

4 방향 선분 분리법에 의한 도트 패턴의 크기 변환에 관한 연구

(A Study on Size Transformation for Dot Pattern by the 4-Direction Line Segmentation Algorithm)

鄭 會 京*, 李 壽 淵*

(Hoi Gyeong Jung and Soo Youn Lee)

要 約

본 논문에서는 문자·도형등을 포함하는 도트 패턴(dot pattern)을 4 방향 선분 분리법에 의해 크기변환(확대 및 축소)하는 방법을 제안한다.

종래의 도트 단위로 처리하는데 비해 본 방식은 도트 패턴을 수평, 수직 및 사선 선분으로 분리시켜 각 선분 단위로 변환처리를 하였다.

본 알고리즘(algorithm)의 변환처리 시간은 도트 패턴의 복잡도에 비례하고 또한 도트 패턴의 확대, 축소 및 회전이 용이하며 변환 처리후 별도의 정형(smoothing) 처리를 하지 않아도 변환 패턴의 선분폭 및 균형 유지를 양호하게 제어할 수 있었다.

Abstract

This paper proposes the four directional line segmentation method to transform the size of dot patterns such as character dot patterns, line drawings and so on, while maintaining the quality of original pattern.

At the first, this method extracts three kinds of line segment, namely horizontal, vertical line and slant line, and then transforms dot patterns using the each rules which are applicable to each kind of extracted line segments.

Our experimental results show that transformation of dot patterns can be succeed in good quality without implementing some kinds of smoothing processes, covering the continuous transforming ratio of 0.5 to N times.

I. 서 론

근래 사무 자동화(office automation) 및 문서정보 통신의 발전에 힘입어 일반 문서 작성용 워크스테이션(workstation: 이하 WS) 및 텔레마틱(telematic)용 입

출력 장치에서는 각종 크기의 문자나 도형등이 요구되고, 도형 화상을 쉽게 처리 또는 편집하는 기능이 요구되고 있다. 이와같은 WS에서 화상 데이터(data)의 자유로운 편집을 행하기 위하여 화상 데이터의 확대, 축소 및 이동등의 기능이 필수적이다. 이에 따라 기억 장치속에 내장된 문자를 여러 크기로 변환 표시하거나 또는 해상도(resolution)가 다른 디스플레이(display) 상에 표시하기 위한 각종 방식이 연구되어 왔다.

이러한 연구 방식에 있어서, 도트 매핑(mapping)

*正會員. 光云大學校 電子計算機工學科
(Dept. of Computer Eng., Kwangwoon Univ.)
接受日字: 1987年 4月 20日

법^[1,4,6,7]은 도트 단위의 비례적 매핑방식으로 변환 패턴의 균형은 유지되나 폭이 변화하고 사선부분에서凹凸이 많이 생기는 단점이 있으며, 행열 선택법은^[1,2]도트 매핑법에 비해 처리 단위가 행열 단위라는점이 외에는 변환 품질이 비슷하다. 이에 대해 사선부의 품질을 유지하기 위한 확대 보간법이^[12] 제안되었으나 이는 변환 배율에 따른 규칙이 복잡하여 실제응용이 어려운 형편이다. 이후 도트 매핑법과 행열 선택법을 절충한 선분 비례 배치법이^[11] 제안되었는데 이는 문자의 균형과 선폭이 비교적 유지되나 처리가 너무 복잡하고 처리속도가 늦은 결점이 있고 변환처리 단위도 도트 단위로 처리 되었다. 이외에도 직선 선분 추출법^[5,8]에서 선분으로 분리하여 처리했으나 사선부 처리가 어렵고 별도의 정형처리가 요하며, VECTOR 표현법,^[4] RALTH/MACS법,^[13] Segment, Block 부호법^[14] 등 문자의 구조적 성격을 파악하여 처리하는 방법이 제안되었으나 이러한 연구는 주로 한자를 처리 대상으로 하고 변환 배율도 0.5~2배 배율의 축소·확대 처리 방식에 국한되었다. 그러나 문자·도형을 포함하는 선도형을 처리하는 단위로서 도트 단위의 처리는 변환방식이 비교적 간단하나 변환 품질을 유지하는 것이 어려운데 비해 선분 단위의 변환은 도트 단위의 국소적 표현보다 선도형을 보다 충실하게 표현할 수 있으므로 변환 패턴의 품질이 양호하게 처리되는 것이 일반적이다.

본 논문에서는 문자·도형을 포함하는 비교적 규모가 큰 선도형을 처리대상으로 하여 수평·수직 선분 뿐만 아니라 이외 사선부분도 선분 단위로 처리하는 방식을 제안하므로써 0.5~N배의 연속적 실수배 변화가 가능한 축소, 확대뿐만 아니라 회전도 가능하고, 변환 패턴의 품질면에서도 선폭의 유지 및 패턴의 균형이 유지되며, 별도의 정형 처리를 요하지 않고 변환처리 시간은 같은 크기의 원 패턴일지라도 선분이 많고 적음에 따라 비례하는 4 방향 선분 분리법을 제안한다.

II. 4 방향 선분 분리법

본 연구의 크기 변환 흐름도는 그림 1 과 같다. 원 패턴을 각종 선분의 집합으로 추출하고 변환 배율에 따라 변환 패턴을 구성하는 선분의 시점·종점 좌표값을 계산한다. 그리고 축소의 경우는 선분간격 소실 방지 처리를 행하며(시점·종점의 보정) 확대의 경우 선분 폭을 제어하고 끝으로 회전처리를 수행한다.

1. 선분의 추출

원 패턴을 선분의 집합으로 표시하여 축소, 확대 및 회전을 선분 단위로 행하기 위하여 원 패턴을 열(행)

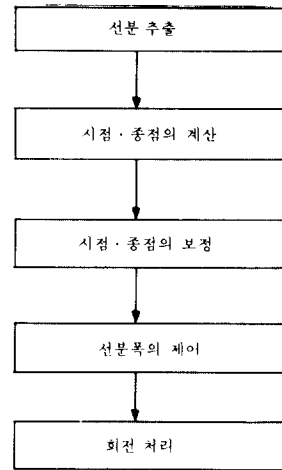


그림 1. 크기 변환 흐름도
Fig. 1. Flowchart of size transformation.

방향으로 주사하면서 연속하는 흑 도트가 기준치(threshold값) α 이상인 경우 수직(수평) 선분으로 하고 그 외 선분을 사선 선분으로 정의하여 추출한다.

선분 추출 단계는 다음과 같다.

[단계 1] 수평선분 추출

(처리 1) 원 패턴을 수평방향으로 탐색(scan) 하면서 연속하는 흑 도트를 찾으면 처리 2를 수행
(처리 2) If 연속하는 흑 도트 수 \geq 기준치; 수평선분 추출후 처리 1로
else 처리 1로

[단계 2] 수직선분 추출

수직방향으로 탐색하는 것 이외에는 수평선분 추출과 동일

[단계 3] 사선선분 추출

수평방향으로 탐색하면서 수평, 수직 선분으로 추출된 이외의 흑점을 찾으면 처리 3으로
(처리 3) 흑점을 중심으로 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 각 방향으로 인접 흑점이 있으면 사선선분으로 추출. 이들을 각각 0° 사선, 45° 사선, 90° 사선, 135° 사선이라함.

수평선분을 H_i , 수직선분을 V_i , 이외 사선선분을 S_i 로 표현할 때 원 패턴을 $\{H_i\}, \{V_i\}, \{S_i\}$ 의 집합으로 변환하며 이들은 각 선분에 대해 시점(X_k, Y_k), 종점(X_l, Y_l)으로 표현하여 $\{(X_k, Y_k), (X_l, Y_l)\}$ 와 같이 좌표값쌍의 집합으로 표현한다. 예로서 $\alpha=5$ 인 경우 H_i, V_i 은 수평, 수직 선분이며, 사선 선분인 S_i 는 수평, 수직선분 이외의 흑점인 ① 점에 대해 각 방향으로 $S_1 \sim S_4$ 의 사선 선분과 흑점 ② 점에서 $S_5 \sim S_7$ 의

사선선분으로 추출한 예를 그림 2에 보였다(혹 도트를 0로 표시) 혹점 ②에서는 혹점①에서 0°사선이 이미 추출되어 중복되므로 추출되지 않으며, 혹점③과 같이 수평·수직선분 양쪽에 포함되는 경우 가능한한 많은 선분을 추출하기 위해 중복해서 추출한다.

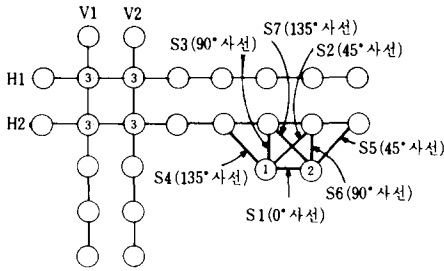


그림 2. 선분 추출 예
Fig. 2. Example of line extracting.

선분 추출후 선분은 원 패턴 선분폭을 기준하여 1 선분폭의 선분만으로 표시된 패턴(이하 골격(skeleton) 패턴이라 칭함)과 1 선분폭 이상의 선분이 혼합된 패턴(이하 일반 패턴이라 칭함)으로 분류하며, 각각의 경우에서 수직선분, 수평선분, 0° 사선, 90° 사선, 45° 사선, 135° 사선으로 추출한다.

이러한 선분 추출 과정을 화상의 전처리 단계에서 처리하여 선분의 시점, 중점값을 가지고 있으면 원 패턴의 선분 추출 처리는 실제 크기 변환처리 시간에 미치는 영향은 적으며 직선 선분의 집합으로 표현함으로써 점단위로 회전 처리하는 것보다 좋은 품질을 얻을 수 있고 변환 패턴의 품질 향상을 위해 도입되는 정형처리 과정을 거치지 않고 좋은 품질의 변환 패턴을 작성할 수 있는 장점이 있다.

2. 크기변환: 확대

가. 골격 패턴의 확대

수평 및 0°사선(수직 및 90°사선 선분)은 확대 선분폭 만큼 해당 선분 상하(좌우)로 선분을 보간 삽입하며 사선의 경우는 좌우측으로 선분을 보간 삽입한다. 이에 대한 예를 그림 3에 보였다.

이와 같이 처리한 후 수평·수직 선분의 시점 또는 중점이 만나거나 사선과 연결되는 경우 변환 패턴의 품질 향상을 위하여 그림 4(a)와 같이 예외적으로 선분의 시점·중점에 이웃하는 혹 도트를 조사하여 보간되는 선분만큼 좌표값을 조정하였다. 또한 직선과 사선, 사선과 사선이 만나거나 교차하는 부분에서 확대에 따른 혹점의 덩어리가 생기기 쉬우며 이것이 품질 저하

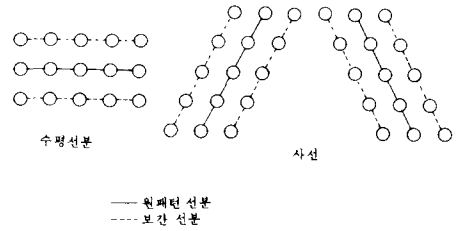


그림 3. 골격 패턴 확대(선분폭 3배)
Fig. 3. Enlarging the skeleton pattern(three times in line width).

의 요인이 될 수 있다. 이에 대해 그림 4(b)에서와 같이 A점을 중심으로 8 방향을 조사하여 현 사선 방향 및 수평·수직 선분에 속하지 않는 혹점이 존재할 때 필요없는 선분의 발생을 제거했다.

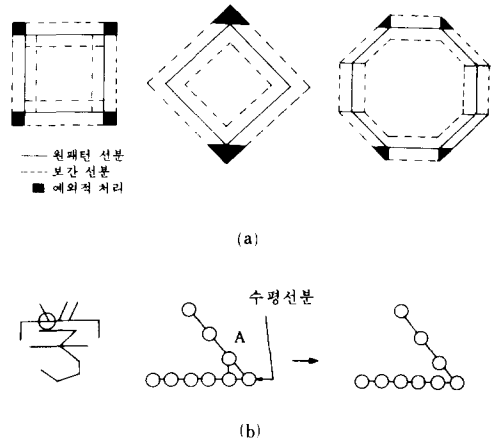


그림 4. 확대에 따른 예외적 처리
Fig. 4. Exceptional process followed by enlargement.

나. 일반 패턴의 확대

1 선폭이상이 이루어진 일반패턴중 1선폭의 선분은 골격패턴의 확대처리 방법에 의해 확대처리하고 이하 2선폭 이상의 수평·수직선분 및 0°, 90° 사선의 확대처리에 관하여 논한다.

인접된 수평(수직)직선의 경우 횡(종)방향 확대에 의해 각각 선분은 확대배율에 따라 시점·중점의 좌표값을 계산하여 각각 선분길이를 확대하고 종(횡)방향 확대에 의해 선폭 제어를 위한 보간선분을 계산한다. 그림 5의 (a)는 원 패턴에서 인접된 선분 \overline{AB} , \overline{CD} 시

점 및 중점(A, B, C, D점)을 나타낸 것이고 이때 Δx_1 은 A와 C의 x좌표값의 차의 절대값을 나타내고 Δx_2 는 B, D의 x좌표값의 차의 절대값을 나타낸다. 그림 5의 (b), (c)에서 A', B', C', D' (선분 \overline{AB} , \overline{CD})는 확대 비율에 따라 선분 \overline{AB} , \overline{CD} 의 시점, 중점으로 부터 계산된 것을 표시하고 있다. 즉 수평직선 처리에 있어서 횡방향(x방향) 확대는 선분의 시점·중점으로 계산되나, 종방향(y방향) 확대에서는 \overline{AB} , \overline{CD} 의 선분이 인접하지 않으므로 보간처리가 필요하게 된다.

이때 보간처리는 (b), (c)와 같이 두가지 경우로 나눌 수가 있다. 즉(b)의 a_1, a_2 는 보간선분으로서 a_1, a_2 의 시점을 A' 및 C'를 연결하는 사선상에 위치하게 하였으며, (c)의 경우는 A, C'의 x좌표값이 변경없이 상하로 보간된 것이다. 이때 (b), (c)의 보간처리는 (a)의 Δx_1 및 Δx_2 를 기준하여 $\Delta x_i \leq x_{ab}$ (본 예에서는 $x_{ab} = 3$)인 경우에는 (b)와 같은 보간 처리를 $\Delta x_i > x_{ab}$ 인 경우에는 (c)와 같이 처리 하였다.

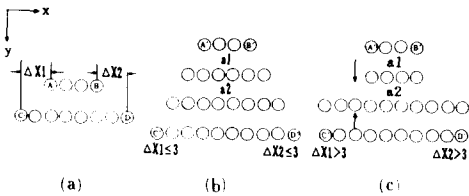
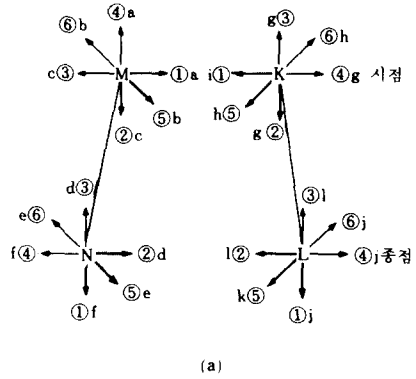


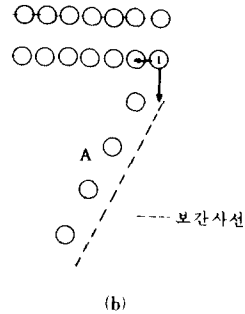
그림 5. 일반패턴의 수평직선 처리
Fig. 5. Horizontal line process of general pattern.

0°사선의 경우 보간 선분의 삽입방식은 수평직선의 경우와 동일하나, 다른 점은 0°사선의 경우 현 기준 0°사선을 기준하여 상하 양방향으로 조사하여 보간 곡선을 삽입한다. 수직방향 처리는 수평방향 처리와 동일하므로 생략하기로 한다. 그리고 일반 패턴의 45°, 135°사선처리는 사선의 시점 또는 중점에서 수평, 수직 및 각종 사선과 만나는 경우 그림 6(a)와 같은 규칙에 따라 처리한다. ①은 시점, 중점에서 최초의 인접 흑점을 조사하는 순서이며 그옆의 a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l은 보간사선의 시점 및 중점이 진행되는 각 방향을 가리키며 굵은선방향으로 보간된다. 그림 6(a)에서 M을 중심으로 ①의 방향에 흑점이 있으면 MN 사선의 선평제어를 위해 보간 삽입되는 선분의 시점이 변하는 방향은 a 방향으로 되고 ①, ②에 흑점이 없고 3 방향에 흑점이 있으면 보간되는 선분의 방향은 굵은 c 방향으로 즉 ②c의 방향으로 보간된다. 중점 N에서도 마찬가지로 135°사선 KL선분에서도 마찬가지로 방법으로 처리한다. 예를들어 그림 6(b)에 A사선(시점

1)은 (a)규칙의 M점에 해당된다. ①의 순서로 비교해 본 결과 ③방향에서 흑점이 존재하고 알파벳의 값이 c이므로 c로 표시된 굵은선의 방향으로 보간 선분의 시점이 변한다.



(a)



(b)

그림 6. 사선 선평제어 규칙
Fig. 6. Rule of slant line width control.

3. 차수 변환 : 축소

확대 및 축소처리는 동일한 방식으로 처리되어야 하나 축소처리에 있어서는 품질면에서 다음과 같은 몇 가지 문제점이 발생하게 된다.

- 1) 1선평의 선분이 없어지거나, 끊어질 수가 있다.
- 2) 선분과 선분사이의 간격이 없어질 수가 있다.
- 3) 사선에서 여분의 화소가 추가되어 사선 품질이 저하될 수가 있다.

전술한 확대처리와 같이 처리함으로써 위 문제점중 1), 3)이 해결되나 2)의 경우와 같은 품질의 저하는 막을 수가 없다. 그러므로 본 방식에서는 수직(수평) 방향으로 1도트 이상의 간격을 두고있는 원 패턴의 수평(수직) 선분이 수직(수평)방향의 축소에 의하여 간격이 소실되는 것을 사전에 검출하여 이를 보정시켜 줌으로써 해결했다. 즉 그림 7의 원 패턴을 수직방향으로 0.5배 축소할 경우 1도트의 선분 간격을 갖

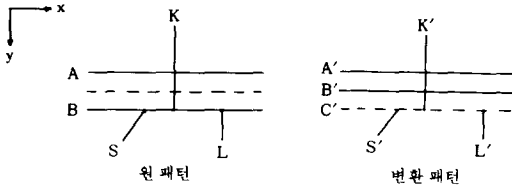


그림 7. 축소시 선분간격 조정
Fig. 7. Adjustment of the line interval reducing.

는 선분 A, B가 A', B'가 되어 간격이 소실되므로 이를 방지하기 위해 B'를 C'로 좌표값을 보정시켜 처리한다.

4. 회전처리

회전처리는 선분길이 및 선폭 조정이 이행된 다음 회전 처리를 하며 회전처리 방법은 다음과 같은 일반적인 계산방식에 따랐다.¹⁰⁾

$$\begin{bmatrix} x' & y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

여기서 $\{x' \ y'\}$ 는 새로운 좌표, $\{x \ y\}$ 는 이전의 좌표를 말하며, θ 는 원점에 대해 반시계방향의 회전 각도를 나타내며 θ 값에 따른 계산상의 소숫점값은 반올림하여 정수값으로 하여 계산하였다. 그러나 일반패턴의 경우 인접된 수평, 수직 선분들이 회전시 인접되지 않게 되어 변환패턴의 품질 저하를 초래한다. 이에 대해 선분을 회전시킨 다음 회전 선분과 동일한 선분을 상하에 인접시켜 보간함으로써 회전에 따른 선분간의 공백을 제거했다.

5. 변환 처리과정

변환 처리과정은 수평직선, 수직직선 및 사선에 대하여 각각 적용하여 변환 패턴을 작성한다. 각 선분의 처리순서는 x 방향, y 방향 각각에 대한 조합 결과인 (x축소, y축소), (x축소, y확대), (x확대, y축소), (x확대, y확대)와 같은 4 종류에 대해 x방향 및 y방향으로 같이 축소 또는 확대하는 경우는 수직직선, 수평직선 및 사선순으로 처리하나 x, y 방향 중 어느 한 쪽이 축소인 경우 간격 소실을 방지하고 확대방향에 따른 선폭 제어용 용이하게 하기 위해 축소방향의 선분을 먼저 처리하고 난 다음 확대 방향의 선분을 처리하고, 사선선분 처리를 한다.

III. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘의 유효성을 입증하기 위해 도트 패턴을 처리한 예를 그림 8~그림11에 보였다.

1. 크기변환



(a) x확대 (Rx=1.8) y확대 (Ry=1.8)



(b) x확대 (Rx=1.8) y축소 (Ry=0.9)



(c) x축소 (Rx=0.9) y확대 (Ry=1.8)

그림 8. 크기 변환 예

Fig. 8. Example of the size transformation.

2. 선폭변환

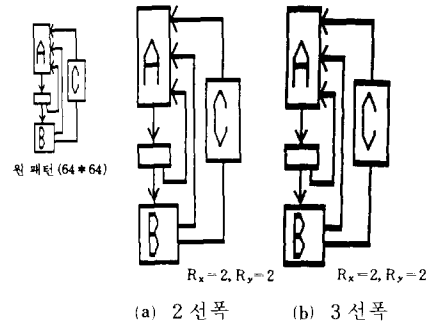


그림 9. 선폭 변환 예 1

Fig. 9. Example 1 for the transformation of line width.

처리장치는 IBM/AT에서 변환 처리를 행하여 도트행렬 프린터인 EPSON RP 80으로 출력했다. 처리 예에서 선분 추출 기준치는 7~8도트를 많이 쓰며 처리속도와 품질을 고려하여 실험 데이터에서 최적치인 $\alpha = 7$ 로 하였다.

종래의 직선 선분 분리법에서는 수평, 수직 선분을 분리해서 처리했지만 사선부분에서 품질이 떨어졌으나 본 방식은 사선부분도 선분 단위로 처리한 결과 변환 패턴의 선폭 및 균형의 제어가 용이하여 비교적

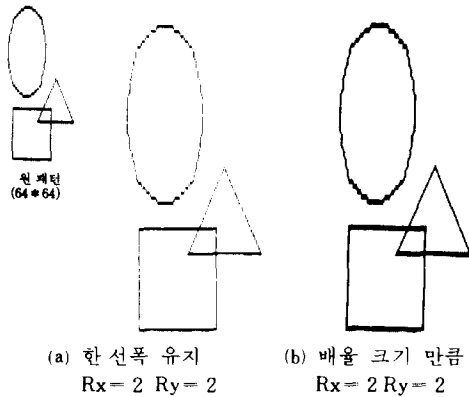


그림10. 선폭 변환 예 2
Fig. 10. Example 2 for the transformation of line width.

3. 회전변환

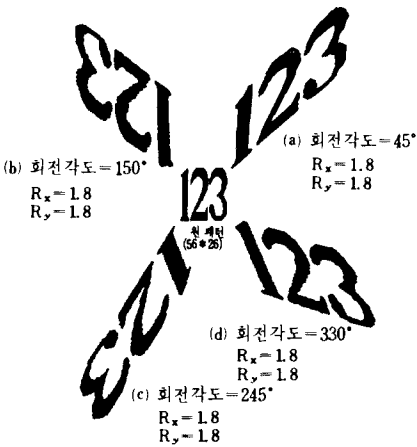


그림11. 회전 변환 예
Fig. 11. Example of rotating.

양호한 실험 결과를 얻을 수 있었다. 또한 별도의 정형 처리가 필요하지 않으면서도 0.5~N배 사이의 실수배 크기로 확대, 축소 및 회전 처리를 할 수 있었다.

축소처리에 있어서는 선분 간격 조정과정을 도입함으로써 중요 선분의 소멸을 방지하였으며, 그림 9, 10에서 처럼 선폭제어를 선택적으로 할 수 있게 하였다. 즉 골격 패턴의 경우 선폭의 변화없이 축소, 확대 및 회전처리를 할 수 있으며, 지정된 선폭으로 변환 패턴을 작성할 수도 있다. 그리고 일반 패턴의 경우 확대 방향에 따른 선폭 제어방식은 수평, 수직 및 사선에 대해 주변 영향을 고려한 적응적 처리를 하여 좋은 결과를 얻을 수가 있었다. 그러나 도트 패턴의 품질이나

변환 패턴의 품질은 패턴작성 또는 표시 할 때 입출력 장치의 해상도에 의존하므로 도트 패턴의 품질을 정량적으로 표시하는데는 어려움이 많기 때문에, 변환 패턴의 품질은 동료들의 시각적 검토를 통하여 평가 하였다.

IV. 결 론

문자·도형등과 같은 선도형등을 포함하는 원 패턴을 축소, 확대 및 회전 변환을 시켜 좋은 품질의 변환 패턴을 작성하는 알고리즘으로서 본 연구에서는 4 방향 선분 분리 처리법을 제안하였다.

본 방식의 알고리즘은 수평·수직부분 뿐만 아니라 사선부도 선분으로 분리시켜 확대, 축소 및 회전 처리를 하여 변환 패턴의 품질 저하를 방지함과 동시에 변환배율도 0.5배~N배사이의 실수배로 처리 가능토록 하였다.

그밖의 특징으로서 수평·수직방향으로 각각 다른 변환 배율로 축소, 확대 가능하며 골격 패턴의 선폭제어를 들 수 있으며, 크기 변환처리후 품질 개선을 위한 별도의 정형처리가 필요없는 점등을 들 수가 있다.

본 연구에서 어려웠던 점으로서 변환패턴의 품질평가 및 선분 추출 기준치의 선정, 보간처리를 위한 기준치의 선택을 들 수가 있다. 선분 추출 기준치는 해상도가 8pel/mm인 출력장치를 상정하여 실험적으로 결정하였으며 보간 처리를 위한 기준치는 선분 추출 기준치의 50%로 채택하였다. 이와같은 기준치의 선택은 해상도등을 포함한 처리환경에 의존하나 이는 도트 패턴 변환에 따른 본질적인 문제로 해석할 수가 있다.

앞으로의 크기 변환에 관한 연구에서는 변환 패턴의 품질과 다양한 응용 분야를 위하여 디스플레이 장치나 출력장치의 수평 해상도 및 수직 해상도(주사선밀도)가 다른 경우에 있어서 기준치의 설정문제를 포함하여 변환 문자의 품질(특히 선폭), 곡선 부분을 많이 포함하는 경우 변환 패턴의 품질 유지에 관한 연구가 요구되며 특히 농담화상, 컬러화상의 변환처리 및 알고리즘의 하드웨어화 구현등을 들 수가 있다.

참 考 文 獻

[1] K. Mori, "Size transformation for the dot represented Kanji character pattern", *IECE*, vol. J60-D, no. 10, pp. 801-808, Oct. 1977.

[2] S. Inoue and M. Kimura, "Extension and reduction method of Kanji dot pattern", *technical report, IE 79-1*, pp. 1-10, 1979.

- [3] W. Shigeru and T. Kenji, "A consideration on size transformation strategy for Kanji pattern", *technical report, IE 79-2*, pp. 11-17, 1979.
- [4] 問下: "漢字ドットフォントからバクターフォントへの變換," 情報處理學會, 計算言語學研究會資料 17-2, 1979.
- [5] H. Nankano and K. Mori, "Kanji pattern processings based on the separation of vertical or horizontal lines", *IECE*, vol. J62-D no. 12, pp. 796-803, Dec. 1979.
- [6] M. Shiono and H. Sanada, "A method of size transformation and shape adjustment for dotted Kanji patterns", *IECE.*, vol. J62-D no. 12, pp. 557-561, Jul. 1980.
- [7] 正嶋 博 等 4人: "二直畫像の各種擴大・縮小方式の性能評價および處理速度改良方式": 情報處理 vol. 26, no. 5 pp. 920~925, 1985.
- [8] K. Tanaka and S. Otsuda, "Size transformation methods of dot matrix Kanji patterns using font characteristics", *IECE*, vol. J69-D no. 3., pp. 460-466, Mar. 1986.
- [9] M. Okamoto and N. Takahashi, "Algorithms of magnifying/reducing, rotation and border following using segmented block code", *IECE*, vol. J69-D, no. 7, pp. 1075-1982, Jul. 1986.
- [10] W. M Neman and R. Sproull, "*Principle of interactive computer graphics*" McGRAW-HILL, pp. 53-61, 1981.