

논문 2009-46CI-2-6

# 모바일 시스템 응용을 위한 실외 한국어 간판 영상에서 텍스트 검출 및 인식

(Text Detection and Recognition in Outdoor Korean Signboards for  
Mobile System Applications)

박종현\*, 이귀상\*, 김수형\*, 이명훈\*\*, Nguyen Dinh Toan\*\*

(J.H. Park, G.S. Lee, S.H. Kim, M.H. Lee, N.D. Toan)

## 요약

자연 영상에서의 텍스트 이해는 지난 수년간 매우 활발한 연구 분야로 자리하고 있다. 논문에서 우리는 한국어 간판 영상으로부터 자동으로 텍스트를 인식하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 상호명의 인식을 위한 텍스트 영역의 검출 및 이진화를 포함하고 있다. 먼저 수직, 수평 방향의 에지 히스토그램을 이용하여 텍스트 영역의 정교한 검출을 수행하였다. 두 번째 단계는 검출된 텍스트 영역에 대해서 연결요소 기법을 적용하여 각각의 독립된 한 개의 문자 영역으로 분할되어지고, 마지막으로 최소 거리 분류법에 의해 각각의 글자를 인식한다. 각각의 문자 인식을 위해 모양 기반 통계적 특징을 추출한다. 실험에서 제안된 전체적인 효율성 및 정확성을 분석하였으며, 현재 구현된 모바일 시스템의 실용성을 확인할 수 있었다.

## Abstract

Text understand in natural images has become an active research field in the past few decades. In this paper, we present an automatic recognition system in Korean signboards with a complex background. The proposed algorithm includes detection, binarization and extraction of text for the recognition of shop names. First, we utilize an elaborate detection algorithm to detect possible text region based on edge histogram of vertical and horizontal direction. And detected text region is segmented by clustering method. Second, the text is divided into individual characters based on connected components whose center of mass lie below the center line, which are recognized by using a minimum distance classifier. A shape-based statistical feature is adopted, which is adequate for Korean character recognition. The system has been implemented in a mobile phone and is demonstrated to show acceptable performance.

**Keywords:** signboard image, text recognition, text detection, binarization, natural scenes.

## I. 서론

오늘날 휴대용 디지털 기기의 광범위한 보급과 하드웨어 및 소프트웨어의 발달로 영상 및 비디오 데이터의 획득과 저장 그리고 재사용은 다양한 분야에서 매우 일

반화 되었으며, 유비쿼터스 환경에서의 사용자들은 보다 손쉬운 방법으로 다양한 정보를 원하고 있다. 유비쿼터스 환경에서의 모바일 시스템으로부터 획득한 미디어들 중에 자연 영상은 다양한 정보를 가지고 있다. 특히 자연 영상에 포함된 텍스트 정보는 가장 정확하게 의미정보를 제공할 수 있다. 따라서 자연 영상으로부터 텍스트 영역의 검출, 인식 그리고 변환을 위한 유비쿼터스 환경에 요구되는 시스템의 연구가 활발히 진행되고 있다. 디지털 카메라와 모바일 폰 등의 광범위한 보급으로 사용자는 편리한 서비스에 대한 욕구가 강하게 표출되고 있으며, 미래형 로봇 등의 시각인지기능 중에

\* 정회원, \*\* 학생회원, 전남대학교 전자컴퓨터공학부  
(School of Electronic and Computer Engineering,  
Chonnam National University)

※ 이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로  
한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(KRF-2008-313-D00999).

접수일자: 2009년2월20일, 수정완료일: 2009년3월6일

서 영상에 포함된 텍스트를 자동으로 추출하여 새로운 정보를 가공하는 것은 매우 중요한 정보 기술이다.

상업용 옥외 간판은 사람들에게 중요한 정보를 제공하고 있으며 상업적으로 중요한 의미를 내포하고 있다. 또한 간판 정보는 매우 간결하고 유용한 정보를 제공하고 있다. 그러나 다른 언어를 사용하는 외국인들은 간판에 쓰여진 언어를 이해하는데 많은 어려움이 있으며 읽을 수 있더라도 주요한 의미 정보를 잃어버릴 수 있다. 따라서 상업용 간판 영상을 획득하여 텍스트 검출 및 인식, 그리고 번역을 통하여 텍스트 정보를 다양한 디지털 시스템을 통하여 자동으로 제공하는 것은 매우 중요한 의미를 가진다.

실외에서 획득한 영상으로부터 텍스트를 분석하고 정보를 가공하여 디지털화하기 위한 방법들과 알고리즘들이 다양한 분야에서 제안되고 있다. 일반적으로 텍스트 검출을 위한 방법은 영상에서 텍스트 영역을 검출하기 위하여 low-level의 특징들을 사용한다. Low-level의 특징은 색상의 분산, 그레이 레벨 분산, 색상의 연속성 등으로 고려할 수 있다. 색상의 연속성은 대부분의 텍스트 영역에서 같은 색상을 가지고 있기 때문에 효율적으로 사용할 수 있다. 일반적으로 텍스트 영역은 배경에 대하여 보색관계로 구별 되어질 수 있으며, 배경으로부터 텍스트를 분할하기 위하여 명암 및 색상 성분을 이용할 수 있다. K.C. Kim et al.은 low-level 특징, high-level 특징 그리고 텍스트 획에 대한 특징을 조합한 방법을 제안하였다<sup>[1]</sup>. [1]은 다양한 종류의 자연 영상에 대하여 좋은 결과를 제공하지만 모바일 시스템에 적용하기 위해서는 많은 복잡성을 제공하고 있다. 또한 명도 기반의 텍스트 검출 방법을 응용한 연구를 보여주는 것도 있다<sup>[2]</sup>. 그러나 명도값을 이용한 처리는 제한적인 특징 때문에 복잡한 배경을 가지고 있는 영상에 적용하는데 어려움을 가지고 있다. 따라서 낮은 복잡성을 가지고 있는 간판 영상을 가지고 모바일 시스템에 응용하기 위하여 영역 기반의 접근 방법에 관심을 가지고 있다. 영역기반의 접근에서 두 개의 주요 방법은 에지 기반 방법<sup>[3~4]</sup>과 연결요소 방법<sup>[5]</sup>이다. 색상 기반 접근에서 Liu et al.은 EM (expectation-maximization) 알고리즘에 의해 파라미터 값들을 변환하는 GMM (Gaussian mixture model)을 사용하고 있다<sup>[6]</sup>. 제안된 방법은 단지 두 개의 색상을 구별하기 위한 것이며, RGB 색상 성분을 이용하고 있다. 그러나 [6]은 텍스트 검출에 있어서 효율성이 떨어지는 문제점을 가지고 있

다. [7]은 색상의 차원 감소, 텍스트 분할과 클러스터의 수를 정의하기 위하여 그래프 이론을 사용하였다. [9]는 분할 에러를 감소하기 위해 색상과 공간 정보를 조합한 방법을 보여 주고 있다.

본 논문에서 제안한 모바일 시스템 응용에서 간판 영상의 텍스트, 주요 정보를 제공하는 상호명을 자동적으로 검출 및 인식하는 시스템을 구현하는데 있다. 간판의 주요 상호명은 대략적으로 영상의 중심부분에 위치하고 있다고 가정하였으며 하나의 간판 영상에 대해서만 고려하였다. 제안된 방법을 실현하기 위해 먼저 에지 히스토그램을 이용하여 정확한 텍스트 영역을 검출하였다. 검출된 텍스트 영역은 퍼지 클러스터링 알고리즘에 의해 이진화를 수행하였으며 연결요소 기반에 의해 각각의 문자 영역을 분할한다. 분할된 문자들은 두 단계의 인식과정을 거쳐 최종적으로 가장 적합한 문자로 인식을 수행한다. 제안된 방법의 전체적인 구성도가 그림 1에서 보여주고 있다.

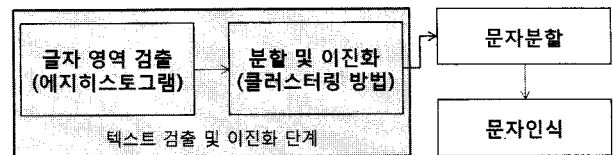


그림 1. 제안된 시스템의 구성도  
Fig. 1. The block diagram of the proposed system.

## II. 후보 텍스트 영역 검출 및 이진화

텍스트 영역 검출을 위하여 영상에서의 그레이 스케일 성분을 이용하여 에지 검출을 수행하여 수직 및 수평 성분의 분석에 의해 텍스트 영역을 검출한다. 본 연구에서는 간판의 텍스트 영역이 영상의 중심선에 수평으로 존재한다고 가정하였으며 하나의 간판에 대하여 고려한다. 일반적으로 텍스트 영역에서는 텍스트 구성획의 특성이 수직 및 수평의 패턴으로 문자를 형성하기 때문에 수직/수평의 에지 히스토그램의 분포에 의하여 간단하게 검출을 수행할 수 있다. 그림 2는 에지의 수직 및 수평 방향의 히스토그램 특징을 보여주고 있다. 텍스트 영역을 검출하기 위하여 중심으로부터 상,하 방향으로 에지 히스토그램의 분포를 계산하여 식 (1)과 (2)의 값보다 작은 영역을 텍스트 영역의 경계로 결정한다.

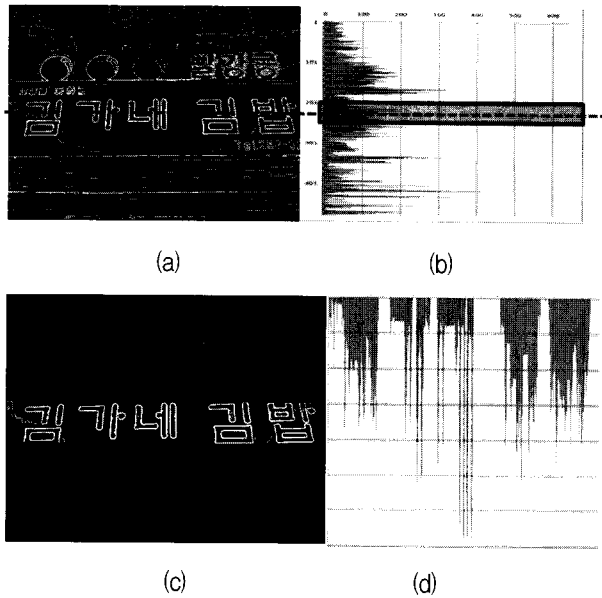


그림 2. 에지 히스토그램에 의한 후보 텍스트 영역 분석: (a) 에지영상, (b) 수평 히스토그램, (c) (b)에 의해 검출된 수평방향 영역, (d) 수직 방향 에지 히스토그램

Fig. 2. Analysis of the candidate text region with edge histogram: (a) edge name, (b) horizontal histogram, (c) text region obtained by (b), (d) vertical edge histogram

$$HTR = \frac{\text{sum of horizontal edges}}{\text{selected region size}} \quad (1)$$

$$VTR = \frac{\text{sum of vertical edges}}{\text{width of image}} \quad (2)$$

그림 3(a)은 제안된 방법에 의해 검출된 텍스트 영역을 보여주고 있으며 red 선으로 보여주고 있다. 또한 검출된 텍스트 영역의 이진화를 수행하기 위하여 클러스터링 알고리즘을 적용하여 텍스트 영역과 배경 영역을 정확하게 분할하였다. 본 연구에서는 불규칙한 조명의 변화에 강건한 특성을 가지는 퍼지 클러스터링 방법을 적용하여 분할을 수행하였다. 분할된 텍스트 영역은 클러스터의 특성에 따라 텍스트와 배경이 규칙적인 레이블링(labeling)을 가지지 못한다. 따라서 텍스트 0 그리고 배경은 1로 규칙적인 레이블링을 위하여 분할된 텍스트 영역에서 배경 영역의 테두리 영역의 레이블 분포를 분석하여 새롭게 레이블링을 할당하는 방법을 수행한다. 적용방법은 다음과 같다.

1. 먼저 분할된 영상(seged\_img)에서 테두리 일정한 테두리 영역을 선택한다.

2. 선택된 영역에서의 레이블링 값을 카운터한다.
3. 만약 레이블링이 0이면 LAB1++, 레이블링 값이 1이면 LAB2++;
4. IF(LAB1>LAB2 & seged\_img==0),  
label\_image = 1;  
ELSE label\_image=0;
5. IF(LAB1<LAB2 & seged\_img==1),  
label\_image=1;  
ELSE label\_image=0;

그림 3(b)에서 제안된 방법에 의한 텍스트 영역의 검출과 이진화 결과를 보여주고 있다.

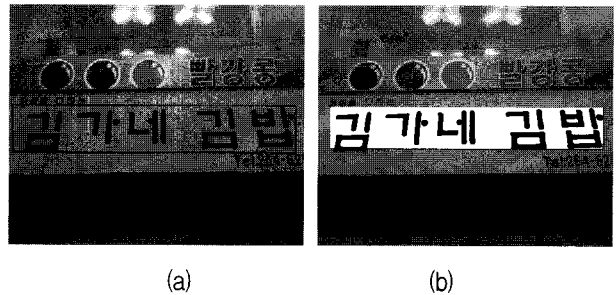


그림 3. 에지 히스토그램에 의해 검출된 텍스트 영역: (a) 검출된 상호명, (b) 이진화 결과

Fig. 3. Text region detected by edge histogram: (a) detected signboard name, (b) binarization result.

### III. 연결요소 기반 문자분할

문자 인식을 위하여 이진화된 텍스트들은 독립된 하나의 글자 단위로 분할을 한다. 특히 한글 문자분할은 연결요소 분석을 통해 각각의 자소를 찾아서 글자 단위로 병합하는 방법을 수행한다. 제안된 분할 과정은 그림 4와 같다. 입력 영상은 이진화 영상이며 출력은 개별 글자 단위로 분할된 결과이다.

제안된 방법은 연결요소 분석을 거쳐 중성을 기준으로 1차 자소 병합을 수행하고 자소의 위치 정보를 이용하여 2차 병합을 수행한다. 문자 분할을 위한 제안된 방법은 다음 단계에 의해 수행된다.

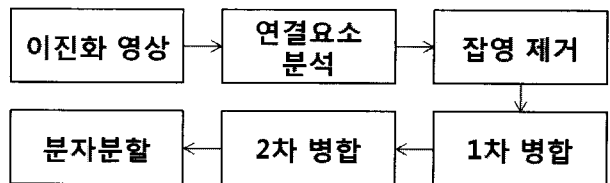


그림 4. 문자분할을 위한 처리과정  
Fig. 4. Character segmentation procedure.

1단계: 라벨링에 의해 서로 연결되어 있는 화소를 찾아 하나의 객체 구별.

2단계: 가로 및 세로의 비율을 계산하여 잡영 제거, 가로 및 세로 비율 1:10.

3단계: 전체 글자 영역의 중심선 아래에 위치한 중성 기반 1차 병합을 수행한다. 1차 병합은 수직축을 따라 위아래로 위치하는 객체의 상관성을 고려하여 수행한다.

4단계: 오른쪽에 중성이 있다고 가정한다. 2차 문자 병합 수행한다. 2차 병합은 수평축을 따라 나란히 위치한 덩어리들을 찾아 한 글자로 병합하는 과정이다. 이를 위해 현재 남아 있는 글자 덩어리들의 가로 길이를 측정하여 평균값을 추출한다. 그 후 덩어리와 수평축을 따라 인접한 덩어리를 한 글자로 보았을 때의 가로 길이가 평균 길이의 1.5배 이하이면 한 글자로 보고 병합한다.

그림 5는 제안된 방법에 의해 분할된 결과를 보여주고 있다.

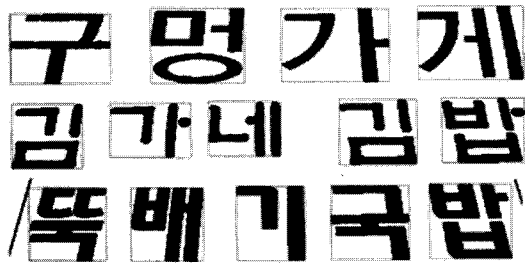


그림 5. 글자 분할 결과  
Fig. 5. Results of character segmentation.

#### IV. 특징추출 및 텍스트 인식

한글은 총 2350자로 구성되는데 이중 대부분의 문자들은 사용빈도가 낮은 편이며 특히 광고 및 홍보를 위해 사용되는 문자수는 한정되어 있다. 본 연구에서는 인식 대상 문자를 축소하기 위하여 전화번호부를 활용하였고 총 400만개의 상호명으로부터 명사를 분할하고 분할된 명사의 낱말들의 빈도수를 측정하였다. 전체 문자 중 800자 정도의 문자들이 전체 문자 빈도수의 95%이상을 차지하는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 인식 성능 향상과 처리 시간 단축을 위하여 인식 대상 문자를 2350자에서 808자로 축소하였다.

한글 문자 인식을 위하여 두 가지의 특징인 구조 및

통계적 방법에 기반하여 문자 인식을 수행한다. 그리고 독립된 문자에 대한 인식을 위하여 최소거리분류기 (minimum distance classifier, MDC)을 적용한다. MDC는 Bayesian 분류기로써 모든 클래스에서 샘플들은 분산과 사전확률을 가지고 통계적으로 의존적이고 정규분포 특성을 가진다고 가정한다. 문자에 대한 방향 성분 특징은 각 화소가 문자 영역에서 좌우 성분과 대각 성분을 고려하여 특징을 추출하므로 문자의 기울기에 강한 특징을 추출 할 수 있고 처리 과정이 간단하여 처리 시간을 최소화 할 수 있다. 그리고 방향성분 특징 (directional component feature: DCF) 추출과정에서 대각 성분을 측정하기 위하여 영상을 45도 회전하여 측정하게 되는데 영상 회전은 처리 시간 증가와 영상의 특성이 변할 수 본 연구에서는 대각 성분의 값을 영상을 회전하지 않고 삼각 함수를 이용하여 근사 하였다. 방향 성분 특징의 처리 단계는 다음과 같이 나눌 수 있다.

1. 각 점(x,y)에 대하여 수평 방향 성분(RLH<sub>xy</sub>)을 계산한다. (그림 6(a))
2. 각 점(x,y)에 대하여 수직 성분(RLV<sub>xy</sub>)을 계산한다. (그림 6(b))
3. 수평 방향 성분(RLH<sub>xy</sub>)과 수직 성분(RLV<sub>xy</sub>)을 가지고 기여도 (DCH<sub>xy</sub>)와 (DCV<sub>xy</sub>)를 계산한다. (수식 3, 4)
4. 대각 성분(RLR<sub>xy</sub>, RLL<sub>xy</sub>)에 대하여 1, 2, 3번 과정을 반복 수행한다. (그림 6(c)) (그림 6(d))

$$DCH_{x,y} = \frac{RLH_{x,y}}{(RLH_{x,y} + RLV_{x,y})} \quad (3)$$

$$DCV_{x,y} = \frac{RLV_{x,y}}{(RLH_{x,y} + RLV_{x,y})} \quad (4)$$

여기서, 분할된 텍스트 영상의 크기 HxW을 가고

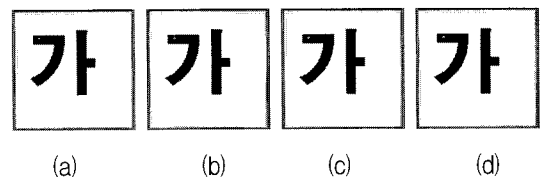


그림 6. shape-based 특징 추출: (a) 수평성분, (b) 수직 성분, (c) 대각(left)성분, (d) 대각(right) 성분  
Fig. 6. Shape-based feature extraction: (a) horizontal component, (b) vertical component, (c) left-diagonal component, (d) right-diagonal component.

$0 \leq x < w, 0 \leq y < H$  이다. 이와 같은 과정을 거치면 각 점  $(x,y)$ 에 대하여  $DCH_{xy}, DCV_{xy}, DCR_{xy}, DCL_{xy}$ 의 값을 계산할 수 있다. 그리고 특징 추출 과정에서 입력 문자영상의 형태 및 크기 변화를 주지 않고 특징을 추출하기 위하여 영상의 크기에 독립적인 성질을 가지는 비선형 분할을 수행 하였다. 비선형 분할은 선형 분할에 비해 처리과정이 복잡하지만 영상을 변환하는 과정을 생략 할 수 있고 영상의 크기에 변화에 따른 왜곡도 극복 할 수 있다. 제안된 비선형 영역 분할은 다음과 같다.

1. 문자 영상의 수평방향 히스토그램과 수직방향 히스토그램을 계산한다.
2. 각각의 히스토그램에 대하여 총 합을 구하고 나누고자 하는 mesh의 크기(N)로 나누어 각각의 임계값을 구한다.
3. 각각의 히스토그램에 대하여 임계값의 크기에 따라 분할한다.
4. 수평 분할 값과 수직 분할 값으로 원영상을 분할한다.

비선형 분할 수행 시 분할 크기를 다양하게 추출하여 비교 분석하였고 가장 높은 성능은 보인 7x9의 mesh를 사용하였고 특징 벡터 차원의 수는 7x9x4(252)개 이다. 따라서 인식의 첫 번째 단계에서는 상위 10 순위까지의 후보 글자를 인식하였다. 그림 7은 제안된 방법에 대한 이진화 문자 영상에서 비선형 분할 결과를 보여주고 있다.

다음 단계에서는 통계적 특징을 이용하여 상세 분류를 수행한다. 상세 분류는 대분류 과정을 수행 후 추출된 후보그룹의 인식률을 향상시키기 위한 과정으로서 후보그룹의 문자들과 입력 문자 영상의 특징 벡터를 비교하게 된다. 따라서 상세분류는 fisher 차원을 이용한 이진 분류기를 사용하였고 이진 분류기의 결과를 합산

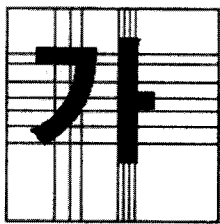


그림 7. 제안된 방법에 의한 비선형 분할 결과  
Fig. 7. Nonlinear mesh by the proposed method.

한 후 상위 5순위를 최종 인식 결과로 추출하게 된다. Fisher 차원은 첫 번째 단계의 특징 추출 단계에서 획득된 7x9x4 차원의 특징 벡터 252개의 값 중 수식 \*\*로 표현되는 Fisher 차원이 큰 32개를 문자쌍 별로 선정하는 것이다.

$$F_{ij}(k) = \frac{\sigma_{ij}(k)}{\sigma_i(k) + \sigma_j(k)} \quad (5)$$

$F_{ij}(k)$ 는 i 번째와 j 번째 문자의 k-th 특징값의 평균이고,  $\sigma_{ij}(k)$ 는 i 번째와 j 번째 문자의 모든 샘플에 대한 k-th 특징값의 분산값을 나타낸다.

인식 대상 문자에 대한 Fisher 차원을 사전에 작성 하였으며 정의된 Fisher 차원 순서쌍은 808x807 (652,056) 개로 구성된다. 그러나 682,056개가 각각 32차원이므로 모바일 기기 환경에서는 자원의 한계로 인해 사용하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 682,056 개의 순서쌍을 중복된 부분을 제거 하고 작은 순번을 갖는 문자를 기준으로 묶어서 관리 하였고 실제 처리 과정에서는 필요한 순서쌍만 입력 받으므로 자원의 낭비 및 파일 입출력에 대한 처리 시간을 최소화 하였다.

## V. 실험 및 결과

제안된 방법의 성능 평가를 위하여 Samsung 모바일 PDA 폰을 사용하여 상업용 실외 간판을 획득하였으며 640x480의 해상도를 가지고 있다. 사용된 데이터는 445 장이며 다양한 실외 환경에서 간판영상을 획득하였다.

그림 8은 제안된 방법에 의해 간판 영상으로부터 텍스트 검출, 분할 그리고 인식 과정을 보여주고 있다. 그림 9는 제안된 방법에 의해 검출된 텍스트 영역의 이진화 결과를 보여주고 있다. 일반적으로 간단한 조명의 변화 및 잡음에 대하여 효율적인 이진화 결과를 보여주고 있다.

또한 제안된 문자 인식 알고리즘은 563개의 한글 문자를 가지고 평가를 수행하였다. 인식의 정확성을 Table 1에서 보여주고 있다. MDC의 인식률은 1순위의 인식률은 60.92%이며, 상위 5순위내의 인식률은 84.01%이다. 그리고 재순위(reorder)를 통하여 인식률을 73.18%와 85.97%로 증가 시킬 수 있음을 보여주고 있다.

마지막으로 그림 10은 제안된 방법에 의해 간판 문자의 검출과 인식 결과를 보여주고 있다. 전체적으로 제



그림 8. 텍스트 검출 및 이진화 결과  
Fig. 8. Text detection and binarization result.



(a) (b)



(c) (d)

그림 9. 텍스트 추출과 인식의 변환 결과: (a) 입력 간판영상, (b) 검출된 텍스트 영역, (c) 문자분할 결과, (d) 간판 영상의 텍스트 인식 결과

Fig. 9. The recognition result of character extraction and recognition: (a) input signboard image, (b) detected text region, (c) character segmentation result, (d) text recognition result of signboard image.

표 1. 간판 문자의 인식 정확성 및 누적 정확도  
Table 1. Recognition and accumulation accuracy for signboard characters.

인식순위	제안된 방법			
	MDC with DCF		After Reordering	
	인식 정확성	누적 정확도	인식 정확성	누적 정확도
1 <sup>th</sup>	60.92%	60.92%	73.18%	73.18%
2 <sup>nd</sup>	12.61%	73.53%	7.28%	80.46%
3 <sup>rd</sup>	5.68%	79.22%	2.84%	83.30%
4 <sup>th</sup>	3.20%	82.42%	1.60%	84.90%
5 <sup>th</sup>	1.60%	84.01%	1.07%	85.97%
Failure	15.99%	15.99%	14.03%	14.03%



그림 10. 간판 영상의 인식 결과.  
Fig. 10. Recognition results of signboard images.

안된 모바일 시스템에서 간판 영상의 텍스트 영역 검출 및 인식의 효율성 및 실용성을 확인할 수 있었다. 모바일 시스템에서의 수행 속도는 대략적으로 6~7초의 사이며, 데스크탑 컴퓨터에서는 3초미만의 수행 속도를 보였다.

#### IV. 결 론

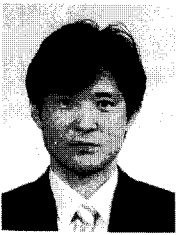
본 논문에서는 모바일 환경에서 간판 영상으로부터 자동으로 텍스트 영역을 검출하고 인식을 위한 방법을 제안하였다. 텍스트 검출과 인식을 위하여, 첫 번째 단계에서는 수직 및 수평 에지 히스토그램에 의해 텍스트 영역을 검출하여 이진화를 수행하여 텍스트와 배경

으로 이진화를 수행하였다. 두 번째 단계에서는 연결요소 성분 분석을 통하여 독립된 한 개의 텍스트 영역으로 구분하였다. 다음으로 텍스트 인식을 위하여 모양 기반의 구조적 특징과 통계적 특징을 추출하여 최소거리분류기를 이용하여 문자 인식을 수행하였다. 실험을 통하여 제안된 방법의 성능을 평가하였으며 모바일 시스템에서 간판 문자의 검출과 인식을 성공적으로 수행할 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] G. Obinata, A. Dutta, Vision Systems: Segmentation and Pattern Recognition, I-Tech, pp. 307-332, 2007.
- [2] K.J. Jung, K.I. Kim, A.K. Jain, "Text information extraction in images and video: a survey," Pattern Recognition, vol. 37, pp. 977-997, 2004.
- [3] G. Nagy, "Twenty years of document image analysis" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, no. 1, pp. 38-62, 2000.
- [4] H. Peng, F. Long, Z. Chi, "Document image recognition based on template matching of component block projections," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25, no. 9, pp. 1188-1192, 2003.
- [5] H. Li, D. Doermann, O. Kia, "Automatic text detection and tracking in digital videos," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 9, no. 1, pp. 147-156, 2000.
- [6] J. Xi, X. Hua, L. Wenyin, H.J. Zhang, "A video text detection and recognition system," International Conference on Multimedia and Expo, pp. 873-876, 2001.
- [7] N. Ezaki, K. Kiyota, B.T. Minh, M. Bulacu, L. Schomaker, "Improved text-detection methods for a camera-based text reading system for blind persons," International Conference on Document Analysis and Recognition, pp. 257-261, 2005.
- [8] Q. Ye, J. Jiao, J. Huang, H. Yu, "Text detection and restoration in natural scene images," Journal of Visual Communication and Image Representation, vol. 18, pp. 504-513, 2007.
- [9] J.G. Lim, J.H. Park and G.G. Medioni, "Text segmentation in color images using tensor voting," Image and Vision Computing, vol. 25, pp. 671-685, 2007.
- [10] J. Zhang, X. Chen, A. Hanneman, J. Yang and A. Waibel, "A robust approach for recognition of text embedded in natural scenes," International Conference on Pattern Recognition, vol. 3, pp. 204-207, 2002.
- [11] J. Yang, J. Gao, Y. Zhang and A. Waibel, "Toward automatic sign translation," Human Language Technology, pp. 269-274, 2001.
- [12] J. Gilavata, R. Ewerth, B. Freisleben, "A robust algorithm for text detection in images," International Symposium on Image and Signal Processing, vol. 2, pp. 611-616, 2003.
- [13] W. Wu, X. Chen, J. Yang, "Detection of text on road signs from video," IEEE Transaction Intelligent Transportation Systems, vol. 6, no. 4, pp. 378-390, 2005.
- [14] A.K. Jain, B. Yu, "Automatic text location in image and video frames," International Conference on Pattern Recognition, vol. 2, pp. 1497-1499, 1998.
- [15] M. Fujii, W.J.R. Hoefler, "Filed-singularity correction in 2-D time-domain Haar-wavelet Modeling of waveguide components," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 49, no. 4, pp. 685-691, 2001.
- [16] X. Tang, X. Gao, J. Liu, H. Zhang, "A spatial-temporal approach for video caption detection and recognition," IEEE Transactions on Neural Network, vol. 13, no. 4, pp. 961-971, 2002.
- [17] R. Mullot, C. Olivier, J.L. Bourdon, P. Courtellemont, J.Labiche, and Y. Lecourtier, "Automatic extraction methods of container identity number and registration plates of cars," International Conference Industrial Electronics, Control, Instrumentation, vol. 2591, pp. 1739-1744, 1991.
- [18] Y. Watanabe, Y. Okada, Y.B. Kim and T. Takeda, "Translation camera," International Conference on Image Processing, pp. 613-617, 1998.
- [19] J. Yang, W. Yang, M. Denecke and A. Waibel, "Smart sight: A tourist assistant system," Int. Symp. Wearable Computers, pp. 73-78, 1999.
- [20] Y.W. Lim and S.U. Lee, "On the color image segmentation algorithm based on the thresholding and the fuzzy c-means techniques," Pattern Recognition, vol. 23, no. 9, pp. 935-952, 1990.
- [21] D.A. Forsyth, J. Ponce, Computer Vision A Modern Approach, Prentice Hall, 2003.

— 저 자 소 개 —



**박 종 현**(정회원)  
 1995년 목포대학교 전자공학과  
 학사 졸업.  
 1997년 목포대학교 전자공학과,  
 석사 졸업.  
 2001년 목포대학교 전자공학과,  
 박사 졸업.

2004년~2006년 University of Southern  
 California, Post-Doc.

2006년~현재 전남대학교 전자컴퓨터 연구교수  
 <주관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 의료영상처  
 리, 유비쿼터스 컴퓨팅>



**이 귀 상**(정회원)-교신저자  
 1980년 서울대학교 전기공학과  
 학사.  
 1982년 서울대학교 전기계산기  
 공학과 석사.  
 1991년 pennsylvania 주립대학  
 전산학 박사.

1984년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 교수  
 <주관심분야 : 멀티미디어통신, 영상처리 및 컴퓨  
 터비전, 임베디드 시스템>



**김 수 형**(정회원)  
 1986년 서울대학교 컴퓨터공학과  
 학사 졸업.  
 1988년 한국과학기술원 전산학과  
 석사 졸업.  
 1993년 한국과학기술원 전산학과  
 박사 졸업.

1990년~1996년 삼성전자 멀티미디어연구소  
 선임연구원

2000년~2002년 캐나다 Concordia 대학  
 CENPARMI 연구소 방문교수.

1997년~현재 전남대학교 컴퓨터정보학부 교수.  
 <주관심분야 : 인공지능, 패턴인식, 문자인식, 영  
 상처리, 유비쿼터스 컴퓨팅>



**이 명 훈**(학생회원)  
 2008년 광주대학교 컴퓨터공학과  
 학사 졸업.  
 2009년 현재 전남대학교 전자컴퓨  
 터공학과 석사과정.  
 <주관심분야 : 데이터마이닝, 정보  
 검색>



**Nguyen Dinh Toan**(학생회원)  
 2005년 Received the B.S. degree  
 in information Technology  
 from Vietnam National  
 University Ho Chi Minh  
 City, University of  
 National Science.

2008년~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부  
 박사과정

<주관심분야 : 비디오코딩, 유비쿼터스 컴퓨팅>