

眼表情からの意図推定を伴う弱視者向け ウェアラブル視覚支援システムの開発

Development of Wearable Visual Support System for Low-vision People via Estimation of
Difficulty in Viewing Based on Expression around Eyes

2001004



研究代表者 九州工業大学大学院 工学研究院 助教 河野 英 昭

[研究の目的]

「弱視」と呼ばれる視覚障害により、日常生活に不自由を感じている人は多い。とくに、街中の看板・標識、本や雑誌、機器や端末の操作法など、生活空間にあふれる文字情報を見ることが困難な場合、視覚によって得られる情報は非常に限定的なものとなる。図1に文字画像に対する弱視者の見え方のシミュレーションを示す。図1からわかるように、文字の太さや構造、大きさに認識のしやすさが大きく変化することがわかる。このような問題に対し、さまざまな視覚支援システムの開発が取り組まれている。例えば、丸茂ら [1] や田中ら [2] は、文字認識を行いユーザへ音声で伝達する支援技術を提案している。しかし、紙面などと異なり、日常

生活に存在する任意の文字情報を認識するのは技術的な課題がある。また、Sakamakiら [3] は画像拡大技術を視覚支援に用いるシステムを提案している。これは視覚情報を拡大して提示することによりユーザの視認性を高めるというものである。しかし、これまでの拡大技術が再現性を最大の目的として発展してきたことから、ただの拡大では実現できない「ユーザの見やすさ」への配慮はなされていない。

本研究では、弱視者の「像がぼけて見える」、「視野が狭くなる」といった個々の見え方に対して視覚情報処理を行うことでユーザに「認識しやすい」像を提供することを目的とし、デジタル文字画像を文字のフォント種に依らず弱視者が認識しやすい文字像へ変換するアルゴリズムを提案する。

想定する使用形態としては、頭部搭載型カメラとディスプレイから成るウェアラブルシステムを考えており、弱視者が特に見えにくいと感じる文字中の細い線（例えば明朝体の横線）を文字の本質構造を失うことなく太線化すると同時に、鮮明な拡大像の提示を可能とするシステムの開発が目標である。また、目元の表情（眼表情）から「見づらい」という意図を抽出し、像提示のキー入力とすることで、システムの無意識下の操作を実現し人間と機械の新たな調和を図る。

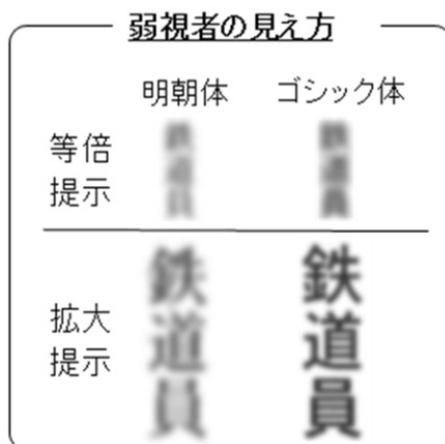


図1 弱視者の文字の見え方の例

[研究の内容, 成果]

1. ウェアラブルシステムの構築

本研究では、ウェアラブルカメラを用いた視覚支援システムへの実装を前提に、目元周りの表情である眼表情データを取得する実験環境を構築した。図2にシステムの構成を示す。

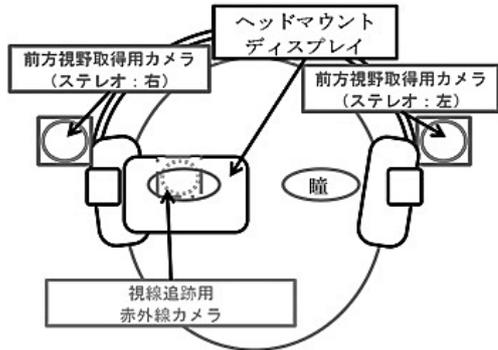


図2 ウェアラブルシステムの構成

2. 文字構造の変換

弱視者の見え方には、像がボケて見えるという特性がある、図1はその特性を模擬したものである。この例は、晴眼者（健常視力の人）には読める文字サイズであっても、弱視者には読むことができず、拡大して提示したとしても、フォント種によっては読みにくい場合があることを示したものである。このように、弱視者のためには単純な拡大像の提示を行うのみでは不十分であり、「見やすさ」に配慮した拡大、文字の構造変換というものが必要である。

本研究では、ウェアラブルカメラを用いた視覚支援システムへの実装を前提に、「見やすさ」に配慮した文字構造変換を事前学習を用いた事例ベース処理により実現する。提案手法の概要を図3に示す。提案手法では、まず文字画像に対して細線化処理を適用することにより文字の骨格を抽出する。その後、事前の学習に基づいて太字化・構造変換処理を行う。以下の節に、おいてそれぞれの処理について詳説する。

2.1. 細線化処理

ここでは、構造変換の前処理として入力文字



ARシステムによるユーザへの提示

図3 提案手法の概要

画像に対して行う細線化処理について述べる。一般に、ユーザが生活する日常空間には多種多様な太さ・フォント種の文字が存在する。本研究ではこれらの「文字の多様性」に対応するため、細線化処理を用いる。文字画像に対して細線化を行った場合文字の装飾や太さ情報が失われ文字骨格が抽出され、この文字骨格に対する構造変換処理を学習することで、提案法は様々な太さ・フォント種の文字に適用することが可能となる。細線化処理には田村の手法 [4] を用いる。図4に細線化の結果画像を示す。

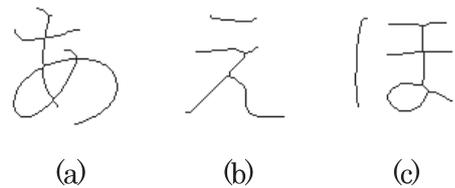


図4 各種文字に対する細線化結果

2.2. 構造変換処理の詳細

ここでは、細線化により得られた文字骨格画像に対する構造変換処理について述べる。本研究では、ユーザが「見やすい」と感じる文字の太さや特性を構造変換に反映するため、フォント・太さの異なる同一文字のグループからユーザに最も認識しやすいと感じる文字を事前に選んでもらう。それを数文字に対して行ってもらう、認識しやすい「理想文字像」とその他の「認識し難い文字像」を得る。最後に「認識し難い文字像」を細線化し、「認識し難い文字像」

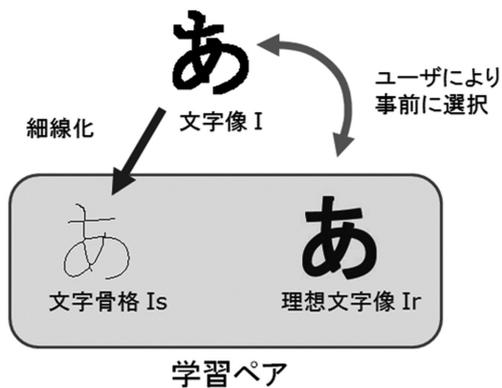


図5 学習ペアの作成

の文字骨格に対する「理想文字像」という学習ペアを得る。図5にこの学習ペアの作成処理について示す。

次に、これら学習ペアから学習データを作成する。学習データは図6に示すように、学習画像ペアからパッチ単位でラスタスキャンにより取得する。したがって、パッチサイズを $S_w \times S_w$ とすると、 $D(=S_w \times S_w)$ 次元の骨格文字像ベクトルデータ $y_i (i=1, \dots, N)$ とそれに対応する理想文字像ベクトルデータ $x_i (i=1, \dots, N)$ を得る。本研究ではリッジ回帰により学習を行い、 y_i と x_i の関係性を学習する。

3. 実験と考察

本節では、種々の文字画像に対して提案手法を適用しその有効性を検証する。図7, 8, 9はひらがな「れ」, 「ほ」, 「を」の3種類に対して提案手法を適用した結果である。これらの結果からわかるように、各種太さの文字に対して、構造変換結果の文字の太さは、ほぼ同一となっている。しかしながら、各文字において何箇所か文字が空洞化している部分が存在する。これは学習をパッチ単位で行っているため、文字骨格をほとんど含んでいないデータの変換も同時に学習するという現象が起り、学習が良好に行えていないためだと考えられる。そこで本研究では、構造変換結果に対して空洞を埋める「穴埋め」処理をしたものを最終出力として採用する。文書画像に対する適用結果を図10に、

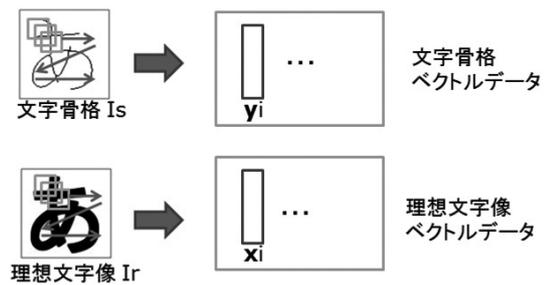


図6 学習データの取得

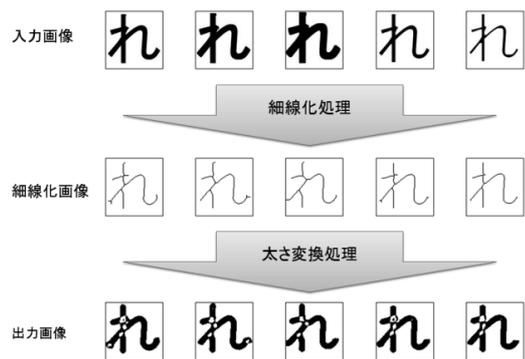


図7 ひらがな「れ」に対する構造変換結果

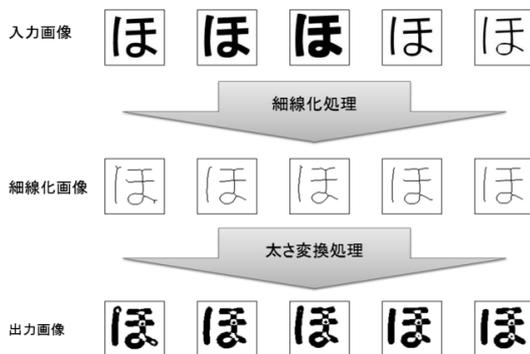


図8 ひらがな「ほ」に対する構造変換結果

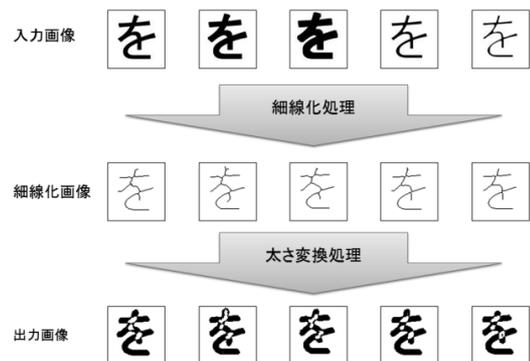
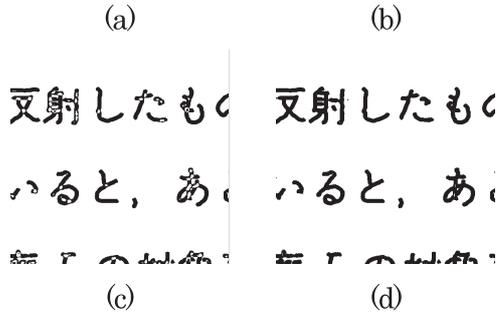


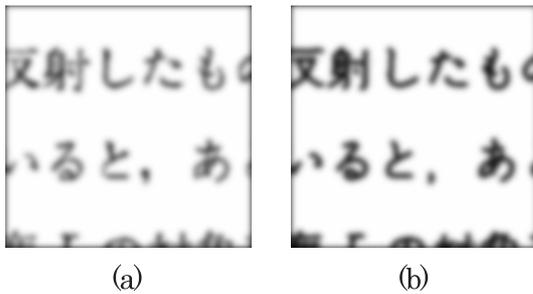
図9 ひらがな「を」に対する構造変換結果

はFナンバーと呼ばれる。また、 $\cos\alpha$ が
で暗くなること（周辺減光）を表す。実際
み合わされており、レンズが筒状になり、
対象表面の明るさである放射輝度Lは、
光が対象表面で反射したものである。それ
性が与えられていると、あとは対象表面の
見たこの放射輝度Lの対象表面での分布は、
反映していることになる。そこで、画像上
画像上の陰影から対象表面の空間での向き
きる可能性がある。これが、陰影からの形



(a) 入力画像, (b) 単純拡大画像, (c) 構造変換結果,
(d) 提案法の最終出力

図10 文書画像に対する結果



(a) 単純拡大画像, (b) 提案法の最終出力

図11 ぼけに対する「見やすさ」の比較

ぼけに対する「見やすさ」の単純拡大画像に対する比較を図11に示す。図10からわかるように、穴埋め処理は有効に機能している。また、図11から、単純な拡大処理を適用した場合に比べて、コントラストの観点で構造変換を施した方が認識しやすいことがわかる。

4. まとめ

本研究では、弱視者の「像がぼけて見える」という見え方に対して視覚情報処理を行うことでユーザに「認識しやすい」像を提供することを目的とし、デジタル文字画像を文字のフォント種に依らず弱視者が認識しやすい文字像へ変換するアルゴリズムを提案した。提案法では、フォント種に依らない文字の構造変換を細線化

処理と事前学習を用いた事例ベース処理により実現した。実験では、種々の文字画像へ提案手法を適用しその有効性を示した。

[今後の研究の方向, 課題]

今後は、学習の際のパッチサイズなどの各種パラメータ自動設定法及び「視野が狭くなる」等の症状に対応するためのユーザへの処理結果提示法などを検討していきたい。

また、目元の表情（眼表情）から「見づらい」という意図を抽出し、像提示のキー入力とすることで、システムの無意識下の操作を実現し、人間と機械の新たな調和を図っていく。

[参考文献]

- [1] 丸茂, 山本, 加藤: “視覚障害者支援モバイルシステムの提案 —— 視覚と操作の統合 ——,” 映像技報, Vol. 31, No. 39, pp.15-18 (2007)
- [2] 田中, 後藤: “視覚障害者用のウェアラブルな文字認識デバイス,” 信学技報, Vol. 108, No. 327, pp.125-130 (2008)
- [3] T. Sakamaki, T. Yamaguchi, K. Shimamura: “A Magnification Control for the Vision Support Function Based on the Magnifying Glass Metaphor,” Int. Conf. Next Era Information Networking (NEINE'06), pp.99-102 (2006)
- [4] 田村: “細線化についての諸考察,” 電子通信学会研究資料, PRL75-6, pp.49-56 (1975)

[成果の発表, 論文等]

- [1] 西岡, 折居, 河野, 前田, 生駒: “弱視者支援のための文字構造変換法の提案,” 第12回日本知能情報ファジィ学会九州支部学術講演会, A304 (2010)
- [2] 富永, 折居, 河野, 前田, 生駒: “ウェアラブルカメラを用いた弱視者支援のための3次元情報取得手法の検討,” 第12回日本知能情報ファジィ学会九州支部学術講演会, B101 (2010)
- [3] 折居, 西岡, 河野, 前田, 生駒: “弱視者支援のための事前学習による文字構造変換法の一検討,” 第27回ファジィシステムシンポジウム (2011. 発表予定)
- [4] 富永, 折居, 河野, 前田, 生駒: “ウェアラブルカメラ画像における人検出結果に基づく道路平面領域推定,” 第27回ファジィシステムシンポジウム (2011. 発表予定)