

숫자인식을 이용한 성인인증기 개발

김갑순*, 박종조*

Development of Adult Authentication System using Numeral Recognition

Gab-Soon Kim* and Joong-Jo Park*

ABSTRACT

This paper describes the development of adult authentication system using numerical recognition. Nowadays, the automats are very popular and they are dealing in many item such as coffee, soft drinks, alcoholic drinks and cigarettes, etc. Among these items, some are harmful to the minor, and so the sale of these to the minor must be prohibited. In relation to this, adult authentication system is required to be equipped to the automat which deals in items harmful to minor. According to these demands, we develop the adult authentication system. This system capture the image of a residence certificate card by the identification card-reader, and recognize its numbers and identify it as adult or minor by main computer, where numeral recognition is accomplished by using image processing methods and neural network recognizer. The characteristic test of the system is carried out, and its result reveals that the system has the error of less than 1%. Thus, it is thought that the system can be used for identifying adult in the automats.

Key Words : Adult authentication system(성인인증기), Automat(자동판매기), Identification card-reader(신분증 리더기), Numerical recognition(숫자인식), Neural networks(신경망회로)

1. 서론

산업이 발달함에 따라 인간의 편의를 위해 커피 자동판매기, 음료수 자동판매기, 담배 자동판매기, 술 자동판매기, 등 헤아릴 수 없이 많은 종류의 무인판매기가 사용되고 있고 앞으로 더욱 많이 이용될 전망이다. 이와 같은 무인 자동판매기는 누구나 사용할 수 있기 때문에 청소년이 그들에게 유해한 담배, 술, 등과 같은 물건을 어디에서나 구입하여 사용할 수 있는 실정이다.

그러므로 정부에서는 담배 자동판매기, 술 자동

판매기 등과 같이 청소년의 건강과 건전한 교육에 해가되는 물건을 판매하는 무인 자동판매기의 제작을 금지하고 있는 실정이다. 이와 같이 청소년에게 유해한 물건을 판매하는 무인 자동판매기를 인간의 편의를 위하여 사용하기 위해서는 청소년과 성인을 판별하는 특별한 장치가 필요하다. 성인인지 혹은 청소년인지의 판별은 주민등록증, 운전면허증, 등과 같은 신분증에 표기된 주민등록번호를 읽고, 읽은 주민등록번호를 인식하여 현재 등록된 국민의 주민등록번호와 비교하여 판단할 수 있다.

신분증에 표기된 주민등록번호를 정확하게 인

* 2002년 4월 24일 접수

* 경상대학교 전기전자공학부 제어계측공학과, 공학연구원(ERI)

식하기 위해서는 신분증의 입력 및 퇴출을 정확하게 자동으로 제어하고 주민등록번호의 영상을 취득할 수 있는 신분증 리더기와 영상으로 취득한 주민등록번호를 숫자로 인식하는 숫자인식 기술이 필요하다. 따라서 청소년에게 유해한 물건을 판매하는 무인 자동판매기를 널리 사용하기 위해서는 청소년과 성인을 구별할 수 있는 성인인증기의 개발이 시급하다.

본 논문에서는 주민등록번호를 인식하여 청소년과 성인을 구별할 수 있는 성인인증기를 개발하였다. 이것은 성인인증기의 내부에 신분증을 입력시킬 수 있고 주민등록번호를 영상으로 취득할 수 있는 신분증 리더기와 이를 제어하기 위한 제어장치 및 주민등록번호를 인식하여 성인과 청소년을 구별할 수 있는 주민등록번호 인식알고리즘으로 구성된다. 개발된 성인인증기를 이용하여 주민등록증의 주민등록번호를 숫자 인식하는 특성시험을 실시한다.

2. 성인인증기 설계 및 구현

2.1 성인인증기의 구성

Fig. 1은 성인인증기 본체의 개략도를 나타내고 있으며, 이것은 몸체, 신분증 리더기의 제어장치, 카메라(모델: Ipac, 640×480pixels), DC 모터(모델: CJ-370C, DC12V), 롤러(Roller), 근접센서 1과 2, 스톱퍼(Stopper), 조명등(Incandescent Lamp, DC12V, 5W), 등으로 구성되는 신분증 리더기와 메인 컴퓨터(Pentium III, 733MHz, 128MB RAM)로 구성된다. 신분증 리더기는 신분증을 정확하게 입력 및 퇴출을 시키며, 신분증의 주민등록번호의 영상을 취득하는 기능을 가지고 있으며, 메인 컴퓨터는 영상처리된 주민등록번호를 인식하여 성인의 주민등록번호와 비교하여 청소년과 성인을 판별하는 기능을 한다.

신분증의 주민등록번호를 인식하는 과정은 다음과 같다. 첫째, 주민등록증을 신분증 리더기의 입구에 입력시키면 근접센서 1이 동작되고, 이 신호는 신분증 리더기의 제어장치에 전달되며, 제어장치의 명령에 의해 DC 모터가 정회전하여 롤러가 신분증을 성인인증기 내부로 입력시킨다. 둘째, 주민등록증이 근접센서 2에 도착하면 근접센서가 동작되어 제어장치의 제어에 의해 모터가 정지됨과

동시에 주민등록증은 스톱퍼에 접촉되어 정지한다. 셋째, 제어장치에 의해 조명등이 점등되고, 카메라가 신분증의 주민등록번호 등 문자와 숫자의 영상을 취득하여 메인 컴퓨터에 보내며, 메인 컴퓨터는 숫자인식기법을 이용하여 주민등록번호를 인식하여 메인 컴퓨터에 입력된 성인들의 주민등록번호와 비교하여 청소년과 성인을 구별한다.

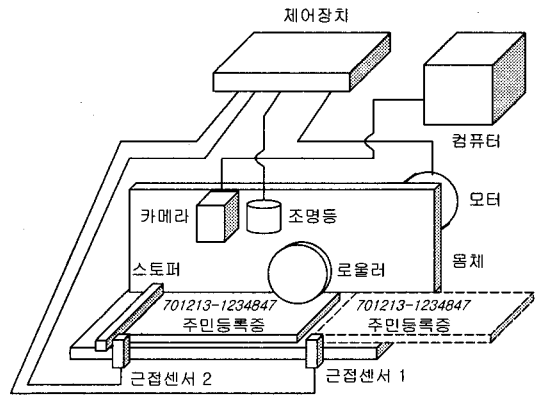


Fig. 1 Schematic diagram of the adult identification system

2.2 신분증 리더기의 제어장치

Fig. 2는 신분증 리더기의 제어장치 블록도로 나타내고 있으며, 이것은 마이크로프로세서(8051), ROM, RAM, GAL, 근접센서 1과 2, 모터 드라이버, DC 모터, 등으로 구성되어 있다. 마이크로프로세서(8051)는 주민등록번호를 인식하는 메인 컴퓨터와 성인인증기의 제어에 관한 신호를 RS232C 시리얼 통신을 하며, 근접센서 1과 2의 신호를 받아 DC 모터를 정역회전 동작 혹은 정지시킨다. ROM(Read Only Memory)은 마이크로프로세서가 메인 컴퓨터와 신호를 주고받는 프로그램과 근접센서의 신호를 받아 모터를 제어하는 모든 프로그램을 저장하는 메모리이며, RAM(Random Access Memory)은 마이크로프로세서가 데이터를 저장하는 메모리이다. GAL은 마이크로프로세서로부터 ROM, RAM, 등을 선택할 때 사용되는 로직회로가 저장되어 있으며, 근접센서 1과 2는 주민등록증의 입력 및 출력의 상황을 신호로 출력한다. 모터 드라이버와 DC 모터는 마이크로프로세서의 제어신호에 의해 정회전 및 역회전된다.

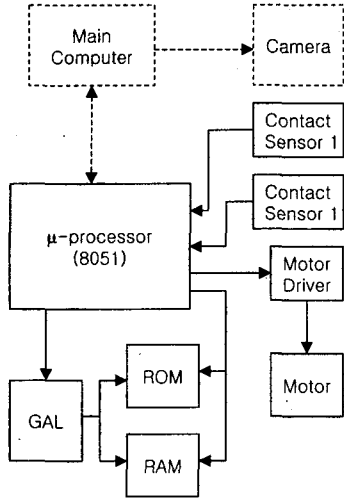


Fig. 2 Block diagram of the control system of the identification card-reader

Fig. 3은 신분증 리더기의 제어 순서도를 나타낸 것이다. 신분증 리더기의 스위치를 ON하거나 리셋 스위치를 ON하면 신분증 리더기의 시작 초기화가 실행된다. 초기화는 모터의 정회전(신분증 입력시 모터의 동작)과 역회전 동작(신분증의 퇴출시 모터의 동작) 점검, 근접센서 1과 2의 동작 점검을 수행하고, 신분증 리더기의 내부에 있는 신분증을 퇴출시키기 위한 모터의 역회전 동작을 4초 동안

실시한다. 이후 신분증 리더기의 제어장치는 메인 컴퓨터로부터의 명령을 기다린다. 메인 컴퓨터로부터 받는 명령은 신분증 리더기의 초기화(30H), 신분증 리더기 내의 상태요구(31H), 신분증 리더기에 신분증 입력요구(32H), 신분증 리더기에 신분증 퇴출요구(33H)이다.

신분증 리더기의 초기화는 위에서 설명한 내용과 같은 내용으로 처리하며, 메인 컴퓨터에서 요구에 의해 처리되는 것이 다르다. 신분증 리더기 내의 상태요구는 현재 리더기 내에 신분증이 있는지를 메인 컴퓨터가 알아보기 위해 신분증 리더기의 제어장치에 요구하는 것이다. 신분증 리더기에 신분증 입력요구는 메인 컴퓨터에서 신호를 주고받을 준비가 된 후 리더기에 신분증을 입력시키기라는 것이며, 근접센서 1에 신분증이 접근되면 모터가 정회전하여 신분증을 입력시키기 시작하여 근접센서 2에 접근하면 모터를 정지시킨다. 신분증 리더기에 신분증 퇴출요구는 메인 컴퓨터의 명령으로 카메라가 신분증의 주민등록번호의 영상을 취득하여 메인 컴퓨터에 보내진 후에 메인 컴퓨터가 신분증 리더기에 신분증을 퇴출시키라는 명령을 내림으로써 수행되며, 또한 리더기에 신분증이 있다는 것을 메인 컴퓨터가 감지하였을 때 신분증을 퇴출시키기 위하여 사용된다. 신분증 리더기는 위에서 설명한 신분증 리더기의 초기화, 신분증 리더기의 상태요구, 신분증 리더기에 입력요구 및 신분증 리더기에 퇴출요구 중 1가지를 메인 컴퓨터로부터 명령

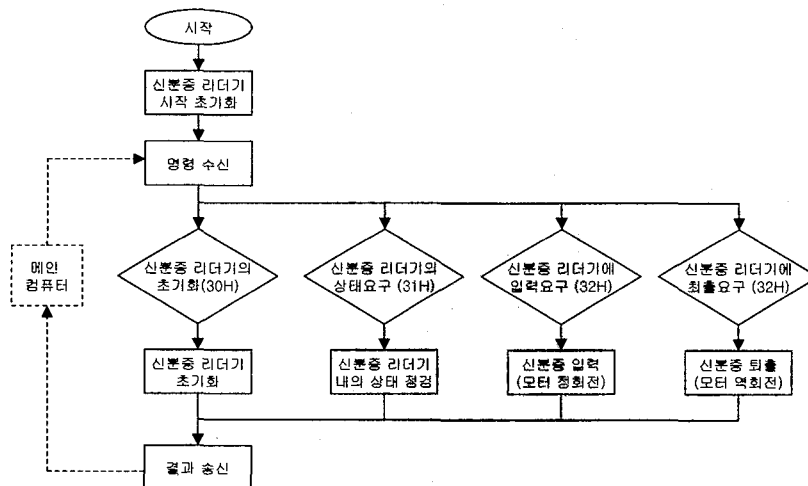


Fig. 3 Control flow chart of the identification card-reader

을 받고, 이를 수행한 후에 그 결과를 메인 컴퓨터에 송신한다.

신분증 리더기는 메인 컴퓨터로부터 수신된 명령을 처리하고 나면 메인 컴퓨터에게 응답을 송신한다. 응답은 2개의 항목으로 구성되는데, 첫 번째 항목은 응답 유형으로서 명령을 성공적으로 수행한 경우에는 'P'(50H, Positive), 실패한 경우에는 'N'(4EH, Negative)이 된다. 만일 응답 유형이 'N'이면 메인 컴퓨터는 새로이 명령을 송신해야 할 것이다. 두 번째 항목은 신분증 리더기내의 신분증 유무 상태를 나타내는 항목으로서, 이는 응답 유형이 'P'인 경우에만 유효한데, 이 항목의 값으로는 신분증 리더기의 입구(Gate)에 신분증이 걸쳐 있으면 01H가 되고, 신분증 리더기의 내부(Inside)에 카드가 들어 있으면 02H가 되며, 신분증 리더기내에 신분증이 없으면 04H가 된다. 신분증 리더기 내부에 카드가 있는지 여부는 근접센서 1과 2를 사용하여 판단된다.

메인 컴퓨터는 신분증 리더기에게 명령을 송신하고, 신분증 리더기는 명령에 따라 작업을 수행한 후 메인 컴퓨터에게 그 결과를 응답신호로 회신한다. 이러한 상호간의 통신 신뢰성의 확보를 위해 다음과 같은 통신 프로토콜을 설계하여 사용하였다. 프로토콜 구현에 사용한 제어신호는 3종류로 구성되는데, 먼저 ACK(06H)는 명령을 잘 받았음을 나타내는 신호로서 신분증 리더기가 송신한다. NAK(15H)는 명령을 올바르게 받지 못했으므로 명령을 다시 보내라는 신호로서 역시 신분증 리더기가 송신한다. ENQ(05H)는 조금 전에 송신한 명령을 시행하라는 신호로서 메인 컴퓨터가 ACK를 수신한 경우에 송신하는 신호이다.

Fig. 4는 본 시스템에서 사용된 통신 프로토콜 시퀀스를 나타낸다. Fig. 4의 (a)는 정상 동작의 경우로서, 신분증 리더기는 명령을 수신하면 ACK를 송신하고 그 후 ENQ를 수신하면 명령을 수행한 후 응답을 송신한다. Fig. 4의 (b)는 통신에러가 발생한 경우로서, 신분증 리더기가 메인 컴퓨터로부터 수신한 데이터에 에러가 있음을 발견하면 NAK를 송신한다. 그러면 메인 컴퓨터는 다시 명령을 재전송하고 신분증 리더기가 이를 올바르게 수신하면 그 후부터는 정상동작으로 돌아간다. 이러한 방법을 사용함으로써 통신의 신뢰성을 확보할 수 있다.

2.3 주민등록번호 인식 알고리즘

본 논문에서 개발한 성인인증기는 PC 카메라로 주민등록증 영상을 취득하고 영상처리 및 패턴인식 기법을 통해 주민등록번호를 인식하여 그로부터 성인 여부를 판정한다. 인식기의 수행과정은 크게 두 부분으로 나눈다. 첫 번째 과정에서는 입력영상의 내용이 주민등록증인가를 판정하고, 주민등록증인 경우 그로부터 주민등록번호 영역을 발체하여 숫자인식기에 적합한 입력데이터로 변환하는 기능을 수행한다. 두 번째 과정에서는 첫 번째 과정에서 구해진 입력데이터를 숫자인식기에 입력하여 주민등록번호를 인식하고 이로부터 성인 여부를 판정하는 기능을 수행한다. 여기서 숫자인식기로는 인쇄체 숫자를 인식하는 다층퍼셉트론 신경회로망 인식기를 사용하였으며, 이에 대한 세부내용은 다음절에서 설명된다. Fig. 5는 본 인식부에서 수행되는 주민등록번호 인식 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것이며, 자세한 설명은 다음과 같다.

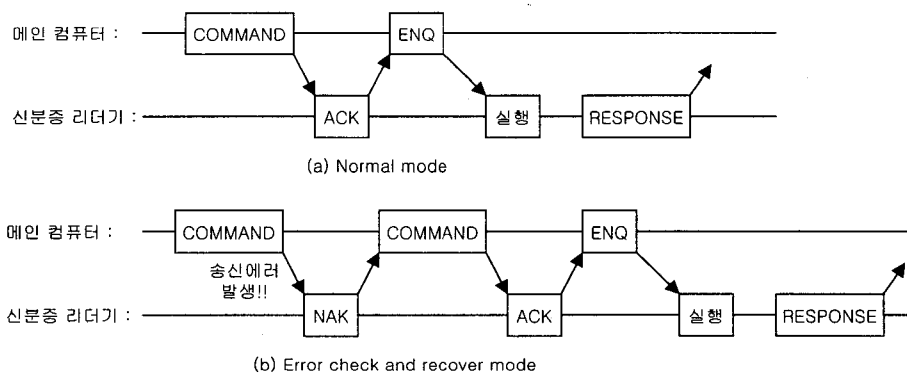


Fig. 4 Communication protocol sequence

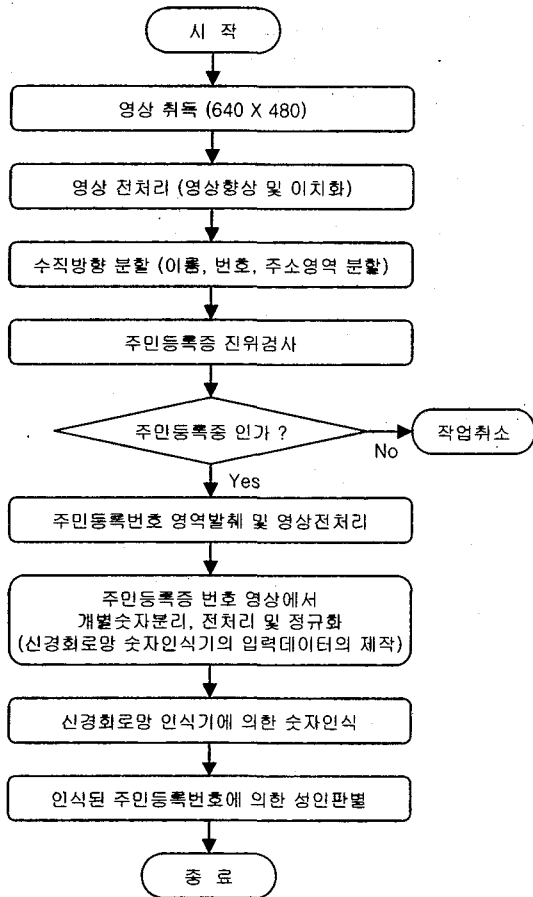


Fig. 5 Flowchart of recognition algorithm of residence certificate number

(1) 영상 취득

입력영상인 주민등록증 영상으로는 PC 카메라를 이용하여 640x480 해상도인 칼라 영상을 취득하고 이를 256 그레이 레벨 영상으로 변환하여 사용한다. 본 입력영상은 주민등록증내부의 이름, 주민등록번호, 주소 부분들이 포함되도록 취득되어야 한다. 여기서 주민등록번호만이 인식에 사용되며 나머지는 주민등록증 여부의 판정을 위해 필요하다. 또한 입력영상의 취득시, 전반적으로 밝거나 어두운 것은 허용되나 반드시 균일한 조명이 사용되어야 한다. 조명이 균일하지 않을 경우 입력영상으로부터 문자부분을 분할할 때 오류가 발생할 우려가 있다.

(2) 영상 전처리

입력영상을 전처리하여 문자와 배경이 분리된 이치영상을 생성한다. 본 전처리 과정은 영상 향상, 잡음제거 및 이치화로 구성된다. 먼저 영상향상 기법으로는 국부적 스트레칭연산을 사용함으로써 전반 조명의 불균일성을 극복하도록 하며, 잡음제거를 위해 매디안필터를 사용한다. 잡음제거시 매디안필터링을 여러번 수행하면 다소 두터운 잡음도 제거될 수 있다. 앞에서 영상향상을 수행하였으므로 영상이치화는 단순한 임계치를 사용하여도 충분하다.

(3) 수직방향 분할

앞에서 얻어진 이치영상에 대해 수직방향 분할을 수행하여 4개의 블록을 얻는다. 이때 수직방향 분할은 이치영상에서 행 단위로 화소값을 합산함으로써 수평방향의 프로젝션 데이터를 얻고 이 프로젝션 데이터들의 히스토그램을 조사하여 데이터 값이 영이 아닌 영역들을 발췌함으로써 구현된다. 이 방법으로 수직방향 분할을 수행하면 여러 개의 블록들이 얻어지는데 그 중 본 기법에서는 4개의 블록만이 필요하다. 이 블록들은 위쪽부터 차례로 주민등록증의 이름 부분, 주민등록번호 부분 그리고 두 줄의 주소 부분에 해당되는데, 여기서 성인인증에 필요한 부분은 주민등록번호가 포함된 두 번째 블록뿐이고 나머지 블록들은 주민등록증의 진위를 판정하는데 사용된다. 이 수직방향 분할에서 더 많은 블록들을 구해서 사용할 수도 있으나, 4개의 블록이면 본 연구의 목적인 주민등록번호 인식을 위해 충분하다.

(4) 주민등록증 진위 검사

주민등록증의 진위 검사는 앞에서 구해진 분할 정보를 이용하여 주민등록증 내부에 있는 문자열의 크기 및 배치 상태를 조사하여 수행한다. 즉, 다음 5가지의 경우 중 어느 하나에 해당되면 입력영상을 주민등록증이 아닌 것으로 판정한다.

- 앞서의 수직방향 분할에 의해 얻어진 분할 영역의 개수가 3개보다 작거나 4개보다 큰 경우.
- 주민등록번호 영역의 높이가 임계높이보다 10%이상 크거나 작은 경우.
- 이름과 주민등록번호 사이의 공간 높이가 임계높이보다 10%이상 크거나 작은 경우.
- 주민등록번호와 주소 사이의 공간 높이가 임계

높이보다 10%이상 크거나 작은 경우.

- 주민등록번호 영역의 수평 길이가 임계길이 보다 10%이상 크거나 작은 경우.

만일 입력영상이 주민등록증인 것으로 판명되면 다음 단계로 가서 인식처리를 수행하며, 아니면 인식처리를 취소한다.

(5) 주민등록번호 영역 발체 및 영상 전처리

앞에서 구해진 분할 정보를 이용하여 주민등록증 입력영상으로부터 주민등록번호 영역을 발체하고, 국부적 스트래칭연산을 적용하여 영상향상을 수행한 후, 메디안필터를 사용하여 잡음제거를 하고, 임계화를 통해 이치영상으로 만든다.

(6) 개별숫자 분리, 전처리 및 정규화

본 과정은 신경회로망 인식기를 위한 입력 데이터를 생성하는 과정으로서, 앞의 수직방향 분할에서 구한 두 번째 블록인 주민등록번호 영상에 수평방향 분할을 수행하여 개별 숫자들을 분리해 낸다. 이때 수평방향 분할은 주민등록번호 영상에서 열단위로 화소값을 합산함으로써 수직방향의 프로젝션 데이터를 얻고 이 프로젝션 데이터들의 히스토그램을 조사하여 데이터 값이 영이 아닌 영역들을 발체함으로써 구현된다. 그후 분할된 각각의 개별 숫자영상에 세선화와 팽창연산을 적용하여 두께가 균일한 숫자 형태로 만들고, 크기 정규화를 통해 각 숫자영상을 지정된 크기로 변환한 후, 숫자영상의 화소값을 0과 1사이의 실수값으로 정규화한다.

(7) 신경회로망 인식기에 의한 숫자인식

앞에서 준비된 정규화된 숫자영상을 다층퍼셉트론 신경회로망 인식기에 입력하여 각 숫자영상의

숫자를 인식한다. 본 인식기의 세부내용은 다음절에서 설명된다.

(8) 인식된 주민등록번호에 의한 성인 판별

앞에서 인식된 숫자들의 집합은 하나의 주민등록번호에 해당하므로, 이로부터 성인 여부를 판별한다.

2.4 인쇄체 숫자 인식기

일반적으로 숫자인식에 있어서의 인식성능은 어떤 숫자특징을 사용하는가와 어떤 종류의 인식기 즉, 분류 알고리즘을 사용하는가에 달려있다⁽¹⁴⁾. 숫자특징으로는 크게 구조적 특징과 수치적 특징으로 나눌 수 있는데, 본 논문에서는 수치적 특징들 중에서 특징추출이 간단한 메시(Mesh) 특징을 사용하였다. 그리고 인식기로서 다층퍼셉트론 신경회로망 인식기를 사용하였다⁽⁴⁻⁶⁾. 일반적으로 메시 특징은 그 인식효과에 한계가 있는 것으로 알려져 있으나, 신경회로망의 학습시 여러 종류의 숫자 폰트를 샘플 데이터로 사용함으로써 우수한 인식성능을 얻을 수 있다⁽⁵⁾.

Fig. 6은 신경회로망 숫자 인식기의 구성도를 보인다. 인식기의 입력인 숫자특징 데이터로는 메시 특징을 사용하는데, 이 메시 특징은 주어진 숫자영상을 세선화한 후 팽창연산을 적용하여 숫자를 이루는 선의 두께가 비교적 균일하도록 교정하고, 그 후 숫자영상의 크기를 [16x24] 크기로 변환한 후, 영상의 화소값을 [0,1] 사이의 실수값으로 정규화하여 얻는다.

인식기로 사용된 다층퍼셉트론 신경회로망의 구조는 다음과 같다. 먼저 입력 노드의 개수는 메

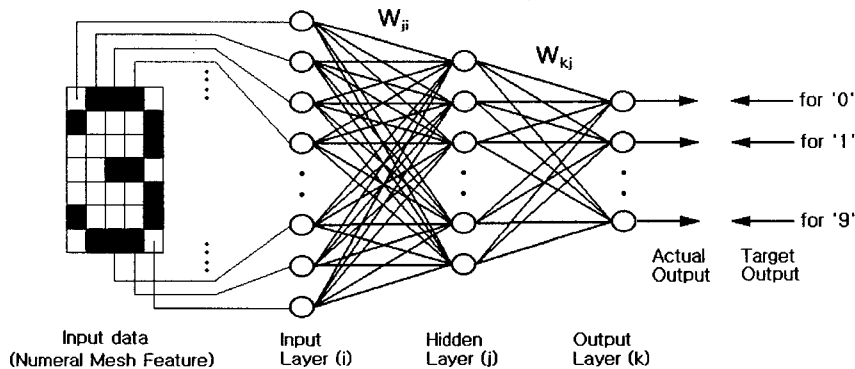


Fig. 6 Block diagram of typed numeral recognition system

시 특징의 크기 [16x24]에 의해 384개가 되고, 출력 노드의 개수는 숫자 0~9의 구별을 위해 10개가 된다. 은닉층은 한 개를 사용하였으며 그의 노드 개수는 50개이다.

인식기의 학습은 GDR(Generalized Delta Rule)을 이용한 오류역전파(Error Back-Propagation) 학습 알고리즘을 사용하였다⁽⁶⁾. 본 학습 알고리즘은 입력이 주어질 때 신경회로망의 실제출력과 목표출력사이의 오차를 줄이는 방향으로 노드간의 연결강도를 수정해 간다. 학습시에 연결강도는 식 (1)에 따라 수정되어지는데, 여기서 $w_{ji}(n)$ 은 n번째 학습시의 연결강도, $\Delta w_{ji}(n+1)$ 는 n+1번째 학습에서 계산된 연결강도의 수정량을 나타낸다.

$$w_{ji}(n+1) = w_{ji}(n) + \Delta w_{ji}(n+1) \quad (1)$$

식 (1)에서 연결강도의 수정량은 다음의 방식으로 계산된다. 즉, 먼저 실제출력과 목표출력사이의 오차의 제곱을 식 (2)로 계산한다. 여기서, t_j 는 목표출력의 j성분, o_j 는 실제출력의 j성분을 나타낸다.

$$E = \frac{1}{2} \sum_j (t_j - o_j)^2 \quad (2)$$

그러면, 노드 j와 노드 i사이의 연결강도 w_{ji} 의 수정량 Δw_{ji} 는 식 (3)으로 계산된다. 여기서, E는 목표출력과 실제출력간의 오차의 제곱이고, η 는 학습계수를 나타내며, δ_j 는 연결 ji의 종점 노드에 관한 오차신호, o_i 는 연결 ji의 시점 노드의 출력을 나타낸다.

$$\Delta w_{ji} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ji}} = \eta \delta_j o_i \quad (3)$$

식 (3)에서 오차신호 δ_j 는 노드가 출력층인가 은닉층인가에 따라 다르게 계산되는데, 먼저 출력층내의 노드 j에 대한 δ_j 는 식 (4)로 계산되고, 은닉층내의 노드 j에 대한 δ_j 는 식 (5)로 계산된다. 여기서 f_j 는 노드 j의 활성화함수로서 시그모이드

(Sigmoid)함수가 사용되고, $net_j = \sum_i w_{ji} o_i$ 는 노드 j로 입력되는 입력신호와 연결강도들의 곱의 총합이다. 이 오차신호는 출력층에서 가장 먼저 계산되고, 점차 입력층 방향으로 각 은닉층에 대해 계산되어 온다.

$$\delta_j = (t_j - o_j) f_j'(net_j) \quad (4)$$

$$\delta_j = f_j'(net_j) \cdot \sum_k \delta_k w_{kj} \quad (5)$$

결국, 식 (3)에 의해 연결강도의 수정량이 계산되는데, 본 연구에서는 이를 수정한 식 (6)을 연결강도의 수정량으로 사용하였다. 즉, n+1번째의 수정량은 식 (3)으로 계산된 수정량에 n번째의 수정량의 일정량을 고려하여 구해진다. 여기서, n은 학습회수, η 는 학습 계수, α 는 모멘텀 계수이다. 특히 식 (6)에서 사용되는 $\alpha \Delta w_{ji}(n)$ 는 모멘텀 항(Momentum Term)이라고 하며, 이 항은 오차 진동을 적게하여 수렴속도의 향상을 도모하게 해준다.

$$\Delta w_{ji}(n+1) = \eta \delta_j o_i + \alpha \Delta w_{ji}(n) \quad (6)$$

본 인식기의 학습을 위한 학습용 샘플 데이터로는 여러 폰트의 인쇄체 숫자들로 구성된 총 800개의 숫자 영상을 준비하여 사용하였다. 총 학습회수는 100회로서, 본 인식기의 경우 10개 숫자의 분류를 위해 학습시에 많은 샘플 데이터를 사용함으로써 적은 학습회수로도 좋은 인식성능을 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

본 논문에서 개발한 성인인증기의 성능은 크게 신분증 리더기 및 제어시스템에서 발생하는 에러와 인식부에서 발생하는 에러에 의해 결정된다. 신분증 리더기 및 제어장치에서 발생하는 에러로는, 첫째 신분증 리더기의 기계장치인 롤러, 베어링, 스톱퍼 등의 마모에 의해 입력되는 신분증에 적당한 압력을 가하지 못할 경우에 발생할 수 있다. 두 번째 리더기의 제어장치 오류는 제어장치의 구성요소인 마이크로프로세서 및 주변전자부품, 모터, 근접센서의 오동작 혹은 고장으로 인해 발생할 수 있다.

본 시스템에 사용된 부품들은 제작회사의 특성시험 결과 품질이 보증된 것들이므로 반영구적으로 사용될 수 있으리라 생각된다. 신분증 리더기와 이것의 제어장치, 즉 성인인식기의 특성시험을 200회 이상 실시하였으며, 그 결과 오동작 없이 정상으로 동작됨을 확인하였다.

인식부에서 발생하는 에러로는, 첫 번째로 영상 분할 에러이다. 영상 분할은 입력영상에서 배경과 문자열을 분리해 내는 처리인데 이의 성능은 분할 직전에 수행하는 영상 전처리의 결과에 크게 좌우된다. 본 인식부의 전처리 과정에서는 국부적 스트레칭을 사용하여 조명의 영향에 둔감하도록 하였으나 기구부에 설치된 전반조명이 불량할 경우에는 어떠한 영상 전처리 기법도 효과를 나타내기 어렵다. 따라서, 전반조명의 설치 방식이 중요해 지는데, 본 시스템에서는 카메라로 취득된 영상이 전체적으로 균일하게 어둡거나 밝은 것은 허용되나 국부적으로 밝은 스포트광선 부분이 존재하지는 않도록 전반조명을 설치하였다. 두 번째 에러는 주민등록증 진위 검사에서 발생하는 에러이다. 본 시스템에서는 주민등록증 진위 검사를 위해 주민등록증내부의 문자열의 구조를 조사하는 방식을 사용하였다. 주민등록증의 문자열 구조는 운전면허증이나 각종 신용카드의 구조와 분명한 차이를 가지므로 본 구조적 검사 방법은 좋은 효과를 나타내었다. 세 번째 에러는 숫자인식에서 나타날 수 있는 에러이다. 본 시스템은 학습 기능과 일반화 기능을 갖는 다층퍼셉트론 신경회로망 인식기를 사용하고, 신경회로망의 학습시 많은 종류의 폰트 숫자들을 학습데이터로 사용함으로써 보간 기능을 강화하여 인식기의 강인성을 향상시켰다.

본 성인인증기의 주민등록번호 인식용 숫자인식 알고리즘의 성능검사를 위해 100개의 주민등록증에 대해 실험하였다. 그 결과 99개가 올바르게 인식되었고 1개가 오인식되어 99%의 인식률을 나타내었는데, 오인식 이유는 주민등록증에 존재하는 홀로그램이 영상에서 강한 밝기를 갖는 부분으로 나타나 숫자부분을 희손시켰기 때문이었다. 일단 주민등록번호를 구성하는 각 숫자들이 인식되고 나면 성인 및 미성년자의 판정은 쉽게 이루어진다. 즉, 주민등록번호의 첫 6개 숫자들은 그 사람의 생년월일을 나타내므로 이 중에서 처음 2개 숫자를 조사함으로써 그의 나이를 환산하고 이로부터 성인 여부를 판정한다. 만일 법제상으로 성인의 나이가

바뀔 경우에는 이 부분만 수정함으로써 간단히 성인 판정을 교정할 수 있다.

한편, 본 연구에서 개발한 성인인증기는 운전면허증, 공무원증, 회사신분증 등은 사용될 수 없으며 주민등록증만 사용될 수 있도록 개발되었다. 그 이유는, 공무원증 및 회사신분증 등은 크기가 다양하여 신분증 리더기에 삽입이 되지 않는 경우가 많으며, 운전면허증은 주민등록번호의 인쇄가 희손된 것들이 많아 오인식률이 높게 되어 신뢰성에 문제가 있기 때문이다. 따라서 본 성인인증기는 주민등록증 이외에 운전면허증이나 또는 실수로 전화카드 같은 것들이 삽입될 경우 그것을 퇴출시키는 기능도 가져야 한다. 이러한 기능에 대한 성능검사를 위해 별도로 50개의 운전면허증과 50개의 전화카드에 대해서도 실험하였다. 실험결과 운전면허증 및 전화카드는 모두 주민등록증이 아닌 것으로 판정되었으며, 신분증 리더기에서 자동으로 퇴출되었다.

본 성인인증기에서 사용되는 숫자인식기의 성능은 입력영상의 품질에 의해 크게 영향을 받으며, 입력영상의 품질은 조명과 주민등록증상의 홀로그램에 의해 저하될 수 있다. 따라서 이들 외적인 영향을 최소화하는 추가 연구가 필요하다.

4. 결론

본 논문에서는 주민등록번호를 인식하여 청소년과 성인을 구별할 수 있는 성인인증기를 개발하였다. 이것은 성인인증기 내부에 신분증을 입출력시킬 수 있고 주민등록번호의 영상을 취득할 수 있는 신분증 리더기와 이를 제어하기 위한 제어장치 및 주민등록번호를 인식할 수 있는 프로그램 알고리즘으로 구성된다. 개발된 성인인증기를 이용하여 주민등록증의 주민등록번호를 숫자 인식하는 특성시험을 실시한 결과 인식 성공률이 99% 이상이었다. 또한 신분증 리더기와 이것의 제어장치도 200회 이상의 실험에서 오동작 없이 정상으로 동작됨을 확인하였다. 따라서 본 논문에서 개발한 숫자인식을 이용한 성인인증기는 현재 사용중인 담배 자동판매기, 술 자동판매기와 같은 청소년에게 유해한 물건을 판매하는 무인 자동판매기에 부착되어 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 본 성인인증기에서 사용되는 숫자인식기의 성능은 입력영상의 품질에 의해 크게 영향을 받

으며, 입력영상의 품질은 조명과 주민등록증상의 홀로그램에 의해 저하될 수 있다. 따라서 향후 연구과제로는 보다 완벽한 숫자인식 성능의 확보를 위해 입력영상의 품질 향상을 위한 조명방식에 대한 연구와 홀로그램의 영향을 최소화하는 영상전처리 알고리즘 개발에 대한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

1. Mantas, J., "An Overview of Character Recognition Methodologies," *Pattern Recognition*, Vol. 19, No. 6, pp. 425-430, 1986.
2. Divind, D. T., Anil, K. J. and Torfinn, T., "Feature Extraction Methods for Character Recognition -A Survey," *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 4, pp. 641-662, 1996.
3. Lee, S. H., "Off-Line Recognition of Totally Unconstrained HandWrittern Numerals Using Multilayer Cluster Neural Network," *IEEE Trans. on PAMI*, Vol. 18, No. 6, pp. 648-652, 1996.
4. 이희건, 방승양, "신경회로망을 이용한 오프라인 문자인식 연구동향," *정보과학회지*, 제9권, 제1호, pp. 33-44, 1991.
5. Martin, G. L., Pittman, J. A., "Recognizing Hand-Printed Letters and Digits Using Backpropagation Learning," *Neural Computation* 3, pp. 258-267, 1991.
6. Pao, Y. H., "Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks, Addison-Wesley Publishing co.," 1989.