한국산학기술학회논문지
Vol. 7, No. 6, pp. 1167-1174, 2006

문자-에지 맵의 패턴 히스토그램을 이용한 자연이미지에서 텍스트 영역 추출

박종천, 황동국, 이우람, 전병민[1*]

Text Region Extraction Using Pattern Histogram of Character-Edge Map in Natural Images

Jong-Cheon Park, Dong-Guk Hwang, Woo-Ram Lee and Byoung-Min Jun[1*]

요 약 자연이미지로부터 텍스트 영역 추출은 자동차 번호판 인식 등과 같은 많은 응용프로그램에서 유용하다. 따라서 본 논문은 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램을 이용한 텍스트 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 16종류의 에지 맵을 생성하고, 이것을 조합하여 문자 특징을 갖는 8종류 문자-에지 맵 특징을 추출한다. 문자-에지 맵의 특징을 이용하여 텍스트 후보 영역을 추출하고, 텍스트 후보 영역에 대한 검증은 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램 및 텍스트 영역의 구조적 특징을 이용하였다. 실험결과 제안한 방법은 복잡한 배경, 다양한 글꼴, 다양한 텍스트 컬러로 구성된 자연이미지로부터 텍스트 영역을 효과적으로 추출하였다.

Abstract Text region detection from a natural scene is useful in many applications such as vehicle license plate recognition. Therefore, in this paper, we propose a text region extraction method using pattern histogram of character-edge maps. We create 16 kinds of edge maps from the extracted edges and then, we create the 8 kinds of edge maps which compound 16 kinds of edge maps, and have a character feature. We extract a candidate of text regions using the 8 kinds of character-edge maps. The verification about candidate of text region used pattern histogram of character-edge maps and structural features of text region. Experimental results show that the proposed method extracts a text regions composed of complex background, various font sizes and font colors effectively.

Key words : 에지 맵, 문자-에지 맵, 패턴 히스토그램, 텍스트 영역 추출

1. 서 론

자연이미지에 포함된 텍스트는 중요한 정보를 제공하고 있으므로 텍스트를 실시간으로 추출할 수 있는 기술 개발의 필요성이 증가하고 있는 추세이다. 최근 연구 중에는 시각장애인을 위한 시각보조 시스템[1]이 개발 중에 있고, 이 시스템은 휴대장비에 부착된 카메라로부터 획득한 자연 이미지로부터 텍스트를 추출하여 이를 음성으로 전달해주는 시스템이다. 또한 외국인이 여행 중에 휴대용 장비를 통해서 외국어로 된 지리정보와 관광정보 등을 텍스트 추출과 변환기술로 외국인들이 이해할 수 있는 문자로 변환 가능하도록 하는 시스템[2]도 개발 중이다. 이러한 자연이미지로부터 텍스트 정보를 추출 및 인식할 수 있다면 시각장애인을 위한 보조시스템, 로봇 자동 주행 시스템, 비디오 자동 검색 및 색인 시스템 그리고 텍스트 자동 번역 시스템 등의 다양한 분야에서 널리 활용될 수 있다.

자연이미지로부터 텍스트 영역 추출에 관한 연구는 영역-기반(region-based), 질감-기반(texture based) 그리고 에지-기반(edge-based) 방법으로 분류된다. 본 논문은 에지-기반 방법으로 텍스트 영역을 추출함으로 에지-기반 방법을 이용한 텍스트 영역 추출 관한 연구를 살펴본다[3-11].

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련 연구를 기술하고, 3장에서는 3.1 에지 추출 및 에지 맵 생성, 3.2 8종류 문자-에지 맵 생성, 3.3 텍스트

이 논문은 2005년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음
[1]충북대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학부 컴퓨터 공학과
*교신저자: 전병민(bmjun@cbnu.ac.kr)

후보영역 추출 그리고 3.4 텍스트 후보 영역 검증으로 구성하여 제안한 텍스트 영역 추출 방법을 기술한다. 4장에서는 실험 및 결과분석을 기술하고, 5장에서는 결론을 기술한다.

2. 관련연구

Smith와 Kanade[3]은 수직에지 성분을 검출하고, 에지성분에 대한 클러스터로 개개의 영역을 생성하여 외곽사각형 영역을 추출하고, 외곽사각형 영역의 비율, 채움 속성 그리고 영역의 크기에 대한 3가지의 경험적인(Heuristic) 정보를 이용한다. 이 방법은 비디오 영상에서 수평방향으로 정렬된 텍스트에서 좋은 성능을 나타내었다.

Chen 등은[5] 에지 검출은 Canny 에지 검출기를 적용하였고, 계산의 복잡도를 줄이기 위해서 작은 윈도우 영역에서 오직 한 개의 에지-포인트 크기와 위치가 측정되었다. 텍스트의 에지는 이 크기 정보를 이용하여 개선되었고, 에지에 형태학적 팽창(Dilation) 방법으로 클러스터를 생성하고, 여러 가지 경험적인정보를 활용하여 텍스트 영역과 배경영역을 분리하였다. 이러한 특징들을 평가하기 위해 두 개의 가보 필터(Gabor filter)를 사용하였다.

Xiaoqing Liu, Samarabandu J등은[9] 방향성 에지를 추출하고 추출된 에지 중에서 수직방향 에지를 추출하여 이들 에지를 그룹을 생성하고, 생성된 에지 그룹에 형태학적 수축과 팽창 연산을 적용하여 클러스터를 만들어 텍스트 후보 영역으로 추출하였다. 이 방법은 실내에서 로봇 주행을 위한 목적으로 텍스트 영역을 추출하는 것으로 실외의 다양한 환경에서는 실험된 결과가 없었다.

Xian-Sheng 등은[11] 소벨 연산자를 이용한 수평 및 수직에지 정보와 코너 정보를 특징으로 사용하였다. 수평 및 수직에지는 후보 텍스트 영역에 대한 분리와 검증 절차에서 이용하였고, 코너 특징은 텍스트 영역 후보를 결정하는데 사용된다. 이 방법의 단점은 이미지 질감 영역에서 많은 코너 특징이 나타나므로 적절한 파라미터 설정이 어렵고, 파라미터 설정에 따라 텍스트 영역 추출률에 많은 차이를 나타내었다.

에지-기반 방법으로 텍스트 영역을 추출하는 기존의 연구는 기본적인 방향성 에지를 추출하고, 추출된 에지에 대한 클러스터 및 이미지 질감 분석을 수행함으로서 텍스트 영역을 추출한다. 그러나 기존의 에지-기반 방법들은 에지 조합의 구조적인 특징 정보는 이용하지 않으므로 다양한 글자 모양과 크기를 갖는 텍스트와 다양한 컬러 분포를 갖는 영역에서 텍스트 영역을 정확하게 추출하지 못하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존 연구의 이러한 문제점을 개선하여 기본적인 에지를 조합한 에지 맵과 문자-에지 맵(Character-edge map)을 이용한 다양한 형태로 분포하는 텍스트 영역을 정확하게 추출할 수 있는 방법을 제안한다.

3. 제안한 텍스트 영역 추출 방법

본 논문에서 제안하는 방법은 그림 1과 같이 자연 이미지를 명도(gray-level) 이미지로 변환하고, Canny 에지 검출기[12]로 에지를 추출한다. 추출된 에지로부터 16종류의 에지 맵(edge map)을 생성하고, 생성된 에지 맵을 문자 구조 특징에 맞도록 조합하여 8종류 문자-에지 맵을 생성한다. 8종류 문자-에지 맵으로 텍스트 후보 영역을 추출하고, 텍스트 후보 영역을 8종류 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램 분포를 분석하여 텍스트 영역에 대한 검증을 수행함으로서 최종적인 텍스트 영역을 추출한다.

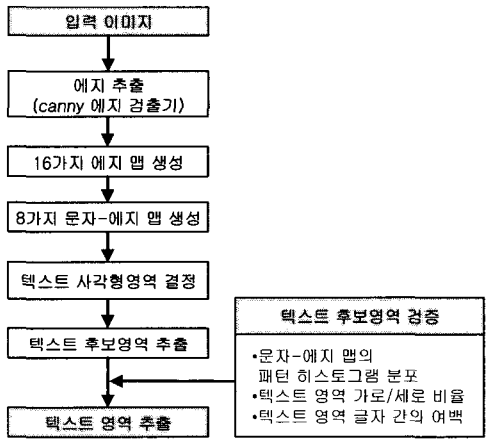


그림 1. 제안한 텍스트 영역 추출방법

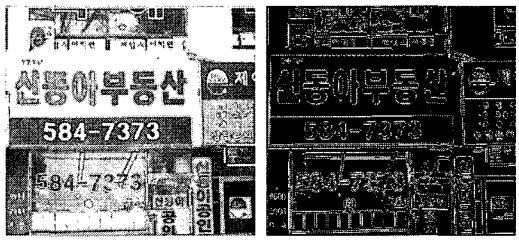


그림 2. 원본 이미지 및 Canny 에지 검출 결과

3.1 에지 추출 및 에지 맵 생성

자연이미지를 명도이미지로 변환하고 Canny 에지 검출기로 에지를 추출한다. 그림 2는 Canny 에지 검출 결과를 보여준다. Canny 에지 검출은 대비가 낮은 이미지에서도 정확한 에지를 추출한다. 추출된 에지로부터 4종류의 방향성 에지, 8종류의 코너에지 그리고 4종류의 기타 에지를 조합하여 총 16종류의 에지 맵을 생성한다. 에지 맵은 Canny 에지 추출 결과 생성된 에지를 3×3영역에 존재하는 에지의 형태를 16종류로 분류한 것이다. 16종류의 에지 맵은 김수겸, 장유정[13]이 제안한 에지의 종류를 이용하였고, 4종류의 에지 맵은 문자 에지 구조에 맞게 수정하였다. 그림 3은 16종류의 에지 맵을 나타낸다.

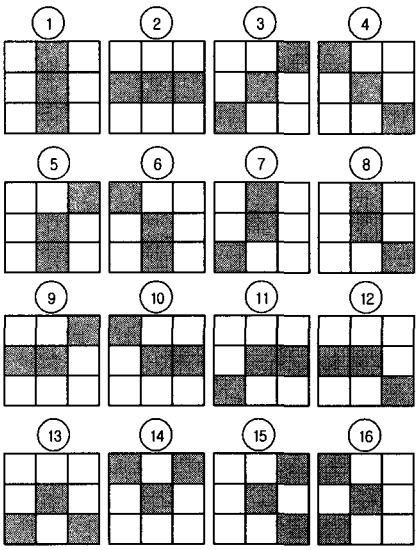


그림 3. 16종류의 에지 맵

텍스트 영역에 속한 에지 맵의 구조를 분석한 결과, 16종류의 에지 맵이 서로 연결되어 문자를 이루고 있는 것을 알 수 있으므로 이러한 에지 맵을 조합하여 8종류의 문자-에지 맵(Character-Edge Map)을 생성하여 텍스트 영역 추출의 중요한 특징으로 사용한다.

3.2 8종류 문자-에지 맵 생성

그림 4는 텍스트 영역에 있는 8종류 에지 맵의 분포를 보여준다. 에지 맵이 상호 연결된 구조로 문자를 형성하고 있는 구조적 특징을 잘 보여준다. 따라서 문자에 존재하는 에지 맵의 구조적 특징을 추출하기위해 16종류 에지 맵을 조합하여 8종류 문자-에지 맵을 생성한다. 그림 5는 8종류 문자-에지 맵을 보여준다.

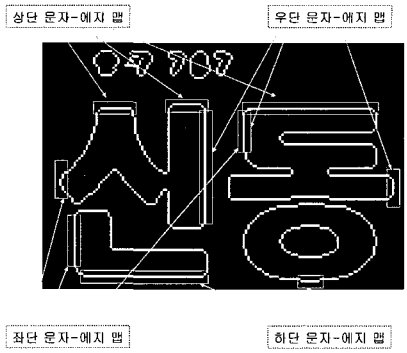


그림 4. 문자 영역 에지 구조

문자-에지 맵은 모양에 따라 1부터 8까지의 번호를 부여하였다. 8종류 문자-에지 맵 중에서 1, 2, 3, 4번의 에지 맵을 문자의 외각사각형 영역을 결정하는데 중요한 특징으로 사용된다.

3.3 텍스트 후보영역 추출

텍스트 후보 영역 추출은 텍스트 후보 영역의 너비를 설정하고 설정된 텍스트 영역의 너비를 기준으로 텍스트 높이를 검출하여 텍스트 영역 상/하, 좌/우 좌표를 설정한다.

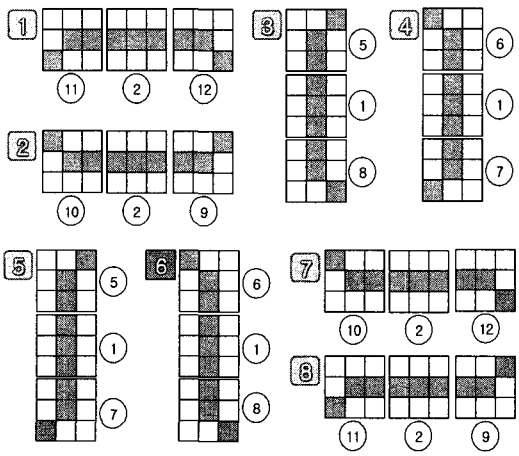


그림 5. 8종류 문자-에지 맵

텍스트 후보 영역은 그림 4에서 제시한 8종류의 문자-에지 맵으로 구성된다. 그러므로 텍스트 영역에 존재하는 문자-에지 맵을 검출함으로서 텍스트 후보 영역을 추출한다. 텍스트 후보 영역 추출을 위한 구조적 특징과 경험적인 정보는 아래에 제시한 조건을 만족하는 것으로 한다.

조건 1. 텍스트 영역의 높이는 최소 문자 높이 값(10 픽셀) 이상이어야 한다.

조건 2. 텍스트 하단 문자-에지 맵(그림 5의 2번) 영역 아래에는 에지가 존재하지 않는다.

조건 3. 텍스트 상단 및 하단에지 사이에는 좌/우 에지(문자-에지 맵 "3,4" 번)가 존재해야 한다.

조건 4. 텍스트 영역의 가로/세로 비율이 식(1)의 조건을 만족해야 한다.

$$\text{텍스트 영역} = \frac{\text{텍스트 영역의 너비}}{\text{텍스트 영역의 높이}} \geq 0.2 \qquad (1)$$

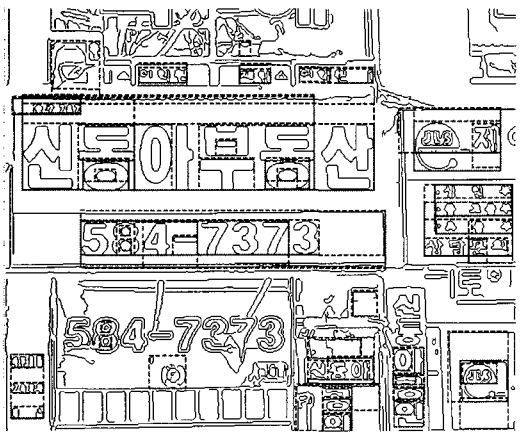


그림 6. 추출된 텍스트 후보 영역

조건 1은 그림 4의 화살표가 표시하는 부분에 텍스트 하단 영역의 에지가 검출되므로, 조건 1에 해당하는 경우로서 텍스트 구조에서 문자의 최소 높이 값을 의미한다. 조건 2는 텍스트 배경영역의 단순성이 존재함으로 텍스트 하단 영역에서는 에지가 존재하지 않는다. 조건 3은 그림 4와 같이 텍스트 상단과 텍스트 하단 사이에 좌/우 에지가 존재함을 의미한다. 조건 4는 문자의 구성 비율은 문자의 너비는 높이의 2배 이상 넘지 않으므로 텍스트 영역의 너비는 최소 2배 이상은 되어야 한다. 1차 텍스트 영역의 좌우 에지는 잡음에지를 포함하는 경우가 있으므로 문자-에지 맵 특성을 이용하여 정확한 좌/우 좌표를 재설정한다. 일반적으로 텍스트 영역이 아닌 영역도 비슷한 문자-에지 맵의 분포를 갖는 경우가 존재한다. 그러나 텍스트 영역은 일정한 패턴으로 문자-에지 맵이 존재한다.

그림 6은 추출된 텍스트 후보 영역을 보여준다. 그림 6에서 텍스트 영역이 아닌 부분이 텍스트 영역으로 검출되는 것을 볼 수 있다. 따라서 텍스트 영역 검증 과정에서 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램을 이용하여 잘못 추출된 텍스트 영역을 제거 할 수 있다.

```
Algorithm about verification of text regions.
Comment: Text_Candidate_Array: Array of candidate text region
Comment: Text_Array: Array of text region
Text_Area_Ok = 0
TCnum ← size(Text_Candidate_Array)
i ← 1
for i ≤ TCnum
 start_x_index = start_x_coordinate;
 end_x_index = end_x_coordinate;
 start_y_index = start_y_coordinate;
 end_y_index = end_y_coordinate;
 if find(Text_Candidate_Array(i,start_x_index) = 1 and
  find(Text_Candidate_Array(i,end_x_index) = 2 and
  find(Text_Candidate_Array(i,start_y_index) = 3 and
  find(Text_Candidate_Array(i,end_y_index) = 4
   Text_Outer_Area_Ok ← 1;
 endif
 Inner_Area = Inner coordinate of Text_Candidate_Array
 if find(Text_Candidate_Array(Inner_Area) = 5 and
  find(Text_Candidate_Array(Inner_Area) = 6 and
  find(Text_Candidate_Array(Inner_Area) = 7 and
  find(Text_Candidate_Array(Inner_Area) = 8
   Text_Inner_Area_Ok ← 1;
 endif
endfor

 if Text_Outer_Area_Ok = 1 & Text_Inner_Area_Ok =1
  Text_Area(Count,1:4) ← Text_Candidate_Array(i,1:4);
 endif
```

그림 7. 텍스트 후보영역 검증 알고리즘

3.4 텍스트 후보 영역 검증

텍스트 후보 영역에 대한 검증은 텍스트 후보 영역에 대한 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램 분석으로 이루어진다. 그림 7은 텍스트 후보 영역 검증 알고리즘이다. 그림 8은 정확히 검출된 텍스트 후보 영역에 대한 수평 및 수직 방향에 대한 8종류 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램으로 수평방향의 문자-에지 맵의 패턴은 좌단 문자-에지 맵으로 시작해서 우단 에지 맵으로 끝나게 된다. 그리고 그 사이에 상/하단 에지가 존재하고, 기타 5, 6, 7, 8번 문자-에지 맵이 일정한 거리를 갖고 분포하게 된다.

수직방향의 문자-에지 맵의 분포 패턴은 상단 문자-에지 맵으로 시작해서 하단 문자-에지 맵으로 끝나게 된다는 점이 수평 방향의 분포와 다르다. 그림 9는 잘못 검출된 텍스트 후보 영역의 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램을 보여준다. 텍스트 영역이 아닌 경우 문자-에지 맵의 패턴이 불규칙적임을 알 수 있다. 그림 10은 추출된 최종 텍스트 영역으로 텍스트 영역이 아닌 영역을 제거하였다.

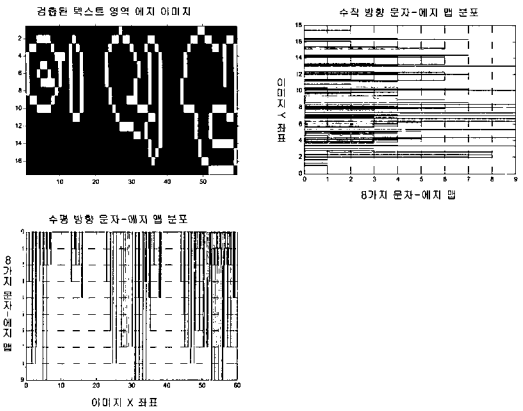


그림 8. 텍스트 후보 영역의 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램

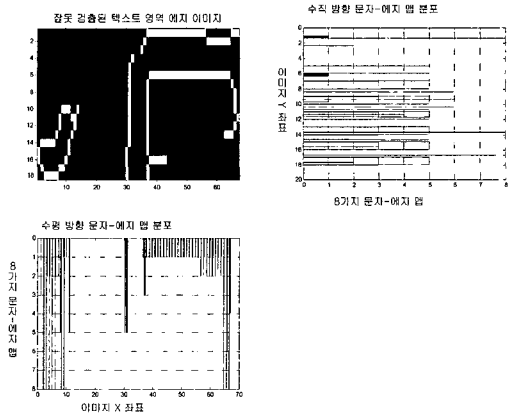


그림 9. 비 텍스트 후보 영역의 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램

4. 실험 및 결과

실험을 위한 자연이미지는 올림푸스 5060-WZ 디지털 카메라로 획득 되었고, 교통 표지판, 간판, 안내표지판 그리고 광고표지판 등, 총 100개의 다양한 종류의 자연이미지를 대상으로 하였다. 이미지 크기는 640×480이고, 실험에 사용된 컴퓨터의 CPU는 펜티엄-4 2.0GHz 이고, 주기억 용량은 512MB을 사용하였다.

성능평가는 표 1과 같은 텍스트 영역 추출률로 나타내었다. 표 1에서 이용된 적중률(Hit rate), 실패율(Miss rate), 오 검출(False alarm)은 아래와 같은 수식으로 산출된다.

$$\text{적중률} = \frac{\text{검출된 텍스트 박스의 수}}{\text{이미지에 존재하는 텍스트의 박스의 수}} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{실패율} = 100 - \text{적중률} \quad (3)$$

$$\text{오검출} = \frac{\text{잘못 검출된 텍스트 박스의 수}}{\text{이미지에 존재하는 텍스트의 박스의 수}} \times 100 \quad (4)$$

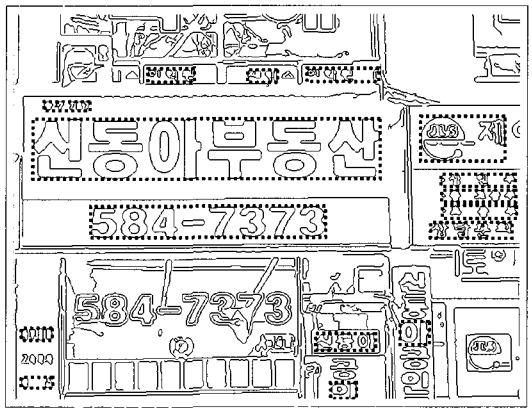
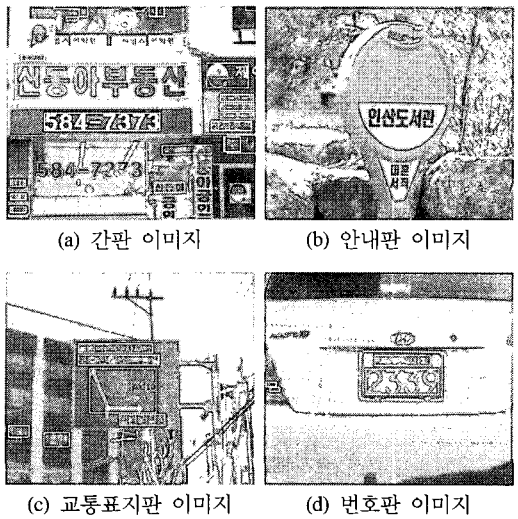


그림 10. 추출된 최종 텍스트 영역



(a) 간판 이미지 (b) 안내판 이미지

(c) 교통표지판 이미지 (d) 번호판 이미지

그림 11. 텍스트 영역 추출 결과 이미지

그림 11의 (a)간판 이미지는 텍스트 영역의 글자의 크기, 글꼴 그리고 글자의 색상에 관계없이 대부분의 텍스트 영역을 정확히 추출하고 있다. 그러나 몇 개의 영역에서 텍스트 영역과 비슷한 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램이 존재함으로 오류가 발생하였다. 그러므로 텍스트 영역에 대한 검증 절차에 추가적인 특징을

갖는 문자-에지 맵의 패턴을 도출해야 한다. 그림 11의 (b)안내 표지판은 나무를 배경으로 안내판이 있는 이미지로 나무에서 많은 에지가 존재하지만 텍스트 영역을 만족하는 특징이 존재하지 않으므로 텍스트 영역을 잘 추출한다. 그러나 안내판 내부의 일부 텍스트가 추출하지 못하는데 이것은 텍스트 영역에 인접된 다른 에지가 존재하는 경우로, 텍스트 영역 좌/우에는 에지를 존재하지 않아야 하는 조건을 만족하지 못하므로 최종적인 텍스트 영역에서 제외되었기 때문이다. 이러한 오류는 텍스트 영역의 좌/우를 결정하는 과정에서 에지 맵의 구조적인 특징값에 대한 통계적인 파라미터 값의 설정에 따른 문제로 보다 적절한 파라미터 값을 설정함으로 해결될 수 있을 것이다. 그림 11의 (c)교통 표지판 이미지는 교통 표지판 중앙에 있는 방향표시 기호의 영역에 텍스트가 존재함에 따라서 최종 겹침 영역에서 분리되지 않고 방향기호 영역과 함께 텍스트 영역으로 잘 못 추출되는 오류의 예이다. 겹침 영역에 대한 처리조건을 추가하여 정확한 텍스트 영역을 분리할 수 있을 것이다. 그림11의 (d)번호판 이미지는 번호판 텍스트 영역은 정확하게 추출하였지만 자동차 모델부분의 텍스트 영역은 추출하지 못하였다. 이것은 자동차 모델 부분의 에지 추출 결과, 하나의 덩어리로 추출됨으로서 텍스트 영역 조건에 맞는 문자-에지 맵이 존재하지 않으므로 텍스트 영역으로 추출하지 못한다. 그리고 후방등 부분이 텍스트 영역으로 추출되는 것은 텍스트 영역의 조건에 맞는 문자-에지 맵의 패턴이 존재하기 때문이다.

텍스트 영역 추출률은 안내판 이미지가 가장 높은 결과를 나타냈다. 그 이유는 안내판 텍스트 배경이 다른 이미지에 비해 상대적으로 대비가 높은 특징으로 인해 텍스트 영역의 에지를 대부분 추출할 수 있기 때문이다. 가장 낮은 추출률은 간판이미지로서 다양한 형태의 텍스트가 존재하고, 또한 텍스트 배경이 복잡한 특징을 존재하기 때문이다.

5. 결 론

본 연구에서는 자연이미지로부터 에지-맵과 문자-에지 맵을 이용한 텍스트 영역 추출 방법을 제안하였다. 텍스트 영역에 존재하는 기본적인 에지-맵을 추출하고 추출된 기본적인 에지-맵을 문자의 특징을 추출할 수 있도록 문자-에지 맵을 생성하였고, 이를 주된 특징으로 텍스트 영역을 추출하였다. 문자-에지 맵의 패턴 히스토그램을 분석하여 복잡한 배경, 다양한 글자크기, 다양한 컬러가 존재하는 이미지로부터 텍스트 영역을 효과적으로 추출할 수 있었다.

본 논문에서 제안한 텍스트 영역 추출 방법은 에지의 구조적인 특징만으로 텍스트 영역을 효과적으로 추출하는 성과를 얻을 수 있었다. 향후 연구과제는 텍스트 영역을 검증하기 위한 방법으로 텍스트 영역의 문자-에지 맵 상호간의 위치관계와 평균, 편차, 에너지, 엔트로피 등과 같은 질감 특징을 적용하고, 전처리 단계에서 정확한 에지 추출을 위한 파라미터 값을 도출하는 것과 텍스트 영역 겹침에 따른 문제를 해결하기 위한 연구가 필요하다. 마지막으로 기울어진 텍스트 영역을 추출하기 위한 방법으로 연결요소 분석 방법 및 질감 분석 방법과 병합하는 방법에 관한 연구이다.

표 1. 텍스트 영역 추출률

이미지종류	실 험 이미지 수	적중률	실패율	오 검출률
안내판	20	91%	9%	13%
간 판	30	65%	35%	44%
교 통 표지판	10	84%	16%	12%
번호판	10	80%	20%	27%
교 통 안내판	20	73%	27%	33%
광고판	10	75%	25%	15%
전체 통계	100	78%	22%	24%

참고문헌

[1] N. Ezaki, M. Bulacu, L. Schomaker, "Text detection from natural scene images: towards a system for visually impaired persons", Pattern Recognition, ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on Vol. 2, pp. 683-686, 2004.

[2] J. Yang, X. Chen, J. Zhang, Y. Zhang, A. Waibel, "Automatic detection and translation of text from natural scenes", Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on Vol. 2, pp. 2101-2104, May, 2002.

[3] M.A. Smith and T. Kanade, "Video Skimming for Quick Browsing Based on Audio and Image Characterization", Carnegie Mellon University, Technical Report CMU-CS-95-186, July 1995.

[4] Y.M.Y. Hasan, L.J. Karam, "Morphological Text Extraction from Images", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9 issue(11), pp. 1978-1983, November, 2000.

[5] D. Chen, K. Shearer, and H. Bourlard, "Text Enhancement with Asymmetric Filter for Video OCR", Proc. of International Conference on Image Analysis and Processing, pp. 192-197, September, 2001.

[6] Qixiang Ye, Wen Gao, Weiqiang Wang, Wei Zeng, "A robust text detection algorithm in images and video frames", Information, Communications and Signal Processing, 2003 and the Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia. Proceedings of the 2003 Joint Conference of the Fourth International Conference on Vol. 2, pp. 802-806, December, 2003.

[7] Chunmei Liu, Chunheng Wang, Ruwei Dai, "Text detection in images based on unsupervised classification of edge-based features", Document Analysis and Recognition, 2005. Proceedings. Eighth International Conference. Vol. 2, pp. 610-614, September. 2005.

[8] Hiroki Takahashi, Masayuki Nakajima, "Region graph based text extraction from outdoor images", Information Technology and Applications, Vol. 1, pp. 680-685, July, 2005

[9] Xiaoqing Liu, Samarabandu J., "An edge-based text region extraction algorithm for indoor mobile robot navigation", Mechatronics and Automation, 2005 IEEE International Conference Vol. 2, pp. 701-706, August, 2005

[10] W. Jiang, Q. Shao-Lin, Q. Zhuo, W. WenYuan, "Automatic text detection in complex color image", Machine Learning and Cybernetics, Proceedings. 2002 International Conference on Vol. 3, pp. 1167-1171, November, 2002.

[11] H. Xian-Sheng, Z. Liu Wenyin, Hong-Jiang, "An Automatic Performance Evaluation Protocol for Video Text Detection Algorithms", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, pp. 498-507, April, 2004.

[12] John Canny, "A Computational Approach to Edge Detection", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 8, pp. 679-698, November, 1986.

[13] 김수겸, 장유정, "에지의 구조적 정보를 이용한 에지추출", 정보처리학회 논문지, Vol.3 No.5, pp. 1337-1345, 1996. 1.

박 종 천(Jong-Cheon Park) **[정회원]**

- 1994년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 졸업
- 1998년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 수료
- 2006년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 초빙교수

<관심분야>
컴퓨터 비전, 영상처리, 인공지능

황 동 국(Dong-Guk Hwang) **[정회원]**

- 1998년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 졸업
- 2000년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 수료
- 2005년 1월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 조교

<관심분야>
독순술, 2D 객체인식

이 우 람(Woo-Ram Lee) **[정회원]**

- 2003년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 졸업
- 2005년 2월 : 충북대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 박사과정 재직중

<관심분야>
컴퓨터 비전, 퍼지이론

전 병 민(Byoung-Min Jeon) **[정회원]**

- 1976년 2월 : 한국항공대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1979년 2월 : 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1988년 8월 : 연세대학교 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 1986년 2월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>
디지털 신호처리, 영상처리, 컴퓨터 비전