

# フォントのデザインを支援するボーンの形状推定

久米 剛弘<sup>†</sup> 栗山 繁<sup>‡</sup>

豊橋技術科学大学 情報知能工学専攻<sup>\*</sup>

## 1 はじめに

企業のブランドや商品名を表すロゴタイプを数多く観察すると、様々なデザイン性の高いフォントが利用されていることが分かる。しかしながらこれらのフォントは、専門のデザイナーが輪郭曲線を手作業で設計しているのが現状である。そこで本研究では、デザインの構造的特徴の解析や、字形の骨格構造を基準とした輪郭曲線の編集を支援する技術基盤を開発するために、既存のフォントから字形を表す骨格構造（以後、ボーンと呼ぶ）の形状を推定する手法を提案する。

フォントのボーン形状を推定する際には、様々なデザインのフォントに対する汎用性を実現することが課題となる。例として図1に Futura Medium と Davida Bold（両者とも文献[1]より引用）における文字 A, O, T のデザインを示す。両者の領域形状間には「飾り部分が突き出している」、「切り込みがある」などの違いがある。また Davida Bold を観察すると「A の横棒がカーブを描いている」、「O が円よりも長方形に近い形状を有している」など、字形における違いも存在することが分かる。これらの違いにより、ボーン形状を領域形状から直接的に推定するのは困難であることが予想される。そこで本研究では、領域の各輪郭曲線が2次元上の各点に与える影響度から計算されるスカラー場に基づいてボーン形状を推定する手法を提案する。スカラー場によって輪郭曲線上の字形と一致している部分からの影響を的確に抽出できれば、独特なデザインのフォントに対しても字形の骨格構造を正しく反映した推定結果が得られることが期待できる。

## 2 提案手法

提案するボーン形状の推定法は以下の4つのステップから構成される。

- (1) 輪郭曲線データの読み込み
- (2) スカラー場の計算
- (3) 全点对での最適パスの探索
- (4) ボーン形状の推定

Shape Estimation of Bones for Designing Fonts

<sup>†</sup> Takahiro Kume

<sup>‡</sup> Shigeru Kuriyama

<sup>\*</sup> Toyohashi University of Technology

Department of Computer Science and Engineering



図1 フォントデザインの例

### 2.1 輪郭曲線データの読み込み

フォントファイルより指定された文字の輪郭曲線データを読み込む。本実験では入力にアウトラインフォントの1種である True Type フォントを用いており、読み込まれるデータは次の  $C$  のように  $N$  個の媒介変数を  $t$  とする直線または2次ベジエ曲線  $c_n(t)$  のリストとして表すことができる。

$$C = \{c_1(t), \dots, c_n(t), \dots, c_N(t)\} \quad (1)$$

### 2.2 スカラー場の計算

平面上の各離散点  $P(i, j)$  について、輪郭曲線からの影響度  $f[P]$  を計算する。この値の大きさは  $P$  のボーン上の点としての適切さを表すと考える。影響度を測る指標としては様々なものが考えられるが、本研究では実験的に「 $P$  とすべての  $c_n(t)$  の間の最小距離」を影響度とし、 $P$  が輪郭の外にある場合には0とした(式(2))。

$$f[P] = \begin{cases} \min_{n,t} (|c_n(t) - (i, j)^T|) & (P \in D) \\ 0 & (P \notin D) \end{cases} \quad (2)$$

ただし  $D$  は輪郭の内部にある離散点の集合である。

### 2.3 全点对での最適パスの探索

離散点を2つ選んでできるすべての2点对間に対して最適なパスを探索する。ここでのパスとは8近傍で隣接する離散点を接続した辺のシーケンスである。また最適とはなるべく  $f[P]$  の大きな点を通っていることを指すが、同時にパスの長さも最適化する必要がある。この最適パスを探索するために、各点に対して次の  $g[P]$  を計算し、それをコストとしてダイクストラ法で求めたものを最適パスとする。

$$g[P] = \max(f) - f[P] \quad (3)$$

## 2.4 ボーン形状の推定

前節で求めた最適パスを文字の字形と同じ構造になるように組み合わせることによって、ボーンの形状を推定する。

例として文字 T の字形について説明する。前節で求めた点  $a, b$  間の最適パスを  $W[a][b] = (P_1 = a, P_2, \dots, P_{L-1}, P_L = b)$  とする。図 2 右に示す字形 T 上の 4 つのノード  $n_1, n_2, n_3, n_4$  の各配置（ただし本研究では集合  $D$  に属する離散点上での配置のみを考える）を 1 つ決めると、 $W[n_1][n_2]$ ,  $W[n_2][n_3]$ ,  $W[n_2][n_4]$  を合わせることで字形 T と同じ構造のグラフ  $G$  を得ることができる。この  $G$  を次の式 (4) で評価する。

$$S = \sum_{P \in G} f[P] \quad (4)$$

この評価  $S$  が最大になるように  $n_1, n_2, n_3, n_4$  の配置を選んだ  $G$  が字形 T の推定結果である。ただし最初から交点である  $n_2$  以外でパスの交差が発生する組み合わせは探索から除外する。

文字 T の例では字形の端点と交点をノードとすることでボーン形状を決定したが、それでは不十分な場合も存在する。例えば文字 A (図 2 左) に対しては、ループ辺やノード間の多重辺を避けるために最低 5 つのノードを設ける必要があり、同様に文字 O (図 2 中央) に対しても最低 3 つのノードを設ける必要がある。このように推定したい各字形について、あらかじめ最小限必要なノードを初期設定しておく。

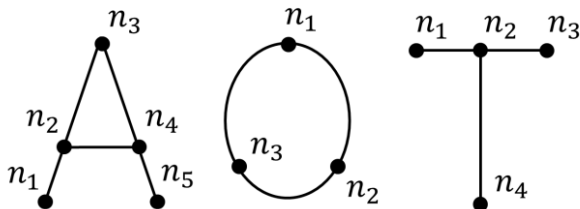


図 2 A, O, T のノード設定

## 4 出力結果と考察

図 3 に図 1 の各フォント文字を入力とした出力結果を示す。入力と出力で図中の配置が一致している。フォントサイズはすべてアスペクト比を変えずに包含矩形の面積が 625 になるようにし、離散化は座標値が整数となる点に離散点を取ることで行った。図中では 1 つの離散点が 1 ドットに対応し、輪郭内部にあると判断された離散点（すなわち  $D$  に属するもの）をグレーのドットで描画し、その上から推定結果のボーンに含まれる離散点を黒のドットで描画している。

出力結果下段 A, O より、飾り部分の影響を受けずに正しい構造のボーン形状を推定できていることが分かる。加えてボーンの長さや角度を仮定せずに推定を行っているため、A の横棒や O の輪郭のように字形が独特な箇所があったとしても、一般に期待されるようなボーン形状が推定できていることが確認できる。



図 3 出力結果

しかしながら改善すべき点も見られる。例えば T の交点に見られるように、直線として推定されるべきボーンが歪んだ結果となっていたり、ボーンの各端点でフォント領域の端に寄るように歪んでいたりする点である。これらはパスの最適化が持つ「 $f[P]$  が大きな点になるべく多く通るようにパスが限界まで長くなる」という性質によって発生したものと考えられる。また下段 O では本来切り込みであった箇所が解像度不足による誤差で連結している。このように解像度が不足すると本来のデザインの特徴が失われる可能性がある。しかし今回の実験では 2.4 節で述べたノード配置の探索を全探索で行っているため、その時間計算量はノードの個数を  $M$  として  $O(|D|^M)$  であり、 $|D|$  はドット数に比例して大きくなることから、小さな  $M$  に対しても大きな解像度を扱うことができない。そのため探索を効率的に行えるように提案手法を改良する必要がある。

## 5 むすび

本研究ではフォント領域からスカラー場を生成することでそのボーン形状を推定する手法を提案し、独特なデザインのフォントに対しても正しい構造の推定結果が得られることを確認した。今後は出力結果に見られたボーンの歪みを整形するアルゴリズムや、探索を効率化する手法の検討を行い、本提案手法によって得られるボーンをデザインの解析やフォントデザインの対話的編集へ応用することを目指す。

## 参考文献

- [1] 深沢英次, インプレス編集部: 改訂 6 版 TrueType フォント パーフェクトコレクション, インプレスジャパン, 2013