

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：53601  
研究種目：基盤研究(C) (一般)  
研究期間：2014～2016  
課題番号：26350690  
研究課題名(和文) ウェアラブル点字読み取りデバイスの開発  
  
研究課題名(英文) Development of Wearable Braille Reader  
  
研究代表者  
伊藤 祥一 (ITO, Shoichi)  
  
長野工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授  
  
研究者番号：10369978  
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：指先に装着した感圧センサで点字をなぞるだけで点字の読み上げが行われるウェアラブルの開発を行った。センサ開発に協力をいただいていた企業の経営上の判断によりセンサ開発が研究期間終盤で中止となり急遽別の企業を探した。感圧センサ以外に本デバイスに必要な要素技術はほぼすべて確立することができた。これらを組み合わせてWebカメラで撮影した点字の内容を音声読み上げるデバイスを試作した。

研究成果の概要(英文)：We developed an wearable device to read Braille via natural voice using fingertip-attached sensor. We initially collaborated a company which possess very high resolution pressure sensor technologies, but the company quits this business at very close to the end of the research project. We must find another company that posses same technology. We established fundamental features required for the device except for the pressure sensor. We construct a prototype of the wearable Braille reader. Once user take a picture of Braille text with a web camera, this device translates into Japanese and reads out in natural voice.

研究分野：福祉工学

キーワード：ウェアラブルデバイス 点字

### 1. 研究開始当初の背景

厚生労働省が行っている日本の障害者に関する統計的な調査として現在公表されている中で最新のものは、平成 20 年度末に公表された「平成 18 年身体障害児・者実態調査結果」である(以下「調査書」と呼ぶ)。調査書によれば、肢体不自由・聴覚言語障害等を含めた障害者の全体数は約 348 万人であり、そのうち視覚障害は約 31 万人(8.9%)である。視覚障害者も、先天的な疾病等によるものと、事故や病気により視力を失う後天的なものがある。

視覚障害者の情報収集を助けるものとして点字がある。同じく調査書によれば、視覚障害者の点字習得状況は「点字ができる」が 12.7%となっており、習得の状況は決して芳しくない。点字のサイズは JIS で規定されているが非常に小さく、1 文字の横幅は 3mm に満たないものである。これを指先で読み取るためには訓練が必要であるが、中途失明者の場合、点字という新たな言語の習得には非常に困難が伴う。これは、訓練されていないため指先の感覚が鋭敏でないことと、6 点式点字の 64 パターンのみで文章を記述するための様々なルールが覚えきれないことの 2 点が大きな理由である。

点字の習得が困難とは言え、視覚障害者は現実に視覚から情報が得られない以上、点字あるいは音声ガイド等で情報を入手せざるを得ない。社会的にも公共の場を中心に点字による表示が普及しつつある。

### 2. 研究の目的

このような状況のもと、もし点字の知識がなくても機械が代わりに点字を読んでくれるのであれば、視覚障害者の生活品質向上に大きく貢献できると考えられる。本研究では、身体に装着するウェアラブルタイプの点字読み取りデバイス(「ウェアラブル点字リーダー」)を提案する。本デバイスは指先に装着したスキャナ、腕時計型の処理部、無線で処理部と接続されたイヤホンの 3 つから構成される。指先で点字をなぞるとスキャナがそれを読み取り、処理部のマイコンが点字の解読を行う。点字を読み上げた音声をイヤホンに送って読み上げを行う。利用の流れを図 1 に示す。



図1 ウェアラブル点字リーダーの概要

### 3. 研究の方法

ウェアラブル点字リーダーを構成するために必要なセンサの評価開発と個別の要素技術の開発を並行して進めることとした。センサに関しては基礎技術を有する企業に協力

を依頼した。すでに翻訳ルールが確立している点字 日本語の変換モジュールや音声変換モジュールをはじめとして、先行開発できる部分をセンサと並行して開発を進め、移動量検出やマイコン上のインターフェイスなど現実のデバイスで必要となる機能の洗い出しと実装を追って進めた。

### 4. 研究成果

ウェアラブル点字リーダーを構成する要素技術ごとに開発の成果について述べる。

#### (1) センサ

点字は紙・金属板・プラスチックなど様々な素材に刻印されるため、電氣的・磁氣的な性質を頼りに点の有無を検出することはできない。点の有無を直接検出する感圧センサがもっとも本研究の目的に合致していると考えられるが、点字の点を識別できるほどの高精度な感圧センサの製造には高い技術が必要である。要件を満たすセンサ技術を有する A 社と研究開始当初より仕様等の検討を共同で進めた。センサの評価と並行して、web カメラからの点字画像を感圧センサからの入力と仮定して後述の(2)~(7)の個別要素の開発を進めた。センサの仕様が固まり、納品を目前に控えたところで A 社の感圧センサ事業からの撤退が公表され、急遽別の感圧センサ開発企業 B 社との作業を開始した。現在は B 社の製品の評価を進めている。

#### (2) センサレス移動量検出

指先に装着した感圧センサの移動量を検出するために従来は加速度センサなど別種のセンサを必要とした。本研究では Lucas-Kanade 法を点字画像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。これにより加速度センサなど追加のセンサ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。感圧センサ自体は点字 1 文字分程度の大きさしかないので、移動量を検出してセンサ入力を適切に貼り合わせていくことで意味のある点字の文章が入った 1 行分をパノラマ画像として構築する。

#### (3) 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、点字の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(大津の方法)で 2 値化すると図 3 のようになり、点の陰影が消えてしまう。本研究では図 4 のように背景色を考慮して閾値を自動決定し、墨字を消去しつつも明瞭な陰影を得ることができる新手法を開発した。



図2 入力画像



図3 大津の方法による2値化



図4 新手法による2値化

(4) ラベリングと重心計算

センサから入力された点字の形は一様ではなく、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とう計算処理が複雑になるうえに精度も低くなる。本研究ではラベリング処理により図5のように点画像を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。

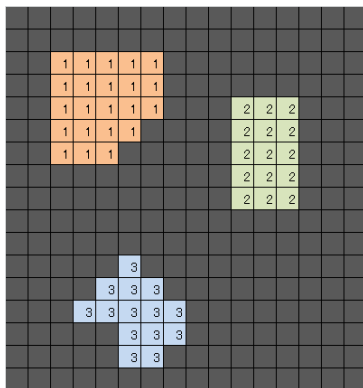


図5 連続する領域に番号を振る

Webカメラからの入力画像を(3)により2値化したものの例を図6に示す。図6に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7に示す。図6では個々の点の形がゆがんでいるにもかかわらず、図7では整然とした点の座標が得られている。

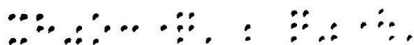


図6 入力画像例

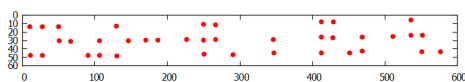


図7 重心座標

(5) 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、いくつか分の点が発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範囲( $\pm 3$ 以内)にあれば同じ列とみなしてグループ化を行う。列間の距離を調べ、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はさまれているかを計算することができる。たとえば図8のように2つの点間距離 $\delta_{ij}$ 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9のように2つの点間距離 $\delta_{ij}$ 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。

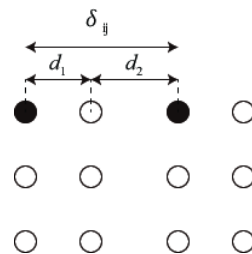


図8 点間に空列が1列ある例

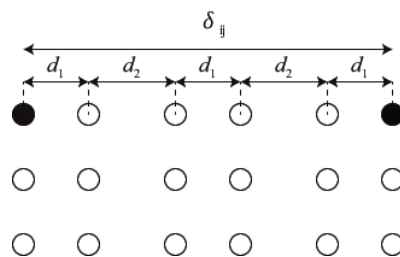


図9 点間に空列が複数ある例

(6) 点訳エンジン

点字の並びを日本語テキストに翻訳する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高精度なものである。

(7) 音声出力

日本語テキストに翻訳された点字はTTS(Text-to-speech)であるOpen JTalk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。

#### (8) システム全体

感圧センサは(1)で述べたとおり当初協力関係にあったA社のものが使えなくなったため現在別のB社のものを評価中である。感圧センサからの入力・web カメラからの入力のいずれも2値化画像まで構築できてしまえば以降の処理はすべて同じであるため、(3)～(7)の個別要素技術を組み合わせるウェアラブル点字リーダのシナリオが機能するかを評価する。

試作したシステムの全景を図10に示す。マイコンとしてはRaspberry Pi2を使用し、ロジクール社webカメラC525を入力デバイスとして使用した。スピーカであるエレコムLBT-SPP300AVとはBluetoothで無線接続されている。(3)～(7)を実装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の流れるという一連の動作を確認することができた。今後は本システムをより小型化してウェアラブル化するとともに感圧センサにより点字をなぞると音声で読み上げられるという本来のシナリオを実現できるようにする。



図10 システム全景

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

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.277，2017.3.

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.

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.

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，

pp.369-372，2015.9.(本発表により「FIT奨励賞」受賞)

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-07，3-69-3-70，2015.3.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

伊藤 祥一 (ITO, Shoichi)

長野工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授

研究者番号：10369978

##### (2)研究分担者

藤澤 義範 (FUJISAWA, Yoshinori)

長野工業高等専門学校・電子情報工学科・准教授

研究者番号：00342494

##### (3)連携研究者

( )

研究者番号：

##### (4)研究協力者

( )