

FAN-14-008

測定時の顔の向きを考慮した視野把握サポートシステムの検討

Research of a field of view measuring system considering face direction

高良 修平 (琉球大学) 正 山田 孝治 (琉球大学)
遠藤 聡志 (琉球大学) 神里 志穂子 (沖縄高専)

Shuhei TAKARA, University of Ryukyus, tkrash@eva.ie.u-ryukyu.ac.jp
koji YAMADA, University of Ryukyus
Satoshi ENDO, University of Ryukyus
Shihoko KAMISATO, Okinawa National College of Technology

We have developed a perimetry machine that can easily measure the field of view from a student whom it is difficult to perform a visual field test like a special support school student. However, since this machine is a position free measuring device developed to make simple measurements, there are differences in the measurement results if compared to a medical device. The purpose for this research was to acquire the face position of a person within the measured range by developing and using the perimetry machine with a desktop application. Furthermore, the face position could be estimated when both the perimetry machine and application were tested. This could be determined when the angle of the face changed by no more than ten degrees.

Key Words: Field of view, simple measurement perimetry machine, special support education, face position estimation

1 緒言

現在、特別支援学校において、児童生徒に適切な指導や支援を行うために視覚や聴覚をはじめとする五感などの状態を把握する取り組みが行われており [1][2]、この取り組みは実態把握と呼ばれている。齋藤と大崎によれば、特別支援学校在籍する肢体不自由を持つ生徒の半数は視覚に何らかの課題があるとされており [2]、特に脳性まひを持つ場合、その 70% に視覚障がいがあると推測されている。そのような児童生徒に対する視覚的な配慮や支援は不可欠であり、その配慮や支援を行うため視覚に対する実態把握も行われている。しかし、学期初めに行われるような通常の視力検査のみでは実態把握が困難な児童生徒も多く、特に、教育上必要な視野についての実態把握は不十分である。そのため、教員は児童生徒の見え方をイメージしにくく、実態把握の結果が共有できていないといった課題があった。

この課題に対して、我々は児童生徒の視野を簡易に測定し、視野をパノラマ画像に合成して出力可能なシステムの開発を行った [3]。視野を簡易に測定するために、視野を確認する指標として白色 LED を用いた円弧状の視野測定器を開発し、特別支援学校の教員立会いの下、開発した視野測定器を用いて児童生徒の視野測定を行った。さらに、教室などのパノラマ画像を作成して画像上に測定結果をプロットし、見えていないと考えられる範囲を塗りつぶすことで児童生徒の視野のイメージを視覚化した。

この視野測定器を用いることにより、これまで教員の感覚で把握されていた児童生徒の視野をおおまかに数値化し、グラフや画像のイメージとして記録することができたが、視野測定時に児童生徒の顔と姿勢を固定しないため、測定結果の再現性が低い場合があった。

本研究では、視野測定の簡易さを変えずに測定結果の再現性を向上させることを目的として、測定時の児童生徒の顔の向きを考慮した視野測定手法の検討を行う。まず、視野測定時の顔の向きが測定結果に与える影響を確認するため予備実験を行う。児童生徒の顔の検出及び向きを推定を行うために、視野測定器に Web カメラを追加する。さらに、顔の向き推定を行うアプリケーションの試作を行い、推定された顔向きの角度を確認し、視野測定時に利用可能か検討する。

2 姿勢と視野に関する予備実験

視野とは、ある対象物を見る際に、視対象物と同時に見ることが出来る周辺の広さのことであり [4]、一般的には球面視野計を用いて測定を行う。これは、頭部を固定し、正面にある白色の固視点を単眼で見つめる条件下で、直径 1cm の円形白色移動指標を固視点から次第に端へ動かし、指標が見えなくなる限界点を求め、視野を測定するものである。

開発した視野測定器を図 1 に示す。この視野測定器は円弧状のフレームを持ち、その内側に白色 LED が中心から 10° 毎に配置され、90° まで測定することが可能である。測定時は、図 1 に示すように視野測定器を被測定者の前方に設置し、被測定者が円弧の中心を両眼で注視できるように位置を調整する。測定器設置後、被測定者に顔の向きと姿勢を変えないよう指示し、円弧の外側から中心に向けて LED の点灯位置を移動させ、被測定者に LED の点灯が見えた位置を答えさせることで視野を測定する。円弧状フレームは手動で回転させることができ、上下左右斜め方向の 8 方向の測定が可能である。

既存の視野計では頭部を固定して測定を行うため、顔の正面を中心とした視野を測定できるが、開発した視野測定器は、測定の簡易性を重視しており頭部を固定せずに視野測定を行うため被測定者によっては顔の正面を中心とした視野が測定できない場合がある。視野測定時の姿勢や顔の向きが測定結果に与える影響を確認するために注視点を変更し視野測定を行った。

被験者は 20 代男性 1 名で、はじめに正面を注視した際の視野測定を行った。次に椅子を回転させ、注視点を右方向に 10° ずつ移動させた状態で 5 回測定を行った。視野測定結果を図 2、表 1 に示す。

注視点を右方向に移動させているため、右および右斜方向の視野に変化はないが、注視点を右方向に 30° 移動させた場合から、正面を注視した際の視野と比較して、左および左斜方向の視野が狭くなっていることが分かる。これは、一般に健常者の視野が水平方向に関しては約 100° の範囲であるために、注視点を 30° 移動した際に測定結果に影響が出たと考えられる。

この結果より、被測定者の顔が水平方向に 30° 以上移動した場合を検出することができれば、測定結果に影響が出ていると判断することができると考えられる。



Fig.1 Developed perimetry machine

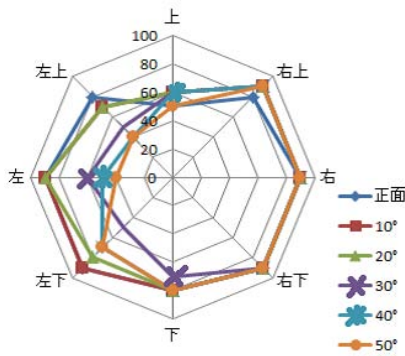


Fig.2 Measurement result of a field of view

3 顔の向きを考慮した視野測定器の提案

3.1 システム概要

被測定者の顔の向きを考慮した視野測定システムを図3に示す。視野測定器本体およびコントローラはこれまでに開発したものを利用し、Webカメラおよび顔の向き推定アプリケーションを追加する。

3.2 顔の向き推定について

顔検出のためコンピュータビジョン向けライブラリである OpenCV を利用する。顔の向き推定に関しては南竹らが、OpenCV に付属している顔認識データベースを利用して顔の位置を検出し、顔として検出された矩形領域内からさらに肌色領域を検出、重心を算出することで顔の向きを推定を行っている [5]。これは、カメラから見て正面を向いている顔画像の場合の肌色領域の重心は、顔として検出された矩形領域のおおよそ中央に位置することに対し、上下左右のいずれかの方向に顔が傾くと、検出された矩形領域に顔以外の背景が多く含まれるために、肌色領域

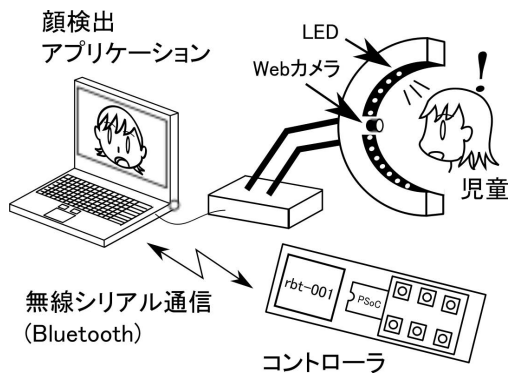


Fig.3 Proposed system

Table 1 Measurement result of a field of view

	正面	右向き				
		10°	20°	30°	40°	50°
上	50°	60°	60°	60°	60°	50°
右上	80°	90°	90°	90°	90°	90°
右	90°	90°	90°	90°	90°	90°
右下	90°	90°	90°	90°	90°	90°
下	80°	80°	80°	70°	80°	80°
左下	90°	90°	80°	50°	70°	70°
左	90°	90°	90°	60°	50°	40°
左上	80°	70°	70°	50°	40°	40°

の重心が顔を傾けた方向と逆の方向に移動するということを利用している。

精度の検証としてカメラから 2m 離れた位置の人物の顔の向き推定を行っており、正面から 30° 以内の水平方向の顔の角度がある程度正確に取得できている。本研究ではまず、視野測定結果に影響が出ると考えられる、顔が水平方向に 30° 以上移動した場合の検出を行うため、南竹らの手法を参考に顔の向き推定アプリケーションの実装を行う。

3.3 実装

顔の向き推定アプリケーションのプロトタイプを Java を用いて実装した。顔の撮影に利用した、ハンファ・ジャパン社製の Webカメラ DIGITAL COWBOY を図4に示す。この Web カメラは画素数 130 万画素、最大フレームレート 30fps、撮影角度約 78°、最大解像度 1280×1024 である。顔検出を行うために openCV ラ



Fig.4 Used Web camera

イブラリを利用した。

アプリケーションの動作としては、まず openCV 付属の顔認識データベース haarcascade_frontalface_alt2.xml を利用して Webカメラから取得した画像内から顔を検出する。次に、顔を検出した範囲内の肌色領域を抽出し重心を算出するために検出範囲内の画素を RGB 形式から HSV 形式に変換する。これは RGB 形式では明るさによって肌の色合いが変化し、抽出が困難となるためである。肌色の判定は H(色相) を用いて行い、[6] を参考にして閾値を以下のように設定する。

$$0 \leq H \leq 30 \quad (1)$$

$$50 \leq S \leq 255 \quad (2)$$

$$50 \leq V \leq 255 \quad (3)$$

肌色と判定された画素の座標の平均から、肌色領域の重心を算出し、顔を検出した範囲の中心座標との差を求める。水平方向の顔の向き推定について、南竹らは X 軸方向の重心の位置はおおよそ体の軸と一致することを利用し、顔を球体であると考え、顔を検出した矩形領域の一辺の長さを W 、顔の半径の大きさを H 、矩形領域の左端からの重心の X 座標を G として顔の角度 θ を求める式 (4) を提案しており [5]、本研究でも式 (4) から顔の向きを推定する。

$$\theta = \arcsin((W/2 - G)/H) \quad (4)$$



Fig.5 Setting of web camera

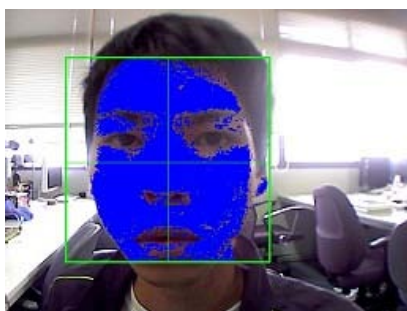


Fig.6 Result of detect frontal face

顔の向き推定後、アプリケーションウィンドウに Web カメラからの画像と検出した顔の範囲に矩形と肌色領域の重心、推定した顔の角度を描画する。

4 実験

実装した顔の向き推定アプリケーションのプロトタイプを用いて視野測定器利用時の顔の向き推定を行う。まず、視野測定器に図 5 に示すように Web カメラを設置し、被測定者の顔と Web カメラが正対するように視野測定器の位置を調整する。次にアプリケーションを起動し、被測定者の顔の向き推定を行い、推定した顔の角度および取得した画像を外部ファイルに保存する。Web カメラに対して正面向きの顔の推定後、右方向に 10° ずつ頭部のみを動かし、 50° まで動かした場合それぞれの顔の向き推定を行う。被験者は 20 代男性 1 名で、同じ実験を 5 回行った。

顔の向き推定結果を表 2 に、1 回目の正面向きの顔を推定した画像を図 6 に示す。正面を 0° とし、右方向に傾くと負の角度が得られている。顔検出の確認は、保存した画像から手動で行い、目的の顔が検出された場合は 1、検出されないまたは誤検出の場合は 0 としている。

図 6 において、矩形が描画されている領域が顔と認識された領域であり、矩形内の直線の交差している点が、肌色領域の重心点で、塗りつぶされている画素が肌色が検出された画素である。

顔の向きが 10° の場合、平均の誤差率 0.06 の精度で顔の角度を推定することができる。顔の検出が正しく行える顔の向きの角度は 20° までであった。 20° の顔の角度推定値は誤差率が平均で 0.7 であり、 20° 以上の場合も顔の角度が推定できていないことがわかる。 30° 以上顔が傾むくと、顔の検出が困難になるが図 7 のように過去の顔の領域内の肌色領域推定が行われる場合 (3 回目、顔向き 30°) と、図 8 のように耳や背景を顔と誤認識してしまい誤った領域の肌色領域の推定が行われる場合 (3 回目、顔向き 50°) があった。

測定開始時のみ被測定者に正面を向いてもらい、測定中に顔の向きが変わることがあっても頭の位置は大きく移動しないと仮定すると肌色領域の重心を推定することにより水平方向に 20° 以上顔が傾いた場合でも顔領域を検出できると考えられる。

Table 2 Result of a face position estimation

		推定角度 [$^\circ$]	顔検出	誤差 [$^\circ$]	誤差率
1 回目	正面	-0.36	1	-0.36	-
	右向き 10°	-7.77	1	2.23	0.22
	20°	-7.66	1	12.34	0.62
	30°	-12.13	0	17.87	0.6
	40°	-5.82	0	34.18	0.85
	50°	-2.91	0	47.09	0.94
2 回目	正面	-1.78	1	-1.78	-
	右向き 10°	-8.42	1	1.58	0.16
	20°	7.93	1	27.93	1.4
	30°	-9.67	0	20.33	0.68
	40°	-8.74	0	31.26	0.78
	50°	1.69	0	51.69	1.03
3 回目	正面	-0.35	1	-0.35	-
	右向き 10°	-9.93	1	0.07	0.01
	20°	-8.76	1	11.24	0.56
	30°	-9.9	0	20.1	0.67
	40°	57.36	0	97.36	2.43
	50°	4.53	0	54.53	1.09
4 回目	正面	-1.08	1	-1.08	-
	右向き 10°	-10.12	1	-0.12	-0.01
	20°	-8.61	0	11.39	0.57
	30°	-11.54	0	18.46	0.62
	40°	-8.63	0	31.37	0.78
	50°	-6.22	0	43.78	0.88
5 回目	正面	-	1	-	-
	右向き 10°	-10.55	1	-0.55	-0.06
	20°	-12.79	1	7.21	0.36
	30°	-11.64	0	18.36	0.61
	40°	-9.19	0	30.81	0.77
	50°	-5.3	0	44.7	0.89
平均	正面	-0.71	-	-0.89	-
	右向き 10°	-9.36	-	0.64	0.06
	20°	-5.98	-	14.02	0.7
	30°	-10.97	-	19.03	0.63
	40°	5.00	-	45	1.12
	50°	-1.64	-	48.36	0.97

5 結言

本研究ではこれまでに開発した視野測定器の測定の簡易さを変えずに測定結果の再現性を向上させることを目的として、顔向きの変化による視野の変化の確認および、Web カメラを用いた顔向き推定アプリケーションの試作を行った。顔向きを水平方向に変化させた場合、正面から 30° 以上傾けると視野測定結果に影響が出ることが分かった。また、試作したアプリケーションを用いて顔の向き推定を行った結果、顔の向きが 10° の場合の平均で誤差率 0.06 で顔の角度を推定することができた。しかし、顔の向きが 20° 以上の場合の誤差率は 0.7 を超えており精度の向上が必要である。さらに、今後は水平方向のみでなく垂直方向の顔の傾きや顔の回転等の推定も行えるようにし、実際に特別支援学校児童の視野測定を行う。

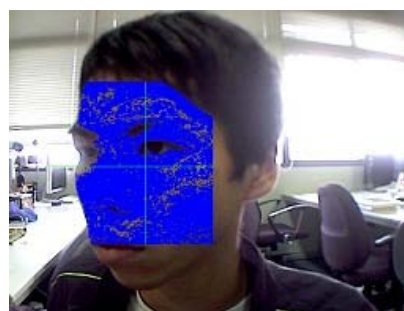


Fig.7 Case of only a skin color area estimated

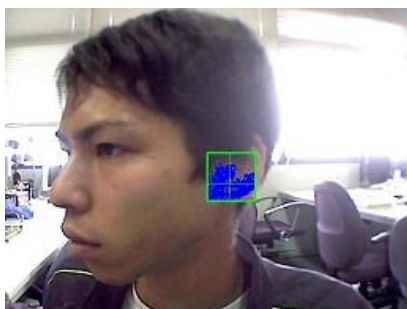


Fig.8 Case of incorrect-detected the ear

謝辞

本研究の一部はうま学術研究助成により行われた。

References

- [1] 小仙敏彦, 下地直子, 松田亮子, 安田弘和, 宮平順子, 譜久山明子, 稲田政博, 伊良波愛理, “平成 22 年度 沖縄県教育委員会研究指定グループ研究「肢体不自由教育における ICF 理念を取り入れた授業改善」～視機能支援を踏まえた自立活動からの実践～”, 沖縄県立泡瀬特別支援学校, 2011.
- [2] 齋藤由美子, 中澤恵江, 大内進, 大崎博史, 堀川順子, 松本健太郎, 角野ひろ子, 西谷貴美江, “平成 20 年度 専門研究 研究成果報告書 重度障害児のアセスメント研究-視覚を通じた環境の把握とコミュニケーションに関する初期的な力を評価するツールの改良 実践につなげやすい重複障害のある子どもの見え方とコミュニケーションに関する初期的な力のアセスメントガイドブック(思案)”, 独立行政法人 国立特別支援教育総合研究所, pp.3, 2009.
- [3] 高良修平, 山田孝治, 遠藤聡志, 神里志穂子, 宮平順子, “簡易な視野把握サポートシステムの開発”, 第 23 回インテリジェント・システム・シンポジウム (FAN2013), pp.257-262, 2013.
- [4] 関邦博, 坂本和義, 山崎昌廣, 鳥居修晃, “人間の許容限界ハンドブック”, 朝倉書店, pp.121-122, 1990.
- [5] 南竹俊介, 田中二郎, 高橋伸, 三末和夫, 志築文太郎, “顔向き解析による大画面への注視情報の取得”, 筑波大学第三学群情報学類卒業研究論文, 2008.
- [6] “OpenCV HSV で肌色検出”, mintsu's プログラミング日誌, <http://d.hatena.ne.jp/mintsu123/20111123/1322065624>, 2011.