

서장 우편물 자동처리를 위한 우편영상 인식 시스템

김 호 연[†] · 임 길 태[†] · 김 두 식^{**} · 남 윤 석^{***}

요 약

본 논문에서는 우편물 자동처리를 위한 우편영상 인식 시스템을 소개한다. 우편영상 인식 시스템은 서장 우편물을 집배원이 배달하는 순서에 따라 자동으로 구분할 수 있도록 우편영상을 입력으로 받아 수신인 주소를 출력하는 인식 시스템을 말한다. 이 시스템은 수신인 주소영역 추출, 문자열 분리, 문자분할, 문자인식, 그리고 주소해석 모듈로 구성되어 있다. 주소영역 추출을 위해서는 우편물 주소 기입 위치에 대한 경험적 지식을 이용하였으며, 문자열 분리와 문자분할을 위해서는 연결요소 분석과 수직선 분석을 이용하였다. 문자인식에는 신경망 기반 인식을 이용하였으며, 주소해석을 위해서는 동적 프로그래밍 기법을 적용하였다. 각 모듈은 독립적으로 구현되었기 때문에 인식 시스템의 성능 개선을 위한 모듈별 최적화가 용이하다는 장점이 있다. 실험에는 대전 유성우체국의 우편물 구분기를 이용하여 실제 우편물에서 수집한 인쇄 우편영상과 필기 우편영상을 이용하였으며, 비교적 우수한 인식 결과를 얻었다.

Postal Envelope Image Recognition System for Postal Automation

Ho-Yon Kim[†] · Kil-Taek Lim[†] · Doo-Sik Kim^{**} · Yun-Seok Nam^{***}

ABSTRACT

In this paper, we describe an address image recognition system for automatic processing of standard-size letter mail. The inputs to the system are gray-level mail piece images and the outputs are delivery point codes with which a delivery sequence of carrier can be generated. The system includes five main modules: destination address block location, text line separation, character segmentation, character recognition and finally address interpretation. The destination address block is extracted on the basis of experimental knowledge and the line separation and character segmentation is done through the analysis of connected components and vertical runs. For recognizing characters, we developed MLP-based recognizers and dynamical programming technique for interpretation. Since each module has been implemented in an independent way, the system has a benefit that the optimization of each module is relatively easy. We have done the experiment with live mail piece images directly sampled from mail sorting machine in Yuseong post office. The experimental results prove the feasibility of our system.

키워드 : 주소인식(Address recognition), 문자인식(character recognition), 순로구분(Sequence sorting)

1. 서 론

전자메일 등 과거의 서신을 대신할 수 있는 매체의 활용으로 우편물량의 감소가 예상되었으나, 광고, 청구서, 카드결제 등과 관련한 우편 물량의 증가에 따라 전체적인 우편물량은 꾸준히 증가하는 추세에 있다. 실제 우리나라의 우편물량은 1998년 36억 통에서 2001년 50.3억 통이었으며, 2015년에는 120억 통을 예상하고 있다[1]. 이러한 우편물량의 증가에 효율적으로 대처하기 위해 우정사업본부에서는 우편물 구분작업의 자동화 계획을 수립하여 추진하고 있다. 우선 우체국별로 구분하는 발송·도착구분 작업을 자동화하기 위해 1985년 서울집중국 건설을 시작으로 2002년까지

전국에 총 22개의 우편집중국을 건설하여 운용하고 있다. 이러한 발송·도착구분 작업의 자동화와 연계하여 아직까지 전적으로 수작업에 의존하고 있는 집배원 배달순로 구분 작업의 자동화에 대한 요구도 꾸준히 제기되고 있다. 순로구분 작업은 집배원의 배달순서대로 우편물을 정렬하는 작업을 이르는데, 우편물 처리 공정에서 비용이 가장 많이 소요되는 공정중의 하나이다. 발송·도착구분의 자동화가 우편번호만의 인식을 통해 이루어지지만, 순로구분의 자동화를 위해서는 우편번호뿐만 아니라 배달점 정보를 추출할 수 있는 주소의 자동인식이 반드시 필요하다. 이미 미국, 독일, 일본 등의 선진국에서는 수많은 연구를 통해 그들의 주소를 자동으로 인식하는 기술을 확보하여 순로구분 자동화 등 우편물 처리의 자동화와 정보화를 실현하고 있다[2]. 그러나, 우리나라의 경우는 순로구분 자동화를 실현할 수 있는 수준의 주소인식 기술을 아직까지는 확보하고 있지 못

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 선임연구원

^{**} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 연구원

^{***} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 자동구분처리연구팀장
논문접수 : 2003년 6월 2일, 심사완료 : 2003년 8월 19일

한 실정이다.

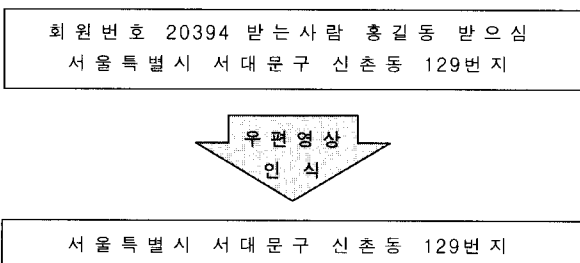
주소의 자동인식을 위해서는 수신인 주소영역의 추출[3-6]과 주소를 이루는 문자열 및 문자의 분리[7-11] 등 영상 전처리 기술과 한글, 숫자, 기호 등의 문자를 인식하는 기술[12-19], 인식된 문자로부터 배달 지점 주소를 해석하는 기술[20-22] 등이 복합적으로 필요하다. 이러한 다양한 주소 인식 관련 기술 중 낱자 단위의 문자인식과 관련한 연구가 가장 활발히 진행되었으며, 우편영상 전처리 및 주소해석과 관련한 연구는 상대적으로 주목을 덜 받았다. 낱자 단위 문자인식에서도 인쇄 문자인식에 대한 연구는 비교적 진전이 있었으나 필기 문자인식에 대해서는 아직까지 만족할 만한 수준의 연구가 나오지 않고 있는 실정이다. 또한 기존의 한글 주소인식과 관련한 연구는 우편영상 전처리에서 주소해석까지 모두를 포함하는 통합된 연구가 아니라 일부분에 국한된 것으로 통합된 주소인식 시스템의 연구는 전무한 실정이다.

본 논문에서는 소형 서장 우편물의 순로구분 자동처리를 위해 구현된 우편영상 인식 시스템을 소개한다. 본 논문의 우편영상 인식 시스템은 우편영상 전처리와 문자인식, 주소 해석 등 모든 기능을 통합하여 포함하고 있어, 입력된 우편영상으로부터 주소 데이터베이스에 존재하는 주소의 배달점 코드를 자동으로 생성할 수 있다. 구현된 우편영상 인식 시스템을 대전 유성우체국 관할 지역의 실제 서장 우편물에서 수집된 우편영상에 적용하여 성능을 실험하였는데, 다양한 형태의 실제 우편물에 대해서도 비교적 우수한 성능을 나타내었다.

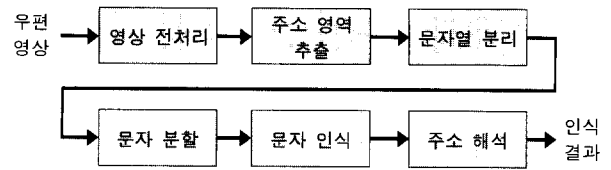
본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 우편영상 인식 시스템에 대한 전반적인 개요를 설명하고, 3장에서 7장까지 시스템의 각 세부 내용에 대해서 기술한다. 8장에서는 시스템의 실제 동작 예를 설명하고, 9장에서 요약 및 향후 연구를 논한다.

2. 시스템 개요

본 논문에서 우편영상 인식이란 (그림 1)과 같이 우편영상에서 수신인의 주소정보를 추출하여 해석하는 것으로 정의한다. 이 정의에 따르면 우편영상 인식은 (그림 2)에서와



(그림 1) 우편영상 인식 시스템의 출력 결과



(그림 2) 우편영상 인식 시스템의 처리 흐름도

같이 총 여섯 단계로 구성될 수 있다. 그 중 앞 단계인 영상 전처리, 주소영역 추출, 문자열 분리, 문자 분할은 영상처리 기술과 관련이 깊고, 그 다음 단계인 문자 인식은 패턴인식 기술, 그리고 마지막 단계인 주소 해석은 탐색 및 매칭 기술과 관련이 있다.

첫 단계인 영상 전처리의 목적은 명도영상으로 되어 있는 우편영상을 이진영상으로 변환하고 영상에 있는 잡음을 줄이는 것이다. 영상 이진화에 대한 연구는 많이 있으나 일반적인 영상 이진화와 문자 인식률을 높이기 위한 이진화는 차이가 있을 수 있다. 따라서 인식 시스템의 성능을 최대한으로 하는 이진화 방법의 사용이 필요하다. 본 논문에서는 이차원 엔트로피를 이용한 이진화 방법을 사용하였다.

두 번째 단계인 수신인 주소영역 추출의 목적은 우편영상에서 수신인 주소영역을 구별해내는 것이다. 인쇄 우편영상의 경우 주소영역이 어느 정도 고정되어 있으나 필기 우편영상의 경우 주소영역의 변동이 크다. 그러나 우리나라의 경우 오른쪽 하단이 수신인 주소 기입의 기준이기 때문에 주소 기입에 대한 통계적 정보를 사용하면 적은 오류로 주소영역을 추출할 수 있다.

세 번째 단계인 문자열 분리는 추출된 주소영역을 문자열로 나누는 단계이다. 문자열 분리를 위한 가장 간단한 방법으로 히스토그램 분석법이 있다. 이 방법을 정형화된 인쇄 우편영상에 적용하면 어느 정도 효과적으로 문자열을 분리할 수 있으나, 기울어진 영상이나 필기 우편영상에서는 문자열 분리에 실패할 가능성이 높다. 따라서 본 논문에서는 연결요소 분석 기법을 이용하여 문자열을 분리하였다. 특히 필기 문자열은 필기자에 따라 워낙 다양한 형태를 띠기 때문에 실제 우편영상을 처리하기 위해서는 여러 가지 휴리스틱의 사용이 필요하다. 본 논문에서는 그룹 결합 규칙과 문자열 상관성 분석 등의 방법을 제안하고 적용하였다.

네 번째 단계는 각 문자열을 문자단위로 분리하는 문자 분할이다. 문자분할은 인식을 동반하지 않고 단순히 문자를 분리하는 외적분할(External Segmentation)과 인식기의 결과를 이용하여 분할을 시도하는 내적분할(Internal Segmentation)로 구분된다. 내적분할은 인식기의 도움을 받아 문자 분할 결과를 검증할 수 있기 때문에 외적분할에 비해 나은 결과를 얻을 수 있으나 분할모듈이 인식기에 의존하기 때문에 개발 후에 모듈별 성능 개선이 어려워질 수 있다. 외적분할은 분할모듈이 인식기에 의존하지 않기 때문에 개발이 용이하다는 장점이 있다. 외적분할의 개발 용이성을 유

지하면서 단점을 보완하기 위해서 분할 그래프를 이용하였다. 분할 그래프란 문자열에서 문자로 분리될 가능성이 높은 모든 문자영상의 후보를 생성하고 이를 그래프 형태로 표현한 것이다. 이렇게 함으로써 문자분할 다음 단계에서 문자인식 결과와 주소 사전 정보를 이용하여 최적 문자분할을 찾는 기본 틀을 마련할 수 있다.

다섯 번째 단계인 문자인식에서는 분할된 문자영상으로부터 한글이나 영숫자 및 기호에 대한 매칭 결과를 얻는다. 인식 결과는 1순위를 포함해서 가능성이 높은 순서대로 레이블과 확률 값의 쌍으로 표현된다. 인식 결과를 후보와 확률 값으로 표현하는 목적은 문자분할과 인식 결과를 확률적으로 해석하여 최적의 주소해석 결과를 얻기 위해서이다. 그러므로 본 논문에서 제안된 우편영상 인식 시스템에서 활용될 인식기는 문자의 후보를 생성하고 후보 문자에 대한 신뢰도를 확률적으로 출력할 수 있어야 한다.

우편영상 인식의 마지막 단계인 주소해석은 문자 후보 리스트와 각 후보에 대한 신뢰도를 확률 값으로 갖고 있는 문자분할 그래프 상에서 최적 매칭 경로를 찾아내고 이에 대한 주소정보를 출력하는 단계이다. 분할 그래프 상에서 수신인 주소에 대한 최적 매칭을 찾기 위해서 주소 사전을 이용한다. 주소 사전은 효율적인 매칭을 위해 트리 구조로 설계되었다. 분할 그래프를 주소사전과 매칭하고 최종적으로 확률이 가장 높은 매칭을 선택하면 수신인 주소정보를 얻을 수 있다.

각 단계별 세부 내용은 다음 절부터 설명한다.

3. 영상 전처리 및 주소영역 추출

3.1 영상 전처리

영상 전처리의 주된 목적은 명도영상으로부터 깨끗한 이진영상을 얻는 것이다. 우편영상은 우편 봉투에 색이 있거나 주소영역이 비닐로 쌓인 창봉투 등의 영향으로 영상의 밝기가 일정하지 않다. 이러한 영상으로부터 최대한 잡음을 줄이기 위해서 이차원 엔트로피를 이용한 이진화 방법을 이용하였다. Otsu의 방법[23]도 비교적 좋은 성능을 보이지만 특정 창봉투를 전혀 처리하지 못하는 단점이 있었기 때문에 이진화시에 화소의 밝기 뿐 아니라 주변 화소의 밝기를 고려하는 방법을 이용하였다.

3.2 주소영역 추출

주소영역 추출을 위해서는 고정영역 추출과 적응적 추출 방법을 도입하였다. 고정영역 추출은 인쇄 우편영상을 위한 것으로서 수신인 주소영역에 대한 통계 자료를 바탕으로 수신자 주소를 충분히 포함하는 영역을 주소영역으로 추출하도록 한 것이다. 좌표는 전체 영상에서의 상대적 위치를 기준으로 결정하였다. 고정영역을 추출하면 발신자 주소 영상이나 불필요한 광고 영상이 일부 포함되는 경우가 있다. 그

러나 제안된 우편영상 인식 시스템은 불필요한 문자가 주소영역에 포함되어 있더라도 주소해석 단계에서 이를 제외하고 주소를 해석할 수 있다. 따라서 발신인 주소 전체가 포함되어 해석에 혼동을 일으키거나 수신인 주소가 배제되어 해석이 불가능한 상황을 만들지만 않으면 주소영역 추출에서의 일부 오류는 시스템의 처리 성능에 별 영향을 미치지 않는다.

적응적 추출 방법은 관심영역을 정하여 영상을 분석한 후 문자열을 추출하고 수신인 주소에 해당하는 문자열이 포함되도록 주소영역을 추출하는 방법이다. 미리 관심영역을 정하는 이유는 불필요한 계산을 방지하기 위해서이다. 관심영역은 우편영상의 아래에서부터 3/5 높이까지, 우측에서부터 4/5 영역까지의 범위로 하였다. 적응적 추출 방법에서 문자열을 추출하는 과정은 다음과 같다.

- ① 관심영역을 정한다.
- ② 관심영역에서 연결요소를 추출한다.
- ③ 연결요소 크기의 중간 값을 기준으로 좌우로 근접한 연결요소들을 연결하여 유사 문자열을 생성한다.
- ④ 관심영역의 좌측이나 상단에 접해있으면서 치우쳐 있는 유사 문자열은 배제한다.
- ⑤ 우편영상의 우측 하단에 있는 유사 문자열을 중심으로 유사 문자열을 그룹핑한다.
- ⑥ 그룹핑된 문자열을 이용하여 수신인 주소영상을 생성한다.

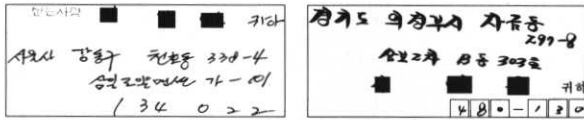
위와 같이 주소영역을 추출하면 수신인 주소영역에 침범해 들어온 잡음을 배제할 수 있다는 장점이 있다. 또한 수신인 주소영역에 근접한 문자열을 그룹핑하기 때문에 관심영역에 속해 있더라도 따로 떨어져 있는 문자열을 배제할 수 있다. 따라서 주소 문자의 크기에 따른 영역 변화에 둔감한 방법의 개발이 가능하다.

4. 문자열 추출

4.1 문자열 추출 방법

우편영상의 수신자 주소영역에 나타나는 필기 문자열은 일반적인 메모 형태의 글보다는 분할이 용이하지만 문자열간의 겹침과 접촉 등이 일부 존재하기 때문에 단순한 방법으로는 분할이 어렵다. (그림 3)은 필기 한글 우편영상에서 추출한 주소영역의 예이다. 그림에서 볼 수 있듯이 필기자에 따라서 기입 방식이 다르기 때문에 주소 문자열은 다양한 형태를 띠고 있다. 인쇄 문자열의 경우 단순한 방법으로 처리 가능한 경우가 많으나 기울어진 영상과 문자열 간에 일부 접촉이 있는 영상이 있어서 단순한 방법으로 문자열 추출 성공률을 높이는 어렵다. 이와 같이 다양한 형태의 우편 주소 영상으로부터 문자열을 분할하기 위해서 본 논문에서

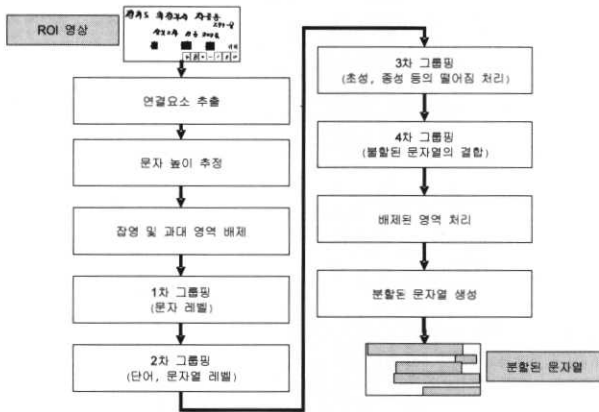
서는 연결요소를 기반으로 문자열을 추출하였다.



(그림 3) 필기 한글 우편 주소영역의 예

4.2 연결요소 기반 문자열 추출 과정

연결요소를 이용한 문자열 추출 과정은 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 문자열 추출 과정

4.2.1 연결요소 추출

이진화된 영상에서 연결된 검은 화소들을 추출하여 각각의 외접 사각형 정보를 구한다.

4.2.2 문자 높이 추정

연결요소를 이용하여 문자의 높이를 추정한다. 한글은 자소기반 문자이므로 접촉되지 않은 연결요소들은 대부분 문자 혹은 자소로 되어 있다. 따라서 연결요소들의 크기별로 누적 빈도를 구하고 누적 빈도가 높은 것 중에서 큰 쪽을 문자의 크기로 가정한다. 작은 값은 자소의 크기로 간주한다. 이 단계에서의 문자 높이 추정은 그룹핑시에 기준 길이로 이용되는 값이므로 어느 정도의 오차가 있더라도 큰 문제는 되지 않는다.

4.2.3 잡영 및 과대 영역 배제

주소영역을 둘러싼 사각형이나 밑줄, 접촉되어 아주 큰 연결요소 등은 문자열 분할에 도움이 되지 않는다. 따라서 추정된 문자 크기 보다 훨씬 큰 (3배 이상) 연결요소는 일단 처리과정에서 제외하고 작은 잡영도 배제한다. 여기서 배제된 연결요소는 문자열이 추출된 후에 다시 이용된다.

4.2.4 1차 그룹핑(문자레벨)

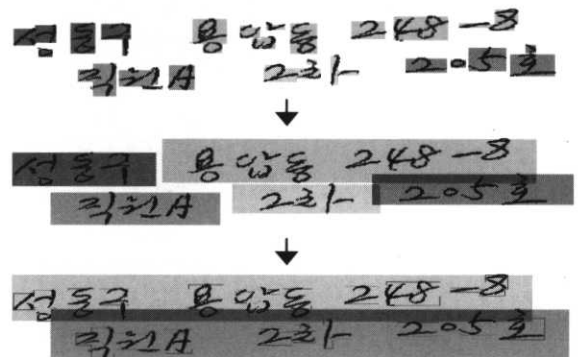
충분히 겹쳐있는 연결요소들을 그룹핑한다. 이때 세로획이나 초성 등이 다른 문자열과 일부 겹칠 수 있으므로 겹친 비율이 작은 그룹은 합치지 않는다.

4.2.5 2차 그룹핑(단어, 문자열 레벨)

X축으로 약간 떨어져 있더라도 Y축으로 충분히 겹쳐진 그룹들을 합친다. 즉, 추정된 문자의 높이를 기준으로 좌우 일정 거리(3배) 이내에 있는 문자열이 Y축으로도 일정 비율 (예: 1/3) 이상 겹쳐 있으면 하나로 합친다. 이때 각 연결요소들의 외접 사각형을 가로방향으로 문자 크기의 일정 비율 만큼 확대한 후에 사용하였는데, 이렇게 함으로써 구간별 Y축 투영의 효과를 얻고자 하였다.

4.2.6 3차 그룹핑(떨어진 영역 처리)

필기 한글의 경우 따로 떨어진 중성부분이 개별 문자열로 추출되는 경우가 간혹 발생한다. 따라서 그룹의 크기가 한 문자의 크기 보다 작고 가까이에 문자열그룹이 있으면 이를 합친다(그림 5) 참조.



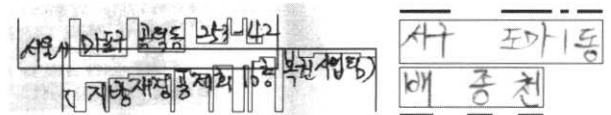
(그림 5) 그룹핑의 중간 결과 예

4.2.7 4차 그룹핑(분할된 문자열의 결합)

(그림 6)에서와 같이 필기 한글의 중성끼리 따로 그룹이 생성되거나 초성 윗부분만 따로 그룹이 생성되는 경우가 있다. 따라서 (그림 7)과 같이 문자열 후보그룹의 경계선간의 거리와 상관성을 분석하여 하나의 문자열이 될 가능성이 높은 그룹은 합친다.



(그림 6) 따로 분할된 중성부의 예

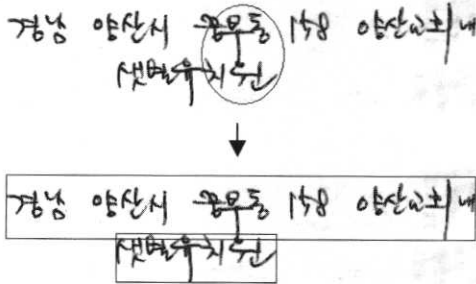


(그림 7) (a) 문자열 경계선간의 거리 계산 및 (b) 문자열의 상관성 분석

4.2.8 배제된 영역 처리

중간과정의 복잡도를 줄이기 위해서 아주 작은 연결요소 영역은 앞부분 처리 과정에서 미리 배제하였고, 매우 큰 연결요소 영역은 이웃 문자열과 접촉되었거나 문자가 아닌 영

역으로 간주하여 문자열 추출과정에서 배제하였다. 그러나, 일차적으로 문자열을 추출한 후, 배제된 영역 중에서 문자열과 겹친 부분은 해당 문자열에 다시 추가한다((그림 8) 참조).



(그림 8) 배제된 영역의 추가

4.2.9 분할된 문자열 생성

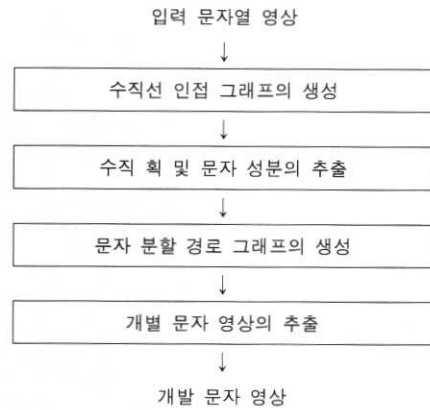
위의 과정을 거쳐 만들어진 문자열 그룹으로부터 연결요소들의 영역 정보를 얻을 수 있다. 따라서 원 영상으로부터 각 연결요소에 해당하는 영역을 복사하여 새로운 문자열 영상을 생성하게 된다. 이렇게 함으로써 문자열이 서로 겹치게 되더라도 각 문자열에서 다른 문자열 영상을 제외할 수 있다.

5. 문자 분할

문자 분할은 인식 이전에 문자를 분할하는 외적 분할과 인식과 분할을 병행하는 내적분할로 나눌 수 있다. 실제로 문자 모양에 대한 아무런 정보 없이 문자를 제대로 분할하기란 거의 불가능하기 때문에 인식기의 도움을 받아 문자를 분할하는 것은 필수적이다. 그러나 인식기의 도움을 받으면서 분할을 수행하는 것보다 가능한 분할점들을 미리 생성한 후에 인식기의 도움을 받아 이를 검증하는 것이 시스템의 구성에 용이하다. 따라서 본 논문에서의 문자분할의 목표는 글자 분할이 가능한 후보를 추출한 후에 다음 단계에서 인식 및 해석을 할 수 있도록 문자분할 그래프를 생성하는 것이다.

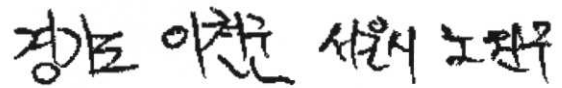
본 논문에서의 문자 분할 방법은 한글 문자열 영상에서 수직 획 정보를 추출한 후, 추출된 수직 획 정보를 이용하여 문자분할 위치를 추정한다. 특히 문자열 영상을 다루는데 수직선 인접 그래프를 사용함으로써 문자분할 후보 위치를 보다 효과적으로 찾을 수 있으며 영상의 분할 및 분할된 영상의 결합을 빠르고 효율적으로 수행할 수 있는 장점이 있다. (그림 9)는 입력 문자열 영상에서 수직선 인접 그래프를 생성하는 과정에서부터 수직선 인접 그래프를 이용하여 문자 분할을 수행하는 과정까지의 흐름도를 보여준다.

문자 분할 순서에 따라 문자분할 과정을 설명하면, 우선 입력 문자열 영상으로부터 수직선 인접 그래프를 생성한다.



(그림 9) 수직선 인접 그래프를 이용한 문자 분할 순서도

이때, 수직선 인접 그래프를 구성하는 기본 단위는 수직선이므로 수직선 정보를 먼저 추출하며 각 수직선의 좌우측에 인접한 수직선을 검사하여 각 수직선의 연결 관계 그래프 정보를 얻는다. 두 번째 단계인 수직 획 및 문자 성분의 추출 단계에서는 수직선 인접 그래프에서 일정 임계 값을 기준으로 긴 수직선과 짧은 수직선을 구분하고 각 종류별로 인접한 수직선들을 모아 수직선 그룹을 생성한다. 이렇게 얻은 수직선 그룹들에 대하여 크기가 임계 값보다 작은 수직선 그룹은 인접한 수직선 그룹과 병합하고 상하로 겹친 수직선 그룹들은 서로 병합하여 수직 획 및 문자 성분(하나의 문자를 완성하는데 필요한 문자 획의 일부)을 추출한다((그림 10) 참조).



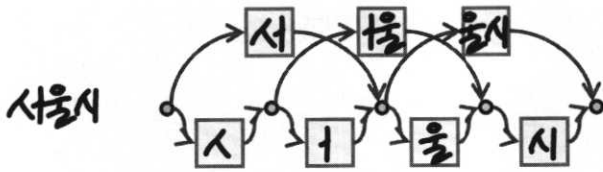
(a) 입력 영상



(b) 수직선 그룹을 다른 색으로 표시한 영상

(그림 10) 수직선 인접 그래프를 이용하여 입력 영상에서 수직 획을 추출한 결과 예

다음 단계는 문자 분할 경로 그래프의 생성 단계로서 앞 단계에서 추출한 각 문자 성분을 다양하게 조합할 수 있는 문자 분할 경로 그래프를 구성하여 인식 대상인 개별 문자 영상을 추출하게 된다. 최적의 문자분할 조합을 위한 문자 분할 경로는 문자 인식 및 주소해석 결과에 의하여 결정된다. 문자 분할 그래프는 (그림 11)과 같이 문자로 추출이 가능한 영상의 양쪽 분할점을 기준으로 분할점들을 연결한 그래프이다. 이는 분할점을 나타내는 노드와 분할점들 사이의 문자 영상을 나타내는 아크로 구성되어 있으며 방향성이 있게 표시하였다.



(그림 11) 문자분할 그래프의 예

6. 문자 인식

문자 분할 과정을 거쳐 문자인식기에 입력되는 문자영상은 200dpi 문자영상으로, 일반적인 문자 인식 시스템에서 사용하는 문자영상에 비해 품질이 좋지 않다. 특히 인쇄 한글문자의 경우는 크기가 상대적으로 작아져서 문자를 구분하는 작은 획의 끊김 및 소실 현상도 많아 인식이 매우 어려워지게 된다. 이러한 저품질의 입력 문자영상을 효율적으로 인식하기 위해 본 논문에서는 MLP(multi-layered perceptrons) 신경망 [24] 기반의 인식 방법을 사용한다. MLP 신경망은 다양한 문자의 변형을 흡수할 수 있는 학습 효과가 뛰어나고 인식 속도와 메모리 요구량 등에 있어서도 우수하여 저품질의 문자영상에 대한 고속 인식 방법으로 적당하다.

6.1 특징 추출

일반적으로 문자 인식기의 입력으로 문자영상을 그대로 사용하지 않고 인식에 보다 용이한 특징 벡터로 변환하여 사용하는 것이 효율적이다. 문자 인식에서 가장 많이 사용되는 특징은 흑화소 밀도 특징 [12, 15]으로, 입력 문자영상을 $N \times M$ 의 그물망으로 분할하여 각 그물망 내에서의 흑화소 밀도를 특징 값으로 사용한다. 이 특징은 추출이 용이하고 그물망 내의 문자획의 변형에 어느 정도 둔감하다는 장점이 있지만, 'o', '口' 등 유사한 문자간의 분별력이 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 인식기의 입력 특징으로 방향각도 특징을 사용한다. 흑화소 밀도 특징은 각 그물망 내에서 한 개의 값으로 표현되는데 반해 방향각도 특징은 각 그물망 내에서 다수 개의 방향각도로 표현되어, 유사 문자간의 분별력이 보다 향상되는 장점이 있다.

영상을 구성하고 있는 각 화소의 위치를 기준으로 인접하는 흑화소들을 벡터로 표현하고 이 벡터들을 합하여 얻어지는 방향각도를 해당 위치에서의 화소 방향각도로 한다. (x, y) 위치에서의 화소 값을 $f(x, y)$ 로 표현하면, 화소의 방향각도 (x, y) 는 아래의 식과 같이 정의된다.

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{\sum_{a,b} a \cdot f(x+a, y+b)}{\sum_{a,b} b \cdot f(x+a, y+b)} \right),$$

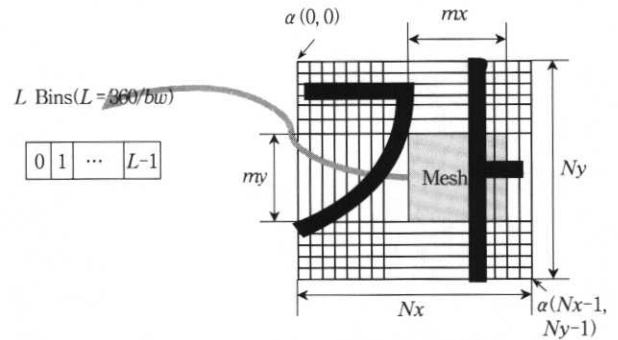
where $-1 \leq a, b \leq 1$

여기서, $f(x, y)$ 는 0 또는 1의 값을 갖는 이진 화소값이며, $f(x+a, y+b)$ 는 $f(x, y)$ 에서 x 축 방향으로 a 만큼, y 축 방

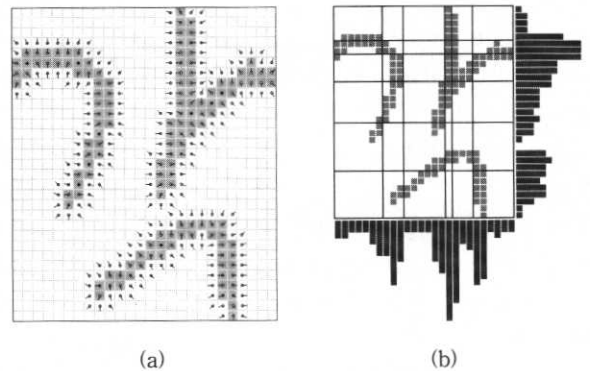
향으로 b 만큼의 거리에 위치한 화소의 값을 나타낸다.

문자영상에서 인식기의 입력이 되는 방향각도 특징 벡터를 구하기 위해서는 우선, $N_x \times N_y$ 크기의 영상에 대해서 $B_x \times B_y$ 개의 그물망으로 나눈 다음, 각 그물망별로 bw (bin-width)에 의해 결정되는 L 개의 빈을 구성한다 ((그림 12) 참조). 본 논문에서는 bw 를 45° 로 하였는데, 각 그물망에는 8개($=360^\circ/45^\circ$)의 빈이 존재한다. 즉, 전체 방향각도 공간인 $0^\circ \sim 360^\circ$ 가 0~7의 균등한 빈 공간으로 변환되는 것이다. 다음으로 각 그물망 내의 모든 화소에 대해 방향각도를 구하여 해당 빈에 누적을 한다. 그물망 내의 모든 화소에 대해 빈의 누적치를 구한 다음, 빈의 누적치를 그물망의 크기인 $m_x \times m_y$ 로 나눈다. 따라서, 최종적으로 $B_x \times B_y$ 개의 그물망과 L 개의 빈에 의해 $B_x \times B_y \times L$ 차원의 특징벡터가 구해진다.

본 논문에서는 인쇄된 문자인지 필기된 문자인지에 따라 방향각도 특징의 추출 방법을 조금 다르게 구현한다. 위에서 설명한 특징은 인쇄문자에 대한 것이고 필기 문자의 경우는 그물망이 고정된 위치에 설정되지 않고 흑화소의 분포에 따라 (그림 13)과 같이 동적으로 설정된다. (그림 13)(a)는 필기문자에서 추출된 방향각도 특징 지도이고 (그림 13)(b)는 흑화소 투영 밀도에 따른 그물망 설정 예를 나타낸다.



(그림 12) 방향각도 특징 벡터의 추출

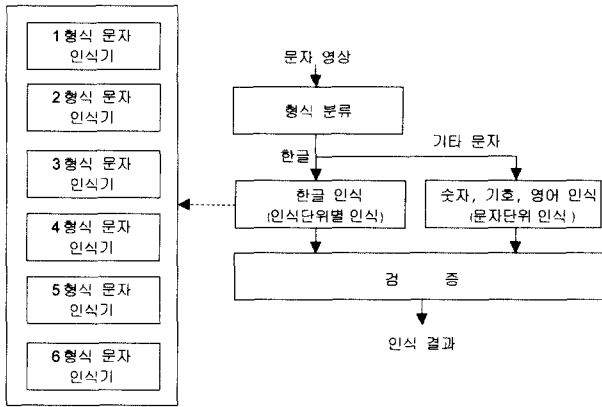


(그림 13) (a) 필기 문자영상의 방향각도 특징 지도와 (b) 그물망 설정

6.2 인식기 구조

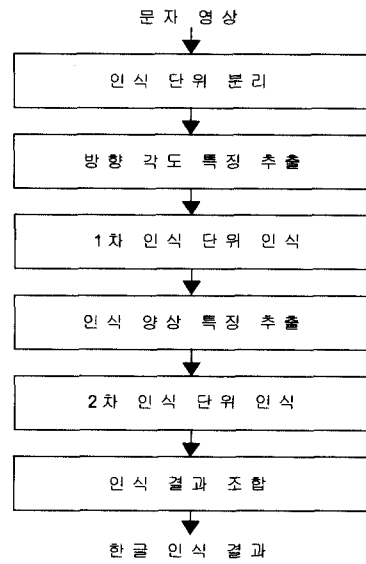
본 연구에서의 인쇄 문자인식 흐름도는 (그림 14)와 같

다. 입력 문자영상은 한글 6형식과 한글 이외의 문자(숫자, 기호, 영어) 형식으로 전체 7가지의 형식으로 분류되어 인식된다. 신경망 문자 형식 분류기를 이용하여 형식 분류를 수행한 후 그 결과에 따라서 한글 또는 한글이외의 문자인식 모듈이 구동된다. 숫자, 기호, 영어는 문자단위로 하나의 신경망에 의해 인식이 되며, 한글의 경우는 각 형식별로 정의되는 인식단위별로 나뉘어져 각 형식별 신경망에 의해 인식된다. 인식모듈의 결과는 검증 모듈을 통해 검증된다. 검증 모듈에서는 인식모듈의 결과를 수용할 것인지, 또는 재인식을 수행할 것인지를 결정하게 되는데, 본 연구에서는 형식분류 신경망의 출력 값과 형식별 문자인식, 신경망의 출력 값이 정해진 임계치보다 낮은 경우 재인식을 한다. 만약 각 신경망의 출력 값이 임계치 보다 낮으면 인식 오류의 가능성이 있다고 보고, 새로운 형식에 대해 재인식을 하고 종전의 인식결과와 비교하여 최종 결과를 결정한다.



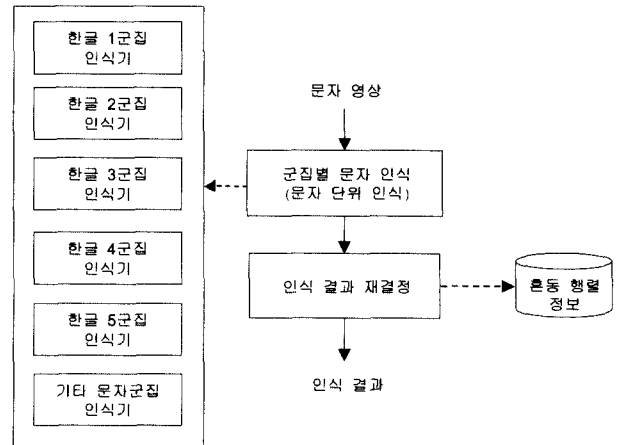
(그림 14) 인쇄 문자 인식 흐름

한글 문자의 인식 과정은 (그림 15)와 같다. 인식 단위들이 분리된 후, 각 인식 단위 영상에 대해서 방향각도 특징이 추출되고 이 특징을 이용하여 각 인식단위가 1차 인식된다. 인식된 인식 단위들을 단순히 결합함으로써 인식결과를 얻을 수 있지만, 이들을 단순 결합하면 한 개의 인식 단위라도 오인식되었을 경우 문자인식 결과가 잘못된다. 본 논문에서는 인식단위들을 인식한 후 인식결과를 단순히 조합하지 않고 2차 인식하는 과정을 수행하도록 함으로써 인식 단위들에 대한 인식 결과들을 단순 결합할 때 보다 오인식 가능성을 감소시키고자 하였다. 각 인식 단위의 재인식을 위해서 1차 인식 단위별 인식기가 인식하는 과정 중에 나타나는 인식양상들을 새로운 특징으로 추출하고, 이를 2차 인식기에 입력하여 인식단위를 재인식하고 그 결과를 조합하여 최종 인식된 문자를 출력하게 된다. 숫자, 기호, 영어의 인식은 한글의 경우와 달리 단순하다. 한글의 경우는 형식별로 몇 개의 인식 단위로 분리되어 인식되지만, 이 문자들은 문자영상 전체가 하나의 인식단위로 인식된다. 따라서, 문자영상 전체에 대해 방향각도 특징을 추출하여 한번에 인식을 완료한다.



(그림 15) 인쇄 한글 문자의 인식 흐름

인쇄 한글 문자의 경우는 조합 가능한 모든 문자에 대해 인식을 하지만, 필기 한글 문자의 경우 우편주소에 자주 사용되는 489자의 문자와 일반적으로 자주 사용되는 문자 697자를 인식 대상으로 하는데 총 1,186자에 달한다. 본 연구에서는 총 1,182자로 구성된 인식 대상 클래스 집합을 통계적 분포 특성에 따라 순수 한글로 구성된 5개의 군집과, 한글 및 비한글 문자의 혼합으로 된 1개의 군집으로 문자 집합으로 분할하여 인식한다. 이러한 필기 문자 인식 방법을(그림 16)에 나타내었다. 각 문자 군집에 대하여 하나의 문자단위 신경망이 이용되는데, 방향각도 특징을 입력으로 한다. 입력 문자영상의 인식을 위한 첫 번째 단계로 우선 6개의 신경망이 각각 독립적으로 구동되어 각각의 인식 결과를 출력한다. 두 번째 단계에서는 6개의 신경망에서 1순위에서부터 5순위까지 5개씩의 인식 후보를 취하여 총 30개의 후보를 생성한 후후보들의 순위를 재정렬한다. 이러한 재정렬은 각

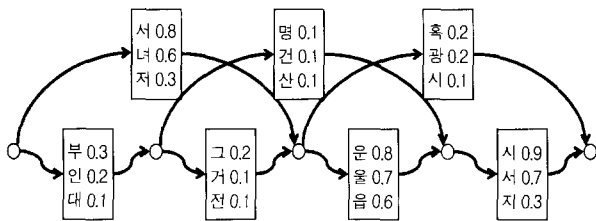


(그림 16) 필기 문자 인식 흐름

인식 결과클래스가 혼동을 일으키는 문자들의 집합을 사전에 통계적으로 구한 혼동 행렬 정보를 기반으로 이루진다.

6.3 문자 분할 그래프의 문자 인식

앞 절에서 설명한 바와 같이 문자 분할 단계에서는 문자열 영상에 대한 다양한 분할 후보를 효율적으로 표현하기 위해서 문자 분할 그래프를 생성한다. 이렇게 생성된 문자 분할 그래프를 완성하기 위해서는 그래프의 아크에 있는 문자 후보 영상을 인식하여 결과를 저장하여야 한다. 예를 들어 (그림 11)의 문자 분할 그래프의 각 아크의 영상을 인식하여 인식 결과와 매칭 확률을 추가하면 다음 (그림 17)과 같은 문자분할 그래프가 생성된다.



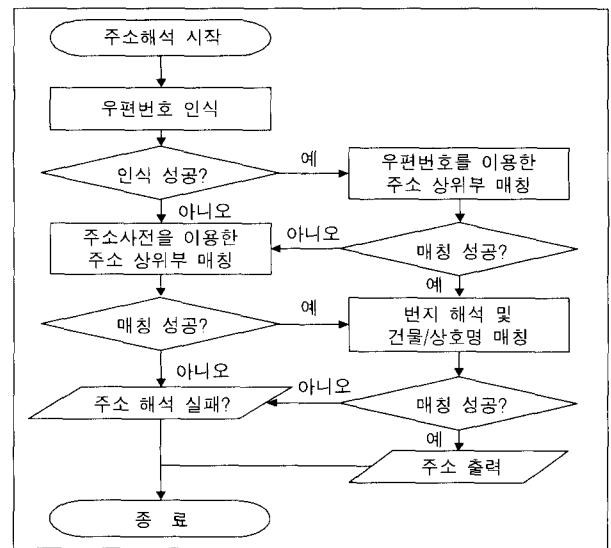
(그림 17) 인식 결과를 포함하는 문자분할 그래프의 예

7. 주소 해석

문자 분할 그래프에서 각 아크에 있는 문자 영상을 인식하고 결과를 얻은 다음 주소 해석을 시작한다. 주소 해석은 두 가지의 의미를 갖는다. 첫째는 문자 분할 그래프에 대한 해석이고 둘째는 유효한 주소 정보의 추출이다. 따라서 주소 해석에는 문자 분할 그래프와 주소 사전(또는 데이터베이스)이 사용된다. 문자 분할 그래프는 그림과 같이 문자 후보와 매칭 확률 값으로 표현되어 있으며, 주소 사전은 우편 번호 사전과 행정구역 주소 사전으로 구성되어 있다. 주소해석의 결과로 우리는 최적으로 분할된 문자의 경로와 유효한 주소정보를 얻을 수 있다.

7.1 주소 해석 과정

주소 해석 과정을 순서도로 나타내면 (그림 18)과 같다. 그림에서 알 수 있듯이 먼저 우편번호 인식을 시도하고 그 결과에 따라 상위부 매칭을 시도한다. 우편번호를 이용한 해석을 먼저 시도하는 이유는 단지 해석의 속도를 빠르게 하기 위해서이다. 실제로 우편번호 인식에 실패하더라도 주소 사전을 이용하면 상위부 매칭에 성공할 가능성은 높다. 주소의 상위부, 즉 우편번호에 해당하는 행정구역명까지를 인식한 다음에는 번지와 건물명 등의 주소 하위부를 해석하고 최종 결과를 출력한다. 각 과정의 상세한 내용은 다음과 같다.



(그림 18) 주소 해석 순서도

7.1.1 우편번호 인식

일반적으로 우편번호는 주소 문자열 중 가장 아래에 위치한다. 따라서 우편번호 인식을 위해서 먼저 주소 문자열의 가장 마지막 줄에서 6자리의 숫자 인식을 시도한다. 우편번호의 3자리 뒤에 오는 ‘-’는 영상 입력 과정에서 사라지는 경우가 있으므로 우편번호는 숫자 6자리 혹은 중간에 ‘-’를 포함하는 숫자 6자리를 모두 고려하여 처리한다. 만일 맨 마지막 줄에서 우편번호 인식에 실패하면 그 윗줄에서 다시 한번 시도한다. 이는 우편번호 아래쪽에 잡영이 포함되는 경우가 간혹 있기 때문이다. 이 단계에서는 우편번호의 유효성은 확인하지 않고 단지 6자리의 숫자 여부만을 고려한다.

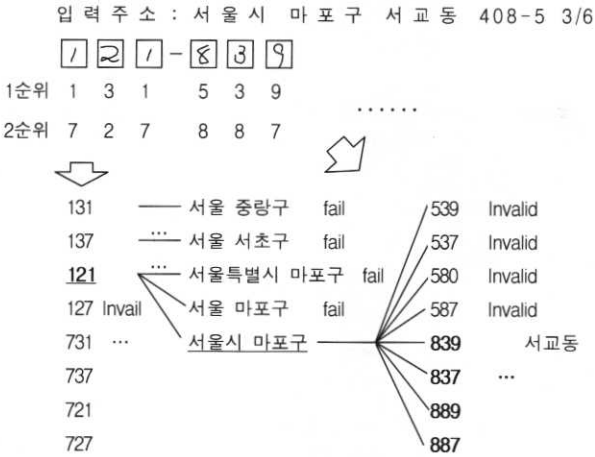
7.1.2 우편번호를 이용한 주소 상위부 매칭

동일한 주소의 표기법에는 몇 가지 변형이 있다. 예를 들면 우리나라의 수도는 ‘서울특별시’, ‘서울시’, 그리고 ‘서울’의 형태로 쓰이며 ‘충청남도’는 ‘충남’ 그리고 간혹 ‘충남도’로도 쓰인다. 또한 ‘구’, ‘동’ 등의 행정구역을 나타내는 접미어는 생략되기도 한다. 주소 문자열 매칭에는 이러한 조합을 모두 고려해야 하는데 여러 단위의 행정구역을 한꺼번에 처리하면 경우의 수가 많아진다. 따라서 이러한 조합을 고려한 주소 문자열의 수를 줄이기 위해서 우편번호의 상위 3자리와 하위 3자리를 나누어 문자열 매칭을 시도한다. 즉, 먼저 상위 3자리에 해당하는 문자열 매칭을 시도하고 이에 성공하면 하위 3자리에 해당하는 문자열을 생성하여 매칭을 시도한다.

매칭과정은 다음과 같다. 먼저 우편번호의 상위 3자리의 유효성을 검사하고 유효한 우편번호이면 해당 주소 문자열을 가져온다. 다음으로 가져온 문자열을 문자분할 그래프에서 찾는다. 매칭에 성공하면 우편번호 하위 3자리를 갖고

동일 절차를 반복한다. 매칭에 실패하면 그 다음 후보 우편번호를 생성하고 이를 이용하여 주소 문자열 매칭을 다시 시도한다.

(그림 19)는 우편번호를 이용한 주소 상위부 매칭 과정을 도식화한 것이다. 그림에서와 같이 우편번호 6자리 각각에 대한 인식 후보가 2개씩 주어졌을 때 상위 3자리에 대한 우편번호 후보는 131, 137, 121, 127, 등의 순서로 나타날 수 있다. 매칭이 시작되면 먼저 131에 해당하는 주소 문자열인 '서울 중랑구'가 매칭에 시도된다. 그러나 입력 주소 문자열이 '서울시 마포구 서교동 408-5 3/6' 이라고 가정하면 우편번호 131에 해당하는 주소 문자열 매칭은 실패하게 된다. 계속해서 '서울시 서초구' 매칭까지 실패한 후 마침내 우편번호 121에 해당하는 '서울시 마포구' 매칭에 성공하게 된다. 이 과정에서 '서울', '서울특별시'와 같은 변형은 계속 고려된다. 상위 3자리 매칭에 성공하면 하위 3자리를 찾아 유효성을 검사하고 상위 3자리와 유사한 과정으로 주소 문자열 매칭을 시도한다.



(그림 19) 우편번호를 이용한 주소 상위부 매칭

7.1.3 주소사전을 이용한 주소 상위부 매칭

우편번호를 이용한 주소 상위부 매칭에 실패하면 주소사전을 이용한 주소 상위부 매칭을 시도한다. 주소 상위부는 아래 그림과 같이 Tree 형태로 구성되어 있다. 매칭은 문자분할 그래프 상에서 주소 Tree를 따르는 최적 경로를 찾는 과정이라 할 수 있다. 상세 매칭 과정은 뒤에서 설명한다.

7.1.4 주소 하위부 매칭(번지 해석 및 건물/상호명 매칭)

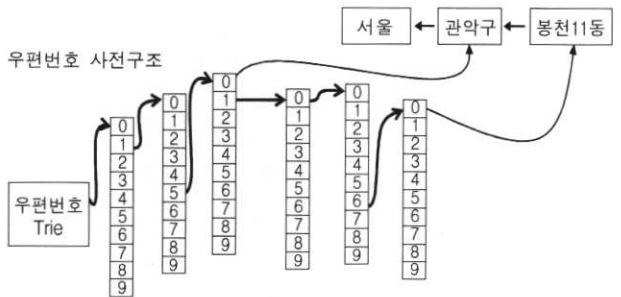
주소 하위부는 번지와 기타 상세 주소정보로 구성되어 있다. 번지는 '산' 혹은 '사서함'이라는 접두어를 가질 수 있으며 중간에 '-'를 포함할 수 있고 '번지', '호'와 같은 접미어를 갖는다. 이러한 규칙을 오토마타 형태로 표현한 뒤 문자분할 그래프에서 매칭을 시도한다. 상세 주소정보인 건물명, 상호명 등의 매칭은 주소 상위부의 행정구역 매칭과 마찬가지로 Tree 형태의 사전으로 구성하고 이를 이용하여 매

칭을 시도한다.

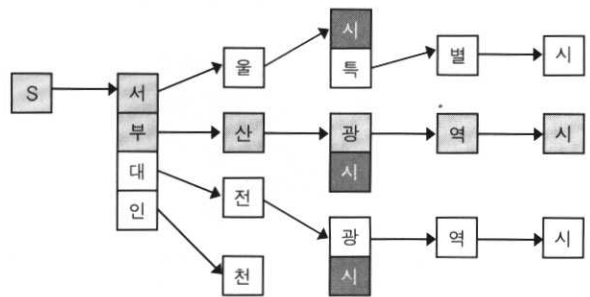
주소 하위부 매칭이 끝나면 하위부의 유효성을 검사해야 한다. 유효성 검사는 주소 데이터베이스를 검색하여 매칭된 번지가 실제 존재하는 주소인지를 확인하는 과정이다. 번지 매칭에 주소 상위부 매칭과 같이 번지 사전을 도입한 후처리를 적용하지 않는 이유는 오인식을 방지하고 시스템의 신뢰도를 높이기 위해서이다. 일반적인 문자인 한글의 경우 잘못 인식된 문자로 인해 사전에 있는 다른 단어로 매칭될 가능성이 낮다. 즉 원래의 문자가 2 순위~3 순위 후보에 포함되어 후처리의 도움으로 인식 결과가 교정될 가능성은 높으나 원래의 문자가 후보에 없는 상태에서 오인식된 문자가 주소 사전에 있는 다른 단어와 일치할 가능성은 낮다. 이와는 달리, 숫자로만 구성된 번지의 경우 하나의 숫자가 오인식되면 다른 유효한 번지로 바뀔 가능성이 높다. 따라서 번지는 1 순위로 인식된 숫자만을 고려하여 데이터베이스를 검색하고 매칭되는 번지가 없으면 인식에 실패한 것으로 간주한다.

7.2 우편번호 사전 및 주소 사전

우편번호 사전은 그림과 같이 Trie 형태로 구성된다. 우편번호는 이미 인식된 6자리의 숫자 후보들을 기반으로 유효한 번호를 찾는 방식으로 매칭이 진행된다. 우편번호 사전을 Trie 형태로 만들면 우편번호를 검색하여 데이터를 가져오는 속도가 매우 빨라진다는 장점이 있다. 또한, 각 노드에서 child의 수를 10개로 한정된 상태에서 각 노드를 포인터로



(a) Trie 구조의 우편번호 사전



(b) Tree 구조의 행정구역 주소 사전

(그림 20) 주소 사전

구성했기 때문에 원래의 우편번호 정보 저장에 필요한 공간에 비해 추가로 늘어나는 공간의 비율이 높지 않다.

우편번호 사진의 각 노드는 child에 대한 시작 포인터와 행정구역 단어명에 대한 포인터를 갖고 있다. 우편번호 사진의 Trie 종단에 연결되어 있는 행정구역 단어명은 자신의 parent에 대한 포인터를 갖고 있어서 전체 주소 문자열을 생성할 수 있도록 구성되어 있다.

주소사진은 (그림 20)과 같이 Tree 형태로 구성되어 있다. 우편번호와 달리 주소 사진은 각 단계에서 나타날 수 있는 문자의 수가 한정되어 있지 않기 때문에 Trie 형태로 구성하는 것이 비효율적이다. 따라서 (그림 20)(b)와 같은 Tree 구조를 갖도록 설계 하였다. 주소사진의 각 노드는 child에 대한 시작 포인터와 child의 수를 갖고 있다.

7.3 문자 분할 그래프 상에서의 동적 매칭 알고리즘

문자 분할 그래프 상에서 최적 인식 경로를 탐색하기 위해서 동적 프로그래밍 기법이 사용된다. 분할 그래프에 존재하는 노드의 개수를 $N+1$ 이라 하고, 노드 i 에서 j 로 연결된 아크의 정합 확률을 $p(i, j)$, j 번째 노드까지의 누적 경로 매칭값을 $\delta(j)$, j 번째 노드로 들어오는 아크 중 최적 경로의 노드 인덱스를 $\mu(j)$ 라 하면, 동적 매칭 알고리즘은 다음과 같이 정리될 수 있다.

① Initialization

$$\delta(i) = \begin{cases} 1.0, & i=0 \\ 0, & 1 \leq i \leq N \end{cases}$$

$$\mu(i) = -1 \quad 0 \leq i \leq N$$

② Recursion

$$\delta(i) = \max [\delta(i), p(i, j)], \quad 0 \leq i < j \leq N$$

$$\mu(j) = \arg \max [\delta(i)p(i, j)]$$

③ Termination

$$P^* = \delta(N)$$

$$I_0^* = N$$

④ Path backtracking

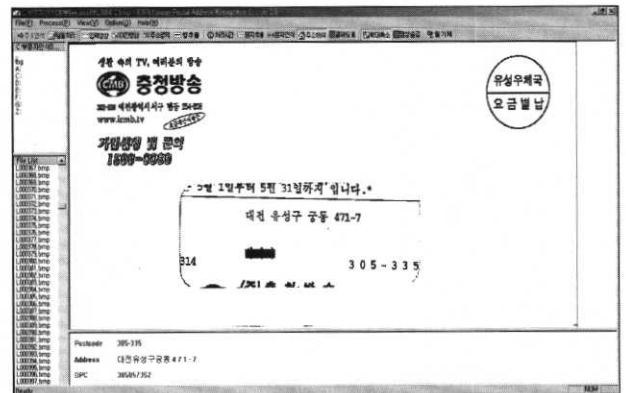
$$I_s^* = \mu(I_{s-1}^*), \quad 1 \leq s \leq S, \quad \text{where } I_0^* = 0$$

위 식은 분할 그래프의 각 노드에 들어오는 아크의 1 순위 후보만을 고려한 식이다. 여러 후보 경로를 고려하기 위해서는 Recursion 부분에서 이전 노드 i 에서의 모든 후보를 고려해야 하며 현재 노드에서도 여러 개의 후보 경로를 저장해야 한다. 또한 각 단계에서 주소 사진을 매칭하기 위해서는 노드 i 에서 노드 j 로 매칭을 확장할 때, 노드 i 까지 매칭된 주소 사진의 노드에서 아크 $i-j$ 에 해당하는 문자 후보에 연결되는 Child를 이용하여 노드 j 로 매칭을 확장해야 한다.

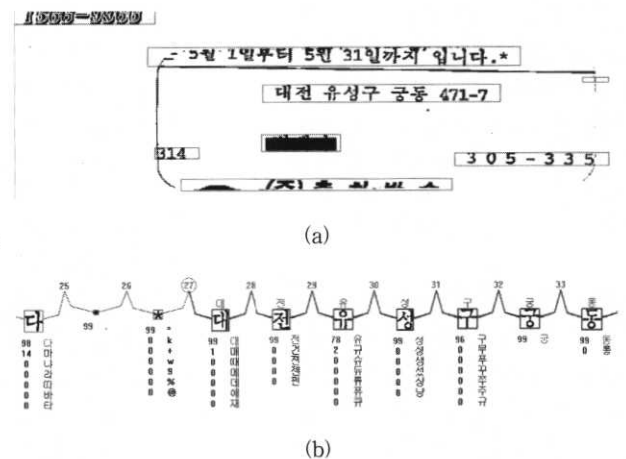
8. 우편영상 인식 실험

본 장에서는 이제까지 설명한 우편영상 인식 시스템의 실제 우편물에 대한 동작에 관해서 설명한다. 실험 대상은 대전 유성우체국에 설치된 우편물 자동 구분기에 의해 획득된 유성지역의 우편물에 대한 영상이다. 인식 실험을 대전 유성우체국의 우편물로 한정하는 이유는 현재 우리나라에서 대전 유성우체국만이 주소 해석이 가능할 수준의 주소 정보 데이터베이스가 구축되어있기 때문이다. 우편물 자동 구분기에서 우편물은 초당 13통 정도의 고속으로 이동되고, 라인스캔 카메라에 의해 직접 수집한 것이기 때문에 일반 스캐너에서 수집한 영상만큼 깨끗하지 않다.

(그림 21)은 구현된 우편영상 인식 시스템의 화면 구성을 보여준다. 그림에서 윈도우의 우측 상단은 인식대상 우편영상이고 하단은 최종 인식된 결과를 나타낸다. 인식 결과로는 해석된 우편번호와 주소, 그리고 주소에 해당하는 고유한 배달점 코드(DPC : Delivery Point Code)가 있다. 아직까지 우리나라에서는 DPC에 대한 체계와 부여방식이 결정되지 않았기에, 우편번호 상위 3자리와 임의의 6자리의 숫자로 할당하여 나타내었다.

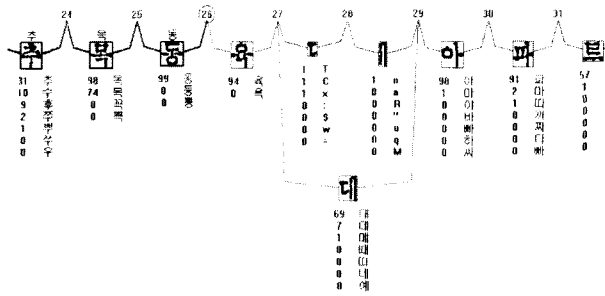


(그림 21) 우편영상 인식 시스템의 화면

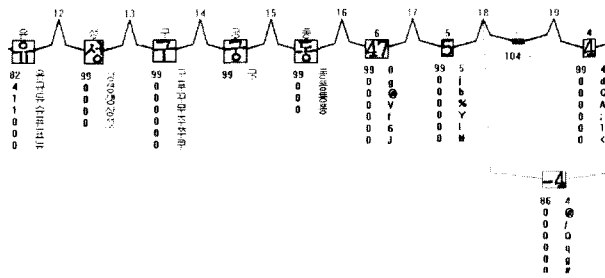


(그림 22) (a) 문자열 분리 예와 (b) 문자인식 및 주소해석 예

(그림 22)는 문자열 분할된 수신인 영상 (그림 22)(a)와 문자분할 후 인식된 결과와 이를 이용하여 해석에 성공한 결과 (그림 22)(b)를 보여준다. 해석에 성공했다는 것은 주소 사전에 있는 수신자 주소의 최종 번지까지 정확하게 추출하였다는 의미이다. 주소해석 후의 추출된 주소정보는 굵은선 경로로 표시되어 있다. (그림 22)(a)를 살펴보면 분할된 문자열에는 주소에 해당하지 않은 문자들이 매우 많고 이들에 대해 인식을 모두 수행하지만, 주소해석 과정을 거치면서 의미 있는 주소정보만이 추출됨을 알 수 있다. (그림 22)(a)에서 왼쪽 상단에 존재하는 숫자열은 주소를 구성하는 문자들의 중심에서 많이 벗어나 있으므로 이를 제거하여 불필요한 인식을 없앨 수 있다. 그러나 실제 우편물의 수신자 주소 문자열의 위치를 분석해보면 분포가 다양하여 경험에 따른 규칙의 적용으로 완벽히 해결하기는 어려움을 알 수 있다. 따라서 이러한 문제는 인식 결과를 바탕으로한 주소해석을 통하여 해결할 수 있다.

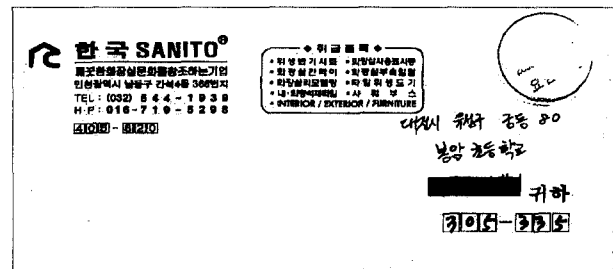
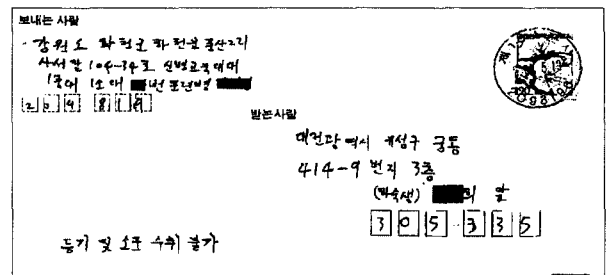
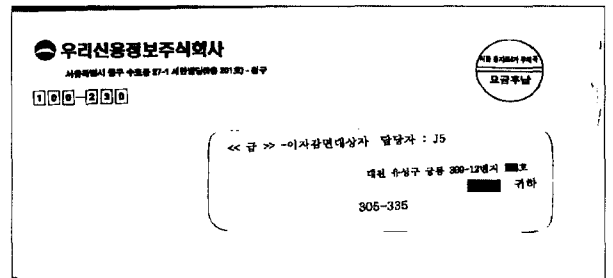
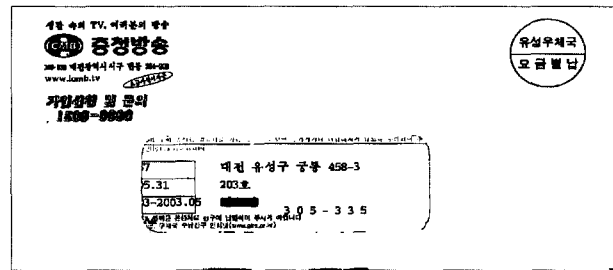
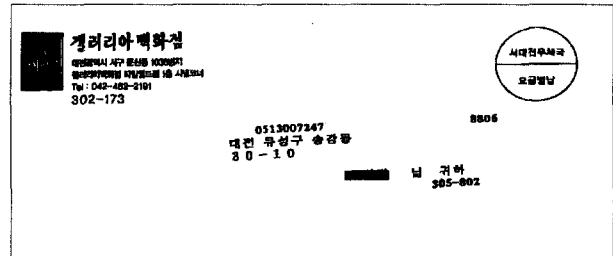
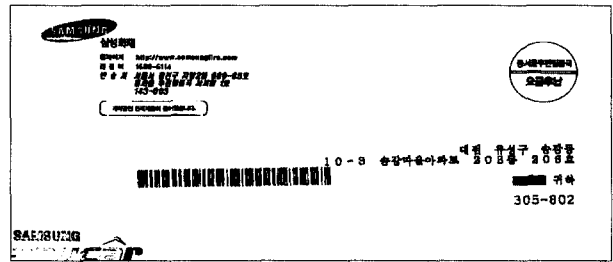


(a) 주소 데이터베이스에 아파트명이 없는 경우



(b) 문자분할이 잘못된 경우
(그림 23) 주소 해석 오류의 예

(그림 23)은 주소해석에 실패한 영상에서 추출된 주소해석 경로 그래프이다. (그림 23)(a)는 모든 문자가 올바르게 인식이 되었지만, 주소 데이터베이스에 아파트 정보가 없어 해석이 실패한 경우로서, '추목동'은 데이터베이스에 있지만 '육대아파트'는 데이터베이스에 등록되어있지 않아 해석이 '추목동'에서 종료된 경우이다. 실제 '육대아파트'는 '육군대학 아파트'가 정식 명칭으로 '육군아파트', '군인아파트' 등 다양한 표현으로 사용된다. 완벽한 주소해석을 위해서는 이들을 모두 주소 데이터베이스에 등록해야 한다. (그림 23)(b)는

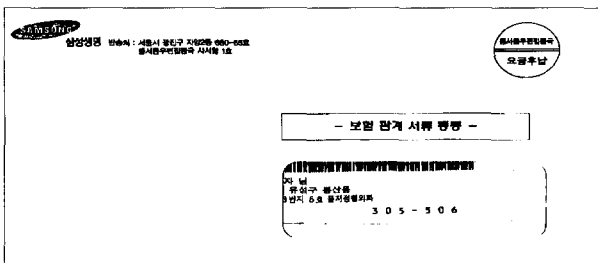
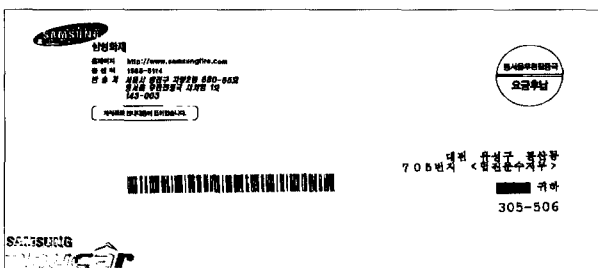
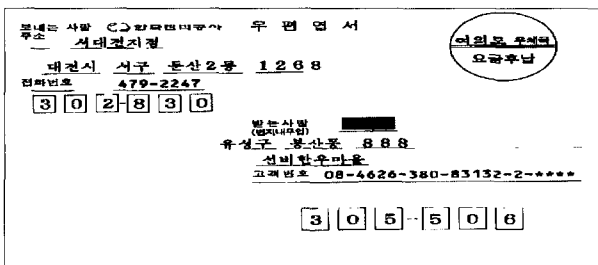


(그림 24) 인식에 성공한 우편영상

문자 분할이 잘못된 경우이다. 동 정보 까지 정확히 인식이 되었지만 번지에서 '4'와 '7'이 결합되어 하나의 문자로 추출됨에 따라 문자의 오인식이 일어난 것이다. 또한 잘못 분할된 문자의 후보 인식 결과에 '6'이 있고 이는 '5'와 결합되어 주소 데이터베이스에 있는 정보로 잘못 해석되었다. 물론 이 경우에는 인식된 문자의 신뢰도가 낮기 때문에 최종 처리에서는 배제시킬 수도 있다. 이러한 오류는 문자 폭이 좁은 2개의 문자가 기울어진 형태로 인접하게 위치함에 따라, 투영적으로 접촉이 일어나서 분할에 실패한 경우이다. 이는 '47'이 결합되었지만 한글의 문자 폭과 비슷함에 따라 후보 문자를 생성하지 못하였기 때문이다. 만일 문자 분할을 시도하여 보다 많은 분할 후보를 생성한다면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 단, 분할된 후보가 많아지면 인식 대상 문자가 많아져서 전체적인 처리 속도가 떨어진다는 단점이 있다.

(그림 24)는 인식에 성공한 우편영상의 예이다. 그림에서 알 수 있듯이 일부 기울어진 영상이나 창 봉투 영상도 성공적으로 인식할 수 있었다. 그리고, 광고 문구 등 주소 이외의 문자가 포함된 주소에서도 어느 정도 신뢰성 있게 인식할 수 있었다.

(그림 25)는 인식에 실패한 우편영상을 나타낸 것이다.



(그림 25) 인식에 실패한 우편영상

인식에 실패하는 이유는 앞에서 설명한 바와 같은 주소 사전에 정보가 없는 경우나 문자분할 오류의 경우뿐만 아니라 문자열이 접촉되거나 겹침이 심해서 문자열 분리에 실패한 경우, 문자 간격이 조밀하거나 접촉되어 문자분할에 오류가 있는 경우, 문자 획의 굵기와 뭉그러짐 등 영상의 훼손이 커져 인식이 어려운 경우, 번지의 오인식 등으로 인해 최종 배달 주소의 번지가 틀린 경우 등이 있다. 또한, 창봉투 내 내용물의 이동에 따른 주소의 가려짐 현상과 주소문자 이외의 풀이식 주소표현(예 : 교회 뒷집, 큰 나무집)에 따른 해석의 실패도 종종 발견되는 오류이다.

9. 요약 및 향후 연구

본 논문에서는 우편물 자동처리를 위한 우편영상 인식 시스템을 소개하였다. 우편영상 인식 시스템은 우편물 자동구분기에서 라인스캔 카메라를 이용하여 획득한 우편영상의 수신자 주소를 인식하고 이를 배달점 코드 형태로 출력하는 시스템으로 정의할 수 있다. 인식 실험은 주소 데이터베이스가 갖추어진 대전 유성구 지역의 우편물에 대해서 수행하였다. 실험 결과 기울어짐이 존재하는 영상과 창 봉투 영상에서도 비교적 성공적으로 인식할 수 있었으며, 광고 문구 등 주소 이외의 문자가 포함된 주소에서도 비교적 신뢰성 있게 인식할 수 있었다.

향후 연구 방향으로는 기울어짐이 심한 문자열이나 접촉된 문자를 보다 높은 성공률로 분리할 수 있도록하는 전처리 연구에 중점을 둘 필요가 있다. 또한 잘못 인식된 문자와 잘못 해석된 주소에 대해 신뢰성 있게 기각할 수 있는 방안도 연구되어야 한다. 이 외에도 현재의 인식 시스템에는 포함되어 있지 않지만 인쇄 혹은 필기된 우편물이 동시에 투입되는 실제 우편물의 자동 구분을 위하여 주소 기입 방식을 자동으로 구분하는 기능도 필요하다. 끝으로 시스템의 성능 개선을 정량적으로 평가할 수 있는 기반을 마련하고, 보다 다양한 지역의 우편물을 대상으로 시스템의 성능 개선이 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 우정사업본부, *우정사업 경영합리화 시행계획*, 2001.
- [2] 한국전자통신연구원, *제5회 우정기술 워크샵*, 1999.
- [3] S. W. Lee and K. C. Kim, "Locating destination address block on handwritten Korean envelopes," *Proc. of the International Conference on Pattern Recognition*, pp.619-621, 1994.
- [4] B. Yu, A. K. Jain and M. Mohiuddin, "Address block location on complex mail pieces," *Proc. of the International*

Conference on Document Analysis and Recognition, pp.897-901, 1997.

[5] N. Nakajima, T. Tsuchiya, T. Kamimura, and K. Yamada, "Analysis of address layout on Japanese handwritten mail - a hierarchical process of hypothesis verification," *Proc. of the International Conference on Pattern Recognition*, pp. 726-731, 1996.

[6] J. Xue, X. Ding, C. Liu, S. Pan and H. Kong, "Destination address block location on handwritten Chinese envelope," *Proc. of the International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp.737-740, 1999.

[7] G. Seni and E. Cohen, "External word segmentation of off-line handwritten text lines," *Pattern Recognition*, Vol.27, No. 1, pp.41-52, 1994.

[8] U. Mahadevan and R. Nagabushnam, "Gap metrics for word separation in handwritten lines," *Proc. of the International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp.124-127, 1995.

[9] R. G. Casey and E. Lecolinet, "A survey of methods and strategies in character segmentation," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.18, No.7, pp.690-706, 1996.

[10] Y. Lu, "On the segmentation of touching characters," *Proc. of the International Conference on Document Analysis and Recognition*, pp.440-443, 1993.

[11] S.-W. Lee, D.-J. Lee, H.-S. Park, "A new methodology for gray-scale character segmentation and recognition," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 18, pp.1045-1051, 1996.

[12] 권재욱, 조성배, 김진형, "계층적 신경망을 이용한 다중 크기의 다중활자체 한글문서 인식", *한국정보과학회논문지*, 제19권 제1호, pp.69-79, 1992.

[13] S. B. Cho and J. H. Kim, "Hierarchically structured neural networks for printed Hangul character recognition," *International Joint Conference on Neural Networks*, Vol.1, pp. 265-270, 1990.

[14] 이진수, 권오준, 방승양, "개선된 자소 인식 방법을 통한 고인식을 인체체 한글 인식", *한국정보과학회논문지*, 제23권 제8호, pp.841-851, 1996.

[15] 김우태, 윤병식, 박인규, 진성일, "인체체 한글 문자인식을 위한 특징성능의 비교", *한국정보과학회논문지*, 제20권 제8호, pp.1103-1110, 1993.

[16] S. I. Chien, "Hangul(Korean) and English OCR system using multiple hypothesis driven neural nets," *Korean-French Character Recognition Workshop*, pp.37-52, 1994.

[17] H. Kim and J. Kim, "Hierarchical random graph representation of handwritten characters and its application to Han-

gul recognition," *Pattern Recognition*, Vol.34, pp.187-201, 2001.

[18] S. Jeong, K. Lim, and Y. Nam, "A combination method of two classifiers based on the information of confusion matrix," *International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition*, pp.519-523, 2002.

[19] K. Kim, J. Kim, and C. Suen, "Segmentation-based recognition of handwritten touching pairs of digits using structural features," *Pattern Recognition Letters*, Vol.23, pp.13-24, 2002.

[20] 이성환, 김은순, "주소 및 성명에서의 한글인식을 위한 효율적인 오인식 교정 알고리즘", *한국정보과학회논문지*, 제20권 제5호, pp.729-738, 1993.

[21] 김수형, "최소거리 분류 및 사전기반 후처리의 강결합에 의한 필기한글 주소열의 인식", *한국정보과학회논문지*, 제25권 제8호, pp.1195-1205, 1998.

[22] 이관용, 권진욱, 이일병, "단어 수준의 음절 공기 확률을 이용한 한글 주소인식", *한국정보과학회논문지*, 제25권 제12호, pp.1758-1768, 1998.

[23] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, Vol.9, pp.62-66, 1979.

[24] D. E. Rumelhart, G. E. Hinton and R. J. Williams, "Learning internal representations by error propagation," *Parallel Distributed Processing*, Vol.1, pp.319-362, 1986.



김 호 연

e-mail : hoyon@etri.re.kr
 1992년 연세대학교 전산과학과 (이학사)
 1994년 한국과학기술원 전산학과 (공학석사)
 1997년 일본 NHK 放送技術研究所 방문 연구원

1999년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
 1999년 독일 SIEMENS ElectroCom 방문연구원
 1999년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 선임연구원
 관심분야 : 패턴인식, 문자인식, HMM, 영상처리, 신경망, 기계 학습 등



임 길 택

e-mail : ktlim@etri.re.kr
 1993년 경북대학교 전자공학과(공학사)
 1995년 경북대학교 전자공학과(공학석사)
 1999년 경북대학교 전자공학과(공학박사)
 1999년~현재 한국전자통신연구원 우정 기술연구센터 선임연구원
 관심분야 : 패턴인식, 문자인식, 영상처리, 컴퓨터비전, 신경망 등



김 두 식

e-mail : doosik@etri.re.kr

1995년 고려대학교 전산과학과(이학사)

1997년 고려대학교 전산과학과(이학석사)

1998년 한국 IBM 소프트웨어 연구소 연구원

1999년~현재 한국전자통신연구원 우정기술
연구센터 연구원

관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터비전, 소프트웨어 공학 등



남 윤 석

e-mail : ysnam@etri.re.kr

1984년 아주대학교 산업공학과(학사)

1989년 Polytechnic Univ.(New York),
Dept. of the Industrial Engineer-
ing(공학석사)

1992년 Polytechnic Univ.(New York),
Dept. of the Industrial Engine-
ering(공학박사)

1993년~현재 한국전자통신연구원 우정기술연구센터 자동구분
처리연구팀장

관심분야: 소프트웨어 공학, 패턴인식 등