

주파수 특성에 의한 우편 영역 추출 및 Cluster Neural Network 을 이용한 우편 번호 인식 시스템의 구현

A System for Extracting Zip Code Numerals by Frequency and for Recognizing Zip Code Numerals using Code Cluster Neural Network

김종석 엄상수* 김순태** 홍연찬***
Jong-Seok Kim Sang-Soo Um Soon-Tae Kim Yeon-Chan Hong
인천대 전자공학과

ABSTRACT

본 논문은 다량우편물의 대부분을 차지하는 창이 있는 봉투와 최근 증가되고 있는 평도 값이 높은 색깔이 있는 우편봉투 영상에서 구조적 방법을 분석하여 수취인 주소 영역을 자동적으로 추출하고 추출된 영역에서 우편번호를 찾아 제안된 신경망으로 인식 및 검증할 수 있는 실용적인 시스템을 구현하였다.

I. 서 론

현대 사회가 고도 정보화 사회로 급진적으로 발전해감에 따라 정보의 전송 필요성이 날이 늘어가고 있다. 이에 따라 우편물의 양은 날마다 폭발적으로 증가하고 있으며 이러한 우편물을 발송하기 위하여 각 지역별로 우편물을 분류하는데 많은 인력과 시간이 필요하기 때문에 보다 신속하고 정확한 우편 소통을 위하여 우편물 자동 분류에 대한 연구가 진행되고 있다.

또한 최근 들어 단순작업을 기피하는 경향과 인건비 상승 등으로 수작업에 의한 분류가 한계점에 달하고 있다. 이에 따라 국내외 많은 연구집단에서 우편물의 자동분류에 대해 많은 관심을 기울이고 있다. [10, 14, 15].

미국 우편물(US Postal Service)에서는 1970년대부터 OCR(Optical Character Recognition)을 이용한 우편물 자동 분류 시스템을 개발하여 사용하여 왔다.

국내에서는 1970년대 초부터 대학과 연구소를 중심으로 우편 자동화에 대한 연구가 진행되어 현재에는 시스템의 실시간화와 성능 향상 등 실용화에 주력하고 있다. 또한 서울 우편집중국에서는 독일 AEG사의 우편 자동 분류 시스템과 운반 시설을 완비하고 우편물을 자동으로 분류함으로써 우편작업의 생산성 향상에 노력하고 있다. 그러나, 이 시스템은 고가의 수입품일 뿐만 아니라 염서와 규격봉투만을 처리할 수 있다. 따라서 최근 증가되고 있는 다량우편물과 우편 영상에 발생할 수 있는 변형이나 필기 변형을 효과적으로 흡수할 수 있는 국산화된 우편 자동 분류 시스템의 개발에 관한 연구가 절실한 실정이다.

본 논문에서는 다량우편물의 대부분을 차지하는 비닐창이 있는 봉투와 최근 증가되고 있는 색깔이 있는 우편봉투 영상에서 구조적 방법을 분석하여 수취인 주소 영역을 자동적으로 추출하고 추출된 영역에서 우편번호를 찾아 제안된 신경망으로 인식 및 검증할 수 있는 실용적인 시스템을 구현하였다.

시스템의 전체 처리과정은 4개의 모듈, 즉

우편 봉투 영상 전처리부, 수신영역 추출부, 우편번호 추출부, 그리고 제안된 신경망을 이용한 우편번호 숫자 인식부로 구성되어 있다.

우편물봉투 영상에서 우편 구조를 분석하여 우편주소영역(Region of Interest Location)을 추출하고 추출된 ROI 영역에서 수취인 주소 영역을 추출하는 것은 문자 인식 기술과 더불어 우편물 자동 분류에 반드시 필요한 핵심 기술이라 할 수 있다.

따라서 전처리부는 흰색의 일반 봉투는 물론 최근 증가된 창이 있고 다양한 그레이 값을 갖는 칼라 봉투 영상에서의 이진화시 발생하는 에러를 감소시키기 위하여 본 연구에서는 먼저 소벨 마스크를 이용하여 수평과 수직으로 미분을 하고 미분된 영상을 반전함으로써 우편영상을 추출하였다. 또한 우리나라 우편 봉투에서의 주소영역들은 서로 근접하기 때문에 수신영역 추출부에서는 연결요소의 구조적 수평 투영에 의한 합과 평균값을 적용해 수신자 영역을 추출하였다. 우편번호 추출부에서는 수신자 영역에 대해 주소 블록의 추출을 위하여 블록의 밀도, 길이, 거리등의 임의의 임계값을 가지고 수평과 수직투영을 함으로써 수신영역의 주소블록을 추출하였다. 그리고 추출된 주소블록에 대해 블록단위로 적응적 이진화를 수행하였고 다시 임의의 폭과 투영밀도를 가진 값을 수직으로 투영 함으로써 글자단위로 분리하였다. 최소 분산 분포와 글자의 개수에 의해 우편번호 블록에서의 우편번호를 추출한다. 추출된 우편번호는 RLC 알고리즘을 이용하여 규격의 이미지로 정규화 하였으며 이렇게 정규화된 우편번호는 시스템 처리시간의 향상을 위하여 망 특징 벡터를 입력으로 하는 인쇄체 신경망 분류기에 의해 인쇄체 및 정확히 필기된 필기체를 분류하였으며 기각된 우편번호 숫자에 대해서는 수평, 수직, 사선, 역사선의 4방향 특징 및 앞단에서 추출된 망 특징의 복합 특징 벡터 입력으로 클러스터 필기체 신경망 분류기를 구성하였다. 시스템의 성능 평가를 위해 창과 색깔이 있는 다양한 우편물 50장에 대해 우편 번호 영역 추출에서 이진화를 먼저 수행할 때 보다 우편 번호의 검출이 향상되었으며 인식부에서는 망 특징과 복합특징의 신경망을 사용할 때 보다 인쇄체 및 필기체의 비율에 따라 25.1%~45.5%의 향상된 속도로 분류함으로써 영역 검출과 인식속도면에서 효율적인 시스템을 Visual C++를 이용해 구현하였다.

II. 본 론

1. 미분에 의한 우편 봉투영상 전처리

우편번호 인식을 위해 먼저 우편봉투 영상에서 수신영역(ROI)을 추출한다. 우편봉투 영

상이 가지는 주파수 특성을 수평 및 수직 방향으로 각각 Sobel 연산자를 이용하여 추출함으로써 우편봉투의 색상이나 구조, 주변환경의 영향을 받지 않는 방법을 기술한다.

기존의 방법에서는 영상을 먼저 이진화하고 이진화된 결과에 대하여 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출하였다. 이러한 방법의 경우 특히 문자의 영상이 흐린 경우에 이진화 과정에서 정보 손실과 잡음의 가능성이 항상 존재하므로 문자 블록의 검출시 에러를 초래할 수 있다. 따라서 이러한 단점을 해결하고, 우편 봉투 영상의 주파수 특성에 의한 문자블록을 검출함으로써 일관성 있는 알고리즘을 적용시킬 수 있는 알고리즘 방법을 보인다.

1.1 우편 봉투 영상

우편 봉투 영상은 칼라가 있는 우편봉투와 창이 있는 우편봉투 영상 30개를 400 dpi의 스캐너로 입력 받아 640×360 크기의 그레이 값을 갖는 Raw 파일로 저장하여 사용하였다.

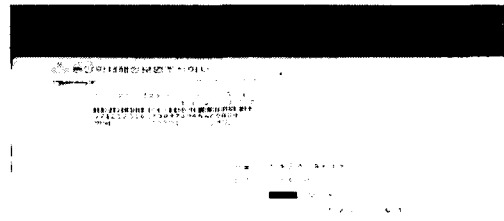


Fig 1.1 우편 봉투 영상 획득

1.2 소벨 미분 연산자에 의한 영상 미분

윤곽선을 검출하기 위해서 수학적으로 표현하면 대부분의 윤곽선 검출 기법은 편미분 연산자 계산에 근거한다. 영상에서의 기울기를 그래디언트(gradient)라고 하는데 영상에서 그래디언트의 크기를 구하면 윤곽선을 구할 수 있다. 그래디언트가 윤곽선 검출에 있어서 그래디언트가 큰 곳이 윤곽선이라고 말할 수 있다. 그래디언트를 구하는 공식은 먼저 기울기 벡터를 구하고,

$$\Delta F = \begin{vmatrix} G_x \\ G_y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix}$$

(식 1.1)

이 벡터의 크기를 구하면,

$$\Delta f = \text{mag}(\nabla F) = [G_x^2 + G_y^2]^{\frac{1}{2}}$$

(식 1.2)

여기서 자승 관계를 다음과 같이 간단히 하여 사용하였다.

$$\Delta f \approx |G_x + G_y|$$

(식 1.3)

이 식은 계산량도 적고 직관적인 판독이 가능하므로 민감한 경우의 에지 검출이 아니라면 프로그래밍하는데 매우 편리하다. 그래디언트 방향 역시 중요한 값인데 방향 값은 영상 안의 여러 개의 윤곽선들 중에서 윤곽선을 구분하는 기준이 된다. 즉 방향 값이 서로 같은 윤곽선은 하나의 윤곽선으로 구분되어진다.

그래디언트의 방향 값은,

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{G_y}{G_x}\right)$$

(식 1.4)

위 수식에서 우편봉투 영상은 2차원 이므로 미분도 x 축과 y 축으로 각각 미분을 해주었다.

여러개의 윤곽선 알고리즘에서 본 논문은 편미분 연산에 의한 직접적인 연산보다 마스크를 이용하여 빠른 계산을 하였다.

마스크의 형태는 3×3이며 원 영상의 3×3 픽셀 단위로 연산을 하였으며 2차 미분으로 x 축, y 축으로 각각 한번씩 미분을 하였고, 기울기의 크기는

$$G = \sqrt{(G_x)^2 + (G_y)^2}$$

(식 1.5)

(단 G_x 는 x축 편미분, G_y 는 y축 편미분)

이지만 프로그램의 간결성을 위하여 기울기의 크기를 $G = |G_x + G_y|/2$ 로 사용 하였다. 다음은 프로그램에 사용한 소벨마스크 이다.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Fig 1.2 적용한 소벨 마스크
(왼쪽 G_x 미분 연산자, G_y 미분 연산자)

흰색의 일반봉투는 물론 최근에 증가된 창이 있고 다양한 그레이 값을 갖는 칼라 봉투 영상에서의 이진화시 발생하는 에러를 감소시키기 위하여 먼저 소벨 마스크를 이용하여 수평과 수직으로 미분을 하고 미분된 영상을 반전함으로써 우편 번호 영역을 추출하였다.

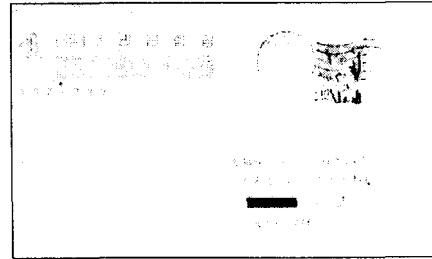


Fig 1.3 높은 Gray 값을 갖는 우편 봉투 영상

Fig [1.3]은 노란색의 우편 봉투로 명도 값이 높고 문자와 흐린 영상의 경우의 입력 영상에 대해 Fig [1.3]은 하나의 임계값으로 얻은 영상을 보여 주고 있고, Fig [1.4]은 개선된 이진화 기법을 일정한 블록마다 임계값을 다르게 적용하여 특정 부분의 적당한 임계값을 정해 줄수 있는 블록 이진화 기법을 사용하였다. 또한 Fig [1.5]은 블록 이진화 기법을 적용하여 우편 번호 영역의 추출에 유리하게 블록 평균값에 일정한 임계값의 차를 적용하여 일반적인 이진화시 우편 번호 영역의 블록 검출시 그레이 값이 높은 우편이나 글자와 우편물의 배경의 그레이 값이 유사한 영상에서의 우편번호 영역 추출에 유리하게 적용하였다.



Fig 1.4 T=128 level



Fig 1.5 블록 이진화 (9 × 9)



Fig 1.6 블록이진화-T



Fig 1.7 소벨 연산 적용

여기서 Fig[1.6]와 같이 블록 이진화에 임계치의 차를 적용하면 어느 정도 우편 봉투 영

상의 획득이 나옴을 알 수 있다. 우편 봉투 영상이 높은 그레이 값을 갖고 우편 번호 문자가 흐린 경우에는 블록 이진화에 일정한 임계치를 적용해도 이진화시 글자에 대한 영상이 흐려짐을 알 수 있다. 위의 그림들 처럼 영상에 T=128의 임계치를 적용할 때와 블록 이진화를 적용할 때에 글자 부분은 영상의 손상이 많으며 일정한 임계치의 차를 적용해도 글자 부분의 손상이 많음을 알 수 있다.

따라서 본 논문에서는 우편 번호 블록 검출시 흐린 영상과 글자와 배경의 그레이 값의 차가 적은 우편물에서도 적용할 수 있게 일반적인 이진화 전 소벨 연산에 의한 우편 봉투를 수평과 수직 방향으로 미분함으로써 이진화시 발생할 수 있는 에러를 최소화 하였고, Fig[1.8]와 같이 미분된 영상을 반전함으로써 우편 번호 영역 추출시 문자 블록 영역 추출을 쉽게 구현하였다.

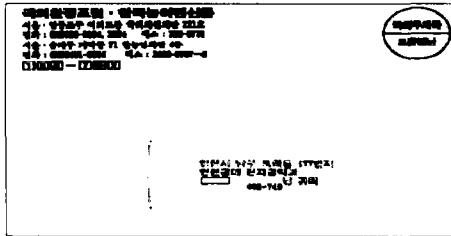


Fig 1.8 미분 후 반전된 우편 영상

2 수신 영역(ROI) 추출

소벨 연산된 우편 봉투 영상에서 수신영역(ROI)을 찾기 위해 화소 투영(Pixel Projection)을 수평과 수직으로 투영함으로써 수신영역을 추출하였다.

2.1 Horizontal Pixel Projection

수신영역 투영시 수신 블록에 대한 길이와 폭의 일정한 제한을 두어 추출하였으며, Pixel Projection시 소벨 연산된 영상에서 수평 화소의 누적값을 비교하는데, 영상의 계산과 ROI영역의 추출에 빠른 연산을 위하여 수평 화소값이 임계값 T이상 크면 좌표의 값을 평균값을 취하는데 대입하고, 그렇지 않으면 수평 좌표의 값을 무시하는 방법으로 수신영역의 수평 블록을 추출하였다. 여기에서 $f(x_i, y)$ 은 소벨 연산된 입력 영상이고 $b_h(y)$ 는 일정 임계값 이상이 되는 영상의 수평 좌표이다.

if ($f(x_i, y) = BlackPixel,$

$$\sum_{i=1}^n f(x_i, y) > T \text{ then } y = b_h(y) \\ \text{else } y \neq b_h(y)$$

(식 2.1)

$$\frac{\sum_{i=1}^n b_h(y)}{N}$$

(식 2.2)

2.2 Vertical Pixel Projection

수영으로 화소 투영된 블록에 대해 수직 영역도 길이와 폭의 일정한 제한을 두어 추출하였다. 수신 영역의 수직 영역의 추출도 빠른 연산을 위하여 수평 화소값이 임계값 T이상 크면 좌표의 값을 평균값을 취하는데 대입하고, 그렇지 않으면 수직 좌표의 값을 무시하는 방법으로 수신영역의 수평 블록을 추출하였다. 여기에서 $f(x, y)$ 은 소벨 연산된 입력 영상이고 $b_v(x)$ 는 일정 임계값 이상이 되는 영상의 수평 좌표이다.

if ($f(x, y) = BlackPixel,$

$$\sum_{i=1}^n f(x, y_i) > T \text{ then } y = b_v(x)$$

else $y \neq b_v(x)$

(식 2.3)

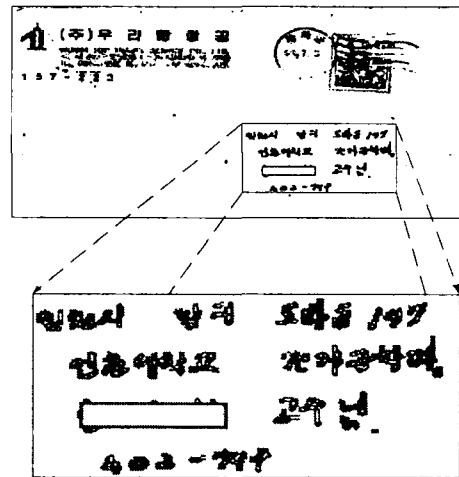


Fig 2.1 ROI 영역 검출

3. 우편 번호 영역 추출

ROI영역 검출 후 문자 블록을 검출하기 위하여 추출된 영역에 대해 다음과 같이 문자 블록을 추출한다. 수신영역(ROI)에서 수평과 수

직으로 투영함으로써 문자 블록을 추출하였다.

3.1 문자열 검출

먼저 수평으로 위에서 Pixel Projection을 함으로써 문자영역의 위의 좌표를 검출하고 수평 수신영역 투영시 문자 블록에 대한 여러 임계값을 적용해 추출하였다.

$$\sum f(x_i, y) > T_1 \text{ then } B_1 = y \quad (\text{식 3.1})$$

$$\text{if}(\sum f(x_i, y) > T_2 \text{ and } (B_1 - y) > T_3 \text{ and } (B_1 - y) < T_4) \text{ then } B_2 = y \quad (\text{식 3.2})$$

$$\text{if}((B_1 - y) > T_5 \text{ or } (\sum f(x_i, y) > T_6)) \text{ then } B_1 = y \quad (\text{식 3.3})$$

식[3.1]에서와 같이 수평 Pixel Projection의 일정 합이 임계값 T1 이상이면 그때의 수평좌표를 문자블록의 위의 수평좌표로 설정하고, 계속적으로 투영을 해 나가면서 식[3.2]와 같이 문자 블록의 일정 폭의 길이와 Pixel Projection의 값이 임계값 T2 보다 클 때까지 투영함으로써 문자 블록을 추출 하였다. 또한 우편 봉투의 소인이 아래로 위치해 있는 경우와 문자가 아닌 다른 영상이 있는 경우와 노이즈에 의한 영상에 대해서는 식[3.3]와 같은 문자블럭의 제한을 두어 추출하였다.

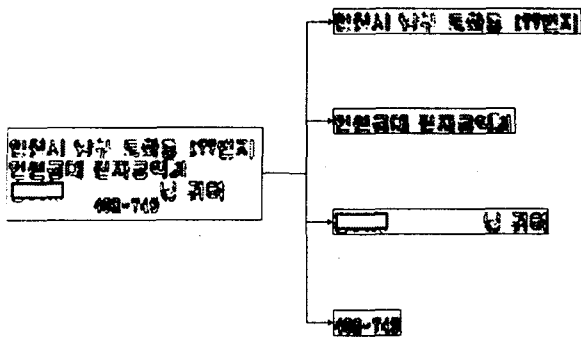


Fig 3.1 문자열 검출

4. 우편 번호 문자 분리

Pixel Projection에 의해 분리된 문자열 영역은 수취인의 주소뿐만 아니라, 이름과 우편번호를 모두 포함한다. 따라서 우편번호 영역을 분리 및 인식을 위해서는 우편번호 영역을 추출하고 추출된 우편 번호 영역에서 우편 숫

자를 분리하는 방법을 기술한다.

4.1 적응적 이진화

전체적으로 이진화는 하나의 임계값을 결정하기가 매우 어려울 뿐만 아니라 우편 봉투 영상의 주소 영역이나 배경이 특정한 색을 갖는 경우가 많기 때문에 우편 봉투 영상의 이진화는 효과적이지 못하다. 추출된 우편 번호 영역의 블록의 평균보다 조금 높은 임계값을 이용해 우편 영상을 이진화하였다. 우편 봉투 영상에서 추출된 문자열 블록의 명도 영상을 전체적으로 이진화 하였다.

4.2 연결 요소의 추출

연결요소는 임의의 흑화소에 대하여 8방향 인접화소가 흑화소일 경우 흑화소들을 모두 연결하여 추출하고, 연결 요소를 포함하는 최소 사각형의 위치, 최소 사각형의 중형비, 사각형 내 흑화소의 밀도 등의 특징을 추출하여 기울어진 영상 교정이나 수취인 주소 영역을 추출할 때 이용한다. 본 논문에서는 추출된 문자의 크기가 작은 경우에는 연결요소를 추출하지 않고, 그대로 문자 패턴을 사용하였고, 우편 문자 분리에 앞서 추출된 우편 번호 블록의 이진화시 발생하는 노이즈를 제거하고 우편 문자를 정확하게 분리할 목적으로 사용하였다.

4.3 우편 번호 추출

우편 번호 문자를 신경망의 인식기에서 인식할 수 있는 6개의 숫자 영상을 추출하기 위하여 이치화 되고 연결요소가 추출된 우편 번호 블록에서 수직 방향으로 투영하여 검은 화소의 히스토그램을 구하고, 구한 히스토그램의 투영값에서 문자의 일정 폭과 연결요소의 농도값에 의해 문자를 분리하였다.

5. RLC 알고리즘에 의한 정규화

우편 영상에서 숫자 패턴은 동일한 패턴이라 할지라도 데이터의 형태가 다양하고 그 변화를 거의 예측할 수 없다. 또한 지나친 이미지 정보는 많은 특징벡터로 인해 인식시스템의 효율을 저하시키게 된다. 이러한 점에서 입력된 이진 영상패턴에 대해 정규화하는 과정이 필요하다. 이는 특징 추출 및 인식기에 효과적인 처리효과를 가져온다. 따라서 본 논문에서는 다음과 같은 두 가지 단계를 거쳐 입력 패턴을 정규화 하였다. 먼저, 입력 영상으로부터 숫자 영상을 나타내는 정보점으로 처리 영역을 처리하여 설정하였으며, 처리된 영역을 영상 패턴에 대해서 RLC(run length coding) 알고리즘을 이용하여 28×25의 규격에 따라 스케일링(scaling)하였다[16].

RLC 압축 방법은 처리 영역으로 설정된 이진 영상에서 1과 0을 run으로 일련된 1 또는 0의 개수를 length로 설정하여 이것을 비율 C로 나누어 스케일링한 후 스케일링된 run length를 다시 일련의 1과 0으로 나타냄으로써 압축영상을 얻는다. 압축 과정은 압축 비율 C_H 에 의해 먼저 수평방향으로 수행되며, 그 다음에 C_V 에 의해 수직 방향으로 수행된다. 정규화 비율 C는 다음과 같은 식으로 구해진다.

$$C = C_H = \frac{\text{입력 영상의 컬럼수}}{\text{원하는 압축영상의 컬럼수}} \quad (\text{식 5.1})$$

$$C = C_V = \frac{\text{입력 영상의 열 수}}{\text{원하는 영상의 열 수}} \quad (\text{식 5.2})$$

Fig [5.1]는 입력 영상으로부터 처리영역을 설정한 후 스케일링을 수행한 전처리 과정을 나타낸다.

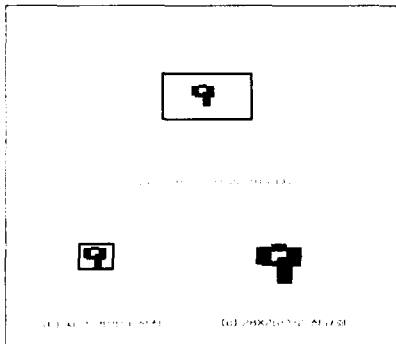


Fig 5.1 RLC 알고리즘 적용

6 Culster 신경망에 의한 우편번호 인식기

이번 장에서는 우편 영상에서 추출된 우편번호를 인쇄체 숫자와 필기체 숫자의 효율적인 통합인식 시스템에 관하여 기술한다. 2.6.1절에서는 제안된 방법에 대하여 설명하고, 2.6.2에서는 제안된 분류기를 구성하는 인쇄체 분류기와 필기체 분류기에 대하여 기술한다.

6.1 우편번호 인식기의 설계 배경

최근에 활발히 연구되고 있는 숫자 인식은 인쇄체 숫자인식과 필기체 숫자인식으로 나눌 수 있으며, 정해진 활자체의 인쇄체 문자 인식은 거의 실용화 단계에 이르렀고 필기체의

경우도 현재 상용화를 위한 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 필기체 인식 시스템의 경우에 있어서 고차의 특징 벡터 추출은 저차 특징벡터로 인식 가능한 인쇄체 숫자 인식에 대해 속도면에서 효율적이지 않다.

따라서 본 논문에서는 입력된 숫자 영상에 대하여 인쇄체와 필기체를 구분인식 함으로써 인쇄체 및 정확히 필기된 숫자는 망 특징 입력의 단일 신경망으로 구성된 인쇄체 분류기에서 저차 연산으로 분류하고 여기서 기각된 필기체에 대해서는 4방향 특징 추출과 망 특징 입력의 클러스터 신경망 분류기의 고차 연산으로 정확한 분류를 할 수 있는 속도면에서 효율적인 숫자 분류기를 제안한다.

6.2 우편번호 인식기 구성

우편 번호 인식기에 대한 블록도는 Fig [6.1]에 나타냈다. 제안된 숫자 분류기는 전처리, 망 특징 추출, 인쇄체 인식기, 4방향 특징 추출, 필기체 인식기로 구성된다.

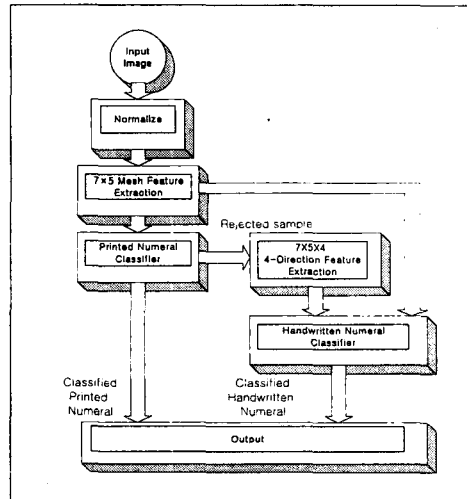


Fig 6.1 우편 번호 인식기의 블록다이어그램

입력된 숫자 영상은 전처리 과정을 통하여 망 특징 추출 단계를 거쳐 인쇄체 분류기에 입력된다. 인쇄체 분류기는 저차 연산으로 빠르게 인쇄체 및 정확히 필기된 필기체를 인식하여 출력을 내보내고, 여기서 기각된 숫자에 대해서는 4방향 특징 추출 단계에 보내진다. 여기서 추출된 4방향 특징 및 인쇄체 분류기에서 추출된 망 특징의 복합특징 벡터가 필기체 인식기에 입력됨으로써 필기체를 인식하게 된다. 따라서 인쇄체 및 정확히 필기된 필기체에 대해서는 저차 연산으로 고속 분류를 하며, 여기서 기각된 숫자에 대해서는 복합특징을 이용한 모듈화된 클러스터 신경망에 의해 인식됨으로써 신뢰도가 높은 분류를 할 수 있다.

7 실험 및 고찰

이번 장에서는 본 논문에서 제안한 시스템을 검증하기 위한 실험 환경, 방법 그리고 제안된 분류기가 속도면에서 효율적임을 나타내는 실험결과에 대해 기술한다.

7.1 실험환경 및 실험 방법

본 논문에서는 우편 번호 인식기의 성능을 검증하기 위하여 인쇄체와 필기체가 혼용된 우편 봉투 영상 30개에 대해 자체적으로 구성된 인쇄체 데이터 베이스에 대하여 인식 실험을 수행하였다. 실험 환경은 노트북 PentiumIII (450MHz)에서 Visual C++을 이용하여 제안된 분류기를 구현하였다.

여기서 평균시간은 단일 숫자를 분류하는데 소요되는 시간을 말하며, 신뢰도는 다음과 같은 식에 의하여 계산되었다.

$$\text{신뢰도} = \frac{\text{정인식률}}{\text{정인식률} + \text{오인식률}} \times 100$$

(식 7.1)

7.2 우편 번호 인식기에 대한 검증

우편 번호 인식기가 속도면에서 효율적임을 일반적으로 사용되는 필기체 분류기만을 사용했을 때와 비교하여 검증한다.

학습은 Falhman이 제안한 수정된 BP 학습법을 이용하여 학습률과 관성항을 각각 0.1과 0.5로 설정하여 수행하였다. 또한 인쇄체 분류기에 대한 필기체 데이터의 오인식을 줄이기 위해 신경망 출력 유니트의 임계치를 0.98로 설정하여 실험하였다.

평균시간 (sec)	정인식률(%)	기각률(%)	오인식률(%)	신뢰도(%)
0.011	94.3	4.8	0.9	99.05

Fig 7.1 우편 번호 인식기에 대한 데이터 베이스 실험 결과

분류기	평균시간(sec)	전체 분류시간
필기체 분류기	0.011	11
제안된 분류기	0.0047	4.7

Fig 7.2 Cluster 신경망과 필기체 분류기와의 인식 시간 비교

7.3 우편 번호 인식기의 구현

Fig [7.3]는 우편 번호 인식기의 프로그램의 실제 구현 모습이다.

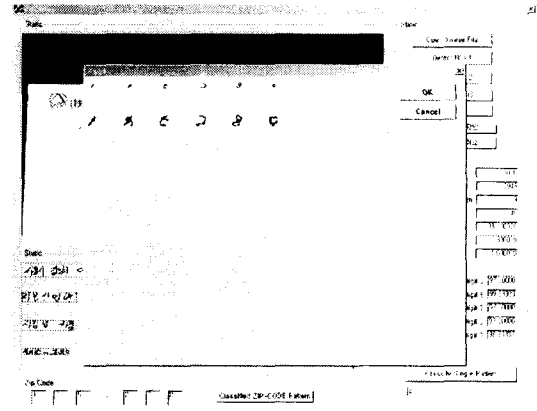


Fig 7.3 우편 문자 추출

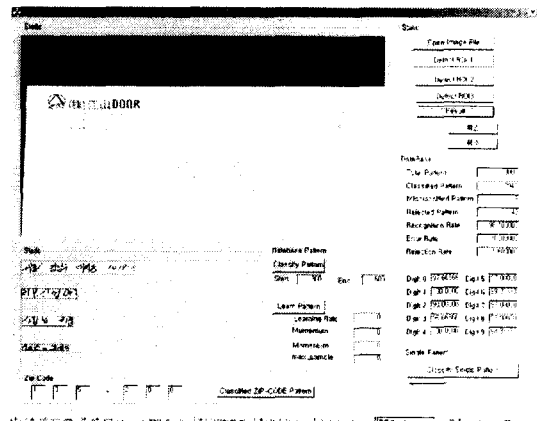


Fig 7.4 Cluster 신경망에 의한 인식

III. 결 론

본 논문에서는 시스템의 성능 평가를 위해 창과 명도값이 높은 색깔이 있는 다양한 우편물 30장에 대해 우편 번호 영역 추출에서 이진화를 먼저 수행할 때 보다 우편 번호의 검출이 향상되었으며 인식부에서는 망 특징과 복합특징의 신경망을 사용할 때 보다 인쇄체 및 필기체의 비율에 따라 25.1%~45.5%의 향상된 속도로 분류함으로써 영역 검출과 인식 속도면에서 효율적인 시스템을 Visual C++를 이용해 구현하였다. 우편 영상에서 속도면에서 효율적인 우편 번호 인식 시스템을 구현하였다.

최근 우편 번호 인식 시스템은 OCR, 순로 구분기등의 실제 집중국에서 오래 전부터 사용하여 왔지만, 대부분 NEC, 지멘스, 도시바 등의

수입업체의 제품에 의존하여 왔다. 더욱이 이런 제품은 가격이 높을 뿐만 아니라 기술의 국산화라는 면에서 바람직하지는 못한 것 같다. 따라서 숫자뿐만 아니라 문자 등의 인식면에서 연구와 더불어 실제 시스템에 적용될 수 있는 연구가 계속 수행되어야 할 것이다.

IV. 참고 문헌

- [1] 박창순, 김두영, "오프라인 필기체 숫자 인식을 위한 다양한 특징들의 성능 비교 및 인식을 개선 방안", 한국정보처리학회 논문지, 제3권, 제4호, pp. 915-925, 1996.
- [2] J. R. Parker, "Algorithms for Image Processing and Computer vision," Wesley Computer Publishing, 1996.
- [3] H. Yan, "Design and implementation of optimized nearest neighbor classifiers for handwritten digit recognition," ICDAR'93, pp. 10-13, 1993.
- [4] L. Wang and T. Pavlidis, "Direct gray-scale extraction of feature for character recognition," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 15, no. 10, Oct. 1993.
- [5] H. Nishida, "Structural Feature Extraction on Multiple Bases with Application to Handwritten Character Recognition Systems," ICDAR'93, pp. 27-30, 1993.
- [6] Carl G. Looney, "Pattern Recognition Using Neural Networks," Oxford University Press, pp. 75-107, 1997.
- [7] A. Rajavelu, M. T. Musavi and M. v. Shirvaikar, "A Neural Network Approach to Character Recognition," Neural Networks, vol. 2, pp. 387-393, 1989.
- [8] 김병섭, 김상희, 고보연, "최소의 결합 뉴런을 가지는 새로운 함수적 링크 네트워크", 정보과학회논문지(B) 제22권, 제9호, 95년 9월.
- [9] 류강수, 진성일, "모듈화된 신경회로망 중간층 출력의 재학습에 의한 필기체 숫자 인식", 정보처리과학회 논문지(B), 제23권, 제9호, 1996년 9월.
- [10] James A. Freeman, David M. Skapura, "Neural Networks Algorithms, Applications, and Programming Techniques", Addison wesley.
- [11] Hopfield, J., "Neural Networks and Physical Systems with Emergent Collective Computational Abilities," Proc. of National Academy of Scientists, Vol. 79, pp. 558, 1982.
- [12] Rosenblatt, F., "The Perceptron : A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain," Psychol. Rev., Vol. 65, pp. 384-408, 1958.
- [13] Rumelhart, D., J. McClelland, "Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Cognition, Vol. I, II, MIT Press, 1986
- [14] Pao, Y., Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks, Addison-Wesley, 1988.
- [15] Carl G. Looney, "Pattern Recognition Using Neural Networks," Oxford University Press, pp. 173-175, 1997.
- [16] 김영준, 이성환, "유전자 알고리즘과 결합된 다층 클러스터 신경망을 이용한 무제약 필기체 숫자의 오프라인 인식", 한국정보과학회논문지, 제21권, 제8호, pp. 1468-1478, 1994.
- [17] Abjijit S. Pandya, Robert B. Macy, "Pattern Recognition with Neural Networks in C++", CRC Press, 1995.

김 종 석 (Jong-Seok Kim)

1997년: 인천대 전자공학과 학사
 1997년~현재: 인천대 전자공학과 석사 과정
