

매개변수를 가지는 한글 필기체 폰트의 자동 생성에 관한 연구

이 동 열, 이 도 훈, 박 희 숙, 조 환 규
부산 대학교 전자계산학과

A study on the Automatic Generation of the Freehand Style Fonts with parameters

D.R.Lee, D.H.Lee, H.S.Park and H.G.Cho
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

고품위 입출력 장치의 급속한 발달과 전자 출판 시스템의 출현은 더 다양한 서체를 요구하게 되었다. 컴퓨터에서 사용되고 있는 한글 서체는 명조, 고딕체를 제외하고는 주로 장식용 폰트를 만들어 사용하고 있다. 본 논문에서는 Cubic B-Spline 곡선을 이용하여 다양한 필기체 폰트를 구현하였고, 필기체가 가지는 특성(날림의 정도, 글자의 기울이기 정도, 각 음소의 크기, 각 글자의 크기의 균일성 등)에 따라 인자를 부여하여 개별화되고 사실적인 폰트를 생성하였다. 각 인자의 조합은 암호화되어 각 개인의 폰트로 부여된다. 즉, 개인의 고유 폰트는 폰트 암호(password)로 부여되고, 제어인자는 폰트암호의 해쉬값에 의해 선택되며, 사용자들로 부터 이 제어인자들을 숨기게 되면 각 사용자들의 폰트는 유일하고, 안전하게 되므로, 일정정도의 안정성이 보장된다고 보여진다. 그리고 본 연구에서 구현된 폰트는 한글 필기체 문자인식의 정도를 측정하는 다양한 데이터를 제공하는 데에도 의미가 있다.

I. 서 론

문자는 개인적인 필기형식이나, 책의 형식으로 인쇄되기 위해서는 반드시 서체(Typography)로 구현된다. 보통 서체(폰트)는 특정 전문가의 개인적인 수작업으로 완성되어 사용되어 왔으나, 최근에는 출판기재와 고품위 입출력 장치의 급격한 발달로 컴퓨터를 이용해 서체를 만들어 사용하고 있다. 사무 자동화로 인하여 많은 문서가 컴퓨터로 처리되고, 이어 등장한 컴퓨터를 이용한 전자출판시스템(DTP)은 다양한 서체 개발을 요구하게 되었다. 일찌기 서체에 대한 개발을 서둘렀던 영어에는 약 200 가지 이상의 다양한 서체가 있다[1]. 그러나 한글의 경우, 명조, 고딕체가 주류를 이루고, 근래에 흘림체를 본 떠 만든 소위 필기체 혹은 음소의 위치를 고정시킨 샘물체라는 것이 상업용 워드프로세서에 내장되어 있는 실정이고 그외 실용 목적보다는 장식용으로 몇가지가 수작업으로 개발되어 있다.

컴퓨터에서 폰트를 구현하는 방법은 비트맵(bit map) 폰트와 벡터(vector) 폰트로 대별된다. 비트맵 폰트는 글자를 하나의 화소(Pixel) 단위로 표현한 것으로 만들기 쉽고, 데이터를 직접 비디오 메모리에 쓸 수 있기 때문에 속도가 빠르지만 글자를 확대하거나 축소할 때 계단 현상이 나타나는 단점이 있다. 벡터폰트는 글자의 모양을 이루는 점, 선, 곡선 등을 나타내는 좌표나 데이터의 속성으로 나타내는 방법으로, 글자의 크기에 관계없이 폰트 데이터의 크기가 일정할 수 있다는 것과 글자모양을 변형하기가 쉽다. 반면에 각 글자 모양을 계산하여 출력하므로 출력속도가 느리고 폰트의 데이터양이 글자모양의 복잡도에 따라 달라지기 때문에 일정하지 않다는 점이다. 이 벡터폰트의 종류에는 스트로크(stroked), 스켈리톤(skeleton), 튜플(tuple), 아웃라인(out-line) 폰트가 있다[6].

컴퓨터의 고정된 서체와는 달리, 사람들이 사용하는 글씨체는 사람마다 다르고, 같은 사람도 시간이 지남에 따라 변하고, 필기를 하는 상태에 따라서 그 서체는 달라진다. 그러나 개인의 필체가 다양하고 변화하더라도, 각 개인마다의 고유한 특징이 있고 그 특징은 각 개인 고유의 다양한 서체를 구별해내는 필적감정에 이용된다.

본 논문에서는 기본 폰트에 다양한 인자를 부여하여 필기체 폰트를 구현하였다. 필기체 곡선은 벡터폰트에서 사용하고 있는 스플라인 곡선을 이용하였다. 그리고 다양한 한글 서체를 특징 인자의 조합으로 만듦으로서, 컴퓨터에서 개인의 고유한 서체를 가질 수 있게 하였다. 또한 쉽게 조작 가능한 필기체 폰트를 좀더 발전시키면 신경망에서 필기체 인식문제의 인식정도를 평가할 수 있는 표준으로 사용할 수 있다. 본 논문의 구성은 II장에서는 필기체가 가지는 특성과 폰트 생성에 필요한 여러가지 요소에 대한 설명과 실험결과를 제시한다. 그리고 III장에서는 결론과 향후 과제를 제시한다.

II. 본 론

2-1. 필기체의 특성과 B-spline 곡선의 특성

사람들의 필기체 문자들은 몇가지 특성들을 가지고 있다[7]. 그 다양한 필체를 결정하는 요소들을 보면 대략 다음과 같이 나눌 수 있다. 첫째, 글자의 크기이다. 글자의 크기는 쓰는 사람에 따라 음절의 크기 뿐 아니라, 음소의 크기도 균일하지 않다. 대부분 초성의 크기가 다른 음소보다 크게 나타나고 있다. 둘째, 획순이다. 정서일 때는 대부분의 사람들은 같은 획순을 가지지만 빠른 글자를 쓸 때는 그 순서가 다를 수 있다. 예를 들면 'ㅂ'이나 'ㄹ' 그리고 쌍자음일 때 다를 경우가 많다. 셋째, 흘림의 정도(deformity)이다. 글자를 빨리 쓸 때와 천천히 쓸때의 차이를 나타내는 요소이다. 넷째, 기울이기(shearing)의 정도이다. 이 기울기는 X축에 대해 기울어질 때와 Y축에 대해 기울어지는 경우가 있다. 다섯째, 획수이다. 한글자에 대해 초성, 중성, 종성을 원래의 표준 획수대로 쓰는 경우는 없고, 사람마다 다르다. 예를 들어 초성과 중성을 붙여서 쓰는 경우, 중성과 종성을 붙여쓰는 경우 등 일괄성이 없다. 여섯째, 각 음소의 상대적인 위치 등이 필체를 결정하는 요소가 된다. 일반적으로 초,

중, 종성의 위치가 일정한 비율로 배치되지 않는다.

폰트 디자인에 사용되는 곡선은 다양하지만 대개는 베이지어(Bezier), B-스플라인(Spline)과 그들의 여러가지 변형 형태의 조합으로 사용한다. 본 논문에서는 스플라인 곡선을 채택했는데, 이 곡선의 특징은 다음과 같다. 시작점과 끝점이 연결된다. 그래서 시작점과 끝점을 동일한 점일때 폐곡선이 가능하다. 또 다각형으로 주어진 제어점에서 그 곡선의 추정이 용이하다. 한 점을 수정하여도 전체적인 모양에 큰 영향을 미치지 않는다. 즉 부분적인 수정이 용이하다. 그리고 제어점의 진동이 심하다고 해서 곡선이 크게 진동하지 않는다. 그리고 곡선의 차수는 cubic으로 제한하여 전체의 계산량을 감소시켰다[2-5].

본 논문에서 필기체 폰트를 생성하기 위해 스플라인 곡선 중에서 그림 1의 Cubic B-Spline 을 사용하였다. Cubic B-spline 곡선은 그림1과 같이 연속된 3각형의 이어진 통로 속을 지나는 특성이 있으므로(Convex hull property) 비교적 제어점에 민감하다. 제어점 $p_{i-1}, p_i, p_{i+1}, p_{i+2}$ 에 대해 u_i 가 0과 1사이로 변할 때, $C(u)$ 는 아래 식에 의해 계산된다.

$$\begin{aligned} C(u) = & u_3 (-1/6 p_{i-1} + 1/2 p_i - 1/2 p_{i+1} + 1/6 p_{i+2}) \\ & + u_2 (1/2 p_{i-1} - 1 p_i + 1/2 p_{i+1}) \\ & + u_1 (-1/2 p_{i-1} + 1/2 p_{i+1}) \\ & + (1/6 p_{i-1} + 2/3 p_i + 1/6 p_{i+1}) \end{aligned}$$

베이지어곡선이 모든 제어점에 의해 전체 곡선이 그려지는 반면, Cubic B-Spline 곡선이 갖는 성질은 먼저 4개의 제어점에 의해 곡선이 결정되므로 섬세한 부분까지 그려 낼 수 있다. 그리고 계산되는 제어점이 적으므로 속도가 빠르다[4, 5].

2-2. 매개변수에 의한 필기체 폰트 생성

한 문자의 구성은, 가장 작은 단위로써 세그먼트가 있고, 한 음소는 이 세그먼트들의 모임으로 이루어진다. 그리고 음소가 모여 한 음절을 이룬다. 이러한 구분은 제어점의 연속성에 의해 구분된다. 즉 필기체의 형태는 제어점의 형태 그리고 붓모양에 따라 달라진다. 기본적으로 제어점은 그 그룹에 따라 다음 다섯가지 요소로써 결정된다. 그림2-(a)는 타입1을 나타내며 기본 폰트로써 각각의 제어점끼리 이은 형태이다. 타입2 는 세그먼트 단위로 그려진 형태이다. 그림 2-(b)에서 보는 바와같이 제어점의 시작과 끝이 한 세그먼트 안에 있다. 타입 3 은 음소 단위로 그려진 형태이다. 그림 2-(c)에서 'x'은 두개의 세그먼트가 모여서 이루어진다. 제어점을 필순대로 잇는다. 타입 4 는 초성을 한 단위로 하고 중성과 종성을 한단위로 나타나는 형태이다. 그림 2-(d)가 그 예를 보이고 있다.

타입 5 는 초, 중, 종성을 한단위로 나타나는 형태이다. (그림 2-(e))

이러한 타입을 기본으로하여 다음과 같은 인자들에 의해 제어점이 변하게 된다.

가. 흘림정도

필기체에서 흘림정도(deformity)라는 것은 글씨를 빠르게 씬에 따라 글씨의 식별이 어려워지는 정도를 나타낸다. 다양한 서체를 만들고, 흘림정도를 조정하기 위해서 흘림정도에 따른 글씨를 관찰해 보면, 빠를수록 주위의 제어점에 영향을 적게 받으며 시작점과 끝점을 이어주는 곡선의 길이는 짧아지는 경향이 있다. 그 흘림정도를 나타내는 변수를 d ($0 \leq d \leq 1$)라 하고 음소를 그릴때 다음과 같이 크게 두가지로 분류하여 처리한다. 2개 이상의 세그먼트로 이루어진 글자는 그림 3-(b)와 같이 제어점이 움직이며 그 이외는 제어점의 움직임이 그림 3-(a)와 같다.

그림 3-(a)에서 제어점 C_2 의 움직임을 살펴 보자. 제어점 C_1 과 C_3 을 잇고, 그 선분의 $a:b$ 내분점 P 와 제어점 C_2 를 잇는 선분을 단위길이라고 한다. 흘림 인자 d ($0.0 - 1.0$)에 의해 제어점 C_2 는 직선 C_2P 위를 P 까지 이동하게 된다. 이를 정리하면 아래의 관계식을 얻을 수 있다. $C_i(x), C_i(y)$ 는 i 번째 제어점을 나타낸다.

$$p(x,y) = \left[\frac{a C_3x + b C_2y}{a + b}, \frac{a C_3y + b C_2x}{a + b} \right]$$

이 P 와 C_2 를 지나는 다음의 직선을 얻을 수 있다.

$$P(y) - C_2(y) = \left[\frac{P(y) - C_2(y)}{P(x) - C_2(x)} \right] (P(x) - C_2(x))$$

이 때 흘림정도 d 가 주어졌을 때, C_2 가 위의 식에 의해 선분 $P.C_2$ 상의 점 P' 로 변하게 되며, 그 내분점의 좌표는 다음과 같다.

$$P'(x,y) = \left[\frac{10d P(x) + 10(1-d) C_2(x)}{10}, \frac{10d P(y) + 10(1-d) C_2(y)}{10} \right]$$

그림 3-(b)는 세그먼트가 있는 음소에서 제어점의 움직임을 보이고 있다. 움직이는 제어점의 수가 (a)보다 많고 복잡하다. 이 제어점 중에서 고정된 점은 C_1, C_2 와 C_6 이다. 최초의 제어점중 C_3 과 C_5 는 같은 점이지만 흘림 인자 d 가 0보다 커지면 C_3 와 C_5 는 다른 방향으로 옮겨진다. C_3 는 선분 C_2C_3 상의 어떤 점 P_1 까지를 단위거리로 하여 수렴한다. 또 C_4 는 최초의 $C_3(P_2)$ 까지 이동한다. C_5 는 선분 C_5C_6 의 어떤 점 P_3 까지 이동한다. 이 때 흘림정도 d 에 의해 이동되는 제어점 P'_1, P'_2, P'_3 의 좌표를 구해보면 다음과 같다. P_i 의 x 좌표와 y 좌표를 각각 $P_i(x), P_i(y)$ 라고 나타낸다.

$$P'_i(x,y) = \left[\frac{10d P_i(x) + 10(1-d) P_2(x)}{10}, \frac{10d P_i(y) + 10(1-d) P_2(y)}{10} \right]$$

$i = 2$ 일때 : $P_2 \rightarrow C_4$

나. 기울이기

대부분의 사람들이 글자를 쓸 때, 글자가 반듯하게 쓰여지기 보다는 보편적으로 x 축이나 y 축으로 기울게 된다. 다음 그림 4는 x 축과 y 축으로 기울어진 글자를 나

타내고 있다. x축 방향으로의 기울이기는 기울이기 인자 S(Shearing Operator)에 대해 식 1에 의해 계산된다. y축에 대해서도 동일하게 적용되며 기울이기 인자 S에 대해 식 2에 의해 좌표값을 계산한다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ s_x & 1 \end{bmatrix} \text{ ——— (식 1)}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ s_y & 1 \end{bmatrix} \text{ ——— (식 2)}$$

다. 확대/축소

글자의 확대/축소는 x와 y 전체의 확대/축소로써 폰트의 특성에는 아무 영향을 미치지 못한다. 그러나 한 음소에 특히, 초성이나 종성의 크기가 다른 음소에 비해 크거나 작은 경우가 많다. 이것 또한 각 개인의 필기체 특성을 결정하는 중요한 요인이 된다.

라. 잡음정도(Noise)

Cubic B-스플라인 곡선은 일직선상에 4개의 제어점이 있을 때는 곧은 직선이 되므로, 필기체에서 보다 자연스런 모양이 되지 못한다. 부자연스러움을 보완하기 위해 각 제어점에 잡음정도를 줌으로써 자연스러운 모양을 만들수 있다. 그 방법으로는 그림5와 같이 각 제어점에 일정한 구역내에 있는 점으로 대치하는 것이다. 나아가 제어점 뿐만 아니라, 그려지는 선상의 화소들에 대해서도 잡음을 부여한다. 그림 6에서 보는 바와 같이 점 (x, y)의 잡음정도를 나타내는 잡음정도함수는 다음과 같다.

$$\text{Noise}((x,y)) = (x + dd_1, y + dd_2)$$

dd₁ 은 0과 dd₁ 사이에서 생성되는 일양 랜덤 변수(uniform random variable)이다. 따라서 dd₁ 과 dd₂는 잡음정도를 반영한다. 본 실험에서 dd₁ 과 dd₂는 같게(dd₁ = dd₂)하고 전체 폰트의 크기의 1/10 이하로 제한하였다.

마. 붓모양

붓모양은 일반적으로 펜이라 간주하는 데 그 모양을 변형시키면 다음 세가지이다. 붓의 끝모양이 그림 6와 같이 둥근 모양, 수직, 수평 모양이다. 그리고 붓의 크기도 붓의 끝모양과 함께 글자의 형태를 결정하는 요소가 된다.

2-3. 구현 결과

본 연구의 실험은 각각의 타입에서 출력정도, 기울이기, 크기, 잡음정도, 붓모양 등에 대하여 인자를 주어 구현하였다. 그림7은 매개변수를 생성하는 시스템을 나타내고 있다. 컴퓨터내에서 개인의 고유한 폰트는 폰트 암호(password)로써 보관한다. 제어 인자집합(control parameter set)은 어떤 폰트암호의 해쉬값에 의해 선택하고, 사용자들로부터 이 제어인자 집합을 숨기게 되면 각 사용자마다 폰트는 유일하고, 안전하게 된다. 약 10 단계의 값을 가지는 인자를 30여개 정도만 선택하면 다르게 나타날 수 있는 모든 폰트 수는 1030이 되므로 비교적 안전하다 하겠다. 그림 8은 각각의

타입에 홀림인자에 따라 생성된 폰트들의 모양이다. 그리고 그림 9는 글꼴들이 제어 점들의 그룹이 형성될 때 한 어절이 최소 세그먼트 단위까지 어떻게 변화되는지를 계층적 모형으로 보여주고 있다. 이 그림에서는 제어점들이 서로 영향을 미치는 정도를 나타내고 있다. 즉 한 세그먼트와 다른 세그먼트가 합해질때 서로의 제어점은 각각 영향을 받는다는 것을 보여주고 있다. 그림 10은 각각의 인자에 대해서 여러가지 형태의 폰트 모양을 보여주고 있다. 그림 11은 여러가지 붓모양에 의해 생성된 필기체 폰트를 나타낸 것이다. 그림 12는 그림 7에서 보여준 개인 폰트 생성 시스템에 의해 생성된 폰트의 예이다.

III. 결 론

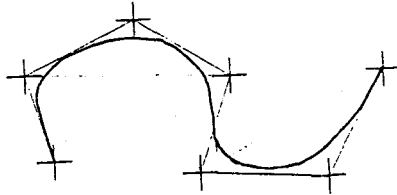
본 논문에서는 Cubic B-스플라인 곡선을 사용하여 필기체 폰트를 구현하였다. 기본적으로 필기체를 쓰는 형태에 따라 5가지 형태로 나누고, 자연스러운 폰트 모양을 위해 홀림도, 기울이기, 잡음치를 각각에 적용하여 구현하였다. 그리고 붓의 모양을 변형하여 필기도구에 따른 폰트도 구현하였다. 또한 본 논문에서 제시한 필기체 폰트는 컴퓨터내에서 개인에게 고유한 폰트를 부여할 수 있고, 자신에게 부여된 폰트 암호(password)로써 보관할 수 있다. 제어 인자집합(control parameter set)은 어떤 폰트 암호의 해쉬값에 의해 선택하고, 사용자들로 부터 이 제어인자집합을 숨기게 되면 각 사용자마다 폰트는 유일하고, 안전하게 된다. 따라서 폰트암호를 알지 못하면 결코 같은 폰트를 시행 착오를 통해서 생성해 낼 수 없다. 그리고 필기체 문자인식에서 본 필기체를 표준으로 한다면 각 문자 인식시스템의 능력을 다양하게 평가할 수 있다.

향후 연구과제로써는 첫째, 다양한 펜에 의한 폰트를 개발하는 문제. 둘째, 개인의 글씨를 구별할 수 있을 정도의 충분한 인자를 부여하는 것과 반대로 필기체의 특징을 추출하여 인자화하는 문제이다. 더 나아가 사람의 글씨를 입력으로 받아서 특징을 추출하고, 이에 해당하는 인자로써 폰트를 만드는 연구가 요구된다. 셋째, 필기체를 이용한 장식체 폰트 연구도 요구된다.

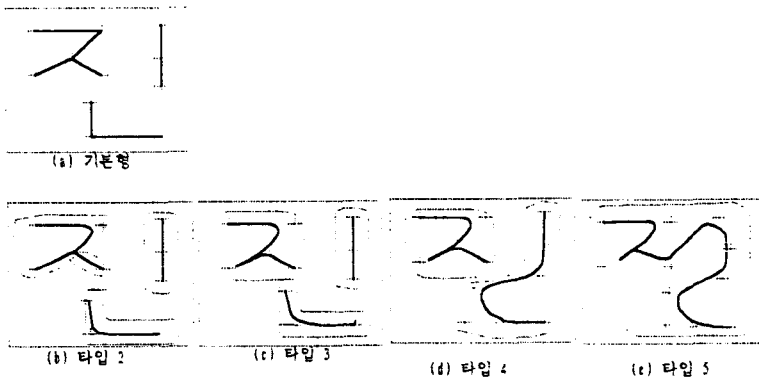
[참고 문헌]

- [1]. Daniel Will-Harris, TypeStyle, Peadchpit Press, Berkeley, California, 1990.
- [2]. Donald Hearn and M. Pauline Baker, Computer Graphics, Prentice-Hall International Editions, U.S.A., 1986.
- [3]. Cornel K. Pokorny and Curtis F. Gerald, Computer Graphics : The Principles Behind the Art and Science, Franklin, Beedle & Associates, U.S.A., 1988.
- [4]. R.H. Bartels, J.C. Beatty and B.A. Barsky, An Introduction to Spline for use in Computer Graphics & Geometric Modeling, Morgan Kaufmann Pub. Inc., 1987.
- [5]. K.J. Maccullum and J.M. Zhang, "Curve-smoothing Techniques Using B-splines", The Computer Journal, Vol. 29, No. 6, 1986.

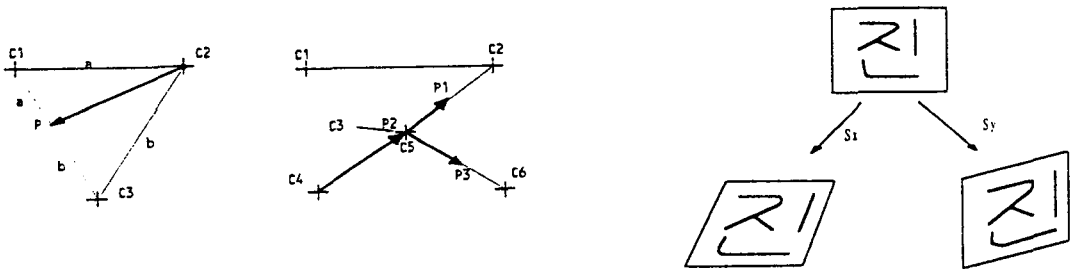
- [6]. 임순범, 박찬중, "한글 윤곽선 서체의 대량 제작 시스템", 한글 정보 잔치 학술 발표 논문지, pp. 379-385, 1991.
- [7]. 성운계의 2인, "계층적 곡선 표현기법을 이용한 온라인 필기 한글 인식", 영상 처리 및 이해에 관한 워크숍 발표 논문지, pp. 215-222, 1991.



[그림 1] Cubic B-Spline 곡선



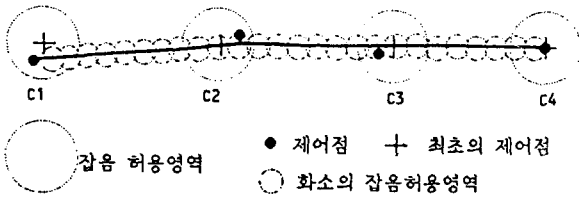
[그림 2] 제어점 그룹에 따른 형태들



(a) 제어점 C_2 가 P로 이동 (b) 제어점 C_3, C_4, C_5 가 각각 P_1, P_2, P_3 로 이동

[그림 3] 흘림정도에 따른 제어점의 이동

[그림 4] x, y축 기울이기

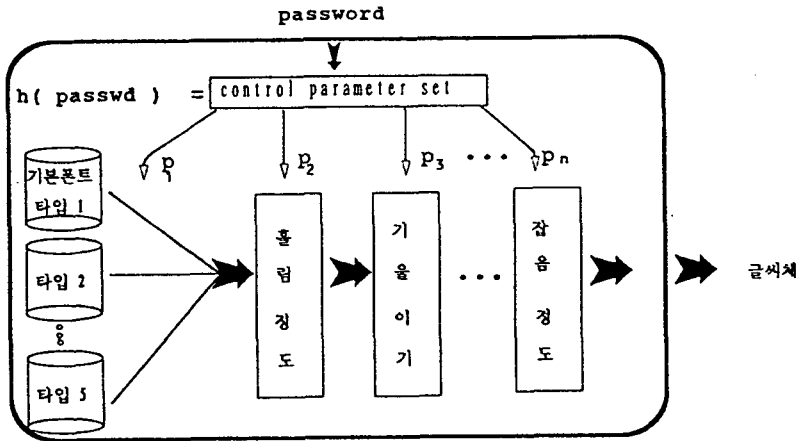


○ 잡음 허용영역 • 제어점 + 최초의 제어점
○ 최소의 잡음허용영역



[그림 5] 잡음정도 부여에 의한 직선

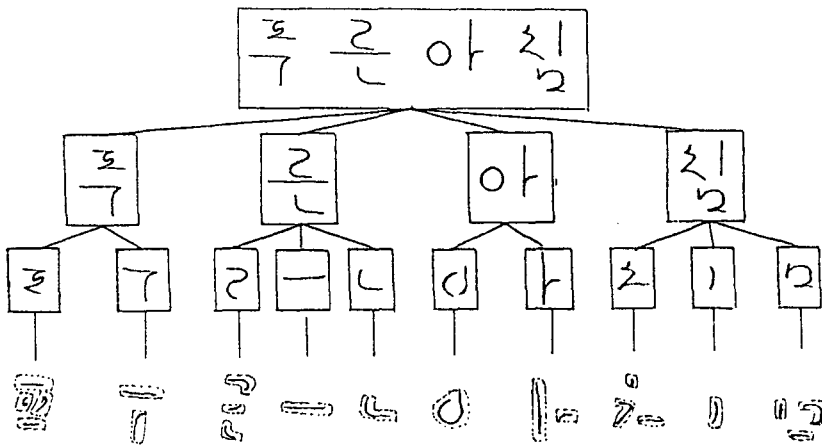
[그림 6] 붓모양



[그림 7] 폰트 생성 시스템의 모델

D \ T	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0
1	아 침					
2	아 침	아 침	아 침	아 침	아 침	아 침
3	아 침	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂
4	아 침	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂
5	아 침	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂	아 침 ₂

[그림 8] 형태별 홀림정도에 의한 생성도



[그림 9] 제어점들의 그룹에 의한 폰트의 계층적 모형

한글 필기체 생성	Draw type 2 Informativity 0.3 X scale 1 Y scale 1 Start Noise 0.6 Start 0.3 End 0.6 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 3 Informativity 0.2 X scale 1 Y scale 1 Start Noise 0.6 Start 0.3 End 0.6 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 3 Informativity 0.1 X scale 1 Y scale 1 Start Noise 0.6 Start 0.3 End 0.6 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 4 Informativity 0.3 X scale 0.3 Y scale 3 Start Noise 0.9 Start 0.1 End 0.9 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 4 Informativity 0.3 X scale 1.5 Y scale 0.8 Start Noise 0.5 Start 0.3 End 0.5 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 4 Informativity 0.3 X scale 0.8 Y scale 1.3 Start Noise 0.9 Start 0.2 End 0.9 Dtw scale 1.3
한글 필기체 생성	Draw type 5 Informativity 0.2 X scale 1.3 Y scale 0.6 Start Noise 0.4 Start 0.1 End 0.4 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 5 Informativity 0.2 X scale 0.8 Y scale 1.3 Start Noise 0.6 Start 0.1 End 0.6 Dtw scale
한글 필기체 생성	Draw type 5 Informativity 0.2 X scale 0.8 Y scale 1.3 Start Noise 0.6 Start 0.1 End 0.6 Dtw scale 1.3

[그림 10] 다양한 인자에 의한 적용 예

한글필기체생성	붓끝이 동근모양
한글필기체생성	붓끝이 수평모양
한글필기체생성	붓끝이 수평모양
한글필기체생성	붓끝이 수직모양

[그림 11] 붓모양에 의한 폰트 모양

한글필기체생성
7021082830337

한글필기체생성
5621431314941

[그림 12] 폰트생성 시스템에 의한 폰트 생성 예