

관심 영역을 고려한 색 양자화 방법

백 두 원*, 임 헌 규**, 이 지 수***, 강 정 구**

Color Quantization Scheme Considering Interesting Area of Image

DooWon Paik*, HunGyu Lim**, Jeesu Lee***, Jung Ku Kang**

요 약

색 양자화는 많은 수의 색으로 표현된 이미지를 최대한 유사하게 표현 할 수 있는 더 적은 수의 대표색을 찾는 문제이다. 색 양자화를 할 때, 원본 이미지의 어느 색을 보존시킬지를 결정하는 것은 결과 이미지의 품질과 직결된 중요한 문제이다. 본 연구에서는 일반적으로 이미지는 관심 영역과 비 관심영역으로 구분 된다는 점에 착안하여 이미지에서 관심 영역의 색을 더 많이 보존 시키는 양자화 방법을 제안한다. 본 연구에서는 이미지의 관심 영역에 대한 정보를 특정 주파수 대역의 범위로 입력 받아 해당 주파수 대역에 포함되는 부분을 이미지 공간에서 찾는 과정과 찾아낸 영역의 색을 더 많이 보존시켜 대표색을 구하는 과정으로 구성되는 색 양자화 방법을 제시한다. 관심 영역을 찾는 방법의 정확도를 실험을 통해 평가하였으며 본 논문이 제시하는 컬러 양자화 기법의 품질을 다른 방법의 품질과 비교하여 평가하였다

Abstract

The process of selecting a small number of representative colors from an image of higher color resolutino is called color image quantization. In a color quantization process, it is very important to determine what colors should be preserve and the others not. In our study, by the idea of an image can be divided into interesting area and uninteresting area, we propose a color quantization method that preserves more colors in the interesting area of an image. We evaluated correctness of extracting interesting area and compared the quality of our method with the others.

▶ Keyword : Color Quantization, Interesting areas, 색 양자화, 관심 영역

• 제1저자 : 백두원

• 접수일 : 2007.11.6, 심사일 : 2007.11.27, 심사완료일 : 2007.12.18.

* 숭실대학교 미디어학부 교수, ** 숭실대학교 미디어학과 석사과정

*** 숭실대학교 미디어학과 재학 중으로 엠텍비전(주)제직

I. 서론

색 양자화는 주로 많은 색으로 표현된 이미지를 그보다 적은 색밖에 표현 할 수 없는 그래픽 디바이스에서 디스플레이 하기 위해 사용되며, 실제적으로 트루컬러를 표현 할 수 없는 디바이스가 많이 사용되던 과거에 큰 중요성을 가졌다. 최근 수년간 디스플레이 장치의 가격이 저렴해지고 대부분의 PC에서는 트루 컬러를 지원하는 그래픽 장치를 사용하기 때문에 색 양자화 문제는 과거에 비해 그 중요성이 많이 감소하였다. 하지만 여전히 TV의 OSD나 포터블 그래픽 장치, 기타 저가형 그래픽 장치에서는 색 양자화가 중요한 문제이며, 일반적으로 사용되고 있는 24bit 그래픽 장치에서 24bit 이상의 컬러를 갖는 이미지를 보여주기 위해서도 좋은 색 양자화 기법이 필요하다. 또한 색 양자화를 통해 이미지가 소요하는 메모리의 크기를 줄일 수 있기 때문에 많은 네트워크, 방송 시스템에서 데이터 유동에 필요한 부담을 덜 수 있다[1].

원본 이미지의 한 개 이상의 색은 색 양자화를 통해 대표 색 한 개로 매핑되며 따라서 각 대표색은 평균적으로 N/K 개의 원본 이미지에서의 색들을 대표하게 된다. 이때, 각 대표 색들이 대표할 원본 이미지의 색들을 선택하는 기준은 색 양자화를 통해 재현되는 이미지의 품질에 영향을 미치는 중요한 요인이다.

본 연구에서는, 이미지는 관심 영역과 비 관심 영역으로 구분된다는 점에 착안하여 관심 영역에 더 많은 색을 할당하는 양자화 방법을 제안한다. 이를 위한 본 연구의 방법은 이미지의 중요한 부분에 대한 정보를 사용자로부터 특정 주파수 대역의 범위로 입력 받고, 해당 영역을 이미지 공간 내에서 찾는 과정과 찾은 영역의 색을 더 많이 보존 시켜 대표색을 결정하는 과정으로 구성된다.

이미지의 관심영역에 대한 정보를 주파수 대역으로 표현함으로써 관심영역에 대한 정보가 간결해 질 수 있다. 사용자가 주파수 대역을 쉽게 찾을 수 있도록 돕는 인터페이스 등을 개발한다면 더 쉬운 관심영역의 입력이 가능할 것이다. 또한 ANN(Artificial Neural Network)등을 활용 하여 관심 영역을 찾는 시스템을 개발 할 경우에도 관심 영역을 주파수 대역으로 표현하는 것이 관심 영역을 이미지 공간에서의 선택하도록 하는 것에 비해 유리한 측면이 있을 것으로 예상된다.

주어진 입력으로부터 관심 영역을 찾은 후에는 찾은 영역에 속하는 색을 더 많이 보존 시켜 대표색을 결정하는 과정이 필요하다. 이 과정에서는 이미지상의 모든 색상을 색 공간상으로 옮긴 후, 관심 영역 부분의 색에 더 많은 가중치를 두고

색 공간상에서 클러스터링 기법을 적용함으로써 대표색을 구할 수 있다. 여러 클러스터링 기법이 사용 가능 하지만 본 연구에서는 K-mean 클러스터링 기법을 사용하였다. 그림1은 본 연구가 제안하는 관심 영역을 고려하는 색 양자화 기법의 전체적인 흐름을 나타낸다.

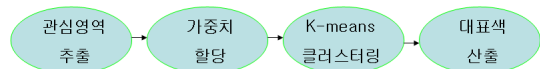


그림 1. 제안된 색 양자화 기법의 전체 흐름도
Fig 1. Overall Process of Quantization.

II. 관련 연구 및 제안방법

2.1 관련연구

Heckbert는 각 대표색마다 동일한 개수의 원본 이미지의 색들을 대표 하도록 하는 Median-Cut 알고리즘을 제안했다[2]. Median-Cut 알고리즘은 원본 이미지의 모든 색을 색 공간에 배치시킨 후, 색 공간을 반복적으로 같은 개수의 색이 포함되는 두 개의 공간으로 분할하여, 최종적으로 같은 개수의 색이 포함되어 있는 K개의 공간을 만든 방법이다. 이 방법은 각 대표색들이 동일한 개수의 원본 이미지의 색상을 대표하게 하는 기본으로 색 양자화하는 방법이지만, 반드시 각 대표색이 동일한 개수의 원본 이미지의 색을 대표하게 하는 것이 좋은 결과를 갖는다고 할 수 없다.

Kuk-Jin Yoon은 이미지 공간에서 주변 픽셀과의 색 차이가 적은 색일수록 더 많은 가중치를 주는 색 양자화 방법을 제안했다[3]. 이 방법은 기본적으로 인간의 눈이 색상 차이가 적은 부분에 민감하다는 가정을 바탕으로 한다. 하지만 인간의 눈이 무조건 색상 차이가 적다고 민감한 것이 아니며, 색상 차이가 많은 부분이 중요한 부분인 이미지에서는 이 방법은 좋은 결과를 주지 못한다.

Oleg Verevka등은 대표색이 대표하는 색들과 대표색 간의 색 공간상에서의 거리의 총 합이 최소화 되도록 하는 방법을 제안하였다[4]. 이 방법 속도와 품질 측면에서 좋은 결과를 갖지만 인간의 시각적 특성이 고려되지 않은 방법이다.

2.3 제안방법

2.3.1 이미지의 일반적 특성

일반적으로 이미지에 포함된 모든 부분이 중요한 의미를 담고 있는 것은 아니다. 그림2는 각각 다른 관심 영역을 갖는

이미지들의 예이다. 그림2에서 왼쪽 이미지는 사람 뒤에 있는 맛있는 배경 보다는 가운데 있는 사람이 관심 영역이며, 가운데 이미지에서도 마찬가지로 배경보다는 사람이 관심 영역이다. 오른쪽 이미지는 은행나무 잎이 관심 영역이다.

이와 같이, 사람에게 관심이 되는 영역과 관심이 되지 않는 영역으로 구분할 수 있는 이미지의 경우, 관심 영역에 더 많은 색을 할당해 색 양자화를 하고자 하는 것이 본 연구의 착안점이다.



그림 2. 관심영역이 다른 이미지들
Fig 2. Images having different interesting area

2.3.2 관심 영역의 표현

본 연구에서는 이미지의 관심 영역이 입력으로 주어진다고 가정하며, 이미지가 주어졌을 때 자동으로 관심 영역을 찾는 시스템은 본 연구에 범위에 포함되지 않는다. 관심영역을 표현하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 기본적으로 이미지 공간 상에서 영역을 직접 표현 하는 방법이 있으나, 이는 사용자로부터 입력을 받기 까다로울 뿐 아니라 정보가 복잡하다. 이미지의 관심영역에 대한 정보가 주파수 대역으로 표현됨으로써 관심 영역에 대한 정보가 간결해 질 수 있다. 사용자가 주파수 대역을 쉽게 찾을 수 있도록 돕는 인터페이스의 개발 등이 선행된다면 더 쉬운 관심 영역 입력 방법으로도 사용이 가능할 것이다. 또한 ANN(Artificial Neural Network) 등을 활용하여 관심 영역을 찾는 시스템을 개발 할 경우에도 관심 영역을 주파수 대역으로 표현하는 것이 관심영역을 이미지 공간에서의 선택하도록 하는 것에 비해 유리한 측면이 있을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 관심 영역을 주파수 대역으로 표현하는 방법을 사용하였다.

본 연구에서는 관심영역을 주파수 대역으로 표현하는 것이 가능한지 확인하기 위하여 다양한 이미지를 대상으로 다음의 실험을 진행하였다.

1. 이미지 전체를 DCT 한다.
2. 생성된 DCT 계수들 중에서 특정 주파수 대역의 계수들을 제외한 계수를 0으로 둔다.
3. 변경된 DCT 계수들을 IDCT를 하여 이미지 A를 얻는다.

4. DC값만을 IDCT하여 이미지 B를 얻는다.
5. 이미지 A의 각각의 픽셀에서 이미지 B의 픽셀값을 빼 특정 임계치 보다 큰 경우 관심영역으로, 작은 경우 비 관심영역으로 결정한다.

보존할 주파수 영역 및 임계치의 값을 계속 변화시키며 위 과정을 반복하여 이미지의 관심영역이 특정 주파수 대역으로 표현 가능한지 확인 하였다. 그림3은 그 결과이다.



(a) 원본이미지 (b) 관심영역

그림 3. 관심영역 추출결과
Fig 3. Result of interest area extraction

2.3.3 관심 영역의 추출

본 연구에서는 관심영역의 주파수 대역으로부터 관심 영역을 추출해내기 위해서 Discrete Cosine Transform(DCT)를 이용한다. DCT는 이미지 도메인을 주파수 도메인으로 변경시킬 수 있는 푸리에 변환의 일종으로 연산에 실수만을 사용하기 때문에 컴퓨터를 이용한 연산에서 널리 사용되고 있다. DCT의 식은 다음과 같다[5].

$$C(u,v) = \alpha(u)\alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos\left[\frac{\pi(2x+1)u}{2N}\right] \cos\left[\frac{\pi(2y+1)v}{2N}\right]$$

여기서 N은 DCT하고자 하는 이미지의 한 변의 길이이며, u, v는 0,1,...,N-1까지의 인덱스이고, f(x,y)는 x, y좌표에서의 픽셀 값이다. 위의 과정을 통해 흰색 부분이 관심영역을 의미하는 그림3의 관심영역 이미지를 얻을 수 있다.

2.3.4 관심 영역의 추출

관심영역에 해당하는 부분의 색상을 더 많은 색으로 표현하기 위하여 해당 영역의 색들에 가중치를 부여하여 클러스터링 기법을 상용할 수 있다. 본 연구에서는 극단적으로 관심 영역의 부분의 색들만을 이용하여 색 양자화 하기 위해, 관심 영역 내부의 색상은 1의 가중치를, 이외의 부분에는 0의 가중치를 두었다. 이는 제안된 방법으로 관심영역을 추출 할 경우 실제 관심 영역보다 다소 외곽까지 관심 영역의 범위에 포함되어 비 관심 영역의 색을 포함하지 않더라도 어느 정도 자연스러운 색상 선택이 가능하기 때문이다.

2.3.5 K-means 클러스터링

많은 수의 색상을 더 적은 K개의 색상으로 결정하는 문제는 일종의 벡터 양자화 문제이다. 이 문제는 NP-Complete 한 문제로 증명되었으며 따라서 휴리스틱 접근법이 이용되고 있다. 전통적인 클러스터링 방법인 K-means를 비롯하여 Local K-means, Fuzzy c-means 등 다양한 방법이 사용 가능하지만, 본 연구에서는 K-means 방법을 사용한다.

K-means는 클러스터링 하고자 하는 개수의 클러스터 센터를 임의로 데이터 셋이 있는 공간에 배치 한 후, 각각의 데이터 별로 가장 가까운 클러스터를 선택하여 최종적으로 클러스터 센터를 선택한 데이터들의 중심으로 이동시키는 방법이다. 이 방법에서 각각의 데이터 별로 가까운 클러스터 센터를 선택하기 위해서는 색 공간에서의 거리를 계산하여야 하는데, RGB색 공간에서의 유클리디안 거리는 인간이 시각적으로 느끼는 색 간의 거리와 차이가 있다. 따라서 색 공간에서의 유클리디안 거리가 시각적 거리와 유사한 Lab 컬러스페이스 등을 사용하는 것이 더 좋은 결과를 줄 수 있다. 하지만 실제 대부분의 색 양자화 방법이 속도 등을 이유로 RGB 공간에서 색 양자화를 진행하기 때문에 품질 비교를 위해 본 연구에서도 RGB공간을 이용한다. K-means는 기본적으로 다음의 J를 최소화하고자 하는 방법이다[3].

$$J = \sum_{i=1}^K \sum_{C \in S_i} W(C) \|C - \overline{C_{S_i}}\|^2$$

여기서 K 는 양자화 하고자 하는 색상의 개수, C 는 한 개의 색상, S_i 는 각 클러스터이며, $\overline{C_{S_i}}$ 는 클러스터 센터이다. $W(C)$ 는 색 C 의 가중치이다. K-means 클러스터링의 단계는 다음과 같다.

1. K의 개수 결정
2. K개의 초기 클러스터 센터들의 위치를 임의의 색상 위치에 지정

3. 각각의 색상 별로 가장 가까운 클러스터 센터를 찾음
4. 클러스터 센터를 선택한 색상들의 위치 평균으로 클러스터 센터를 옮김
5. 클러스터 센터의 변화가 없을 때까지 3,4 과정을 반복

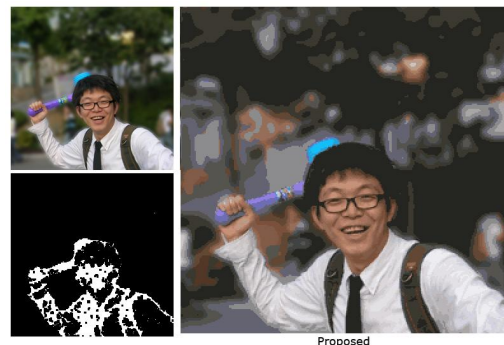
위 과정을 통해 결정된 K개의 클러스터 센터들의 색 공간 상 위치가 바로 색 양자화의 결과인 대표색들이다.

III. 실험

본 논문에서는 제안방법의 효용성을 검증하기 위해 양질의 양자화 된 이미지를 형성하는 것으로 알려진 Local K-means 방법을 사용한 결과이미지와 제안방법을 사용한 결과이미지를 비교하였다. 그림4의 결과로부터 제안방법의 결과이미지가 Local-K-means 방법을 사용한 결과이미지보다 관심영역, 즉 사람의 얼굴부분이 더 많은 수의 색으로 양자화 되어 선명하게 보이는 것을 알 수 있다.



(a) Local K-means



(b) 제안방법

그림 4. 제안방법과 Local K-means방법의 결과이미지

Fig 4. Result images of proposed method and Local K-means method

IV. 결론

본 연구에서는 이미지에 관심 영역과 비 관심 영역이 있다는 점에 착안하여 관심 영역에 더 많은 색을 할당하는 색 양자화 기법을 제안하였다. 본 방법은 주파수 영역 대역으로 관심 영역에 대한 정보를 입력 받으며, 이미지의 주파수 영역 변환을 통해 관심 영역을 추출한다. 이렇게 추출한 관심 영역부분의 색을 이용해 색 양자화 함으로써 결과적으로 관심 영역부분에 많은 색이 할당된다.

3장에서의 결과에서 볼 수 있듯, 본 방법은 관심 부분이 더 섬세하게 표현되는 특성을 갖는다. 따라서 관심 영역과 비 관심 영역이 명확히 구분되고 관심 영역이 특히 중요한 정보를 담고 있는 이미지 일 경우, 본 방법의 사용이 좋은 결과를 줄 수 있다.

[참고문헌]

- [1] Xiaolin Wu, "Color Quantization by Dynamic Programming and Principal Analysis", ACM Transactions on Graphics, Vol. 11, No.4, October 1992, Pages 348-372.
- [2] Heckbert, P. "Color Image Quantization for Frame Buffer Display", Computer Graphics, Vol 16(3), pp. 297-303, 1982.
- [3] Kuk-Jin Yoon, In-so Kweon, "Color image segmentation considering of human sensitivity for color pattern variations", Intelligent Robots and Computer Vision XX: Algorithms, Techniques, and Active Vision, 2001.
- [4] Oleg A. Verevka and John W. Buchanan, "Local K-means Algorithm"
- [5] Syed Ali Khayam, "The Discrete Cosine Transform(DCT): Theory and Application1", ECE 802 - 602: Information Theory and Coding Seminar1, 2003
- [6] Gu Erdan, "Perceptually Based Approach to Color Quantization", Proceedings of SPIE -- Volume 4552, 2001

- [7] J.Puzicha, M. Held, J. Ketterer, J. M. Buhmann, and D. Fellner, "On Spatial Quantization of Color Images". Technical Resprt IAI-TR-98-1, University of Bonn, 1998

저 자 소 개



백 두 원

서울대학교 수학과 (학사)

Univ. of Minnesota 전산학과 석사

Univ. of Minnesota 전산학과 박사

현재 숭실대학교 정보과학대학 미디어학과 교수



임 현 규

2006년 : 숭실대학교 미디어학부 (학사)

2006년~현재 : 숭실대학교 일반대학원 미디어학과 석사과정



이 지 수

숭실대학교 미디어학과 재학중으로 엠택비전 (주)재직



강 정 구

2006년 : 숭실대학교 미디어학부 (학사)

2006년~현재 : 숭실대학교 일반대학원 미디어학과 석사과정