

수직수평 투영 및 복합패턴벡터를 이용한 한·영 글꼴 문자인식

이 응 주

608-711 부산시 남구 용당동 535번지 동명정보대학교 정보통신공학과
(2002년10월5일 받음, 2002년12월27일 채택)

Korean · English Font Character Recognition Using Vertical/Horizontal Projection and Hybrid Pattern Vector

Eung-Joo Lee

*Department of Information Communication Engineering, TongMyong University of Information Technology,
535 Yongdang-Dong, Nam-Gu, Busan 608-71, Korea
(Received 5 October 2002, accepted for publication 27 December 2002)*

Abstract In this paper, we present a Korean/English font character recognition algorithm invariant to scaling, translation and rotation using vertical/horizontal projection and hybrid pattern vector informations in printed Korean and English documents. The proposed algorithm removes noise from input Korean · English images, segments font character using vertical and horizontal projection method and extracts adaptive hybrid pattern vectors for the character of font as well as size of character. And also, it recognizes font and character adaptively for the correlation between reference pattern vector and extracted hybrid pattern vector. In order to estimate performances of the proposed algorithm, we used three Korean · English font characters as test images with scaling, translation and rotation transformations. Experimental results show that the proposed algorithm improves the accuracy of font character recognition than conventional methods.

요 약 본 논문에서는 문서영상에서 한·영 글꼴 문자를 수직 및 수평 투영 및 복합 패턴벡터를 사용하여 크기, 이동 및 회전에 무관하게 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 입력 한·영 혼용 영상으로부터 잡음을 제거하고 수평·수직 투영 기법을 이용하여 글꼴 문자를 분할하였으며 문자의 크기 뿐만아니라 글꼴의 문자에 따라 적응적인 복합패턴벡터를 추출하였다. 또한 추출된 각각의 패턴벡터들은 기준 패턴벡터들과 상관성을 비교한 후 글꼴과 문자를 적응적으로 인식하도록 하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 크기, 이동, 회전 변형이 있는 대표적인 한·영 세가지 글꼴을 대상으로 실험을 수행하였으며, 실험 결과 기존의 글꼴의 기하학적인 관계를 이용한 알고리즘보다 문자인식률, 글꼴 및 대·소문자 구별능력에서 우수함을 나타내었다.

1. 서론

현재 컴퓨터 및 멀티미디어 매체의 급속한 보급으로 인하여 온라인/오프라인으로 문자 정보를 판독, 인식하여 이를 컴퓨터에 저장, 처리, 응용하는 문자인식 응용분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근에는 영상인식 기술의 발달에 따라 문서상의 단일 문자인식, 변형이 없는 문자인식, 국부적 온라인 문자인식 등의 분야에 있어서는 문자 인식 성능이 많이 개선되고 있다. 그러나 대부분의 단일 글꼴 문자 인식 혹은 변형이 없는 문자에 대한 인식은 인식 성능에 비해 실용적인 측면에서 문제점이 노출되고 있다. 또한 제한된 영역에서의 문자 인식 시스템의 성능은 매우 높은 수준에 이르렀으나, 문자의 위치이동, 크기 및 회전 변화, 글꼴 상태 변화 등에 대해서는 인식 성능이 떨어지고 있는 실정이다. 위치, 크기 및 회전 변형에 무관한 문자 인식은 실제 문서상에서 문서의 장, 절, 그림과 표 혼용 등의 부분에서 절대 필요한 실정이며^[1] 글꼴 변화에 따른 문자 인식도 실제 문서상에서 한글과 영어, 한글의 폰트변화, 영어의 폰트변화 등의 부분에서 필요성이 많이 제기되고 있다.

일반적으로 문서에 포함된 문자들을 자동으로 인식하는 방법에서는 크게 전자펜 등을 사용하여 매체로부터 직접 문자를 입력하여 인식하는 온라인 인식 방법과 스캐너, CCD카메라 및 디지털 카메라로부터 입력된 영상의 문자를 인식하는 오프라인 인식 방법으로 나눌 수 있다. 또한 문서에서 문자열과 각 개별 문자들을 분할하는 방법은 투영 프로파일 및 계층적 군집화 기법을 이용한 방법 등이 있으나 계층적 군집화 기법을 이용한 방법은 문자의 어절 단위를 분할하는 알고리즘으로서 한 글자로 분할하지 못하는 문제점이 지적된다.^[2] 또한 기록 블록을 이용한 방법은 한 글자로 분할한 후 역전과 신경회로망을 이용하여 인식하기 때문에 학습과 한글 유형 분류기가 필요하는 단점이 있다.^[3] 최근에는 원형 패턴벡터를 이용하여 단일 문자를 인식되는 알고리즘도 발표^[4]되고 있으나 문서의 한

영혼영 형태 및 다양한 글꼴 인식을 위해서는 추가적인 특징자 개발이 필요하다.

영상의 기하학적 변형에 무관하고 한·영 혼용의 다양한 글꼴에 대한 문자 인식은 도형이 혼용된 문서 인식과 한·영 혼용의 실제적인 문서 인식에 유용하며, 이러한 영상변형과 글꼴의 다양성에 무관한 문자 인식^[5]에 관해서는 부분적으로 많은 연구들이 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들의 대부분은 부분적인 인식에 국한되었거나 광학적인 방법을 사용하여 실용적인 부분에 여러 가지 문제점들이 있으므로 다양한 글꼴인식, 영상의 기하학적 변형에 무관한 문자 인식에 대한 단순하면서도 체계적인 연구가 진행되어야 할 것이다.^[6,7]

따라서 본 논문에서는 문서상의 다양한 한·영 글꼴 문자 및 영상의 변형이 포함된 한·영 인쇄체 글꼴 문자들로부터 오프라인 방식으로 문자들을 입력하여 회전, 크기 및 위치이동에 무관하게 글꼴 문자들을 인식하는 방법을 제안하였다.

2. 한·영 문자 영역 및 글꼴 분할

2-1. 문자 영역 분할

일반적으로 한·영 혼용인 문서는 문자열로 문단을 분할하고 분할된 문단에서 각 문자 단위로 분할 과정이 수반되어야 한다. 문자의 분할 과정은 먼저 입력된 영상에 수평방향 투영 기법으로 문자열을 추출 후, 문자열 영역 내에서 문자 부분은 명암도가 검정화소로 존재한다는 성질을 이용하여 수직방향으로 투영하여 개별 문자 영역들을 각각 분할한다. 분할의 세부 방법은 입력된 문서 영상으로부터 수평 프로파일을 구한 다음 획득된 수평 프로파일에서 수평 검정 화소가 있는 부분과 검정 화소가 없는 부분으로 각각 나누어 각 문자열로 분할한다. 또한 각각 분할된 문자열에 대해서 수직으로 투영하여 각 문자열의 수직 프로파일을 구하고, 구한 수직 프로파일에서 검정 화소가 없는 부분과 검정 화소가 있는 부분으로 나누어서 각 개별 문자들을

분할한다.

한글 입력 문서 영상에서 수평 및 수직 투영 기법을 적용한 결과를 그림 1에 나타내었다. 또한 그림 2는 영어 대소문자열에 대해 수직 투영 기법을 적용한 결과를 나타내고 있다. 수평 투영 결과 각각의 문자열을 추출할 수 있으며 추출된 문자열에서 수직 투영을 적용하여 한영 각 문자들을 분할 할 수 있다.



Figure 1. 한글 문자열에 대한 수평 및 수직 투영 결과: (a) 한글 문자열 영상, (b) 수직 및 수평 투영 결과.

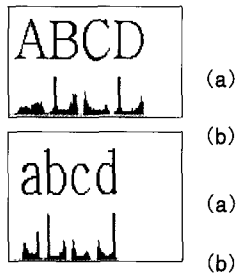


Figure 2. 영어 대소문자열에 대한 수직 투영 결과: (a) 영어 대소문자열 영상, (b) 수직 투영 결과.

2-2. 글꼴에 대한 특성

일반적으로 인쇄된 문서로 부터 스캐너를 통하여 입력받은 문서 영상에서는 한글, 영어에 대한 다양한 글꼴이 존재하며 특히 한영 혼영 문서에 있어서 글꼴들의 형태에 따라 각 문자의 크기비와 형태가 각각 다르다. 본 논문에서는 그 중에서 대표적인 신명조체, 고딕체, 궁서체, 및 Time-New Roman체의 글꼴에 대해서 각 문자를 구성하는 최소인접 사각형을 구한 후 각 문자에 대해서 원형패턴벡터를 적용하도록 하였

다. 그림3는 한글 문자의 글꼴에 따른 최소인접 사각형의 크기 및 형태를 나타내고 있으며, 그림 4에 영어의 대·소문자의 특성과 글꼴에 따른 최소인접 사각형의 크기 및 형태를 나타내고 있다.

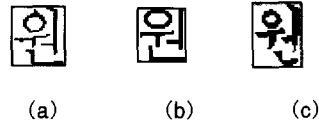


Figure 3. 한글 '원'자에 대한 글꼴의 크기와 형태: (a) 신명조체, (b) 고딕체, (c) 궁서체.

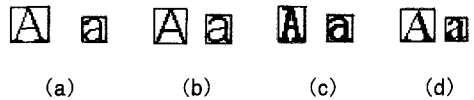


Figure 4. 영어 'A'자에 대한 글꼴의 크기와 형태: (a) 신명조체, (b) 고딕체, (c) 궁서체, (d) Time New Roman.

3. 제안한 수직수평 투영 및 복합 패턴벡터를 이용한 한·영 문자 및 글꼴 인식 알고리즘

제안한 한·영 문자 및 글꼴 인식 알고리즘은 우선 입력 영상으로 부터 이진 형태론(Binary Morphology)의 열림(Opening) 연산자와 닫힘(Closing) 연산자를 적용하여 잡음을 제거하였고, 문자의 문단이 기울어져 있으면 기울기 보정 전처리 과정을 수행하며, 문서 영상에 대해서 수직·수평 투영 분포를 이용하여 각 문자를 분할하며 분할된 문자들의 최소인접 사각형을 구하여 각각의 글꼴에 대하여 적응적인 원형패턴 벡터를 추출하도록 하였다. 추출된 원형 패턴 벡터는 수직라인 패턴과 수평라인 패턴 및 주어진 문자의 수직수평 중심으로 부터 세 개의 원주상을 따라 각 문자가 위치한 이진 분포값을 나타낸 것으로서 각 문자의 형태와 위치에 따라 이진 분포값의 패턴이 다양하게 나타난다. 또한 추출된 문자와 글꼴의 패턴벡터들과 기준 패턴의 상관성을 비교하여 문자와 글꼴을 인식하도

록 하였으며 전체 알고리즘 구성도를 그림 5에 나타내었다.

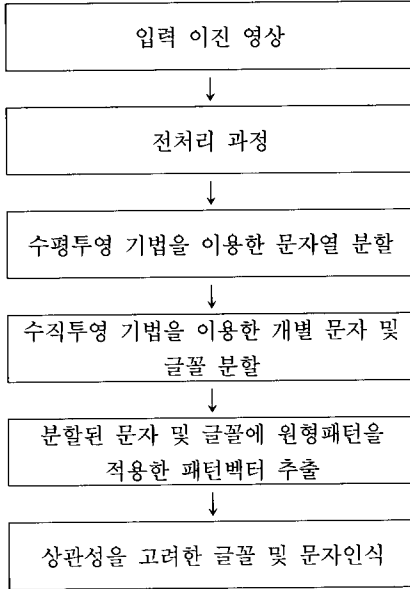


Figure 5. 제안한 수직수평 투영 및 원형패턴벡터를 이용한 문자 및 글꼴 인식 구성도.

3-1. 전처리 과정

먼저 인쇄된 문서를 입력받은 영상으로 부터 흰 배경색과 검은 문자색으로 나누는 이진 처리 하였고 또한 이진 영상에서 잡음 제거를 위하여 형태학적 열림 연산자(Opening Operator)를 사용 하였다. 사용한 형태학적 열림 연산자를 식(1)에 나타내었다.

$$A \cdot B = (A \ominus B) \oplus B \quad (1)$$

또한 원 영상에서 침식연산(Erosion Operator)을 수행하여 미세한 잡음을 제거하였으며, 팽창 연산(Dilation Operator)을 수행하여 원 영상의 크기를 유지하도록 하였다. 또한 문서 영상이 기울어져 있는 경우에는 문서의 기울어진 각도를 추출하여 회전변환 함수를 사용하여 문서의 기울기를 보정하도록 하였다.^[4]

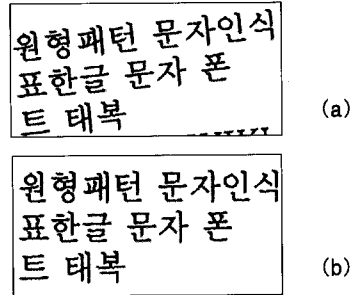


Figure 6. 기울어진 문자열에 대한 보정결과: (a) 기울어진 문자열 영상, (b) 기울기 보정한 결과.

3-2. 문자 분할과 인식

문자 분할과 인식은 우선 전처리 과정이 끝난 영상에서 문자 영역의 특징 정보를 이용하여 수평 투영 프로파일을 구하고, 획득된 수평 프로파일 정보로 부터 문자열 부분과 골(Valley) 부분으로 분리한다. 또한 수직 투영 프로파일을 구하기 위하여 분할한 문자열에서 문자열의 최상단 좌표값과 최하단 좌표값을 구하여 문자열의 높이 정보를 파악한 다음 최상단 좌표값과 최하단 좌표 사이에 수직 투영을 프로파일을 구한다. 획득된 문자 영역의 수직 투영 결과 정보를 이용하여 문자 부분과 골부분으로 분리 가능하며 문자의 좌측 좌표와 우측 좌표값을 구할 수 있다.

또한 문자의 좌측 좌표값에서 우측 좌표값까지 최상단에서 아래 방향으로, 최하단에서 윗 방향으로 문자의 프로파일을 검출하고, 이로부터 검출된 문자 영역의 상단 좌표값과 하단 좌표값을 구한다. 최종적으로 구한 좌측, 우측, 상단 및 하단 각 좌표값을 원 영상에 적용하여 문서의 좌측부터 우측까지 문자열로부터 각 개별 문자를 추출하도록 하였다. 그림 7에 제안한 문자 분할 알고리즘을 적용한 결과를 나타내었다. 그림 7(a)는 수직 및 수평 투영 기법을 적용하여 한 문자열에서 좌측, 우측, 상단 및 하단의 각 좌표값을 구하여 수직 및 수평 투영을 적용한 영상이며 그림 7(b)에 투영된 결과로 부터 한 문자로 분할한 결과를 나타내었다.

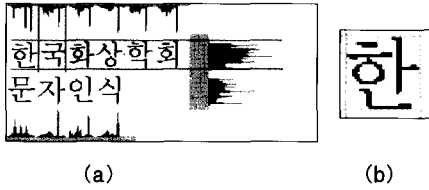


Figure 7. 제안한 분할 알고리즘 결과 영상: (a)문자열에 대한 수평수직 투영 결과, (b)분할한 개별 문자 영상.

분할된 문자의 글꼴과 문자 인식을 위해 회전과 크기변화에 무관한 특성을 가지면서 문자의 구조적 형태에 따라 패턴 벡터를 생성하는 복합 패턴 벡터 알고리즘을 사용하였다. 복합 패턴 벡터는 그림 8과 같이 수평 수직 패턴 및 복합 패턴 벡터를 문자에 투영하여 각 문자의 위치 및 각도에 따라 문자의 검은 화소 분포를 추출하는 알고리즘으로 분할된 개별 문자에 복합 패턴 벡터를 적용한 결과를 나타내었다.

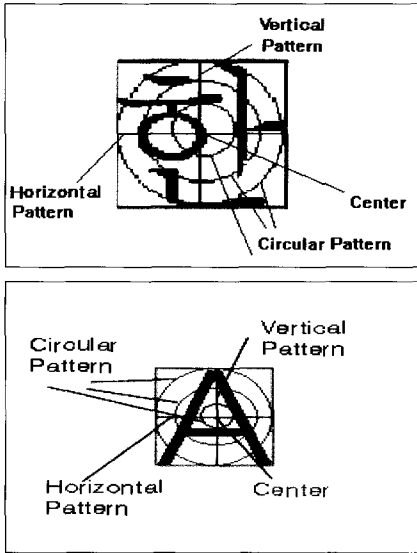


Figure 8. 복합 패턴 벡터의 적용.

복합 패턴벡터는 문자의 중심에서부터 수직 및 수평 패턴을 구하고 또한 중심으로부터 세 개의 원형패턴을 구하여 패턴의 형태로서 글자의 모양을 판별하는 방법이다. 각 문자에 복합 패턴벡터를 적용하기 위해서는 문자의 정확한

위치와 중심 좌표, 높이, 길이 등의 정보를 추출하여야 한다. 문자열에서 수직 및 수평 투영 정보로부터 문자열을 문자로 분할하며, 분할된 각 문자의 우측 좌표값 (Y_R)에서 좌측 좌표값 (Y_L)을 빼면 문자의 폭(CW)을 구할 수 있고, 하단 좌표값 (X_B)에서 상단 좌표값 (X_T)을 빼면 문자의 높이(CH)를 구할 수 있다. 구한 문자의 폭과 높이를 반으로 나누면 식(3)과 같이 문자의 중심($C(X_C, Y_C)$)을 구할 수 있다. 문자의 중심을 수직 및 수평 투영 라인 패턴 그리고 원형 패턴을 적용하기 위한 중심 좌표로 사용하면 된다. 식(2)의 CH는 문자의 높이와 CW는 문자의 폭을 나타내는 값이고 식(4)와 (5)는 문자 영역의 수직 및 수평으로 투영하여 패턴을 추출하는 식을 나타내고 있다.

$$CH = X_B - X_T \quad CW = Y_R - Y_L \quad (2)$$

$$C(X_C, Y_C) = (CH/2) + X_T, (CW/2) + Y_L \quad (3)$$

$$Ver P[CH] = Img[X_T \rightarrow X_B][Y_C] \quad (4)$$

$$Hori P[CW] = Img[X_C][Y_L \rightarrow Y_R] \quad (5)$$

또한 중심으로 부터 원형 패턴 벡터를 적용하기 위해서는 문자의 폭(CW)을 반으로 나눈 후 3등분한 값을 원형 패턴 벡터를 적용하기 위한 원의 반지름 R1, R2, R3로 정의하고 각 원형에 대해서 문자 영역에 3°간격씩 시계 방향으로 원형을 돌면서 검은 화소는 1로, 바탕 화소는 0으로 하여 120개 패턴 분포를 추출한다. 식(6)은 3°씩 원 영상에서의 원형의 좌표를 구하는 식을 나타내고 원형의 각 반지름에 대한 원소 패턴들과 수직·수평 원소의 패턴들을 구하는 관계식은 식(7)에 나타내었으며 추출된 각 패턴들을 기존 문자에 대한 패턴과의 상관성을 검토하여 문자를 인식하도록 하였다.

$$Cir(X_{Ri}, Y_{Ri}) = (Ri \times Sin(\theta), Ri \times Cos(\theta)) \quad (6)$$

$$Pat[i]_{0}^{120} = Img[Cir[x][y]] \quad (7)$$

일반적으로 각 문자열로부터 추출된 문자들

은 문자의 가로비와 세로비 및 문자의 폭에 따라 각각의 글꼴로 구별된다. 즉, 문자의 가로비와 세로비가 크기에 따라 동적으로 변하기 때문에 문자의 대표적인 글꼴을 구별할 수 있고 같은 문자지만 글꼴에 따라 폭이 다르기 때문에 각 문자에 적용된 원형의 패턴 벡터 모양과 수직·수평의 패턴 벡터의 모양이 글꼴에 따라 다르므로 영어의 대·소문자, 한글의 글꼴도 구별할 수 있고 패턴벡터가 문자의 크기에 무관한 특성을 이용하여 다양한 글꼴과 문자를 인식할 수 있다. 그림 9는 복합 패턴 벡터를 한글의 신명조, 궁서 및 고딕체에 각각 적용하여 추출한 패턴을 나타낸 결과로서 각 문자의 형태와 크기에 따라 패턴들이 다르게 나타남을 알 수 있다.

	신명조	궁서	고딕
원			
한			
글			
인			
식			
형			

Figure 9. 한글 글꼴 및 문자에 복합 패턴벡터를 적용한 결과.

그림10은 영어 문자를 한글의 각 신명조, 고딕, 궁서 글꼴 및 영어의 Time New Roman 글꼴에 따라 나타내고 여기에 복합 패턴 벡터를 적용한 결과를 나타낸 것으로서 영어의 대문자와 소문자 및 각 글꼴에 따라 추출된 패턴 결과가 각각 다르게 나타남을 알 수 있다.

	신명조	고딕	궁서	Time New Roman
A				
B				
C				
a				
b				
c				

Figure 10. 영어 글꼴 및 대소문자에 복합 패턴 벡터를 적용한 결과.

제안한 알고리즘은 문서에서 투영 기법을 이용하여 한 문자로 분할하고 인식한 문자를 데이터(Data)로 만들어서 저장한 후 다시 다음 문자를 분할하고 인식한 후 저장하고 문서가 끝날 때까지 알고리즘을 반복한다. 저장된 Data를 출력하는 문자 및 글꼴 인식 알고리즘을 보였다.

4. 실험결과

본 논문에서는 한글뿐만 아니라 영어 대·소문자 그리고 다양한 글꼴을 인식하는 수직수평 투영 및 복합 패턴벡터 기반의 문자인식 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 신명조체의 한·영 혼용 문서, 한글의 신명조, 고딕 및 궁서체, 영어 알파벳의 고딕, 궁서체, Time New Roman체 글꼴 문서 그리고 한글 글꼴의 크기와 위치 이동 변화가 있는 문서에 대해서 문자 인식을 각각 실험하였다. 그림 11에 신명조체로서 영한 혼용 문서 영상 및 한글의 대표적인 글꼴인 신명조, 궁서 및 고딕체가 포함된 문서 영상을 나타내었고 그림 12에 세가지 글꼴에 대한 영어 알파벳의 대소문자가 포함된 영상을 나타내었다.

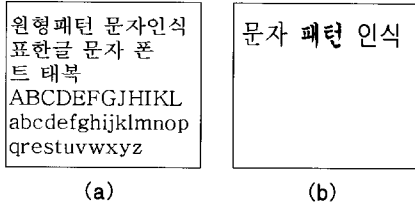


Figure 11. 한글 글꼴 영상 : (a) 신명조체의 영한혼용 문서 영상, (b) 신명조, 궁서 및 고딕체의 문자열 영상.

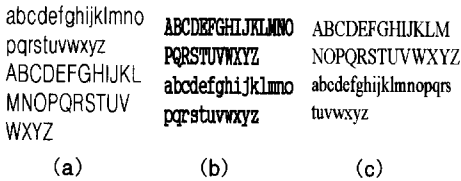
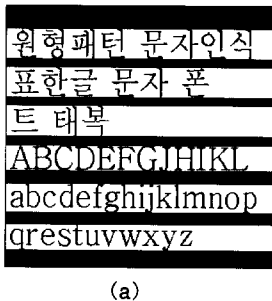


Figure 12. 영어 알파벳 글꼴 영상: (a) 고딕체의 영어 대소문자 영상, (b) 궁서체의 영어 대소문자 영상, (c) Time New Roman체의 영어 대소문자 영상.

그림 11 및 그림 12의 입력 영상들을 제안한 알고리즘으로 수평·수직 투영 기법을 이용하여 각 문자열과 문자를 분할한 후 패턴 벡터를 이용하여 문자 인식뿐만 아니라 글꼴체도 인식하였고, 영어의 대·소문자도 구별할 수 있었다. 또한 그림 13에 한영혼용 문서에 대해서 수평 투영 기법을 적용하여 글자 부분과 골 부분으로 나누는 후 그림 13 (a)에 각 문자열로 분할한 영상을 그림 13 (b)에 수평 투영 기법으로 분할한 문자열 영상에서 수직 투영 기법을 적용하여 한 문자씩 분할한 영상을 나타내었다. 또한 그림 13 (c)에 각 문자에 대해서 패턴 벡터를 적용한 결과를 나타내고 있다.



(a)



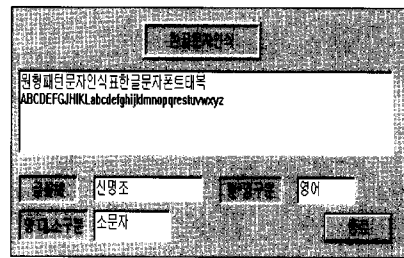
(b)



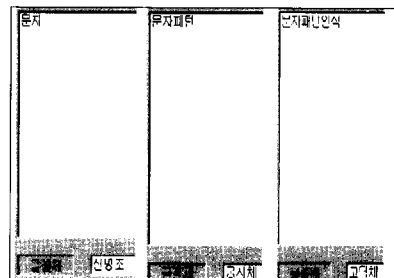
(c)

Figure 13. 한영 혼용 문서에 대한 인식: (a) 문자열 분할 영상, (b) 문자 분할 영상, (c) 문자에 패턴 벡터 적용 결과.

실험에서는 또한 총 20장의 문서 영상에서 한·영혼용 문서 10장과 한글, 영어만 있는 문서 각각 5장을 글꼴에 따라 약 500자에 대한 실험 결과에서 97.2%의 문자인식률을 나타내었으며 또한 영어의 대소문자 구별과 글꼴 인식도 정확하게 수행하였다. 그림 14는 제안한 알고리즘에 문자 정보들을 입력하여 문자를 인식한 결과 영상이다.



(a)



(b)

Figure 14. 제안한 알고리즘을 적용한 문자인식 결과.

5. 결론

본 논문에서는 다양한 형태의 글꼴 문자들이 포함된 문서영상에서 수직 수평 투영을 적용하여 문자열과 개별 문자로 분할하였고, 또한 복합 패턴벡터를 각 문자에 적용하여 문자의 크기, 이동 및 위치 변화에 관계없이 문자를 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 실험에 사용된 문자들은 스캐너를 통해 입력된 문서 영상으로부터 분할하여 획득하였으며 문자의 크기와 패턴 및 형태에 관계없이 정확하게 인식이 가능하였다. 실험에서는 크기, 이동, 회전 변형이 있는 대표적인 한·영어의 신명조, 궁서, 고딕체 및 Time New Roman과 같은 글꼴을 대상으로 인식 실험을 수행하였으며, 실험 결과 기존의 글꼴의 기하학적인 관계를 이용한 알고리즘보다 글꼴, 대·소문자 구별, 문자 인식 결과에서 우수함을 나타내었다. 인쇄된 한글과 영어 문서에서는 다양한 글꼴 뿐만 아니라 특수문자 등도 포함되어 있으므로 다양한 문서 영상에 대해서도 향후 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김두식, 이성환, "한·영혼용 문서의 디지털 라 이브러리 구축을 위한 효과적인 문서 기울기 교정 및 문자분할방법", *한국정보과학회 춘계 학술발표논문집*, vol. 26, no. 2, pp. 482-484, 1999.
- [2] 정창부, 광희규, 김수형, "투영 프로파일 및 계층적 군집화 기법을 이용한 문자영역의 어절 단위 분할", *한국정보통신학회 논문지*, vol. 3, no. 1, 1999.
- [3] 김규경, 김진호, 찬성일, 최홍문, "붙은 문자들이 포함된 인쇄체 한·영혼용 문서에서의 효과적인 문자 인식알고리즘", *대한전자공학회 논문지*, vol. 33-B, no. 11, pp. 116-126, 1996.
- [4] 정지호, 최태영, "원형패턴벡터를 이용한 인쇄체한글인식", *전자공학회논문지*, 제6권, 제1호, pp. 269-281, 1999.
- [5] S. Shlien, "Multifont character recognition for typeset documents", *IEEE Trans. on Pattern Analysis Mach. Intell.* vol. 2, no. 4, pp. 603-620, 1988.
- [6] S. W Lee and J. H. Kim, "Unconstrained seal imprint verification using attributed stroke graph matching", *Pattern Recognition*, vol. 22, no. 6, pp. 653-664, 1989.
- [7] A. Taza and C. Y. Suen, "Discrimination of planar shapes using shape matrices", *IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetics*, vol. 19, no. 5, pp. 1281-1289, 1989.



이 응 주

1993년 국방과학연구소 품관소 연구원

1996년 경북대 전자공학과 공학박사

1999-현재 한국정보처리학회 편집위원

2000-현재 한국신호처리시스템학회

편집위원

2001-현재 한국화상학회 재무이사

1997-현재 동명정보대 정보통신공학과

조교수. 관심분야 : 영상처리,

컴퓨터비전, 생체인식,

E-mail : ejlee@tmic.tit.ac.kr

Tel : (051)610-8372,

Fax : (051)610-8349