

弱視生徒のための遠方視に対する情報提供方法の検討

The examination of information offering method to distant vision for the low vision students

○ 江口 智弘 (熊本県技短)

Tomohiro EGUCHI, Kumamoto Prefectural College of Technology

Abstract: This paper describes development and evaluation of supporting system for scripts information acquisition on the blackboard with transparent screen. This system consists of a web camera, a personal computer, a transparent screen, a projector, and a head rotational direction detector. The head rotational direction detector was developed to detect a user's eye gaze direction. The detected area is magnified and displayed on the screen. The present equipment with transparent screen achieved the function of presenting the magnified scripts information by following the head motion. In the experiments using the system for two ordinary examinees wearing the simulation lens, the scripts reading speed on blackboard is compared with the maximum reading speed. As the results, one examinee could read all scripts correctly although both examinees could not read at the maximum reading speed.

Key Words: Scripts information acquisition, Transparent screen, Simulation lens, Head rotational direction

1. はじめに

弱視の生徒が遠方にある黒板の文字を視認する場合に、単眼鏡を使用することがある。単眼鏡は視野が狭く、文字を追跡しなければならないため、慣れるまで時間がかかるという課題がある。従来研究として、視覚特別支援学校における弱視の生徒のための黒板文字情報獲得支援システム⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾を検討した。これは、黒板に手書きされた文章を23インチ液晶モニタに拡大して表示することで、低視力の生徒に文字情報の獲得を支援することができる。しかし、拡大して提示する文字情報は、キーボードの矢印キーを用いて任意の1行分の文字列を選択する方法を採用したため、現在表示している文字列から離れた文字列を探索すると時間を要した⁽³⁾。また、液晶モニタによって生徒の視界が妨げられたり、教諭から生徒の表情が見えない場合がある。

そこで、本研究では、使用者が注視している黒板の領域を検出して、その領域を自動的に拡大して透明スクリーンに表示する方法を検討した。その有効性が明確になるように、低視力に限定して評価をおこなう。そのため、シミュレーションレンズを着用した晴眼者を被験者とした。シミュレーションレンズを着用すると目が隠れるため、直接視線を検出することが困難となる。そのため、頭部の回転方向を検出することで視線検出の代用とした。

したがって本研究は、頭部回転方向検出装置を製作して、得られた回転方向を基に文字情報を透明スクリーンに拡大して表示する情報提供システムを構築する。さらに、シミュレーションレンズを着用した晴眼者に対して黒板に書かれた文章を音読する評価実験をおこない、本システムの有効性を検証したので、併せて報告する。

2. 情報提供システムの製作

2-1 透明スクリーンを用いた情報提供システム

従来のシステムに代わる文字情報提供方法として、弱視生徒が視線を向けた領域を自動的に抽出および拡大して、生徒と黒板の間に配置した透明スクリーンにプロジェクタを用いて情報を提示する方法を検討した。自然な動作で見ることができるように、抽出した拡大画像は、視線上に配置し、頭部の動きに合わせて提示情報が移動する。そうすることで、弱視の生徒は、視線の方向にある黒板と拡大した文字情報の双方を視認することができ、常に対象物を探しながら、文字情報を獲得できる。また、スクリーンが透

明であるため、教諭が生徒の表情を確認しながら講義を進めることができる。このように本システムは、使用者の視線を検出して、注目している領域を抽出するため、操作を必要とせず、容易に黒板の文字情報を獲得できる。

本システムは、Fig.1に示すようにパソコン(HP, Core i7, 3.4GHz)、透明スクリーン、Webカメラ(Logicool, C920t, 300万画素)およびプロジェクタ(SONY, VPL-FW41, 4500lm)で構成した。使用者に直接光が当たらないように、スクリーンを配置している机の反対側の下部からプロジェクタを投影した。透明スクリーンは、縦323mm、横548mmの透明アクリル板にポリエチレンフィルムを貼付して使用した。

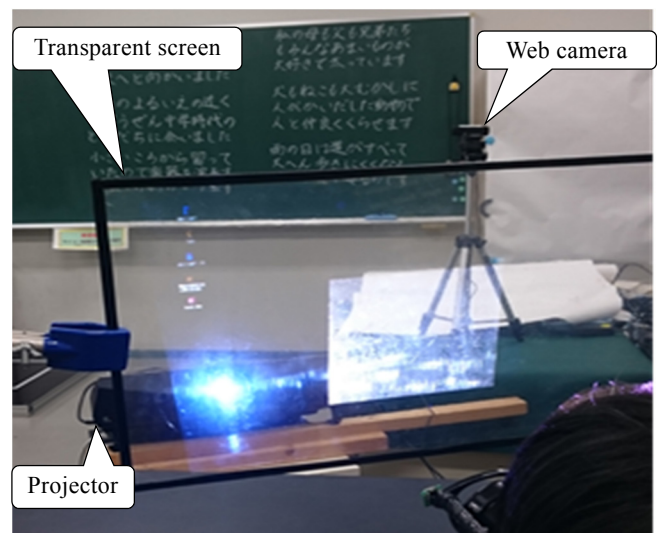


Fig.1 Scripts information acquisition with transparent screen

2-2 頭部回転方向検出装置の目的とその製作

本研究では、視力が低い状態への対応に限定するため、シミュレーションレンズを着用した晴眼者を被験者とした検証をおこなう。シミュレーションレンズは、レンズ中央に視線を固定して使用することが前提条件となっており、頭部を動かすことで視線を変更しなければならない。そのため、頭部の上下方向および左右方向の角度を検出する頭部回転方向検出装置によって得られた頭部の向きを被験者

が注視している領域とした。

本装置は、2個の振動式ジャイロセンサ(村田製作所, ENC-03R)が搭載されている圧電振動ジャイロモジュール(秋月電子製)によって、回転速度に比例した電圧が得られる。ジャイロモジュールは、シミュレーションレンズを装着したゴーグルに取り付けた。本来、本モジュールによって加速度が得られるが、モジュール内の微分回路を取り外して速度データを得た。それを MICROCHIP 社の MCP3204 によって A/D 変換をおこない、UART 通信をおこなうためにデータ長を合わせたり、チップセレクト信号を挿入したりするシリアル変換回路を設けた。それをシリアル/USB 変換(FTDI 社, FT232RL)して、USB ポートを通して速度データとしてパソコンで取得する。Fig.2 に本装置のブロック図を示す。

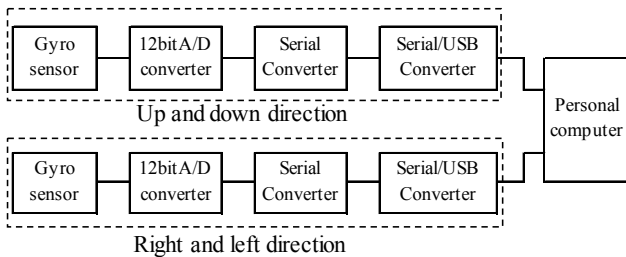


Fig.2 Block diagram of head rotational direction detector

Fig.3 に、上下方向および左右方向それぞれにおいて、1つのジャイロセンサで、視線の移動量および移動方向を求めるためのフローチャートを示す。COM ポートの設定後、パソコンの USB ポートから頭部回転方向検出装置の速度データを受信する。画面中央を始点として速度データを単位時間ごとに積算することで視線の移動量を求めた。また、移動量の極性によって視線の移動方向も判断した。

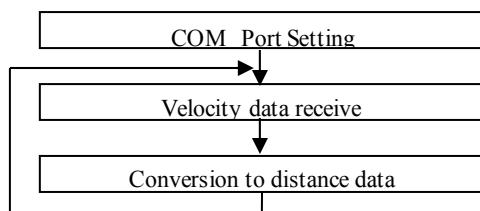


Fig.3 Flowchart of conversion to user's eye gaze distance

移動量に応じた画像領域の抽出処理の流れを Fig.4 に示す。黒板に書かれた文字情報を Web カメラによって 1,280 × 720 画素のサイズで撮影して画像を取得する。取得した画像の中心座標を注視領域の中心として、200 × 150 画素のウィンドウサイズで切り出す。その際に使用者はスクリーンの中心に頭部を向けて、画面中心を注視領域の始点に設定する。注視領域は、3.5 倍に拡大して表示した。抽出した画像を二値化して、白色の背景に黒色の文字で情報提示画面として表示する。そして、視線の移動に追従して情報提示画面も移動する。画像処理プログラムは、Visual C++2010 およびオープンソースライブラリである OpenCV を用いて作成した。

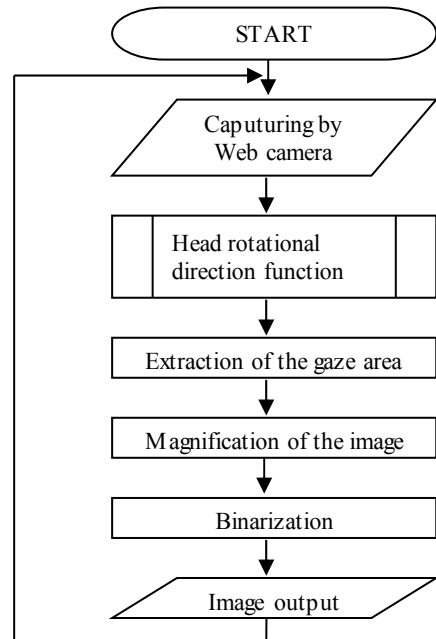


Fig.4 Flowchart of image processing to display

3. 本システムの評価実験

3-1 評価実験の方法

本システムが有効な支援を果たしているかを明らかにするために評価実験をおこなった。評価実験は、次の2点について検討した。

- ① 黒板の文字情報を正確に取得できるか。
- ② 黒板の文字を読む音読速度が被験者の最大読書速度と同程度か。

最大読書速度とは、MNREAD-J 読書チャート⁽⁴⁾ (以下、読書チャートという)によって測定でき、文字サイズが適切なときに読める最大速度である。

評価実験では、被験者が透明スクリーンから 30cm 離れたところにあごを固定して、評価課題である黒板に手書きされた6つの文章を音読する。1つの課題は、8文字の漢字と22文字のひらがなが混在する簡単な文章で、1行あたり10文字として3行で黒板に手書きされている。6つの文章を縦3つ、横2つに並べて黒板に手書きした。被験者は、合図で1課題を音読する。読むべき総文字数に対して正しく音読できた文字数の割合である正答率を求める。同時に、1課題の読み始めから読み終わった時点までの時間をストップウォッチで測定して、単位時間あたりに正しく読むことができた文字数である音読速度を求める。正答率が高く、音読速度が最大読書速度と同程度であれば、本システムの黒板の文字情報獲得の支援ができていいる可能性が高いといえる。最大読書速度および音読速度の単位は、cpm(character per minute)を用いた。黒板から4mの距離の位置に被験者を着席させ、パーティションによって周囲の影響を排除して実験をおこなった。

本システムの評価実験は、2名の晴眼者を被験者とした。Table 1 に被験者の属性を示す。両者とも健康な20代男性であり、シミュレーションレンズを着用した調整視力が被験者Aは0.16であり、被験者Bは0.1であった。シミュレーションレンズは2名とも優位眼である左眼に着用し、一方は完全に遮断した。最大読書速度は、読書チャートマニュアル⁽⁴⁾にしたがって、あらかじめ被験者ごとに測定した。被験者には、あらかじめ本実験の趣旨と実験内容を説明し、

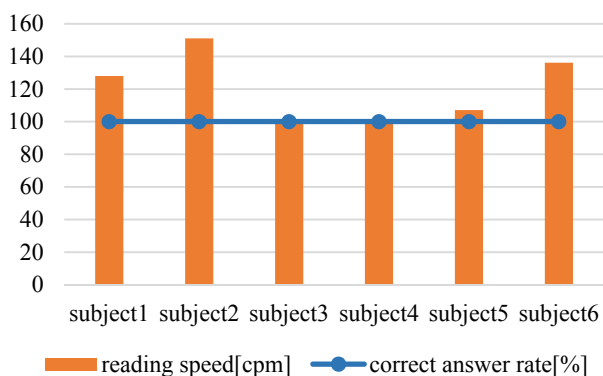
得られたデータは研究のみで使用して、個人情報厳守することを書面にて説明して同意の回答を得た。

Table 1 Attributes of each examinee

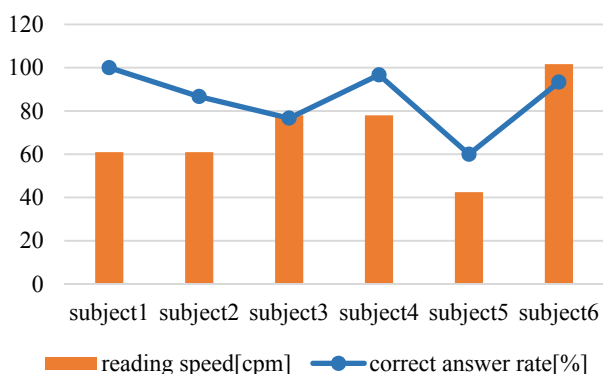
	sex	age	using eye	controlled eye sight
examinee A	male	20	left	0.16
examinee B	male	20	left	0.1

3-2 評価実験の結果

本システムを使用した評価実験の結果を Fig.5 に示す。音読速度を棒グラフで表し、傾向が分かりやすいように正答率を折れ線グラフで表した。各課題の音読において、被験者 A は、すべての文字を正しく読むことができ、正答率はすべて 100%であった。しかし、被験者 B は、平均正答率が 85.55%であり、課題によって正答率にばらつきがあった。本システムを使用して、被験者 A は黒板の文字を正確に認識することができたが、被験者 B は認識できない文字が少なからず存在した。



(a) Result of examinee A



(a) Result of examinee B

Fig.5 Scripts reading speeds and correct answer rate of examinees A and B

読書チャートで測定した最大読書速度は、被験者 A が 251.43[cpm]、被験者 B が 281.20[cpm]であった。音読速度は、被験者 A は 99.5~151.01[cpm]、被験者 B は 42.49~101.69[cpm]の範囲にあり、それぞれの平均音読速度は 117.49[cpm]および 65.34[cpm]であった。両被験者の音読速度は、それぞれの最大読書速度よりも明らかに低かった。つまり、すべての課題において最大読書速度を発揮して読

むことはできなかった。

認識できない文字が存在した理由および最大読書速度で読むことができなかった理由を、以下のように考察した。

- ① プロジェクタの直接光が被験者の目に入らないように、プロジェクタを透明スクリーンの下部から斜めに照射した。画面の歪みは、プロジェクタの台形補正機能を用いたが、スクリーン上部の焦点が合っていなかった。
- ② ジャイロセンサモジュールの速度データを蓄積して視線の移動量を求めた。しかし、長時間使用すると移動量の誤差が蓄積され、本来注視している場所と異なる領域が表示された。
- ③ 文字情報の拡大率を固定していたため、調整視力が低かった被験者 B の正答率が低かった。

しかし、被験者 A のように正確に文字情報が獲得できる場合もあるため、条件が適切であれば文字情報が獲得できる可能性が示唆された。頭部回転方向検出装置の精度がまだ十分ではないため、誰もが容易に使用できるように改善する必要がある。また、透明スクリーンへの投影方法および提示画面の文字サイズについても検討する。

4. まとめ

本研究では、シミュレーションレンズを着用した晴眼者の頭部の回転方向を検出する装置を製作し、それによって特定した注視領域を透明スクリーンに拡大表示するシステムを構築して、文章の音読による評価実験を実施した。

本システムは、次の 2 つの機能を実現した。

- ① 頭部の回転方向検出
- ② 対象物の自動追従表示機能

ジャイロセンサを 2 つ使用して頭部の上下および左右方向の回転速度を検出して、A/D 変換およびシリアル/USB 変換を含む電子回路を作成した。ジャイロセンサは、シミュレーションレンズを挿入したゴーグルに取り付けた。速度データを USB ポートからパソコンに取り込むと同時に、黒板に手書きされた文章を Web カメラで撮影した画像から被験者が注視している領域を抽出して拡大表示をした。ゴーグルを装着した使用者が頭部を動かすと、その動きに追従して提示情報も移動した。このように透明スクリーンを用いて情報提供する機能を実現できた。

本システムの有効性を検証するために、シミュレーションレンズを着用した 2 名の晴眼者が黒板に書かれた文章を音読する評価実験をおこなった。その結果、すべての文字を読めた被験者と誤読した被験者に分かれた。また、両被験者とも本システムを使用して最大読書速度を発揮できるまでは至っていなかった。今後は、本研究によって明らかになった課題について改善したい。

参考文献

- (1) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 弱視生徒のための黒板文字情報獲得支援システムの構築とその有効性の検証, ライフサポート, Vol.26, No.3, pp. 80-88, 2014.
- (2) 江口智弘, 視覚特別支援学校における黒板文字情報獲得支援システムに関する研究, 日本大学大学院理工学研究科提出博士論文, 2014.
- (3) 江口智弘, 依田光正, 青木和夫, 弱視者による黒板文字情報獲得支援システムの評価, ヒューマンインタフェースシンポジウム2014論文集, pp.157-160, 2014.
- (4) 小田浩一, MNREAD-J, Jkチャートマニュアル, pp.1-10, 2002.