

## 자연 영상에서의 정확한 문자 검출에 관한 연구

최미영\*, 김계영\*\*, 최형일\*\*\*

## A Study on Localization of Text in Natural Scene Images

Miyoung Choi \*, Gyeyoung Kim \*\*, Hyungil Choi \*\*\*

### 요약

본 논문에서는 자연영상에 존재하는 문자들을 효율적으로 검출하기 위한 새로운 접근 방법을 제안한다. 빛 또는 조명의 영향에 의해 획득된 영상 내에 존재하는 반사성분은 문자 또는 관심객체들의 경계가 모호해 지거나 관심객체와 배경이 서로 혼합 되었을 경우, 문자추출 및 인식을 함에 있어서 오류를 포함시킬 수 있다. 따라서 영상 내에 존재하는 반사성분을 제거하기 위해 먼저, 영상으로부터 Red컬러 성분에 해당하는 히스토그램에서 두개의 피크 점을 검출한다. 검출된 두 개의 피크 점들 간의 분포를 사용하여 노말 또는 편광 영상에 해당하는지를 판별한다. 노말 영상의 경우 부가적인 처리를 거치지 않고 문자영역을 검출하며, 편광 영상인 경우 조명성분을 제거하기 위해 호모모픽 필터링 방법을 적용하여 반사성분에 해당하는 영역을 제거한다. 그리고 문자영역을 검출하기 위해 색 병합과 세일런스 맵을 이용하여 각각의 문자 후보영역을 결정한다. 마지막으로 두 후보영역을 이용하여 최종 문자영역을 검출한다.

### Abstract

This paper proposes a new approach to eliminate the reflectance component for the localization of text in natural scene images. Natural scene images normally have an illumination component as well as a reflectance component. It is well known that a reflectance component usually obstructs the task of detecting and recognizing objects like texts in the scene, since it blurs out an overall image. We have developed an approach that efficiently removes reflectance components while preserving illumination components. We decided whether an input image hits Normal or Polarized for determining the light environment, using the histogram which consisted of a red component. In the normal image, we acquired the text region without additional processing. Otherwise we removed light reflecting from the object using homomorphic filtering in the polarized image. And then this decided the each text region based on the color merging technique and the Saliency Map. Finally, we localized text region on these two candidate regions.

▶ Keyword : Text localization, Saliency map, Natural scene image

• 제1저자 : 최미영

• 접수일 : 2008. 7. 10, 심사일 : 2008.8. 25, 심사완료일 : 2008.9. 25.

• 송실대학교 디지털영상산학공동사업단 \*\* 송실대학교 컴퓨터학과 부교수 \*\*\* 송실대학교 미디어학과 교수

※ This research is supported by Korea Research Foundation (KRF-2006-005-J038001)

※ 본 연구는 송실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

## I. 서론

최근에 유비쿼터스(ubiquitous)시대가 다가오면서 핸드폰 카메라, 디지털 카메라, PDA 카메라, 디지털 캠코더로 취득된 영상에 포함된 문자 추출은 문자인식의 전 단계로서 중요하다.

영상내의 문자들은 내용을 함축적이고 구체적으로 표현하는 중요한 정보이다. 이러한 정보들을 실시간으로 추출하여 인식할 수 있다면 로봇의 자동 주행 시스템, 시각 장애인 보행 지원 시스템, 지능형 운전 시스템, 박물관 등의 정보 안내 시스템, 고용량 비디오 프레임의 자동 검색 및 색인 시스템, 텍스트 자동 번역 시스템 등과 같은 다양한 분야에 널리 활용될 수 있다[1].

최근 진행되고 있는 연구로는 우편 영상내의 주소 영역 추출, 외국인을 위한 관광안내판, 도로표지판, 열차시간표 및 식당메뉴 번역, 실내·외 문서에서의 문자 추출, 자동차 번호판 추출 등이 있다.

문자영역 추출은 문자인식이나 문자식별에 앞서 해결해야 될 선결 과제이다. 문자를 형성하고 있는 화소들의 특성을 강조하고 배경이나 잡음과 차별화하여 분리하는 영역분할 작업이다.

영상에 존재하는 문자들을 실시간으로 추출하여 인식하기에는 많은 어려움이 있다. 그 중에 가장 큰 어려움은 조명의 변화이며 대부분의 컴퓨터 비전 알고리즘들은 일정한 조명 조건하에 수행되며, 이런 가정 하에서는 거의 정확한 결과들을 보여준다. 그러나 실제 환경에서의 자연광 및 조명의 변화는 일정하지 않을 뿐만 아니라 변화무쌍하다. 영상에 포함되어 있는 다양한 조명 변화를 인지하여 제거할 수만 있다면, 실생활에서 많은 정보들을 손쉽게 획득하여 인식함으로써 편리하게 사용할 수 있을 것이다.

본 논문에서는 조명의 변화에 강인한 문자영역 검출을 위해 조명의 변화를 예측하여 반사성분을 제거한 후 색 병합 및 세일런스 맵을 사용하여 문자영역을 검출하는 방법을 제안한다.

## II. 관련연구

최근 국내에서는 복잡한 배경을 갖는 자연영상에서 문자의 크기, 색, 폰트 종류, 방향 등이 다양하게 나타나는, 간판, 안내 표지판, 광고, 화물/물건 코드, 차량번호 등 자연스럽게 포함되어 영상의 일부본인 장면 문자를 추출하는 연구가 응용을 고려한 제한적인 환경에서 진행되고 있다.

Ohya[2]은 실외 자연 영상의 문자 영역을 추출하기 위해서 대부분의 문자는 명도값이 일정하다는 특징을 이용하였으나 단순한 영상에서는 좋은 결과를 얻었지만, 배경이 복잡하거나 조명 변화가 있는 영상에서는 오류가 많이 발생하는 단점이 있었다. Gu[3]는 미분탑햇츠(Differential Top-hats) 연산자를 이용한 추출 방법을 제안하였으며, 시간대별로 획득한 영상에 적용한 결과 정오와 오후에 대한 영상에서는 정확한 추출을 보였지만 조명의 변화가 있는 오전과 저녁 영상에서는 오류가 많이 발생하였다. 또한, 처리 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

외국에서도 국내와 마찬가지로 문자인식에 관한 연구는 활발하게 이루어지고 있으나 자연영상에서의 문자영역 추출에 관한 연구는 아직 미흡하다고 할 수 있다.

## III. 제안한 시스템의 개요

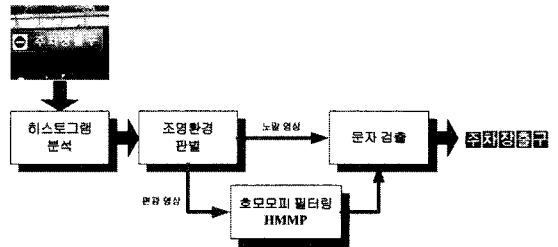


그림 1. 시스템 개요  
Fig.1 The flow of the proposed algorithm

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 그림 1과 같다. 먼저 입력영상에서 red 성분에 해당하는 히스토그램을 분석하여 영상의 조명환경 상태를 판별한다. 현재 영상의 조명환경 상태가 노말인 경우는 HMMF(homomorphic filter)과정을 수행하지 않고 문자영역을 검출하게 되며, 판광의 경우는 HMMF 과정을 수행하여 조명에 의한 반사성분으로 판단되는 계수 성분을 제거한 다음 문자영역을 검출을 수행한다.

### 3.1 조명 환경의 판단 및 조명성분 제거

획득된 자연영상의 조명환경이 노말 상태인지 판광 상태인지를 판별하기 위해 R, G, B 색상 성분 중 본 논문에서는 조명변화에 가장 민감하게 반응하는 red 색상 성분 히스토그램을 사용한다.

첫째, 그림 3과 같이 red 색상 성분 히스토그램을 S(shadow) 0~79, M(midtone) 80~180, H(highlight) 181~255 영역으로 구분하였다.

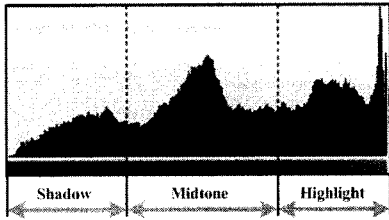


그림 2. Red 색상 성분 히스토그램  
Fig.2 Histogram of red component

둘째, red 색상 성분 히스토그램에서 그림 3과 같이 2개의 피크(pick)를 검출한다. 피크 검출은 Ping-Sung Liao multi-threshold algorithm[4]을 사용하였다.

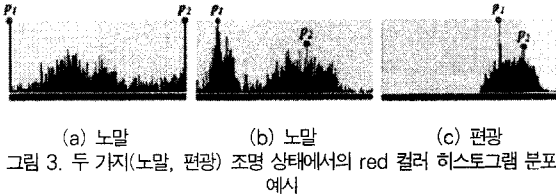


그림 3. 두 가지(노말, 편광) 조명 상태에서의 red 컬러 히스토그램 분포  
Fig.3 Typical distribution of the red color histograms obtained under two lighting environments

셋째, 조명환경 판별은 수식 1의 L(light environment)에 의해 결정된다. red 색상 히스토그램의 세 그룹(S, M, H)중 어디에 포함되는지 판별한 후, 그 두 피크간의 거리(d)에 의해 결정된다.

$$L = \begin{cases} Polarized, & 20 \leq d \leq 90, & \left( \begin{matrix} P_i, P_j \in Shadow \\ \text{or } P_i, P_j \in Highlight \end{matrix} \right) \\ Normal, & 91 \leq d \leq 255, & \left( \begin{matrix} P_i \in Shadow, P_j \in Highlight \\ \text{or } P_i \in Shadow, P_j \in Midton \\ \text{or } P_i \in Midton, P_j \in Highlight \end{matrix} \right) \end{cases} \dots\dots (1)$$

$$d = |P_i - P_j|$$

$P_i$ 와  $P_j$ 는 히스토그램에서 2개의 피크를 나타낸다. 조명 환경이 편광에 해당하는 경우, 빛이 어느 한쪽 방향에서 강하게 비추짐에 따라 물체에서 반사되었다고 판단하고 HMMP를 적용하여 반사성분에 해당하는 계수성분을 제거한 후, 문자영역 검출 과정을 수행한다. HMMP는 식 3에 의해 획득영상을 주파수 영역으로 변환할 수 있다. 획득된 영상에 다양한 조명과 반사성분이 존재한다고 가정하면,

$$\ln[F(x,y)] = \ln[I(x,y)] + \ln[R(x,y)] \dots\dots\dots (2)$$

$$H(u,v) = (\gamma_H - \gamma_L)[1 - e^{-c(D^2(u,v)/D_x^2)}] + \gamma_L \dots\dots\dots (3)$$

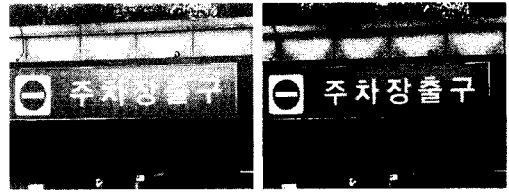


그림 4. 입력영상(좌)과 반사성분이 제거된 영상(우)  
Fig.4 Original image(left) and removed image of reflectance component(right)

실험에 의해 그림 4와 같이 반사성분이 제거되었다. 여러 실험영상을 대상으로 실험한 결과 0.67 ~ 1.12에 해당하는 계수 값을 반사성분으로 간주하고 제거하였으며, 제거한 부분의 값은 주변에 인접화소를 기반으로 보간한다.

#### IV. 자연영상의 문자영역 검출

본 논문에서는 그림 5와 같이 문자영역 검출을 위해 색 병합 및 세일런스 맵 검출 과정을 거친다. 색 병합 과정에서 검출된 후보 문자영역과 세일런스 맵에 의해 검출된 후보 문자영역의 겹침 정도를 서로 비교 분석하여 최종 문자영역으로 확정한다.

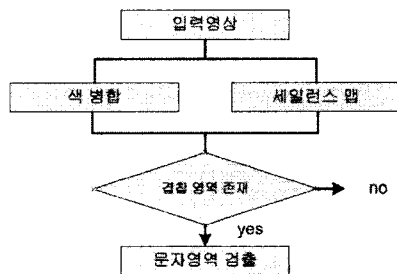


그림 5. 검출된 문자영역의 결함  
Fig. 5 A union of text region detected

##### 4.1 색 병합에 의한 문자영역 검출

색 병합은 적은 빈도수의 색의 병합과 유사도에 따른 병합으로 그림 6과 같이 수행된다. 1차 병합 과정은 적은 빈도수를 갖는 색들을 미리 제거함으로써 색의 수를 줄인다. 2차 병합과정은 RGB 공간에서 3차원 유클리디언 거리가 1이하에 해당하면 병합과정을 수행한다.

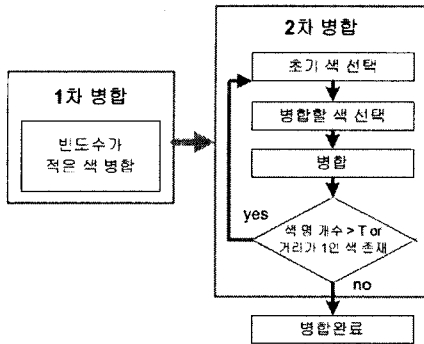


그림 6. 색 병합 과정  
Fig. 6 A color clustering process



그림 7. 원영상(좌)과 색 병합(6색)(우)  
Fig. 7 Original image(left) and color clustering of six colors(right)

이 과정에서 임의로 정의된  $T_h$ 값보다 더 많은 색 면이 남으면 영역들 중에 유사도가 가장 가까운 영역으로 병합한다 (5). 그림 7에서 색 병합된 결과를 볼 수 있다.

#### 4.1.1 후보영역 검출

색 병합 과정에 의해 생성된 각 색 면에 대해서 연결요소와 외곽사각형을 구하고, 연결요소의 크기와 외곽사각형의 위치, 크기, 중첩비를 검출한다. 각 색 면에서 후보영역의 수를 줄이기 위해서 외곽사각형의 크기가 임계값 이상으로 큰 것과 너무 작아서 식별할 수 없는 후보영역이 생기지 않도록 가로 또는 세로가 한 화소로 구성되거나 임계값 이하의 넓이를 갖는 외곽사각형들을 제거한다. 그림 8(a)에서와 같이 기둥과 같은 불필요한 영역들을 제거한다.

다음으로 문자 단위로 외곽사각형을 구성하기 위해서 외곽사각형 사이의 거리, X축과 Y축 방향으로 투영의 겹침 정도를 이용하여 연결요소들을 결합한다. 이 과정으로 문자 단위의 외곽사각형을 구성할 수 있으며 결합 결과는 그림 8(b)에서 보여준다. 그림 8(c)는 2차 제거 조건으로 제거한 결과이다.

끝으로 각 색 면에서 찾아진 후보영역들을 결합하여 하나의 후보영역 외곽사각형을 구성함으로써 색 병합에 의한 최종

후보 문자영역으로 검출한다. 각 색 면에서 찾아진 후보영역들의 외곽사각형의 겹침 정도를 비교하여 80% 이상으로 서로 겹치면 결합하여 하나의 외곽사각형으로 구성하고 후보 문자영역으로 검출한다.

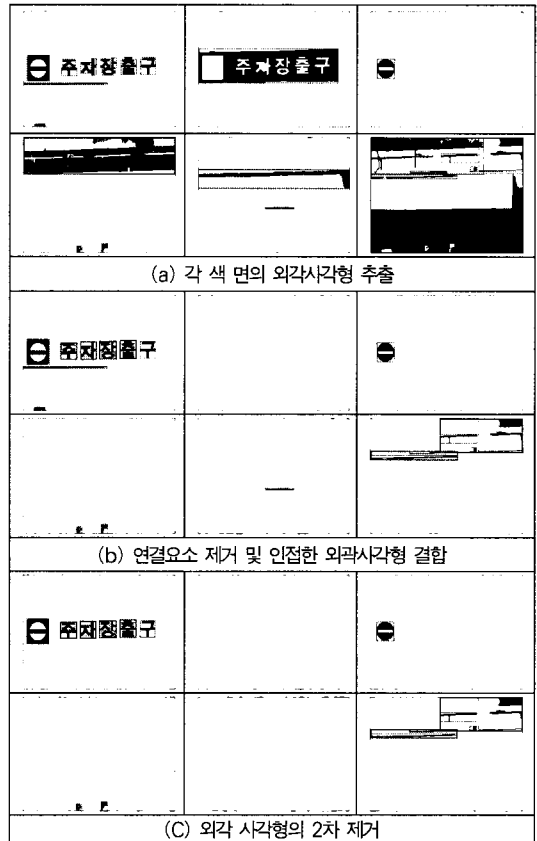


그림 8. 색 병합에 의한 문자 후보영역 검출  
Fig. 8 The text candidate region detection by color clustering. (a) A minimum enclosing rectangle extraction of an each color plane, (b) Connection element removals and a union of adjacent minimum enclosing rectangle, (c) A secondary removal of minimum enclosing rectangle

#### 4.2 세일런스 맵에 의한 문자영역 검출

인간의 시각 시스템은 선택적 주의집중에 의해서 시각 수용체로 도달되는 많은 물체들 중에서 필요한 정보만을 추출하여 원하는 작업을 수행하며, 이러한 시각적 주의에 기반한 모델들 중에서 주목할 만한 모델은 Milanese(6)와 Itti(7) 등이 제안한 세일런스 맵(Saliency map) 모델이다. 시각적 주의모델인 세일런스 맵은 시각적인 환경에 놓여있는 특이할만

한 물체들에 대한 정보를 가지고 있는 2차원 지도를 의미하며, 입력영상의 여러 특징들을 강조하도록 구성된 뚜렷한 특징 맵을 융합하여 생성한다. 특징 맵은 색상 특징 맵, 명암도 특징 맵, 방향 특징 맵 그리고 가우시안 특징 맵으로 구성되어 있다.

색상 특징 맵: 색상정보를 뇌로 전달해 주는 신경회로는 3 가지 추상체들에 의한 정보를 '적/녹', 황/청'의 반대 색상정보로 바꾸어 전달 하며[8], 생물학적인 시각처리 기관의 특성을 고려하여 식 4에 의해 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned}
 RG &= R_{x,y} - G_{x,y} \\
 BY &= B_{x,y} - Y_{x,y} \\
 R &= r - (g+b)/2, \quad G = g - (r+b)/2 \quad \dots (4) \\
 B &= b - (r+g)/2, \quad Y = r + g - 2(|r-g|+2)
 \end{aligned}$$

명암도 특징 맵: 명암도 영상은 실제적으로 현저한 특징을 추출하는데 중요한 역할을 하므로 식2를 이용하여 명암도 영상을 생성하고 이 영상을 특징 맵으로 사용한다.

$$I = (r + g + b) / 3 \quad \dots (5)$$

방향 특징 맵: 영상에서 화소의 방향 특징을 나타내는  $\theta \in \{0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ\}$ 의 4가지 방향성 정보는 가버 필터 (Gabor filter)를 사용하여 획득한다.

가우시안 특징 맵: 색상, 명암도, 방향 특징 맵으로부터 영상의 어느 영역이 주변과 대비하여 뛰어난 특징을 두드러지게 보여주는지를 강조하는 뚜렷한 특징 맵을 생성한다. 각각의 특징을  $j$ 라 하면, 9개의 크기 가우시안 피라미드  $P_j$ 는 식 6을 이용하여 특징 맵  $F_j$ 에 대하여 저표본화 과정을 수행한 후 가우시안 필터  $G$ 를 사용하여 융합된 영상을 생성한다. 이 과정을 반복하여 9개의 가우시안 피라미드를 그림 9와 같이 구성한다.

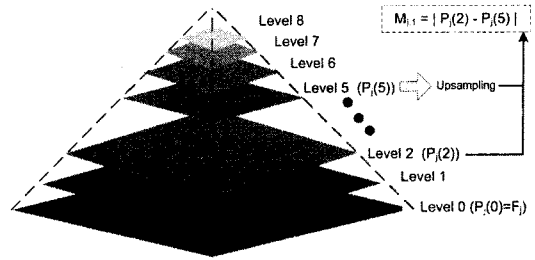


그림 9. 특징 맵  $F_j$ 에 대한 가우시안 피라미드  
Fig. 9 A Gaussian pyramid by feature map  $F_j$

가우시안 피라미드를 취하여 각 영상을 확대하면 가장 주요한 부분만 남게 된다. 이러한 특징을 이용하여 중간 다중 스케일 뚜렷한 특징 맵을 생성한다. 각각의 특징  $j$ 에 대해서, 다시 말하면 색상, 명암도, 4가지 방향 특징 맵에 대하여, 6 개의 다중스케일 가우시안 특징 맵들인  $M_{j,k}(1..6)$ 를 그림 8에 표현된 방식으로 식 7을 적용하여 구한다.

$$\begin{aligned}
 P_j(0) &= F_j \\
 P_j(i) &= P_j(i-1) * G \quad \dots (6)
 \end{aligned}$$

여기서 \*는 공간 컨볼루션 연산자이다.

$$\begin{aligned}
 M_{j,1} &= |P_j(2) - P_j(5)|, & M_{j,2} &= |P_j(2) - P_j(6)| \\
 M_{j,3} &= |P_j(3) - P_j(6)|, & M_{j,4} &= |P_j(3) - P_j(7)| \\
 M_{j,5} &= |P_j(4) - P_j(7)|, & M_{j,6} &= |P_j(4) - P_j(8)|
 \end{aligned} \quad \dots (7)$$

이 중간 다중스케일 가우시안 특징 맵들은 공간 주파수들의 차이에 민감하다.  $M_{j,1}$ 과 같은 fine map은 고주파 영역을,  $M_{j,6}$  같은 coarse map은 저주파 영역을 각각 찾아낸다. 각각의 특징  $j$ 에 대해서 6개의 중간 다중스케일 뚜렷한 특징 맵들은 유일한 특징을 가지는 가우시안 특징 맵  $C_j$ 로 식 8에 의해 합쳐진다.

$$C_j = \sum_{k=1}^6 N(M_{j,k}) \quad \dots (8)$$

여기에서  $N(\cdot)$ 는 정규화 함수이다. 정규화는 식 9와 같이 정의된다.

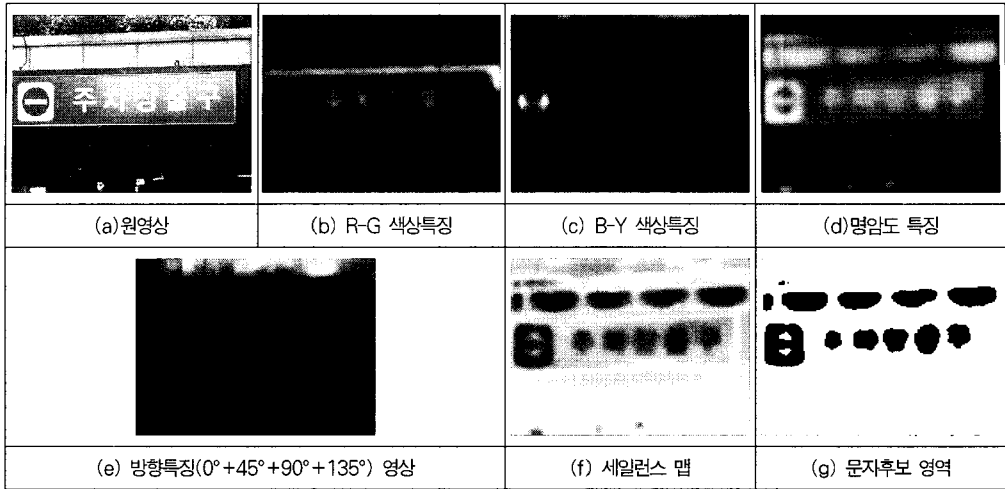


그림 10. 세일런스 맵에 의한 문자후보 영역 검출  
 Fig. 10 The text candidate region detection by Saliency Map  
 (a) Original image (b) R-G color feature (c) B-Y color feature (d) Intensity feature  
 (e) Orientation(0°+45°+90°+135°) image (f) Saliency Map (g) Text candidate region

$$F_{(x,y)}^{new} = \frac{F_{(x,y)} - \min}{\max} \dots\dots\dots (9)$$

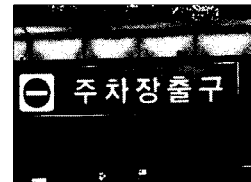
식 9에서 min과 max는 각각 영상에서 가장 큰 값과 가장 작은 값이다. 그림 10의 (b)~(e)는 각각의 특징 맵들을 식 8에 의해 가우시안 특징 맵으로 변환한 결과 영상을 보여준다.

세일런스 맵 S는 식 10과 같이 각각의 특징에서 얻어진 뚜렷한 특징 맵들에 특정한 가중치  $w_i$ 를 부여하고 합하여 만들어진다. 가중치  $w_i$ 는 검출된 특징 값의 차이를 높이기 위해 0.4로 설정했다.

$$S = \sum_{i=1}^4 w_i c_i \dots\dots\dots (10)$$



(a) 색 병합에 의한 검출 결과 (b) 세일런스 맵에 의한 검출 결과



(c) 공통 영역 검출  
 그림 11. 문자영역 검출

Fig. 11 Text region localization (a) The text region detection results by color clustering (b) The text region detection results by Saliency Map (c) The localization of common region

### V. 실험결과

색 병합과 세일런스 맵을 이용한 검출은 상호 보완적인 역할을 할 수 있기 때문에 각 방법에서 찾은 후보 문자영역들을 결합하면 문자영역 검출의 정확성을 향상시킬 수 있다. 결합은 각 특징에서 추출한 후보영역의 상호 겹침 정도를 비교 분석하며 두 영역의 겹침이 85%이상인 경우에 한하여 동일하게 검출한 문자영역으로 판단하고 그림 11과 같이 최종 문자영역으로 확정하여 검출한다.

본 논문에서는 조명에 의한 반사성분을 제거하여 문자영역 검출의 정확성을 높였다. 배경의 복잡도에 따라 단순한 영상과 복잡한 영상으로 분류하였으며, 배경의 복잡도에 따른 성능을 비교하였다. 실험 결과는 표 1과 같다. Total은 전체 실

험영상에서의 전체 문자 영역 개수, Correct는 정확히 찾은 문자영역 개수, Partial은 문자영역의 일부분만을 찾은 개수, Missing은 문자영역을 찾지 못한 경우이며 Wrong는 문자영역이 아닌 부분을 문자영역으로 찾은 개수이다. 성능을 평가 결과를 보면 배경이 단순한 영상에서는 Precision과 Recall 모두 성능이 높게 나타났으며 배경이 복잡한 영상에서도 대체적으로 비슷한 성능을 보였다.

표1. 배경의 복잡도에 따른 문자영역 검출 성능평가  
Table 1. Text region localization performance evaluation along a complexity duty of background

	배경이 단순한 영상			배경이 복잡한 영상		
	영역 개수	Precision	Recall	영역 개수	Precision	Recall
Total	128			132		
Correct	112	91.9%	89.0%	103	89.4%	83.3%
Partial	2			7		
Missing	4			9		
Wrong	10			13		

$$\text{Precision} = \frac{\text{Total number of correct texts}}{\text{Number of detected texts}} = \frac{\text{Correct} + \text{Partial}}{\text{Correct} + \text{Partial} + \text{Wrong}}$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{Total number of correct texts}}{\text{Total number of texts}} = \frac{\text{Correct} + \text{Partial}}{\text{Total number of texts}}$$

..... (11)

## VI. 결론

본 논문에서는 자연영상에 존재하는 문자들을 효율적으로 검출하기 위한 새로운 접근 방법을 제안했다. 카메라로부터 획득된 자연영상의 조명환경을 판별하기 위해 Red컬러 성분 히스토그램에서 두 개의 피크 점을 검출하고, 검출된 두 피크 점들 간의 분포를 사용하여 노말 또는 편광영상에 해당하는지를 판별하고 반사성분을 제거하였다. 색 병합 과정에서 검출된 후보 문자영역과 세일런스 맵에 의해 검출된 후보 문자영역의 겹침 정도를 서로 비교 분석하여 최종 문자영역으로 확정하고 문자영역을 검출한다.

본 논문에서 제안된 방법은 자연영상에서 문자영역을 정확하게 검출하는 방법이며 배경이 복잡한 영상에서도 문자영역 검출 성능이 대체적으로 높게 나타나는 것을 볼 수 있다.

앞으로 본 연구와 관련하여 저대비 영상이나 다양한 그래픽 폰트들, 폰트 크기가 너무 크거나 너무 작은 영상에 대하여 문자영역을 찾지 못하는 오류에 대한 원인을 분석하여 개

선하고 실시간 처리를 위하여 시간을 단축시키는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 최미영, 김계영, 최형일, "컬러 영상의 조명성분 분석을 통한 문자인식 성능 향상", 한국컴퓨터정보학회논문지, 제12권, 제3호, 2007.
- [2] J. Ohya, A. Shio, S. Akamatsu, "Recognizing Characters in Scene images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.16, No.2, pp.214-224, 1994.
- [3] Lixu Gu, Toyahisa Kaneko, "Robust Extraction of Characters from Color Scene Image Using Mathematical Morphology," Proceeding of 7th International Conference on Pattern Recognition, Vol.2, pp.1002-1004, 1998.
- [4] Ping-Sung Liao, Tse-Sheng Chen, Pau-Choo Chung, "A Fast Algorithm for Multilevel Thresholding", Information Science and Engineering, Vol. 17, 2001.
- [5] 최영우 외 7인, "계층적 특징 결합 및 검증을 이용한 자연이미지에서의 장면 텍스트 추출", 정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용, 제 31권, 제 4호, pp. 420-438, 2004.
- [6] R.Milanese, H.Wechsler, S.Gil, J.Bost and T.Pun, "Integration of Bottom-up and Top-down Cues for Visual Attention Using Non-Linear Relaxation," IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.781~785, 1994.
- [7] 최경주, 이일병, "인간의 상향식 시각적 주의 특성에 바탕을 둔 현저한 영역 탐지," 정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용, 제31권 제2호, pp.189~202, 2004.
- [8] T. Lee, T. Wachtler, T. Sejnowski, "Color Opponency is an Efficient Representation of Spectral Properties in Natural Scenes," Vision Research, Vol.42, pp.2095~2103, 2002.

## 저자 소개



### 최 미 영

2001년: 찬안대학교 컴퓨터학과 (공학사)  
2003년: 찬안대학교대학원 컴퓨터학  
과(공학석사)  
2008년: 숭실대학교대학원 미디어학  
과(공학박사)  
2008년2월~현재 : 숭실대학교 BK21  
(Post Doc)  
관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리



### 김 계 영

1990년: 숭실대학교 전자계산학과(공학사)  
1992년: 숭실대학교대학원 컴퓨터학  
과(공학석사)  
1996년: 숭실대학교대학원 컴퓨터학  
과(공학박사)  
1996년~1997년: 한국전자통신연구  
원(Post Doc.)  
1997년~2001년: 한국전력공사 전  
력연구원(선임)  
2001년~ 현재: 숭실대학교 컴퓨터학  
부(부교수)  
관심분야 : 컴퓨터비전, 형태인식, 생  
체인식, 증강현실, 영상  
및 신호처리



### 최 형 일

1979년: 연세대학교 전자공학과(공학사)  
1982년: 미시간대학교 전산공학과(공  
학석사)  
1987년: 미시간대학교 전산공학과(공  
학박사)  
1995년~1997년: 퍼지 및 지능시스  
템학회 이사  
1996년~1998년: 정보과학회 컴퓨터  
비전 및 패턴인식  
연구회 위원장  
1997년: IBM Waston Lab 방문연구원  
2005년~2006년 한국정보과학회이사  
1987년~현재: 숭실대학교 미디어학  
과(교수)  
관심분야: 컴퓨터비전, 퍼지 및 신경  
망이론, 패턴인식, 지식기  
반시스템