

# 카메라 기반 문서영상에서의 문자 추출 (Text extraction from camera based document image)

박희주\*                      김진호\*\*  
(Hee-Joo Park                Jin-Ho Kim)

**요약** 본 논문에서는 카메라로 획득한 문서영상에 대해 조명의 영향에 관계없이 고속으로 문자영역을 추출하는 알고리즘을 제안하였다. 카메라 문서는 스캐너 문서와는 달리 주변 환경이나 조명의 영향으로 인하여 문자영역을 추출하는 것이 매우 어렵다. 먼저 영상 사전처리 단계에서 컬러영상을 명도영상으로 변환한 후 조명의 영향에 무관하게 배경 그림으로부터 문자 영역을 정확히 추출하기 위해서 명도레벨 정규화를 사용하였다. 또한 배경 그림 및 잡음은 제거하고 문자 획의 손실 없이 문자 영역을 추출하기 위하여 국소-적응적-이진화-방법(local adaptive binarization method)을 새롭게 개발하여 문서영상을 이진화 시켰다. 문자영역 추출 단계에서는 수평 및 수직 투영과 연결요소 정보에 의해 문자열, 단어 및 개별 문자 영역을 단계적으로 추출하였다. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위하여 ETRI에서 구축한 한글/영어/숫자/특수기호가 혼합된 현장 문서영상 DB를 가지고 실험해 보았다.

**핵심주제어** : 국소-적응적-이진화-방법

**Abstract** This paper presents a text extraction method of camera based document image. It is more difficult to recognize camera based document image in comparison with scanner based image because of segmentation problem due to variable lighting condition and versatile fonts. Both document binarization and character extraction are important processes to recognize camera based document image. After converting color image into grey level image, gray level normalization is used to extract character region independent of lighting condition and background image. Local adaptive binarization method is then used to extract character from the background after the removal of noise. In this character extraction step, the information of the horizontal and vertical projection and the connected components is used to extract character line, word region and character region. To evaluate the proposed method, we have experimented with documents mixed Hangul, English, symbols and digits of the ETRI database. An encouraging binarization and character extraction results have been obtained.

**Key Words** : Local Adaptive Binarization Method

## 1. 서 론

최근 카메라를 이용하여 문서영상을 획득하고 문서 영상에 포함된 문자들을 자동으로 추출하여 인식함으로써 정보의 디지털 입력을 자동화하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다[1]. 카메라를 이용하여 현장에서 획득한 문서영상으로부터 문자영역을 추출하고 인식하는 기술은 기존의 광학문자인식기(OCR)를 이용

한 문자인식 응용분야의 범위를 더욱 넓힐 수 있기 때문에 해당기술의 개발 및 사업화를 위해 많은 노력을 경주하고 있다.

영상입력의 수단으로 사용되고 있는 카메라는 정보 획득의 편리성 및 현장자료의 정보화 요구의 증대로 문자가 포함된 영상획득에 많이 사용되고 있다. 그러나 카메라로부터 입력된 문서영상은 조명의 상태나 방향 및 주변 환경 변화로 인하여 스캐너를 통해 입력된 영상에 비해서 영상의 질적 변화나 왜곡이 발생되기 쉬우므로 스캐너를 이용하여 입력받은 영상에 비해 인식하기가 더욱 어려운 것으로 알려져 있다[2].

\* 경일대학교 컴퓨터공학과 교수

\*\* 경일대학교 전자정보공학과 교수

기존의 카메라로부터 입력된 문서영상에 대한 연구는 문서영상 개선을 위한 사전처리 및 문자영역 추출에 대한 연구가 주로 진행되어져 왔다. 일반적으로 카메라 문서영상은 해상도가 낮기 때문에 에지성분을 강조하거나 흑백화소를 강조하는 영상 개선 기술 등이 제안되었다. 배경영상으로부터 문자영역을 추출하기 위한 이진화 방법으로는 필터를 이용한 이진화 방법 및 전역 또는 국소 임계치(threshold)를 적용한 이진화 방법[1-5]이 제안되었다. 전역 이진화 방법으로는 속도가 빠른 Otsu방법[12]이 사용되어 왔으나 조명의 영향을 많이 받은 문서의 경우 문자영역이 제대로 추출되지 않는 문제점이 있다. 국소 적응적 이진화 방법은 전역 이진화 방법의 문제점을 개선하기 위하여 제안된 것으로서 각 화소들에 대해 국소 인접영역 화소들의 평균과 분산을 이용한 Niblack방법[12], 주변화소 영역에서 명도레벨이 가장 낮은 화소와 가장 높은 화소의 평균을 이용한 Bernsen방법[12] 등이 제안되었다. 각종 잡음이나 왜곡에 둔감한 카메라문서영상처리 및 배경으로부터 문자영역에 해당하는 화소를 제대로 추출해내기 위해서는 영상 개선 알고리즘을 적용한 후에 이진화 과정을 수행할 필요가 있다. 그 외에 카메라 문서영상 사전처리 기술로서 문자영역으로부터 잡음이나 비관심 영역의 화소들을 제거하기 위한 잡영제거 기술 등이 제안되었다.

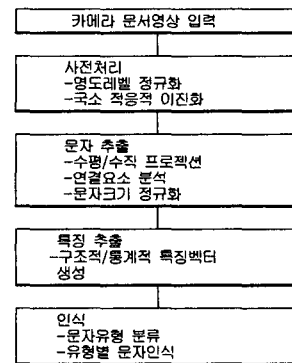
배경영역으로부터 문자영역을 추출하는 방법으로는 투영기법, 연결요소 사용기법, 마스크, 에지정보 및 명도차를 고려한 방법들이[6-9] 제안되었다. 주변 조명의 영향은 배경영역과 문자영역에 대한 명도 레벨에 대한 구분을 모호하게 함으로써 문자영역을 제대로 추출하지 못하는 경우가 발생된다. 또한, 복잡한 배경 및 다양한 문자의 크기나 위치는 문자영역 추출에 제약 주는 요인들로 작용한다. 현장에 편재된 카메라 문서영상에서 문자를 추출하기 위해서는 문서 포맷에 대한 사전 정보 없이 문자영역을 추출해 낼 수 있어야 한다. 배경영역으로부터 문서 내에 포함된 문자영역 또는 도표영역 등을 추출할 수 있도록 하여야 한다.

본 논문에서는 카메라 문서영상으로부터 주변 환경이나 조명 영향에 둔감하면서도 고속으로 문자를 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 다양한 문서 포맷을 가지는 카메라 문서영상에 대해 사전처리 단계에서 영상 개선 알고리즘을 사용하여 조명 영향에 덜 민감한 명도영상으로 변환하도록 하였다. 배경영역으로부터 문자영역의 정확한 추출을 위하여 국소영역에

대해서 이진화 임계치를 구하고 명도영상을 이진화하는 국소 적응적 이진화를 수행하여 고속으로 정확하게 이진화 결과를 추출할 수 있는 기법을 제안하였다. 문자영역 추출 단계에서는 수평 및 수직 투영기법과 연결요소를 찾아 분석하여 문서영상을 몇 개의 열 블록으로 구분하도록 하였다. 각 열 블록을 다시 문단, 단어 및 문자 블록으로 추출하여 개별문자를 인식할 수 있도록 하였다. 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위하여 한글, 영어, 숫자 및 특수 기호가 포함된 카메라 문서영상 ETRI 데이터베이스를 이용하여 실험해 보았다

## 2. 카메라 기반 문서영상에서의 문자추출 알고리즘

카메라 문서영상 인식시스템은 <그림 1>과 같이 카메라로 입력된 문서영상에 대한 사전처리, 문자 추출, 특징 추출 및 인식 모듈로 구성되어 있다.



<그림 1> 카메라 문서영상 인식 흐름도

즉, 입력된 카메라 문서영상에 대해 왜곡 및 조명의 영향에 덜 민감한 명도 영상으로 개선한 다음 이진화 과정을 수행하는 사전처리 모듈, 문자의 구조적인 특징 정보로부터 문자열 및 개별 문자를 추출해내는 문자영역 추출 모듈, 추출된 개별문자들에 대해서 구조적 및 통계적인 특징을 추출하여 특징 벡터를 생성하는 문자특징 추출 모듈 및 문자유형 분류 및 유형별 문자인식을 수행하는 인식 모듈로 구성되어 있다.

### 2.1 사전처리(preprocessing) 모듈

사전처리 모듈에서는 카메라로 획득된 컬러 문서영

상을 256레벨의 명도영상으로 변환한 다음 각종 잡음, 왜곡 및 외부 조명에 덜 민감한 영상을 얻기 위하여 영상개선 알고리즘을 적용한 다음 문서의 배경으로부터 인식대상 문자영역을 추출하기 위한 이진화 과정을 수행한다.

1) 영상개선

입력된 컬러 문서영상의 해석을 고속으로 처리하기 위하여 컬러를 이루는 각 성분에 대한 히스토그램을 이용하여 양자화하고 256색의 명도영상(gray image)으로 변환한다. 카메라 문서영상의 명도영상은 조명의 영향으로 인하여 부분적으로 명도레벨이 밝은 쪽이나 어두운 쪽으로 편중되는 현상이 발생할 수 있다. 이러한 명도영상에 대해 이진화를 수행하면 인식 대상이 되는 문자 부분의 화소의 손실이나 배경영역이 문자영역으로 잘못 선택되는 경우가 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 영상 개선 알고리즘을 적용한다. 카메라 문서인식을 위한 영상 개선 알고리즘으로는 배경영역과 문자영역의 명도레벨을 명확히 구분해 줌으로써 배경영역으로부터 문자영역이 정확히 추출될 수 있도록 하는 방법과 문자영역을 강조할 수 있는 방법들이 제안되었다. 명도레벨 정규화(gray-level normalization)와 히스토그램 평활화(histogram equalization)는 전자의 영상 개선 목적으로 많이 사용되었다. 본 논문에서는 영상 개선 알고리즘으로 조명의 영향으로 인하여 부분적으로 편중된 명도레벨을 전체 명도레벨에 고루 분포시키는 명도레벨 정규화 방법을 사용하였다. 화소 (x, y)의 레벨을 f(x, y)라 할 때 정규화 후의 화소 레벨 fl(x, y)은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$f_l(x, y) = (L-1) \frac{f(x, y) - \min}{\max - \min} \quad (1)$$

where,

$$\max = \max[f(x, y)], \text{ for } 1 \leq x \leq M \text{ and } 1 \leq y \leq M$$

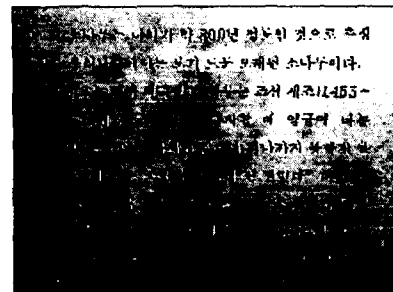
$$\min = \min[f(x, y)], \text{ for } 1 \leq x \leq M \text{ and } 1 \leq y \leq M$$

여기서 L은 변환될 영상의 명도레벨 범위,, M은 영상의 가로 및 세로길이, max와 min은 각각 입력영상의 화소값들 중 최대값과 최소값을 나타낸다.

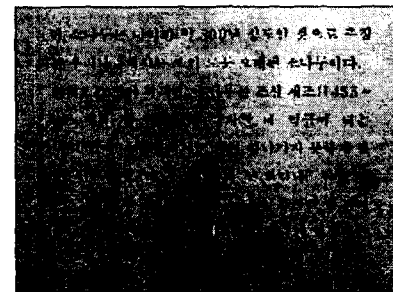
<그림 2>에서는 조명의 영향으로 편중된 명도레벨을 가지는 문서영상을 명도레벨 정규화 과정을 거쳐 영상 개선된 결과와 히스토그램 평활화를 사용하여 영상 개선된 결과를 비교하여 나타내었다.



(a)



(b)



(c)

<그림 2> (a) 카메라 기반 문서영상, (b) 히스토그램 평활화 기법을 이용한 문서영상 개선 결과, (c) 명도영상 정규화 기법을 이용한 문서영상 개선 결과

2) 국소 적응적 이진화

문서영상의 이진화는 문서영상내의 문자영역은 강조하고 배경이나 잡음은 비교적 포함되지 않도록 하는 것과 문서영상의 해석이 빠른 속도로 이루어질 수 있는 흑백영상을 생성하는데 목적을 두고 있다. 카메라 문서영상은 주변 조명 영향으로 인하여 문자영역 화소가 손실되거나 배경영역이 문자영역으로 추출되는 경우가 흔히 발생할 수 있다. 카메라 문서영상 전체에 대해 전역 임계값(global threshold)을 구하여 이진화를 시키는 전역 이진화 방법은 빠른 속도로 이진화 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 반면, 현장 문서를 카메라로 획득할 경우에는 배경과 문자영역의

명도레벨의 구분이 명확하지 않은 경우가 발생하므로 배경으로부터 문자영역을 정확히 추출한다는 것은 매우 어려운 과제이다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 국소 영역내의 인접 화소들에 대해 이진화를 위한 임계값을 구하여 이진화 시키는 국소 적응적 이진화 방법이 제안되었다. 인접 영역 화소들의 평균과 표준편차 정보를 이용한 방법, 인접 화소들 가운데 명도레벨이 가장 높은 화소값과 가장 낮은 화소값으로 부터 임계값을 구하는 방법 등이 제안되어 사용되어 왔다. 전자의 경우 이진화 결과는 우수한 반면 후자에 비해 처리 속도가 5-6배 정도 더 길다는 단점이 있다. 후자의 방법은 문서영상 내의 요소들 간에 명도 대비가 클 경우에는 배경영역으로부터 문자영역을 제대로 추출해 내지 못한다는 단점이 있다.

전역 이진화 방법과 국소 적응적 이진화 방법을 비교해 볼 때 전자는 후자의 방법에 비해 처리속도가 빠르며 조명의 영향을 받지 않는 문서에 대해서는 우수한 이진화 결과를 나타내었다. 반면, 후자의 방법은 처리 속도는 느리지만 조명의 영향을 받는 문서영상에 대한 이진화 방법으로 적합하였다. 전반적으로 카메라 문서영상에 대한 국소 적응적 이진화 방법은 전역 이진화에 비해 비교적 우수한 이진화 결과를 얻을 수 있으나 속도가 느리다는 단점이 있다.

본 연구에서는 기존의 국소 적응적 이진화 알고리즘을 개선하여 국소 영역 기반 적응적 이진화 알고리즘을 개발하였다. 이진화에 요구되는 임계값을 각 화소별로 계산하지 않고 국소 영역별로 계산함으로써 고속으로 이진화 결과를 얻으면서도 비교적 깨끗한 이진화 결과를 얻을 수 있도록 하였다. 국소 적응적 이진화 기법을 평균값과 분산값을 이용하는 Niblack의 이진화 방법에 적용해보고 이를 개선하여 최대-최소 차이 기법에 의한 이진화 알고리즘을 별도로 제안하였다.

최대-최소 차이 기법은 이진화 임계값을 구할 대상 국소 영역  $r \times r$ 에서 명도레벨이 가장 높은 화소값과 가장 낮은 화소값의 차이를 구한 다음 이 차 값의 2/3에 해당하는 값으로 이진화를 수행하였다.

$$T(\text{area}_{r \times r}) = (Z_{low} + Z_{high}) \times \frac{2}{3} \quad (2)$$

식 (2)에서  $Z_{low}$  와  $Z_{high}$ 는 영역  $r \times r$  내에서

명도 레벨이 가장 낮은 화소 값과 가장 높은 화소를 각각 나타낸다. 2/3는 실험적으로 구한 차 값의 반영 비율로서 실험대상 영상 전체에 비교적 우수한 성능을 보였다.

## 2.2 문자 추출 모듈

문자 추출 모듈에서는 한글, 영어, 특수 기호 및 숫자가 혼합된 문서영상에서 문자를 추출하도록 하였다. 한글은 영어와는 달리 두 개 또는 그 이상의 자소들이 수평 또는 수직 방향의 이차원 형태로 결합되어 있으므로 수평 또는 수직으로 분리되어 있는 자소들을 한 문자로 결합시켜야 한다.

본 논문에서 사용한 문자영역 추출방법으로는 수평/수직 프로젝션 기법과 연결 요소를 찾아서 하향식 방식(top down)으로 문서영상에서 문자영역을 추출해 내도록 하였다. 하향식 문서구조 분석 방법은 입력된 문서영상에 대한 사전 정보가 없는 문서영상 해석에 주로 사용된다. 수평 및 수직 투영기법을 사용하여 문서영상에서 문자에 해당되는 열 블록 및 문단 블록을 구분해 낸다. 수직 투영기법 및 여백정보는 문단 블록에서 단어 블록을 추출하는데 사용되며 단어 블록 내에서 연결 요소들에 대한 여백 정보 및 위치 정보에 의해서 개별 문자영역을 추출하도록 하였다. 하향식 문자추출 방식은 비교적 안정되게 문자영역을 추출할 수 있는 방법으로 알려져 있다.

인식기의 부담을 줄이기 위해서 일부 특수기호에 대해서는 인식단계를 거치지 않고 구조적인 특징 정보를 이용하여 문자 추출 단계에서 분류하도록 하였다.

## 2.3 특징 추출 모듈

개별 문자 영역으로 추출된 문자에 대해서 문자의 구조적인 특징 정보를 잘 반영할 수 있는 특징 벡터와 통계적인 특징 벡터를 함께 추출하여 사용하였다 [10]. 사용된 피쳐로는 메쉬, 체인 코드, 전이(transition) 및 거리(distance) 피쳐들이다. 메쉬 피쳐는 부 영역  $n1 \times m1$ 내에 존재하는 문자화소의 값을 누적하여 정규화시킨 값으로부터 구하였다. 체인 코드 피쳐는 부 영역  $n2 \times m2$ 에서 각각 8방향 성분 값을 합하여 정규화 시킨 값으로 하였다. 전이 피쳐는 수직 및 수평 방향 각각에 대해서  $n3$  및  $m3$  간격마다 배경 화소에서 전경화소로 바뀌는 점의 횡수를 합하여 정규화 한

것이다. 거리 피쳐는  $n_4$  및  $m_4$  간격마다 수평 및 수직 방향으로 최소 사각 영역의 테두리에서 첫 번째 전경화소까지의 거리를 정규화 시킨 것이다.

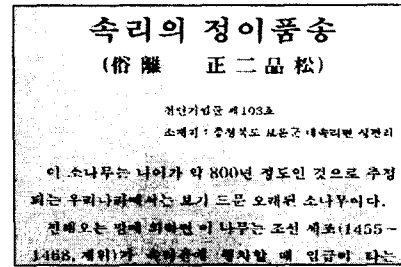
## 2.4. 인식기 구현 모듈

추출된 개별 문자영상에 대해서는 정규화 과정을 거쳐 48 X 48 크기의 정규화된 문자 영상을 만든 다음 유형 분류기와 각 유형별 문자 인식기에 의해 문자를 인식하도록 하였다. 유형 분류기를 사용하여 분류된 문자에 대한 유형별 문자 인식 방법은 한글과 같이 인식해야 할 문자 수가 많고 유사도가 높은 문자 인식에 적합한 방법이다. 유형 분류 신경회로망은 문자의 인식에 앞서 여섯 가지의 한글 유형과 영문자, 숫자, 특수 문자를 포함한 한 가지의 비한글 유형, 즉 전체 일곱 가지의 유형 가운데 한 유형으로 문자를 분류하고 각 유형별로 문자 인식을 시도함으로써 인식기의 부하와 오인식의 확률을 줄이도록 하였다. 유형분류기 및 유형별 인식기는 입력층, 은닉층 및 출력층을 가지는 다층 퍼셉트론[11]을 이용하였다. 학습에 사용된 데이터는 MS-word 및 한글 워드프로세서 이용하여 명조, 굴림, 바탕, 돋움 및 고딕 등 16종류의 활자체로 작성한 한글 1000자 및 영문자, 숫자, 특수 문자를 포함한 84자를 각각 출력시킨 다음 디지털 카메라를 통해 입력 받아 제작하였다

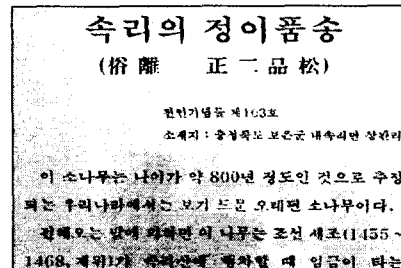
## 3. 실험 및 고찰

한글, 영어, 특수문자 및 숫자를 포함한 ETRI 문서 영상 데이터베이스를 이용하여 제안된 카메라문서 영상인식 시스템을 학습하였다. 제안된 인식시스템의 성능을 평가하기 위하여 현장 문서영상을 획득하여 실험해 보았다.

<그림 3>은 카메라로 입력된 컬러 문서 영상을 명도레벨 영상으로 변환한 다음 영상개선 알고리즘을 적용시킨 영상의 예를 나타낸 것이다. 명도레벨이 대체로 어두운 쪽으로 편중되어 있는 문서 영상에 대해 영상개선을 하지 않고 이진화 과정을 수행할 경우 배경으로부터 문자 영역을 제대로 추출할 수 없게 된다.



(a)



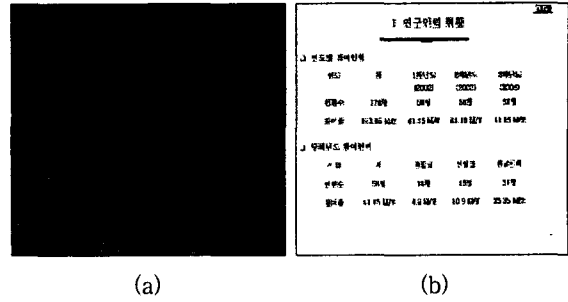
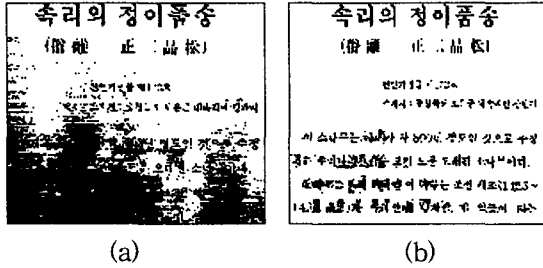
(b)

<그림 3> (a) 칼라입력영상 및 (b) 명도레벨 정규화한 영상의 예

<그림 4>는 영상 개선 알고리즘을 적용하지 않은 영상에 대해서 이진화를 수행한 결과와 영상 개선 후 이진화를 수행한 결과를 것이다. 카메라 문서영상에 대해 전역적 이진화 및 국소 적응적 이진화를 수행한 영상의 결과를 나타내었다. 제안된 국소 적응적 이진화 방법은 처리 속도도 빠르면서 문자의 크기나 조명의 영향으로 명도 레벨이 균일하지 않은 영상에 대해서도 문자영역을 정확히 추출해 낼 수 있음을 확인할 수 있었다. 이 방법에서는 국소 영역의 크기와 인식 대상 문자들의 크기에 많은 연계성을 가진다. 국소 영역의 크기가 너무 작으면 문자를 배경으로 처리하는 경우가 발생하며 그 반대의 경우에는 전역 이진화와 같은 결과를 얻을 수도 있다.

<그림 5>는 문자의 구조적인 특징 정보로부터 개

별 문자를 추출한 예를 나타낸 것이다. 한글과 영문 숫자가 혼용된 문서에서 정확하게 개별 문자영역을 추출할 수 있었다.



<그림 5> (a) 원본 영상과 (b) 개별 문자로 추출된 영상의 예

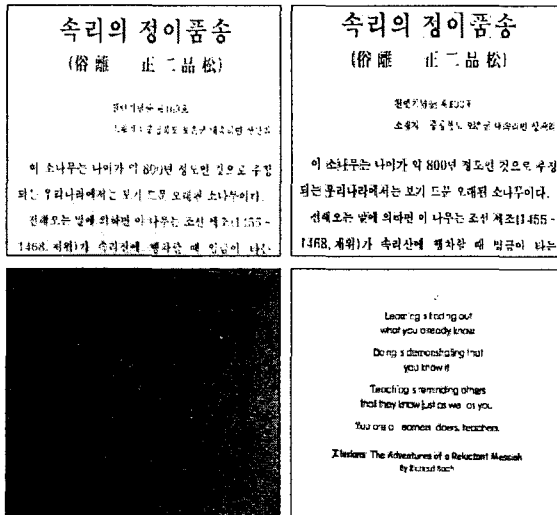
#### 4. 결 론

본 논문에서는 카메라문서영상으로부터 주변 환경이나 조명 영향에 둔감하면서도 고속으로 문자를 추출할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 사전처리 모듈에서는 주변 조명 영향에 덜 민감한 명도영상으로 변환하는 영상개선알고리즘을 적용한 후 제안된 국소 적응적 이진화 방법을 사용하여 흑백영상으로 변환하였다. 연결 요소 해석기법 및 투영기법을 사용하여 개별 문자 블록으로 추출한 후 구조적 및 통계적인 특징들을 추출하여 인식하였다. 제안된 방법에서는 기존의 국소 적응적 이진화 알고리즘을 개선하여 조명의 영향에 둔감하면서도 빠른 속도로 잡음이 적은 이진화 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 주변 환경 및 조명이 변하는 환경의 카메라 문서영상에 대해서도 문자 화소에 대한 손실 없이 문자를 추출하고 인식을 할 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

- [1] M. Seeger and C. Dance, "Binarizing camera images for OCR" 6th ICDAR pp. 54-58, 2001.
- [2] L. Fan, L. Fan and C.L.Tan, "Binarizing document image using coplanar prefilter" 6th ICDAR pp. 34-38, 2001.
- [3] P. Sahoo, S. Soltani, and A. Wong, "A survey of thresholding techniques," Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 41: pp. 233-260, 1988.
- [4] A. Dawoud and M. Kamel, "Binarization of document image using image dependent model," Proceedings 6th ICDAR, pp. 49-53, 2001.
- [5] M. Seeger and C. Dance, "Binarizing camera

<그림 4> 영상개선 시키지 않은 (a) 전역 이진화 결과와 (b) 국소 적응적 이진화 결과 및 영상개선을 개선한 후 (c) 전역 이진화 결과와 (d) 국소 적응적 이진화 결과



- images for OCR," Proceedings 6th ICDAR, pp. 54-58, 2001.
- [6] 김길천, 최영우, 변혜란, "장면 텍스트 추출 및 기울기/원근 추정" 제14회 영상처리 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, pp. 277-282, 2002.
- [7] 김선규, 신봉기, "영상의 주파수 및 기하학적 특성을 이용한 자연영상에서 문자 검출," 제14회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp.509-514, 2002.
- [8] 노명철, 최영우, 이성환, "색상 및 명도 정보를 이용한 장면 텍스트 추출," 제14회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp.515-520, 2002.
- [9] J. Hoya, A. Shio, S. Akamatsu, "Recognizing characters in scene images," IEEE Trans. on PAMI-16(2), pp. 67-82, 1995.
- [10] K.K. Kim, J.H. Kim, and C.Y. Suen, "Prioritized segment-based recognition of unconstrained handwritten touching digits" Pattern Recognition Letters, pp. 13-24, 2002.
- [11] B. Kosko, "Neural networks and fuzzy system," Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992.
- [12] Y. Yang, H. Yan, "An adaptive logical method for binarization of degraded document images," Pattern Recognition, vol. 33, pp. 787-807, 2000.



**박희주 (Hee-Joo Park)**  
 1978년 영남대학교 전자공학과(공학사)  
 1981년 영남대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1995년 대구가톨릭대학교 대학원 전산통계학과(이학박사)

현재 경일대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야 : 신경회로망, 패턴인식



**김진호 (Jin-Ho Kim)**  
 1986년 경북대학교 전자공학과(공학사)  
 1988년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1992년 경북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

현재 경일대학교 전자정보공학과 부교수  
 관심분야 : 패턴인식, 병렬처리