

비트맵 파라미터를 이용한 온라인 필기체 문자인식

°석수영, 김민정, 정호열, 정현열
영남대학교 정보통신공학과

Online Cursive Handwriting Character Recognition Using a Bitmap Parameter

°Soo-Young Suk, Min-Jung Kim, Ho-Youl, JUNG, Hyun-Yeol Chung
Department of Information and Communication Eng., Yeungnam University
°lera@orgio.net, manjuk@orgio.net, hoyoul@yucc.yu.ac.kr, hychung@yucc.yu.ac.kr

요 약

개별적인 인식기를 하나의 단일 인식 시스템으로 구성하여 음성과 문자를 인식할 수 있는 공용인식시스템의 성능향상을 위해 온라인 필기에서 전역적인 정보를 추출할 수 있는 비트맵 파라미터 추출 방법을 제안하였다. 제안된 방식에서는 고속의 파라미터 추출을 위해 보간법을 이용한 재샘플링 과정 대신에 새로운 시간열을 구성하는 방식을 이용한다. 제안한 비트맵 파라미터를 본 연구실에서 개발한 음성/문자 공용인식 시스템에 적용하기 위하여 67개의 자소를 5상태 10천이 CHMM(Continuous Hidden Markov Model)모델로 구성한 다음 인식알고리즘으로서는 상태단위로 지속 시간 정보를 제어하는 OnePassDP법을 이용하였다. 실험결과, 제안한 방법을 이용한 경우, 자소인식률은 61.3%에서 85.3%로 24%의 인식률 향상을 가져왔으며, 글자인식률은 64.3%에서 82.2%로 17.9%의 인식률 향상을 가져와 제안한 방법의 유효성을 확인할 수 있었다.

1. 서 론

인간-인간 사이의 대화를 통한 통신방법과 마찬가지로 사용자가 보다 편리하고 융통성 있는 인간-컴퓨터 사이의 인터페이스를 구현하기 위해서는 음성 필기 등을 통해 사용자의 의사를 충분히 표현, 전달하고 컴퓨터 측에서는 이들 정보를 인식, 이해하게 함으로써 얻고자하는 정보를 완전히 얻을 수 있는 지능형 시스템 개발에 관한 연구가 필요하다

지능형 시스템은 음성인식, 문자인식, 필기/제스처 인식 등이 결합된 멀티모달 인식 시스템으로 발전하고 있다. 이를 휴대용 시스템에 적용하기 위해서는 기존에

각각 독립적으로 개발된 음성인식, 문자인식 시스템을 단일화함으로 시스템의 메모리 절감 및 보완성을 높일 수 있다. 이를 위하여 음성인식과 필기체 문자인식이 결합된 공용인식 시스템 개발이 필요하다[1].

음성인식의 경우 한정된 태스크에 대해서는 95%이상의 인식률을 달성하고 있어 실용화 단계에 접어들고 있으나, 무제한 발성에 대해서는 아직 한계를 가지고 있다. 그러나, 온라인 문자인식의 경우에는 글자단위의 외부 분리를 바탕으로 무제한 필기체 입력에 대한 연구가 진행되고 있으나, 흘려쓴 글자의 인식에 있어서는 인식률이 아직 미흡한 실정이다. 한편, 비트맵 파라미터를 이용할 경우, 필기체 알파벳 인식시 에러율을 50% 정도 줄일 수 있는 것으로 발표되고 있다[2]. 그렇지만 기존의 비트맵 파라미터 추출방법은 전처리과정에서 보간법을 사용하므로 획의 거리에 따른 점의 개수가 일정하지 않는 문제가 발생하고, 각 점에서 라인성분의 비트맵 이미지로 구성된 후 3×3 영역으로 다운샘플링하는 과정을 거치므로 계산량이 많은 단점이 있다.

본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하고 무제한 실시간 인식을 필요로 하는 공용인식시스템의 문자인식 성능을 향상시키기 위하여 기존의 위치 변화량 파라미터에 비트맵 파라미터를 고속으로 추가하는 방법을 제안한다.

본 연구에서 사용된 공용인식 시스템의 자소모델로서는 1 Mixture 5상태 10천이 CHMM으로 구성하였으며, 고속의 탐색을 위해 지속시간 제어 One Pass DP 방법을 사용하였다[1][4]. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 비트맵 파라미터 추출방법에 대해 소개하고, 3장에서는 공용인식 시스템에 대해 설명한다. 4장에서는 문자인식의 실험 결과에 대해 기술한 후 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대해 기술한다.

2. 전처리

온라인 문자 데이터는 태블릿 혹은 터치스크린으로부터 일정한 샘플링 간격으로 표본화되면 펜의 위치 정보를 나타내는 X.Y 좌표값으로 구성된다. 문자 데이터 입력시 필자에 따라 펜의 속도와 형태에 있어서 다양한 필체가 나타나게 되므로 인식기는 이와 같은 다양한 변화를 전처리과정에서 정규화할 필요가 있다. 이를 위한 온라인 문자인식의 전처리과정은 다음과 같이 크게 두 가지 과정으로 나눌 수 있다.

- 정규화 과정: 잡음을 제거하고, 전체 정보량을 줄이며, 왜곡된 글자형태를 정규화 하는 과정
- 특징추출 과정: 정규화된 데이터로부터 시간열상의 문자의 특징을 추출하는 과정

그림 1은 온라인 필기체 인식의 전처리과정을 나타내고 있다.

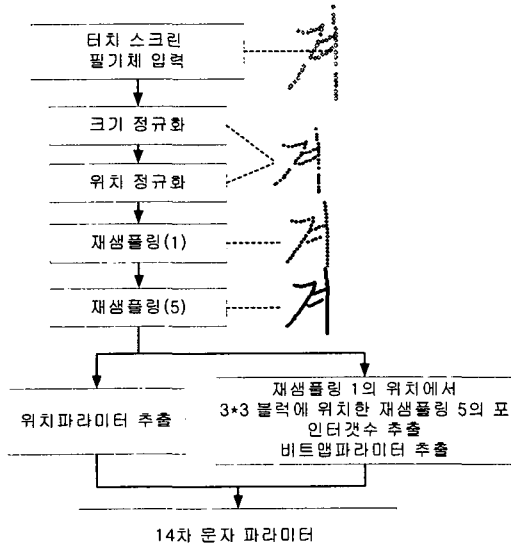


그림 1. 온라인 문자인식 전처리 과정

2.1 정규화

정규화과정은 잡음제거, 평활화, 크기 위치정규화, 재샘플링의 수순으로 구분할 수 있다[2]. 평활화는 필기 도중 펜이 떨려서 글씨가 울퉁불퉁하게 나타나는 문제를 이웃한 점과의 연관성을 고려하여 평탄화하는 것을 말하고 크기 위치 정규화는 입력 상자 위치에 문자를 입력하도록 제한하는 경우를 제외하고는 필자에 따라 문자의 크기와 위치가 달라지는 문제를 상대적인 좌표값을 이용하여 문자를 이동시키고 크기를 일정하게 하는 것을 말한다. 재샘플링은 추출되는 정보가 시간에만 의존하기 때문에 발생하는 필자에 따른 필기속도의 차이,

입력장치에 따른 샘플링율의 차이를 보상하기 위함이다.

그림 2는 기존의 보간법을 이용한 재샘플링의 예를 나타낸다. 그림에서는 태블릿으로부터 입력된 원본 데이터로부터 보간법을 이용하여 샘플링 간격을 2배로 증가시킨 경우를 나타낸다(글자 "나"의 경우).

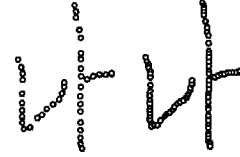


그림 2. 샘플링 열을 두배로 증가시킨 예

이 경우, 획의 거리에 따른 점의 개수가 일정하지 않는 문제가 발생하므로 여기서는 두점과의 실제거리를 구하여 모든 점을 새롭게 추출하는 방법을 사용하였다. 식(1)과 식(2)는 새롭게 구성되는 x좌표와 y좌표를 나타내고 있다. 그림 3은 이렇게 하여 구성한 샘플링간격에 따른 재샘플링된 문자의 예를 나타내고 있다. 실험에서는 재추정된 열을 구하기 위해 sth 5를 사용하였다.

$$px_i = \frac{sth * (x_j - px_{j-1})}{dis} + px_{j-1} \quad (1)$$

$$py_i = \frac{sth * (y_j - py_{j-1})}{dis} + py_{j-1} \quad (2)$$

$$dis = \sqrt{(px_{j-1} - x_j)^2 + (py_{j-1} - y_j)^2} \quad (3)$$

- sth: 샘플링 간격
- i: 재샘플링 과정 전의 열
- j: 재샘플링 과정으로 새롭게 만들어지는 열

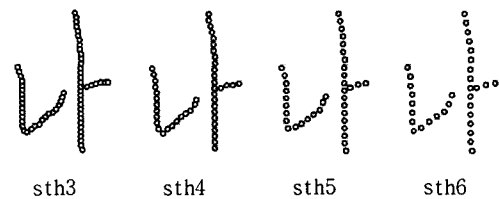


그림 3. sth 간격에 따른 재샘플링된 문자의 예

2.2 제안된 비트맵 파라미터 특징추출 방법

온라인 필기체 인식을 위한 특징추출에 있어서는 자소 사이를 구분할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 변형을 흡수할 수 있는 특징을 추출하는 것이 유리하다. 또한 문자의 특징으로서 국부적인 정보뿐만 아니라 자소전체의 전역적인 정보를 동시에 가지는 것이 유리하다.

따라서 본 연구에서는 인식을 위해 사용된 파라미터는 국부적인 점의 위치를 나타내는 y좌표 파라미터, 국부적 각도 파라미터 2차, 국부적 만곡 파라미터 2차[1]에 전역적인 정보가 포함된 9차의 비트맵 파라미터를 추가하여 총 14차의 파라미터를 사용한다.

비트맵 파라미터 추출 과정은 그림 1 전처리과정에서 sth 1로 재샘플링 단계를 거치면 그림 4의 △점이 추출된다. 다음 sth 5로 재샘플링 단계를 거치게 되면 기준점인 ○점이 추출된다. 그림 4에서처럼 기준점 ○점을 중심으로 3×3영역에 해당하는 △점의 수로 각 비트맵 파라미터가 추출된다.

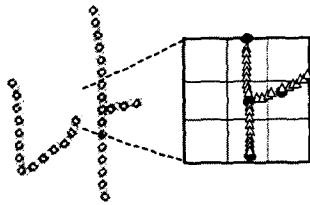


그림 4. 비트맵 파라미터 추출

2.3 기존의 비트맵 파라미터 특징추출 방법

기존에 파라미터 추출방법은 전처리과정에서 보간법을 사용하여 두점과의 거리가 경계치 이상 떨어진 경우 새로운 프레임을 만들어 내고, 경계치 이하인 경우 프레임을 삭제하는 방법을 사용하였다[2]. 하지만 이 경우 획의 거리에 따른 정확한 프레임의 수가 나타나지 않는 단점이 있다.

비트맵 파라미터 추출을 위해 새롭게 추정한 점들을 라인성분으로 연결하여 문자를 비트맵 이미지로 구성한 후, 이미지를 3×3 영역으로 다운샘플링하여 각 영역의 Gray Scale 값으로 파라미터를 추출한다. 이 경우 추출하고자 하는 각 점에서 영역 전체를 이미지화 한후 영역을 축소하는 과정을 거치므로 계산량을 많은 단점과 보간법으로 만들어진 열을 대상으로 파라미터를 추출하므로 특징 정보가 중복되는 현상이 발생된다.

3. 인식시스템 개요와 문자데이터

제안된 방법의 유효성을 확인하기 위해 본 연구실에서 개발한 음성인식과 문자인식을 동일한 인식기로 처리할 수 있는 공용인식 시스템에 적용하였다. 본 시스템은 음성입력과 문자입력을 바탕으로 전처리 과정과 특징추출과정은 독립적으로 수행되나 인식과정은 음성 48개의 유사음소단위와 문자 67개의 자소단위를 대상으로 동일한 지속정보제어 OnePassDP방법으로 인식을 수행한다. 그림 5는 공용인식 시스템의 전체 구성도를 나타내고 있다.

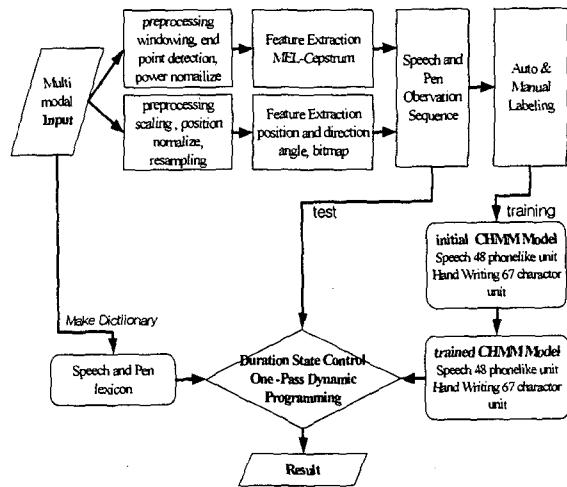


그림 5. 공용인식 시스템 구성도

4. 인식실험 및 고찰

비트맵 파라미터의 유효성을 확인하기 위해 자소인식 실험과 단어인식실험을 수행하였다. 데이터의 분석조건은 표 1과 같다.

표 1. 데이터 분석조건

분석 조건	100 samples/sec position, size normalization distance resampling
특징 벡터	절대 y 좌표1차, 국부적 각도 2차, 국부적 만곡 2차, 비트맵 9차
DB	KAIST 필기체 한글 글자 DB
모델	1 Mixture CHMM

필자 독립 모델을 구성하기 위해 문자 데이터는 KAIST에서 작성된 필기체 한글 글자 DB중 10인의 1회 100글 자씩의 필기를 이용하여 작성하였다. 자소 인식실험을 위한 평가용 데이터로 Hand Labeling으로 작성된 개별 자소를 이용하였으며, 학습에 참가한 10인의 2447개 자소를 대상으로 하였다. 이 결과를 표 3과 4에 나타내었다.

자소 인식 실험결과 85.3%를 나타내어 5차의 위치 파라미터만을 사용한 경우에 비해 24%의 인식을 향상이 있었다. 표3의 개별 자소 인식률에서 나타나 있는 바와 같이 특정 자소의 인식률이 낮게 나타나 있다. 초성ㄷ의 경우 분리점에 따라 초성ㄷ으로 오인식되는 경우가 많으며, 초성 ㅈ과 ㅊ, 중성 ㅊ와 ㅈ, 중성 ㅈ, ㅊ 같은 경우 인식률이 저조했다. 하지만 비트맵 파라미터의 전역적인 정보를 추가하여 초성 ㅍ와 초성 ㅍ에서의 인식률이 좋은 것으로 나타났다.

표 2. 필자당 자소 인식율

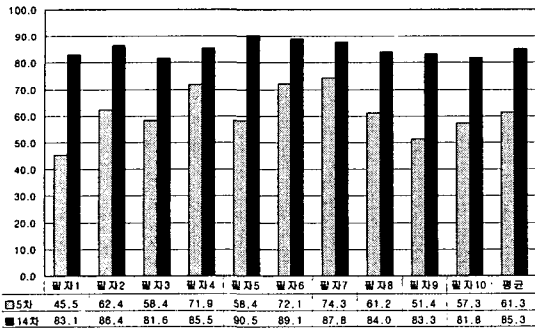
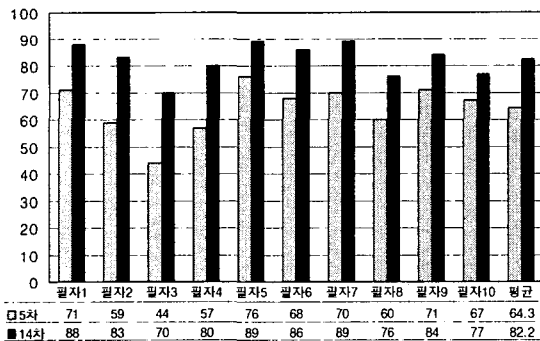


표 3. 자소 인식율

초성	총수	1위%	5위%	중성	총수	1위%	5위%
1ㄱ	129	82.9	96.9	2ㄱ	305	93.4	100.0
1ㄴ	69	92.8	100.0	2ㄴ	9	22.2	100.0
1ㄷ	115	89.6	94.8	2ㄷ	104	39.4	94.2
1ㄹ	58	60.3	94.8	2ㄹ	40	62.5	95.0
1ㅁ	48	87.5	100.0	2ㅁ	97	85.6	95.9
1ㅂ	61	73.8	100.0	2ㅂ	2	100.0	100.0
1ㅅ	66	97.0	100.0	2ㅅ	11	63.6	90.9
1ㅇ	234	97.4	97.4	2ㅇ	93	74.2	97.8
1ㅈ	123	95.1	100.0	2ㅈ	28	35.7	92.9
1ㅊ	8	50.0	100.0	2ㅊ	149	91.3	97.3
1ㅋ	55	65.5	90.9	2ㅋ	121	96.7	97.5
1ㆁ	5	80.0	100.0	2ㆁ	29	69.0	100.0
1ㄷ	8	87.5	100.0	2ㄷ	4	100.0	100.0
1ㄷ	3	33.3	66.7	2ㄷ	6	83.3	100.0
1ㅅ	9	66.7	100.0	2ㅅ	1	100.0	100.0
1ㅅ	9	44.4	100.0	2ㅅ	1	100.0	100.0
중성	총수	1위%	5위%	중성	총수	1위%	5위%
3ㄱ	26	96.2	96.2	3ㅁ	4	75.0	0.0
3ㄴ	145	93.8	95.9	3ㄷ	49	93.9	100.0
3ㄹ	116	87.9	97.4	3ㄹ	16	87.5	100.0
3ㅁ	24	91.7	100.0	3ㄷ	2	100.0	100.0
3ㅂ	7	100.0	100.0	3ㅁ	4	50.0	75.0
3ㅅ	1	100.0	100.0	3ㅂ	1	0.0	0.0
3ㅇ	51	100.0	100.0	3ㅅ	1	100.0	100.0

필기체 단어 인식실험을 위한 단어목록은 127개 이며, 10인의 각 100단어를 대상으로 인식 실험을 수행하였다. 실험 결과를 표 4에 나타내었다.

표 4. 필기체 단어 인식율



비트맵 파라미터를 추가한 경우 .82.2%로 기존의 위치 파라미터만을 사용한 경우 64.3%에 비해 17.9%의 인식률 향상이 있었다.

5. 결 론

본 논문에서는 본 연구실에서 개발된 개별적인 인식기를 하나의 단일 인식 시스템으로 구성하여 음성과 문자를 인식할 수 있는 공용인식시스템의 성능향상을 위해 온라인 필기에서 전역적인 정보를 추출할 수 있는 비트맵 파라미터 추출 방법을 제안하였다 기존에 비트맵 파라미터 추출방법은 전처리과정에서 보간법을 사용하고, 각 점을 라인성분의 비트맵 이미지로 문자를 구성한 후 3×3 영역으로 다운 샘플링하는 방법을 사용하였다. 이 경우 계산량이 많은 단점과 특정 정보가 중복되는 현상이 발생된다.

제안한 재샘플링을 통한 비트맵 파라미터 추출방법은 모든 점을 새롭게 공간적으로 정규화를 수행하여 특징 정보가 중복되는 현상을 줄이고, 고속으로 추출할 수 있는 장점이 있다. 제안한 방법을 이용한 경우, 자소인식률은 61.3%에서 85.3%로 24%의 인식률 향상을 가져왔으며, 글자인식률은 64.3%에서 82.2%로 17.9%의 인식률 향상을 가져와 제안한 방법의 유효성을 확인할 수 있었다.

향후 연구계획으로 자소간의 정확한 분리점을 찾아낼 수 있는 탐색기법의 연구와 비트맵 파라미터의 추출 영역에 따른 자소모델의 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 석수영, 김민정, 정현열, "음성 및 문자 공용 인식 시스템의 구현", 한국음향학회, June 2001
- [2] Stefan Manke, Alex Waibel, "Run-On Recognition in an On-line Handwriting Recognition System", Report, Carnegie Mellon University, June 1997
- [3] 석수영, 정현열, "CHMM 모델을 이용한 자소 분리 필기체 문자 인식," 한국음향학회 영남지회(vol.7), pp54-57, October 2000
- [4] M.A.Mohamed, P.Gader, "Generalized Hidden Markov Models- Parts2:Application to Handwritten Word Recognition", IEEE Transactions On FUZZY SYSTEMS, pp82-94, FEBRUARY 2000
- [5] S.E.Levinson, "Continuously variable duration hidden Markov models for automatic speech recognition," Computer Speech and Language, 1(1):29-45, March 1986.