비교적 느린 처리 시간을 가진다. 이에 비해 형태를 고려하지 않는 방법들은 빠른 처리 시간에 비하여 낮은 정확도를 보인다. 따라서 두 가지 방법의 장점만을 모아 이미지의 내용 비교를 수행하는 빠르고 정확한 이미지 검색 알고리즘의 개발이 요구된다. 본 논문에서는 이미지 타일 정렬을 이용한 새로운 이미지 검색 알고리즘을 제안한다.

2. 제안하는 이미지 검색 알고리즘

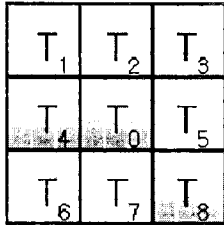
비정형의 물체를 인식하기 위해서는 기본적으로 표본 이미지와의 비교가 필요하다. 기본적으로 이미지 검색은 표본 이미지와 비교 대상이 되는 이미지에서 각각 필요한 정보를 추출하여 그것을 비교 함으로써 그 두 이미지가 얼마나 비슷한 이미지 인지 알아내게 된다. 제안하는 알고리즘은 두 이미지에서 1차원적인 정보인 타일 서열을 추출하여 비교의 척도로 삼는다.

두 서열을 정렬하는 작업은 한 서열을 다른 서열로 바꾸는데 필요한 최소 비용을 계산하는 것인데, 이 비용은 곧 두 서열간의 차이를 의미하게 된다. 이러한 서열 정렬에서 가중치를 바꾸어 기존의 방법과는 반대로 두 서열이 일치하는 것에 가중치를 주면 그 비용이 클수록 두 서열이 유사한 것으로 생각 할 수 있다. 이것을 이미지 검색에 이용하여 제시하는 알고리즘은 개량된 정렬 함수의 값이 가장 큰 두 서열의 이미지를 같은 이미지로 인식한다.

2.1 타일 서열 정렬(Tile sequence Alignment)

타일 서열 정렬 알고리즘은 이미지에서 추출한 일련의 타일 서열을 DNA 서열 정렬 알고리즘을 응용한 방법으로 정렬 한다. 먼저 2차원적인 이미지의 화소들을 $K \times K$ 의 정사각형 단위로 나누어 이미지를 타일들로 변환시킨다. 이 타일들 중에서 인접한 타일들로 이루어진 타일 서열(tile subsequence)을 임의로 추출한다. 타일 서열에서 연속된 임의의 두 타일은 2차원의 원본 이미지 상에서 $K \times K$ 의 사각형이 서로 인접해있다는 것을 의미한다 [그림 1]. 하나의 $K \times K$ 의 타일이 가지는 정보는 타일에 속한 화소들의

RGB값의 평균값이다. 타일 서열은 1차원적인 데이터이면서도 원본 이미지의 위치 정보를 가지고 있으므로 이것을 이용한 타일 서열 정렬은 빠른 계산 시간과 높은 정확도를 동시에 가진다.



<그림 1> K=3일 때 타일의 모습
(T₄, T₀, T₈)는 tile subsequence이다.

제시하는 알고리즘은 두 이미지에서 각각 n개의 타일 서열을 추출하여 정렬에 사용한다. 정렬 알고리즘의 특성상 한쪽 타일 서열을 뒤집으면 또 다른 결과를 얻을 수 있으므로, 총 O(2n²)번의 정렬을 수행한다.

정렬작업에서 p(i, j)는 한 서열의 i번째 타일과 다른 서열의 j번째 타일의 유사도에 따라 가중치를 반환하는 함수이다. 두 타일의 RGB 비교치가 상수 T이하일 때는 두 타일은 같은 타일로 고려하여 +1의 가중치를 주고 삽입, 삭제는 -1의 가중치를 준다. 교환은 삽입, 삭제의 연속 동작으로 보고 -2의 가중치를 준다. 따라서 가중치의 합이 클수록 일치하는 타일이 많고, 가중치의 합이 가장 큰 두 서열은, 두 이미지가 가장 유사하다는 것을 나타낸다. 이것을 동적계획법의 점화식으로 표현하면 다음의 (1)과 같다. (1)의 점화식은 지역적인 정렬(local alignment)를 사용하고 있으므로, 결과값은 가장 유사한 부분의 가중치 합이 될 것이다.

$$a[i, j] = \max(0, a[i-1, j]-1, a[i, j-1]-1, a[i-1, j-1] + p(i, j)) \quad (1)$$

2.2 RGB 차 측정(difference RGB metric)

정렬작업에서 두 타일의 RGB 값의 차이가 일정 상수 T 이하일 경우 +1의 가중치를 받는다. 가장 손쉬운 비교 방법은 두 타일 각각의 R, G, B값의 분산을 이용하는 것이다. 임의의 두 타일의 RGB 평균 값을 각각 r, g, b와 r', g', b'로 하자. 가중치 함수 p(i, j)는 다음의 식이 만족 할 때 +1을 반환한다.

$$(r-r')^2 + (g-g')^2 + (b-b')^2 \leq T \quad (2)$$

RGB값은 이미지 밝기에 따라 전체적으로 높아지거나 낮아지기 때문에 (2)의 방법은 밝기에 민감하다. 제시하는 알고리즘에서는 기존의 방법을 개선하여 r-g, g-b, b-r의 분산을 사용한 difference RGB metric(RGB 차 측정) 방식을 사용하였다(3). 이 방법은 각 색상간의 차이를 기준으로 삼기 때문에 밝기에 대하여 비교적 유연하다. 기존의 방법과 비교하여 4절에서의 실험을 실행 한 결과에서도 우수성을 나타내었다.

$$(R-R')^2 + (G-G')^2 + (B-B')^2 \leq T \quad (3)$$

$$R = r - g, G = g - b, B = b - r$$

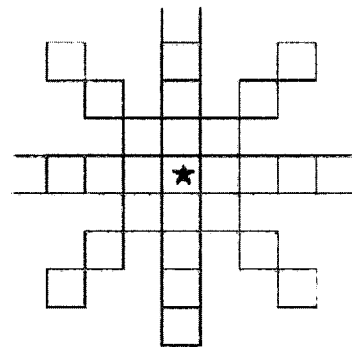
3. 실험 재료와 방법

실험은 실제적 응용성을 고려하여, 준비된 식판 위의 임의로 배열된 음식 이미지와 기준이 될 표본 이미지들을 준비하여 그들을 인식하는 실험 방법을 택하였다.

실제 음식 25종류를 준비하여 표본 이미지 1장과 대상 이미지 1장을 촬영하였다<그림 2>. 표본 이미지란 물체의 인식 시 그 기준이 될 이미지이며 대상 이미지는 우리가 인식하여야 할 이미지를 지칭한다. 디지털 카메라를 사용하여 촬영한 사진의 크기는 800 x 600이고, 음식 그릇의 반지름은 약 50~120pixel로 다양하다. 실험은 타일 크기 K의 변화에 따른 타일 서열을 미리 추출해 놓고 그것을 사용하는 시뮬레이션 방식으로 진행하였다. 한 물체 당 임의로 선정한 중심점에서 0, 45, 90, 135°의 각을 가지는 4개의 직선 타일 서열을 <그림 3>과 같이 추출하였다. 타일 서열의 종류는 K값에 따라 나뉘고 크기는 3~27픽셀이다. 실험을 통해 조사한 상수 값은 [표 1]와 같다.



<그림 2> 6가지 음식이 담겨있는 이미지. 표본 이미지는 여기에 나타난 각각의 음식을 따로따로 촬영한 사진을 말한다



<그림 3> 물체에서 타일 서열을 추출 기준점 ★을 중심으로 4개의 직선을 그린다

<표 1> 실험을 통해 조사한 상수 값

조사한 값	가짓수	비고
기본음식수(S)	4	10, 15, 20, 25
선택음식수(N)	5	3, 4, ..., 7
타일크기상수(K)	9	3, 6, ..., 27
분산허용상수(T)	10	30, 40, ..., 120
총 경우의 수	1800	경우 당 10000회

실험은 표본에서 임의의 S가지 음식을 선택하여 표본 집합으로 하고, 그 중 다시 임의로 선택된 N가지 대상 이미지에 대해 표본의 모든 이미지와 정렬을 실시하여 그 값을 통해 N가지 음식을 모두 올바르게 인식하였을 때 한 회의 성공으로 보았다. 실험은 각각의 조합에 대해 10000회씩 실시되었다.

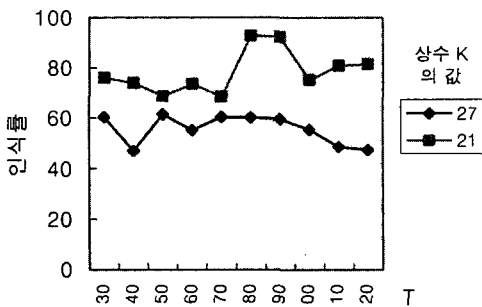
4. 실험 결과

<표 2>는 식당에서의 일반적인 환경이라고 생각되는 기본 음식 수(S) 10개, 선택 음식 수(N) 5개 일 때의 인식을 위한 실험 결과 표이다. 타일 크기는 21x21, 분산 상수는 80~90일 때 우수한 결과를 나타내었다. 또한 밑의 실험 결과는 difference RGB matrix방법을 사용해서 보정했을 때의 결과이다.

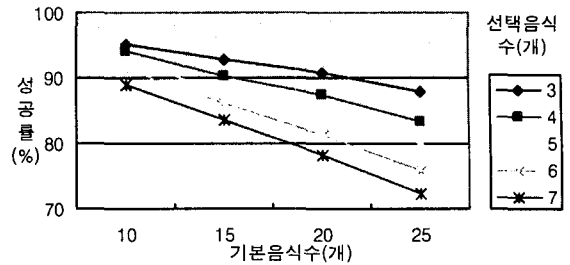
<표 2> S = 10, N = 5 일 때의 결과 값

K \ T	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
3	60.7	53.4	60.2	49.7	35.4	45.4	47.6	49.1	53.9	63.6
6	65.3	58.0	52.3	49.2	47.8	39.3	43.9	40.8	52.9	49.5
9	61.1	57.9	53.9	36.8	67.2	45.6	60.7	60.2	56.4	54.8
12	57.4	48.0	52.0	61.4	52.4	54.6	48.5	50.1	49.5	49.7
15	60.8	60.8	76.0	75.0	68.0	68.3	79.0	78.0	78.4	73.9
18	60.9	53.8	45.7	48.8	51.6	52.3	64.0	64.8	64.4	64.6
21	76.1	74.1	68.8	73.7	68.6	92.8	92.3	75.2	80.8	81.6
24	85.2	84.8	80.7	71.1	77.5	78.1	69.2	70.9	85.4	86.0
27	60.5	46.9	61.6	55.2	60.5	60.2	59.6	55.5	48.6	47.4

<그림 4>는 상수 값이 90일 때 기본 음식 수와 선택 음식 수의 변화에 따른 결과이다. 기본 음식 수와 선택 음식 수가 증가함에 따라 인식률이 떨어지는 결과가 나타났다.



<그림 4> K=27, K=21일 때의 성능 비교



<그림 5> T=90일 때의 기본음식수에 따른 성공률 변화

5. 결론 및 향후 과제

<표 2>에서 분산허용상수(T)와 타일크기상수(K)의 값이 각각 T = 80~90, K = 21 일 때 최고 약 92.6%의 인식률을 보였다. K=27일 때는 음식당 타일수가 2개 이하이므로 RGB Difference방법과 같다고 가정할 때 32%가량의 인식률 향상이 이루어졌다고 생각된다.<그림 4> 또한 기본과 선택된 음식의 가짓수가 증가함에 따라 인식률이 감소하는 경향성을 나타내고 있다 <그림 5>.

앞으로 이 실험 결과가 다른 비정형의 물체에도 충분히 적용될 수 있을지 충분한 검증 과정을 거쳐야 할 것이다. 이 실험에서 타일 서열은 <그림 3>과 같이 단순하게 직선으로 추출하였지만, 앞으로 이미지에서 어떤 모양으로 타일 서열을 추출해 낼 것인지에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] <http://imagebingo.naver.com>, NAVER에서 제공하는 이미지 검색
- [2] <http://www.google.co.kr/img/np>, Google에서 제공하는 이미지 검색
- [3] 이효중, " 히스토그램 보간에 의한 영상 검색," 한국정보처리학회 논문지, VOL. 9-B NO. 05 pp. 701-706, 2002
- [4] 임동혁, 김창룡, 정진완 " 히스토그램 비교법을 이용한 영역 기반 유사 이미지 검색," 정보과학회 2000년 추계학술대회, VOL. 27 NO. 02 pp. 130-132, 2000
- [5] 성원, 박종원, " 복부 CT영상을 이용한 비정상 간의 세그멘테이션 기법," 정보과학회 2003년 추계학술대회, VOL. 30 NO. 2-2 pp. 646-648, 2003
- [6] 정병희외 5인, " 방송영상에서의 등장인물 검색을 위한 고속 얼굴 인식 시스템," 정보과학회 2003년 추계학술대회, VOL. 30 NO. 2 pp. 523-525, 2003

이 논문은 2003년 부산대학교등학교 Research & Education 의 일환으로 써 작성되었습니다. 지도교사 진영만 선생님께 감사드립니다.