

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 5 日現在

機関番号：17104

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23700179

研究課題名（和文） 弱視者支援のための知的視覚情報フィルタリングに関する研究

研究課題名（英文） Intelligent visual information filtering for low vision aids

研究代表者

河野 英昭 (HIDEAKI KAWANO)

九州工業大学・工学研究院・准教授

研究者番号：00404096

研究成果の概要（和文）：

弱視者が持っている視覚機能を活用して、生活空間での活動を円滑に達成するために、カメラ等を通して得られる視覚情報から活動に有用な情報の抽出を行い、加工された視覚情報や、音、触刺激といった視覚以外の情報等により提示システムを開発した。具体的には、弱視者が視認困難な際に目元の表情で視野の拡大提示を可能とする視認活動支援システム、および手元から物体までの距離を提示する把持動作支援システムを構築した。

研究成果の概要（英文）：

Our aim is to provide low vision people a way to recognize an immediate environment. To this end, we developed a visual magnification system equipped for eye interface and a grasping aids system to provide the distance between one's hands to the object. The developed systems help low vision people to accomplish one's tasks in daily life with one's surviving visual abilities.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：知能情報学

科研費の分科・細目：人間情報学・知能情報学

キーワード：視覚支援, ウェアラブルシステム, 視認活動, 把持動作, 画像認識

1. 研究開始当初の背景

近年の研究から、弱視者に対する支援のあり方は、盲人に対する支援とは異なるアプローチを採る必要があることが明らかになってきた。「視覚の代行」よりも「視覚の補強」が弱視者のQOLの向上につながるとされている。

欧米では、弱視者向け文字提示システムの開発プロジェクト(Carreón et al., 2003; Peterson et al., 2003; Bernard et al., 2008)が進んでおり、弱視者向け拡大提示装置の販売も広く行われている(Vision Technology社)。わが国でも、異ら(筑波技術大学)を中心に研究が進んでおり、①弱視者特有の視線追尾方法や、②公共サインを利用した弱視者誘

導の方法などが明らかになりつつある(Tatsumi et al., 2008; Tatsumi et al., 2010)。

しかしながら、これらのシステムは平均的な弱視者を想定した、弱視に関する医学的知見に基づく画一的な画像変換・提示法であり、三者三様と言われる個々の弱視者の視力に応じて適切に、見やすい像を提示できるシステムの開発には至っていない。また、「見やすさ」を定量的に指標化することは困難であり、それを決定付ける要因については、未だ解明されていない。

2. 研究の目的

弱視者が持っている視覚機能を活用して、生活空間での視認行為を円滑に達成するために、弱視者の視覚情報から視認に有効な情

報の抽出を行い、弱視者の視認しやすい視覚情報へ変換・提示するシステムを開発することを目的とする。

具体的には、以下の3つが達成目標となる。生活空間における様々なシーンから、

- (1) 弱視者が視認しにくい像と、それに種々の画像変換を施した像の中から視認しやすい像を抽出し、
- (2) 対応関係を記述したデータベースを構築する。そして、
- (3) データベースから知的処理によって、画像変換・提示を行う視覚情報フィルタリングを実現する。

3. 研究の方法

- (1) 最終的な使用形態であるウェアラブル環境で取得される視界画像を得る実験環境を整備し、視認シーン画像を収集する。次に、視認シーン画像に対して、
- (2) 視力の良好な被験者に弱視模擬メガネを装着させ、被験者実験を行い、視認困難画像と視認容易画像との関係を記述したデータベースを構築する。さらに、
- (3) データベースを学習データとして、視認困難画像から視認容易画像へ変換する視覚情報フィルタリングを機械学習によって構築する。
- (4) 構築したシステムを既学習および未学習シーンに適用し、被験者による評価を行う。(2)、(3)および(4)のサイクルを段階的に繰り返しながら、アルゴリズムの精緻化を図り、
- (5) ウェアラブルシステムへ実装する。研究の進行に合わせて、
- (6) 実際の弱視者での被験者評価を行う。

4. 研究成果

- (1) 視覚情報拡大提示装置の開発
 - ① ウェアラブルカメラおよびヘッドマウントディスプレイにより、弱視者が視認困難な際に目元の表情で視野の拡大提示を可能とする視認活動支援システムを構



図1：視覚情報拡大提示装置の外観

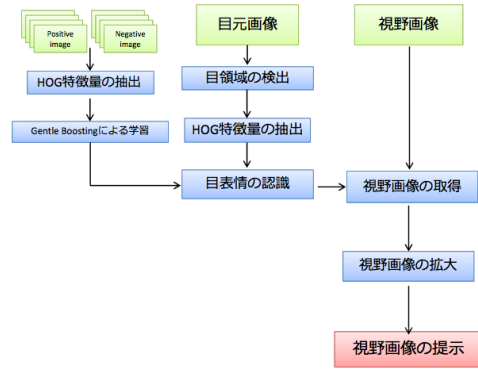


図2：システムの処理フロー

築した。図1にその外観を示す。また、各構成の説明を以下に記す。

- 目表情取得用カメラ：ユーザが視認困難な際に無意識に行う「目を細める表情」を検出するために、片目部分を捉えることができる小型カメラを使用する。(カメラ1)
 - 視野画像取得用カメラ：ユーザが見ている前方の視野画像を得るために、小型カメラを使用する。(カメラ2)
 - ヘッドマウントディスプレイ：拡大処理された視野画像をユーザに提示するために使用する。単眼式ヘッドマウントディスプレイを使用する。
- ② 図2にシステムのフローチャートを示す。本システムを使用するために、事前に各ユーザの目表情を学習しておく必要がある。本研究では、事前知識なしでも識別器を構成することが可能なBoosting学習を用いて行う。以下で手順を示した後詳細を説明する。
- 学習画像の準備：ウェアラブルシステムを装着し、カメラ1よりユーザの片目部分の目表情を撮影する。ユーザの目の部分がすべて写っていることが条件である。撮影された画像列から目領域のみを切り出しておく。2クラスの判別を行うために正例には「目を細める」状態、負例には「それ以外」の状態の画像を準備する。入力画像列は解像度 320×240 pixel, 30 frame/sec で撮影されたものを使用する。切り出された学習画像はすべて 260×153 pixel となる。
 - HOG 特徴量による抽出：それぞれのクラスの学習画像に対して画像の特徴抽出を行う。本研究で用いる HOG 特徴量 (Histograms of Oriented Gradient Feature) は、輝度方向をヒストグラム化したものである。顔認識や一般物体認識などの分野で広く利用されている。画像サイズを

128×64 pixel にリサイズして行う。セルのサイズは 8×8 pixel で行う。この処理により 6804 の特徴ベクトルが抽出される。

- Gentle Boosting による学習：HOG 特徴量によって抽出された特徴ベクトルに基づき，Gentle Boosting を用いた学習を行う。ブースティング学習は重みを更新しながら学習画像を検出するのに適した特徴ベクトルを弱識別器として選択する。そして弱識別器からより高精度な強識別器を構成していくアルゴリズムである。学習回数を 10 回とする。従来の AdaBoost より外れ値に対する頑健性が強い。
- ③ 目表情の学習によって学習された結果に基づいて，本システムを起動して目表情の認識を行う。手順は以下のようになる。
- 目元画像の入力：ユーザがウェアラブルカメラシステムを装着し，本システムを実行させると，カメラ 1 よりユーザの片目部分が撮影された目元画像を入力する。解像度 320×240pixel，30frame/sec である。
 - 目領域の検出：入力された目元画像をそのまま認識に使用すると，装着時のずれの影響で正しく認識が行うことができない。前処理として入力画像に対してテンプレートマッチングを用いて目領域の切り出しを行う。学習画像に用いられている画像をテンプレート画像として使用する。目元画像に対して最も類似度が高い領域を推定し切り出す。本研究では正規化相互相関関数を用いる。この値が 1 に近いほど類似度が高い。
 - HOG 特徴量による抽出：切り出された目元画像に対して，HOG 特徴量による抽出を行う。
 - 目表情の認識：抽出した結果より正例か負例かを識別する。
- ④ 実行時にはウェアラブルカメラにより捉えられた視野画像をリアルタイムに拡大提示できるシステムを試作した。認識結果より，「目を細める」と判定された場合に視野画像の拡大提示を行う。以下で詳細を説明する。
- 視野画像の入力：カメラ 2 より得られた視野画像を入力する。解像度は 320×240pixel である。
 - 視野画像の拡大・提示：1 フレームごとの目表情の認識結果を出力としてそのまま利用するのではなく，認識結果を時系列的に評価してから行う。



図 3：拡大前と拡大後の弱視者視覚シミュレーション

理由として，1 フレームの結果をそのまま利用すると，拡大・縮小がバタつきユーザの使用感が低下する。今回は現在のフレームとそれより前の合計 10 フレーム分の出力値の平均をとる。その際，正例を+1，負例を 0 とする。その値が 0.5 以下の場合，視野画像をそのままのスケールで提示し，それ以上の時は拡大処理を開始する。ユーザが目を細めるということは「対象物体が画像中心にある」と定義する。拡大方向は視野画像の中心方向に一定のスピードで行い，ヘッドマウントディスプレイに随時提示される。目を細める表情を止めた時（しきい値が 0.5 未満）は，「見えている」と判断して拡大処理を停止する。よってユーザの任意の倍率に拡大することができる。一定時間後，元のスケールにズームアウトする。

- ⑤ 弱視者模擬フィルタを介した視認実験により，本研究で構築した拡大提示システムが弱視者の視認活動において有用であることを示した。図 3 にその適用事例を示す。
- (2) 手元情報提示装置の開発
- ① 弱視者は像がぼやけて見えるために，距離感の把握が困難であり，日常生活においてストレスを感じる場面がある。本研究では，物体に QR コードが添付された環境下で，手元に装着したカメラによって，手元から物体までの距離を推定する方式を提案した。提案システムの関係図を図 4 に示す。
 - ② 距離推定は QR コードの実際の形状情報とカメラの画像免状での形状情報をもとに行われる。実験では，本方式を用いて距離推定が可能なことを示し，使用者への提示方法の検討も行った。
 - ③ 撮影したカメラ画像から QR コードを検出し，QR コードをカメラ画像の中心で撮影するように音声で手を誘導させる。QR コードを正面からカメラで撮影することでカメラから見た QR コードの大きさと

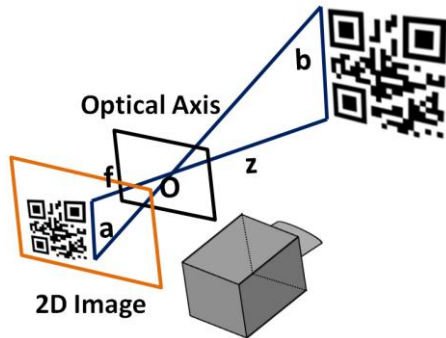


図4：QRコードとカメラの関係図

QRコードから取り出した形状情報を比較しカメラからQRコードの貼付された物体までの距離を推定する。カメラ画像の中心でQRコードを捉えた場合、推定した距離を音声により使用者に提示する。距離の指示に従い手を物体に近づける際にQRコードがカメラ画像の中心とずれてしまった場合、再び音声により方向の指示を行いカメラ画像の中心でQRコードを捉えるように誘導する。この操作を繰り返し行い使用者の手を物体まで誘導させる。

- 方向の誘導：検出したQRコードからQRコードの重心を求め、その重心がカメラ画像上のどの位置にあるかによって「上」「右上」「左」「左下」のように方向を読み上げることにより提示する。
 - 距離の誘導：前項で推定した距離を音声により使用者に提示する。
- ④ 被験者は目隠しをして視界を遮断し、本システムを用いてQRコードを貼付した物体を掴むという実験を図5のような環境で被験者10人に対して行い、いくつかの項目においてアンケートを実施した。結果を表1に示す。値は被験者10人の平均値となっている。システム全体の評価において5段階評価で3.5以上という結果から被験者の手を対象物体に誘導できていると言える。

表1. 実験結果

平均操作時間	19.3 秒
方向のわかりやすさ	3.7
距離のわかりやすさ	3.3
システムの使いやすさ	3.7



図5：把持動作支援評価の実験環境

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3件)

- ① Y. Shirashige, H. Orii, H. Kawano, H. Maeda, and N. Ikoma, "Chromatic Vision Support System with Color Conversion Constraints," *Journal of Advanced Computational Intelligence & Intelligent Informatics*, 17(2), 176-184, (2013). 査読有
- ② H. Tamukoh, H. Kawano, N. Suetake, B. Cha, T. Aso, Fast Image-Enlargement Algorithm for the Augmentation of the High-Frequency Component by Employing a Hierarchical Predefined Codebook, *International Journal of innovative Computing Information and Control*, 9(2), 903-914, (2013). 査読有
- ③ H. Orii, K. Tominaga, H. Kawano, H. Maeda and N. Ikoma, "Extraction of the region feasible for safe ambulation from head-mounted wearable camera images employing genetic algorithm on homography constraints," *Applied Mechanics and Materials*, 103, 633-640, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.103.633 (2011). 査読有

[学会発表] (計7件)

- ① H. Orii, M. Aoki, H. Kawano, H. Maeda, Eye Expression Recognition of Wearable View Magnification Interface for Low Vision, The 1st International Conference on Industrial Application Engineering 2013, March 27-28, Kitakyushu, Japan, (2013).
- ② H. Tamukoh, H. Kawano, N. Suetake, M. Sekine, B. Cha, T. Aso, A Data Embedded Reduction Image Generation

Method for High-Quality Image Enlargement, Proc. of 7th WSEAS International Conference on Circuits, Systems, Signal and Telecommunications, Jan. 9-11, Milan, Italy, (2013).

- ③ H. Orii, H. Manabe, H. Kawano and H. Maeda, Robust Object Recognition using Preliminary Clustering with Boosting Algorithm, 2012 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia, Sep. 6-8, Bangkok, Thailand, (2012).
- ④ M. Moribe, H. Orii, H. Kawano and H. Maeda, A study on acquisition system of depth information between camera and object using QR code, 2012 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia, Sep. 6-8, Bangkok, Thailand, (2012).
- ⑤ H. Kawano, M. Aoki, H. Orii, H. Maeda, and N. Ikoma, "Development of view magnification interface by using wearable cameras for weak eyesight people," Proc. of RISP Int. Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp. 563-566, Honolulu, Hawaii, USA, March 4-6, (2012)
- ⑥ 森邊真行, 折居英章, 河野英昭, 前田博, 生駒哲一, QR コードを用いたカメラ・物体間の距離情報取得システムについての一検討, 信学技報, 111(457), SIS2011-76, pp. 129-132, March 1-2, 東京, (2012).
- ⑦ 森山裕介, 折居英章, 河野英昭, 前田博, 生駒哲一, 弱視者の歩行時における障害物検知に関する一検討, 信学技報, vol. 111, no. 457, SIS2011-74, pp. 119-122, March 1-2, 東京, (2012).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

河野 英昭 (HIDEAKI KAWANO)

九州工業大学・工学研究院・准教授

研究者番号：00404096