

点字読み取りデバイスの開発 Development of Braille Reading Device

伊藤 祥一[†] 藤澤 義範[†]
Shoichi Ito Yoshinori Fujisawa

1. はじめに

厚生労働省の調査¹⁾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の開発状況と、基本技術を流用したスマートフォン向けアプリの開発について述べる。



図 1 ウェアラブル点字リーダの全体像

2. 要素技術

本章では点字リーダを構成するための要素技術について述べる。

2.1 点の有無の取り込み

日本で使われている点字は縦に 3 個、横に 2 個の点の並びで 1 文字を表す 6 点式点字である。点字は紙や金属、プラスチックなど多様な素材に刻印されるため、電気や磁気などの性質を利用して点の有無を検出することは難しい。点の有無を直接触って検出できる感圧センサが本研究の目的にもっとも合致していると考えられる。感圧センサ自体は点字 1 文字分程度の大きさしかないため点字の文章を一度に取り込むことはできない。このため、センサの移動量に応じて入力データを適切に貼り合わせ、点字の文章 1 つをパノラマ画像として構築する必要がある。本研究では Lucas-Kanade 法を点字に適用することで移動量を計算するアルゴリズムを開発した²⁾。これにより加速度センサなど追加のセンサデバイスが不要となり、ウェアラブルデバイスとしての装着感を向上させつつ移動量検出や手ぶれ補正を実現することができる。感圧センサからの入力とカメラからの入力のいずれも 2 値化画像までできてしまえば以降の処理はすべて同じであるため、感圧センサの評価検討と並行し

てカメラから入力された点字画像を処理する要素技術の開発を進めた。以降ではカメラから入力された点字画像の処理を中心に述べる。

2.2 点字に特化した 2 値化

点字が紙面に打たれる場合、晴眼者と視覚障害者の両方に対応するため点字の上に墨字と呼ばれるインクの文字が重ね打ちされることがある。カメラから点字画像が入力された場合、点の陰影を残しつつ墨字を消去することが必要となる。図 2 は上部に墨字が映り込んでおり、これを一般的な 2 値化の方法である大津の方法で 2 値化すると墨字部分が強調され点の陰影が消えてしまいこの方法をそのまま点字に適用することはできない。8 ビットのグレースケール画像を入力としてヒストグラムを作成したときに最頻出する値 a は背景の紙の色であると考えられる。そこで、 $(255-a)/2$ を閾値として 2 値化を行うことで図 3 のように墨字を自動消去しつつも明瞭な陰影を得ることができる。



図 2 入力画像



図 3 新手法による 2 値化結果

2.3 点の代表座標の決定

入力された点字の形は一樣ではなく、一般にゆがんだ形をしている。これをそのまま処理しようとする計算処理が複雑になるうえに処理精度も低くなる。本研究では点画像をラベリング処理により連続する領域ごとに分類し、個々の領域の重心座標を計算してそれを点の代表座標とすることで処理の簡略化と高精度化を実現した³⁾。

カメラからの入力画像を 2 値化したものの例を図 4 に示す。図 4 に対してラベリング処理と重心計算処理を行い、得られた点の代表座標を図 5 に示す。図 4 では個々の点の形がゆがんでいるにもかかわらず、図 5 では整然とした点の座標が得られていることがわかる。

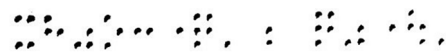


図 4 入力画像例

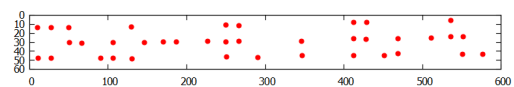


図 5 重心計算により求められた代表座標

[†]長野工業高等専門学校 電子情報工学科

2.4 点字 1 文字単位の切り出し

点字は凸の部分と平らな部分で構成される。平らな部分はセンサからの入力信号がない空白地帯となるが、点がないことも文字を特定するうえで必須の情報であるため、いくつの点が飛んでいるかを正確に推測する必要がある。

本研究で開発した手法⁴⁾は、まず重心計算により算出された点の代表座標の y 座標を 0 と 100 の間に規格化する。入力画像のサイズが極端に小さく個々の点の分離が難しい場合を除き、規格化処理を行うことで入力画像のサイズを決め打ちせずに処理を行うことができる。次に点の代表座標の平均値と揺らぎを調べる。揺らぎが統計的に誤差とみなせる $\pm 3\sigma$ の範囲にあれば同じ列とみなしてグループ化を行う。

列間の距離は、同一文字であるか否かを判断する基準となる。点字 1 文字の中の 1 列目と 2 列目の距離 d_1 と、点字と点字の間の距離 d_2 を推測する。 d_1 と d_2 が推測できれば、途中の空白の距離がどのようなパターンに適合するかを調べることで、点と点の間にいくつの空列が含まれているかを計算することができる。たとえば図 6 のように 2 つの点間距離 δ_{ij} が d_1+d_2 だけ空いていたなら 2 点間に空列が 1 つあると推測できる。同様に図 7 のように 2 つの点間距離 δ_{ij} が $3d_1+2d_2$ だけ空いていたなら 2 点間に空列が 4 つあると推測できる。このような場合分けを 10 通り程度用意することで、空列を含む場合でも点字の 1 文字ごとの切り出しをほぼ正確に行えることがわかった。例外的に対応が難しいパターンもあるがそのようなパターンへの個別処理は現在検討中である。

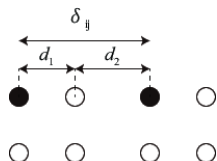


図 6 点間に空列が 1 列ある例

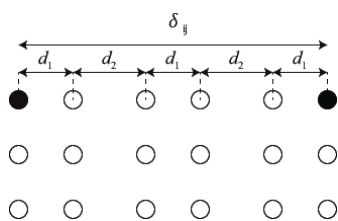


図 7 点間に空列が複数ある例

2.5 日本語音声としての出力

点字 1 文字ごとの切り出しができれば次にこれを日本語テキストに翻訳する。このための点訳エンジンを新規に開発した。ほとんどの点訳ルールに対応し、URL やウムラウトなどの例外を除きほぼ正確に翻訳ができる。日本語テキストに翻訳された点字は Text-to-speech である Open JTalk⁵⁾に渡され音声波形に変換される。音声波形は Bluetooth 経由で利用者のヘッドホンに送信される。

3. 試作状況

感圧センサは現在評価検討中であるため、一般的な web カメラで点字を撮影すると翻訳結果が音声出力されるシステムを試作した。試作したシステム的全景を図 8 に示す。システムとしては Raspberry Pi2 を中心に、ロジクール社 web カメラ C525 を入力デバイス、Bluetooth 接続されたスピーカを出力デバイスとした。システムソフトウェアは C 言語で記述されており、Linux 上で動作する。Web カメラにより点字の一文を撮影するとスピーカから日本語音声が出るという一連の動作を確認することができた。

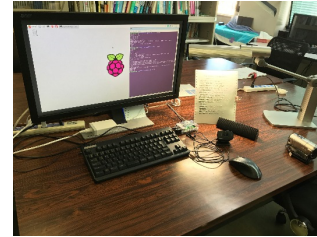


図 8 システム全景

ウェアラブル点字リーダが必要とされた要素技術を組み合わせたスマートフォンアプリを iOS と Android 用に開発中である。スマートフォンのカメラで点字の 1 文を撮影すると 2 値化とラベリング、翻訳をおこない、結果をテキストまたは音声で出力する。ウェアラブル点字リーダが視覚障害者を対象としているのに対し、本アプリは晴眼者を対象としている。施設が改修された場合などでも備え付けの点字案内はそのままの状態であることが少なくなく、晴眼者は案内の誤りに気づくことができず視覚障害者は誤った場所に誘導されてしまう。本アプリを使えば晴眼者でも点字を読むことができるようになるため、修正作業等に活用できる。

4. おわりに

ウェアラブル点字リーダおよびその要素技術を流用したスマートフォンアプリについて述べた。本稿で紹介したウェアラブル点字リーダとスマートフォンアプリにより、視覚障害者の生活品質の向上に資することを期待する。

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] 伊藤 祥一, 藤澤 義範, "点字読み取りに対する Lucas-Kanade 法の応用", 情報処理学会第 78 回全国大会講演論文集, 2E-02, pp.4-403-4-404, (2016).
- [3] 伊藤 祥一, 藤澤 義範, 越溪 拓, "ラベリング処理による点字の認識", 第 15 回情報科学技術フォーラム講演論文集, K-051, pp.557-558, (2016).
- [4] 伊藤 祥一, 藤澤 義範, "画像を入力とした点字の認識アルゴリズム", 2017 年電子情報通信学会総合大会, H-4-11, 基礎・境界/NOLTA 講演論文集, p.277, (2017).
- [5] "Open JTalk - HMM-based Text-to-Speech System", <http://opentalk.sp.nitech.ac.jp/>