한국지능정보시스템학회논문지 제9권 제1호 2003년 6월(pp.125~137)

도장영상 인식 시스템의 개발

송민정
인하대학교 교육대학원
(miny7024@hanmail.net)

한경숙
인하대학교 컴퓨터공학부
(khan@inha.ac.kr)

동양 문화권에서는 각종 계약과 서류 결재 등을 위하여 서명대신에 도장이 오랫동안 사용되어 왔으며 아직까지도 보편적인 인증 수단으로 사용되고 있다. 지문과 달리, 도장 영상은 유사한 패턴을 갖지 않고 도장이 찍히는 압력 등 입력 상태에 따라서 선명도가 크게 달라진다. 본 연구에서는 입력 장치로부터 얻은 한글 또는 한자 도장 영상을 스트레칭, 이진화 및 잡음처리를 거쳐 판별하는 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 가장 보편적으로 사용되는 원형 모양의 50개의 도장 영상 (20개 한글 도장, 20개 한자 도장, 10개 유사 도장)에 대하여 실험한 결과, 46개의 도장 영상을 성공적으로 인식하여 비교적 높은 판별도 (92%)를 보였다. 한글과 한자 도장 사이의 차이는 거의 없었으며, 도장을 찍을 때의 각도 차이나 압력 차이가 판별도를 결정하는 중요한 요인으로 작용함을 알 수 있다. 인식할 수 있는 도장 영상의 모양을 원형뿐 아니라 타원과 사각형으로 확장하고 판별도를 좀더 향상하면, 현재 육안으로 확인하는 도장 영상 인식을 자동화하는데 실제로 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

키워드: 도장 영상 인식, 스트레칭, 정합, 판별도

논문접수일 : 2002년 12월 게재확정일 : 2003년 5월 교신저자 : 한경숙

1. 서론

과학 기술의 발달로 인하여 반도체 기술이 발전하면서 컴퓨터의 성능이 급속도로 향상되고 컴퓨터의 가격이 저렴하게 되자 50년도 안 되는 짧은 역사를 가졌음에도 불구하고 사회 전반에 컴퓨터의 보급이 빠른 속도로 확산되어가면서 컴퓨터의 사용은 일반화, 고도화 되어가고 있다. 이에 따라 컴퓨터의 활용 분야도 광범위해졌으며 현재는 인간과 유사한 인공지능까지 등장하고 있다. 덕분에 인간의 편리함에 대한 욕구는 인간의 일을 대신할 수 있는 기계들을 탄생시켰고 시간이 지날수록 그 기계들을 더 간편하고 더 손쉽게 사용할 수 있는 기술들이 나날이 개발되고 있다. 그 중 대표적인 것 중에 하나가 인식 시스템이다.

사람이 지식을 얻는 대부분의 방법은 눈으로 사물을 보거나 귀로 소리를 들어서 입력되는 영상이나 소리를 인식하는 것이다. 그리고 그것을 지식으로 축적하여 필요할 때 사용하고 또다시 입력으로 이어지고, 계속 해서 그 과정들을 반복한다. 만약 컴퓨터가 사람과 비슷하게 이런 인식을 할 수 있는 능력을 갖게 된다면 수많은 작업의 자동화가 가능할 것이고 거기에 그치지 않고 컴퓨터와 사람간의 자연스러운 인터페이스까지

가능하게 될 것이다 (이성환, 1993). 그런 면에서 인식 기술은 오늘날 과학에 진보와 함께 꾸준히 발전해 오고 있으며 앞으로 음성 인식, 안면 인지, 지문 인식, 생체 신호 인식, 도면 인식 등과 같은 적용분야의 발달로 계속해서 이어질 것으로 보인다 (이필규, 1999). 이렇게 계속해서 연구되어오고 있는 기술의 시초로써 사람의 다섯 가지 감각 중에서 시각을 통한 인식인 문자 인식은 독일의 Tausheck이 문자 인식의 특허를 내면서 시작이 되었고, 1970년대 이후부터 활발한 연구가 진행되어왔다. 문자 인식은 입력방법에 따라 크게 온라인 인식과 오프라인 인식으로 나누어진다. 이 중에 인쇄체 문자나 필기체 문자를 광학 스캐너나 카메라와 같은 영상 입력 장치로 인식하는 오프라인 인식에는 문자 인식, 전표 인식, 지문 인식 등이 있다 (이인동, 1999).

현재 중국이나 일본 등 동양 문화권에서는 도장이 많이 쓰이고 있고 또 우리나라에서도 은행이나 동사무소 등 공공기관에서 여전히 자주 사용되고 있다. 그러나 도장을 비교할 때 그냥 눈으로 직관적으로 판단하기 때문에 이를 좀더 객관적으로 정량화 시켜서 단순 · 반복적인 일에서 벗어날 필요가 있다. 또한 도장에 관한 처리를 일일이 사람이 하기 때문에 입력 과정 및 관리 소홀로 인한 오류를 최소화하는 면에서도 도장에 관한 인식 시스템은 필요하다. 도장의 특징은 지문과는 달리 유사한 패턴을 가지지 않고 도장이 찍히는 압력 등 입력상태에 따라 선명도가 크게 달라진다 (임은희, 2000). 특히 스캐너와 카메라와 같은 입력 장치에 의해 선분이 끊어지거나 불필요하게 첨가될 수 있는 가능성이 높으며 몇몇의 영상처리 과정상의 부작용으로 원하지 않은 영상이 될 수도 있다. 따라서 도장영상 인식 시스템에서는 초기 입력에 사용되는 장치에 유의하는 것과 전처리 과정을 통해 영상의 질을 개선시키는 것이 시스템 구성시 가장 요구돼야 할 부분일 것이다. 본 논문에서는 이러한 점들을 고려하여 구현한 도장영상 인식시스템을 논한다.

인쇄체 문자나 필기체 문자에 관한 인식 연구는 이제까지 많이 수행되었으나 도장 인식에 관한 연구는 거의 없다. 이는 도장이 문자에 관한 연구에 속할 것이라고 생각할 수도 있지만, 도장은 앞에서 말한 바와 같이 도장만의 특성을 갖고 있기 때문에 일반적인 문자 인식과는 구분할 필요가 있다. 도장에 관해 다룬 (임은희, 2000)의 연구의 경우, 실험 도장의 영상을 한자에 제한하였고, 명도 강화의 방법에서도 영역별로 나누지 않았다. 본 연구에서는 한글과 한자의 도장영상과 유사한 도장을 대상으로 하여 좀더 일반적인 도장 인식을 다룰 것이며, 명도 강화의 방법에서도 영역별로 각각 스트레칭을 하여 좀더 양질의 영상을 얻을 수 있는 방법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2절은 구현하고자 하는 도장영상 인식 시스템의 개략적인 설명을 하고 3절은 도장영상 인식 시스템의 구현시 적용하는 주요과정에 대해 알아보며 4절은 실험을 통해 나온 결과와 그것의 의미를 분석한다. 마지막으로 5절은 결론 및 향후 연구과제에 대하여 논하기로 한다.

2. 도장영상 인식 시스템의 구성

본 논문에서 구현한 도장영상 인식 시스템의 구성은 크게 다섯 부분으로 구분할 수 있다. 도장영상 인식 시스템의 첫 단계는 도장영상의 획득단계로서 오프라인에서 입력 장치 (스캐너)를

통해 도장의 이미지를 받아서 저장하는 부분이다. 이때 도장의 인주나 입력 장치의 종류, 도장을 찍을 때의 압력 차이에 따라 실제 도장의 정보가 소멸되거나 관련되지 않는 정보들이 포함할 수 있으며 전체적인 영상의 질이 좌우되는 단계이다. 획득된 도장영상은 헤더파일이 없는 RAW 파일로 저장하여 시스템에서 빠르게 읽고 기록될 수 있도록 한다.

도장영상의 강화단계는 도장의 전체적인 밝기를 조정하여 문자와 배경을 좀더 확실히 구분하기 위한 것으로 명도를 강화하는 것이다. 즉 도장영상의 획득단계에서 얻은 영상을 히스토그램을 통하여 영상의 명도분포의 정도를 분석하여, 적당한 경계값을 기준으로 히스토그램의 픽셀분포를 전 영역으로 확장시켜서 보다 고른 픽셀의 분포가 되도록 만드는 과정이다. 이것을 흔히 콘트라스트 스트레칭이라고 하는데 여기에서 콘트라스트 즉, 색상대비 (Contrast)는 영상의 가장 어두운 영역부터 가장 밝은 영역의 범위를 말한다. 따라서 영상의 대비가 증가하면 그 영상을 더욱 상세히 볼 수 있게 된다. 이것은 영상에서의 정보의 총량은 전혀 증가하지 않는 작용으로, 우리의 지각작용은 순수한 광도의 강도에 민감하기보다는 광도의 대비에 더 민감하기 때문이다 (Crane, 1990).

다음 단계인 이진화는 0과 1로만 표현되는 영상을 만드는 것으로, 특히 디지털 영상 처리부문에서 중요한 부분을 차지하는데 그 이유는 실용적인 영상 처리 시스템에서는 처리의 고속성, 저비용이 요구되므로 정보의 양이 적을수록 좋기 때문이다 (천인국, 1999). 따라서 이진화를 실시하면 도장영상의 배경과 문자부분이 각각 한 가지 색으로, 즉 흰색과 검정색으로만 표현되므로 그 기준이 되는 경계값 선정하는 방법이나 영상의 질적 상태에 따라 이진화를 한 후의 결과영상이 좌우된다. 본 논문에서는 영상의 질적인 면을 향상시킴으로써 전역적 이진화 방법을 택하였다.

보통 인식 시스템에서 말하는 잡음이라는 것은 스캐너나 카메라와 같은 물리적 입력 장치에 의해 발생되는 오류가 대부분으로, 잡음에 의해 선분이 끊어지거나 불필요하게 일부분이 채워질 수도 있으며 왜곡에 의해서 부적합하게 수축 및 팽창되는 경우가 발생할 수도 있다 (안호일, 1999). 그래서 세 번째 과정인 잡음처리는 입력장치 및 전처리과정에서의 오류를 제거함으로써 결과적으로 인식률을 높이기 위해 중요한 단계이다.

마지막과정인 정합단계는 두 영상을 비교하는 것이다. 도장을 찍을 때 삐뚤어 찍을 수 있는 오차의 대략적인 범위를 정하여 조금씩 회전하면서 픽셀단위로 비교하는 것으로 일반적으로 원형 비교 방법이라고 일컫는다. 픽셀단위로 비교한 것 중 불일치하는 픽셀의 수가 가장 적은, 즉 일치하는 픽셀의 수가 가장 많은 각도에서 판별도를 구하여 미리 선정한 판별의 경계값을 기준으로 동일함을 판별한다. 이때 정합여부의 기준, 즉 판별의 경계값은 표본 도장의 통계를 통하여 결정한다.

지금까지 도장 비교 시스템의 과정을 단계별로 간략하게 살펴보았다. 도장은 입력 장치를 통해 영상을 획득한 후에는 고도의 정합알고리즘 기술이 요구되기보다는 실제 도장에 가까운 영상으로 만들기 위한 전처리 과정이 인식의 대부분의 과정을 차지하며, 표본의 통계는 알맞은 기준설정 (경계값)에 중요한 역할을 하므로 여러 표본을 통하여 실험하는 것도 중요하다.

3. 도장영상 인식 시스템의 주요과정

3.1 영상의 획득

연속적인 형태로 되어있는 영상을 디지털의 형태로 만들기 위해서 디지털 컴퓨터에 알맞은 수치로 영상을 변조하는 것이 필요한데 이때 필요한 것이 디지타이저이다. 흔히 사용되는 디지타이저로는 마이크로 덴시토미터 (Micro Densitometer), 스캐너, 영상분할기, 디지털 카메라 등이 있으며 그 중 가장 흔하고 쉽게 쓰이는 디지타이저가 스캐너와 디지털 카메라이고 본 논문에서는 스캐너를 사용하였다. 디지타이저가 중요한 이유는 영상 획득의 가장 최초의 과정으로써 오프라인 상에서 원래의 이미지가 얼마나 정확하고 쉽게 시스템에 입력되는가가 달려있기 때문이다. 그래서 이 부분은 앞으로 소프트웨어와 연계한 하드웨어가 발전되면서 더욱 빛을 보게 되리라 예측된다 (김희승, 1998).

3.2 영상의 저장

RAW 파일 포맷이란 어떠한 포맷 정보도 갖지 않는 원시 데이터로, 파일의 고유특성을 나타내는 헤더부분이 없고, 데이터 부분도 아무런 서식정보나 편집정보도 갖지 않는 데이터를 말한다. 파일의 색상 정보를 기술하는 숫자열 (바이트 단위)로 구성되어 있고 파일의 왼쪽 위 픽셀 정보로부터 시작하여 지그재그 식으로 픽셀의 정보들이 기록되어 2진 포맷에서의 각 픽셀의 색상 값은 0 = 검은색, 255 = 흰색이다. 즉 이 포맷은 글자 뜻 그대로 픽셀 자체 내의 정보만을 담고 있는 것으로 어느 시스템에서나 이용할 수 있다 (정병건, 1997).

RAW 파일 포맷을 사용하는 이유는 헤더정보가 없으므로 다른 포맷과는 달리 헤더정보를 분석할 필요가 없고 영상 데이터를 직접 처리하면 되므로 부가적인 코드가 필요하지 않는다. 그래서 빠르게 읽혀지고 기록될 수 있다.

3.3 히스토그램

영상이 입력될 때 발생한 왜곡으로 손상된 영상에 대해 최적화를 위한 전처리가 시작되는데 이때 자료분석 과정 중 가장 기본이 되는 것이 히스토그램이다. 즉, 히스토그램이란 디지털 영상 내에서 0과 255 사이의 이산 그레이 레벨 (Discrete Gray Level) 값을 갖는 픽셀 개수의 분포를 나타내는 불연속적인 함수 또는 분포도이다 (김원주, 1999). 따라서 밝은 점과 어두운 점이 분포하는 범위와 명도값을 표현하는 것으로 영상의 구성 (명암대비 및 명암의 분포)에 대한 정보를 제공한다 (장동혁, 1999). 따라서 히스토그램은 명도값이 고르게 퍼져있는지 아니면 한쪽으로 치우쳐 있는지를 직관적으로 관찰할 수 있도록 해주고, 분포 모양의 분석을 통해 문자 (물체)부분과 배경부분을 결정할 수 있게 해줌으로써 문자나 지문이식 기술에서 특정정보를 추출하기 위한 전처리 과정의 토대로 자주 사용된다. 히스토그램을 이용한 기법들로는 이진화, 스트레칭 등 앞으로 본 논문에서 다룰 전처리과정으로 사용할 방법들이 있다.

3.4 스트레칭

왜곡된 영상의 상태를 보완해 주기 위한 방법으로 히스토그램을 이용한 스트레칭이 있다. 엄밀히 말하면 콘트라스트 스트레칭인데 여기서 콘

트라스트는 앞에서 (2장)도 언급한 적이 있듯이 상이한 2가지 색이 서로 영향을 미쳐서 그 상이함이 강조되어 지각 (知覺)되는 현상, 즉 두 색의 상대적인 차이 또는 이것을 양적으로 나타낸 것이다.

스트레칭 방법으로는 크게 두 종류가 있다. 하나는 기본 명암 대비 스트레칭이고 다른 하나는 엔드인 탐색 (Ends-in Search)이다. 기본 명암 대비 스트레칭은 특정 부분에 명암값이 치우쳐 있는 영상에 적용된다. (식 1)

$$I_{NewPixel} = \frac{I_{OldPixel} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times 255 \quad (1)$$

두 번째 방법으로 엔드인 탐색은 영상의 명암값이 넓은 범위에 있기는 하지만 히스토그램에서 특정한 골이나 마루가 있는 영상에 적용된다 (유명현, 2001). (식 2)

$$I_{NewPixel} = \begin{bmatrix} 0 & I_{OldPixel} \le I_{\min} \\ \frac{I_{OldPixel} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times 255 & I_{\min} \le I_{OldPixel} \le I_{\max} \\ 255 & I_{\max} \le I_{OldPixel} \end{bmatrix} \quad (2)$$

히스토그램의 분포가 골과 마루로 구성되지 않는 도장 영상의 특성상, 본 연구에서는 기본 명암 대비 스트레칭 방법을 사용하였다. 먼저 기준이 되는 명도값을 중심으로 스트레칭을 하기 위해서 히스토그램에서 적합한 기준 명도값을 구했다. 기준 명도값 (I_{pivot})을 구하기 위해 여러 도장의 표본을 대상으로 이진화를 실시하는데 우선 도장영상의 히스토그램에서 중간점인 식 3을 시작으로 적합한 상수를 구하였다. 결과는 상수가 9/16 일 때에 가장 양호한 이진화가 되었다 (식 4).

$$\frac{1}{2}(I_{\max} - I_{\min}) + I_{\min} \quad (3)$$

$$I_{pivot} = \frac{9}{16}(I_{\max} - I_{\min}) + I_{\min} \quad (4)$$

기준 명도값을 기준으로 픽셀의 점이 히스토그램에서 왼쪽, 즉 기준 명도값보다 작을 때 (식 5)와 픽셀의 점이 히스토그램에서 오른쪽, 즉 기준 명도값보다 클 때 (식 6)를 나누어서 각각 스트레칭을 하였다.

$I_{OldPixel} < I_{pivot}$

$$I_{NewPixel} = 128 - (\frac{I_{pivot} - I_{OldPixel}}{I_{pivot} - I_{\min}}) \times 128 \quad (5)$$

$I_{OldPixel} \ge I_{pivot}$

$$I_{NewPixel} = 128 + (\frac{I_{OldPixel} - I_{pivot}}{I_{\max} - I_{pivot}}) \times 128 \quad (6)$$

3.5 이진화

이진화는 흰색과 검정색, 두 개의 값으로 표현하는 기법으로, 255와 0 사이의 명도값을 1 또는 0의 값으로 표현하는 것이다. 경계값 (T)을 이용한 이진화의 일반적인 표현은 식 7과 같이 나타낼 수 있다 (천인국, 1999). 도장 비교 시스템의 전처리 과정에서 이진화를 사용하는 이유는 두 개의 값만으로 표현하므로 영상의 전체적인 정보를 간략화 할 수 있어서 처리시간 및 기억용량을 대폭 줄일 수 있기 때문이다.

$$B(x,y) \simeq \begin{bmatrix} 1 & f(x,y) \ge T \\ 0 & f(x,y) < T \end{bmatrix} \quad (7)$$

이진화를 하는 방법에는 크게 두 가지 방법으로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째 방법은 전역적 이

진화 (Global Binarization Method)으로, 알고리즘 자체가 간단하며 단순한 영상에서는 효율적으로 사용될 수 있는 장점이 있으나 이 방법을 이용할 때 전체 영상에 대하여 단 하나만의 최적의 임계값을 갖기 때문에 명암의 변화가 갑작스럽거나 불규칙하면 좋지 않은 결과를 얻게 되는 단점이 있다 (김원주, 1999). 두 번째 방법은 지역적 이진화 (Local Binarization Method)인데, 이 경우는 영상을 여러 개의 블록으로 분할하여 지역적 영역별로 최적의 경계값을 설정하는 것으로 영상의 각 지역별로 경계값이 존재하는 것이므로 왜곡이 많은 영상에서 우수하다 (권문성, 2000). 그러나 합리적으로 영역을 나눌 수 있는 방법을 찾기 어렵고 이웃하는 영역의 경계에서 불연속적인 결과를 얻게 되는 단점이 있다.

본 논문에서는 도장의 특성상 히스토그램의 분포가 피크와 골로 구성되지 않고 (명암의 변화가 갑작스럽지 않음) 스트레칭을 통해 영상의 질이 상당히 향상되었기 때문에 전역적 이진화를 선택하는 것이 적합하였다.

3.6 잡음처리

잡음이란 인식에 쓸모없는 성분요소, 대상 또는 관측계에서 발생하는 불규칙성의 성분요소를 말하는데 (오영환, 1993) 입력 영상에 포함되어 있는 이런 잡음과 중복분은 제거하고 홀은 채워서 시스템의 인식률을 높이는 단계가 잡음처리과정이다 (구본석, 1992). 여러 잡음처리방법 중에서 본 논문에서는 모폴로지 (Morphology)를 사용하였다.

모폴로지는 수학적 형태론의 개념인데 경계, 골격과 같은 영역형태를 표현하거나 서술하는데 있어서 유용한 영상 요소들을 추출하는 도구로 영상의 지리정보와 형태에 기반을 둔 영상처리 방법을 제공하기 때문에 형태특성을 유지하면서 영상에서 잡음을 제거하고, 간단한 형태로도 만들 수 있다. 또한 분석 영상에서 추출하려는 패턴형식을 포함하고 있는 마스크 (구조요소)를 사용한다는 특징을 갖고 있다. 모폴로지 기법에는 이진영상의 모폴로지 기법과 그레이 영상의 모폴로지 기법이 있으며, 대표적인 연산으로는 침식연산과 팽창연산이 있다. 또한 이 연산을 조합한 제거연산과 채움 연산이 있는데 본 논문에서 잡음을 처리할 때는 3×3행렬의 마스크를 사용하여 제거연산을 수행후 채움연산을 하였다 (권문성, 2000).

3.7 정합

본 논문에서 사용한 정합방법은 원형 비교방법 (Template Matching Method)으로, 인식 대상이 되는 모든 문자를 2차원 배열에 저장하고 인식하고자 하는 입력 문자의 영상을 저장된 각각의 문자 영상과 대응되는 픽셀단위로 비교하여 불일치하는 픽셀의 개수가 가장 적은 문자로 입력 문자를 판단하는 것이다 (차병남, 1995). 이를 이용하여 본 논문의 도장영상 인식 시스템에서는 먼저 비교할 영역을 일정한 각도로 정하고 그 사이에 존재하는 각 픽셀을 회전을 하면서 비교하며 잡음처리를 한다. 그런 후 일치여부에 따라 픽셀의 수를 계산하게 되는데 불일치하는 픽셀의 수가 가장 적은, 즉 일치하는 픽셀의 수가 가장 많은 각도에서 판별도를 구하여 미리 선정한 판별의 경계값을 기준으로 동일함을 판별한다. 즉, 도장영상을 일정 각도에 한하여 회전을 하면서 픽셀을 비교하는 것인데 이때 얻은 판별도를 판별의 경계값과 비교하여 판단하는 것이다. 본 논

문에서는 비교할 영역을 실제로 도장을 찍을 때의 오차를 고려하여 $-50^\circ \sim 50^\circ$ 까지로 정하고, 그사이를 2° 씩 회전하면서 비교하였다.

$$x' = (x - x_0)\cos\theta - (y - y_0)\sin\theta + x_0$$
$$y' = (x - x_0)\sin\theta + (y - y_0)\cos\theta + y_0 \quad (8)$$

식 8을 이용하여 $-50^\circ \sim 50^\circ$ 사이를 2° 씩 회전하고 제거연산과 채움연산을 통하여 잡음처리를 하면서 그 중 불일치하는 픽셀의 합이 가장 적은 때의 판별도를 구하여 마지막에 미리 정해놓은 판별의 경계값 (85%)과 비교하여 정합한다.

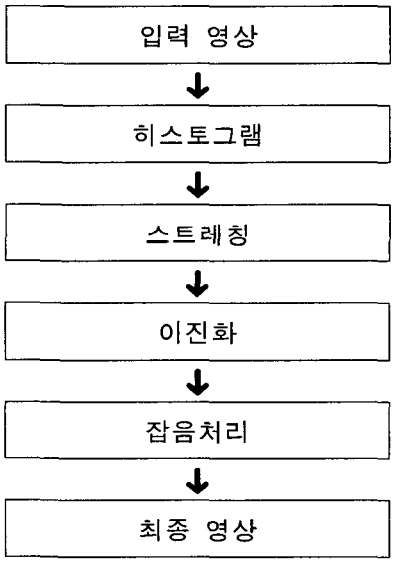
$$\text{판별도} = \frac{Spixel}{Tpixel} \times 100 \quad (9)$$

판별도는 식 9에서 보는 바와 같이 비교하는 두 영상의 서로 같은 픽셀의 수의 비율로 계산한다. 즉, 영상의 전체 픽셀의 수 (*Tpixel*)에 대한 비교시 서로 같은 픽셀의 수 (*Spixel*)의 백분율이다.

4. 실험

본 장에서는 구현한 도장영상 인식 시스템의 성능을 평가하기 위한 실험 내용과 결과를 제시한다. 구현한 환경을 소개하면, 셀러론 600MHz, 메모리는 384MB이고 운영체제는 Windows XP Professional 이며 VC++ (Visual C++)로 알고리즘을 구현하였으며, 실험에 사용된 도장영상은 256 그레이 영상으로서 256x256pixel 단위의 영상을 사용하였다. 약 50여장의 도장영상으로 실험을 실시하였고 그 중 약 20장은 한자, 약 20장은 한글, 나머지는 서로 비슷한 도장을 찍은 영상들로 구성하였다.

인식의 용이함을 위해 본 논문에서는 도장의 모양을 원으로 한정시켰으며 인주 색을 통일하였는데 이러한 제약은 차후에 해결할 수 있을 것이다. 도장영상 인식 시스템의 과정은 <그림 1>과 같다.

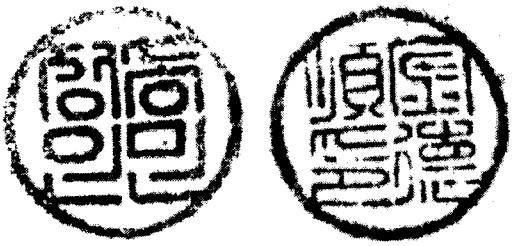


<그림 1> 도장비교 시스템의 흐름도

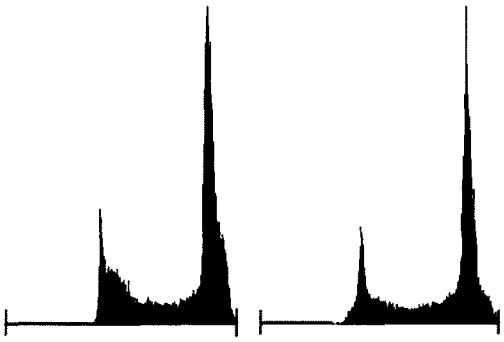
<그림 2>는 스캐너를 통해 입력받은 초기의 한글, 한자 도장영상으로, 이것을 순수한 도장영역 내에서만 비교하기 위해 위치를 조정하여 도장이 찍힌 부부만을 보인 것이다. 파일의 형식이 RAW 파일이므로 영상의 색은 흰색, 검정색 그리고 회색명암으로 되어있고, 입력 시 발생한 왜곡으로 인해 부분적으로 끊어짐도 있고 전체적으로 영상의 질이 선명하지 않음을 볼 수 있다. <그림 3>은 <그림 2>를 히스토그램으로 나타낸

것으로 오른쪽 (명암값 255)으로 많은 픽셀들이 몰려있고 고르지 않는 분포를 보여주고 있다. 이는 인주 색이 밝기 때문에 나온 결과로 생각된다. <그림 4>는 좀 더 개선된 영상으로 처리해서 궁극적으로 인식률을 높이기 위해 명도를 조절하는 과정인 스트레칭을 한 결과이다.

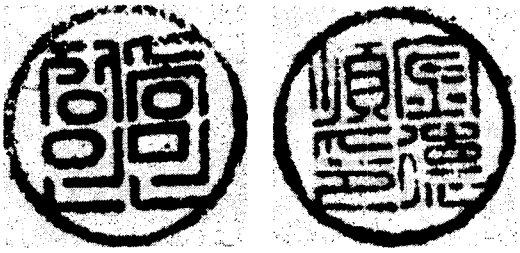
문자부분이 좀더 선명해졌고 <그림 5>에서 보듯 히스토그램의 분포가 전 영역 (명도값 0~255)으로 고루 확장됨으로써 질적으로 향상된 것을 볼 수 있다. <그림 6>은 경계값을 기준으로 영상의 색을 흰색과 검정색으로 구분하여 나타내는 이진화를 한 결과인데 문자의 윤곽은 살아있지만 부분적으로 끊어지기도 하고 불필요하게 이어진 부분도 존재하고 있다. <그림 7>은 잡음처리를 통해 <그림 6>의 이진화한 것을 보완한 것



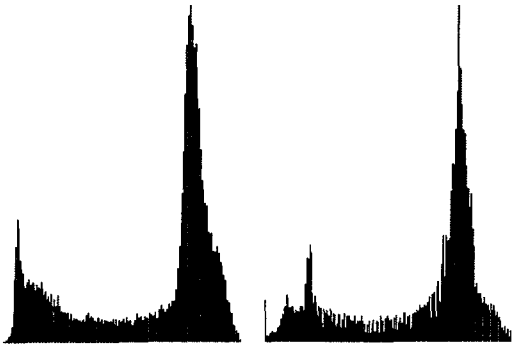
<그림 2> 입력받은 영상의 화면조정 결과



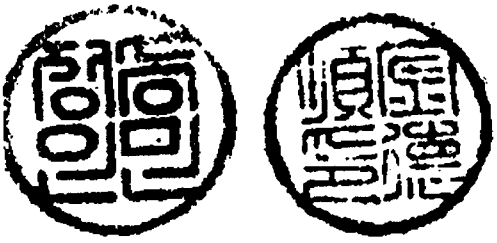
<그림 3> 히스토그램 적용 결과



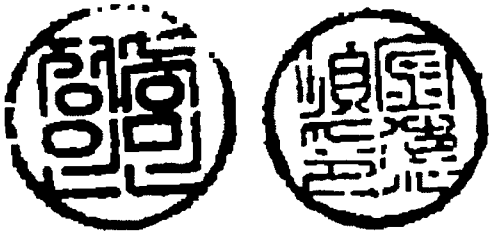
<그림 4> 스트레칭 결과



<그림 5> 스트레칭 후 히스토그램 적용



<그림 6> 이진화 결과



<그림 7> 잡음처리 후 최종 결과

으로, 끊어졌던 부분이 메워지기도 하고 부분적으로 제거되기도 하면서 정합을 위한 최종결과의 영상의 모습을 보여주고 있다.

다음의 <표 1>에서 <표 6>까지는 실험을 통해 얻은 결과를 분석한 것으로, 간략히 표현하기 위해 대표적인 4개의 표본의 값만 나타내었다. 이때 평균은 가장 큰 값과 가장 작은 값을 제외한 표본 전체를 대상으로 계산했으며, 소수첫째자리까지 구하였다.

<표 1>과 <표 2>는 같은 도장을 문자별로 인식했을 때 각도의 차가 약 15°이하 일 때의 판별시간과 판별도 그리고 실험한 표본의 총평균을 나타낸 것이다. <표 1>과 <표 2>에서 보는 바와 같이 각도의 차가 15°이하인 경우의 판별도는 대체로 93%이상이고 시간은 평균 11.8, 11.5s로 한글과 한자의 차이는 거의 없었다. 그러나 한자도장에서 각도의 차가 1°일 경우를 보면 각도의 차이가 작음에도 불구하고 판별도가 낮은 편인데, 이는 도장의 영상에서 픽셀의 분포위치의 차이 때문이다. 예를 들면, 첫 번째 도장을 찍을 때는 왼쪽에 힘이 더 가해져서 오른쪽이 덜 찍히고, 두 번째 찍을 때는 오른쪽에 힘이 더 가해져서 왼쪽이 덜 찍히게 되었다면 픽셀의 분포가 차이가 난다. <표 3>과 <표 4>는 같은 방식이되 각도의 차가 약 15°이상 차이가 나는 것을 나타낸 것으로, 이 역시 문자별 차이는 크지 않았고 판별도는 대체로 87%에서 93%내외였으나 각도의 차가 크게 남에도 불구하고 판별도가 높은 것도 볼 수 있다. 이는 도장의 영상이 전반적으로 양호한 것으로 평균적으로 손실된 픽셀의 수가 실제 손실된 픽셀의 수보다 적기 때문인 듯 하다. <표 5>는 다른 도장들을 비교한 결과로 같은 도장과 비교해 봤을 때 판별시간의 평균이 11.2s로 약간 줄었는데 이는 경계값과 비교하여 저장하는 판별도의 계산방식 때문인 듯하지만 저장시간은 차이가 크지 않으므로 거의 차이가 없다고 볼 수 있다. 판별도는 평균 82.3%로 경계값인 85%를 대부분 못 미침을 볼 수 있다. <표 6>은 다른 도장이지만 문자의 모양이 비슷한 것들의 비교이다. 이 역시 편별 시간은 비슷하고 판별도의 평균도 경계값보다 작았지만 그중 몇몇은 경계값과 같은 경우도 있었다. 이는 정합방법이 글자의 특성을 고려하지 않는 픽셀간의 비교의 결점인 것으로 생각되고 이는 적은 픽셀의 왜곡의 오차에도 비교하는 두 영상의 픽셀의 분포를 비슷하게 만들 수 있기 때문이다.

<표 1> 각도의 차가 15。 이하인 같은 한글도장

	1	2	3	4	평균
각도	1	3	11	13	7
판별시간	12	11	12	12	11.8
판별도	94	95	94	93	93.3

* 단위 - 각도 : 도(。), 판별시간 : 초(s), 판별도 : 퍼센트(%)

<표 2> 각도의 차가 15。 이하인 같은 한자도장

	1	2	3	4	평균
각도	1	5	9	11	7.7
판별시간	10	12	12	11	11.5
판별도	90	93	95	95	94.7

<표 3> 각도의 차가 15。 이상인 같은 한글도장

	1	2	3	4	평균
각도	19	19	33	39	28.5
판별시간	11	13	12	12	11.9
판별도	90	87	91	96	89.9

<표 4> 각도의 차가 15。 이상인 같은 한자도장

	1	2	3	4	평균
각도	21	28	31	42	31.5
판별시간	11	10	13	12	11.7
판별도	87	90	93	88	89.5

<표 5> 다른 도장간의 비교

	1	2	3	4	평균
판별시간	12	12	11	11	11.2
판별도	83	81	82	83	82.3

<표 6> 유사한 도장간의 비교

	1	2	3	4	평균
판별시간	14	12	12	10	11.7
판별도	81	83	85	84	83.1

지금까지 실험한 결과에 대해 분석한 것을 정리해 보면, 총 표본에 대해 비교인식이 성공한 확률이 약 92% (50개의 도장영상 중 46개 인식 성공)로 높은 편이고, 한글과 한자의 차이는 거의 나지 않았으며, 대체로 도장이 찍힌 각도의 차이가 판별도에 영향을 줌을 알 수 있었다. 또한 도장을 찍을 때의 압력의 차이로 인해 달라지는 픽셀의 분포모양도 판별도를 결정하는 또 다른 요인으로 작용함을 볼 수 있었다. 이는 인식 시스템에서 정합 알고리즘뿐만 아니라 초기 영상을 획득하는 입력과정이 판별에 큰 영향을 끼치는 요인임을 알 수 있게 하는 결과이다.

5. 결론

본 논문에서는 오래 전부터 중국 및 일본, 우리나라와 같이 동양 문화권에서 정보를 사용하고자 하는 사람의 확인 및 인증을 하거나 은행 등의 정부기관에서 자신을 증명할 때, 혹은 서류를 결재할 때 등에서 쓰이는 도장을 이용하여 판별하는 도장영상 인식 시스템을 구현하였다. 이는 도장을 비교 · 확인시 사람이 직관적이고 경험적으로 하기보다는 좀더 객관적으로 정량화 시켜서 인간의 단순 반복 작업을 해결시켜 주고, 입력과정이나 관리소홀로 발생할 수 있는 오류를 최소화할 수 있는데 그 필요성이 있다.

도장영상 인식 시스템의 원리는 입력 장치로부터 얻은 영상을 스트레칭과 이진화 및 잡음처리를 거쳐 판별하는 것인데, 입력시 발생할 수 있는 여러 오류를 스트레칭을 통해 명도를 강화함으로써 더욱 개선된 이진화 영상을 얻을 수 있고, 처리과정 중에 일어날 수 있는 오류도 잡음처리로 보완할 수 있다. 또한 여러 표본을 근거로 스트레칭과정에서 기준이 되었던 경계값과 정합과정에서 판별의 경계값을 선정하였고, 그것을 토대로 실험을 진행하였다.

일반적인 도장에는 한자로 된 도장과 한글로 된 도장이 있으며 도장모양에는 원과 타원, 사각형 등이 있다. 본 논문에서 구현한 것은 정합과정시 회전에 용이성을 위해 원모양의 도장에 제한했으며 도장의 종류로는 한자와 한글도장, 서로 비슷한 도장을 대상으로 실험하였다. 실험 결과, 한자와 한글간의 처리시간 및 판별도에는 큰 차이가 없었고 판별도는 도장의 각도차이에 따라 달라짐을 볼 수 있었다. 또한 같은 도장과 다른 도장, 유사한 도장의 실험을 통해서 시스템에서 사용한 판별의 경계값이 알맞다는 것을 볼 수 있

었으며, 한글과 한자도장 특성상 패턴의 분류가 힘들어서 시스템의 과정상 시간이 많이 걸리고 복잡한 과정인 특징추출 및 분리과정 (인식시스템의 과정에서 전처리와 정합 사이에 수행되는 과정)을 생략하였고 정합방법은 원형 비교를 이용하였다. 그 결과 실용성에 있어서 인식 시간을 많이 줄여줌과 동시에 그 과정의 처리에서 발생할 수 있는 오류 (패턴의 변형으로 인한)를 방지할 수 있었다고 생각한다. 비록 정합방법 (원형 비교방법)으로 인한 문자의 생김이 유사한 몇몇 도장은 판별도가 경계값과 같은 경우도 있었지만 시스템의 평가기준 즉, 시스템의 사용성 (불특정 다수의 대상으로 어느 정도의 비율이 시스템을 사용할 수 있는가 하는 척도)과 인식시 소요되는 시간이나 기억용량, 구현환경 등 종합적으로 고려해 볼 때 적합하다고 생각한다.

앞으로 연구해야할 과제는 입력 장하다 다양화와 편리함을 개선하는 것이다. 예를 들면 온라인상에서 처리할 수 있는 단말기가 개발된다면 굳이 직접 가지 않아도 집에서 해결할 수 있고, 인주를 사용하면 고루 묻지 않아서 깨끗하게 찍히지 못할 수도 있는데 입력시 광학적인 방법을 사용한다면 좋은 질의 영상을 얻을 수 있으며 개인의 입력 기술에 따른 편차 또한 줄일 수 있는 방법이 될 것이다. 또한 앞에서도 언급했듯이 도장의 모양에 상관없는 시스템으로도 확장되어야 할 것이다. 인식 시스템의 목적이 사람의 눈으로 식별하기 어려움에 대한 정확성이나 자동화에 따른 편리함을 추구하는 것이기 때문에 도장영상 인식 시스템이 인식을 목적으로 실제로 쓰이기 위해서는 데이터베이스구축도 요구된다. 경찰청에서 신원을 확인하기 위해 사용하는 지문 인식 시스템처럼 여러 다른 종류의 필요한 데이터를 삽입하는 등의 다양한 방법으로 인식의 질을 높일 수도 있을 것이다.

참고문헌

구본석, "온라인 문자 인식을 위한 전처리 기법에 관한 연구", 석사학위논문, 연세대학교, 1992.

권문성, "그림자 영상의 효율적 이진화 방법", 석사학위논문, 서울시립대학교, 2000.

김원주, "적응성 블록 중첩 히스토그램을 이용한 지문영상 개선에 관한 연구", 석사학위논문, 삼척대학교, 1999.

김희승, 영상인식-영상처리 · 컴퓨터비전 · 패턴인식 · 신경망, 생능출판사, 1998.

안호일, "도면 인식기술", *정보처리학회 논문지*, 6권 4호(1999), 60~65.

오영환, "패턴 인식의 개관", *정보과학회 논문지*, 11권 5호(1993), 11~20.

유명현, 박정선 등, "얼굴기반 생체 인식기술의 현황과 전망", *정보과학회 논문지*, 19권 7호(2001), 22~31.

이성환, "오프라인 필기체 문자인식 기술의 현황", *정보과학회 논문지*, 11권 5호(1993), 51~65.

이인동, "문자 인식기술", *정보처리학회 논문지*, 6권 4호(1999), 11~16.

이필규, "인식 시스템", *정보처리학회 논문지*, 6권 4호 (1999), 7~10.

임은희, "영상처리를 이용한 자동도장인식", 학사학위논문, 인하대학교, 2000.

장동혁, 디지털 영상처리의 구현, PC 어드밴스, 1999.

정병건, 최정윤, 포토샵의 마스터, 성안당, 1997.

차병남, "문장 인식 알고리즘에 관한 연구", 석사학위논문, 조선대학교, 1995.

천인국, 윤영택, 영상처리, 기한재, 1999.

Crane, R., A Simplified Approach to Image Processing: Classical and Modern Techniques in C, Prentice Hall, 1996.

Abstract

Development of a System for Recognizing Stamp Images

Min Jeong Song* · Kyungsook Han**

In eastern countries stamps have been used more commonly than signatures when approving contracts and documents. Unlike finger prints, stamp images do not share similar patterns to each other and the resolution of stamp images is determined by the input status such as pressure under which stamps are put. This paper discusses the development of a system for recognizing stamp images of Korean or Chinese characters. Recognition of stamp images consists of several steps: acquisition of stamp images from an input device, digitization, contrast stretching, noise removal, and matching. We tested the system on 50 stamp images (20 stamp images of Korean characters, 20 images of Chinese characters, and 10 similar images). There was little difference in discrimination rate between the stamp images of Korean characters and those of Chinese characters. 46 stamps images out of 50 were successfully recognized, resulting in 92% discrimination rate. Orientation and pressure under which stamps are put played an important role in determining discrimination rate. Automated stamp image recognition can be made more practical and useful by extending the types of stamp images to ellipses and rectangles and by improving the discrimination rate.

Key words: stamp image recognition, stretching, matching, discrimination rate

* Computer education, Graduate School of Education
** School of Computer Science and Engineering, Inha University