

윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식에 관한 연구*

김광백

신라대학교 컴퓨터공학과
(gbkim@silla.ac.kr)

김철기

부산대학교 전자계산학과
(kck@harmony.cs.pusan.ac.kr)

김정원

신라대학교 컴퓨터정보공학부
(jwkim@silla.ac.kr)

본 논문에서는 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘(contour tracking algorithm)과 개선된 ART1을 이용한 영문 명함 인식 방법을 제안한다. 영문 명함 영상에서 문자열 추출은 영상을 3배로 축소하여 수평 스미어링 기법(smearing method)과 4 방향 윤곽선 추적 방법을 적용하여 문자열 후보 영역을 추출하고 수평 및 수직의 비율과 면적을 이용하여 문자열 영역과 비문자열 영역을 구분하였다. 추출된 문자열 영역에서 개별 문자 추출은 수평 스미어링 기법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 추출하였고 개별 문자들의 인식은 ART1 알고리즘을 개선하여 인식에 적용하였다. 본 논문에서 제안한 ART1 알고리즘은 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 유사도를 동적으로 조정함으로써 기존의 ART1을 개선하였다. 추출 및 인식 실험 결과, 제안된 추출 및 인식 방법이 영문 명함 인식에서 효율적인 것을 확인하였다.

1. 서론

최근 유리 위에 투명성을 가진 포토 센서를 장착하여 문서를 스캐닝하는 입력장치 등이 개발되어 핸드폰, PDA 등 휴대용 모바일 장치에서 사진 이미지를 쉽게 입력하고 처리할 수 있게 되었다. 이에 모바일 장치에서 이미지 처리 기능을 이용하는 다양한 응용들이 개발중이며, 명함, 쪽지 등과 같이 간단한 개인 정보를 이미지로 입력 받아 디지털 문자로 변환하고 저장, 관리할 수 있는 응용에 대한 요구도 증가하고 있다(김두식,

1997; 김종석, 홍영찬, 2001).

본 논문에서는 이러한 요구에 맞추어 4-방향 윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1 신경망 알고리즘을 이용한 영문 명함 인식 방법을 제안한다. 명함 영상에서 문자들은 수평 방향으로 일정한 크기와 간격으로 구성되어 있기 때문에 문자열을 추출하는 전처리 방법으로 스미어링(Smearing) 방법을 적용한다. 스미어링 방법(Smearing)은 문자르기 기법이라고도 하며, 문자간에 연결되어야 바람직한 요소임에도 불구하고 영상 입력과정에서 연결되지 못하는 경우에 대해

* 본 연구는 신라대학교 2001년 교내 연구비 지원과 산학 컨소시엄에 의하여 연구되었습니다.

서 검은 화소 사이에 존재하는 작은 여백을 검은 화소로 바꾸어 글자간의 여백을 제거하는 전처리 방법이다(Gonzales and Wintz, 1997). 그러나 스미어링 방법은 많은 처리 시간이 소요되는 단점(김의정, 김태균, 1997)이 있으므로 본 논문에서는 원본 영문 명함 영상을 1/3의 크기로 축소하여 수평 방향으로 스미어링 기법을 적용함으로써 문자열 영역의 추출 시간을 단축한다.

추출된 문자열 영역에서 개별 문자를 추출하는 방법은 히스토그램 방법 및 윤곽선 추적 방법 등이 있으며, 히스토그램 방법은 배경과 문자 영역을 구분할 수 있는 임계치(threshold)의 설정 값에 따라 성능이 크게 좌우된다(이정란 외, 1998). 윤곽선 추적 방법은 영역의 윤곽선 지점을 추출하여 분할되는 영역을 하나의 특징 영역으로 구분하여 문자들을 추출하는 방법이다(김성영 외, 1999). 본 논문에서는 추출된 문자열 영역에서 수직방향 스미어링 기법과 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 문자를 추출한다.

영상 인식에 많이 적용되는 ART1 알고리즘은 끊임없이 변하는 환경에서 자신의 메모리 용량을 전부 소모할 때까지 입력에 대해 실시간으로 빠르고 안정되게 학습과 인식을 수행한다(Georgiopoulos et al., 1991). ART1 알고리즘에서 경계 변수는 패턴들을 클러스터링하는 반지름 값으로서 임의의 패턴과 저장된 패턴과의 불일치 허용도를 결정하는 중요한 파라미터이다. 그러나 영상 인식과 같은 분야에 적용하기 위해서는 경험적으로 경계 변수를 설정해야 하고 경계 변수의 설정에 따라 인식율이 달라지는 문제점이 있다(Kim et al., 1998). 또한 서로 다른 패턴들이 유사한 특징을 갖는 경우에는 경계 변수 값을 설정하는 것이 매우 어렵다. 따라서 본 논문에서는 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 패턴의 유사도

에 따라 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 ART1 알고리즘을 제안하고 영문 명함 인식에 적용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 영문 명함 추출과 인식에 관련된 내용을 기술하고 3장에서는 스미어링 방법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용한 영문 명함 추출 방법을 제시하였다. 4장에서는 추출된 개별 영문 명함 문자를 개선된 ART1 알고리즘으로 학습 및 인식하는 방법을 기술하였다. 5장에서는 개선된 ART1 알고리즘으로 영문 명함 인식 시스템을 구현하여 실험하였고 6장에서는 결론과 향후 연구 방향으로 마무리하였다.

2. 관련 연구

영상 인식 분야에서 개별 문자를 추출하는 방법으로는 히스토그램 방법(김경민 외, 1997), 윤곽선 추적 방법(김성영 외, 1999), 투영값을 이용한 방법(성영국 외, 1994) 등이 있다. 히스토그램을 이용하는 방법(김경민 외, 1997)은 각각의 문자가 주변의 문자와 연결되어 있는 경우에는 적용할 수 없고 배경과 문자 영역을 구분할 수 있는 임계치의 설정에 따라 성능이 좌우된다. 그리고 히스토그램 방법을 이용한 개별 문자 추출 방법은 배경 영역과 문자 영역이 뚜렷이 구분되지 않거나 문자의 형태나 문자간의 간격이 변형된 경우에는 비효율적이다. 윤곽선 추적 방법은 문자의 형태나 간격이 변형된 경우에도 적용할 수 있다. 윤곽선 추적 방법은 영역의 윤곽선 지점을 추출하여 분할되는 영역을 하나의 특징 영역으로 구분하여 문자들을 추출하는 방법이다. 윤곽선

추적 방법은 2×2 마스크를 이용하여 4방향으로 윤곽선을 추출하는 방법(김성영 외, 1999)과 3×3 마스크를 이용하여 8방향으로 윤곽선을 추출하는 방법(원남식, 손윤구, 1995) 등이 있다. 그러나 윤곽선 추적 방법도 히스토그램 방법과 같이 임계치 설정에 따라 처리 성능이 좌우된다(김광백, 노영욱, 2001). 투영값을 이용한 방법은 문자 영역에서 문자열 방향으로 투영값을 계산하여 문자열을 추출하고 추출된 문자열을 세로 방향으로 투영값을 이용하여 개별 문자를 추출하는 방법이다(성영국 외, 1994). 그러나 투영값을 이용한 방법은 각각의 문자가 주변의 문자와 연결되어 있는 경우에는 비효율적이다.

문자 인식에 널리 사용되는 신경망 기반의 알고리즘으로는 역전파(backpropagation) 알고리즘과 ART1 알고리즘 등이 있다(Marin et al., 1995). 신경망의 지도 학습(supervised learning) 모델 중에 하나인 역전파 알고리즘은 단층 퍼셉트론으로 해결하지 못했던 비선형 문제를 해결하기 위해 제시되었던 다층 구조 신경망(multilayer neural network)의 대표적인 학습 알고리즘이다. 이 학습 알고리즘은 적용되는 입력 패턴에 대해 파라미터 값들을 어떤 값으로 설정하는가에 따라 학습 시간이 결정되고, 은닉층의 노드 수에 따라 지역 최소화(local minima) 문제가 발생한다(Kavuri et al., 1992). 그러므로 간단한 선형 분리 문제나 Exclusive OR 문제는 필요한 은닉층의 노드 수를 알기 쉽지만 명함 인식 등과 같은 복잡한 문제의 경우에는 적당한 은닉층의 노드 수를 찾아 내기 어렵다. ART1 알고리즘은 뉴런들 간에 경쟁 학습(competitive learning)에 의하여 자율적으로 패턴들을 분류하는 알고리즘으로 임의의 패턴들을 학습 할 수 있는 안정성(stability)

과 적응성(plasticity)을 갖는다. 또한 저속 및 고속 학습이 가능한 장점이 있고 지역 최소화 문제가 발생하지 않는다. 그러나 ART1 알고리즘은 경계 변수 설정에 따라 유사한 패턴이 다른 클러스터로 생성되는 경우와 서로 다른 패턴이 같은 클러스터로 분류되는 경우가 발생한다. 따라서 ART1 알고리즘을 명함 인식에 적용할 경우, 입력 벡터와 클러스터의 대표 벡터간의 유사도를 계산하는 방법과 경계 변수에 따라 인식율이 낮아지는 문제점이 있다(임은경, 김광백, 2000).

본 논문에서 개별 문자 추출은 수평 스미어링 기법과 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 개별 문자를 추출한다. 명함 인식은 ART1의 경계 변수에 따른 인식률이 저하되는 문제를 개선하기 위해 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 ART1 알고리즘을 제안하여 적용한다.

3. 영문 명함 영상에서의 개별 문자 추출

영문 명함 영상에서 개별 문자를 추출하는 과정은 크게 문자열 영역 추출 과정과 문자열 영역에서의 개별 문자 추출 과정으로 이루어지며, 문자열 영역 추출 과정에서는 수평 스미어링 기법과 윤곽선 추적 기법을, 개별 문자 추출 과정에서는 수직 스미어링 기법과 윤곽선 추적 기법을 각각 적용한다.

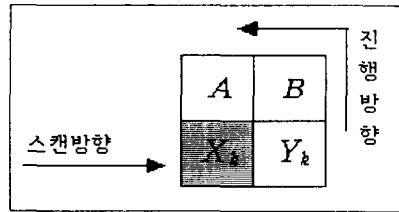
3.1 문자열 영역 추출

영문 명함 영상은 정규화 되지 않은 크기와 간격을 가진 문자들로 구성되어 있다. 그러나 한 문자열 영역 내에서는 문자의 크기와 간격의 변

화가 거의 없다. 따라서 명함 영상의 문자를 인식하기 위해서는 문자열 영역을 정확하게 추출하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 스미어링(Smearing) 기법을 이용하여 문자들간의 간격을 제거하고 문자들을 뭉쳐서 문자열을 분리한다. 그러나 스미어링 기법은 많은 계산 시간을 요구하기 때문에 큰 영상에 적용하기에는 어려움이 있다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위해 명함 영상을 1/3의 크기로 축소하여 스미어링 기법을 적용한다. 본 논문에서의 영상 축소 방법은 3x3 마스크를 이용하여 가장 큰 값으로 축소하는 방법과 가장 작은 값으로 축소하는 방법, 비율이 큰 화소로 영역을 대체시키는 방법을 각각 적용한다. 축소된 명함 영상에서 문자 간격을 없애기 위해 수평 방향으로 스미어링을 수행한다. 스미어링은 흑화소(black)를 수평으로 일정크기의 픽셀만큼 늘려주는 방법으로 문자들의 특징을 묶어주는데 효율적이다.

수평으로 스미어링된 영상에서 문자열 후보 영역을 추출하기 위해서 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘(김성영 외, 1999)을 적용한다. 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘은 <그림 1>의 2x2 마스크를 이용하며, 음영이 들어간 경계 부분을 기준으로 반시계 방향으로 진행하면서 이미지에서 경계를 만나기 전까지는 왼쪽에서 오른쪽으로 위에서 아래로 스캔한다. 경계 지점을 만나면 경계점을 X_k 로 두고 A와 B에 대응하는 두 픽셀을 고려하여 마스크 진행 방향을 결정하게 되며, X_k 가 지나간 자리가 영상의 윤곽선이 된다. 마스크 진행 방향은 A와 B가 모두 배경일 경우에는 X_k 를 기준으로 진행 방향으로 회전하고, A가 경계일 경우에는 X_k 가 A로 이동하면서 마스크는 한 픽셀 앞으로 전진한다. 또한 B가 경계일 경우

에는 마스크는 Y_k 를 기준으로 시계 방향으로 이동하고 X_k 는 경계점인 B로 이동한다. A와 B가 모두 경계일 경우는 X_k 는 가까운 A로 이동하고 B 또한 이동해야할 경계이므로 Y_k 는 B를 피해 X_k 로 이동한다. 표 1은 A와 B의 값에 따른 X_k 와 Y_k 의 진행방향인 X_{k+1} 와 Y_{k+1} 을 나타내었다. 여기서 A와 B의 값은 0과 1을 가지며 0은 배경 픽셀이고 1은 경계 픽셀이다.



<그림 1> 윤곽선 추출을 위한 2x2마스크

<표 1> 2x2 마스크의 A, B에 따른 진행 방향

	A	B	X_{k+1}	Y_{k+1}
전진	1	0	A	B
우측	0	1	B	Y_k
우측	1	1	A	X_k
좌측	0	0	X_k	A

윤곽선 추적에 의해 선택된 문자열 후보 영역들 중에서 명함 인식에 필요한 문자열 영역을 추출하기 위해 추출된 문자열 후보 영역이 문자 영역인지를 검증한다. 추출된 문자열 후보 영역이 문자 영역인지의 구분은 가로 길이와 높이의 비율과 블록의 크기(면적)를 이용하여 문자열 영역과 비문자열 영역을 구분하는데, 이를 식으로 나타내면 식(1)과 같다.

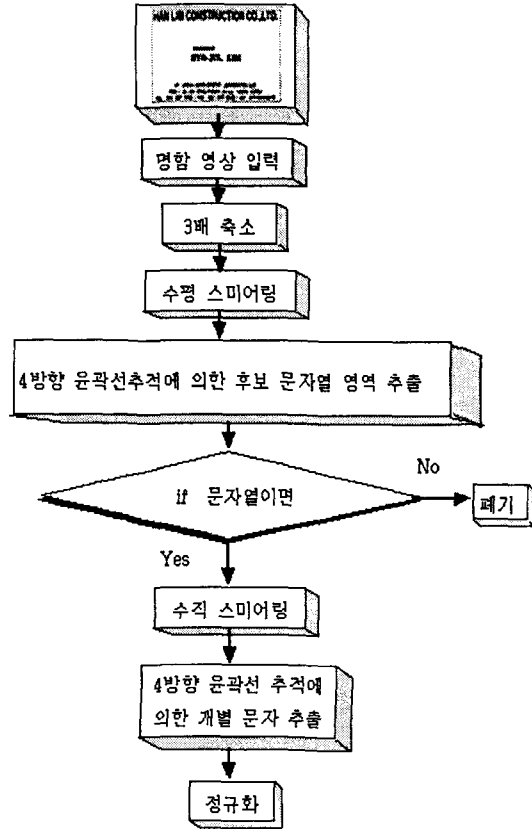
if $(\frac{W}{H}) > 1.5$ and $\sum_{y=0}^{k-1} \sum_{x=0}^{m-1} I(x, y) < 8000$ (1)
 then 문자열 영역
 else 비문자열 영역

여기서, H는 추출된 특징 영역의 높이를, W는 추출된 특징 영역의 길이를 의미하고, $I(x, y)$ 는 x와 y지점의 추출된 특징 영역의 값이다. 영문 명함 영상에서 문자열은 수평으로 나열되어 있으므로 수평 방향으로 스미어링하여 추출된 영역은 높이보다 가로 길이가 크다. 본 논문에서는 실험 영상에 대해 실험적 수치를 적용하여 윤곽선 추적에 의해 선택된 문자열 후보 영역들 중에서 가로의 길이와 높이의 비율이 1.5 이상이고, 블록의 크기(면적)가 8000을 초과하지 않으면 문자열 영역으로 분류한다.

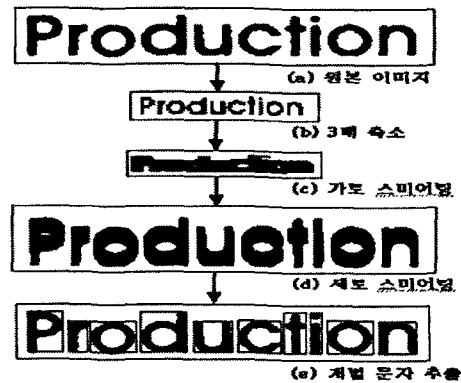
3.2 개별 문자 추출

본 논문에서는 추출된 문자열 영역에 대해 수직 방향 스미어링 기법과 윤곽선 추적 기법을 적용하여 개별 문자를 추출한다. 추출된 문자열 영역에서 문자들의 특징을 모아주기 위해서 문자열을 수직 방향으로 스미어링한다. 수직 방향으로 스미어링된 문자열 영역에 대해 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 픽셀간의 연결 요소를 연결하여 개별 문자들을 추출한다. 그리고 추출된 개별 문자들을 일정한 크기로 정규화 한다. 영문 명함 영상의 개별 문자를 추출 과정을 도시하면 <그림 2>와 같다.

<그림 3>은 영문 명함 영상에서 개별 문자를 추출하는 단계별 결과를 나타내었다. <그림 3>의 (a)는 원본 영문 명함 영상의 문자열 영역이고, (b)는 글자간의 간격 및 크기를 줄이기 위해 3배



<그림 2> 영문 명함 영상에서의 개별 문자 추출 단계



<그림 3> 영문 명함 문자 추출 단계별 실험 결과

축소한 문자열 영역이다. (c)는 축소된 영상에서 수평으로 스미어링을 실행한 결과이며, (d)는 문자열 영역을 수직 방향으로 스미어링을 실행한 결과이다. (e)는 수직 방향으로 스미어링된 결과를 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘으로 개별 문자들을 추출한 결과이다.

4. 개선된 ART1을 이용한 개별 문자 인식

ART1 학습 모델은 기존에 학습되었던 것이 새로운 학습에 의해 지워지지 않도록 새로운 지식을 자동적으로 전체 지식 베이스에 일관성 있는 방법으로 통합한다. ART1 알고리즘은 첫 번째 입력 패턴을 첫 번째 클러스터의 대표 패턴으로 선택하고 다음 입력이 들어오면 입력 패턴과 클러스터의 대표 패턴간의 유사도를 계산하여 유사도가 경계 변수보다 크거나 같으면 첫 번째 클러스터로 분류하고, 그렇지 않으면 새로운 클러스터를 생성하게 된다. 이러한 과정은 모든 입력 패턴들에 적용되면 클러스터의 개수는 시간에 따라 점점 증가하게 된다. 그리고 ART1 알고리즘은 경계 변수 설정에 따라 유사한 패턴이 다른 클러스터로 생성되는 경우와 서로 다른 패턴이 같은 클러스터로 분류되는 경우가 발생한다. ART1 알고리즘에서 경계 변수는 패턴들을 클러스터링하는 반지름 값으로서 임의의 패턴과 저장된 패턴 사이의 불일치 허용도를 결정하는 중요한 파라미터이다. 영상 인식 응용 등에 ART1 알고리즘을 적용하는 경우에는 경험적으로 경계 변수 값을 설정해야하며, 서로 다른 많은 패턴들이 유사한 특징을 갖는 경우에는 경계 변수 값을 설정하는

것이 매우 어렵다. 따라서 영문 명함 인식에 적용할 경우, 입력 벡터와 클러스터의 대표 벡터간의 유사도를 계산하는 방법과 경계 변수에 따라 인식율이 낮아지는 문제점이 있다.

본 논문에서는 퍼지 논리 접속 연산자를 사용하여 경계 변수 값을 유사성을 가지는 특징에 따라 동적으로 조정하는 개선된 ART1 학습 모델을 제안한다. 퍼지의 합 접속 연산자는 총체화된 값이 모든 입력 중 가장 큰 값보다 연산 결과가 작지 않은 성질을 갖는 연산자로서, Yager의 합 접속 연산자는 식(2)로 정의된 $p \in (0, \infty)$ 값에 따라 단조 감소하는 함수이다(Yager, 1980).

$$\mu(x_1, \dots, x_n) = \text{Min}[1, (X_1^p + \dots + X_n^p)^{\frac{1}{p}}] \quad (2)$$

본 논문에서 Yager의 합 접속 연산자를 사용하여 ART1의 경계 변수값(ρ)을 동적으로 조정하는 식은 다음과 같다.

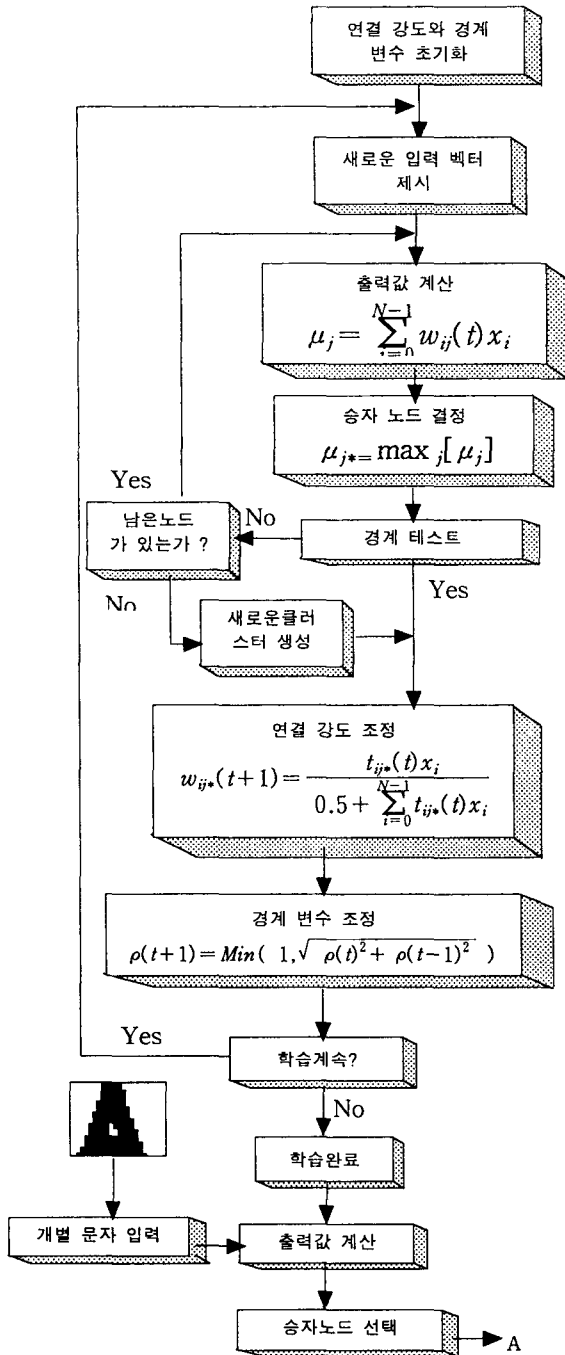
$$\rho(t+1) = \wedge(1, \sqrt{\rho(t)^2 + \rho(t-1)^2}) \quad (3)$$

개선된 ART1 알고리즘을 이용한 영문 명함의 학습 및 인식 과정은 <그림 4>와 같다.

5. 실험 및 성능 평가

영문 명함 인식은 제안된 알고리즘을 이용하여 IBM 호환 기종의 펜티엄 PC 상에서 C++ 빌더 5.0으로 구현하였으며, 1500×800 픽셀 크기의 영문 명함 20개를 대상으로 성능 평가 실험을 수행하였다.

영문 명함 영상에서의 개별 문자 추출에 대한



<그림 4> 개선된 ART1 알고리즘을 이용한 영문 명함의 학습 및 인식 과정

성능 평가는 3×3 마스크를 이용하여 가장 큰 값으로 축소하는 방법(최대 방법), 가장 작은 값으로 축소하는 방법(최소 방법), 그리고 비율이 큰 화소로 영역을 대치시키는 방법(평균 방법)을 각각 적용하여 문자의 추출률을 비교하였다. 축소 방법에 따른 추출률은 <표 2>와 같다.

<표 2> 축소방법에 따른 문자 추출률

영상 축소 방법	평균 추출률
최대	0.515
최소	0.960
평균	0.905

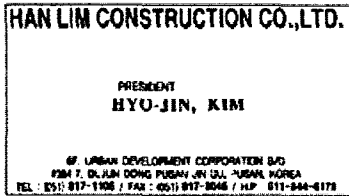
최대 축소 방법은 흑화소가 너무 많이 줄어들기 때문에 문자의 특징 영역이 제거되어서 추출률이 가장 낮았다. 최소 축소 방법은 문자가 원본보다 뚜렷하게 나타나서 개별 문자의 추출률이 다른 축소 방법들보다 개선되었다. 따라서 본 논문에서는 명함 영상 축소를 위해 3×3 마스크를 이용하여 가장 작은 값으로 축소하는 최소 축소 방법을 적용하였다.

<표 3>은 최소 축소 방법에 의한 개별 문자의 추출 개수를 나타낸 것이다. 영문 명함 영상에서 문자간의 간격이 거의 없는 경우에는 추출에 실패하였다. <그림 5>는 영문 명함의 문자열과 개별 문자 추출에 대한 결과를 도시한 예이다. <그림 5>의 (b)는 영문 명함에서 수평 스미어링과 4방향 윤표선 추적 알고리즘을 적용하여 후보 문자열 영역을 선택하여 가로 길이와 높이의 비율과 블록의 크기(면적)를 이용하여 문자열 영역을 추출한 결과이고, <그림 5>의 (c)는 추출된 문자열 영역에서 수직 방향으로 스미어링 한 후에 4

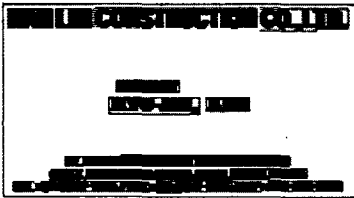
방향 윤곽선 추적 알고리즘을 적용하여 개별 문자들을 추출한 결과이다.

<표 3> 최소 축소 방법에 의한 개별 문자 추출 결과

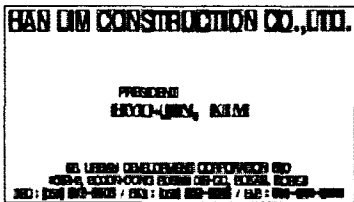
명함 이미지	원본 명함의 문자수	추출 개수	추출률
추출 결과	4106	3942	0.960



(a) 원본 명함 영상



(b) 문자열 추출 결과

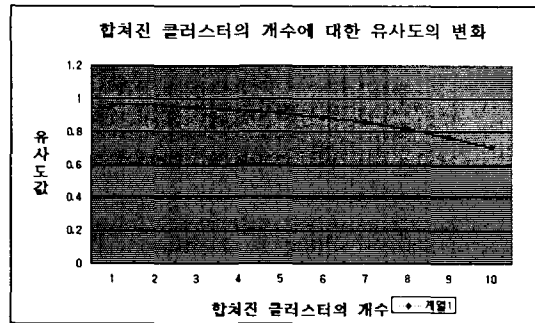


(c) 개별 문자 추출 결과

<그림 5> 영문 명함의 문자열 및 문자 추출 결과

<표 3>에서 추출된 개별 문자들을 기존의

ART1 알고리즘과 개선된 ART1 알고리즘에 각각 적용하여 생성된 클러스터의 개수와 인식 개수를 비교하였다. 기존의 ART1 알고리즘에서 경계 변수를 경험적으로 실험한 결과, 0.7로 설정하는 것이 가장 최적으로 나타났다. 개선된 ART1 알고리즘에서는 초기 경계 변수를 1로 설정하여 동적으로 조정하였다. <그림 6>은 클러스터의 갱신된 횟수에 따른 개선된 ART1 알고리즘의 동적인 경계 변수 변화 과정을 나타내었다.



<그림 6> 개선된 ART1의 동적인 경계 변수 변화 과정

기존의 ART1 알고리즘은 입력 패턴과 클러스터의 대표 패턴간의 유사도를 계산하고 경계 변수와 유사성을 측정하여 패턴을 분류하는 학습 방식이다. 여기서 중요한 요소는 경계 변수인데, 기존의 ART1 알고리즘에서 경계 변수는 클러스터의 갱신된 횟수에 상관없이 정적인 값으로 설정한다. 그러나 클러스터의 갱신된 횟수가 증가하면 갱신된 패턴들의 모든 특징을 포함할 수 있어야 하므로 경계 변수는 감소해야 한다. 개선된 ART1 알고리즘에서는 패턴들의 특성을 잘 분류할 수 있도록 하기 위하여 클러스터마다 각각의 경계 변수를 1로 설정하여 클러스터의 갱신된 횟수에 따라 동적으로 조정하였다. <그림 6>은 개

선된 ART1 알고리즘을 이용하여 개별 영문자들을 학습하는 과정에서 한 클러스터의 갱신된 횟수에 따른 동적인 경계 변수의 변화 과정을 나타낸 것이다.

기존의 ART1 알고리즘과 개선된 ART1 알고리즘간의 생성된 클러스터 수와 인식 결과는 <표 4>와 같다. <표 4>와 같이 개선된 ART1 알고리즘이 기존의 ART1 알고리즘보다 클러스터의 수가 적게 생성되었고 인식률도 개선되었다. 기존의 ART1 알고리즘은 추출된 유사한 개별 영문자들이 다른 클러스터 분류되어 클러스터의 수가 증가하였고 서로 다른 영문자들이 같은 클러스터로 분류되는 경우가 발생하여 개선된 ART1 알고리즘보다 클러스터의 수가 많이 생성되었지만 인식 수는 적게 나타났다.

<표 4> 기존의 ART1과 개선된 ART1간의 생성된 클러스터 수 및 인식 개수

영문 명함 인식	클러스터의 수	인식 개수
기존의 ART1	2934	3573/3942
개선된 ART1	2374	3612/3942

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘과 개선된 ART1 알고리즘을 이용한 영문 명함 인식 방법을 제안하였다. 명함 영상에서의 문자열 영역 추출은 문자들의 불규칙한 간격과 여백을 처리하기 위해 영문 명함 영상을 3배로 축소하고 수평 스미어링 기법과 4 방향 윤곽선 추적 방법을 이용하여 문자열의 후보 영역을 추출하였으며, 추출된 문자열의 후보 영역에 대해 가로 길

이와 높이의 비율과 블록의 크기(면적)를 이용하여 문자열 영역과 비문자열 영역을 분리하였다. 개별 문자 추출은 세로 스미어링 방법과 4 방향 윤곽선 추적 알고리즘을 이용하여 추출하였다.

본 논문에서는 영상 축소 방법으로 3×3 마스크를 이용하여 가장 큰 값으로 축소하는 방법(최대 방법), 가장 작은 값으로 축소하는 방법(최소 방법), 그리고 비율이 큰 화소로 영역을 대체시키는 방법(평균 방법)을 각각 적용하였고, 3가지의 축소 방법 중에서 최소 축소 방법에 의한 개별 문자 추출이 효율적인 것을 실험을 통해 확인하였다. 그리고 개별 문자 인식을 위해 퍼지 합 접속 연산자를 이용하여 유사성을 가진 특징에 따라 경계 변수를 동적으로 조정하는 개선된 ART1 학습 알고리즘을 제안하여 개별 문자 인식에 적용하였다. 개선된 ART1 알고리즘은 잡음이 있는 개별 문자들에 대해서도 특징들을 정확히 분류하였으며, 인식률이 기존의 ART1 알고리즘보다 높은 것을 실험을 통해서 알 수 있었다. 제안된 방법을 이용하여 20개의 영문 명함 영상을 실험한 결과, 개별 문자의 추출률과 인식률은 각각 96%와 88%로 나타났다.

향후 연구과제로는 필기체 등과 같은 문자로 구성되어 있는 다양한 영문 명함 영상에 적용하여 개별 문자의 추출률을 개선시키는 연구가 추가적으로 필요하고 개선된 ART1 알고리즘에서 서로 다른 일부 패턴들이 같은 클러스터로 분류되어 인식율이 저하되는 부분을 개선하기 위한 방향으로 개선된 ART1 알고리즘을 기반으로 한 퍼지 RBF 신경망에 대한 연구가 추가되어야 할 것으로 보인다.

참고 문헌

- 김두식, "한글 분석 및 인식 기술의 최근 동향", *전자 공학회지*, 24권 9호(1997), 1058~1070.
- 김종석, 홍연찬, "클러스터 신경망을 이용한 우편번호 인식 시스템의 설계", *퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 11권 2호(2001), 132~140, 2001.
- R. C. Gonzalez and P. Wintz, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company Inc., 1977.
- 김의정, 김태균, "문서에서 개별 문자 추출과 한자 인식에 관한 연구", *한국정보처리학회논문지*, 4권 5호(1997), 1277~1288.
- 이정란, 남미영, 김미영, 이종희, 김광백, "필터 정보를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 5권 2호, *한국정보처리학회 추계발표논문집*(1998), 1349~1352.
- 김성영, 권태균, 김민환, "추적에 의한 단순화된 윤곽선 추출", *한국멀티미디어학회 춘계발표논문집*, 2권 1호(1999), 356~361.
- M. Georgiopoulos, G. L. Heileman and J. Huang, "Properties of Learning Related to Pattern Diversity in ART1", *Neural Networks*, Vol.4 (1991), 751~757.
- K. B. Kim and K. C. Kim, "A Study on Face Recognition using New Fuzzy ART", *Proceedings of ITC-CSCC*, Vol.2(1998), 1057~1060.
- 김경민, 이병진, 류경, 박귀해, "상관계수와 하프변환을 이용한 차량 번호판 자동 인식", *제어자동화 공학회지*, 3권 2호(1997), 511~519.
- 성영국, 김인권, 정학규, "텍스트와 그래픽으로 구성된 혼합문서 인식에 관한 연구", *전자공학 논문집*, 31권 7호(1994), 79~90.
- 원남식, 손윤구, "8-이웃 연결값에 의한 병렬 세션화 알고리즘", *정보처리학회논문지*, 2권 5호(1995), 701~710.
- 김광백, 노영욱, "동적인 임계화 방법과 코호넨 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구", *한국통신학회논문지*, 26권 12A호(2001), 2019~2026.
- Marin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark Beale, *Neural Network Design*, PWS Publishing, Boston, 1995.
- S. N. Kavuri, V. Venkatasubramanian, "Solving the Hidden Node Problem in Networks with Ellipsoidal Units and Related Issues", *Proceedings of IJCNN*, Vol.1(1992), 775~780.
- 임은경, 김광백, "개선된 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구", *한국멀티미디어학회 논문지*, 3권 5호(2000), 433~444.
- Yager, R. P., "On a General Class of Fuzzy Connective," *Fuzzy Sets Systems*, Vol.4(1980), pp.235~242.

Abstract

A Study on the Recognition of an English Calling Card by using Contour Tracking Algorithm and Enhanced ART1

Kwangbaek Kim* · Cheolki Kim** · Jeungwon Kim***

This paper proposed a recognition method of english calling card using both 4-directed contour tracking algorithm and enhanced ART1 algorithm. After we extract candidate character string region using horizontal smearing and 4-directed contour tracking method, we extract character string region through comparison of character region and non-character region using horizontal and vertical ratio and area in english calling card. In extracted character string region, we extract each character using horizontal smearing and contour tracking algorithm, and recognize each character by enhanced ART1 algorithm. The proposed ART1 algorithm is enhanced by dynamic control of similarity using fuzzy sum connective operator. The result indicate that the proposed method is superior in performance.

Key words: English Calling Card, Contour Tracking algorithm, ART1, Similarity

* Dept. of Computer Engineering, Silla University

** Dept. of Computer Science, Pusan National University

*** Division of Computer Information and Engineering, Silla University