

은행전표 항목의 무제약 필기 숫자열 인식

윤성수, 이일병

연세대학교 컴퓨터과학과

Recognition of Unconstrained Handwritten Numerals in Bank Slip

Sungsoo Yoon, Yillbyung Lee

Department of Computer Science, Yonsei University

요 약

실생활에서 사용되는 은행전표에는 많은 숫자 항목이 포함되어 있다. 이 항목들에 나타나는 숫자들은 단순히 숫자들만의 배열이 아니라 콤마나 하이픈 등이 포함되어 있으며 많은 경우 숫자들끼리 서로 접촉되어 있다. 본 논문에서는 이런 시중 은행에서 사용하는 전표의 필기 숫자 항목을 처리하기 위한 시스템을 제안하고 이 효용성을 확인하기 위한 실험결과를 보였다. 실험은 크게 숫자분할 알고리즘에 대한 실험과 전체 시스템 성능에 대한 실험으로 나뉜다. 집중된 두 숫자의 분할 알고리즘 성능 결과는 78.1%의 분할 성공률을 보였고 은행전표의 필기숫자 항목에 적용 결과는 53.5%였다.

1. 서론

은행전표를 포함하여 많은 전표에는 숫자를 포함하는 항목이 있으며 여러 형태로 존재한다. 예를 들면 각각의 숫자가 하나의 작은 상자에 존재하는 경우, 하나의 긴 상자에 하나의 숫자열이 존재하는 경우, 숫자열 사이에 하이픈이나 콤마가 존재하는 경우 그리고 이러한 형태가 두꺼워서 나타나는 경우 등이다. 필자인식기를 이용하여 숫자열을 인식하는 경우에는 이러한 숫자열을 하나의 숫자로 분리할 필요가 발생한다. 이때 문제는 접촉에 의한 변형이다. 숫자사이에 분리선이 존재하지 않는 경우에는 숫자사이의 접촉이 문제가 된다. 그러나 인식보다는 후자의 경우가 더욱 문제가 되는데 그것은 연속된 숫자열에서는 이러한 정형화된 분할 정보도 얻을 수 없는 경우가 대부분이기 때문이다. 본 논문에서는 은행전표에서 나타날 수 있는 하이픈과 콤마를 포함한 다양한 숫자열을 분리하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

기존의 숫자열 인식 연구방법을 보면, 크게 분할 및 인식 과정을

분리하는 방법과 이 두 과정을 통합하는 방법으로 나눌 수 있다. 전자의 경우 전 단계의 오류가 다음 단계에 영향을 주는 '오류 계승'이 일어나는 반면 전체 시스템의 처리흐름에는 효과적이다. 후자의 경우는 전자에서 보이는 '오류 계승'은 일어나지 않는 장점이 있으나 상대적으로 많은 분할점과 많은 계산이 필요하다. 분할하는 방법으로는, 전체적인 숫자열의 형태를 분석해서 통계적으로 분할해야 할 위치를 선택하는 방법과 국부적인 특징을 이용하여 분할하는 방법 그리고 진척리를 통해서 영상을 변화시킨 후에 분할하는 방법 등으로 요약할 수 있다. 전체적인 형태를 분석해서 처리하는 방법에는 신경망을 이용하는 방법과 히스토그램을 이용하는 방법 등이 있고 국부적인 특징을 이용하는 방법에는 블록 또는 오목한 정보를 이용하거나 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 물방울의 움직임에 이용한 방법 등이 있다[1][2]. 앞의 방법들은 이진 영상이나 명도 영상을 그대로 이용하는 방법이고 이러한 영상을 분할하기에 적합하게 변환하여 처리하는 방법도 많이 이용되는데 이런 경우의 예로는 체인코드로 변환하거나 윤곽선을 추출하여 위의 국부적 방법을 적용하는 것이다[3]. 각각의 방법은 장단점이 있어 몇 개의 방법들을 병행해서 구성해야 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다. 본 논문에서는 시간적인 측면을 강조해서 분할기와 인식기가 분리되어 있는 구조를 사용했으며 분할하는 과정에서 인식기의 도움을 받지 않았다. 물론 접촉된 숫자를 인식기를 이용하지 않고 분할한다는 것은 매우 어려운 일이나 분할과정에 인식기를 사용하는 횟수만큼 처리시간이 길어지므로 인식기를 이용하는 과정을 포함시키지 않았다. 보다 더 나은 분할결과를 얻기 위해서는 반드시 인식기를

1) 이 논문은 정보통신부 97년도 산·학·연 공동기술개발사업의 지원으로 수행됨

이용하여 미리 분할 후보 중에서 하나를 선택하는 과정이 필요하나 전체적인 성능을 위해서는 효과적인 문자분할기가 먼저 요구된다.

3. 숫자열 처리 방법

3.1. 전처리

입력 영상은 먼저 연결요소를 구하고 일정 크기보다 작은 부분은 감영으로 간주하여 제거한다. 각 요소들의 평균 높이를 구하고 이 평균 높이를 기준으로 이용하여 각 숫자의 평균 폭을 계산한다. 즉, 평균 높이보다 적은 연결요소만을 평균 폭 계산에 포함시킨다. 평균 숫자 폭은 접촉된 숫자열에 몇 개의 숫자가 있는지 추정하는 하나의 지표로 사용한다.

은행진표에서 숫자를 포함하는 항목에는 숫자 이외에 분리선, 콤마, 하이픈 등 특별한 문자들이 존재한다. 이런 문자는 위치와 형태에 있어서 특징이 있기 때문에 이들을 선별될 수 있는 모듈에 의해서 미리 분리해 낸다. 이렇게 특수 문자를 미리 분리해 내는 방법은 기존의 신뢰성 있는 인식기를 이용할 수 있는 장점이 있다. 분리 상자와 분리선은 대부분 직선이라는 특징이 있고 인체되어 있다는 특징 때문에 제거하기가 용이하나 숫자와 분리선 간의 접촉이 발생하는 경우에는 단순한 제거뿐만 아니라 복원도 함께 고려해 주어야하기 때문에 문제가 복잡해진다. 본 논문에서는 분리선과의 접촉에 의한 숫자 영상의 훼손은 제거 및 복원되었다고 가정하고 콤마와 하이픈에 대한 모듈만을 포함시켰다.

콤마는 평균 숫자열보다 아래쪽에 위치하며 크기도 평균 숫자 크기보다 작기 때문에 이러한 정보를 이용하여 모듈을 구성하였다. 다음은 시스템에서 이용한 콤마 선택 조건이다.

$$\text{Height} \geq \text{MHC} \ \& \ \text{Size} \leq \text{ASize} \ \& \ \text{TLoc} \geq \text{ABLoc} \ *3/5$$

또는

$$\text{Size} < \text{ASize} \ \& \ \text{TLoc} \geq \text{ABLoc}$$

Height 분리 높이, MHC 최단 수평 구성요소, Size 문자 크기,

ASize 평균 분리 크기, TLoc 문자 상단 위치, ABLoc 문자 평균 하단 위치
하이픈의 경우도 인체된 경우든 필기된 경우든 거의 수평 성분이 주로 존재하고 크기 또한 숫자의 평균 크기보다 작기 때문에 전처리에서 부리가 가능하다. 다음은 시스템에서 이용한 하이픈 선택 조건이다

$$\text{Width} > \text{Height} \ \& \ \text{MCVC} < \text{SW} \ *3$$

MCVC 최대 연속한 수직 성분, Width' 문자 폭

3.2. 숫자열 분할

접촉된 숫자열에서 숫자의 수를 추정하는 일은 전체 분할 성능에 영향을 줄 수 있는 중요한 과정이다. 숫자의 수를 추측하는데 사용한 특징은 4가지로 다음과 같다. 접촉된 숫자열 폭을 위에서 구한 평균 숫자 폭으로 나눈 값, 검은 화소 수를 평균 숫자의 검은 화소 수로 나눈 값, 수평 부사선에서 검은 화소와 흰 화소 또는 반대로 변하는 수 중 가장 빈도가 많은 수, 수직 히스토그램에서 나타나는 큰 봉우리의 수 4개의 값을 평균하여 접촉된 숫자열의 수를 추정했다.

접촉된 문자열에서 추정된 문자의 수가 N일 때 N-1 만큼 분할점을 선택된다. 분할점은 접촉된 문자열 전체에서 가장 분할 우선순위가 높은 곳을 순서대로 찾아나간다.

최선의 분할 후보점은 다음과 같은 방법으로 구한다. 먼저

top-down(TD)과 bottom-up(BU) 방향으로 문자이외의 화소를 검출한다. 각각의 방향에서 시작지점(top 또는 bottom)에서 가장 먼 화소들의 집합 TDP와 BUP를 구한다(그림 1a). 구해진 TDP와 BUP에서 끊어져 있거나 굴곡이 큰 화소들만을 팔라내고 근접한 화소들은 가장 큰 굴곡을 나타내는 화소로 합친다(그림 1b). 얻어진 모든 쌍에 대해서 두 점간의 거리와 분할하려는 숫자열의 중심선과 이 점들간의 거리에 따라서 점수를 부여한다. 즉, 두 점간의 거리와 중심선의 x좌표와 한 쌍의 분할점들의 x좌표의 거리 차를 더한 값에 각각의 가중치값을 곱하여 평가 점수로 사용한다. 얻어진 쌍들의 점수를 오름차순으로 정렬하여 미리 정한 후보쌍의 개수만큼만 택한다.



그림 1 (a) TDP와 BUP (b) 곡률이 큰 점들

이렇게 구해진 분할 후보점들은 우선적으로 국부적 특징인 곡률을 사용하였기 때문에 곡률이 크지 않게 접촉되는 경우는 TDP와 BUP에 포함되지 못하므로 잘 못된 분할 후보쌍을 만들어 낼 수 있다(그림 2a) 그러므로 숫자가 접촉되는 구조적 특징을 분석하여 이를 보완할 필요가 있다. 숫자들의 접촉된 경우를 살펴보면 대개 5가지 경우로 나눌 수 있다[4]. 두 획이 평행하게 만나는 특별한 경우를 제외하면 모든 경우, 접촉된 부분의 위 또는 아래쪽 획에서는 곡률이 큰 부분이 나타나고 또한 오른쪽 또는 왼쪽에는 적어도 하나의 획 두께 정도의 성분이 존재한다[3][4]. 이러한 구조적인 접촉 특징을 이용해서 잘 못된 분할 후보쌍을 수정한다. 효율적인 수정을 위하여 일어난 분할쌍 가운데서 기울기가 음의 값을 갖는 경우와 분할된 길이가 평균 폭의 2배 이상 되는 쌍만을 대상으로 한다. 이러한 쌍들은 각각의 점에서 구조적 특징을 이용하여 새로운 분할점을 찾고 만들어진 새로운 분할쌍은 앞에서 언급한 같은 방법으로 평가한다. 새로운 분할점을 찾는 방법은 오른쪽 또는 왼쪽에 있는 획 두께만큼의 최 성분에서 방향을 추출하여 직선의 식을 얻고 이 직선과 만나는 TDP 또는 BUP의 점을 택하여 새로운 분할 쌍을 만든다(그림 2b)

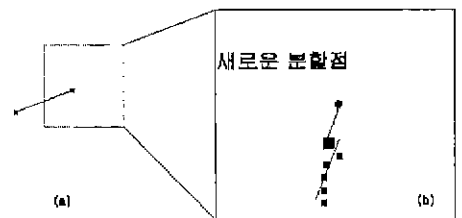


그림 2 구조적 분석을 통한 분할점 수정

4. 실험

제한한 분할 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 먼저 접촉된 두 개의 숫자 영상에 대한 실험을 하였다. 실험에 사용한 자료는 전복대

학교 학생카드에서 추출한 319개의 숫자열을 사용하였다[6]. 성능평가는 우선 인식기에 의하여 평가를 한 후, 인식기 오류를 수정하기 위해 오인식 판단된 것 중에서 정확히 분리한 경우를 사람이 다시 선별하였다. 실험에 사용한 인식기는 각각 Kirsh mask 특징과 Gradient 특징을 이용하여 학습시킨 두 개의 신경망 인식기를 사용하였고 두 인식기의 신경망 결과를 합하여 가장 큰 결과값을 최종 인식 결과로 사용했다. 실험결과를 표 1에서 보이고 있고 그림 3에서 바르게 분할한 경우의 예와 잘못 분할한 예를 보이고 있다. 잘못 분할된 원인은 '니'와 같이 문자 구조상 접촉된 것으로 오인하기 쉬운 경우와 접촉된 곳에서 큰 곡률값이 나타나지 않는 경우 그리고 구조적 분석에 의한 수평이 실패한 경우였다

숫자열	인식기 결과	사람이 판단한 경우	진재결과
319개의 접촉된 두자	215개	34개	78.1%

표 2 숫자열 분할 및 인식결과

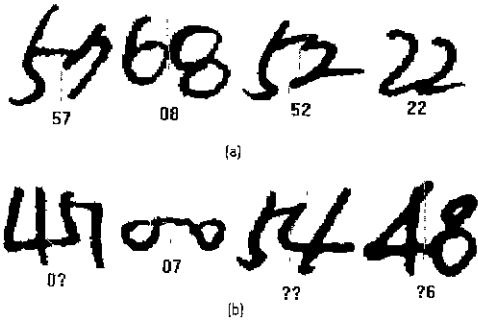


그림 3 접촉된 두자 실험 예, (a)바르게 분할한 경우, (b)잘못 분할한 경우

은행잔표에 대한 실험에서 사용한 자료는 연세대학교 컴퓨터학과 학생들에게서 받은 5개 시중 은행 입출금잔표에서 추출한 144개의 숫자열을 사용하였다. 추출된 항목과 결과를 표 2와 그림 4에서 정리해 보이고 있다. 특히, 접촉이 있는 경우에 오인식되는 원인은 매우 다양하게 나타났는데 그 중에서 가장 문제가 되는 것이 숫자의 개수를 바르게 추정하지 못하는 문제였다. 접촉된 문자열에서 숫자의 개수를 추정하기 위해서는 접촉되지 않은 숫자들에서 숫자의 평균 폭이나 평균 크기 등을 얻어야하나 접촉이 있는 숫자열의 경우 서너 군데에서 동시에 접촉이 존재하고, 또한 한 숫자열에 접촉된 숫자의 수가 3개 이상인 경우도 있기 때문에 평균 숫자 폭과 크기를 바르게 얻기 힘들다. 또한 접촉된 숫자 개개의 경우 접촉이 없는 숫자보다 작거나 또는 큰 경우가 많았다.

5. 결론

본 논문에서는 은행잔표에서 보이는 필기 숫자열을 인식하는 시스템을 제안하였다. 은행잔표에서 나타나는 특수문자를 이를 처리할 수 있는 모듈을 전처리 단계에서 적용하여 기존의 시스템을 효과적으로 이용했으며, 접촉된 숫자열의 처리에는 국부적 특징뿐 아니라 구조적인 정보를 이용함으로써 국부적 정보에서 발생하는 오류를 보완할 수

있도록 했다. 실험 결과에서 보인 것과 같이 숫자열 인식에서는 숫자 분할뿐만 아니라 숫자의 개수를 추정하는 부분도 매우 중요함을 알 수 있다. 분할과 추정이 순차적으로 구성되어 일어나는 오류를 막고 더 나은 성능을 얻기 위해서는 이들 과정을 하나로 통합하고 구조적 정보를 추가로 이용할 필요가 있다.

종류	접촉있는 경우			접촉이 없는 경우		
	오인식 원인			정인식	오인식	정인식
	추정	분할	인식			
계좌번호 60개	21	9	11	10	5	16
주민등록번호 42개	15	9	5	10	3	10
금액 44개	10	1	5	29	3	24
전체 인식률	53.6%					

표 1 은행잔표의 숫자열에 적용한 결과

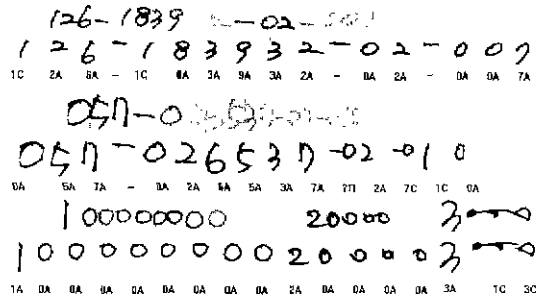


그림 4 은행잔표의 숫자열에 적용한 예

참고문헌

- Gyeonghwan Kim, Architecture for Handwritten Text Recognition Systems, Proc. 6-th IWFHR, 113-122, Korea, 1998
- G. Congedo, G. Dimauro, S. Impedovo., G. Pirlo, Proc 3rd ICDAR, Canada, 1038-1042, 1995
- Zhizin Shi, Venu Govindaraju, Segmentation and Recognition of Connected Handwritten Numeral Strings, Pattern Recognition, Vol 30, No. 9, 1501-1504, 1997
- Nishiwaki et al, A New Recognition Method of Black Ruled Line Forms including Connected Hand written Numerals, Proc. of 2nd IAPR Workshop on Graphics Recognition(BREC'97), 152-159, 1997
- Yeong-Woo Choi, Young-Bin Kwon, Methods for Korean Business Forms Processing, 2nd International Workshop GREC'97, 118-138, France 1997
- 최순란, 홍기천, 오일석, "무제약으로 필기한 숫자 필드의 인식에 대한 연구," 제8회 영상 처리 및 이해에 관한 워크샵 발표논문집, pp.1-6, 1996.