

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 20 日現在

機関番号：17501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24501062

研究課題名(和文) 視覚障害者に対する情報確保支援のためのソフトウェアの開発

研究課題名(英文) Software to support visually handicapped in mathematical communication

研究代表者

福田 亮治 (Fukuda, Ryoji)

大分大学・工学部・准教授

研究者番号：70238492

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：図形情報に関する入力及び表示システムを開発した。晴眼者がマウスなどを用いて入力し、視覚障害者が音声などで情報を得るもので、将来的には授業などでの実時間のサポートを目指す。図形情報には多くの部品が存在し、その中のどれが重要化を知ることが情報伝達の上で重要であるので、システム開発と平行して、注視点の位置や動きから、図形情報の重要度などを推定する研究を行った。これらの解析を行う上で必要となる定量化の手法として、シヨケ積分を用いた判別分析の開発と、特徴量の分布を考慮した正規化用いた回帰の改善を行った。

研究成果の概要(英文)：We developed a software tool to support visually handicapped person for documents in elementary geometry. A sighted support input information elements by using a mouse or a keyboard, and visually handicapped student obtain them as text documents. For adequate use of graphical document, we have to estimate the importance of information elements in the documents. We estimate them by using the positions or movements gaze points. In these analysis we also developed generalized methods. We developed discrimination method using Choquet Integral, and improve linear regressions using a normalization of feature values considering their distributions.

研究分野：ファジィ測度論

キーワード：視覚障害者支援 教育工学 ファジィ測度

1. 研究開始当初の背景

視覚情報を補うための研究は古くから数多く見られ、必要に応じて様々な工夫がなされてきている。それらを大きく分けると、触角による伝達と音による伝達、言葉による伝達に分けられると考える。この場合言葉による伝達は、声を通した音声情報や点字による触覚情報となるので、厳密に3つに分けることが出来ないが、言葉以外の視覚情報や触覚情報は曖昧なものが多くこの研究の目的である図形情報の伝達という面からは必ずしも適していない。この研究では、言葉という形に抽象化された情報をどのように伝えるかと位置づける。

科学技術文書における「言語」(概念)には、数学的な内容を表現するものが多くある。これらの多くは小中高大学における教育の中で培ってきたもので視覚障害者支援に関わる研究では、これらが正しく培われているかということも重要な要素ではあるが、この研究では概念が獲得されていることを前提とした研究を行った。数学的情報を多く含む文書の中には、図、表、数式といった形や位置関係などを用いた表現が数多く見られ、長い教育環境の中で、視覚情報を用いて訓練されていることを前提とすると、共通する概念を、短時間でわかりやすく伝えることが出来ている。それだけに、視覚情報なしでの情報共有ではここに数多く存在する。これらに対して、表や数式といった言葉による表現が出来ものに関しては、盛んに研究されていて現在では実用的なものも多く存在する。

このような、科学技術文書中の視覚情報の中で、大きな障害となるものとして、我々の研究対象である(特に初等幾何の中の)図形情報があげられる。これらの情報は、受け取る側が意識せずに複雑なものを受け取っていると考えられ、これがこの問題のもっとも困難な点でもあった。一般的に、このような図形情報には、数多くの要素が内在しており、そこで必要の無いものまで含めると、かなりの量になる。従来の研究や実践的な工夫では、触図により図形を表現する形のものが多いが、触図などでは複雑な形を表現することが難しいことや、視覚のような高度な情報把握は出来ないことなどから、情報の取捨選択、効果的な伝達などが、解決すべき問題と考えられた。

これらを解決するためには、通常の視覚を持つ人がどのように情報を把握し、何を選択しているかといったことを知る必要があるが、そのために有効な技術として、注視点の利用を考えた。注視点とは目が見ている場所のことで、眼球の画像および見ている対象の画像を用いて場所を特定することが出来る。これらを用いることで、人の意図を探る研究が数多くあり、上の問題の解決のために役立つものと考えた。またこの研究には、このような問題をふくめ、様々な評価が必要となるが、シヨケ積分を用いた定量化により、

微妙な状況を把握する試みがなされており、これを組み合わせることで、我々の研究は目標を達成されるとともに新たな方向性が期待できる。

2. 研究の目的

我々の研究の対象となるのは、初等幾何における図形情報であるが、これを視覚情報なしに伝えることが研究の主たる目的である。これに対して、次のような問題がある。まず、このような図形情報の中には多種多様な情報が含まれており、音声やテキストでそれらを全て表現するのは現実的でないこと。与えられた情報の部品は相互に関係を持ち、一連の説明や証明を理解する上で繰り返し必要になり、効率のよい部品の取得が必要となる。したがって、これらの情報の適切な表現方法を定めることが問題となる。これらの問題は、視覚情報の場合には無意識で一瞬のうちに行っているため、おそらく脳が行っているそのメカニズムを理解するのは容易ではない。この問題を解決するためにいくつかの局面にわけて考える必要がある。一つ目の局面として、情報の取捨選択があげられる。上にも述べたように図形情報の中には多くの部品があり、その中から必要な情報を取り出す手法が求められる。そのために、人間の脳のメカニズムを知ることが出来ればよいが、この研究ではこれを注視点の解析に求めている。実際には、注視点の位置や動きから、対象となる要素の重要度を評価するための研究を行うことになるが、部品の重要度を知らずとも、評価手法自体に対しても汎用的な手法の開発が期待される。

情報の表現方法を最適にするためには、その構造を最適にした上でそれにアクセスするための効果的なソフトウェアを実現する必要がある。情報は木構造を基本としたグラフにより表現するが、そのノードや辺をどのように設定するかについて最適な答えを得るためには、図形情報を人がどう理解するかを把握する必要があり、この形での情報伝達における本質的な情報構造の理解につながると考えられる。情報表現方法が変われば、重要度を知らずとも単位も変わることになるので重要度の解析と表現方法の最適化とは相互に影響を与えあえるものである。双方の改善が繰り返されることで、問題の本質が明らかになり、さらに高度な解析へと発展することが期待される。

3. 研究の方法

この研究は大きく分けて、注視点の解析、グラフ構造の構築、評価手法の研究、システム開発の4つの研究を平行して行う。

注視点の解析では、眼球の画像と対象画像の線形回帰による注視点推定を行い、得られる位置情報を用いた対象物との距離や変化などを特徴量とした解析を行う。グラフ構造の構築では、図形を含む数理的な情報に対して、どのような概念をどのような関係でつな

いで表現すべきかどうかという問題を考える。研究の最終的な目標を実時間で処理にしているため、瞬間的な判断でとらえられる情報空間の状態を現実の対象を元に考察していく。これらの研究における様々な場面で、状況を定量化して処理を行うことになるが、具体的な問題から要請された状況をモデル化し汎用化、抽象化を進める。さらに、これらを総合してソフトウェアとして実現する形で研究を進める。これらの、研究は相互に影響を及ぼしながら進めることになる。

4. 研究成果

注視点の推定に関して、眼球の画像と視界の画像を線形回帰で対応付けることにより、注視点を推定する手法を開発した。双方の画像は眼球と視界を写す2つのカメラが眼鏡に固定されたインサイドアウトカメラという

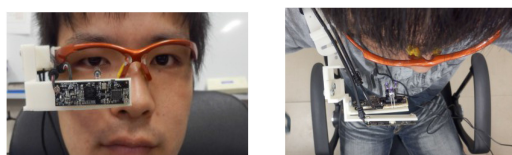


図 1. インサイドアウトカメラ

システムを用いて取得し、楕円で近似した眼球の中心を元に対象物の点を線形回帰により近似する方法で、注視点を推定した。これを用いて、図形要素や要素間の関係に対する注目度の解析や、注視点の有効性に関する解析を行った。また、注視点を教師データとすることで、視点の動きにより注目している領域の種類を判別する研究を行った。

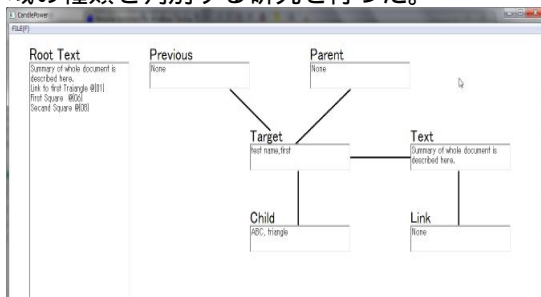


図 2. 出力システム

これと平行して、図形情報の編集出力するソフトウェアの開発を行った。このソフトウェアは、視覚障害者をサポートする晴眼者がマウスやキーボードから入力し、視覚障害者が音声などでその情報を取得するもので、将来的には聴覚障害者に対するノートイクのサービスに相当するものを実現するためのシステムである。このソフトウェアでは文字列と図形により構成される説明をXML形式で表現し、音声などの非視覚情報で出力している。また、平行してファントムセンセーションを用いて触覚による図形情報の伝達の可能性についても解析を行った。

これらの解析で用いた定量化手法の中で、一般化されたシヨケ積分による判別分析と、特徴量の分布に基づく[0,1]への正規化手法に関しては、汎用的な手法としてまとめ発表している。これらの手法の開発は、筋電F波の出現区間の解析など他の対象に対しても、平行して行うことにより汎用的なものを目指した。

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13件)

1. 福田亮治, 古城 征人, 初等幾何図形入力システムにおける角判定, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), 26 巻 2014 752-761 (査読あり)

2. Ryoji Fukuda, Junki Iwagami, Takeshi Saitoh, Applicability of Gaze Points for Analyzing Priorities of Explanatory Elements in Mathematical Documents. Proceedings of ATCM 2014, 203-210

3. Aoi Honda, Ryoji Fukuda, Jun Okamoto, Information processing and management of Uncertainty in knowledge based system, Proceedings of IPMU 2014, 284-293 (査読あり)

4. Ryoji Fukuda, Expression Rules of Directed Graphs for Non-visual Communication, Lecture Note in Computer Science, Computers Helping People with Special Needs, 182-185, 2012 (査読あり)

5. Ryoji Fukuda, Akihiro Miura, Improvements and Evaluations of Tactile Graphical Viewer for the Visually Impaired. Proceedings of ATCM 2012 312-319 (査読あり)

〔学会発表〕(計15件)

1. 島仲俊平, 上見憲弘, 掌における点振動刺激によるファントムセンセーション像の制御方法の検討, 第23回ライフサポート学会フロンティア講演会 2014.2.28-28 東京理科大葛飾キャンパス(東京都葛飾区)

2. Junki Iwagami, Takeshi Saitoh, Easy Calibration for Gaze Estimation using Inside-Out Camera, 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision. 2014.02.04-06, Nago Okinawa Japan,

〔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
<http://www.hwe.oita-u.ac.jp/rfukuda>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福田 亮治（Ryoji Fukuda）
大分大学 工学部 准教授

研究者番号：70238492

(2) 研究分担者

齋藤 剛史（Takeshi Saitoh）
九州工業大学・情報工学研究院 准教授
研究者番号：10379654

(3) 研究分担者

本田 あおい（Aoi Honda）
九州工業大学・情報工学研究院 准教授
研究者番号：50271119

(4) 研究分担者

上見 憲弘（Norihiro Uemi）
大分大学 工学部 准教授
研究者番号：70280857