

平成22年6月14日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2009

課題番号：19500811

研究課題名（和文）モチーフへの注視と構図のバランスに基づいたデッサン描画のための教育支援システム

研究課題名（英文）Development of interactive pencil-drawing learning support system for beginners

研究代表者

亀田 昌志（KAMEDA MASASHI）

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号：60243325

研究成果の概要（和文）：初心者を対象とするデッサン学習で最も重要と考えられる描画過程における学習者と指導者との間でなされる対話に着目した支援システムを開発した。具体的には、モチーフの形を理解する比率と、空間を理解する奥行きを学習項目に選び、描画に対する評価とガイドラインによる指導を有する機能を実装したプロトタイプシステムを構築した。学習評価実験を行った結果、本システムの使用により学習項目における学習効果の改善を確認することができた。

研究成果の概要（英文）：It is described in many books that sketch with pencils is introduced as a basic training to acquire the skills of the picture drawing. This study is focused on the interactive learning environment between instructor and learner, and we have developed the interactive pencil-drawing learning support system for beginners. The proposed system consists of the evaluation part to calculate the differences for the correct answer and the instruction part to give the learner the appropriate guidance in his drawing process. In the proposed system, the 2-dimensional proportion and the 3-dimensional depth are chosen as the purpose of the learning, which are important factors to learn the picture drawing. It is seen in our experimental results that the proposed system can improve the learning efficiency such as the recognition error of the learner.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：教育支援，デッサン，対話，プロポーション，奥行き，視線，感性

1. 研究開始当初の背景

画像処理を含めた工学的技術が飽和していく中、人々は、精神的な豊かさとして、画像における品位や芸術性を求め、工学的な手法・技術に基づいた芸術分野への進出が、ますます盛んになっている。そのような分野においては、最先端の技術を利用して芸術作品をデジタルデータとして保存しようとするデジタルアーカイブと呼ばれるものが主流である。さらに、芸術作品への表現を行う試みとしては、コンピュータグラフィックスの手法を用いて、入力画像として与えられた写真を油彩画や水彩画のような絵画風の画像へ変換するノンフォトリアリスティックレンダリングと呼ばれる手法が開発されている。

しかしながら、上述した研究の例は、既存の芸術作品に対して保存や異なる表現を行うものであり、作品を生成するという点については考慮されていない。また、表現に関する研究は、作品を作成する動作としての描画を対象としたものではあるが、単に絵を描くための道具を提供しているにすぎない。

このとき、絵を描くという行動に基づき、描画後に作成された作品を評価するとき、そこには必ず、絵の上手/下手という個人差が存在する。そして、絵の下手な人は、独学や絵画教室に通う等のトレーニングにより、自分の技術の上達を実感することで絵を描くことによる精神的な満足感を得るのではないかと考える。すなわち、人々が求める精神的な豊かさをもたらすためには、単なる描画ツールの提供のみでは不十分であり、描画に対してアドバイスや評価を行うことができる教育的な支援システムが必要である。

このような観点で従来研究をみた場合、ユーザが作成した作品に対して、(a)黄金比に代表される美術における一定のルールに基づいて、作品の色や構図が絵画的に優れているかどうかの評価を行うものや、(b)与えられたモチーフをコンピュータグラフィックスで再現することによって得られた正解画像との比較を行うことで、ユーザがモチーフの比率を正しく描画できているかを評価するようなシステムが提案されている。しかしながら、これらのシステムは、ユーザが作成した完成品について上手/下手を評価することはできるものの、作品を作成する過程において間違いを

修正したり、それをユーザに気づかせることはできない。描画を学習するにあたって最も理想的な環境は、絵画教室のように側に指導者がいて、作成の途中であっても評価を行い、さらに適切なアドバイスがもたらされるものである。本研究では、これを対話的学習と呼ぶことにするが、描画の学習において、対話的学習が考慮されたシステムはこれまでに提案されていない。

2. 研究の目的

本研究は、描画における基礎的な部分であり、かつ、汎用性のある忠実的な表現が求められるデッサンを作成するまでの過程に着目し、その技術向上のための教育的支援システムを構築する。ここで、描画という行動を複数の動作に分割するとき、最初に、人は、描く対象であるモチーフが何であるかを認識し、周囲との関係も含めてそれが空間的にどの位置に配置されているのかを頭の中でモデル化する。本研究においては、これを空間配置モデルと呼ぶことにする。その後、空間配置モデルをできるだけ正確に紙やキャンバス上に記述するように描画を行い、デッサンが得られる。すなわち、人が描画を行うという動作は、空間配置モデルを構築するまでの入力部分と、空間配置モデルが構築された後の出力部分に分けて考えることができる。このとき、入力/出力部分において、デッサンの技術向上のために解決すべき問題は次のようなものになる。

まず、入力部分において、描画者がモチーフを観測するとき、何をどのように見ているのかを明らかにする必要がある。モチーフ(画像)において人の注視が集まる部分は、空間配置モデル構築のために人が必要としている情報であると考え、描画者の視覚的情報の獲得手法を調査するために、描画者の注視領域を抽出する。ここでの実験データを整理することで、デッサン描画における学習項目を決定していく。

次に、出力部分において、デッサン描画を目的としたシステムを開発する。このとき、単なるコンピュータグラフィックスのツールとなるような道具を提供するのではなく、

デッサンを描画する過程に注目して、その描画技術向上のための教育支援システムの実現を目指す。このとき、学習の効率を考慮して、入力部分の検討によって求められた学習項目に注目し、描画者に対してどのような情報を提示すべきかというガイダンスの決定が重要となる。

3. 研究の方法

以下では、研究の目的で述べた入力部分と出力部分に分けて、それぞれの研究方法を説明する。

(1)入力部分については、人間がモチーフを理解するための情報収集の動作を明らかにするために、画像を観測するときの視線の動きを調査する。具体的には、モチーフを想定して収集されたコンテンツの内容が異なる複数種類の画像をモニタ上に提示したとき、それを観測する人間の視線情報を、視線追跡装置(図1)を用いて記録する。



図1 非接触型視線追跡装置

このとき、視線情報として注目するのは、視線の停留時間と移動を表す視線経路である。複数名の被験者による実験を行い、それらの結果を解析することで、人間が画像を観測するときの共通的な特徴を明らかにする。その結果に基づき、デッサンの学習における教則本の調査を行い、初心者向けのデッサン技術習得にとって重要とされる出力部分の学習項目を決定する。

(2)出力部分については、(1)での検討によって得られた学習項目に対する初心者向けデッサン学習支援システムの開発を行う。提案するシステムは、ユーザがモチーフを見て描画したものを、正解画像と比較して評価を行う部分と、ユーザに誤りを気づかせるためのガイダンスを行う部分から構成される。

システムを構築するにあたり、まず、正解画像における評価基準が必要となる。そこで、各学習項目に対して、真の正解値に対する人間の感度を計測するための実験を行う。次に、システムでは、ユーザからの入力と、ディジ

タルカメラを用いて撮影された正解画像とを評価基準に基づいて比較する。その結果、正解の範囲に収まっていない場合は、ガイダンスを提示し、ユーザに再入力を要求する。このとき、ユーザの学習レベルおよび学習意欲を考慮したガイダンス内容の検討を行う。最後に、複数名の被験者を対象に、システムを使用したデッサン描画学習を実施することで、学習に要した速度や誤差量等、学習効率の観点から開発されたシステムの評価を行う。

4. 研究成果

以下では、研究の方法で分類した(1)入力部分と(2)出力部分に対応させて、研究成果を述べる。

(1)人間が画像を観測するときの視線情報について実験による調査を行った。本研究では、画像内容と画像サイズをパラメータとして、それぞれを変化させた条件で観測を行うものとした。ここでの画像コンテンツには全て自然画像を使用した。

最初に、パラメータを変化させた画像を被験者に提示し、実在感等の画像内容を評価する評価語を用いて、印象に対する主観評価実験を行った。その結果、画像の印象変化は、画像サイズよりも画像内容に依存していることが明らかになった。

次に、同じパラメータ変化の条件下で、視線追跡装置を用いた視線情報の調査を行った。ここでは、画像を観測する際の視線の停留時間と視線経路を記録した。さらに、測定された結果から、被験者に共通する主要な視線情報の抽出を行った。その結果の例を図2に示す。

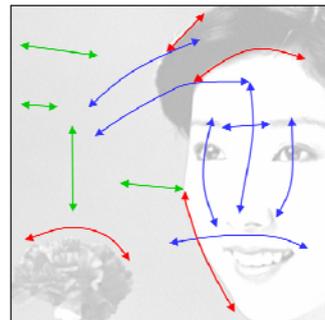


図2 主要な視線情報の抽出

主観評価実験結果と、求められた視線情報を比較した結果、画像の内容に依存した印象の変化は、視線の停留時間の分布と関係していることが明らかになった。このとき、図2からわかるように、視線は、画像におけるオブジェクトの輪郭を確認するようなものや、オブジェクト間の距離を確認するようなもの

のが主要な経路をとって抽出されていることがわかる。以上のことから、印象までを考慮した画像内容の確認のためには、オブジェクトの境界情報および、オブジェクト同士の空間的な関係を表す情報が重要であることが示された。

(2) 先の視線観測実験により得られた結果と、デッサンに関する教則本等の調査に基づき、提案するデッサン学習支援システムにおける学習項目として、比率と奥行きを選択する。ここで、比率とは、図3に示した例のように、モチーフの基準となる一辺に対して、その他のパーツが正しい大きさとして認識されているかを確認する要素であり、一方で奥行きとは、デッサンそのものは2次元であるが、本来3次元物体であるモチーフを正しく認識できているかを確認する要素である。

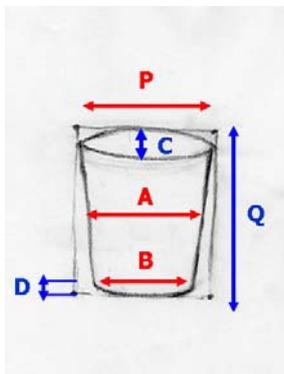


図3 学習項目 (比率)

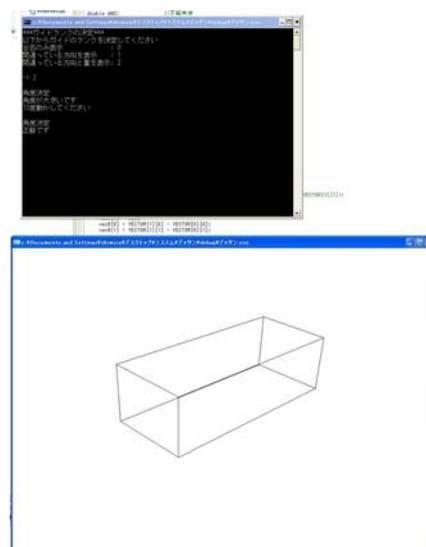
まず、提案する学習システムの構成について説明する。本研究において最も重要視したものは「対話性」であり、それを提案システムでは、評価とガイダンス提示という構成で実現した。システムは、ユーザからの入力に対して、モチーフをデジタルカメラで撮影後に作成された正解画像との比較を行い、その誤りが許容量を超えている場合は、ガイダンスを提示して、ユーザに再描画を求める。このとき、ユーザが自分の学習レベルに合わせて、ガイダンスを、単純に正解/不正解を示すだけのものから、正解との誤差量を示すものまでの中から選択できることが、提案システムの特徴の一つである。

一つ目の学習項目である比率に対しては、さらにモチーフ全体の縦横比を評価するための全体比率と、モチーフの各パーツを評価するための部分比率に学習段階を分解した。ここで、モチーフには、単純な形状ではあるがその中に複数の比率要素をもつ図3に示す紙コップを使用して、実装における処理コストの観点で、部分比率学習における比較箇所が多くなり過ぎないようにした。

二つ目の学習項目である奥行き感に対しては、箱パースと呼ばれるモチーフ全体を覆う直方体をユーザにイメージしてもらう。このとき、モチーフの奥行きは、視点から観測したときの箱パースの角度をとみなすことができると考え、図4に示すように、ユーザはモチーフを観測しながら、システムの画面に表示された箱パースをマウスで操作して、適切な角度となるまで移動させることで学習を行う構成とした。



(a) システム外観



(b) 画面の拡大表示

図4 角度学習におけるシステムの構成

最後に、比率、奥行き各学習項目について開発されたデッサン学習支援システムを、複数の被験者に使用してもらうことで、学習効率に対するシステムの評価実験を行った。実験では、各学習項目について、ユーザが設定する初期値における誤差の量と、正解に達するまでの時間の観点で、システムを使用した学習を行う前後で比較を行った。その結果、いずれの学習項目においても、システム使用

後の方が誤差は小さくなり、正解を得るまでの時間も短くなっていた。これは、提案した学習支援システムによる学習効果がみられたことを示唆しており、学習における対話性の重要性が示されたと言える。

実際に評価実験を行ったときの評価者からの自由記述からは、学習に対するユーザのレベルに大きな違いがあり、ユーザがシステム（指導者）に対して求めているものには、個人差が見られた。今回のシステムでは、この個人差の問題については、ガイダンス内容の選択ということのみで対応したが、学習の効率や意欲に最も関連する部分であることから、今後の課題として、現在の汎用的なシステムから、より個々に対応したシステムへ改良していくための工夫が必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 川野邊誠, 亀田昌志, 音楽作品の感情価測定尺度と配色イメージスケール間のマッピング, 映像情報メディア学会誌, 査読有, Vol. 63, No. 3, 2009, pp. 365-370

[学会発表] (計5件)

- ① 清水和樹, 亀田昌志, モチーフの奥行き情報を理解するための初心者向け対話的デッサン学習支援システムの検討, 情報処理学会, 2010年3月11日, 東京大学
- ② 藤原達朗, 亀田昌志, 初心者向け対話的デッサン学習支援システムの基礎的検討-比率の捉え方学習における実装と評価実験-, 電子情報通信学会, 2009年2月4日, 北海道大学
- ③ 藤原達朗, 亀田昌志, 初心者向け対話的デッサン学習支援システムの基礎的検討-比率の捉え方と陰影表現の学習-, 電子情報通信学会, 2008年10月6日, 岩手県民情報交流センター
- ④ 佐藤秀人, 亀田昌志, 画面サイズの違いに起因する印象の違いと視線との関係に関する考察, 情報処理学会, 2008年3月15日, 筑波大学
- ⑤ 藤原達朗, 亀田昌志, 初心者向け対話的デッサン学習支援システムの基礎的検討, 情報処理学会, 2008年3月13日, 筑波大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

亀田 昌志 (KAMEDA MASASHI)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授

研究者番号 : 60243325