

弱視児教育用塗り絵評価システムの開発

Development of Computer-aided Evaluation System
for Educational Painting-Shapes for Children with Low Vision

阿部文洋* 海老原直人* 渡邊奈央子* 久米祐一郎*

大内 進** 増岡直子*** 佐藤知洋***

Fumihiro Abe* Naoto Ebihara* Naoko Watanabe* Yuichiro Kume*

Susumu Ouchi** Naoko Masuoka*** Tomohiro Sato***

* 東京工芸大学 工学部 (Tokyo Polytechnic University)

** 国立特殊教育総合研究所 (National Institute of Special Education)

***筑波大学附属盲学校 (University of Tsukuba School for the Visually Impaired)

1. はじめに

弱視児童は視力や視知覚が十分に活用できていない、視知覚能力が未発達なことなどの要因のため、一般的に描画活動が苦手だといわれている。

また、描画するには視知覚だけではなく、線を引いたり、線で囲まれた領域内を塗りつぶすなどの描画技術も必要になってくる。描画が苦手な弱視児童には、筆記具の使い方や、塗りつぶす際の塗り残しやみ出しが多いなど、様々な問題があることが分かっている¹⁾。しかしこうした弱視児童の特性は固定的なものではなく、物の見方や身体や運動面の発達などに応じた適切な学習や活動によって描画技術を向上させることが可能であると考えられる²⁾。

本研究では、弱視児童が描画活動における塗りつぶしの技術を高め、その塗り絵をパソコンを用いて簡便かつ定量的に評価するシステムとして、過去にスキャナを用いたシステム（以下、筆記具システム）の開発を行い、実際に試用した³⁾。このシステムは、児童が紙にマーカーで塗った塗り絵作品をスキャナで取り込みデジタル化し、定量的に評価するものである。色の判別方法は、RGBの画素値の和をとり、その値にしきい値を設け、背景、輪郭線、塗った色を分離する方法をとった。しかし、この方法ではカラー画像の情報のうち明暗情報しか利用しておらず、またスキャナの特

により誤差が出ることや、使える色に制限があることなどの問題点があった³⁾。そこで筆記具システムのこれらの問題点を改良すると共に、新たに液晶タブレットを用いたシステム（以下、タブレットシステム）の開発を試みた。

2. 筆記具システム

(1) システムの前提条件

塗り絵を評価するための前提として以下の条件を設けた。

- ・下絵の背景は白色とする。
- ・下絵はスキャナで取り込める大きさとする（A4、72dpi程度）。
- ・下絵は黒色の線で囲まれた1つの閉領域とする（Fig.1）。
- ・1色の筆記具（マーカー等）を使い色を塗る。

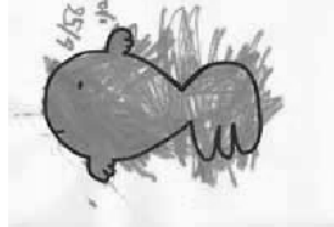


Fig.1 処理可能な例（1つの閉領域）



Fig.2: 処理不可能な例 (開領域)

(2) システムの概要

筆記具システムは、あらかじめ用意された紙の下絵に児童がマーカー等を使って描画した塗り絵作品をスキャナでパソコンに取り込みデジタル化し、定量的に評価するものである。評価の結果は後述の成功率と失敗率として算出される。

過去のシステムで用いられていたRGBの和をとる方法では、色情報を使わずに明るさを基に処理するため、使える色の制限が大きく誤差も大きかった。今回のシステムでは、Fig.3のような(R,G,B)の画素値の色空間にプロットし、(1,1,1)方向の軸と画素値の距離で無彩色と有彩色の判別を行った。Fig.3にRGB座標系を原点を中心にR軸が(1,1,1)方向となるよう回転させた様子を示す。またFig.4にはFig.3のG'、B'平面に投影した画素値を一例として示す。原点近傍のプロットは無彩色と判断し、判別境界の外側に塗られた色と判定する。無彩色は更に明暗により背景と黒線に分離する。Fig.5に示すテスト画像を用いた旧システムと新システムの比較をTable 1に示す。

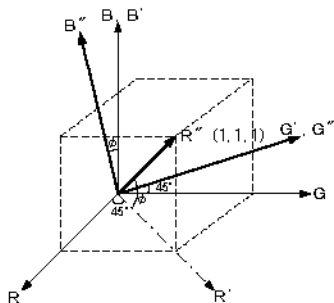


Fig.3 RGB空間

スキャナ:SHARP JX-230
筆記具:リユース ライトブルー

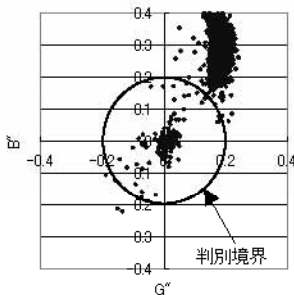


Fig.4 色分離法を用いたときのG' B'平面の散布図

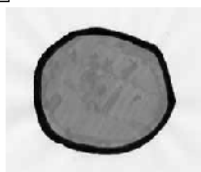


Fig.5 テスト画像の例

Table 1 新システムと旧システムの比較

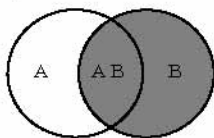
| EPSON GT7000 | 改良前 (明暗分離) | | 改良後 (有彩色、無彩色 色分離) | |
|--------------|---------------|--------|----------------------|--------|
| | 成功率(%) | 失敗率(%) | 成功率(%) | 失敗率(%) |
| COPIC* | | | | |
| 赤 | 100.00 | 1.82 | 100.00 | 0.00 |
| オレンジ | 100.00 | 1.59 | 100.00 | 0.00 |
| 黄色 | 100.00 | 1.62 | 99.98 | 0.06 |
| 緑 | 100.00 | 2.47 | 100.00 | 0.02 |
| 青 | 100.00 | 1.93 | 100.00 | 0.00 |
| ライトブルー | 100.00 | 1.88 | 100.00 | 0.02 |
| ピンク | 100.00 | 1.78 | 100.00 | 0.06 |

* COPIC マーカーの商品名

(3) 塗り絵の評価方法

Fig.8に示すように塗り絵の輪郭線の内側の塗るべき面積をA、実際に塗られた面積をBとする。塗るべき領域に塗られた面積がABである。塗ってはいけない領域、つまり輪郭線からはみ出した領域に塗られた面積をB-Aと算出する。成功率とは AB/A として算出され、塗るべき領域にどれだけ正確に塗れたかを示し、100%に近いほど良い値である。失敗率とは $(B-A B)/A$ として算出され、塗ってはいけな

い領域にどれだけ塗ったかを示す値で 0% に近いほど良い。



塗るべき領域の面積 : A
 実際に塗られた面積 : B
 塗るべき領域に塗られた面積 : A B
 塗ってはいけない領域に塗られた面積 : B - A B
 成功率 : $A B / A \times 100$
 失敗率 : $(B - A B) / A \times 100$

Fig.6 評価尺度 (筆記具システム)

3. タブレットシステム

(1) システムの概要

タブレットシステムは、液晶タブレット (WACOM Cintiq C-1500X 視野角: 水平 160° 垂直 160°) 上に直接スタイラス (ペン) で描かれた塗り絵を PC で直接定量的に評価するものである (Fig.7)。液晶タブレットは液晶パネル前面に電磁誘導方式のタブレットが取り付けられており、ペン (スタイラス) で直接、表示画面上の位置指定が可能である。

このシステムはパソコン上の塗り絵プログラムに直接描画するため、筆記具システムのスキヤナの特長による誤差や使える色の制限などの問題点を解決することができる。

評価の結果はスキヤナを用いたシステムと同様の成功率と失敗率のほかに暫定的に設けた点数という尺度も算出される。また、タブレットシステムは複数の閉領域についても評価できるようになっている。



Fig.7 タブレットシステムの使用例

(2) システムの前提条件

タブレットシステムを構築するための前提と

して以下の条件を設けた。

- ・下絵の背景は白色とする。
- ・下絵は画面に表示できる大きさとする (最大 1024×768 程度)。
- ・下絵は黒色の線で囲まれた閉領域とする。

(3) 塗り絵の処理方法

タブレットシステムでは、黒線で囲まれた閉領域内 (以下、閉領域) に色が塗られたかを判定するため、黒線が他の色で塗りつぶされないようにする必要がある。そこで本システムでは、2つの画面 (以下、画面1、画面2) をオーバーレイとして用意し、画面1には黒線だけ、画面2にはその他の色が描けるようにした。画面1に透過する処理を施し、画面1を上、画面2を下にして重ねて表示することによって黒線が他の色で塗りつぶされることを防いでいる。

描画作業を始める前にあらかじめ塗るべき閉領域内の1点を指定し、画面1の指定した塗るべき領域を RGB (254, 254, 254) とし、その他の背景 RGB (255, 255, 255) と区別している。

色の判定は画面1と画面2を同時に画面の左上から右下まで全ての画素について行っている。判定方法は Fig.8 のように行い、閉領域内に塗られた面積、閉領域内に塗られなかった面積、閉領域外に塗られた面積、閉領域の面積を測定している。

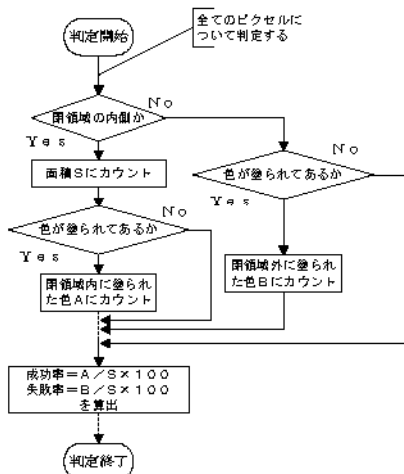


Fig.8 色の判定フローチャート

Table 2 筆記具システムとタブレットシステムの特徴

| | 筆記具システム | タブレットシステム |
|----|---|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> ・スキャナを用いるため比較的安価にシステムを構築できる ・特殊な器具を用いずに日常的に使用する筆記具や紙を使用できる | <ul style="list-style-type: none"> ・液晶タブレットを用いて、塗り絵プログラムに直接描画するため、正確に測定できる ・パソコンや液晶タブレットを用いているため、興味を持つ児童が多い ・筆記具システムよりも少ない手順で評価が行える |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> ・塗り絵が描かれた紙をスキャナでパソコンに取り込む際、スキャナの特性が機種ごとに大きく違うため、機種によっては正確に測定できない ・薄い色だと白色、濃い色だと黒色と判定する事があるため、使える色に制限がある ・スキャナで取り込んだ後、別プログラムでの判定を行うため、操作手順が複雑になってしまう | <ul style="list-style-type: none"> ・液晶タブレットを用いていることや、評価プログラムがメモリを大量に消費することにより、ある程度のマシンパワーが必要となるためシステムが高価になってしまう ・スタイラスの書き味が通常のクレヨンやマーカーと異なっている |

4. 筆記具システムとタブレットシステムの比較

筆記具システムとタブレットシステムの特徴をTable 2にまとめた。

タブレットシステムは筆記具システムと比べ、正確さや使いやすさは勝っている。しかし、紙に描く感触と液晶タブレット上で描く感触は違うため、実生活で使う紙に描くことも重要であると考えられる。そのため、実際に教育の現場で使用してもらい、その評価を元に各々の特性を生かすことが必要だと考えられる。

5. 使用経験

今回、盲学校に在籍する弱視児童数名に、タブレットシステムによる塗り絵活動を実施した。タブレットシステムは、スタイラスで画面上に着色していく感覚とペンで紙に着色する感覚の違いが、塗りにどの程度影響するのかが懸念されていた。実践で児童たちは、ペンなどの通常の筆記具による塗り絵に比べても、それほど違和感なく活動することができた。活動を通して、児童自身が色の設定、ペン幅や消しゴムの選択など、簡単な操作を覚え、興味を持って主体的に取り組む姿が見られた。

また、今回試みた児童たちについては、液晶画面が見えにくいと指摘するものはなかったが、今後はそれぞれの児童にとって見やすい画面の角度や輝度などについても検証していく必

要がある。タブレットシステムは、コンピュータによる活動が児童の興味を喚起しやすいことなどが利点として考えられる。筆記具システムとあわせて活用していくことで、塗り絵活動に幅を持たせることができると期待している。

6. おわりに

今後の開発展開としては、現場でのさらなる評価を待つことになるが、筆記具システムに関しては、スキャナの特性に依存しないシステムの開発を行っていきたいと考えている。

タブレットシステムに関しては今後、描画を行っているときにリアルタイムに評価が算出されるようなシステムの開発を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 遠藤 勉・鈴木 覚：弱視児の描画傾向についての調査研究 1—本弱視学級の児童を中心に—。弱視教育，28巻，1号，10-17，1990。
- 2) 郷家和子・吉田信子・村中義男：強度弱視幼児の見ることに描くことの指導事例。弱視教育，22巻，4号，81-87，1984。
- 3) 増岡直子・佐藤知洋・宮崎善郎・久米祐一郎・大内 進：弱視児教育用塗り絵評価システムの開発と活用。弱視教育，40巻，1号，1-8，2002。