

이미지 분류 기법을 이용한 색상 비율 기반 이미지 검색

이병규^U, 이충우, 나연목
단국대학교 컴퓨터공학과

A Color Ratio Based Retrieval using Image Classification Technique

Byoungkyu Lee^U Chungwoo Lee Yunmook Nah
Dept. of Computer Engineering, Dankook University

요 약

인터넷 분야가 급성장 하면서 수많은 정보들 가운데에서도 멀티미디어 정보의 양이 급격히 증가하고 있으며, 특히 멀티미디어 정보 가운데에서도 이미지 데이터의 양이 급격히 증가하고 있다. 이러한 이미지의 양은 대규모이므로 사용자가 원하는 이미지를 찾기 위해, 이미지 데이터를 검색하기 위한 여러 가지 방법들이 많이 연구되어 왔다. 본 논문에서는 이미지 검색에서의 색상 질의를 비율로써 정확하게 검색하기 위하여 사람이 색상을 보고 느끼는 색상, 명도, 채도 방식을 이용해 이미지의 색상을 분류하였으며, 웹 브라우저 상에서 가장 안정적인 색상을 나타내는 웹 칼라를 이용해 색상을 60도씩 분리하여 분류하였다. 이러한 분류 결과를 이미지 검색에 적용하여 색의 비율단위로 다양하고 정확한 검색을 할 수 있었다

1. 서론

인터넷 분야가 급성장 하면서 인터넷을 사용하는 사용자 수가 급격하게 늘어가고 있다. 인터넷은 정보의 바다라고 불리고 있을 만큼 광범위하고 폭 넓은 자료와 정보가 있는 곳이다. 그 수많은 정보들 가운데에서도 멀티미디어 정보의 양이 급격히 증가하고 있으며, 특히 멀티미디어 정보 가운데에서도 이미지 데이터의 양이 급격히 증가하고 있다. 이러한 이미지의 양은 대규모이므로 사용자가 원하는 이미지를 찾기 위해, 이미지 데이터를 검색하기 위한 여러 가지 방법들이 많이 연구되어 왔다.

이미지 검색 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 방법은 이미지와 관련된 텍스트, 키워드 등을 이용한 텍스트 기반의 검색이며, 두 번째 방법은 이미지 자체의 특성인 색상, 질감, 객체의 모양 등을 이용한 이미지 내용기반 검색이다.

색상을 이용한 질의 검색에는 평균 RGB를 이용한 질의 검색이 있고[2], 진보된 색상질의 검색에는 색상의 RGB를 분석해 비율을 계산해 두고 이를 이용하는 방식이 있다[9]. 평균 RGB를 이용한 검색은 평균 색으로 이미지를 검색하므로 원하는 색상을 가진 이미지가 아님에도 검색이 되는 오류가 발생한다. 또한 RGB를 분석해 비율로 분석하는 검색은 RGB 수치만으로 검색되어지므로 수치의 경계선으로 인해 다른 색임에도 불구하고 같은 클래스로 인식되어지거나, 같은 색임에도 다르게 인식되어지므로 검색시 정확성이 떨어진다.

본 논문에서는 이미지 검색에서의 색상 질의를 비율단위로

정확하게 수행하기 위하여 기존에 사용되는 RGB 색상이 아니라 사람이 색상을 보고 느끼는 요인인 색상(hue), 명도(intensity), 채도(saturation) 방식을 이용해 이미지의 색상을 분류하였으며, 웹 브라우저 상에서 가장 안정적인 색상을 나타내는 웹 칼라를 이용해 색상(hue)을 60도씩 분리하여 분류하였고, 이를 이용하여 이미지 검색에서 색의 비율을 이용한 보다 다양하고 정확한 검색을 할 수 있도록 하였다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존의 이미지 검색 시스템의 색상 검색 문제점과 RGB와 HSI를 소개한다. 3장에서 이미지 색상정보추출과 분류방법을 소개하고, 4장에서 구현 및 성능 관련 사항을 설명한다. 마지막으로 5장에서 결론을 내린다.

2. 관련연구

2.1 이미지 검색기법

기존의 이미지 검색 시스템은 평균 RGB값만으로 이미지를 검색하므로 정확한 질의를 할 수 가 없다. IBM Almaden 연구소에서 개발한 QBIC[2]은 칼라의 비율 검색 질의를 지원하고 있으나 RGB값으로 검색 연산을 수행하고 특정 범위 안의 값을 가지고 옴으로 정확성이 떨어진다. 같은 계통의 색임에도 불구하고 데이터 상이론 다른 색으로 간주하므로 보다 정확한 분류가 필요하다.

2.2 RGB와 HSI

RGB값은 R(Red), G(Green), B(Blue) 각각 1byte 0~255₍₁₀₎(00-FF₍₁₆₎)씩 섞어 색상을 표현한다. RGB 값이 '000000'이면 검은색이고, 'FFFFFF'이면 흰색이며, 모두 같은

본 연구는 한국과학재단의 특장기초연구과제 (과제번호 : 98-0102-06-01-3) 연구비 지원에 의한 것임.

값(333333,666666,999999,CCCCCC)이면 회색이며, 나머지 값은 다른 색을 표현한다.

색채를 보고 느끼는 요인에는 세 가지가 있다. 그 하나는 빛의 파장 자체를 나타내는 것으로 색상(hue) 요인이고, 두 번째는 밝고 어두운 정도를 나타내는 명도(intensity), 세 번째는 색과장의 순수한 정도를 나타내는 채도(saturation) 요인이다. 인간의 눈의 구조 때문에 모든 색상은 삼원색이라 불리는 빨강(R), 초록(G), 파랑(B)의 다양한 조합으로 나타난다. CIE(International Commission on Illumination; 국제 조명 위원회)는 1931년 표준화의 목적으로 색의 삼원색에 대해 파랑 = 435.8 nm, 초록 = 546.1 nm, 빨강 = 700 nm의 구체적인 파장 값을 지정했다[7]. Adobe사의 Photoshop의 Color Picker는 Only Web Colors라는 기능을 제공한다.

그림 1은 Adobe Photoshop의 Only Web Color에서 하나의 색상에 대한 색 분포 구조도를 보이고 있다. 웹 칼라(Web colors)란 웹 브라우저 상에서의 가장 안정적인 색상으로 360도의 색상을 12도 단위로 자르고 있다. 어떠한 색상이든지 명도가 0%이면 검은색이다. 명도가 20%, 40%, 60%, 80%일 때, 채도가 0%이면 회색이고, 채도가 0% 이상이면 각각의 색상을 나타낸다. 또한 명도가 100%일 때, 채도가 0%이면 흰색이고, 채도가 0% 이상이면 해당 색상을 나타낸다.

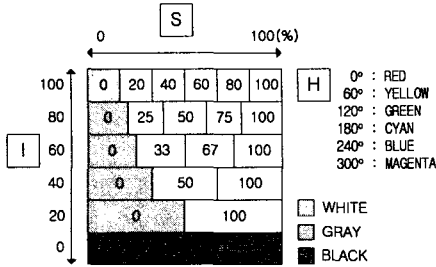


그림 1. Only Web Color의 구조도

3. 이미지 색상정보 추출 및 분류

3.1 이미지 검색 엔진 중 관련모듈 구조

그림 2은 지능적 내용 검색을 지원하는 에이전트 기반의 2차원/3차원 이미지 검색 엔진[5] 중 이미지 색상정보 추출 및 분류 구조 모듈의 구조도이다.

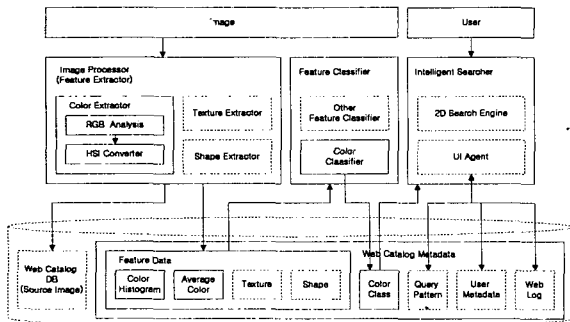


그림 2. 이미지 색상정보 추출 및 분류 구조

Image Processor는 이미지의 Texture, Shape, Color 등 정보를 추출하는 일을 한다. Feature Classifier는 Image Processor에

서 얻어진 이미지 정보를 기반으로 이미지를 분류한다. Intelligent Searcher는 다양한 메타데이터를 기반으로 이미지를 보다 지능적으로 검색할 수 있도록 한다[1].

3.2 색상 분류를 위한 의사결정 트리

Only Web Color의 12도 분할은 삼원색의 원색간의 변화하는 과정을 보인다. 0도(빨간색)에서 60도(노란색) 사이의 12도 분할은 빨간색 계통의 색상이 노란색 계통의 색으로 변화하는 과정을 보이는 것이다. 이 과정 중에는 중복되는 색상이 나타나고 원색에 도달했을 때 중복이 사라진다. 결과적으로 60도 분할을 사용하면 혼동과 중복을 피할 수 있다. 이렇게 나타난 색상의 수는 여섯 가지 색상(red, yellow, green, cyan, blue, magenta)이고, 이곳에 어느 색상이든 나타나는 3가지 색상(black, white, gray)을 합쳐 총 아홉 가지로 구분할 수 있다. 이것은 색 삼각형의 색상과 일치하며, 결과적으로 색상의 수는 9가지의 클래스(white, gray, black, red, yellow, green, cyan, blue, magenta)로 구분된다. 색상정보 추출은 이미지의 정보를 추출한 후 RGB의 값을 얻어 이를 HSI로 변환해 9개 각각의 색상에 대해 백분율(%)을 얻어내고 이의 총 평균을 구해 분류한다. 그림 3은 분류를 위한 의사결정 트리를 보이고 있다.

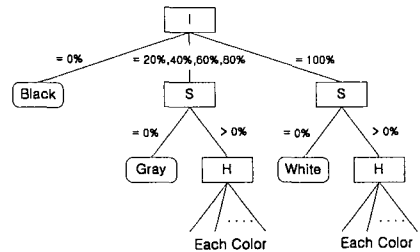


그림 3. 색상 분류를 위한 의사결정 트리

3.3 색상 추출 및 이미지 분류

이미지의 색상정보를 추출하고 대표 클래스를 구해 분류하는 전체 절차는 다음과 같다.

- 단계 1. jpeg 이미지를 raw data로 변환
- 단계 2. 이미지 정보 추출
- 단계 3. RGB 값 추출
- 단계 4. HSI 변환 및 값 합산
- 단계 5. HSI 60도 분할
- 단계 6. 색상 분류 Class 결정 및 분류값 합산
- 단계 7. End of File일 때까지 단계 3 부터 반복
- 단계 8. 각 Class의 백분율 계산 및 DB 저장
- 단계 9. 총 합계의 평균으로 단계 5-6 수행 후 대표 클래스값 저장.

위 단계 중 주요단계의 세부 작업은 다음과 같다.

(1) RGB 값 추출

이미지의 pixel RGB값을 추출하기 위해선 jpeg 이미지를 raw 데이터 이미지로 변환해야 한다. raw 이미지는 이미지 정보와 RGB 데이터 부분으로 나뉘어진다. 정보부분은 이미지의 폭, 이미지의 높이, 이미지의 칼라를 나타내고 이들간의 구분

은 0x20(Space)나 0x0a(Line Feed)로 구분되어 진다. 나머지 데이터는 3byte씩 RGB를 나타낸다.

(2) HSI 정보로의 변환 및 분류 class 결정

RGB값을 HSI로 변환하고 60도 단위로 분할한 후 흰색, 검은색, 회색, 또는 그외의 색을 그림 3의 색상 분류를 위한 의사결정트리를 이용하여 해당 Hue의 배열 필드에 값을 합산한다. 이렇게 화일의 끝까지 합산을 하고 각각의 Hue의 백분율을 계산해 데이터베이스의 해당 속성 필드에 저장한다. 이미지가 모두 분석되어지면 총 HSI 평균색상을 얻어 이미지를 대표하는 색상을 그림 3의 의사결정 트리를 다시 이용하여 색상 클래스를 찾아낸다.

(3) 이미지 메타데이터의 스키마

단계 8에서 각 이미지에 대해 분류 Class와 HSI 평균값, 각 색채의 비율에 대한 정보를 표 1의 이미지 정보 데이터베이스 스키마에 저장한다.

표 1. 이미지 정보 데이터베이스 스키마

필드	데이터형	설명
iid	varchar	이미지 아이디
class	int	색상의 분류 소속(대표 클래스)
h_ave	int	이미지 평균 색상
s_ave	int	이미지 평균 채도
i_ave	int	이미지 평균 명도
black	int	black의 백분율
white	int	white의 백분율
gray	int	gray의 백분율
red	int	red의 백분율
yellow	int	yellow의 백분율
green	int	green의 백분율
cyan	int	cyan의 백분율
blue	int	blue의 백분율
magenta	int	magenta의 백분율

4. 시스템 구현 및 성능 비교

시스템 구현은 P-II 300, Windows2000 상에서 MS-SQL 7.0을 이용하였고 Image data는 400개를 사용하였다. 구현 언어는 C를 이용한 CGI로 구현하였다.

앞 절에서 기술한 이미지 메타데이터를 이용해 다양한 질의를 수행할 수 있다. Class만으로 '파란색 계통의 이미지를 보여달라'라든지, '파란색 계통은 50%-60%정도이고 빨간색 계통이 10% 정도인 이미지를 보여달라'라든지, '빨간색 계통과 파란색 계통이 전혀 들어가지 않은 이미지를 보여달라' 등과 같은 다양한 비율기반 질의어가 지원된다. 예를 들어, '파란색 계통(blue = Hue[240])이 60% 이상이며 흰색이 30%이상인 이미지'를 요청하는 예제 질의와 검색 결과는 그림 4와 같다.

질의어 : SELECT * FROM image WHERE blue > 60 AND white > 30;

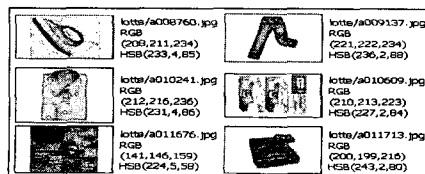


그림 4. 질의 실행 결과

표 2는 색상의 비율에 대한 검색에서 HSI 방식의 정확성을 실험한 결과이다. 전반적인 검색 정확도는 91%로 나타났다.

표 2. HSI의 검색 정확성 실험 결과

질 의	검색 이미지 수	정확히 검색된 이미지 수	정확성(%)
파란색계통(대표클래스사용)	14	12	85
파랑(60%이상)흰색(30%이상)	6	5	83
빨간색(0%) 파란색(0%)	49	47	97

5. 결론 및 향후 연구 과제

기존의 색상 기반 이미지 검색은 RGB 평균 색으로 이미지를 검색하므로 원하지 않는 색상의 이미지가 검색되어진다는 원하는 색을 가진 이미지가 누락되는 문제가 있었다. 이의 개선을 위해 사람이 색채를 보고 느끼는 요인인 HSI(색상, 채도, 명도)를 이용하여 정확성을 높였고, 색상정보를 60도씩 분할하여 각각의 이미지 정보를 백분율로 분석하여 분류함으로써 이미지의 색상 비율을 이용한 다양하면서 정확한 이미지 색상 질의 검색을 할 수 있었다. 또한 이미지의 총 평균 색상으로 대표 클래스를 지정해 대표 칼라를 이용한 검색도 가능하며, 이 대표 칼라는 사용자의 이미지 기호도를 판단하는 질의 패턴 탐사 자료로 이용된다[1]. 현재 이러한 칼라 비율 기반 이미지 검색을 위한 사용자 인터페이스를 개발중이다. 향후 연구과제로 이미지를 구성하는 여러 요소 객체에 대한 위치 정보와 구성 객체별 칼라정보를 반영한 보다 정교한 검색 방식에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] 이충우, "지능적 이미지 검색을 위한 질의 패턴 탐사, 단국대학교 대학원 석사학위논문, 1999.
- [2] 홍성용, 나연목 "혼합형 이미지 메타데이터를 이용한 지능적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현", 멀티미디어학회는 문지, 3권 3호, 한국멀티미디어학회, Jun. 2000, pp.209-223.
- [3] 방난효, 엄기현, "내용 기반 검색을 위한 이미지 데이터베이스 모델", 봄 학술발표 논문집, 한국정보과학회, 1997, pp.11-14.
- [4] 최길성, 유재수, 양재동, "내용 기반 이미지 검색 시스템에 관한 연구", 한국 정보과학회 데이터베이스 연구회지, 데이터베이스연구회, Dec. 1996, pp. 97-116.
- [5] 박명선, 이석호, 나연목, 황수찬, "지능적 내용 검색을 지원 하는 에이전트 기반의 2차원/3차원 이미지 검색 엔진 개발", 한국 정보과학회 데이터베이스연구회, 데이터베이스 연구, Sep. 1999, pp. 21-27.
- [6] 구본혁, 엄기현, "이미지 데이터의 색상과 질감 정보를 이용한 인텍스 키 생성", 99 한국 데이터베이스 학술대회, 논문집데이터베이스연구회, Feb. 1999, pp. 226-272.
- [7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley Longman, 1998, pp. 226-252.
- [8] Design Worlds, <http://myhome.netsgo.com/jesusf/colors/colors.htm>.
- [9] M. Flickner, et al., "Query By Image and Video Content : The QBIC System," *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, IEEE CS & IEEE, Sep. 1995, pp. 23-32.