

夜盲を持つ学生のサポートシステム

下村有子^{*1} 川辺弘之^{*1} 瀬戸就一^{*2} 南保英孝^{*3}

The support system for the night blindness student

Yuko Shimomura^{*1}, Hiroyuki Kawabe^{*1}, Syuichi Seto^{*2}, Hidetaka Nambo^{*3}

Abstract - In recent years, the university is opened by the impaired students as a place where they study with normal students. To support the visual impairment student, lectures with volunteers for them, Braille or large character text books are performed. The visual impairment student is not only blindness but weak eyesight. In addition, there are also students of the night blindness in adaptation-to-luminosity obstacle. If we come to a dark place, we cannot see at all at first, but we can gradually see. However, the student of the night blindness does not lose such an adaptation. There is no problem for the night blindness students in receiving lectures under usual light. They have troubles in a classroom where on lights are turned off and a projector is on. For darkness, they cannot see surroundings at all, and they cannot take note. Therefore, it is serious to have lectures under such a situation. We construct a support system which helps such students to receive lectures. We will report our system.

Keywords: night blindness, support system, visual impairment student, night blindness student

1. はじめに

我々は明るいところから暗いところに行くと、最初は全く見えないが、10分後くらいから徐々に目が慣れてきて周りが見えだしてくる^[1]。しかし夜盲は徐々に見えることはなく、暗くなると見えにくい症状である。医学的には網膜の機能障害によっておこる。夜盲の症状が発生する病気は網膜色素変性症^[2]や小口病^[3]などである。

近年、健常者たちとともに学ぶ場所として大学や専門学校が視覚障害者に開かれている。ここでは全盲や弱視学生への支援として、点字や拡大文字を用いた授業、ガイドヘルプが付いての授業が行われている^[4]。しかし夜盲を持つ学生への支援はない。教室内ではプロジェクターを点灯する時、室内を少し暗くする。そのため、スクリーンなどの明るい場所がある一方、白板や手元などのうす暗い場所がある。そのようなとき、夜盲学生は苦慮することとなる。

我々は夜盲をもつ学生が、特別な配慮がなされなくても授業を受けられるようなシステムを構築する。このシステムの構想と結果について報告する。

2. 全体システム構成

我々が作るシステムは図1に示すように、近視の人がかけるめがねのような装置である。

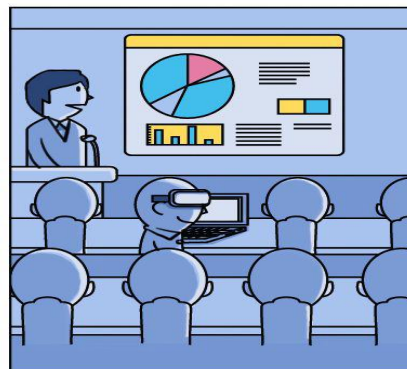


図1 HMD 装着イラスト

この装置を用いると、暗い教室内でもカメラを向けると、めがね型の表示装置（HMD）にカメラから入力された景色や文字、図形がはっきりと見える。そのために夜盲を持つ学生は健常の学生と同様に授業を受けることができるようになる。

我々の研究は以下の手順で進めていく。

- (1) 教室内の各地点の明るさの測定
- (2) 夜盲体験メガネの製作
- (3) 教室内の見えにくさの実験
- (4) カメラと HMD を用いたシステムの試作
- (5) 夜盲者用の画像処理アルゴリズムの考案

*1: 金城大学 社会福祉学部

*2: 金城大学短期大学部 ビジネス実務学科

*3: 金沢大学 理工研究域 電子情報学系

*1: Faculty of Social Work, Kinjo University

*2: Department of Business Administration, Kinjo College

*3: Institute of Science and Engineering, Kanazawa University

(6) 暗視カメラと HMD を用いたシステムの構築
(7) システムの評価と改良

今回は(1)教室内の明るさ測定、(2)夜盲体験メガネの製作、(3)疑似夜盲学生の教室内的見えにくさの測定、(4)試作機の構築、(5)画像処理システムの構築を行った。現在、夜盲学生を対象とした実験を行うような段階に達していないため、(2)の夜盲体験メガネを製作し、その体験メガネで(3)の教室内的見えにくさの測定をした。これらについて報告する。

3. 教室内の明るさ

我々はプロジェクター設置教室の明るさの測定を行った。教室は 50 人が授業を受けられる PC 教室である。プロジェクターは 4000 ルーメンのものであり明るい。しかしプロジェクターを点灯し、スクリーンで説明するときはスクリーンのある前半分の蛍光灯を消す。図 2 に配置図を示す。スクリーンには PowerPoint の白紙のスライドを表示した。

照度計は榊佐藤商事販売の LX-1110 である。計測照度は 0.01Lx から 40 万 LX まで計測可能である。計測光源は蛍光灯やタングステン電球などの選択がある。

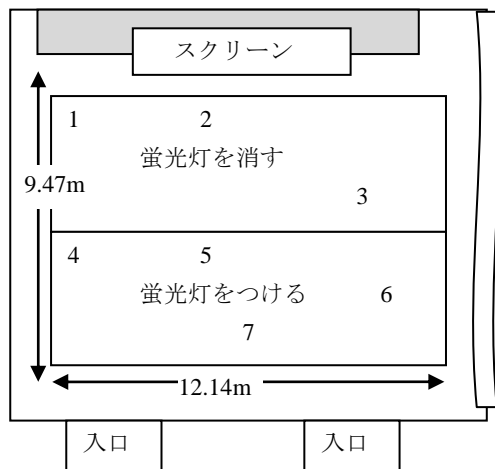


図2 教室内の配置図

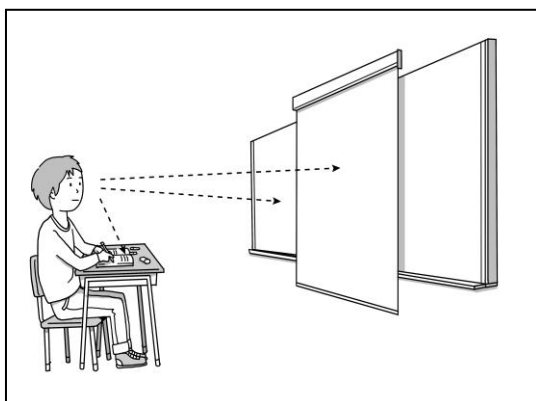


図3 学生からの距離

表1 それぞれの明るさ

位置	スクリーンの明るさ (Lx)	白板の明るさ (Lx)	手元の明るさ (50cm) (Lx)
1	23.1	15.9	8.5
2	48.5	38.5	25.6
3	68.7	41.9	33.5
4	262.3	183.9	73.2
5	170.0	228.2	130.1
6	250.0	159.4	144.4
7	310.9	289.4	147.6

図3で示すように、目からの位置で明るさを測った。結果は表1のとおりである。結果として蛍光灯が消えている場所に座った場合(1-3)は手元が暗い。この暗さが夜盲学生にとって問題があるのかを夜盲体験メガネによる仮想夜盲学生で検証を行うこととした。

4. 夜盲体験メガネの製作

夜盲者がどのくらいの光量で見えるのかを実験し、その夜盲の程度で夜盲体験メガネを製作した。

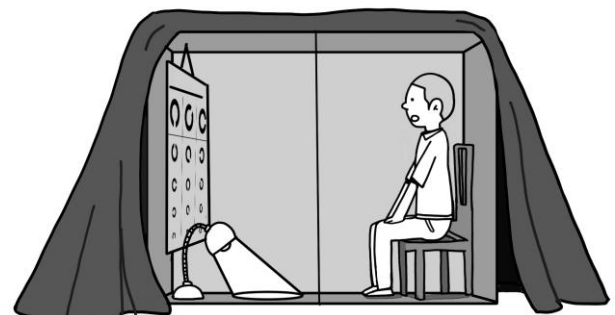


図4 実験風景のイラスト

図4は真っ暗なテントの中に夜盲者が座っている実験風景のイラストである。実験は電気スタンドの明かりをだんだん明るくし、視力検査表の1番上のランドルト環の切れ目が見えた光量を測定した。

この実験の結果は

A さん・・・5.37LX B さん・・・1.74Lx

であった。B さんは病気が進行中であり、まだ症状が安定していないため、A さんと同じ状態になる夜盲体験メガネを作成した。作成した夜盲体験メガネは図5に示す。



図5 夜盲体験メガネ（左は製作前）

化学実験用の保護メガネ（図5左）に車窓ガラス用の遮光フィルムを貼って製作した。遮光フィルムは明るいものから暗いものまで数種類用意し、夜盲者の状態が再現するように重ね貼りしたものである。

5. 擬似夜盲学生による教室内の見えにくさの実験

夜盲体験メガネを用いて、図2の教室内の1-7の位置で実験を行った。スクリーンや白板の9×9cmは1文字の表示の外寸であり、手元のpは印刷物のフォントの大きさである。実験文字は画数が4-6画の漢字である。

結果は表2のとおりであった。

表2 それぞれの位置と文字認識

位置	スクリーン			白板			手元		
	8×8 cm	9×9 cm	11×11 cm	6×6 cm	9×9 cm	12×12 cm	9 p	10 p	10.5 p
1	○	○	○	×	×	×	×	×	×
2	○	○	○	×	○	○	×	×	×
3	○	○	○	×	×	×	×	×	×
4	○	○	○	×	×	×	×	×	○
5	○	○	○	×	×	×	×	○	○
6	○	○	○	×	×	×	×	×	×
7	○	○	○	×	×	×	×	×	○

○：文字認識可能 ×：文字認識不可能

この結果、照度が高いスクリーンは文字認識が可能であった。しかし白板や手元は部屋の中央の位置ではほぼすべての位置で見えなかった。

6. システム

ここではHMDとカメラを用いて、暗い教室内を見やすくするシステムを構築する。システムはHMDの制御装置内に組み込む。カメラはHMD内蔵のカメラを用いた。図6はHMD、図7はHMD内蔵のカメラ部分である。



図6 HMD



図7 HMD内蔵カメラ

このカメラは外寸2mmの大きさであり、大変小さくカメラだとは気が付かない。カメラ性能は30万画素である。主な仕様は表3のとおりである。

表3 HMDの主な仕様

機種名	BT-200AV (EPSON)
液晶パネル画素数	960×540 (QHD)
カメラ性能/画角	30万画素/約23度
仮想画面サイズ	320型相当（仮想視聴距離20m時）
色再現性	24bitカラー（約1677万色）
プラットフォーム	Android™ 4.0
メイン/ユーザーメモリー	1GB / 8GB
対応動画	MP4（MPEG4+AAC/Dolby Digital Plus）、MPEG2（H.264+AAC/Dolby Digital Plus）
対応静止画	JPEG、PNG、BMP、GIF

処理の流れは、まずHMD内蔵のカメラで画像を入力し、HMDの制御装置に組み込んだ画像処理プログラムで制御し、HMDにカメラの画像を表示する。

7. 画像処理

今回はHMDのみで夜盲学生の支援を行うために、HMDの制御装置（Android 4.0）を用いて、画像処理を行った。画像処理ソフトにはOpen CV for Android利用した。試作機のため、基本的な画像処理内容、(1)カラー/モノクロの切り替え、(2)コントラストの変更、(3)明るさの変更、のみを搭載した。各パラメータは実験中に手元のコントローラーで容易に増減できる。変更の方法は以下に示す。

(1)モノクロの場合

入力画素値を $I=0\sim 255$ とし、コントラスト変更は

$$I = a(I - 128) + 128 \quad (1)$$

で行う。ただし、 $I' > 255$ のときは、 $I' = 255$ 、 $I' < 0$ のときは $I' = 0$ とする。

コントラスト変更後の画素値 I' に対して、明るさ変更後の画素値を I'' とすると、明るさの変更は、

$$I'' = bI' \quad (2)$$

で行い、 $I'' > 255$ のときは、 $I'' = 255$ 、 $I'' < 0$ のときは

$I'' = 0$ とする。 a 、 b はそれぞれコントラスト変更、明るさ変更のパラメータである。

(2)カラーの場合

入力された画像を R、G、B の各プレーンに分離し、それぞれのプレーンで各画素に対して以下の処理を行う。なお、画素値を $I = 0 \sim 255$ とする。変更後の画素値を I' とすると、コントラストの変更は

$$I' = \frac{255}{1 + \exp \left\{ \frac{-p(I-128)}{255} \right\}} \quad (3)$$

で行う。コントラスト変更後の画素値 I' に対して、明るさ変更後の画素値を I'' とすると、明るさの変更は

$$I'' = 255 \times \left(\frac{I'}{255} \right)^{\frac{1}{q}} \quad (4)$$

で行う。 p 、 q はそれぞれ、コントラストと明るさパラメータである。また p 、 q は、

$$-8.0 < p < 8.0, -8.0 < q < 10.0 \quad (5)$$

の実定数である。

8. 試作機評価

この試作機を評価するために、夜盲を持つ被験者に評価を聞き取りした。被験者は3名で男性である。HMDで見える初期画面は図8のとおりである。



図8 カラー画面（左）とモノクロ画面（右）

聞き取り結果は以下のとおりである。

- ・カラーよりもモノクロのほうが見やすい。(1人)
- ・明暗調整よりも、コントラストを少し上げた方が見やすい。(3人)
- ・明暗は明るすぎても、暗すぎても見にくい。(1人)

9. まとめ

今回、教室の暗さが夜盲者にとってどのくらい見えにくいかの測定、システム試作機の操作性・内容の聞き取り調査を行った。今後、暗視カメラをシステムに組み込む、画像処理のアルゴリズムを夜盲者用に変更する、などの研究が追加される。

我々は夜盲学生支援めがねを構築している。夜盲学生支援めがね製作のきっかけは視野障害者支援めがねの製作^{[5][6]}において、多くの人から製作を依頼されたからである。彼らは夜盲をもつために、暗い場所での行動が制限される。彼らの支援になればと考えている。

謝辞

本研究は文部科学省平成26年度科研費<基盤研究(C)課題番号26350291>の援助を受けて行われています。また実験に協力してくれた夜盲者、ゼミの学生に感謝いたします。

参考文献

- [1] 丸尾敏夫編集、視能学第2版、文光堂、2011年
- [2] 公益財団法人 難病医学研究財団/難病情報センター、網膜色素変性症(2012)
- [3] 三宅養三、小口病の100年、日本の眼科、79:9号、pp1235-1239(2008)
- [4] 日本学生支援機構、平成26年度(2014)年度大学、短期大学及び高等専門学校における障害のある学生の修学支援に関する実態調査結果報告書(2015)
- [5] 下村有子、川辺弘之、南保英孝、山田省二、松本泰昭、古島一博、視野障害者支援システムの開発、ヒューマンインターフェースシンポジウム(2014)
- [6] Yuko Shimomura, Hiroyuki Kawabe, Hidetaka Nambo, Syoji Yamada, Yasuaki Matsumoto and Kazuhiro Kojima, Development of the visual field measurement system for a visual field impaired person, The 15th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (2014)