
HSI 컬러 공간과 신경망을 이용한 내용 기반 이미지 검색

김광백* · 우영운**

Content-based Image Retrieval Using HSI Color Space and Neural Networks

Kwang-baek Kim* · Young-woon Woo**

요 약

컴퓨터와 인터넷의 발달로 정보의 형태가 다양화 되어 문서 위주의 자료들로부터 이미지, 오디오, 비디오, 음성 등의 모습으로 혼합되어 가고 있다. 하지만 대부분의 검색은 문서 위주로 하기 때문에 이미지, 오디오, 비디오 등은 파일의 이름이 명확하게 설정되어 있지 않을 경우에는 검색을 할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 문서가 아닌 내용을 기반으로 검색하는 방법을 내용 기반 검색이라고 한다. 그리고 이미지의 내용을 기반으로 검색하는 방법을 내용 기반 이미지 검색이라고 한다. 본 논문에서는 HSI 컬러 공간, ART2 알고리즘, SOM 알고리즘을 이용한 내용 기반 이미지 검색 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 학습 대상을 선정하기 위해 원 영상의 특징을 분할한다. 그리고 사용자가 학습 대상을 선정하도록 하기 위해 분할된 특징을 SOM 알고리즘에 적용하여 비슷한 특징을 가지는 영상들로 군집화 한다. 군집화 된 영상들에 대해 사용자가 학습 대상을 선정하여 ART2 알고리즘에 적용하여 학습한다. 제안한 방법을 적용하여 이미지 검색을 실험한 결과, 제안된 방법은 하나의 이미지가 여러 개의 키워드를 가질 수 있기 때문에 이미지에 포함된 정보를 효과적으로 검색하는 것을 확인하였다.

ABSTRACT

The development of computer and internet has introduced various types of media - such as, image, audio, video, and voice - to the traditional text-based information. However, most of the information retrieval systems are based only on text, which results in the absence of ability to use available information. By utilizing the available media, one can improve the performance of search system, which is commonly called content-based retrieval and content-based image retrieval system specifically tries to incorporate the analysis of images into search systems. In this paper, a content-based image retrieval system using HSI color space, ART2 algorithm, and SOM algorithm is introduced. First, images are analyzed in the HSI color space to generate several sets of features describing the images and an SOM algorithm is used to provide candidates of training features to a user. The features that are selected by a user are fed to the training part of a search system, which uses an ART2 algorithm. The proposed system can handle the case in which an image belongs to several groups and showed better performance than other systems.

키워드

ART2, SOM, 내용 기반 이미지 검색

* 신라대학교 컴퓨터정보공학부(gbkim@silla.ac.kr)
접수일자 : 2010. 03. 02

** 교신저자: 동의대학교 멀티미디어공학과(ywwoo@deu.ac.kr)
심사완료일자 : 2010. 04. 01

I. 서 론

내용 기반 이미지 검색이란 주어진 데이터에서 색, 질감, 모양과 같은 속성(feature)들을 자동으로 추출하고 이를 기반으로 검색하는 방법이다. 일반적인 검색은 사람이 일일이 데이터의 주석을 해야 한다. 그러나 내용 기반 이미지 검색 방법은 멀티미디어 데이터로부터 속성을 자동으로 추출하는 시스템의 기능을 이용하기 때문에 사람이 일일이 주석을 할 필요가 없으므로 주석 기반 검색의 문제점을 해결할 수 있다. 내용 기반 질의는 완전 일치를 기반으로 한 데이터베이스 질의나 전문 형태로 기술된 주석 기반 질의처럼 논리적으로 정확하게 표현될 수 없기 때문에 속성 측면에서 정의된 정보 필터를 이용하여 질의를 하고, 유사성에 기반으로 이미지를 탐색한다[1]. 그러나 내용 기반 이미지 검색은 유사한 특징으로 자료를 검색하기 때문에 탐색하고자 하는 자료뿐만 아니라 잡음이 추가적으로 검색되는 문제점이 있다.

기존의 검색 방법은 분할되지 않은 영상에서 검색을 하기 때문에 하나의 영상이 하나의 키워드만 가진다. 본 논문에서는 영상의 특징을 분할하여 유사성을 기반으로 검색을 하기 때문에 하나의 이미지가 여러 개의 키워드를 가지고 이미지를 검색한다.

II. HSI 컬러 공간

컬러 공간은 컬러의 특징을 표현하는 논리적인 방법이다. 따라서 모니터와 같은 디스플레이 장치에 사용되는 RGB 컬러 공간은 한계가 있기 때문에 이것을 보완하기 위한 여러 가지 컬러 공간이 존재한다. 그중에 대표적인 컬러 공간이 HSI[2] 컬러 공간이다. HSI 컬러 공간에서 H는 Hue(색상), S는 Saturation(채도), I는 Intensity(명도)를 가리키는 약자이다. Hue(색상)는 빛의 파장 자체의 시각적 특성으로 나타나는데, 물체에 반사되어 나온 파장을 색상 관점에서 구별 가능하다. 따라서 빨강, 노랑과 같은 순수한 색깔을 나타낸다. Saturation (채도)는 색이 얼마나 순수한 정도를 나타낸다. 예를 들어 순수한 빨강은 채도가 높다고 하고, 핑크는 채도가 낮다고 한다. Intensity(명도)는 빛의 세기를 나타내며 색의 밝고 어두운 것을 나타내는 값이다. 본 논문에서는 이미지를 HSI 컬러 공간으

로 변환하여 적용한다.

III. ART2를 이용한 영상 특징 분할

제안된 방법은 이미지 검색을 하기 전에 원영상의 특징을 분할한다. 영상 특징 분할에는 ART2 알고리즘[3]을 이용하여 양자화 한다. 이때 ART2 알고리즘의 입력 패턴은 각 픽셀에 대한 H값, H값의 빈도수, S값, S값의 빈도수이다.

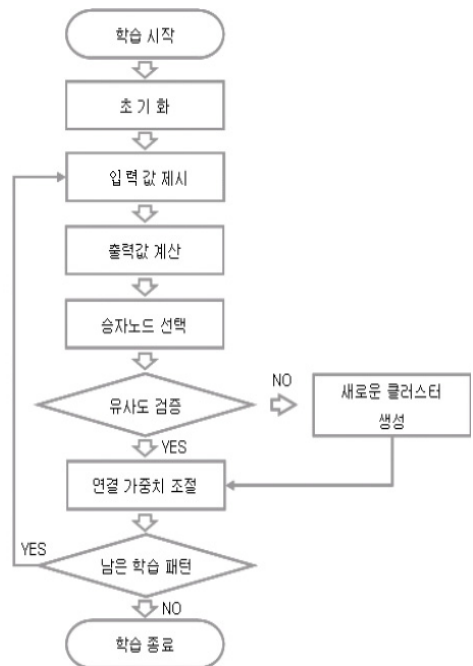


그림 1. ART2 알고리즘
Fig. 1 ART2 algorithm

$$O_j = \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} (x_i - w_{ji})^2} \quad (1)$$

$$w_{j^*}^{t+1} = \frac{x_i + w_{j^*}^t \times n_{j^*}}{n_{j^*} + 1} \quad (2)$$

본 논문에 적용한 ART2 알고리즘의 순서도는 그림 1과 같다. 출력 값은 식(1)과 같이 계산하고 연결가중치 조절은 식(2)와 같이 계산한다. 식(1)과 (2)에

서 x_i 는 입력 패턴이고, w_{j*}^t 는 승자 노드의 연결 가중치이다. n_{j*} 는 승자 노드에 갱신된 패턴의 수이다.

ART2를 이용하여 원 영상을 양자화[4] 한 결과는 그림2 와 같다.

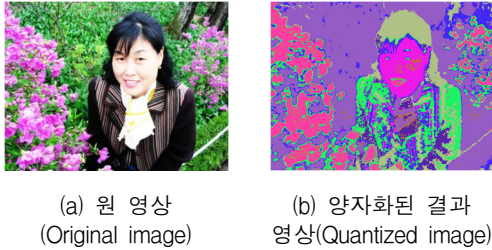


그림 2. ART2를 이용한 양자화
Fig. 2 Quantization using ART2

양자화된 영상에서 대표 객체를 추출하여 영상의 특징을 분할한다. 양자화된 영상의 각 레벨에서 가장 큰 객체를 추출하여 추출된 객체의 크기가 전체 영상의 1/16이상일 경우에는 대표 객체로 선정한다.

그림 3은 대표 객체를 선정하여 영상을 분할한 결과이다. 그림 3(a)의 영상이 꽃과 풀의 특징으로 분할된 결과는 그림 3(b)와 같다.



그림 3. 영상 분할
Fig. 3 Image segmentation

IV. SOM을 이용한 학습 대상 선정 방법

사용자가 비슷한 특징을 가지는 영상을 확인 할 수 있으면 학습 대상을 선정하기가 편리하다. 따라서 본 논문에서는 사용자가 효과적으로 학습 대상을 선정할 수 있도록 한다. 학습 대상 선정은 SOM[5,6]을 적용하며, SOM알고리즘의 순서도는 그림 4와 같다. 그림 4에서 X 는 입력 패턴이고, W 는 연결 강도이고, D_j 는 뉴런 사이의 거리이고, α 는 학습률 이다.

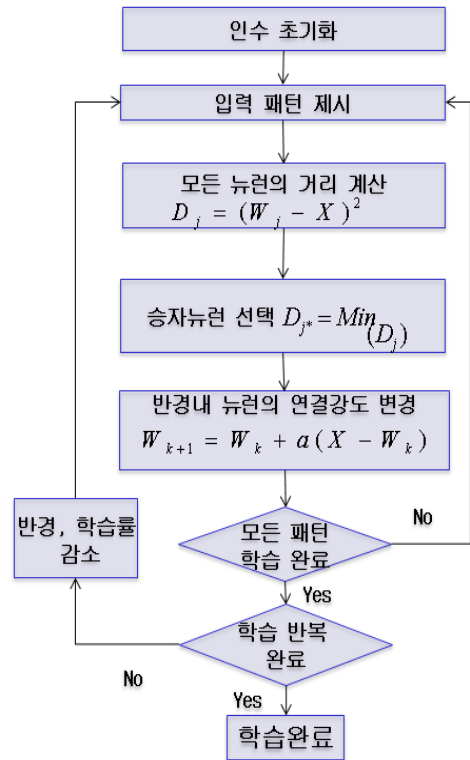


그림 4. SOM 알고리즘
Fig. 4 SOM algorithm

SOM 알고리즘의 입력 패턴은 각 픽셀에 대한 H값의 평균, S값의 평균, I값의 평균이다. 출력은 1차원 Map으로 출력한다. SOM 알고리즘을 적용한 결과는 그림 5와 같다. 그림 5에서와 같이 비슷한 특징을 가지는 영상이 군집화 되는 것을 확인할 수 있다.

V. ART2를 이용한 학습 및 검색

사용자가 학습 대상을 선정하면 ART2 알고리즘을 이용하여 대표 객체의 특징을 학습한다. ART2 알고리즘은 비지도 학습이지만, 본 논문에서는 ART2 알고리즘을 변형시켜 지도 학습처럼 적용한다. 입력 패턴을 ART2 알고리즘에 적용하여 노드를 생성한다. 생성된 노드의 정보를 학습된 정보로 간주한다. 그리고 새로운 입력 패턴을 대상으로 승자 노드를 계산한 후에 인식한다.

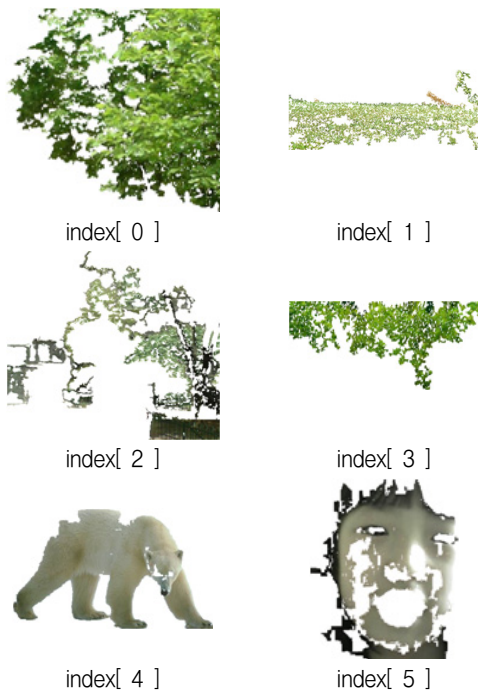


그림 5. SOM 알고리즘을 이용한 학습 대상 선정
Fig. 5 Selection of learning objects by SOM algorithm

본 논문에서는 지도학습으로 변형시킨 ART2 알고리즘을 이용하여 학습 및 검색을 한다. ART2 알고리즘의 입력 패턴은 각 픽셀에 대한 H값의 평균, S값의 평균, I값의 평균이다. 그리고 사용자가 선택한 학습 대상을 ART2 알고리즘을 이용하여 학습하고, 학습된 입력 패턴에 대해서는 사용자가 키워드를 설정한다.

그리고 검색의 대상이 되는 이미지들을 입력한다. 입력한 영상은 ART2 알고리즘을 이용하여 영상의 특

징을 분할한다. 마지막으로 사용자가 선택한 키워드와 분할된 모든 특징과의 거리를 계산한다. 계산된 거리가 임계치보다 가까운 모든 영상을 검색한다. 그림 6은 제안된 내용 기반 이미지 검색 과정이다.

VI. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안된 방법을 Intel Pentium-IV 3.0GHz CPU와 2GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 VC++ 6.0을 구현하여 실험하였다. 실험에 적용된 영상은 크기가 일정하지 않은 100장의 이미지를 획득하여 실험하였다. 이 중에서 20장은 ART2 알고리즘의 학습에 적용하였으며 80장은 인식 테스트에 적용하였다.

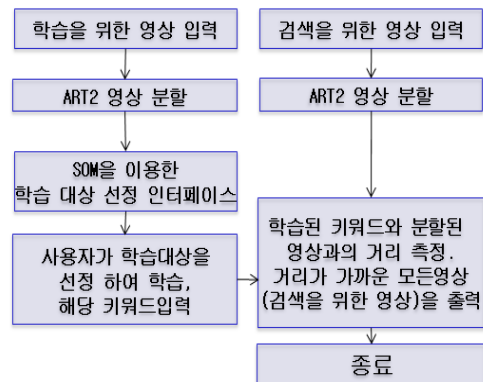


그림 6. 제안된 내용 기반 이미지 검색 과정
Fig. 6 Process of the proposed content-based image retrieval method

그림 7은 키워드를 “풀”로 하여 검색한 결과이다. 그림 7에서 알 수 있듯이 “풀”이 포함되는 이미지들이 검색되었음을 확인할 수 있다. 그림 8은 키워드를 “물”로 하여 검색한 결과이다. 그림 8에서 알 수 있듯이 “물”이 포함되는 이미지들이 검색 되었음을 확인할 수 있다. 그러나 제안된 내용 기반 이미지 검색 방법은 색상 정보만을 이용하여 검색하기 때문에 4배 정도의 잡음이 포함되는 문제점이 있었다. 그림 9는 제안된 검색 방법으로 검색했을 때 잘못된 경우이다.



그림 7. 키워드 '풀'로 검색한 결과
Fig. 7 Image retrieval results by keyword 'grass'

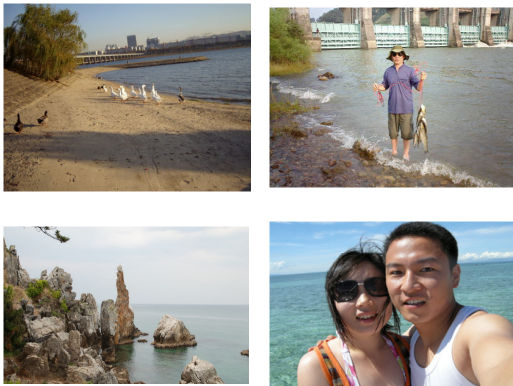


그림 8. 키워드 '물'로 검색한 결과
Fig. 8 Image retrieval results by keyword 'water'



(a) '풀'에 대한 검색결과(Retrieved image by keyword 'grass')
(b) '노을'에 대한 검색결과(Retrieved image by 'sunset')

그림 9. 검색에 실패한 경우
Fig. 9 Incorrectly retrieved images

VII. 결 론

본 논문에서는 HSI 칼라 공간과 신경망 기법을 이용한 내용 기반 이미지 검색 방법을 제안하였다. 원 영상을 ART2 알고리즘을 적용하여 영상의 특징을 분할하였다. 그리고 SOM을 이용하여 사용자에게 학습 대상을 선정하는 방법을 제안하였다. 사용자는 학습 대상을 선정하여 키워드를 입력하도록 하였다. 학습 대상으로 선정된 대표객체는 지도 학습으로 변형한 ART2 알고리즘을 적용하여 학습하였다. 그리고 검색하고자하는 영상들을 ART2 알고리즘에 적용하여 영상의 특징을 분할하였다. 그리고 사용자가 선택한 키워드와 분할된 모든 특징과의 거리를 계산한 후에 계산된 거리가 임계치보다 가까운 모든 영상을 검색하였다.

향후 연구 과제는 색상 정보뿐만 아니라 영상의 형태학적 정보도 이용하여 검색의 정확성을 높일 수 있도록 개선할 것이다.

참고 문헌

- [1] Arnold, W. M. S., Marcel W., Simone S., Amarnath G., and Ramesh J., "Content-based image retrieval at the end of the early years", IEEE Transactions of Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.

- 22, No. 12,, pp.1349-1380, 2000.
- [2] Howard E. Burdick, Digital Imaging Theory and Applications, McGraw-Hill, New York, 1997.
- [3] Carpenter and Grossberg, "ART2: Stable Self-organization of Pattern Recognition codes for Analog Input Pattern", Applied Optics, Vol. 26, pp.4919-4930, 1987.
- [4] James R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, John Wiley & Sons, New York, 1997.
- [5] J. Rogers, Object-Oriented Neural Networks in C++, Academic Press, Inc. 1997.
- [6] Kim B. K, and Abhijit S. P., "Color Image Vector Quantization Using an Enhanced Self-Organizing Neural Network", Lecture Notes in Computer Science, LNCS 3314, Springer, pp.1121-1126, 2004.

저자 소개



김광백(Kwang-baek Kim)

1999년 부산대학교 전자계산학과
(이학박사)
1997년~현재 : 신라대학교 컴퓨터
정보공학부 교수

한국멀티미디어학회 학술이사 및 논문지 편집분과위원장

※ 주관심분야 : Image Processing, Fuzzy Logic,
Neural Networks, Medical Imaging and Biomedical
System, Support Vector Machines



우영운(Young-woon Woo)

1991년 8월 연세대학교 본대학원
전자공학과(공학석사)
1997년 8월 연세대학교 본대학원
전자공학과(공학박사)

동의대학교 멀티미디어공학과 교수

※ 주관심분야 : 지능시스템, 패턴인식, 퍼지이론, 의
료정보