

계층적인 접근과 개선된 RBF 네트워크를 이용한 영문 명함 인식

Recognition of English Calling Card by Using Hierarchical Approach and Enhanced RBF Networks

임은경*, 김광백**

*부산대학교 컴퓨터공학과, **신라대학교 컴퓨터공학과

Eun-Kyeong Lim* and Kwang-Baek Kim**

*Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

**Dept. of Computer Engineering, Silla University

E-mail : eklim77@pusan.ac.kr, gbkim@silla.ac.kr

ABSTRACT

본 논문에서는 문자열 영역 추출을 위한 3배 축소 명함 영상, 개별 문자 추출을 위한 2배 축소 명함 영상, 정확한 인식을 위한 원본 영상으로 명함 영상을 분리하고, 분리된 영상들을 대상으로 각 영상 크기에 적합한 처리를 수행하고 각각의 결과들을 이용하여 정확한 문자를 추출할 수 있는 방법을 제안한다. 그리고 추출된 개별 문자들의 인식을 위해서 ART1을 적용한 개선된 RBF 네트워크를 제안하여 적용한다. 제안된 명함 추출 방법은 원 영상을 각각의 처리 방법에 적합하도록 하기 위해서 다해상도로 분리한다. 문자열의 추출은 문자들의 간격을 축소 시켜서 블록을 추출하기 쉬운 적절한 최소 크기의 영상에서 수행하고, 개별 문자의 추출은 문자들의 간격을 분리할 수 있는 적절한 영상의 크기에서 수행한다. 개별 문자 인식은 문자의 형태학적 특성을 잘 나타내기 위해서 원본 영상에 적용한다. 본 논문에서 제안한 추출 방법은 문자를 정확히 추출할 수 있으며 병렬 처리가 가능하여 처리시간을 단축할 수 있는 장점을 가진다. 그리고 정확히 추출된 개별 문자들을 개선된 RBF 네트워크를 이용하여 인식률을 향상시킨다. 제안된 명함 추출 및 인식 방법의 성능을 확인하기 위해서 실제 영문 명함 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 방법보다 명함 추출 및 인식에서 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

1. 서 론

최근 핸드폰과 PDA의 카메라 장착이 일반화되고, 투명성을 가진 포토 센서를 통해 문서를 스캔하는 입력장치 등이 개발되었고 휴대용 모바일 장치는 단지 영상의 입력뿐만 아니라, 영상의 처리 기능까지도 제공하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히, 개인의 정보를 가지는 명함이나 쪽지 등을 카메라를 통해 영상으로 입력받아 개인 정보를 항목별로 추출하고 인식하여 문자로 변환 및 저장, 관리할 수 있는 연구도 활발히 이루어지고 있다.

명함 인식[1]은 크게 명함 영상에서 의미 있는 정보의 추출과 이런 정보들을 인식하는 부분으로 구성된다. 명함 영상에서 정보를 추

출하기 위해서는 잡영 제거 등의 전처리, 문자열 추출, 개별 문자 추출 등으로 구성되고, 이런 처리를 정확하고 효율적으로 수행하기 위해서 많은 알고리즘이 제안되었다. 문자열 추출 및 개별 문자 추출을 위한 방법은 히스토그램 정보를 이용한 방법[2], 경계 추적 알고리즘을 이용한 방법[3, 4], 스미어링 방법[5-7] 등이 있다.

히스토그램 정보를 이용한 방법[2]은 텍스트 영역을 화소 행(pixel row) 방향으로 스캔하면서 각 행의 흑화소의 개수가 정해진 한계값(threshold)보다 크면 문자열에 속하는 것으로 간주하고 그렇지 않은 경우에는 문자열 사이의 공백으로 간주하여 문자열 영역을 분리하여 추출한다. 그리고 추출된 각 문자열 영역에 대해 화소 열(pixel column) 방향으로 흑화소

의 개수에 대한 히스토그램(수직 히스토그램)을 구한 후, 히스토그램의 결과로 백화소의 연속된 열의 개수가 한계값 이상이면 문자 사이의 공백으로 간주하여 문자를 추출하는 방법이다. 이 방법은 문서의 기울어짐 정도가 심한 경우와 문서들의 정렬 방향을 모르는 경우, 잡영이 많은 경우에는 추출률이 저하된다.

경계 추적 알고리즘을 이용한 방법[3, 4]은 윤곽선을 추출하기 위해 디자인된 마스크를 이용하여 문자들을 추출한다. 그리고, 추출된 문자가 한계값보다 작으면 잡영으로 간주한다. 이 방법은 기울어짐, 잡영, 문자열의 정렬방향과 상관없이 문자를 정확히 추출한다. 그러나, 시간이 많이 소요되고, 'i' 와 같은 문자의 경우에는 위에 위치하는 점이 잡영으로 간주되어 오인식할 수 있다.

스미어링 알고리즘을 이용한 방법[5-7]은 크게 RLSA(Run Length Smoothing Algorithm) 방법[5]과 RXYC(Recursive X-Y Cuts) 방법[6]이 있다. RLSA 방법[5]은 두 흑화소의 사이에 한계수보다 작은 수의 백화소가 있을 때, 이 백화소들을 흑화소로 대체시키는 방법이다. 예를 들어, 흑화소를 1로 백화소를 0으로 한계수를 3으로 했을 때, 영상의 데이터 열이 "100011000001100100001" 이고 RLSA 방법을 적용하였을 때의 영상 데이터 열은 "111111000001111100001" 이 된다. 그리고 문서 영상을 종방향과 횡방향으로 RLSA 방법을 적용한 다음, 2개의 결과 영상을 AND 연산으로 결합하면 문서 영상이 블록화된다. RXYC 방법[6]은 문서 영상을 수평 방향과 수직 방향으로 스캔한 다음, 스캔한 방향에 대한 흑화소의 수가 한계수 보다 큰 영역을 절단하는 방법이다. 따라서 RLSA 방법은 대블록 보다는 소블록에 효과적이며, RXYC 방법은 소블록 보다는 대블록에 효과적이다. 이 방법은 잡영이 많은 경우에 잘못된 블록을 추출할 수 있다.

추출된 문자들을 인식하기 위해서는 원형 비교 방법(template Matching Method), 통계적 방법(statistical Method), 구조적 방법(structural Method), 그리고 인공신경망을 이용한 방법 등이 제안되었다[8, 9]. 원형 비교 방법은 인식 대상이 되는 모든 문자의 영상을 2차원 배열로 저장하고, 인식하고자 하는 입력 문자의 영상을 저장된 각각의 문자 영상과 대응되는 화소 단위로 비교하여 불일치된 화소의 개수가 가장 작은 문자를 입력된 문자의 결과로 판단하는 방법이다. 이 방법은 단순하고 하드웨어 구현이 적합한 반면에, 명함과 같은 다양한 폰트를 가지는 문자들의 개수가 많은 경우에는 인식 시간이 길어지고, 특징 활자체의

문서에만 적용 가능하다. 통계적 방법은 인식 대상인 각 문자에 대한 충분히 많은 문자 영상을 추출하고, 각각의 문자 영상을 모두 분류할 수 있는 N개의 특징값을 추출하여 N차원의 공간의 벡터로 표현한다. 이 벡터들의 평균 벡터를 구해 문자에 대한 특성 벡터를 저장하여 가장 가까운 거리에 있는 특성 벡터에 해당 문자를 인식하는 방법이다. 이 방법의 가장 중요한 개념은 서로 가까운 벡터끼리는 밀집되고 서로 다른 벡터끼리는 멀리 떨어져 나타날 수 있는 특징을 선택하여야 하고, 빠른 속도로 특징을 계산할 수 있어야 한다. 통계적 방법은 인식속도가 빠르고 이론적 정립이 잘되어 있는 반면에 유사한 글자가 많고 복잡하고 계층적인 구성 방식을 갖는 문자에 대해서는 본질적인 특징을 계산하기가 어렵다. 구조적 방법은 문자의 구성 원리에 입각하여 자획 등과 같은 문자를 구성하는 기본 요소와 그들 간의 연관성을 추론하여 문자를 인식하는 방법이다. 이론적으로는 잘 정립되어 있으나 다양한 폰트를 가지는 경우에는 인식 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 인공 신경망을 이용한 방법은 인간의 신경망 조직을 모델로 하여 많은 수의 단순한 프로세서들을 망으로 연결한 시스템을 사용하는 방법으로, 학습에 의해 새로운 패턴에 적응할 수 있으며, 패턴의 국부적인 변형 및 잡음에 민감하지 않는 장점을 가지는 반면, 패턴의 크기가 큰 경우에는 학습이 많이 소요되고 인식 후보 대상의 개수가 많은 경우에는 성능이 저하된다.

본 논문에서는 정확한 블록을 추출하기 위해서, 영상을 다해상도로 분리하여 경계 추적 알고리즘과 스미어링 알고리즘으로 잡영과 기울어짐, 문자열의 정렬 방향에 상관없이 정확하고 빠르게 문자를 추출하는 방법을 제시한다. 명함 인식은 잡음에 강하고 새로운 패턴에 잘 적응할 수 있는 RBF 네트워크를 개선하여 적용한다.

2. 본 론

2.1 명함 인식 시스템

명함 인식[1]은 크게 명함 영상에서 의미 있는 정보의 추출과 이런 정보들을 인식하는 부분으로 구성된다. 일반적인 명함 인식은 그림 1의 (a)와 같은 구성도로 이루어진다.

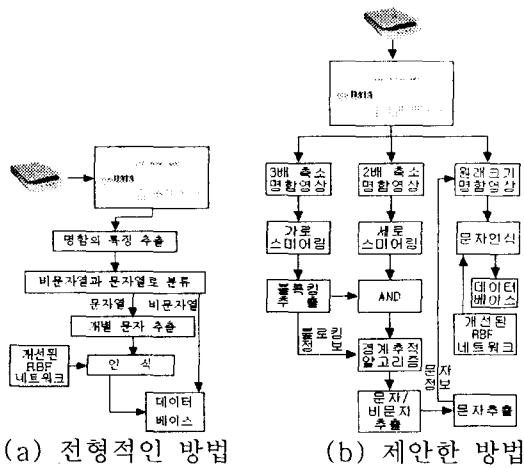


그림 1. 명함 인식 시스템의 구성도

일반적인 명함 인식은 문자 식별이 가능할 정도의 큰 명함 영상을 이용하여 잡음을 제거하기 위한 전처리 단계, 문자열 추출 단계, 개별 문자 추출 단계, 인식단계로 구성되는데 수행 시간이 많이 소요되는 단점이 있다. 본 논문에서는 전처리 및 추출 시간을 단축하고, 기존의 문자열 및 개별 문자 추출 방법들의 문제점을 개선할 수 있는 방법을 제안한다.

명함 영상에서 정보를 추출하기 위해서는 명함 영상을 다해상도 영상인, 문자열 추출을 위한 3배 축소 영상, 개별 문자 추출을 위한 2배 축소 영상, 인식을 위한 원본 명함 영상으로 분리한다. 축소된 각 영상에 대해서 블로킹 영역 추출과 문자 추출을 수행하게 되면 시간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라 하드웨어로 병렬 처리 구현이 가능하다. 그리고, 기존의 문자열 추출 알고리즘의 문제점을 보완하기 위해, 잡음, 기울어짐, 문자열의 정렬 방향에 상관없는 경계 추적 알고리즘과 스미어링 알고리즘을 이용한다. 그리고 시간이 많이 소요되는 경계 추적 알고리즘을 축소된 영상과 영상 내의 블록 부분에서만 적용하여 수행 시간을 단축한다. 그림1의 (b)는 제안된 다해상도 분리를 이용한 명함 인식의 개괄적인 구성도이다.

2.2 명함 영상 전처리와 블로킹 영역 추출

이 장에서는 입력된 명함 영상으로부터 잡음을 제거하고, 명함의 사진, 로고, 실질적인 문자 정보 등 블로킹 영역을 추출한다. 여기서, 블로킹 영역은 인식하기 위해 개별 문자를 추출하고 정규화한다. 입력 받은 명함 영상은 문자와 그림으로 이루어져 있으며, 명함 영상의 관심 분야인 문자를 정확히 추출하기 위해 명함 영상을 이진화 하는 전처리 작업이 필요하다. 이진화된 명함 영상을 다해상도로 분리하는 작업은 잡음을 제거해주는 효과를 가져온다.

명함의 블로킹 영역 추출 방법은 빠른 속도로 연산할 수 있고, 문자들 사이의 간격을 최소화 시켜주는 가장 작은 3배 축소 영상으로 가로 스미어링을 수행한 후 블로킹 영역을 추출한다. 명함 영상의 문자들이 가로 방향으로 일정한 크기와 간격으로 나열되어 있으므로, 문자들 사이의 간격을 제거하는 가로 스미어링 방법을 이용하여 문자들을 연결시켜 블로킹 영역을 추출한다. 스미어링 방법은 문자 크기 기법이라고도 하며, 문자간의 여백이 설정값 이하이면 글자간의 여백을 제거하는 전처리 방법이다. 그림2의 (b)은 가로 스미어링의 결과이다. 스미어링 수행 후, 추출된 각 블로킹 영역의 외곽 사각형(boundary rectangle)의 좌표와 그 안의 내용을 저장한다. 블로킹 추출에 대한 결과는 다시 개별 문자를 추출하기 위해 사용한다. 뿐만 아니라, 개별 문자를 추출하기 위해서는 추출된 블로킹 영역 내의 세로 스미어링 결과로 경계 추적 알고리즘을 적용한다. 이런 처리는 잡음으로 간주될 가능성이 있는 문자의 문제를 해결하기 위한 방법으로 문자 추출에서 논의한다. 그림2의 (b)-(d)는 문자열 영역 및 개별 문자의 추출 과정을 나타내었다.



그림 2. 문자열 및 개별 문자 추출 과정

2.3 문자 추출

문자 추출은 속도를 개선하고, 문자사이의 간격이 일정크기이상 존재하여 문자의 분리 가능한 2배 축소된 영상을 이용하여 세로 스미어링으로 문자들을 분리한다. 그러나, 블로킹 영역에서 단순히 세로 스미어링을 수행하여 문자를 추출하게 되면, 문자를 정확히 추출할 수 없다. 그래서, 정확한 문자의 형태대로 추출하기 위해서 경계 추적 알고리즘을 이용하여 문자를 추출한다. 그리고, 경계 추적 알고리즘을 적용하면, 하나의 문자가 두 개로 분리되어서 크기 비율에 의해서 잡음으로 간주되어 문자

영역이 삭제하게 되는 경우가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 본 논문에서는 스미어링 상태에서 경계 추적 알고리즘을 적용한다. 그림 3은 블로킹 영역에서 세로 스미어링을 문자를 추출한 결과와 본 논문에서 제안한 방법으로 문자를 추출한 결과를 나타내었다.

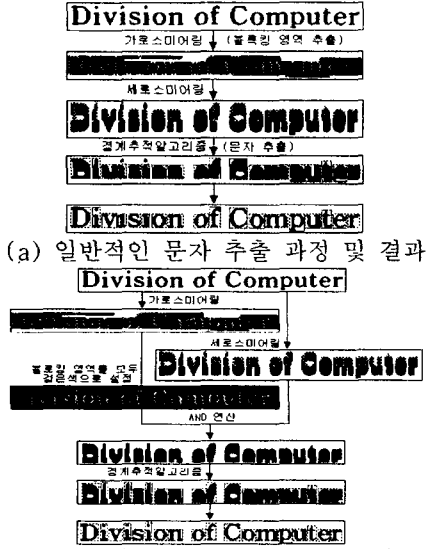


그림 3. 블로킹 영역과 문자 추출 과정 및 결과

그림 3의 결과와 같이 일반적인 문자 추출 방법은 가로 스미어링을 통해서 블로킹 영역을 추출한 후, 세로 스미어링을 이용하여 분리된 문자들을 투영에 의한 방법이나 경계 추적 알고리즘으로 추출한다. 이때, 문자의 특성에 따라들로 분리된 하나의 문자의 경우에는 잡음으로 제거되어 추출되지 않는다. 그림 3(a)의 결과에서 문자 'i'가 추출에 실패하였고, 이는 인식 결과에까지 영향을 미치게 된다. 본 논문에서 제안된 문자 추출 방법은 가로 스미어링으로 추출된 블로킹 영역의 외곽 사각형을 모두 검은색으로 설정한 영역과 블로킹 정보를 이용하여 블로킹 영역 내에서 세로로 스미어링된 결과를 AND 연산시킨 후, 경계 추적 알고리즘을 이용하여 각 개별 문자들을 추출한다. AND연산에 의해 추출된 결과는 하나의 문자가 분리되어 나타나더라도, 세로로 스미어링한 결과에 의해서 묶여서 나타나므로 개별 문자가 정확하게 추출된다. 2배 축소 영상에서 추출된 문자 영역들의 위치 정보를 이용하여 원 명함 영상에서 개별 문자들을 인식한다.

2.4 개선된 RBF네트워크를 이용한 명함 인식

RBF 네트워크는 빠른 학습 시간, 일반화(generality), 단순화(simplicity)의 특징을 가진 알고리즘으로 학습 데이터를 분류하는 작업과 비선형 시스템 모델링 등에 적용된다[10-

12]. RBF 네트워크는 기존의 오류 역전파 학습 알고리즘과 같은 다층 퍼셉트론(Multilayer Perceptron)의 연결 가중치들이 지역 최소화에 위치하여 학습 패턴들이 잘 분류되지 않은 경우를 방지할 수 있으며 학습 시간을 단축시킬 수 있다. RBF 네트워크의 입력층과 중간층 사이에서는 클러스터링하는 역할을 수행한다. 중간층에 있는 각 노드들은 그 노드의 중심을 가지고, 입력 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 에 대해 자신과 중심간의 거리 벡터를 계산한다. 이 노드의 출력은 거리벡터에 대한 일정 형태의 비선형 함수로 얻어진다. 입력이 중간층의 노드에 가까울수록 그 출력값은 증가한다. 중간층의 노드를 구하는 것은 식 (1)과 같다. 여기서, c_k 는 각 클러스터의 중심값이고, σ 는 중심에 대한 넓이 값이다.

$$\rho_k = \exp\left(\frac{-\|X - c_k\|^2}{\sigma_k^2}\right) \quad (1)$$

중간층과 출력층 사이에는 일반적인 학습 과정을 수행한다. RBF 네트워크의 출력 노드는 각 중간층 노드의 출력값을 연결 가중치를 곱한 후, 이들을 더한 값이 출력값으로 식 (2)와 같이 표현된다.

$$O_i = \sum_{k=1}^n p_k w_{ki} \quad (2)$$

그리고, 일반적인 학습 방법인 최소자승(least mean square)방법으로 목표값과 출력값 간의 오차를 최소화하는 방향으로 학습한다.

RBF 네트워크에서 중간층은 학습 패턴들을 클러스터링 하는 층이다. 이 중간층의 목적은 주어진 학습 벡터들에 대한 특징 벡터 공간 사이에서 한 클러스터 내의 벡터들간에 거리를 측정하여 정해진 반경내에 존재하면 같은 클러스터에 속하고 정해진 반경 내에 존재하지 않으면 다른 클러스터에 속하게 된다. 그러나 정적으로 고정된 반경 내에서 클러스터링 하는 것은 잘못된 클러스터를 선택하는 문제를 유발할 수 있고, 선택된 클러스터의 중간층 노드는 출력층의 입력으로 구성되어 인식률을 저하시키는 원인이 된다[13]. 그러므로 본 논문에서는 입력층과 중간층사이의 학습 구조로 ART1을 개선하여 RBF 네트워크의 중간층에 적용한다. ART1에서 경계 변수(vigilance parameter)는 패턴을 클러스터링 하는데 있어서 반지름 값이 되며, 임의의 패턴과 저장된 패턴과의 불일치 허용도를 결정한다[14, 15]. 이 경계 변수가 크면 입력 패턴과 기대 패턴사이에 약간의 차이만 있어도 새로운 카테고리(category)로 분류하게 된다. 반대로 경계 변수가 작으면 입력 패턴과 기대 패턴 사이에 많은 차이가 있어도 이를 허용하므로 입력 패턴들을 대략적

으로 분류한다. 그러므로 명함 인식에 적용하기 위해서는 경험적으로 경계 변수값을 설정해야 하므로 인식률에 영향을 준다. 본 논문에서는 경계 변수를 유사성에 따라 동적으로 조정하기 위하여 퍼지 논리 연산자인 Yager의 교 연산자를 적용하여 경계 변수를 동적으로 조정한다. 퍼지의 교 접속 연산자는 총체화된 값이 모든 입력 중 가장 작은 값보다 크지 않은 성질을 갖는 연산자로서, Yager의 교 연산자는 식 (3)과 같다.

$$\mu_{x_1} \cap x_2 = 1 - \min \left\{ 1, \left((1 - \mu_{x_1})^p + (1 - \mu_{x_2})^p \right)^{\frac{1}{p}} \right\} \quad (3)$$

여기서 p는 $p \in (0, \infty)$ 값에 따라 단조 감소하는 함수이다. Yager의 교 연산자를 사용하여 경계 변수(ρ)를 동적으로 조정하는 식은 다음과 같다.

$$\rho(n+1) = 1 - \min \left(1, \sqrt[p]{(1 - \rho(n))^p + (1 - \rho(n-1))^p} \right) \quad (4)$$

명함 인식에는 식(4)를 적용한 ART1을 제안된 RBF 네트워크의 입력층과 중간층의 학습 구조에 적용한다. 명함 인식에 적용한 개선된 RBF 네트워크의 학습 및 인식 구성도는 그림 4와 같다.

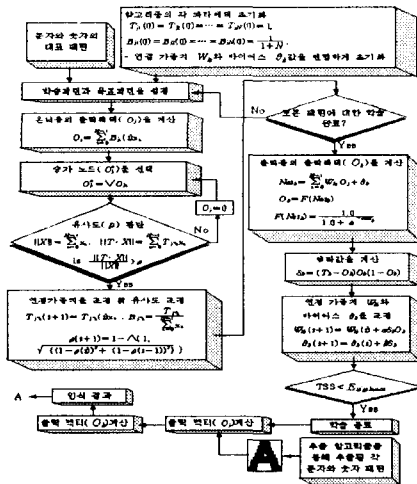


그림 4. 개선된 RBF 네트워크의 학습 및 인식 구성도

3. 실험 및 결과 분석

실험은 1500x800 픽셀 크기의 영문 명함 50개를 대상으로 IBM 호환 기종의 펜티엄III에서 C++ Builder로 구현하였다. 표 1은 참고 문헌 [1]의 블로킹 영역 및 개별 문자 추출 방법과 제안된 방법간의 총 블로킹 영역의 추출 개수와 개별 문자의 추출 개수를 비교하여 나타내었다. 그리고 제안된 RBF 네트워크

를 이용한 두 방법간의 인식 결과도 나타내었다.

표1. 추출 방법에 따른 블로킹 영역과 개별 문자 영역의 추출 결과

	블로킹 영역	문자 영역	문자 인식
총 영역 개수	629	7641	7641
참고문헌[1]의 추출방법	627	7073	6812
참고문헌[1]의 오류	2	568	829
제안된 명함 추출 방법	627	7495	7386
제안된 방법의 오류	2	146	255

표 1에서 첫번째 행의 총 영역 개수는 50장의 명함 영상을 대상으로 한 블로킹 영역과 개별 문자 영역의 총 개수이다. 그리고 두 번째 행은 참고 문헌[1]의 명함 추출 방법을 이용한 블로킹 영역과 개별 문자가 추출된 개수와 인식된 개수를 나타내었다. 세번째 행은 참고 문헌[1]의 추출 방법에서 추출에 실패한 개수와 오인식된 개수를 나타내었고 첫번째 행에서 두번째 행을 뺀 결과이다. 네번째 행은 본 논문에서 제안한 명함 추출 방법의 블로킹 영역 개수와 개별 문자 영역 개수 그리고 인식 개수를 나타내었다. 다섯번째 행은 제안된 방법으로 추출이나 인식에서 실패한 개수를 나타내었고 첫번째 행에서 네번째 행을 뺀 결과이다. 표 1에서 알 수 있듯이, 제안한 방법이 참고 문헌[1]의 추출 방법에 비해서 블로킹 영역과 개별 문자들의 추출률이 향상되었고 인식에서도 인식률이 우수한 것을 알 수 있다.

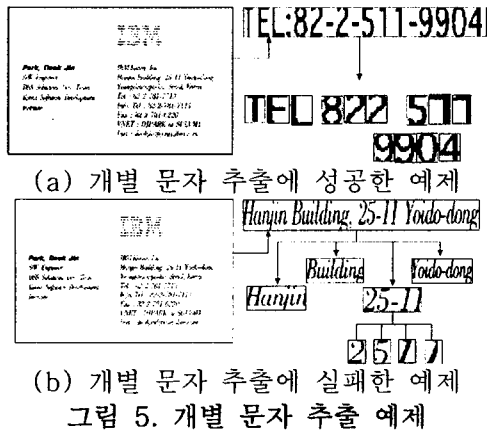
표 2는 개선된 RBF 네트워크의 학습 및 인식 결과를 나타내었다.

표2. 개선된 RBF 네트워크를 이용한 학습 및 인식 결과

	은닉층 노드수	인식성능
영문자	498/520	3698/3723
숫자	175/200	2782/2821
특수문자	17/30	906/951

표 2는 추출된 개별 문자를 영문자, 숫자 그리고 특수문자로 각각 분리하여 개선된 RBF 네트워크에 학습한 결과이다. 영문자의 경우에는 520개의 입력 패턴에 대해서 498개의 은닉층 노드가 생성되었다. 50개의 명함 영상에서 개별 문자 총 수는 7641개이다. 그러나 개별 문자 추출의 실패로 실질적으로 문자 인식에 사용된 개별 문자는 7495개이다. 7495개의 개별 문자 중에서 영문자는 3723개, 숫자

는 2821개, 특수문자는 951개이다. 인식 성능을 분석하면, 영문자의 경우에는 3723개의 영문자에 대해서 3698개가 정확히 인식되었고 특수문자의 인식 성능은 영문자와 숫자와 비교하여 그들이 가진 문자의 개수에 비해서 오인 식률이 높게 나타났다. 그림 5의 (a)는 제안된 방법을 적용하여 개별 문자 추출에 성공한 경우이고 (b)는 개별 문자 추출에 실패한 경우이다.



4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 영상 처리 작업에서 중요한 속도와 정확성을 제공하기 위해서, 명함 영상을 처리 작업에 따라 적절한 영상 크기로 분리하여 명함 영상에서의 문자 추출을 빠른 시간 내에 수행하도록 하였다. 블로킹 영역을 추출하기 위해서 3배 축소된 명함 영상을, 문자 추출을 위해 2배 축소된 명함 영상, 정확한 인식 결과를 유도하기 위해 원 명함 영상을 이용하여 수행하였다. 뿐만 아니라, 문자들의 특성을 고려하여 문자 추출에 정확성을 부여하기 위해서 블로킹 영역의 외곽 사각형을 검은색으로 설정한 영역과 세로 스미어링 결과를 AND연산시켜 각 문자들은 분리시켰고, 하나의 개별 문자가 분리된 형태로 나타나더라도 문자를 묶어서 추출되도록 하였다. 추출된 개별 문자는 개선된 RBF 네트워크를 이용하여 인식하였다. 개선된 RBF 네트워크는 중간층을 효율적으로 구성하기 위해서 유사도를 동적으로 조정하는 개선된 ART1 알고리즘을 적용하여 향상된 결과를 유도하도록 하였다. 제안된 명함 추출 및 인식 방법의 성능을 확인하기 위해서 실제 50개의 영문 명함 영상을 대상으로 실험한 결과, 기존의 방법보다 명함 추출 및 인식에서 우수한 성능이 있음을 확인하였다.

향후 연구 과제로는 필기체 등과 같은 문자로 구성된 다양한 영문 명함 영상을 적용하여 개별 문자들의 추출률을 개선시킬 것이다.

참고문헌

- [1] 김광백, 김철기, 김정원, "윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구," 한국지능정보시스템학회논문지, 8권, 2호, pp.105-115, 2002.
- [2] Gonzalez and Woods, Digital Image Processing Second Edition, Prentice Hall., 2002.
- [3] 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬 세션화 알고리즘," 정보처리학회 논문지, 제2권 제5호, pp.701-710, 1995.
- [4] 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출," 한국멀티미디어학회, 춘계 학술발표논문집, pp.356-361, 1999.5.
- [5] K. Y. Wang, R. G. Casey, and F. M. J. Wahl, "Document analysis system," IBM J. Res. Develop.26, no.6, pp.647-656, 1982.
- [6] G. Nagy, S. C. Seth, and S. D. Stoddard, "Document analysis with an expert system," Proceedings of Pattern Recognition in Practice II, Amsterdam, pp.19-21, 1985.
- [7] R. C. Gonzalez and P. Wintz, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company Inc., pp88-102, 1977.
- [8] K. S. Fu and A. Rosenfeld, "Pattern recognition and computer vision," IEEE Computer, pp. 247-282, Oct. 1984.
- [9] 이성환 편저, 패턴 인식의 원리, 홍릉 과학 출판사, 1994.2.
- [10] M. Watanabe, K. Kuwata and R. Katayama, "Adaptive Tree-Structured Self Generating Radial Basis Function and its Application to Nonlinear Identification Problem," In Proceedings of IIZUKA, pp.167-170, 1994.
- [11] J. Park and I. W. Sandberg, "Universal Approximation Using Radial Basis Function Network," Neural Comp. Vol.3, pp.246-257, 1991.
- [12] C. Panchapakesan, D. Ralph and M. Palaniswami, "Effects of Moving the Centers in an RBF Network," Proceedings of IJCNN, Vol.2, pp.1256-1260, 1998
- [13] J. Lo, "Multi-layer Perceptrons and Radial Basis Functions are Universal Robust Approximators," Proceedings of IJCNN, Vol.2, pp.1311-1314, 1998.
- [14] K. B. Kim and K. C. Kim, "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART," Proceedings of ITC-CSCC, Vol.2, pp.1057-1060, 1998.
- [15] H. J. Zimmermann, Fuzzy set Theory and its Applications, Kluwer Academic Publishers, 1991.