

## ラベリング処理による点字の認識 Braille Detection with Labeling Algorithm

伊藤 祥一<sup>†</sup>  
Shoichi Ito

藤澤 義範<sup>†</sup>  
Yoshinori Fujisawa

越溪 拓<sup>†</sup>  
Taku Koshitani

### 1. はじめに

厚生労働省の調査<sup>1)</sup>によれば視覚障害者の数は約 31 万人にのぼる。視覚障害者の情報収集を助けるものとして点字があり、公共の施設を中心に点字の案内表示が急速に増えつつある。点字のサイズは JIS T0921 で規定されているが 1 文字の横幅は 3mm に満たない非常に小さなものである。点字を読むためには指先の訓練と独特の文法の習得が必要であり、習得のハードルは低くない。そこで筆者らは、指先あるいは手のひらに装着したセンサで点字をなぞると音声による読み上げを行うウェアラブルタイプの点字リーダを開発している。図 1 に本デバイスの全体像を示す。指先でなぞった点字をすぐに正確な日本語音声で読み上げることにより点字の習得を効率化するとともに、点字習得が難しい視覚障害者の生活品質向上にも役立つ。本稿ではウェアラブル点字リーダで点字を読み取る際に必要となる点字の機械的な認識技術について述べる。



図 1 ウェアラブル点字リーダの全体像

### 2. 点の位置検出

日本で使われている 6 点式の点字では、縦 3 個×横 2 個の計 6 個の点の並びで 1 文字を表す。ウェアラブル点字リーダにおけるセンサからの入力点字による文章がパノラマ画像のように入力される。ここからすべての点の位置を検出し、6 つの点の有無を一塊として点字の 1 文字として切り出す作業が必要となる。本章ではパノラマ画像上の点の位置を検出する手法について述べる。

#### 2.1 従来の点位置検出方法

これまでも点字を機械で読み取る手法はいくつか提案されている<sup>2),3)</sup>。たとえば文献[2]で提案されている方法は点字の画像を縮小して 5×3 のマスクをかけることで点の有無を識別しているが、2 文字分しか読み取ることができないうえに点字に正対した形での撮像を行う必要があり、ウェアラブル点字リーダに実装するには不向きである。

筆者らは、点のサイズを固定せずに適用できパノラマ画像のような長い入力について点の有無を識別する手法として顔認識技術を適用した結果について報告した<sup>4)</sup>。図 2 に

顔認識技術を用いた点字の認識結果を示す。黒く潰れた形が点字の凸の部分で、点と認識された領域が四角形で囲まれている。ほとんどの場合で図 2 のように正確に読み取れるが、まれに入力画像の品質に起因して図 3 のように認識結果が望ましくない場合もみられた。光学画像入力に限らず、センサからの入力は一般に安定しないため、多様な環境下で安定した点字の認識を行えることが必要である。



図 2 顔認識による点字の認識(成功例)

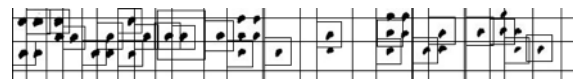


図 3 顔認識による点字の認識(失敗例)

#### 2.2 ラベリングによる検出

顔認識による点字の認識に代わる方法として本稿ではラベリングによる手法を提案する。ラベリングとは、画像の中で連続した領域を 1 つの固まりとして認識して番号を振る処理のことである。センサから入力された点字の形は一般にゆがんでいるため、輪郭をもとに点の位置を推測することは難しい。ここではラベリングにより振り分けられた一つ一つの領域の重心座標を求めることで点の座標とした。ラベリングは次の手順で実行される。

1. ラベルが設定されていない画素を見つける
2. その画素に新しいラベルを設定する
3. 画素の周辺の 8 方向の画素を調査する
4. ラベルが設定されておらずかつ同一画素値なら同じラベルを設定する
5. 手順 4 で一致したすべての画素に手順 3 以降の処理を再帰的に適用する
6. 同じ画素値の隣接要素がなくなったら手順 1 に戻る

ラベリングによる点の位置検出はまず、センサから点字の全体像を入力する。本稿では web カメラから入力された点字の画像を文献[4]の手法によって 2 値化したものを利用する。実際のウェアラブル点字リーダでは感圧センサからの入力を文献[5]の手法によりパノラマ画像として再構築した物を利用する。次に画像の傾き補正を行う。補正は適当な角度で点字画像全体を回転させ、水平方向の 1 ライン分の黒い点を数える。すべてのラインに対してこの 2 乗を足し上げていき、値が最大となる回転角を探す。これらの補正が行われた画像に対してラベリングと重心計算処理を行い点の座標を決定する。

<sup>†</sup> 長野工業高等専門学校 電子情報工学科

図 4 は入力画像の一例である。これをラベリング処理すると図 5 のようにそれぞれの点が正しく個別の領域として認識されていることがわかる。これら一つ一つの領域について重心座標を計算し、プロットしたものが図 6 である。



図 4 点字の入力画像 (画像 A)



図 5 画像 A のラベリング結果

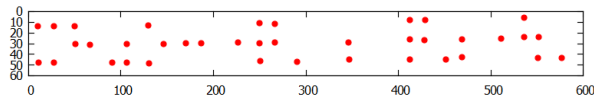


図 6 画像 A から求めた重心座標

入力画像の品質が図 4 よりも悪い場合、顔認識による方法では点の位置が誤認識される場合があったが、ラベリングと重心計算による手法では安定した点位置検出精度を達成できている。図 7 を入力画像としたときのラベリング結果を図 8 に、重心座標を計算してプロットしたものを図 9 に示す。

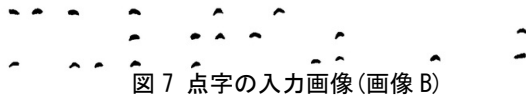


図 7 点字の入力画像 (画像 B)

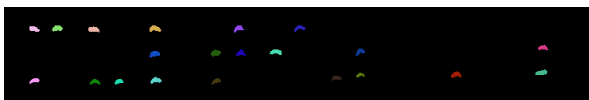


図 8 画像 B のラベリング結果

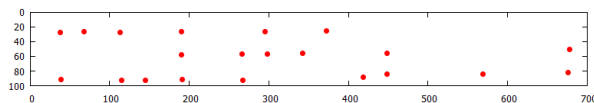


図 9 画像 B から求めた重心座標

入力画像にノイズが大量に含まれている場合の例を図 10 に示す。図 10 は画像処理ソフトで擬似的に生成したもので、実際の点字の画像ではない。顔認識による方法では誤検出が多く見られた入力例の一つだが、この場合でも図 11 のように点の位置は正確に検出されている。



図 10 ノイズが含まれている入力画像



図 11 ノイズが含まれる場合の検出結果

ただし、元画像自体の点の分離が明確でない場合、ラベリング処理で連続した 1 つの領域と見なされることがあり、その場合は重心の計算が不正確になる。図 12 は点の分離が不明確な入力画像の例である。これを元にラベリング処理を行うと図 13 のように複数の点が連続した 1 つの領域と見なされてしまい、これを元に重心座標を計算しても図 14 に示すように元の点の場所からずれた不正確なものになってしまう。



図 12 点の分離が不明確な入力画像 (画像 C)



図 13 画像 C のラベリング結果

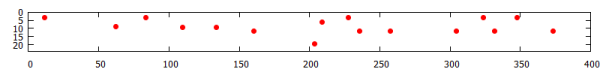


図 14 画像 C から求めた重心座標

### 3. おわりに

ラベリング処理を点字の認識に応用したことで、従来の顔認識等によるものより点位置の検出精度を向上させることができた。顔認識では苦手とされていた、点の形がつぶれるなどしていた場合やノイズが多い場合にも正確な点の位置を求めることができる。ただし入力画像の時点での点の分離が不明確な場合は依然として点の位置検出が難しいことも判った。今後はウェアラブル点字リーダに本手法を適用し、図 1 のような処理の流れを実現する。なお、本研究は JSPS 科研費 26350690 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] 厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課: 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果, 平成 20 年 3 月 24 日.
- [2] 細洞知哉, 仁田周一, 武藤篤夫: CCD カメラを用いた点字の抽出と認識, 1997 年電子情報通信学会総大会, p.260, 1997.
- [3] 田中真美, 宮田薫, 西澤達夫, 長南征二: 点字読み取り用触覚センサシステムの開発, 日本機械学会[No.02-9] Dynamics and Design Conference 2002 論文集 815, 2002.
- [4] 大和優介, 藤澤義範, 伊藤祥一: 顔認識技術を用いた点字の認識, 第 14 回情報科学技術フォーラム講演論文集, J-028(2015.9), pp.369-372, 2015.
- [5] 伊藤祥一, 藤澤義範: ウェアラブル点字リーダの開発, 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, 2E-07, 3-69-3-70, 2015.