特集論文

デッサン描画中に描画領域に依存したアドバイスを提示する デッサン学習支援環境

A Sketch Learning Support Environment that Gives Area-dependent Advice during Drawing the Sketch

曾我 真人
Masato Soga

和歌山大学システム工学部デザイン情報学科
Department of Design and Information Sciences, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
soga@sys.wakayama-u.ac.jp, <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/di/>

松田 憲幸
Noriyuki Matsuda

和歌山大学システム工学部情報通信システム学科
Department of Computer and Communication Sciences, Faculty of Systems Engineering, Wakayama University
matsuda@sys.wakayama-u.ac.jp, <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/cc/>

瀧 寛和
Hirokazu Taki

(同 上)
taki@sys.wakayama-u.ac.jp, <http://www.sys.wakayama-u.ac.jp/cc/>

Keywords: sketch, learning environment, skill learning, learning support system

Summary

Skill, such as arts, sports and crafts, is regarded as a cycle that consists of the following three steps: recognition of objects, selection of appropriate action series and execution of the action. In arts and crafts, people produce works as a result of this cycle. Skill-learning environment should involve diagnosis-function providing appropriate advice for each step. This paper describes technique that is providing advice in real time when a learner learns recognition of drawing. To assist learners' recognition, we developed the sketch-area-dependent advising system that presents advice with voice for learners' drawing. The effectiveness of advice was confirmed through an experiment evaluating proposed technique.

1. はじめに

芸術、スポーツなどのスキルの学習内容は、外界とのインタラクションにおける動作である。インタラクションは、①外界の認識、②認識の結果に対する最適な行動の選択、そして、③行動、のサイクルとして行われる。芸術の場合は、これら①～③のサイクルを繰り返しながら、④成果物（作品）を作り出す。

スキルの上達のための支援を、人間の教師やコーチに代わって、コンピュータが行うような環境を整えば、学習者は、自宅で、好きな時にスキル上達のための練習を行うことができる。そのような、スキル学習支援環境の設計においても、①～③を考慮する必要がある。すなわち、スポーツにおいて、行動が誤っているように観察されても、その原因は、①～③のいずれか、あるいは、それらの複数の原因が重なって生じると考えられる。たとえば、テニスで相手のボールをうまく相手のコート内へ打ち返せないのは、ボールをよく見ていないという①の

認識の未熟さ、スウィングフォームが悪いという③の行動の未熟さ、さらに、①と③はそれぞれ単独ではうまくできていても、①の認識でとらえたボールの軌跡に対して、ラケットを当てる角度が誤っている場合、認識の結果に対する行動が最適でないという、②の行動選択の未熟さが考えられる。

また、芸術の場合、成果物の欠陥は、やはり①～③のいずれか、あるいは、それらの複数の原因が重なって生じる。たとえば、デッサン描画の場合、モチーフをよく認識できていないという①の認識の未熟さ、描くときの腕の動作が適切でないという③の行動の未熟さ、さらに、①と③は、それぞれ単独ではうまくできていても、①の認識でとらえたモチーフの特定の箇所に応じて、その箇所に最適な腕の描画動作を選択できなかったために、デッサン画をうまく描けないという②の行動選択の未熟さが考えられる。

このことから、最適なスキル学習支援を行うためには、①～③について、個別に診断を行い、原因を特定して、最適な助言を行う必要がある。原因が特定できないと、

見かけ上の誤りを指摘することはできても、原因にさかのぼって、どうすれば誤りを取り除けるかを助言することが難しいからである。芸術のスキル学習では、成果物を診断することは、もちろん必要であるが、①～③の診断も必要である。

スキル学習の支援環境として、漢字を対象としたペン字学習の分野では、多くの学習支援システムが研究されている[Tominaga 05a, Tominaga 05b, Yamasaki 04, Yamashita 04, 稲見 04]。特に、[稲見 04] は、力覚インターフェースに取り付けられたペンを用いて、初心者がペン字を練習する学習支援システムである。ストロークから外れた方向にペンを動かそうとすると力覚フィードバックが得られるようにして、文字のストロークに沿った方向にペンを誘導し、ペン字の練習を行うシステムである。このシステムは、③の行動を支援する学習支援環境と言えるだろう。

陶芸の分野では、VR 環境を用いて、陶芸の練習を仮想空間で行うシステムの研究がある[Korida 97]。

絵画描画の分野では、力覚インターフェースのスタイラスペンを利用して、あたかも実際のキャンパスに絵を描いているかのように、仮想世界のキャンパスに絵を描くことができるシステムが提案されている[Baxter 01]。このシステムは、仮想世界のキャンパスに仮想の筆が接触すると、力覚のフィードバックがユーザに返ってくる。これにより、ユーザは、仮想の筆を仮想のキャンパスに押し付ける力を制御でき、様々な筆のタッチを実現できる。このシステムは、仮想世界のキャンパスに絵を描くシステムとしては、大変優れている。したがって、現在、多くの商品化されているペイントツールの延長線上にあるシステムとみなすことができる。しかしながら、このシステムは、学習者が描いた絵に対して、誤りを診断し、適切な助言を行う機能は持っていない。また、あくまでも、仮想世界で絵を描くことに特化している。

このような背景のもとで、筆者らのグループは、絵画分野のスキル学習支援として、絵画学習支援環境構築プロジェクトを推進中である。筆者らは、現実世界の画用紙にデッサン画を描き、それをシステムが診断し、誤りに対して適切な助言を行うことにより、絵画描画スキルを学習することができる学習支援環境の構築を目標としている。

試作済みのシステム[高木 03]は、学習者が実際に紙と鉛筆で描いたデッサン画に対して誤り診断を行い、アドバイスを提示してデッサン学習を支援する。すなわち、成果物に相当する描いたデッサン画のみを診断対象としている。しかし、前述のように、成果物の診断だけでは、スキル学習支援には不十分であるため、前述の①～③の診断が課題であった。

そこで、本稿では、①の認識に焦点をあて、デッサン描画時の認識の向上を支援するシステムの設計構築について論述することを目的とする。第2章で、デッサン画

図1 デッサン画の描画過程

の描画過程について述べた後、3章で、①の認識を支援する領域情報提示システムのコンセプトと動作について述べる。第4章では、提示画面とアドバイスについて述べ、第5章では、評価について述べる。

2. デッサンの描画過程

ここでは、デッサン画の描画過程について述べる。絵画初心者が、絵画を習うとき、まず、モチーフを見えるとおりに忠実に画用紙上に描くデッサンのトレーニングを行う。モチーフとしては、皿とグラスを用いる。これは、皿とグラスが、幾何学的形状であり、学習者の視点から見たとき、直線や楕円などの幾何学的形状、および、陰影を含み、デッサンの最初のトレーニングに適し、かつ、適度に魅力的なモチーフだからである。

図1のように、学習者は、まず、モチーフの輪郭線を画用紙に描く。これにより、構図と形状が表現される。次に、陰影付けを行う前に、まず、デッサン画とは別に、あらかじめ長方形の枠を書き込んだ画用紙を用意し、陰影付けの練習を行う。長方形全体をカバーするように、ハーフトーンを鉛筆で描画する。ハーフトーンとは、全体を中間トーンの濃さで、斜め45度の方向に、一定のリズムで塗ることを言う。そして、長方形を三等分した左区画を消しゴムで消し、右区画をさらに鉛筆で塗り加える。この操作により、長方形は三段階のトーンになる。この原理を、デッサン画にも適用する。すなわち、皿とグラスの輪郭線を描いたデッサン画に、まず、ハーフトーンを塗り、次に、鉛筆と消しゴムを用いて三段階陰影に仕上げる。

3. 領域情報提示システム

我々は、学習者がデッサン描画途中に、情報を提供するシステムとして、領域情報提示システムを構築した。

これは、学習者がデッサン画を描き終わってからデッサン画の誤りを指摘すると、大幅な修正が必要になることが多く、初心者のやる気を損失することもある。そこで、描画途中に適度な情報を与えることにより、大幅な誤りをおかさない機能を構築した。それは、学習者が描画途中に、画用紙上の各部にペンを近づけると、そこに描くべきものに関する情報を音声とテキストで提示するシステムである。

また、このシステムは、領域に依存した情報を、ある広がりをもった領域内にペンがあるときに音声とテキストで提示するため、学習者は、その情報だけでは、デッサン画を描くことはできない。詳細な情報は、実際のモチーフを見る必要がある。このため、モチーフの認識を促進する効果もあると考えられる。以下では、誤解のない限り、領域情報提示システムを本システムと呼ぶ。

3.1. システムの構成

WACOM 製ペンタブレット Intuos2 の上に画用紙を固定して、デッサンを描く。Intuos2 は、付属のペンを使用して、電磁誘導方式により、タブレット上でのペン先の位置、ペンの傾き、筆圧を検出する方式である。本システムでは、仮想キャンバスではなく、現実世界の画用紙にデッサン画を描くときの腕の動作を診断し助言を与えるのが目標である。そこで、その付属のペンに改良を加え、図 2 のように、ペン先には鉛筆の芯を、反対側の端には消しゴムを取り付け、画用紙上でデッサンを描いたり、不要な線を消しながら、画用紙上でのペン先位置や、消しゴム位置を検出できるようにした。タブレットは、電磁誘導方式であるから、画用紙を通してでも位置の検出は可能である。

図 2 タブレット付属ペンの改良

図 3 は本システムの使用風景である。本システムの動作の流れの概要を図 4 に示す。学習者がペンを紙の上に置くと、システムはペンの位置データを取得する。そして、あらかじめ PC 内に保存してあるモチーフ描画領域を参照することによって、学習者がどの領域を描いているかを決定し、その領域に応じた情報をデータベースから引き出し、学習者に提供する。学習者がこれから描こうとして、ペンを紙の上に持ってきたときには、システムはその領域に何を描けばいいかという情報を、学習者に提供する。つまり、学習者が描き始めるときに、紙の上の各領域で、適切な情報を提供することができるので

図 3 領域情報提示システムの使用風景

図 4 領域情報提示システムの動作の流れ

ある。

4. 提示画面とアドバイス内容

ここでは、2 章で述べたデッサン描画の各段階について、本システムの提示画面とアドバイス内容について述べる。学習者が、2 章で述べた、形状構図、ハーフトーン、三段階陰影のいずれの段階の描画を行っているかは、切り替えボタンにより、学習者自身が選択する。すると、システムは選択した段階に応じた提示画面を表示する。

4.1. 形状構図描画時の提示画面

形状構図の描画時の提示画面を図 5 に示す。学習者から見たモチーフの CG 画像に、タブレット上での鉛筆位置が十字線の交点として表示される。

図 6 は、形状構図描画時に、システムが学習者が描画している領域に応じた情報を提示するときの、領域の分割を示している。全部で 12 領域あり、各領域に学習者の鉛筆の先が侵入すると、その領域に応じたアドバイスをテキストと音声で提示する。

例として、表 1 に、領域 01 と 02 におけるアドバイスを示す。

学習者は図 5 の領域情報提示システムの情報提示画面を見ることによって、自分が何を描くべきなのかを容易に把握することができるが、この画面を見ながら描いてしまうと、単純になぞるだけの行為となり、学習者は、

図5 形状構図描画時の提示画面

図7 ハーフトーン描画時の提示画面

図6 形状構図の領域分割

表1 形状構図における領域毎のアドバイス例

01	そこは「皿の楕円の輪郭線の上」にあたります。肘を固定し、コンパスのように動かして描きましょう
02	そこは「皿の楕円の輪郭線の下」にあたります。紙を180度回転させ、肘を固定し、コンパスのように動かして描きましょう

画面のみを見てしまい、実際のモチーフを見なくなってしまう。そこで、この画面は、ボタンにより非表示にすることもできる。できるかぎり、非表示で画面を見ないで、音声によるアドバイスによる領域の情報を聞いて、画用紙上でどこに何を描くべきかをおおよそ把握し、あとは、モチーフを良く見ながら描くことが奨励される。これにより、このシステムを使うことで、学習者は重要な構図に関して、大きな間違いをすることを避けつつ、細部については、実際のモチーフをよく観察しなければ描けないので、認識が促進されると考えられる。

4.2. ハーフトーン描画時の提示画面

ハーフトーン描画時の提示画面を図7に示す。本システムは、ハーフトーンを塗り重ねるべき領域をCGで表示する。アドバイスでは、学習者の腕動作の速度と軌跡、ペンの筆圧と傾きを検出、診断し、アドバイスを行う

表2 ハーフトーン描画時のアドバイス

診断する領域	情報提示及び、アドバイスの内容
ハーフトーンの領域	そこはハーフトーンの部分です。線と線との緊密度はXXXです。もっと線を密に描きましょう。ハーフトーンは斜めに塗りましょう。筆圧が弱すぎますよ。筆圧が強すぎますよ。ペンをもっと立てて描きましょう。ペンをもっと寝かせて描きましょう。
ハーフトーン以外	グレーの部分を目安に絵全体にハーフトーンを塗り重ねましょう。

(表2)。ペンの筆圧と傾きのアドバイスは、あらかじめシステムで設定された適正範囲よりも値が小さい時や、大きい時に、適時アドバイスが行われる。白い楕円は筆圧を示す。筆圧が大きいと楕円の大きさが大きくなり、筆圧が小さいと楕円の大きさも小さくなる。

4.3. 三段階陰影描画時の提示画面

三段階陰影描画時の提示画面を図8に示す。左側の描画領域提示画面には、既存システムが生成した二次元画像を三値化した画像が表示される。この画像によって、皿やガラスの陰影などの明るさに関するデータを、わかりやすく学習者に提示することが可能となる。

アドバイスでは、鉛筆で塗り重ねて影を表現するべき所について、腕の動きと、消しゴムで消し取るべき位置と、鉛筆で塗り重ねるべき位置について診断し、アドバイスを行う(表3)。

図8 三段階陰影描画時の提示画面

表3 三段階陰影描画時のアドバイス

診断する領域	情報提示及び、アドバイスの内容
影の部分	そこは鉛筆で塗り重ねる部分です。消しとる部分ではありませんよ。
ハーフトーンの部分	そこはハーフトーンの部分です。
光が当たっている部分	そこは消しゴムで消し取る部分です。消しゴムに持ち替えましょう。

5. 評価実験

5.1. 実験の目的

この実験は、学習者の描画途中に本システムを利用して、アドバイスをリアルタイムに提示する効果を検証し、本システムがより良い成果物の生成に有用であるかを評価するために行った。本実験での学習者を、以下、被験者と呼ぶ。

5.2. 実験方法

被験者に描画の手順のみ教え、何もシステムを使わないでデッサンを行う方法と、本システムを用いて、被験者の描画途中に、アドバイスをリアルタイムに提示する方法を比較し評価する。被験者には、三段階の陰影がついたデッサン画を描いてもらうために、形状・構図デッサン、ハーフトーンデッサン、三段階陰影デッサンをそれぞれ順に行った。

被験者は、デッサンの初心者である 18~25 歳の男女 11 名とし、実験は以下の手順で行う。文中で、本システムとは、領域情報提示システムを指す。また、実験者とは、実験を行う者を指し、具体的には、筆者らである。言うまでもなく、実験者と被験者は別人である。

(1) 実験者は、皿とグラス、光源、被験者の視点をあらかじめ決められた位置に置く。被験者の視点位置合わせは、椅子の高さを調整して行う。

(2) 被験者は、モチーフの形状・構図の描画方法を簡潔に説明するビデオクリップを見てから、本システムを使わないで、モチーフの構図を決め、輪郭線を描き、形状・構図のデッサン画を描きあげる。

(3) 実験者は、形状・構図のみを描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(4) 被験者は、ハーフトーンの描画方法を簡潔に説明するビデオクリップを見てから、本システムを使わないで、先に描画した形状・構図のデッサン画に、ハーフトーンを描く。

(5) 実験者は、ハーフトーンを描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(6) 被験者は、三段階陰影の描画方法を簡潔に説明するビデオクリップを見てから、本システムを使わないで、先に描画したハーフトーンまで描いたデッサン画に、三段階陰影を描く。

(7) 実験者は、三段階陰影を描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(8) 実験者は、ペンタブレットの上に画用紙を固定する。

(9) 被験者は、本システムを用い、そのアドバイスを参考にしながら、モチーフの構図を決め、輪郭線を描き、形状・構図のデッサン画を描きあげる。このとき、GUI の画面は非表示にしておく。

(10) 実験者は、形状・構図のみを描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(11) 被験者は、本システムを用い、先に描画した形状・構図のデッサン画に、ハーフトーンを描く。このとき、GUI の画面は非表示にしておく。

(12) 実験者は、ハーフトーンを描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(13) 被験者は、本システムを用い、先に描画したハーフトーンまで描いたデッサン画に、三段階陰影を描く。このとき、GUI の画面は非表示にしておく。

(14) 実験者は、三段階陰影を描き終わったデッサン画をデジカメで撮影して、その画像データを保存しておく。

(15) 実験者は、以上の過程で保存した各画像データを次節で述べる成果物診断助言システムに入力し、出力されるアドバイスの数について、本システムを使わない場合と、使った場合とで比較する。

(16) 被験者は、アンケートに回答する。

5.3. 成果物の診断方法

本システムを用いない場合と、本システムを用いる場合とで、描かれた成果物（デッサン画）の診断は、成果物診断助言システム[高木 03]を用いる。成果物診断助言システムとは、本研究を含む絵画学習支援環境構築プロジェクトにおいて、手本としている絵画教師が、学習者が描き終わったデッサン画に対して行う診断やアドバイスを分析し、それをPC上にシステム化したものである。実験者が、描いたデッサン画をデジカメ等で撮影し、成果物診断助言システムに入力すると、誤っている箇所、修正が必要な箇所を指摘する修正言葉を示したり、上手に描けている箇所については、褒め言葉を、実験者に提示する。

成果物の診断について、成果物診断助言システムを利用する代わりに、絵画教師に診断してもらう方法も考えられる。しかし、絵画教師といえども、人間であるために、同一デッサン画に対しても、日によって評価が多少異なることがある。その点について、成果物診断助言システムは、一定不変の評価基準で評価が可能であり、複数のデッサン画を比較する上で、客観性がある。

本論文は、成果物診断助言システムを述べるのが目的ではないので、ここでは、成果物診断助言システムが、どのような点を診断対象にしているかについて、いくつかの例をあげながら以下に概説するにとどめる。

図9は、構図の診断に用いられるパラメータを表している。画用紙の端からの皿やグラスの位置、皿の縁の楕円の縦横比などである。図10は、皿やグラスに見られる楕円の縦横比や、皿の深さを診断するためのパラメータを示している。

図11は、成果物診断助言システムによる、ハーフトーンの診断における、ハーフトーンの描画領域を示している。ハーフトーンの領域は、番号が付与されている12の領域に分けられており、各領域について、その部分で

図9 成果物診断における構図に関するパラメータ

図10 成果物診断における楕円形状のパラメータ

図11 成果物診断におけるハーフトーンの領域分割

図12 成果物診断における三段階陰影の診断項目

ハーフトーンが描画されていない場合、「○○の領域が塗られていません。」という修正言葉を実験者に提示する。

図12は、三段階陰影のデッサン画を成果物診断助言システムで診断する場合の診断項目を表している。各番号に対応する診断項目は、以下のとおりである。

- (1) 皿の内側の暗い部分とハーフトーンの部分の境界線の位置
- (2) 皿の内側のハーフトーンの部分と明るい部分の境界線の位置
- (3) 皿の縁が明るく抜き取られているかどうか
- (4) 皿の影が描かれているかどうか
- (5) グラスの光源側が明るく描かれているかどうか
- (6) グラスの縁が明るく抜き取られているかどうか以上である。

5.4. 実験結果と考察

領域情報提示システム（以下、本システムと略す）のアドバイス効果と評価について述べる。アドバイス効果については、本システムを用いないで描画したデッサン画と、本システムを用いて描画したデッサン画を、成果物診断助言システムの診断機能で診断し、その結果提示される修正言葉と褒め言葉の数を比較することで考察した。

なお、この実験において、前半は本システムを用いずに描画し、後半は本システムを用いて描画して比較するために、後半の実験が前半の実験による学習効果を受けて、公平な比較ができないとの懸念があるかもしれない。しかし、次の理由で、ほとんど考慮するに当たらないと考えている。すなわち、前半の本システムを用いずに被験者が描画したデッサン画は、実験者がデジカメで撮影してデータを保存し（5.2の実験手順の(3)(5)(7)を参照）、

後半の実験終了後に実験者が成果物診断助言システムに
入力してアドバイスを分析している。したがって、被験
者は、そのアドバイスを受けることなしに後半の実験に
臨むため、学習効果は、ほとんど考慮に入れる必要がな
いと考えられる。

§1 形状・構図デッサン診断機能のアドバイス効果 と評価

表4に実験結果を示す。この表で、〔修1〕は、領域
情報提示システムを使用しない場合の修正言葉の数を表
す。修正言葉とは、被験者が描いたデッサン画の誤りを
成果物診断助言システムが指摘し修正方法を実験者に提
示したアドバイスのことである。また、〔褒1〕は、領域
情報提示システムを使用しない場合に、実験者に提示し
た褒め言葉の数を表す。さらに、〔修2〕は、領域情報提
示システムを使用した場合に、実験者に提示した修正言
葉の数を表し、〔褒2〕は、その時に実験者に提示した褒
め言葉の数を表す。修正言葉が少ないほど、また、褒め
言葉が多いほど、デッサン画のできばえがよいことにな
る。ただし、前述のとおり、〔修1〕〔褒1〕〔修2〕〔褒
2〕で示される数の元になった各修正言葉は被験者には
提示しない。

また、〔改〕は、領域情報提示システムを使用しない
で描画したデッサン画に対して修正言葉が発生した箇所
が、領域情報提示システムを使用して描いたとき、発生
しなくなった箇所の数である。すなわち、領域情報提示
システムによって、解決した箇所の数である。反対に、
〔新修〕は、領域情報提示システムを使用して被験者が
描いたデッサン画について、はじめて発生した修正言葉
の数である。

表4 形状構図におけるアドバイスの数の比較

被験者	修1	褒1	修2	褒2	改	新修
A	3	1	1	1	2	0
B	3	0	2	1	3	2
C	3	0	2	1	2	1
D	3	1	3	1	1	1
E	3	1	3	0	1	1
F	3	0	2	0	2	1
G	3	0	3	1	1	1
H	3	0	3	0	0	0
I	3	0	1	1	3	1
J	3	0	1	0	2	0
K	2	1	0	1	2	0

ここで、

$$〔修1〕 - 〔修2〕 = 〔改〕 - 〔新修〕$$

という式が、各項の定義より、常に成立する。〔新修〕が
1以上の場合、〔修1〕と〔修2〕の差が、そのまま〔改〕
とはならない。たとえば、表4で、被験者Gは、〔修1〕

と〔修2〕が、ともに3で等しいが、これは、改善が全
く見られなかったのではなく、領域情報提示システムを
使用しない場合に発生した3つの修正言葉のうち、領域
情報提示システムを使用したときに1つは解決したが、
新たに別の修正言葉が1つ発生したのである。

表4において、領域情報提示システムを使用しないで
被験者が描いたデッサン画に対して発生した修正言葉に
ついて、領域情報提示システムを使用した場合にすべて
解決できた被験者は、11名中、被験者B,I,Kの3名であ
る。しかし、そのうち、BとIについては、別の修正言
葉が新たに発生している。また、領域情報提示システム
を使用しないで被験者が描いたデッサン画に対して発生
した修正言葉について、領域情報提示システムを使用し
た場合に1つ以上解決した被験者は11名中、被験者H
を除く10名である。また、解決した修正言葉数が、新し
く発生した修正言葉数より上回った被験者は、11名中、
被験者A,B,C,F,I,J,Kの7名である。このことから、本シ
ステムは、支援効果があったと言える。

しかし、本システムを使用した場合に、新たな修正言
葉が発生した被験者は、11名中7名にのぼる。この原因
として、タブレットの付属ペンの電磁誘導を発生するモ
ジュールが、ペン先ではなく、幾分ペン先から離れた内
部に位置しているため、ペンをかなり横に傾けて描いた
場合、ペン先位置と検出位置座標の間に誤差が生じ、提
示されるアドバイスに忠実にしたがって描画しても、形
状や構図を正しく描けない場合があることが考えられる。
これは、今後の課題である。

次に被験者の誤りの特徴ごとの改善点について、概説
する。形状・構図の段階のデッサン画について、成果物
診断助言システムは、形状と構図のそれぞれについて、
診断と助言を行う。形状については、ガラスの幅の不均
一なデッサン画が、本システムを利用することによって
改善がみられた。構図については、絵の位置が上に偏っ
ていたものや、左右に偏っていたものが、本システムの
利用により、それらの偏りが無い絵が描けている。これ
は、本システムが、皿やガラスのおおよその位置を音声
で知らせることができる効果と考えられる。

§2 ハーフトーンデッサン診断機能のアドバイス効 果と評価

領域情報提示システムを用いない方法と、領域情報提
示システムのハーフトーンデッサン診断機能を用いる方
法とで、それぞれ生成された成果物を図11で紹介した領
域ごとに成果物診断助言システムで診断した際の、提示
アドバイスの数を表5に示す。各項の意味は、表4と同
様である。

表5より、領域情報提示システムを使用しない場合に
被験者が描いたデッサン画に対して、発生した修正言葉
について、領域情報提示システムを使用した場合に1つ
以上解決できた被験者は、11名中、被験者D,Kを除く9
名である。この点からは、本システムの支援の効果があ

ったと言える。しかし、本システムを使用して被験者が描いたデッサン画に対して、新たな修正言葉が発生した被験者が5名おり、そのうち、被験者DとEについての修正言葉数は際立っている。これは、成果物診断助言システムによる評価項目が、図11で示したように各領域についてハーフトーンが塗られているかどうかチェックするのに対し、本システムでのアドバイスが、表2に示したように、ペンの使い方や、ペン先を持っていった位置にハーフトーンを塗るべきかどうかを知らせるだけであることに起因する。本システムは、ペン先を当てなかった領域については、原理上、アドバイスを出すことができない。したがって、そこでは、塗り残しが出てしまうことがある。これを改善するために、正解となるデッサン画のグラフィック表示が用意されているが、今回の実験では非表示で行っているため、塗り残しが出てしまったものと考えられる。

なお、表5において、褒め言葉の数が、すべて1であるのは、成果物診断助言システムが、修正言葉を提示した後に、最後に「他の箇所は、すべてうまく塗れていますね。」という褒め言葉を出し、その他の褒め言葉は出さないからである。

表5 ハーフトーンにおけるアドバイスの数の比較

被験者	修1	褒1	修2	褒2	改	新修
A	5	1	3	1	2	0
B	9	1	3	1	7	1
C	11	1	3	1	8	0
D	6	1	9	1	0	3
E	6	1	9	1	2	5
F	6	1	2	1	4	0
G	10	1	9	1	2	1
H	6	1	4	1	2	0
I	11	1	9	1	2	0
J	5	1	2	1	4	1
K	8	1	8	1	0	0

§3 三段階陰影デッサン診断機能のアドバイス効果と評価

領域情報提示システムを使用しない場合と、使用した場合とで、それぞれ生成された成果物を図12で紹介した項目ごとに成果物診断助言システムで診断した際の、提示アドバイスの数を表6に示す。各項の意味は、表4と同様である。

表6より、領域情報提示システムを使用しない場合に発生した修正言葉について、使用した場合にすべて解決した被験者は、11名中、被験者A,B,G,Jの4名であった。ただし、そのうち、被験者A,Gの2名は、使用した場合に、あらたな修正言葉が発生している。また、使用しない場合に発生した修正言葉について、使用した場合に1

つ以上解決した被験者は、11名中、被験者D,Eを除く9名である。このことから、本システムの支援効果があると言える。

しかし、本システムを使用した場合に、新たな修正言葉が1つ以上発生した被験者は、被験者A,E,G,Iの4名にのぼる。この原因は、形状構図のところで述べたのと同様に、ペン先位置と検出位置座標の間に誤差が生じ、提示されるアドバイスに忠実にしたがって描画しても、皿の陰影の境界線の位置などを正確に描くことができないなどの理由や、塗り加えた濃度が足りなかったり、逆に、消しゴムで消しとる作業が不完全だったりすると、成果物診断助言システムが診断するときに、画像処理の三値化の閾値との関係で、三段階陰影を意図したとおりに評価しない場合があることに起因すると考えられる。後者については、ペンタブレットからの情報のみで濃度を診断しアドバイスをリアルタイムで提示することは難しいので、今後の課題である。

表6 三段階陰影におけるアドバイス数の比較

被験者	修1	褒1	修2	褒2	改	新修
A	2	3	2	3	2	2
B	2	3	0	6	2	0
C	3	2	1	4	2	0
D	2	3	2	3	0	0
E	2	3	3	2	0	1
F	2	2	1	3	1	0
G	2	3	1	2	2	1
H	2	3	1	3	1	0
I	2	3	2	3	1	1
J	2	3	0	6	2	0
K	3	2	1	3	2	0

6. おわりに

本論文では、デッサン画を描画中に、領域に依存した情報を提示する領域情報提示システムについて述べた。そして、そのシステムを利用しないでデッサン画を描いた場合と、利用してデッサン画を描いた場合とで、出来上がったデッサン画を比較評価し、利用した場合のほうが、より上手にデッサン画を描けることを実験によって確認した。

今回の実験では、GUI画面のテキスト情報とグラフィック情報を非表示にし、音声アドバイスのみで描いている。したがって、学習者は、画用紙上でどこに何を描くべきかについて、音声情報をたよりに、おおよその見当をつけることができる。初心者は、あとから大きな修正を迫られると、やる気をなくしやすいが、この手法で、それを防ぐことができる。

その点で、本システムは、与える情報の詳細度を適度に設定し、かつ、学習者が、視覚的に詳細な情報を得るためには、実際のモチーフを見なければならぬ環境を提供した。

一般に初心者、アドバイスを与えなければ、同一モチーフを繰り返し描いても、同様の間違いを繰り返すことが多い。その点について、本論文での評価実験では、いくつかの修正指摘箇所が、本システムを用いることによって解決されていたことから、少なくともアドバイスの有効性は確認できたと言える。また、解決するためには、前述のとおり、モチーフをよく観察しなければ解決できないので、少なくともモチーフを見ることを促進したはずである。

ただし、今回の評価実験では、1つのモチーフのみで実験を行っただけである。したがって、本システムで提案する手法によって、本当にモチーフの認識能力や、デッサンの描画スキルが向上したかどうかを確認するには、本システムの設計方針で複数のモチーフに対応してシステムを構築し、それを用いて複数のモチーフで学習者をトレーニングし、その後、トレーニングで使わなかったモチーフで、本システムを使用しなくても、1回目の描画で正確なデッサン画が描画できることを確認する必要がある。これは、数学の解法を学ぶときに、数値を変えたいくつかの例題を解いて練習し、その後、練習時とは異なった例題で解けるかどうかをテストで試すのと同様である。しかし、これを行うためには、試作システムの構築と学習者のトレーニングにかなり膨大な時間を要する。

モチーフの種類に依存しない一般的な認識能力が高まったかどうかや、モチーフに依存しない描画スキルが向上したかどうかについて、これを検証することは、試作システムの拡張と共に、今後の課題である。

謝 辞

本研究は、科研費基盤研究(B) (課題番号 19300282) の助成を受けました。ここに記して感謝いたします。

◇ 参考文献 ◇

- [Baxter 01] Bill Baxter., Vincent Scheib., Ming C. Lin. and Dinesh Manocha: DAB: interactive haptic painting with 3D virtual brushes, Proc. of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.461-468 (2001).
- [稲見 04] 稲見望, 富永浩之, 松原行宏, 山崎敏範: 筆記具の動きを学ぶ体感型書き方学習システム, 信学論 D-I, Vol.J87-D-I, No.12, pp.1128-1135 (2004)
- [Korida 97] Korida,K., Nishino,H., Utsumiya,K, An Interactive 3D Interface for A Virtual Ceramic Work Environment, Proc. of VSMM'97, pp.227-234 (1997)

[高木 03] 高木佐恵子, 松田憲幸, 曾我真人, 瀧寛和, 志磨隆, 吉本富士市: 初心者のための基礎的鉛筆デッサン学習支援システム, 画像電子学会誌, Vol.32, No.4, pp.386-396 (2003)

[Tominaga 05a] Tominaga H., Kinugasa, Y., Hayashi, T., Yamasaki, T.,: DrillS-M:Multimedia Testing System with Operation-Style Answering on Pen Tablet for Kanji Letter Shape Learning, ED-MEDIA 2005, pp.4686-4693 (2005)

[Tominaga 05b] Tominaga, H., Kinugasa, Y., Yamashita, N., Hayashi, T., Yamasaki, T.,:DrillS-M:Multimedia Testing System with Operation-Style Answering -Application to Kanji Letter Shape Learning -, ICCE2005, pp.474-481 (2005)

[Yamasaki 04] Yamasaki,T., Inami, N.,: Training System for Fair Handwriting of Japanese Characters Based on On-Line Character Recognition, ED-MEDIA 2004, pp.1692-1698 (2004)

[Yamashita 04] Yamashita, N., Shimada, M.,Tominaga, H., Yamasaki, T., : A Support System for Japanese Language Teaching Materials Based on a Multimedia Kanji Database, ED-MEDIA 2004, pp.5503-5511 (2004)

[担当委員: 堀 聡]

2007 年 8 月 25 日 受理

著 者 紹 介

曾我 真人 (正会員)

1992 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻情報工学分野博士後期課程修了。博士 (工学)。現在、和歌山大学システム工学部准教授。学習支援、HCI の研究に従事。情報処理学会、教育システム情報学会、電子情報通信学会、日本天文学会各会員。

松田 憲幸 (正会員)

1997 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻情報工学分野博士後期課程修了。博士 (工学)。現在、和歌山大学システム工学部准教授。学習者モデルの研究に従事。教育システム情報学会、日本教育工学会、AIED 各会員。

瀧 寛和 (正会員)

1980 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻制御工学分野博士前期課程修了。三菱電機入社。(財)新世代コンピュータ技術開発機構を経て、1998 年より、和歌山大学システム工学部教授。工博、知的ユビキタス技術などの研究に従事。情報処理学会、IEEE 各会員。