비모수적 클러스터링을 이용한 의상 색상 유사도#

주형돈*, 홍 민*, 조위덕**. 최유주***##

*순천향대학교 컴퓨터학부
**아주대학교 유비쿼터스컴퓨팅센터
***서울벤처정보대학원대학교 컴퓨터응용기술학과

Color Similarity for Clothes using Non-Parametric Clustering

Hyungdon Ju*, Min Hong*, We-Duke Cho**, Yoo-Joo Choi***

*Division of Computer Science and Engineering, Soonchunhyang University
**Center of Excellence for Ubiquitous System, Ajou University
***Dept. of Computer Science and Application, Seoul University Of Venture & Information

요 약

본 논문은 비모수적 클러스터링 기법을 이용하여 다양한 조명에 노출된 의상들의 색상 유사성을 안정적으로 판단하는 방법을 제안한다. 색상 유사성 판별을 위하여 기존에 대표적으로 사용되어왔던 히스토그램 인터섹션이나 누적 히스토그램 방법은 조명 변화에 민감하게 반응하여, 동일한 의상 색상이라 할지라도 서로 다른 조명환경에서는 서로 상이한 색상 판별 결과를 나타낸다. 본 논문에서는 조명에 의한 영향을 줄이고, 색상 자체의 분포 특성을 분석하기 위하여 조명조건의 변화에도 일관된 특성을 유지하는 색도와 채도 컬러 성분에 대한 분포 특성을 비모수적 클러스터링 기법을 적용하여 분석한다. 실험 결과 제안기법은 동일한 의상 쌍과 상이한 의상 쌍에 대하여 구분을 지을 수 있는 양자화의 특성이 뚜렷하게 표현되었다.

1. 서론

동일한 관찰자가 서로 다른 위치에 설치된 두 카메라에 의해 비춰지는데 한 카메라는 실내에서 다른 카메라는 실외의 위치에서 촬영되고 있다고 하면, 실내에 설치된 카메라는 실내조명에 의해 영향을 받게 되고, 실외에 설치된 카메라는 실외조명 또는 태양의 영향을 받게 되어 얻어진 두 이미지의 의상 색상은 많은 차이가 생기게 된다.

영상의 색상 기반 유사성을 비교하는 대표적인 알고리즘으로 히스토그램 인터섹션 기법[1]이나 누적 히스토그램[2] 등을 들 수 있는 데, 이러한 기법들은 촬영 방향과 조명이 일정하다면 유사성 판별 성공률이 높은 반면, 조명에 변화가 생기게 되면 색상에 큰

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임.

교신저자, E-mail : yjchoi@suv.ac.kr

변화가 생기게 되어 유사도를 판별하는데 어려움을 겪게 된다. 이에 본 논문에서는 조명 변화에 대해서도 안정적으로 색상 유사도를 측정할 수 있도록 하기 위하여 색도와 채도의 2차원 공간상에서 비모수적 클러스터링 기법을 적용한 색상 유사도 정의 기법을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 대표적인 기존 색상 유사성 판별 기법을 소개하고, 기존 기법의 문제점을 지적한다. 3절에서는 2차원 색상 공간을 기반으로 LBG 알고리즘을 적용하는 본 논문에서 제안한 색상 유사성 판별 기법에 대하여 설명하고, 4절에서는 12벌의 실험영상에 대하여 제안 기법과 기존 기법들을 적용하여 그 결과를 비교/분석한다. 5절에서 논문의 결론과 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

2. 기존 색상 유사성 판별 기법

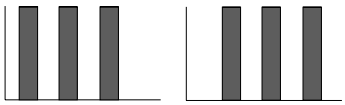
이미지들의 색상 비교 연구는 꾸준히 연구되어, 최근 몇 년간 색상 동시 발생 히스토그램이나 색상 코렐로그램, 색상 구조 히스토그램 등의 방법들이 고안되어졌다[5-6]. 하지만 이 방법들은 요구되는 계산량이 많아 실시간 처리에 어려움이 있기 때문에, 실시간 처리나 다량의 영상 데이터 처리를 위해서는 1차원적 색상 히스토그램을 기반으로 한 방법이 사용되어지고 있다. 색상 히스토그램을 기반으로 하는 대표적인 기법으로 식(1)로 표현되어지는 히스토그램 인터섹션이 있다.

$$H(I, M) = \frac{\sum_{j=1}^{m} \min(I_j, M_j)}{\sum_{j=1}^{n} M_j} \quad (1)$$

여기서 I, M은 m등급으로 구분된 각각의 색상 히스토그램을 의미하며 j는 히스토그램의 구성 빈(bin)을 의미한다. 두 이미지의 사이즈가 틀린 경우에는 히스토그램의 도수분포가 비슷하다고 하더라도 다른 개체수로 인해 차이가 커지기 때문에, 이를 보완하기위하여 변형 히스토그램 인터섹션 방법[3]이 소개되었다. 변형 히스토그램 인터섹션 방법은 두 이미지의 사이즈가 서로 틀린 경우를 위하여 히스토그램 정규화를 시킨 후에 비교하는 방법으로 식(2)로 표현되어진다.

$$SH(H_{query}, H_{ROI}) = \sum_{j=1}^{n} \min\left(\frac{H_{query^j}}{S_{query}}, \frac{H_{ROI^j}}{S_{ROI}}\right) \quad (2)$$

여기서 H_{query}, H_{ROI}는 쿼리 영상과 검색 영상의 관심영역(Region Of Interest)에 대한 색상 히스토그램을 의미하며, S_{query}와 S_{ROI}는 각 영상영역의 크기, 즉 전체 화소수를 의미한다. 히스토그램 기반 분석 방법이 가지는 단점을 일부 보완한 변형 히스토그램 인터섹션 방법이지만 기존의 히스토그램이 가지는 아래와 같은 취약점을 완전히 해결하지는 못한다.



[그림 1] 유사 색상 영상의 색상 히스토그램 비교

[그림 1]과 같이 히스토그램은 두 결과가 많이 다르게 나오지만 실질적으로는 두 이미지는 매우 유사한 이미지이고 단지 조명 조건의 변화로 약간의 영상강도에 변화가 생긴 경우이다. 하지만 히스토그램 인터섹션기법에서는 두 이미지를 완전히 서로 다른 이미지로 판단하게 된다.

3. 제안 방법

3.1 색상 공간 정의

HSV 컬러 모델의 색상 성분은 RGB 컬러모델로부터 식(3)에 의해 변환 될 수 있고, 밝기나 채도변화에 상관없이 고유의 색상값을 나타낸다.

$$H = \begin{pmatrix} \theta & \text{if} \quad B \le G \\ 360 - \theta & \text{if} \quad B < G \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{[(R-G)^2+(R-B)(G-B)]^{\frac{1}{2}}}\right)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R,G,B)]$$

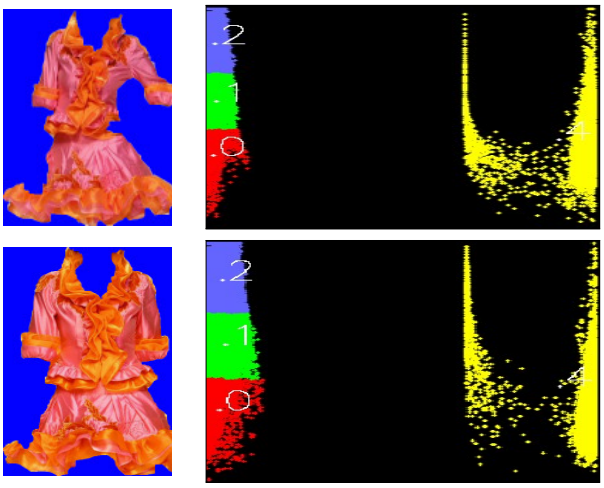
$$V = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

RGB 컬러 모델로부터 변환된 색상 및 채도값을 x축을 색상(H), y축을 채도(S)로 표현되는 H-S 2차원 색상 공간에 표현한다.

3.2 비모수적 클러스터링 기반 색상 특성 정의

H-S 2차원 공간에 표현된 (H, S) 좌표점들에 대하여 비모수적 클러스터링을 수행함으로써, 분포 특성을 표현하게 된다. 비모수적 클러스터링이란 주어진 데이터에 대한 어떠한 가정도 하지 않고 정해진 수의 클러스터들로 데이터를 나누는 방법을 의미한다. 가장 많이 쓰이는 비모수적 클러스터링 방법에는

K-means 알고리즘이 있는데 임의 k개의 초기값에서부터 추정-최대화 과정을 반복시켜서 수렴된 중심값을 찾는다[4]. 임의로 주어지는 초기값에 따라 최종으로 결정되는 클러스터의 결과가 달라 질 수 있으며 속도가 느리다. 이에 반해 속도가 빠른 비균일 이진 분할법은 계층적 클러스터링 방법으로 순환적으로 데이터 집합을 클러스터와 부클러스터로 나누는 방법으로서 부분 최적화 방법이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 K-means와 이진 분리 기법을 결합하여 개선되어진 LBG 알고리즘[4]를 적용하여 H-S 2차원 공간상의 색상 분포를 표현한다. 이 방법은 초기중심에 민감한 K-means의 단점을 극복하고 안정적인 결과를 얻을 수 있다.

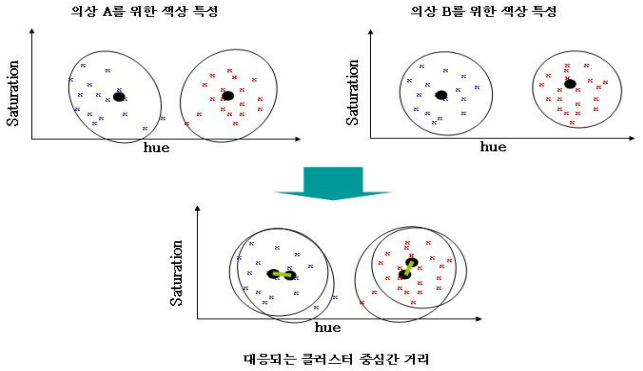


[그림 2] LBG 알고리즘으로 비모수적 클러스터링 된 H-S공간 분포도

[그림 2]은 H-S의 분포도를 4개의 중심점으로 만들어 판단한 클러스터링 결과를 빨강, 초록, 파랑, 노랑 색상으로 표시하고, 각 클러스터의 중심점을 클러스터의 번호와 함께 표현한 결과를 나타내고 있다.

3.3 색상 특성 기반 유사성 판별 방법

본 논문에서 제안하는 방법은 LGB 알고리즘을 적용하여 구한 클러스터들의 중점들끼리의 최소 거리의 합을 누적 계산하여 거리의 합이 적을수록 두 이미지의 색상 유사성이 높다고 판단한다. 먼저 기준이 되는 이미지에서 구한 클러스터의 중점에서 비교될 다른 이미지의 클러스터 중점들 중 가장 가까운 중점을 찾아 거리를 계산하고, 이러한 방법으로 모든 클러스터의 중점들에서 비교될 이미지의 클러스터 중점에서 아직 사용되지 않은 중점들 중에서 가장 가까운 거리에 존재하는 점만을 사용하여 계속 누적한다. [그림 3]은 두 영상에 대한 대응 색상 클러스터 및 클러스터간 거리의 의미를 표현하고 있다. 클러스터 거리는 클러스터 중심간 녹색의 라인으로 표현하고 있다.



[그림 3] 대응 색상 클러스터 및 클러스터간 거리

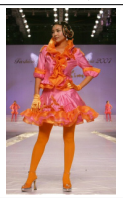
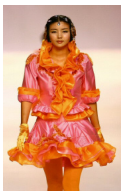
4. 구현 및 실험 결과

본 논문에서 사용된 이미지는 인터넷에 존재하는 동일의상을 입고 촬영된 이미지로 사이즈와 촬영 각도가 전부 틀리다. 또한 의상부위에 대한 색상 분포만을 분석하기 위해 배경부분은 색상 분포에 포함시키지 않았다. 히스토그램 인터섹션 기반 기법들은 1에 가까운 값일수록 색상 유사성이 높은 것을 의미하고, 누적 히스토그램 기반 기법일 경우 각 빈의 차이가 적을수록 유사성이 높기 때문에 0에 가까운 값이 나올수록 색상 유사성이 높은 것으로 해석한다. 제안 방법은 값이 적을수록 색상 유사성이 높은 것으로 해석한다.

	검은미니	노란드레스	반짝이드레스
이미지1			
이미지2			
히스토그램 인터섹션	H : 0.363 S : 0.378 A : 0.370	H : 0.679 S : 0.791 A : 0.735	H : 0.623 S : 0.710 A : 0.666
개선된 히스토그램 인터섹션	H : 0.408 S : 0.421 A : 0.415	H : 0.698 S : 0.818 A : 0.758	H : 0.695 S : 0.807 A : 0.751
제안기법	A : 45.302	A : 32.353	A : 39.824

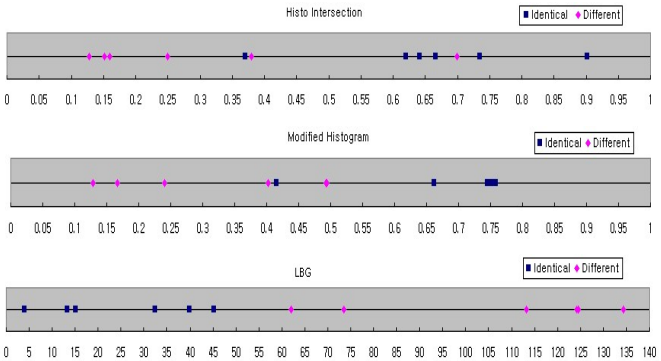
[그림 4] 유사 색상 판별 (1)

전혀 다른 장소와 다른 조명에서 촬영된 동일의상의 이미지를 기존 기법들과 제안 기법을 적용하여 [그림 4]-[그림 5]와 같이 색상 유사도를 계산하였다.

	여러 가지색	주홍드레스	초록
이미지1			
이미지2			
히스토그램 인터섹션	H : 0.572 S : 0.712 A : 0.642	H : 0.832 S : 0.972 A : 0.902	H : 0.629 S : 0.611 A : 0.620
개선된 히스토그램 인터섹션	H : 0.674 S : 0.817 A : 0.745	H : 0.643 S : 0.681 A : 0.662	H : 0.749 S : 0.745 A : 0.747
제안기법	A : 15.167	A : 4.031	A : 13.246

[그림 5] 유사 색상 판별 (2)

기존 기법들은 조명과 의상의 방향에 따라서 유사도 값이 눈에 띄게 변화하여 평균 0.5-0.7정도의 유사도인 50-70% 정도의 유사성을 보여준다. 제안 기법의 경우는 채도가 0인 무채색의 의상인 검은색에 가까운 의상의 비교시에 채도 공간에 대한 값이 제대로 비교되지 않아 높은 거리차를 보여주는 것이 관찰되었으나, 유채색의 의상일 경우는 동일 색상 의상의 비교시 판별값 35 미만의 값들로 계산되었다.



[그림 6] 알고리즘에 따른 색상 유사도 수치 분포

상이한 의상의 데이터는 검은미니1-노란드레스1, 노란드레스2-초록1, 여러가지색1-주홍드레스1 등 6쌍의 데이터를 생성하였다. 기존기법들과 제안기법을 적용하여 측정된 색상 유사도의 분포를 쉽게 확인하기 위해, [그림 6]과 같이 동일(Identical) 의상간 비교와 상이한(Different) 의상간의 비교로 구분하였다. 기존 알고리즘들은 색상을 비교하여도 정확한 분포가 존재하지 않고, 분포도가 넓게 퍼져있어 동일한 의상의 그룹으로 분류하기 위한 양자화가 어려웠으나 제안기법으로 구해진 유사도 값에 대하여는 분포 응집도(cohesion)가 높아져서 양자화가 유리하였다. 이는 의상 색상 유사도 판별을 위한 자동화 처리시 판별 성공률를 높일 수 있는 중요한 특성으로 분석되고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 다양한 조명의 변화와 촬영 방향이 변함에도 일관된 특성을 유지하는 색도와 채도를 이용하여 2차원 색상 공간을 기반으로 비모수적 클러스터링 기법을 적용하는 안정적인 색상 유사성 판별 기법을 제안하였다. 서로 다른 조명 환경에서 촬영된 다양한 색상의 의상으로 제안기법과 기존의 대표적인 기법들과의 비교 결과 제안기법이 더 높은 양자화를 보여주었다.

향후 본 제안 기법을 다중 카메라간 촬영 영상에 대해서 동일임을 판별할 수 있는 판단 방법의 한 척도로 의상 판별도를 활용하고자 한다.

참고문헌

[1] Markus Stricker , Markus Orengo, "Similarity of Color Images", Storage and Retrieval for Image and Video Databases (SPIE), pp. 381-392, 1995

[2] Michael J. Swain, "Color Indexing", International Journal of Computer Vision, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.

[3] 이형진, 박기태, 문영식, "컬러 인접성과 클러스터링 기법을 이용한 객체 기반 영상 검색", 한국정보처리학회 논문지 B, Vol. 12-B, No. 01, pp. 31-38, 2005,

[4] 한학용,"패턴인식 개론", 한빛미디어, 2005.

[5] 안명석, 조석제, "칼라 영역의 크기와 뭉침을 기술하는 칼라 동시발생 히스토그램을 이용한 영상검색", 한국정보처리학회 논문지 B, Vol. 13-B, No. 03, pp. 275-282, 2006. 6.

[6] 이형진, 박기태, 문영식, "컬러 인접성과 클러스터링 기법을 이용한 객체 기반 영상 검색", 한국정보처리학회 논문지 B, Vol. 12-B, No. 01, pp. 31-38, 2005