

## 弛緩法を用いた輪郭推定補間方式による 5D-6 高品位文字フォント拡大縮小方式

\*宗政 成大,\*樋野 匡利,\*吉村 光彦,\*\*金澤 龍樹

\*(株)日立製作所 システム開発研究所,\*\*(株)日立製作所 神奈川工場

### 1. まえがき

汎用的な文字フォントはアウトライン方式が普及しつつある。しかし、安価なシステムへの適用、縮小時の画質、外字フォントへの対応等を考えると、ドットフォントを対象にした変倍方式の必要性は高い。これに応えるため筆者は既に、局所的な画素の連結状態からオリジナルフォントの輪郭を推定し変倍する方式[1]を提案している。本稿では、方式[1]に輪郭推定機能の大幅な向上を図り、更に細線保存機能を付加した方式を提案する。

### 2. 本方式の処理概要

本方式の処理概要を図1を用いて述べる。本方式は大別して2つの処理で構成される。1つはオリジナルフォントに対し輪郭を推定する輪郭推定処理、1つは推定した輪郭に基づきリサンプリング処理を行ない変倍後の画素値を決定する画素値決定処理である。輪郭推定処理は、局所的な画素の連結状態から暫定的な輪郭を推定した後、弛緩法により更新し、任意方向の斜線輪郭を精密に再現できるように、画素値決定処理は、リサンプリング点に「大きさ」の概念を導入しこれを変倍率に応じ最適に制御した。これにより、推定した輪郭の滑らかさを保持したまま、縮小時の線の擦れ、消失を防ぐことができる。

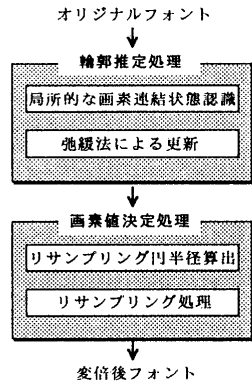


図1 本方式の処理概要

### 3. 輪郭推定処理

筆者は、周囲4×4画素の局所的な画素の連結状態からデジタル画像の表現しようとする輪郭を推定する方式[1]を既に提案している。この方式では、画素の連結状態を正確に認識することが、正確な輪郭を再現できる条件となる。よって、画素の連結状態を認識するために観察する画素領域の広さ(上記では4×4画素)に応じ、正確に

再現できる斜線輪郭の種類が制限され、それ以外の(例えば、水平、垂直線に近い傾きの)斜線輪郭に対しては歪が生じる問題があった。本方式ではこの制限を解消するため、方式[1]による輪郭推定結果を初期状態とし、それを弛緩法により更新した。その結果、任意方向の輪郭の最適表現を可能にした。

輪郭の更新処理例を、図2を用いて説明する。(a)輪郭更新前は、傾き1/5の斜線に対し、方式[1]による輪郭推定をした結果である。図中の英数字は、推定した輪郭の種類に応じ付加したラベルである。一般に傾き±n, ±1/nのデジタル斜線に対し、nの増加に比例して、正確な輪郭を推定するために必要な観察すべき画素領域は広くなる。そのため、図2の様な浅い傾きの斜線に対しては、周囲4×4画素では正確な推定ができず、推定した輪郭に歪が発生している。次に(a)輪郭更新前の結果を初期状態とし、予め用意した更新ルールに従い弛緩的に輪郭を更新する。例えば、デジタル斜線の変化点に現われる(△印を付した)ラベル配列の間隔から斜線の傾きを認識し、それが所定値以上の傾きである場合、各変化点間にある輪郭を更新する。結果、(b)輪郭更新後に示した様に、最適な輪郭を推定することができる。

他の更新ルールとしては、例えば、上記変化点を必要点数検出し、それらを制御点として、Bezier曲線、Spline曲線、円弧等を用い、輪郭更新するもの、また、直線、曲線等の交差部を精密に保持するためのもの等も考えられる。

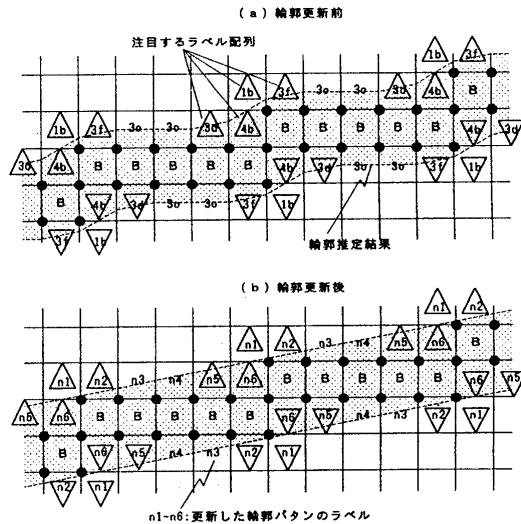


図2 輪郭更新処理例

High Quality Image Scaling Method Using Interpolation Based on Edge Prediction  
With Relaxation Method

Narihiro MUNEMASA, Masatoshi HINO, Mitsuhiro YOSHIMURA, Ryuuju KANAZAWA

Hitachi, Ltd.

4. 画素値決定処理

オリジナルフォントを  $1/\alpha$  ( $\alpha > 1$ ) 倍に縮小する際、オリジナル画素間距離を  $1$  とすると、リサンプリング間隔は  $\alpha$  となる。そのため従来では、細線（例えば線幅 1 dot の線）の黒画素領域が生じ、これが細線の消失、擦れの原因となっていた（図 3 参照）。本方式では、リサンプリング点を中心に、変倍率で決定される半径  $r$  の円を想定し、この領域が接触する時、対応する変倍率の黒画素を黒とするリサンプリング方式を採用した。リサンプリング処理は、推定した輪郭を円輪郭法線方向に  $r$  の幅で太く処理を行なった。この効果がある（図 4 参照）。これをより、輪郭推定処理で推定した輪郭の滑らかさを保持したまま、上記の細線消失を防いだ。縮小時に黒つぶれを起ささないために、 $r$  は必要最小値を用いなければならない。値  $r$  は図 3 から明らかな式で算出される。

$$r = \max \left( \frac{\alpha - 1}{2}, 0 \right) / \alpha \text{ 倍時}$$

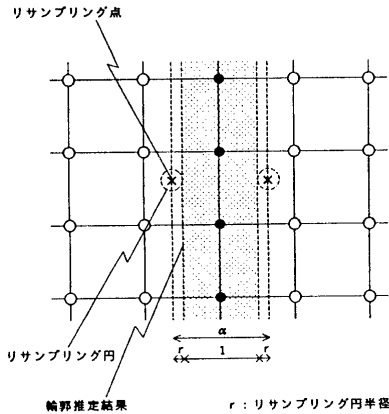


図 3 リサンプリング円説明図

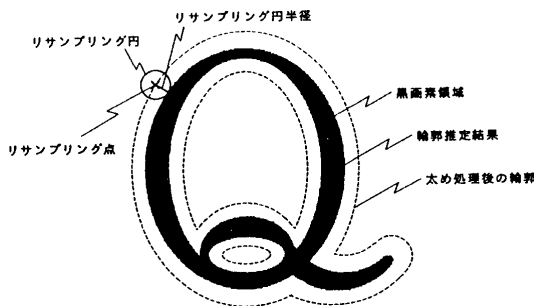


図 4 リサンプリング円の効果

5. 画質評価結果

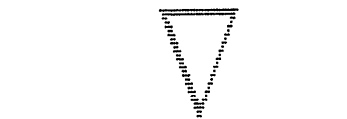
以上説明した方式により、文字フォント (32 × 32 dot : 明朝体) を処理対象とし、画質評価を行なった。図 5 は、拡大処理例 (5 倍) である。(a) は原画像、(b) は従来方式 (投影法) による拡大例、(c) は本方式による拡大例である。従来方式では、フォントの斜めストロークの段差が拡大し画質が低下している。本方式では、フォントの各方向のストロークを滑らかに保持し高画質である。図 6 は、縮小処理例 (0.7 倍) である。(a) は原画像、(b) は従来方式 (投影法) による縮小例、(c) は本方式による縮小例である。従来方式では、フォントの斜めストロークに段差発生し、さらに細いストロークが擦れ、画質が低下している。本方式では、フォントの各方向のストロークを滑らかに保持したまま、細いストロークの消失も防いでいる。

鋭液 益 駅 悦 越 閱 櫻 厭 圓 堰 奄 延  
屋 憶 臆 桶 牡 乙 俺 卸 恩 温 穩 音 下 化 仮 何 伽  
穿 蝦 質 雅 緞 濯 介 会 解 回 塊 壞 廻 快 怪 悔 恢  
各 廓 擴 規 格 核 效 獲 確 獲 確 覺 角 赫 較 郭 闊 隔

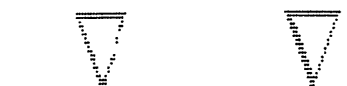
(a) 原画像 (32X32dot : 明朝体)



(b) 投影法 (c) 本方式  
図 5 拡大処理例 (5倍)



(a) 原画像 (32X32dot : 明朝体)



(b) 投影法 (c) 本方式  
図 6 縮小処理例 (0.7倍)

6. むすび

文字フォント画像を対象として、拡大縮小変換をするための新しい方式を提案した。従来方式のように局所領域の濃度を観察して補間するのではなく、画素の連結状態からエッジを推定して補間することで、デジタル画像をアナログ化する考えを取り入れた。これにより任意倍率において、斜線、曲線部の変倍時の段差を抑え、水平垂直線による直交部、角部を保存することができる。画素の連結状態を認識するために、特に本方式では、局所パターンマッチングによる認識結果を初期状態とし、それを弛緩法により更新した。結果、局所パターンマッチングのみによる輪郭推定 [1] と比較して、輪郭の再現性が飛躍的に向上した。また、リサンプリング点に大きさの概念を導入し、これを倍率に応じ変化させて画素補間した。これにより、輪郭の形状を保ったまま縮小時に線の消失及び擦れを防ぐことができた。

参考文献

[1] 宗政, 樋野, 吉村, 他: 輪郭推定補間方式による高品位文字フォント拡大縮小方式, 情報処理学会, 第44回全国大会, pp.2-259~260(1991.3).