

## 조명 변화에 강인한 컬러정보 기반의 약병 분류 기법

# A Color-Based Medicine Bottle Classification Method Robust to Illumination Variations

김태훈\* · 김기승\* · 송영철\*\* · 류강수\*\*\* · 최병재\*\*\*\* · 박길흠\*  
Tae-Hun Kim, Gi-Seung Kim, Young-Chul Song, Gang-Soo Ryu,  
Byung-Jae Choi and Kil-Houm Park<sup>†</sup>

\*경북대학교 전자공학부, \*\*경북대학교 기계연구소, \*\*\*구미대학교 정보통신과,  
\*\*\*\*대구대학교 전자전기공학부

<sup>†</sup> School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

### 요 약

본 논문에서는 약병의 크기와 색상정보 특징을 추출하여 약병영상 분류 기법을 제안한다. 약병영상 분류에 있어 유사한 크기와 모양을 지닌 약병이 다양하게 존재하므로, 약병의 한 가지 특징만으로는 약병을 분류하기가 어렵다. 이러한 약병의 분류 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 약병의 크기와 색상정보의 특징을 추출하여 약병을 분류하였다. 제안된 알고리즘의 첫 번째 단계에서는 약병영상에서 Red, Green, Blue의 이진화 문턱치(Binary threshold)를 이용하여 약병 영역의 MBR(Minimum Boundary Rectangle)을 추출하여 크기로 분류하였고, 두 번째 단계에서는 크기로 분류된 약병영상 가운데 조명의 조도 변화에 강인한 색상(Hue)정보와 RGB 각각의 채널에 대한 컬러 평균 비율 정보를 이용하여 약병을 분류하였으며, 마지막 단계에서는 SURF(Speeded Up Robust Features) 알고리즘을 사용하여 데이터베이스에서 특징점을 추출한 후보군 약병영상과 입력 약병영상의 유사도가 가장 높은 약병영상을 검색하여 약병을 분류하였다. 실험을 통해 이러한 방법이 보다 효율적이고 신뢰성 있음을 입증하였다.

**키워드** : 약병영상 분류, RGB 컬러 모델, HSV 컬러 모델, SURF 알고리즘

### Abstract

In this paper, we propose the classification method of medicine bottle images using the features with color and size information. It is difficult to classify with size feature only, because there are many similar sizes of bottles. Therefore, we suggest a classification method based on color information, which robust to illumination variations. First, we extract MBR(Minimum Boundary Rectangle) of medicine bottle area using Binary Threshold of Red, Green, and Blue in image and classify images with size. Then, hue information and RGB color average rate are used to classify image, which features are robust to lighting variations. Finally, using SURF(Speed Up Robust Features) algorithm, corresponding image can be found from candidates with previous extracted features. The proposed method makes to reduce execution time and minimize the error rate and is confirmed to be reliable and efficient from experiment.

**Key Words** : Medicine Bottle Image Classification, RGB Color Model, HSV Color Model, SURF Algorithm

## 1. 서 론

접수일자: 2012년 12월 4일

심사(수정)일자: 2013년 1월 16일

게재확정일자: 2013년 1월 18일

<sup>†</sup> Corresponding author

본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

오늘날 사회는 약(Medicine/Drug)의 수요 증대로 인해 약화 사고가 많이 발생한다. 약화 현상의 원인은 세 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째로 제약회사의 약병의 제조 및 유통 상의 과실로 인한 사고가 있으며, 두 번째로 의사가 약병을 처방함에 있어 원인질환의 진단상의 과실로 인하여 그 질환에 대하여 부적절한 약을 처방하였을 때이며, 세 번째로 약사가 의사의 처방전에 따라 조제를 할 때의 실수이다. 그 중 약사의 조제 실수가 일어나는 원인은 현재 진 자동 정제 분류 포장시스템에서 부족한 약을 보충할 때 약사에 의한 수작업을 통하여 약의 보충이 이루어지는데, 이 때 약병전용 Canister에 기록된 텍스트 약병명과 일치하는 않는 다른 약병을 보충하게 됨으로써 약화 현상이 발생한다. 이와 같이 수작업을 통한 생산 및 검사에서는 숙달된

전문가 양성에 대한 긴 시간과 비용이 들뿐만 아니라 검사자의 주관적인 판단으로 검사를 함으로써 검사자의 신체상태 및 실수로 인해 오차가 심하다. 따라서 검사자의 수작업이 아닌 광학 카메라를 이용하여 약병영상을 획득하여 영상처리 알고리즘을 구현하여 보다 객관적이고 정확한 약병 분류를 할 수 있다.

이에 영상의 검색 방법에는 내용 기반 영상 검색(Content Based Image Retrieval)기법이 존재한다[1][2][3]. 내용 기반 영상 검색기법은 영상의 특징정보인 컬러(Color), 질감(Texture), 모양(Shape)등과 같이 인간의 시각적인 영상의 특징에 대한 특징값을 추출하여 분류하는 방법으로 영상의 특징에 대해서 미리 데이터베이스를 구축하여 질의 영상의 특징에 대해서 유사도를 측정(Similarity measure)하여 영상을 검색한다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 영상 분류에서 가장 널리 사용되는 인간 시각의 특징 중의 하나인 컬러의 특징을 사용하였다. 컬러는 상대적으로 복잡한 배경에서 강인하고 영상의 크기와 방향으로부터 간섭을 받지 않는다. 하지만 조명의 조도 변화와 약병의 놓아지는 위치에 따라 영상에서 추출하는 특징정보가 변화될 수 있으므로 조명의 조도 변화에 강인한 주도적인 색상(Hue)정보와 R, G, B 각각의 채널에 대한 컬러 평균 비율의 정보를 사용하여 추출한 특징값으로 약병영상의 후보군을 추출한 뒤, SURF알고리즘을 적용하여 후보군 중에 가장 매칭 포인트가 가장 높은 약병영상을 최종적으로 분류하였다. SURF(Speeded Up Robust Features)알고리즘은 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)알고리즘보다 속도를 높이고 비슷한 성능을 가진 대응점 정합 알고리즘이다[4][5][6]. 또한 영상의 스케일(Scale), 조명(Illumination), 시점이 변화는 영상 등의 환경 변화에 강인한 특징점을 찾을 수 있고, 특징점을 설명하는 표현자는 환경 변화에 불변하고 따른 최소한의 데이터만으로 표현자의 특징을 만들어야 하는 조건을 만족시키는 알고리즘이다.

본 논문의 구성은 2장에서 RGB와 HSV 컬러 정보와 SURF알고리즘에 대해서 살펴본다. 3장에서는 약병의 MBR 영역의 추출과 컬러 정보의 특징값 추출 및 SURF알고리즘을 적용시켰고, 4장에서 실험 결과와 고찰을 통해 제안하고자 하는 약병의 분류의 성능을 증명하고자 한다. 그리고 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. RGB와 HSV 컬러정보와 SURF 알고리즘

### 2.1 RGB 컬러 모델

여기서 RGB 삼원색 값들은 좌표의 세 모서리에 위치해 있다. 흑색은 좌표의 원점에 위치해 있으며, 백색은 원점에서 가장 먼 모서리에 있으며, 모든 R, G, B 값들은 0에서 1 사이의 범위에 있는 것으로 가정된다[7].

RGB 공간에서, 각 픽셀을 표현하기 위해 사용되는 비트 수는 픽셀 깊이(Pixel depth)라고 불린다. 각각의 R, G, B 영상이 8비트 영상인 RGB 영상은 각 픽셀의 컬러 화소는 24비트 깊이를 가진다. RGB모델은 기본이 되는 세 가지 색을 더하여 색을 만들어 내기 때문에 R, G, B 각각의 컬러 요소들이 상호상관성(Cross correlation)이 크며, 외부 조명의 조도 변화에 따라 RGB 크기가 수시로 바뀌기 때문에

안정적이지 못한 결과를 도출할 수 있다.

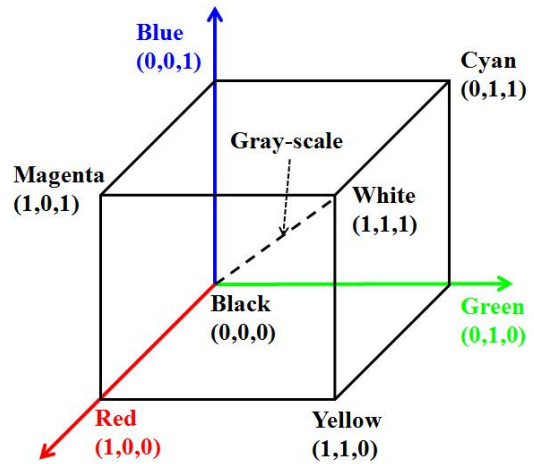


그림 1. RGB 컬러 모델  
Fig. 1. RGB color model

### 2.2 HSV 컬러 모델

인간의 시각 능력과 유사한 특성을 갖는 HSV 컬러 모델은 순수한 컬러를 나타내는 색상(Hue)성분과 색상의 진하고 엷음을 나타내는 채도(Saturation)성분과 색이 지니는 밝기(Value)의 정도를 나타내는 명도(Value)성분으로 표현할 수 있다.

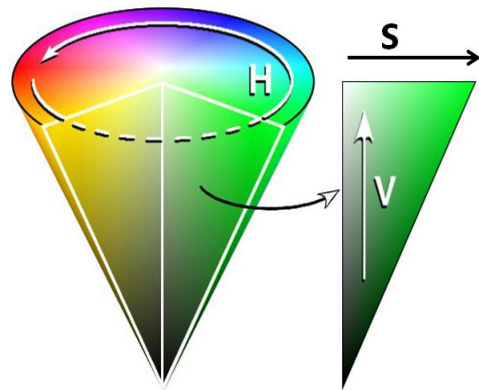


그림 2. HSV 컬러 모델  
Fig. 2. HSV Color model

그림 2에서 볼 수 있듯이 원은 색상(Hue)을 나타내는데, 보통 각도 0을 붉은색으로 시작하여 반시계 방향으로 원을 만들게 된다. 채도는 원의 가운데부터 임의의 점까지의 백터 길이를 채도라고 하며, 원의 가운데에 있으면 낮은 채도를 나타내고 원의 바깥쪽에 위치하면 높은 채도를 나타낸다. 명도는 뒤집힌 원뿔형태의 수직인 성분으로 낮은 쪽의 어두운 부분에서 높은 쪽의 밝은 부분으로 명도의 정도를 나타낸다.

RGB 컬러 모델의 영상이 주어졌을 때, RGB 화소의 HSV 성분은 다음과 같이 식 (1)과 식 (2)와 식 (3)을 사용해서 얻어진다.

$$H = \begin{cases} \theta & B \leq G \\ 360 - \theta & B > G \end{cases} \quad (1)$$

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

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (2)$$

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

RGB 값들은 [0, 1] 범위로 정규화 되었으며, 각도  $\theta$  는 HSV 공간의 적색 축을 기준으로 측정되는 것으로 가정한다. 색상은 식 (1)로부터 얻는 모든 값들을  $360^\circ$  로 나누어 [0, 1]범위로 정규화 될 수 있다. 그림 2에서처럼 HSV 컬러 모델은 색상 요소인 H(Hue), S(Saturation)와 명암 요소인 V(Value)가 분리됨으로써 영상 획득시 조명 조도 변화의 둔감한 장점을 지닌다.

### 2.3 SURF 알고리즘

SURF(Speeded Up Robust Features)는 두 영상의 대응점을 찾는 방법으로 크기 불변(Scale invariant), 회전 불변(Rotation invariant)한 특성을 가지고 있으며, 기존의 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)보다 더욱 빠르고, 반복하여 연산하기 쉽고, 노이즈(Noise)를 가진 입력영상에 대한 출력영상의 신뢰도가 높다.

SURF알고리즘은 4개의 점(Point)만 알면 사각형 면적을 빠르게 계산할 수 있는 적분 영상(Integral Image)을 사용하였으며, 생성된 적분 영상을 적분영상과 근사화된 헤시안 검출기에 기반을 둔 고속 헤시안 검출기(Fast Hessian Detector)를 거쳐 특징점을 추출한다[8][9]. 식 (4)는 헤시안 검출기에서 사용되는 헤시안 매트릭스이다.

$$H(X, \sigma) = \begin{bmatrix} L_{xx}(X, \sigma) & L_{xy}(X, \sigma) \\ L_{xy}(X, \sigma) & L_{yy}(X, \sigma) \end{bmatrix} \quad (4)$$

여기서  $X = (x, y)$ 는 입력영상의 위치를 나타낸다.  $L_{xx}(X, \sigma)$ 는  $X = (x, y)$  위치의 입력영상과  $\sigma$ 의 분산을 갖는  $x$ 방향으로 가우시안의 2차 미분값  $\frac{\partial^2}{\partial x^2}g(\sigma)$ 과의 컨볼루션을 나타낸다. 나머지  $L_{xy}(X, \sigma)$ 와  $L_{yy}(X, \sigma)$ 도  $xy$ 방향과  $y$ 방향으로 2차 미분된 가우시안 필터와 컨볼루션을 나타낸다. 이처럼 크기 불변하는 특징을 얻기 위해 2차 미분이 근사화된 사각필터의 크기를 변화시켜 입력영상과 컨볼루션을 하기 때문에 앨리어싱(Aliasing)이 없어지고 반복 연산의 횟수를 크게 줄여들어 계산적으로 효율성이 뛰어나다. 그리고 회전 불변에 특성을 갖기 위해 찾아진 특징점을 중심으로 방향에 대한 정규화를 수행한다. 마지막으로, 특징점 주위에  $4 \times 4$ 의 윈도우를 구성하고 각 세부 영역에는 각각 Haar Wavelet을 사용하여 특징벡터를 만들어 매칭을 결정짓는 특징으로 사용한다.

### 3. 제안하는 컬러 정보의 특징값 추출과 SURF알고리즘의 적용

본 논문에서는 HSV 컬러 모델에서 주도적인 색상(Hue) 정보와 RGB 컬러 모델에서 각 채널에 대한 컬러 평균 비율의 정보 및 SURF알고리즘을 사용하여 약병 분류 알고리즘을 제안하였다. 그림 3은 제안한 알고리즘의 순서도이다.

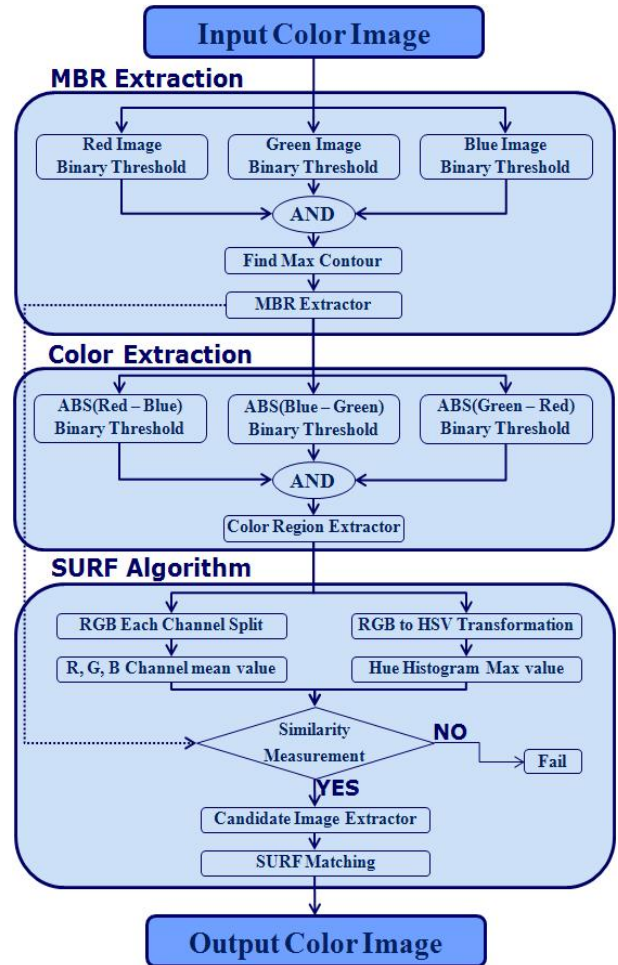


그림 3. 제안 알고리즘 흐름도  
Fig. 3. The proposed algorithm flowchart

본 논문에서 제안한 알고리즘은 RGB 컬러 공간 정보를 그대로 이용하기 보다는 조명 조도 변화에 강인하고 인간의 시각 능력과 유사한 특성을 갖는 HSV 컬러 공간의 색상(Hue)정보에 대한 히스토그램을 사용하여 주도적인 색상(Hue) 크기를 추출하여 특징값으로 사용하였다. 그리고 RGB 컬러 공간에서 각 채널의 컬러 평균 비율의 정보를 특징값으로 사용하였다.

#### 3.1 MBR(Minimum Boundary Rectangle) 영역 추출

카메라로부터 획득된 약병 원영상의 크기는  $1600 \times 1200$ 으로 그대로 사용 할 경우, 계산량이 많아질 뿐만 아니라 수행시간 또한 더 소요되게 된다. 또한 약병영상에서 배경이 차지하는 비율이 높기 때문에 조명의 조도 변화에 따라 배경의 영상정보가 수시로 바뀌기 때문에 약병영상에서 정

확한 특징값을 추출하기가 어려워진다. 따라서 본 연구에서는 약병의 인식률을 높이기 위해 불필요한 배경정보를 제거하고 약병의 MBR 영역을 추출하는 전처리 단계를 수행한다. 그림 4의 (a)는 약병 원영상이며, 그림 4의 (b)는 MBR 영역을 추출하기 위해서 RGB 영상 대해서 각각의 Red, Green, Blue 채널을 분리한 영상이며, 그림 4의 (c)는 각 영상에 대해서 적응적 이진화 문턱치 역(Adaptive binary threshold inverse)을 이용하여 문턱치(Threshold) 값보다 작으면 1로 나타내고 크면 0으로 나타낸 약병영상이다.

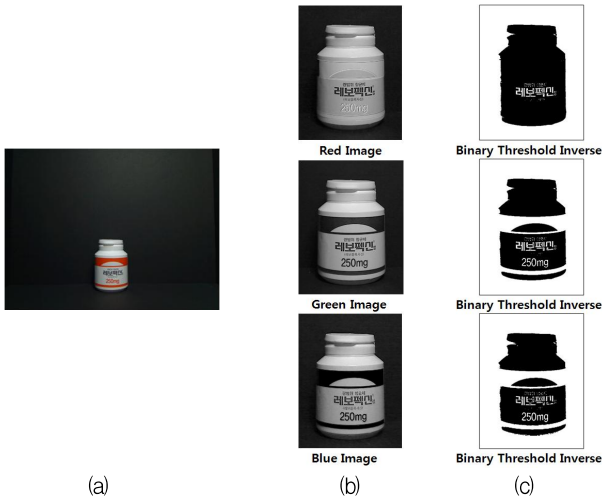


그림 4. 약병 원영상에서 RGB 각각의 채널에 대한 적응적 문턱치 결과: (a) 약병 원영상, (b) RGB 채널에 대한 약병영상, (c) (b)에 대한 적응적 문턱치 결과

Fig. 4. Results of adaptive threshold for each RGB channel from medicine bottle image: (a) Medicine bottle image, (b) Red, Green, Blue channel images, (c) Results of adaptive threshold of (b)

그림 5의 (a)는 그림 4의 (c)에서 각각의 RGB 채널에 대해서 추출한 영상을 곱셈 연산을 먼저 한 후, 이진화 문턱치 역(Binary threshold inverse)을 이용하여 약병영역을 추출한 영상이며, 식 (5)와 같이 계산한다.

$$M(i, j) = \begin{cases} 0 & R_{ij} = G_{ij} = B_{ij} = 255 \\ 255 & otherwise \end{cases} \quad (5)$$

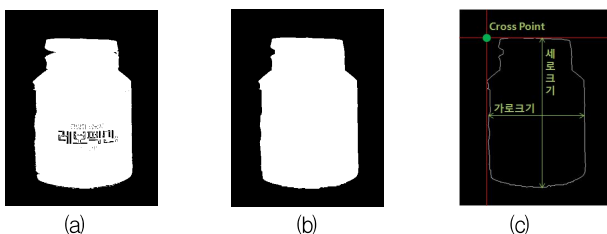


그림 5. 약병영상 MBR 영역 추출: (a) RGB 영상을 곱한 약병영상, (b) (a)를 모폴로지한 약병영상, (c) (b)를 윤곽선 추출한 약병영상

Fig. 5. MBR region extraction of medicine bottle image: (a) Image multiplied by RGB images, (b) Morphology image of (a), (c) Extracted contour of (b)

그림 5의 (b)는 (a)의 이진 영상을 Closing 모폴로지(Morphology)한 영상이다. 그림 5의 (c)는 (b)의 이진 영상에서 MBR 영역을 계산하기 위해 밝기(Intensity)가 255인 약병 영역에 대해 윤곽선을 추출하고자 윤곽선 알고리즘(Contour algorithm)을 적용한 결과영상이다. 하지만 조명의 조도 변화에 따라 약병영역이 아닌 배경영역에 윤곽선이 생기는 경우가 있다. 따라서 약병영역을 찾기 위해 윤곽선 중에서 가장 길이가 긴 윤곽선을 찾아서 그림 5의 (c)에서 처럼 교차점(Cross point)을 기준으로 가로길이와 세로길이를 사용하여 약병의 MBR영역을 추출하여 약병의 크기 특징값으로 사용하게 된다.

### 3.2 컬러(Color) 특징값 추출

#### 3.2.1 약병의 컬러 영역 분할

약병의 컬러영역은 그림 6의 (a)에서 보는 바와 같이 Red, Green, Blue의 각각의 크기 차이가 흰색영역보다 큰 것을 볼 수 있다. 따라서 색상 영역의 분할은 RGB 각각의 채널영상에 대해서 절대차이 연산을 사용한 결과 영상이 그림 6의 (b)에 나타난다. 이에 따른 각각의 채널영상에 대해서 이진화 문턱치 역(Binary threshold inverse)연산을 사용한 결과 영상이 그림 6의 (c)에 나타난다. 그림 6의 (d)는 그림 6의 (c)에서 Red, Green, Blue 이진화 문턱치(Binary threshold)한 3개의 영상을 곱셈연산을 수행한 다음, 그림 6의 (a)에 MBR 영역의 약병영상과 1:1 매칭을 하여서 약병의 컬러영역만 분할한 영상이다.

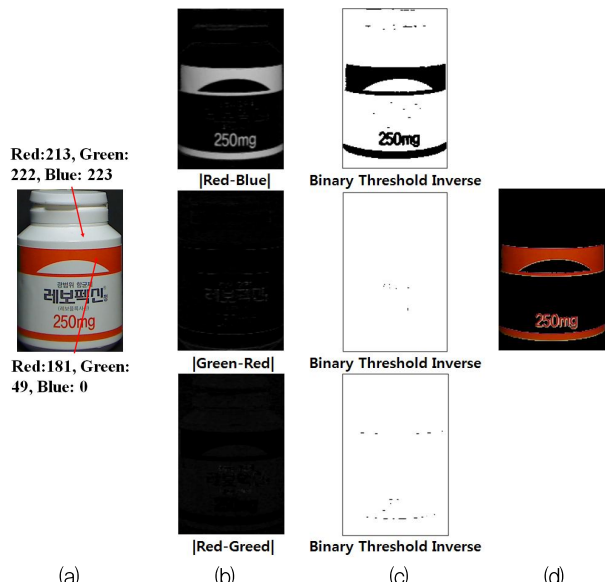


그림 6. 약병영상의 컬러 분할: (a) MBR 약병영상, (b) (a)의 각각의 채널에 대한 절대차이 영상, (c) (b)의 Binary Threshold 연산, (d) (a)의 컬러 분할된 약병영상

Fig. 6. Color segmentation of Medicine bottle images: (a) MBR image, (b) Absolute difference image for each channel of (a), (c) Binary Threshold of (b), (d) Color segmentation of (a)

#### 3.2.2 주도적인 색상(Hue) 크기의 특징값 추출

추출된 컬러영역은 RGB컬러 모델이기 때문에 외부 조명의 조도 변화에 고유의 컬러정보가 쉽게 변화된다. 반면 인

간의 시각 능력과 유사한 특성을 갖는 HSV 컬러 모델은 색상 요소인 H(Hue), S(Saturation)와 명암 요소인 V(Value)가 분리됨으로써, 영상 획득시 조명의 조도 변화의 둔감한 장점을 지닌다. 따라서 본 알고리즘에서는 색상 요소 중 H와 S 성분 중에서 H성분만을 이용하여 특징값을 추출한다. S 성분을 특징값으로 사용하는 않는 이유는 S 성분은 R, G, B 성분 중 하나라도 최소값(Min)값에 0이 존재하면 S 성분의 값은 0이 된다. 이에 본 논문의 데이터베이스에 존재하는 약병영상에 대한 컬러영역의 경우에는 R, G, B 중 하나의 값이 0이 존재하는 경우가 다수 존재하므로 S 성분을 사용하여 약병을 분류하는 것은 변별력이 없다.

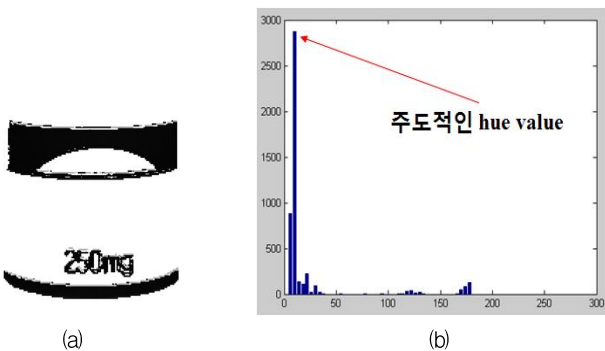


그림 7. 약병영상의 Hue 변환 영상 및 히스토그램: (a) 그림 6의 (d)를 Hue로 변환한 영상, (b) (a)의 히스토그램  
Fig. 7. Hue transformation image and histogram of medicine bottle images: (a) Hue transformation, (b) Histogram of (a)

그림 7의 (a)는 그림 6의 (d)를 Hue로 변환한 영상이며, (b)는 분할된 영상의 Hue 컬러 성분의 히스토그램을 보여 주고 있다. 히스토그램에서 밝기(Intensity)가 0인 부분(배경)을 제외하고 가장 큰 누적 값을 갖는 밝기(Intensity)를 특징값으로 사용한다.

### 3.2.3 RGB 평균 비율의 특징값 추출

RGB 각각의 채널에 대한 컬러 평균 비율의 특징값은 그림 6의 (d)를 그림 8과 같이 R, G, B 각 채널로 분할하여 각각의 컬러 영역의 평균을 구하여 가장 큰 값과 두 번째 큰 값의 비율을 특징값으로 사용한다.



그림 8. 약병영상의 채널 영상: (a) Red 채널 영상, (b) Green 채널 영상, (c) Blue 채널 영상

Fig. 8. Channel images of Medicine bottle image: (a) Red channel image, (b) Green channel image (c) Blue channel image

단순히 각각의 Red, Green, Blue 크기로 컬러의 특징값을 추출하지 않고 컬러 영역의 각 채널에 대한 컬러 평균 비율의 정보를 특징값으로 설정한 타당성은 그림 9를 보면 설명 할 수 있다.

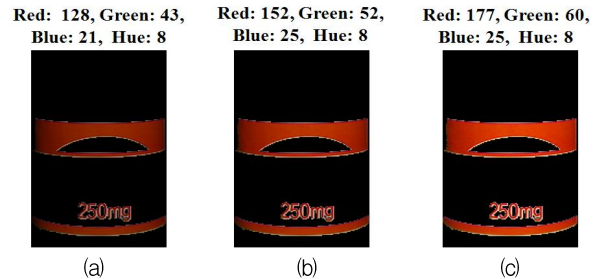


그림 9. 조명의 조도 변화에 따른 약병영상: (a) 어두운 조명의 약병영상, (b) 일반적인 조명의 약병영상, (c) 밝은 조명의 약병영상  
Fig. 9. Medicine bottle images according to the change of illumination: (a) Image of dark illumination, (b) Image of general illumination, (c) Image of bright illumination

그림 9에서는 조명의 조도 변화에 따른 약병영상의 RGB 각 채널에 대한 컬러 평균 비율과 Hue 색상의 크기를 나타냈다. 그림 9에서 보는 바와 같이 조명의 조도의 변화에 따라 RGB 각 채널 색상의 크기는 조명의 조도 변화에 따라 변화 되는 것을 볼 수 있다. 하지만 RGB 각 채널에 대한 컬러 평균 비율을 사용할 경우 그림 9의 (a)는 RGB 컬러 평균 비율이 0.34를 나타내고, 그림 9의 (b)와 (c)도 RGB 컬러 평균 비율이 0.34를 나타내며, 이는 RGB 컬러 평균 비율의 특징값이 조명의 조도 변화가 있어도 쉽게 변화되지 않으므로 조명의 조도 변화에 강인하다는 것을 입증 할 수 있다. 또한, Hue 색상의 특징값도 그림 9와 같이 조명의 조도 변화에도 변화 되지 않으므로, 조명의 조도 변화에 강인하다는 것을 알 수 있다. 앞서 말한 약병영상의 MBR 영역의 크기, 주도적인 Hue Value, RGB 컬러 평균 비율 등의 특징값을 사용하여 데이터베이스에 있는 약병영상 258개를 5개 이하의 후보군으로 줄일 수 있다. 이것은 본 논문에서 마지막에 사용되는 SURF알고리즘에 적용될 때 시간 단축과 오차율을 상당히 줄일 수 있다.

### 3.3 SURF(Speeded up robust features)의 적용

마지막으로 본 논문에서 제안한 것은 SURF 알고리즘을 이용하여 앞서 분류된 후보군 중에서 가장 많은 매칭 포인트를 갖는 약병영상을 찾아서 분류하는 것이다.

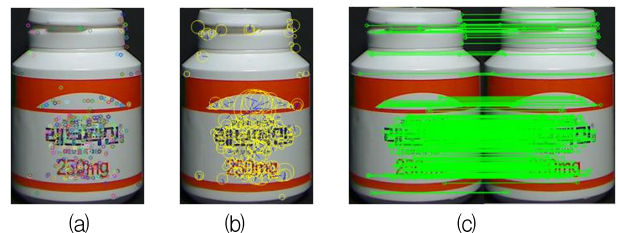


그림 10. SURF알고리즘 과정: (a) 약병영상의 Interest point, (b) 약병영상의 표현자 윈도우, (c) 약병영상 간의 매칭 포인트  
Fig. 10. SURF Algorithm process: (a) Interest points of Images, (b) Descriptor window of image, (c) Matching points between images

그림 10의 (a)는 크기 불변(Scale invariant)한 특징점을 찾은 약병영상이다. 그림 10의 (b)는 찾아진 Interest point 를 중심으로  $\pi/3$ 의 원안의 이웃들에서 x, y방향의 Haar wavelet response를 이용하여 약병영상에 Orientation을 할 당한 영상이다. 그림 10의 (c)는 실제 약병영상에 SURF 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출하여 서로 영상간의 일치 되는 매칭된 점을 찾아서 표시한 영상이다.

#### 4. 실험 및 결과

제안한 방법의 적합성을 증명하기 위하여 258개의 약병 영상을 이용하여 데이터베이스를 구성하였으며 실험용 PC 는 Inter Core i5 CPU와 4G Byte Memory Computer의 사양이며, Visual Studio 2010 컴파일러를 사용하였다. 실험 과정은 약병영상의 MBR 영역의 크기 분류, 약병영상 컬러영역의 주도적인 Hue 색상 성분 및 RGB 컬러 비율, SURF알고리즘을 이용하여 약병영상 분류에 있어 우수성을 검증하였다. 또한 서로 다른 258장의 약병영상에 대해서 사전에 특징값을 추출하여 데이터베이스에 저장해두고 약병을 놓을 때마다 실시간으로 매칭여부를 판단하는 실험을 하였다.

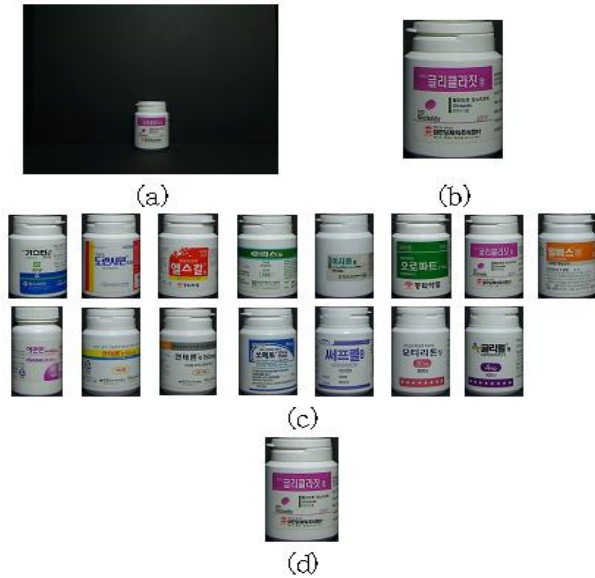


그림 11. 14번 약병영상 분류과정: (a) 약병 입력영상, (b) MBR 영역의 약병영상, (c) 크기로 분류된 약병영상, (d) Hue로 분류된 약병영상

Fig. 11. Result of Classifying 14th medicine bottle image: (a) Input image, (b) MBR region, (c) Classified images by size, (d) Classified medicine bottle images by Hue

그림 11은 약병영상에 대해서 약병 MBR 영역의 크기와 약병영상 컬러 영역의 Hue Value로 약병영상이 분류가 되었으며, 그림 12는 약병 크기, 약병영상 컬러 영역의 Hue Value의 특징값을 적용시킨 결과 비슷한 색상이 분류되는 것을 볼 수 있다. 다음 특징값인 RGB 컬러 비율을 통해 6개의 후보군을 4개의 후보군으로 줄였으며, 4개의 후보군에

대해 SURF알고리즘을 적용한 결과 매칭 포인트는 11, 10, 325, 11로 세 번째 약병영상이 월등히 높게 나왔다. 따라서 매칭 포인트가 크게 나온 세 번째 영상이 최종적으로 분류 된다.

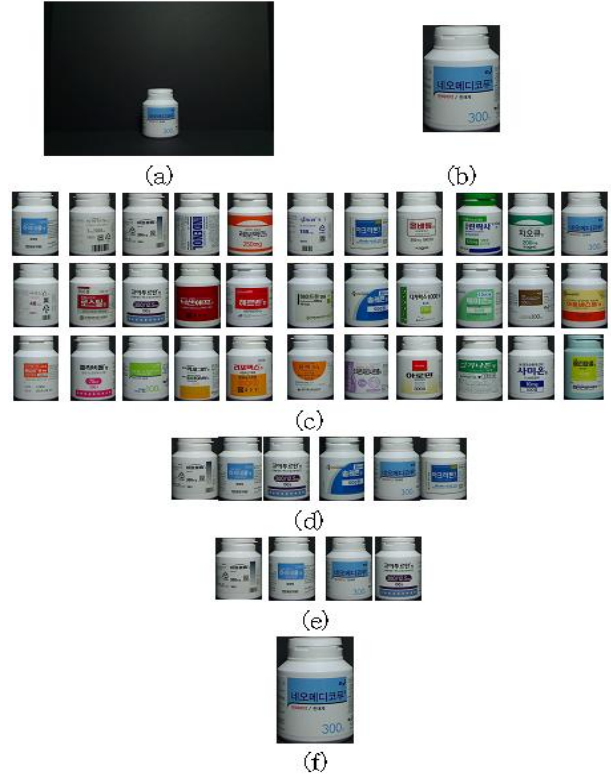


그림 12. 20번 약병영상 분류과정: (a) 약병 입력영상, (b) MBR 영역의 약병영상, (c) 크기로 분류된 약병영상, (d) Hue로 분류된 약병영상, (e) RGB 평균 비율로 분류된 약병영상, (f) SURF알고리즘으로 분류된 약병영상

Fig. 12. Result of classifying 20th medicine bottle image: (a) Input image, (b) MBR region, (c) Classified images by size, (d) Classified images by Hue, (e) Classified images by RGB average rate, (f) Classified images by SURF algorithm

본 논문의 핵심 아이디어를 검증하기 위해 입력된 약병 영상으로부터 먼저 MBR영역을 추출하는 것을 볼 수 있다. MBR 영역의 추출은 마지막에 SURF알고리즘을 사용하는데 있어 시간적으로 많은 시간을 단축시킨다. 약병영상의 원영상의 경우 1600×1200으로 SURF알고리즘을 적용할 경우 한 개의 약병영상에 대해 특징점을 추출하는데 약 0.76s가 소요되지만 MBR영역을 추출하고 SURF알고리즘을 적용하였을 경우는 평균 0.15s의 시간이 소요되므로 시간적인 면에서 약 5배가량 빠르게 처리된다. 이에 따라 실시간으로 약병을 분류하는 시스템에 있어 많은 이점이 가진다. 또한 그림 12에서 볼 수 있듯이 본 논문은 258개 약병영상의 데이터베이스를 제안하는 약병의 크기분류, 약병영상 컬러영역의 컬러 특징값을 통해서 최대 5개 이하로 후보군을 줄임으로써 SURF알고리즘에서 소요되는 시간을 많이 단축시켰다. 그리고 그림 12는 SIFT알고리즘을 실행시켰을 때 4개의 후보군의 평균 실행시간은 0.44s이며, SURF알고리즘의

경우는 0.12s이다. 따라서 SIFT알고리즘에 비해 실행시간에 있어서도 약 4배가량이 빠르다는 것을 입증한다.

### 5. 결론

본 논문에서는 약화 사고 방지를 위한 약병을 분류하는 기법을 제안하였다. 약병영상의 경우 유사한 크기와 모양, 색상이 지닌 수많은 약병으로부터 원하는 약병을 분류하는 문제는 약병영상의 한 가지 특정 정보만을 이용하여 분류하기는 힘들다. 또한 여러 가지 특징값이 있더라도 각자의 특징이 독립적이지 않는 한 특징값은 유효하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 독립적인 약병의 특징값을 추출해서 약병을 분류하였으며, 또한 조명의 조도 변화에 따라 컬러 영역의 색상의 크기의 변화에 둔감한 특징값을 사용하였다. 이에 따라 제안한 알고리즘에서는 약병을 분류하는데 변별력이 없는 배경영역을 제외시키고 약병의 MBR 영역을 구해서 약병의 MBR 영역의 크기로 1차적으로 약병을 분류하는 과정을 거쳤다. 두 번째 단계에서는 약병에서도 각기 다른 컬러가 많이 존재하므로 컬러 영역의 분할을 하였고 그 중에서도 조명 조도 변화에 강인한 주도적인 Hue Value의 특징값과 RGB 컬러 비율 특징값을 사용하여 약병을 분류하였다. 마지막 단계에서는 앞서 특징값을 통해 분류된 후보군에 대해 SURF알고리즘에 사용하여 시간적인 부분과 오분류를 최소화하였다. 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 기법이 실시간으로 처리되는 258가지의 약병의 분류를 보다 효율적이고 신뢰성 있게 분류할 수 있는 기법임을 증명하였다.

### References

[1] W. Niblack, R. Barber, and W. Equitz, et al., "The QBIC Project: Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape," *SPIE Int'l. Symp. on Electronic Imaging Science and Technology*, vol. 1908, pp. 173-187, 1993.

[2] A. W. M. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, and R. Jain, "Content-based image retrieval at the end of the early years," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 22, no. 12, pp. 1349-1380, 2000.

[3] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: A Fully Automated Content-Based Image Query System," *Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia*, ACM, pp. 87-98, 1997.

[4] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "Surf: Speeded up robust features," *Computer Vision - ECCV 2006*, vol. 3951, pp. 404-417, 2006.

[5] D. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints," *International journal of computer vision*, vol. 60, no. 2, pp. 91-110, 2004.

[6] Lee, H. Y., Kim, J. H., Kim, S. Y., Choi B. J., Moon, S. H., and Park K. H., "Design of a SIFT based Target Classification Algorithm robust to

Geometric Transformation of Target," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 116-122, 2010.

[7] H. Levkowitz and G. T. Herman, "GIHS: A generalized color model and its use for the representation of multiparameter medical images," *Mathematics and computer science in medical imaging*, pp. 389-399, 1987.

[8] P. Viola, M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features," *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, vol. 1, pp. 511-518, 2001.

[9] T. Lindeberg, "Feature detection with automatic scale selection," *International journal of computer vision*, vol. 30, no. 2, pp. 79-116, 1998.

### 저 자 소 개



#### 김태훈(Tae-Hun Kim)

2004년 : 부산외국어대학교 컴퓨터전자공학과 학사  
 2009년 : 경북대학교 산업공학과 회로 및 시스템공학 석사  
 2010년~현재 : 경북대학교 전자전기컴퓨터공학부 박사과정

관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 생체신호처리  
 Phone : +82-53-940-8849  
 E-mail : thkim@ee.knu.ac.kr



#### 김기승(Gi-Seung Kim)

2011년 : 계명대학교 전자공학과 공학사  
 2011년~현재 : 경북대학교 대학원 전자전기컴퓨터학부 석사과정

관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터비전  
 Phone : +82-53-940-8849  
 E-mail : seung517@ee.knu.ac.kr



#### 송영철(Young-Chul Song)

1994년 : 광운대학교 전기공학과 학사  
 2001년 : 광운대학교 전기공학과 석사/박사  
 2002년~2005년 : 경북대학교 전자공학과 연구교수  
 2006년~2007년 : Purdue Univ. Post Doc.  
 2008년~2012년 : LG전자/LG디스플레이 책임/수석 연구원

현 재 : 경북대학교 기계연구소 연구교수

관심분야 : 영상처리, 로봇비전, 생체신호처리  
Phone : +82-53-950-7943  
E-mail : songyc03@ee.knu.ac.kr



**류강수(Gang-Soo Ryu)**  
1982년 : 경북대학교 전자공학과 졸업  
1984년 : 경북대학교 전자공학과 공학석사  
1997년 : 경북대학교 전자공학과 공학박사  
1984년~1992년 : 한국전자통신연구원  
                  선임연구원  
1992년~현재 : 구미대학교 정보통신과  
                  부교수

관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터네트워크  
Phone : +82-53-940-8849  
E-mail : gsryu@kumi.ac.kr



**최병재(Byung-Jae Choi)**  
1987년 : 경북대학교 전자공학과 학사  
1989년 : 한국과학기술원 원자력공학과 공학  
          석사  
1998년 : 한국과학기술원 전기전자공학과  
          공학박사  
1999년~현재 : 대구대학교 전자전기공학부  
          교수

관심분야 : 지능시스템, 인공지능 이론 및 응용, 마이크로프  
          로세서 응용  
Phone : +82-53-850-6635  
E-mail : bjchoi@daegu.ac.kr



**박길흠(Kil-Houm Park)**  
1982년 : 경북대학교 전자공학과 공학사  
1984년 : 한국과학기술원 전기전자공학과  
          공학석사  
1990년 : 한국과학기술원 전기전자공학과  
          공학박사  
1990년~현재 : 경북대학교 전자전기공학부  
          교수

관심분야 : 영상신호처리, 패턴인식, 영상압축  
Phone : +82-53-940-8849  
E-mail : khpark@ee.knu.ac.kr