



자동 개인 사진 분류장치

Automatic Personal Photo Classification System

저자 (Authors)	한인구, 김형국 In-Gu Han, Hyoung-Gook Kim
출처 (Source)	정보 및 제어 논문집 , 2009.10, 105-106 (2 pages) INFORMATION AND CONTROL SYMPOSIUM , 2009.10, 105-106 (2 pages)
발행처 (Publisher)	대한전기학회 The Korean Institute of Electrical Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01394675
APA Style	한인구, 김형국 (2009). 자동 개인 사진 분류장치. 정보 및 제어 논문집, 105-106.
이용정보 (Accessed)	경기과학기술대학교 211.114.***.173 2018/10/10 14:45 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

자동 개인 사진 분류 장치

한 인 구, 김 형 국
전파공학과
광운대학교

Automatic Personal Photo Classification System

In-Gu Han, Hyoung-Gook Kim
Department of Wireless Communication Engineering
Kwangwoon University

Abstract - 본 논문은 사진의 영역을 분할하여 자동으로 개인 사진을 분류하는 장치를 제안한다. 제안된 장치는 입력되는 사진으로부터 color, texture 특징 정보를 추출하고 유사한 color 특징을 보이는 영역 별로 분리한다. 영역 별로 추출된 특징 값은 이진 분류 구조의 Support vector machines(SVM)을 단계별로 적용하여 해변, 하늘(그림 1), 산 또는 숲, 건축물(그림 2)로 일차 분류되고, 각 그룹 별 이차 분류를 수행하여 해변, 하늘, 산 또는 숲, 건축물 영역으로 분류된다. 실험 결과 4가지 클래스를 동시에 포함하고 있는 일반적인 사진의 경우 영역 분할된 사진이 영역 분할되지 않은 사진보다 우수한 분류 성공률을 나타내었다.

1. 서 론

최근 대용량 멀티미디어 데이터를 저장할 수 있는 저장매체들의 발달과 휴대폰, 디지털 카메라 등의 휴대용 멀티미디어 기기의 대중화로 인하여 개인이 소장 편집할 수 있는 사진 데이터의 양이 급격히 증가하고 있다. 이러한 현상은 개인이 보유하고 있는 방대한 사진 데이터베이스를 관리하여 효율적으로 사용하고자 하는 사용자의 요구와 맞물려 최근 사진을 자동으로 분류하는 연구가 진행되고 있다.

사진을 자동으로 분류하는 연구는 사진의 메타 데이터, 내용 정보나 사진의 파일명 또는 주석으로부터 특징 값을 추출하고 추출된 특징 값의 패턴을 인식하여 분류하는 방식으로 수행되고 있다. 패턴 인식 알고리즘으로는 K-nearest neighborhood (KNN) [1], Neural network [2], Gaussian mixture model (GMM) [3], SVM[4] 등이 널리 사용되고 있다. 사진의 메타 데이터나 주석을 분석하여 자동으로 사진을 분류 방법은 메타 데이터나 주석이 존재하지 않는 사진의 경우나 메타데이터와 주석이 일관적이지 않을 때 분류에 어려움이 발생한다.

본 논문에서는 모든 사진이 공통적으로 가지고 있는 내용 정보를 분석하여 자동으로 사진을 분류하는 장치를 제안한다. 제안된 장치는 입력되는 사진으로부터 추출되는 color와 texture 정보를 특징 값으로 사용하며 영역 분할을 수행하여 분할된 영역의 클래스를 분류한다. 이와 함께, 분류 알고리즘으로서 SVM을 단계별로 적용하여 각 영역의 클래스를 분류한다.

SVM은 기존의 패턴 인식 알고리즘에서 한 단계 발전된 형태로서 분리된 두 부류 사이의 여백을 최대화하여 새로운 데이터가 입력되었을 경우의 분류 성능을 극대화시키는 장점을 가지고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장 본문에서 전체적인 시스템의 구성도를 살펴보고, 특징 값 추출, 영역 분할, 사진 자동 분류 과정의 세부사항을 설명한다. 제 3장에서는 실험 결과를 분석 및 고찰하며 결론과 향후 연구방향은 제 4장에서 기술한다.

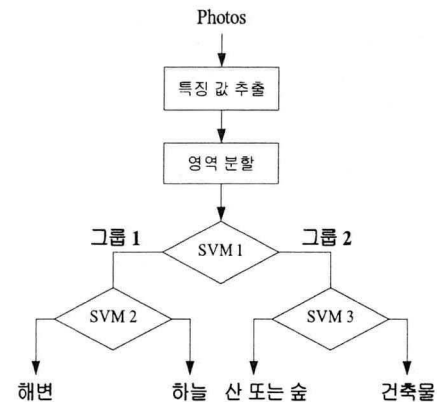
2. 본 론

2.1 전체적인 구성도

그림 1은 제안된 장치의 개인 사진 분류 구성도를 나타낸다. 입력되는 사진은 특징 값 추출 과정을 거쳐 color와 texture 특징 정보가 추출되고 유사한 color 특징을 보이는 영역 별로 분리된다. 영역 분할이 수행된 이후의 각 영역 color와 texture 특징 정보는 SVM 1 단계를 통해 해변, 하늘(그림 1)과 산 또는 숲, 건축물(그림 2)로 일차 분류된다. 그룹 1로 분류된 영역의 특징 정보는 SVM 2 단계를 거쳐 해변, 하늘 사진으로 분류되고 그룹 2의 영역의 특징 정보는 SVM 3 단계를 통해 산 또는 숲, 건축물 영역으로 분류된다.

2.2 특징 값 추출

본 논문에서는 사진의 내용정보로서 hue saturation value(HSV) 컬러공간에서의 10차의 컬러 히스토그램[5]과 12차의 texture 특징을 사용한다. 일반적인 red green blue(RGB) 컬러 공간의 경우 조명과 밝기 또는 명암의



〈그림 1〉 개인 사진 분류 구성도

변화에 민감하기 때문에 입력된 사진의 RGB 컬러공간을 HSV 컬러 공간으로 변환한 후 color 특징 값을 추출한다. Color 특징 값으로 사용되는 10차의 컬러 히스토그램은 saturation과 value 값에 따라 무채색인 검은색(B), 회색(G), 흰색(W)으로 hue 값에 따라 붉은색(R), 주황색(O), 노란색(Y), 녹색(G), 파란색(B), 하늘색(LB), 보라색(P)으로 구성된다.

Texture 특징 값 추출을 위한 gabor function[6]은 식(1)과 같이 정의된다.

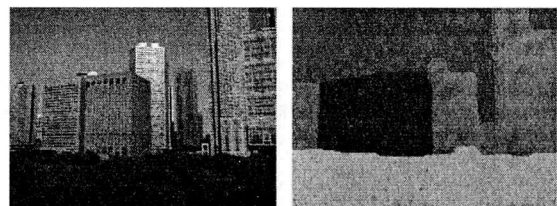
$$G(x, y) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \right) \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_{\theta_k}^2}{\sigma_x^2} + \frac{y_{\theta_k}^2}{\sigma_y^2} \right) \right] + 2\pi j W x_{\theta_k} \quad (1)$$

$$\text{where, } x_{\theta_k} = x \cos \theta_k + y \sin \theta_k, y_{\theta_k} = -x \sin \theta_k + y \cos \theta_k$$

식(1)의 σ_x, σ_y 는 표준 편차를 나타내며 θ_k 는 gabor filter의 orientation 개수를 의미한다. 제안된 장치에서는 2개의 특징 scale과 6개의 orientation에서 추출된 표준편차의 평균(μ)을 texture 특징 값으로 사용한다.

2.3 영역 분할

본 논문에서는 사진의 영역 분할[7, 8]을 위하여 color 특징 값을 사용한다. 일반적인 사진은 한 장의 사진 내에서도 여러 가지 클래스를 포함할 수 있기 때문에 영역을 분할하여 영역 별 클래스를 분류한다. 또한, 모든 세밀한 영역을 분할하기 보다는 사진 분류에 영향을 줄 수 있는 큰 영역으로 분할한다. 세밀한 영역 분할이 아닌 큰 영역으로 분할하기 위하여 특징 값 추출 과정에서 사용된 10개가 아닌 7개의 색으로 양자화 과정을 수행한다. 이와 함께, 양자화 과정으로는 모든 세세한 홀을 포함할 수 없기 때문에 5x5, 7x7, 9x9 마스크를 사용하여 최대 빈도를 갖는 색으로 세세한 홀을 병합한다. 그림 2는 입력사진과 영역 분할된 결과 이미지를 나타낸다.



(a) (b)
<그림 2> (a) 입력사진 (b) 영역 분할된 사진

영역 분할 과정을 거쳐 분리된 각 영역 별 color 특징 값은 다음의 식(2)과 같이 C_n 으로 표현되며, texture 특징 값 T_n 은 식(3)과 같이 정의된다. n 은 분할된 총 영역의 개수이다.

$$C_n = \{B_n, G_n, W_n, R_n, Y_n, O_n, G1_n, B1_n, LB_n, P_n\} \quad (2)$$

$$T_n = \{\mu_{00}, \mu_{01}, \dots, \mu_{10}, \mu_{11}\} \quad (3)$$

식(2)에서 B_n, G_n, W_n 등의 원소는 분할된 영역에서 각 color 의 분포를 나타내며 식(3)의 μ_{00}, μ_{01} 는 gabor filter를 통해 계산되는 표준편차의 평균을 의미한다.

2.4 사진 자동 분류

본 논문에서는 단계 별 구조의 SVM을 사용하여 입력되는 영역을 해변, 하늘, 산 또는 숲, 건축물로 분류한다. 추출된 각 영역별 특징 값은 SVM1 단계의 입력으로 사용되며 입력되는 사진의 특징 값(x_i)과 클래스 라벨($y_i \in \{1, -1\}$)은 다음의 식 (4), (5)과 같은 결정 공식을 통하여 입력되는 영역의 클래스를 결정한다.

$$f(x) = \text{sgn} \left(\sum_{i=1}^l \bar{a}_i y_i x_i + \bar{b} \right) \quad (4)$$

$$f(x) = \text{sgn} \left(\sum_{i=1}^l \bar{a}_i y_i K(x_i, x) + \bar{b} \right) \quad (5)$$

식(4), (5)에서 \bar{a}_i, \bar{b} 는 모델 형성 과정에서 생성된 결정 초평면의 기울기와 바이어스를 나타내고 x 는 분류하고자 하는 두 영역의 여백을 최대로 갖는 support vector를 의미한다. 입력되는 특징 값은 선형적으로 구분이 가능할 때 식 (4)을 통하여 클래스를 결정하고 선형적인 구분이 불가능한 경우 식(5)에서와 같이 커널함수($K(x_i, x)$)를 이용하여 클래스를 분류한다. 커널함수는 비선형적인 데이터의 차원을 증가시킴으로써 선형적인 분류가 가능하게 하는 역할을 한다. 제안된 장치에서는 일반적인 SVM에서 널리 사용하는 polynomial, radial basis function(RBF), sigmoid 커널 함수 중에서 전형적인 사진 분류 실험에서 가장 우수한 결과를 보인 polynomial 커널함수를 사용하며 식(6)과 같이 정의한다.

$$K(x_i, x) = (x_i \cdot x + 1)^d \quad (6)$$

식(6)의 d 는 polynomial 커널의 차수를 결정하며 제안된 장치에서 d 값은 3으로 사용하였다.

Color 특징 값을 입력으로 SVM 1 단계를 통하여 일차 분류된 해변, 하늘(그림 1) 영역은 texture 특징 값을 이용하여 해변, 하늘 영역으로 분류된다. 산 또는 숲, 건축물(그림 2) 영역은 color 특징 값을 이용하여 산 또는 숲, 건축물 영역으로 분류된다.

3. 실험 결과

본 논문에서는 자동 개인 사진 분류 장치의 결과를 성능을 검증하기 위하여 데이터 베이스 400장(해변, 하늘, 산 또는 숲, 건축물, 클래스 별 100장)을 대상으로 SVM 학습 알고리즘 기반의 모델을 생성하였다. 이와 함께, 영역 분할의 성능을 검증하기 위하여 해변, 하늘, 빌딩, 산의 4개의 클래스가 섞여 있는 일반적인 사진 250장을 대상으로 영역 분할 이전과 영역 분할 이후의 자동 사진 분류를 실시하여 실험 결과를 비교하였다.

<표 1> 영역 분할 이전

	영역 분할 이전
분류 성공률	71.20%

영역 분할 이전의 실험 결과는 4가지의 클래스가 혼합되어 있는 사진을 대상으로 진행된 실험이기 때문에 일반적인 사진의 클래스를 선정하기 위하여 5명의 실험 참가자가 동의한 대표 클래스를 기준으로 분류 성공률을 판단하였다.

실험 결과, 해변과 하늘 사진에서 오류의 빈도수가 잦았으며 이와 같은 현상은 하늘 사진의 경우 대부분의 사진에 하늘이 존재하고 구름이나 흐린 날의 하늘은 전형적인 하늘과 다르기 때문이다. 또한 해변 사진의 경우는 바다 이외의 영역을 포함하는 경우가 많고 바다의 색은 빛의 반사에 따라

다양하게 표현되기 때문에 오류가 많이 발생한다고 생각한다.

영역 분할 이후 사진을 분류하는 실험은 사진에서 분리된 각 영역을 대상으로 진행되었으며 실험 결과는 사진에서 가장 많은 영역을 차지하고 있는 3개의 영역에 대하여 5명의 실험 참가자가 사진에 판단한 클래스와 실험 결과를 비교하여 분류 성공률을 계산하였다. 3개 이외의 영역의 경우 전체적인 사진의 클래스 결정에 큰 영향을 미치지 못하는 작은 영역이 대부분이기 때문에 실험 결과 계산에서 제외시켰다.

<표 2> 영역 분할 이후

	해변	하늘	산, 숲	건축물	Total
분류 성공률	81%	89%	87%	83%	85%

표 1과 표 2 실험 결과를 비교해 보면 전체적으로 13-14%의 분류 성공률이 상승했다. 그 원인은 일반적인 사진에서 하나의 특징 값을 추출하면 다른 클래스와 겹침 현상이 발생하기 때문에 고유한 특징이 아닌 혼합된 특징이 추출되기 때문에 분류 성공률이 떨어진다고 생각한다.

<표 3> SVM 단계 별 오류 발생률

	SVM 1	SVM 2	SVM 3
오류 발생률	50%	22%	28%

표 3의 실험 결과를 살펴보면, 해변, 하늘(그림 1)과 산 또는 숲, 건축물(그림 2)를 분류하는 SVM 1단계에서 전체 오류 중에서 50% 정도의 비중을 차지하고 있었으며 해변과 하늘을 분류하는 SVM 2 단계에서 22%의 오류와 산 또는 숲과 건축물을 분류하는 SVM 3단계에서 28%의 오류가 발생하였다. 전체적인 오류의 원인을 살펴보면, SVM 1 단계의 경우 건축물 사진이 하늘에 반사되어 푸른색을 많이 보이는 사진에서 대부분의 오류가 발생하였으며 SVM 2 단계의 경우 구름이 포함된 하늘 영역을 해변의 물결로 판단하는 문제가 발생하였다. 마지막으로, SVM 3 단계는 대부분의 경우 산 또는 숲 영역을 건축물로 분류하는 오류가 발생하였다. 이는 산 또는 숲의 경우에 계절이나 시기에 따라 다양한 색이 포함되기 때문이라고 생각한다.

4. 결 론

본 논문에서는 사진의 영역을 분할하여 자동으로 개인 사진을 분류하는 장치를 제안하였다. 제안된 장치는 입력된 사진에서 color와 texture 특징 정보를 추출하고 유사한 color 특징을 보이는 영역 별로 분할하고, 분할된 각 영역의 클래스를 자동으로 분류한다. 사진을 자동으로 분류하는 알고리즘으로는 이전 분류에 높은 분류 성공률을 보이는 SVM을 단계 별로 사용하여 각 영역의 클래스를 해변, 하늘, 산 또는 숲, 건축물 중에 하나로 결정하였다. 실험 결과, 영역 분할을 적용한 경우 영역 분할을 수행하기 이전보다 높은 분류 성공률을 나타내었다. 이러한 실험 결과는 향후 더욱 다양한 클래스에 대한 모델링을 통하여 보다 세부적인 분류가 가능케 한다.

본 실험 결과를 바탕으로 향후에는 얼굴 검출을 통하여 사람 영역을 제외한 인물 사진에 대한 자동 사진 분류를 수행할 계획이며 사진 클래스를 다양하게 확장하여 의미기반의 자동 사진 분류를 수행하는 연구를 수행할 계획이다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2008-331-D00421).

[참 고 문 헌]

- [1] M Szummer, R. W. Picard, "Indoor-outdoor image classification", CAIVD, 1998.
- [2] L. Le, K. Toyama, G. D. Hager, "A two level approach for scene recognition", CVPR, 2005.
- [3] E. Patuwo, M. Y. Hu, M. S. Hung, "Two-Group Classification Using Neural Networks", Wiley, 1993
- [4] O. Chapelle, P. Haffner, V. N. Vapnik, "Support Vector Machines for Histogram-Based Image Classification", IEEE Trans on Neural Networks, Vol. 10, No. 5, pp. 1055-64, 1999.
- [5] P. Yu, C. Zhang, C. Du, "Image retrievals based on color and texture features", ISSPA, 2007.
- [6] S. E. Grigorescu, N. Petkov, P. Kruizinga "Comparison of Texture Features Based on Gabor Filters", IEEE Trans on Image Processing, Vol 11, No. 10, pp 1160-67 2002.
- [7] H. D. Cheng, X. H. Jiang, Y. Sun, J. Wang, "Color image segmentation: advances and prospects", Pattern Recognition, Vol 34, Issue 12, 2001.
- [8] J. Chen, T. N. Pappas, A. Mojsilovic, B. E. Rogowitz, "Image Segmentation by spatially adaptive color and texture features", Proceedings on International Conference on Image, 2002.