

初心者のための鉛筆デッサン支援システム

合田 隆三[†] 丸山 依子^{††} 川西 英彰[†] 梶本 信幸[†] 高木 佐恵子^{††} 吉本 富士市^{††}

[†] 和歌山大学大学院システム工学研究科

^{††} 和歌山大学システム工学部

写真から絵画風の画像を生成する研究や、ユーザのイメージをデザインに反映する支援システムなどの研究はあるが、実際に鉛筆や筆を持って画用紙などに描く絵画作成を支援するシステムはまだない。そこで、本稿では初心者が絵画の基礎である鉛筆デッサンを学ぶことを支援するシステムを提案する。このシステムは、デッサンの特徴抽出、モチーフの特徴抽出、デッサンの誤りの同定、アドバイスの生成と提示の4つの機能からなる。これらの機能を持つプロトタイプシステムを開発し、ユーザ（絵画の初心者）に使ってもらい、評価実験を行った。その実験結果に関してユーザと絵画指導者にアンケートを行い、提案するシステムの有効性を確認した。

A Pencil Sketch Support System for Beginners

Gohda, Ryuzo[†] Maruyama, Yoriko^{††} Kawanishi, Hideaki[†] Kajimoto, Nobuyuki[†]
Takagi, Saeko^{††} Yoshimoto, Fujiichi^{††}

[†] Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

^{††} Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

Although there are some researches on photo-retouching and on designers' creative work, there is no system which assists beginners in picturing with an actual pencil or brush. In this paper, we propose a system which supports beginners on studying a pencil sketch, because pencil sketches are the basics of drawing or painting a picture. Our system consists of following four functions: feature extraction of a sketch, feature extraction of a motif, identification of errors of a sketch, generation and presentation of comments. We developed a prototype system with these functions and conducted an experiment of the evaluation by users (beginners of picturing). As a result, we confirmed that the system is effective.

1 はじめに

近年、科学技術の発展により我々の生活は豊かになってきた。それに伴い、人々は精神的な満足を求めるようになり、そのための様々な活動を支援することが重要な課題となってきた。

精神的な満足を得られる活動の1つとして絵画がある。しかし、初心者が絵画を学ぶ場合、基礎技術がないため独学では多大な時間と労力を必要とする。また指導者の不足により、教室に通うにも遠方にまで通う必要があるなど、初心者は気軽に始められないのが現状である。

絵画を対象とする研究として、文献[1]~[4]などがある。文献[1, 2]は、写真画像などから絵画風の画像を生成するといったノンフォトリアリスティックレンダリングに関する研究例である。提案されている手法を用いると、絵を描くことが苦手な人でも容易に絵画風の画像を生成することができるが、生成された画像を評価やアドバイスすることは考

えられていない。文献[3, 4]では、ファジー推論などを用いて、ユーザが抱いているイメージを具体的なデザイン画にする作業を支援するシステムを提案している。これらの方法は、ユーザが漠然とイメージをデザインにすることを支援してくれるが、ユーザが実際にあるモチーフをどのように描いて絵にすればよいかをアドバイスする機能はない。

以上のような背景から、本稿では、初心者のための鉛筆デッサン支援システムを提案する。提案システムでは、絵画の基礎である鉛筆デッサンを対象とし、誰にでも馴染みのある鉛筆と画用紙を用いて、初心者が絵画を学ぶことを支援する。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節では、絵画の初心者システムがアドバイスを与えるために必要な機能について考察し、システムを設計する。また、設計したシステムの概要を述べる。第3節では、システムが持つ機能の詳細と、システムがユーザにアドバイスを与えるまでの処理の流れに

ついて述べる。第4節では、設計をもとに開発したプロトタイプシステムについて述べる。第5節で、プロトタイプシステムを用いて行った評価実験の結果を述べる。最後に、第6節で本研究の成果をまとめる。

2 鉛筆デッサン支援システムの設計

2.1 鉛筆デッサン支援システムの目的

絵画はコミュニケーションや自己表現などの手段として古くから用いられてきた。しかし、絵画の基礎技術を持たない人は、その表現力が乏しく、思った通りに表現することができない。また、絵画の基礎技術を習得するにも多大な労力を必要とし、初心者にはなかなか気軽に絵画を始めることができない。そこで提案するシステムでは、初心者でも気軽に絵画を始めることができ、絵画の基礎である鉛筆デッサンの学習を支援することを目的とした。

2.2 鉛筆デッサンの要素と与えるべきアドバイス

まず、鉛筆デッサンが必要とする要素について考察し、初心者が必要とするアドバイスについて述べる。

デッサンには、ものを見えるとおりに描く能力が必要である[5]。また、デッサンは形と調子の2つの要素から成り立っている[6]。調子とは、光の方向と陰影、明暗と固有色、質感と量感、遠近などで表されるものである。本稿では、アドバイスを与える第1歩として、特に形のデッサンに関するアドバイスを扱う。これは、デッサンが形を捉えることから始まるためである。

形の描画の仕方について、初心者が必要とするアドバイスを求めるため、初心者を対象とした絵画教室の取材や関連書籍から、アドバイスのデータを集めた。アドバイス例として、円柱や円錐を描くときに必要となる楕円の描き方や、遠近法の表現などがある。このようなアドバイスのデータをもとに、システムで実現するアドバイスを設定した。

2.3 対象とする鉛筆デッサンの条件

鉛筆デッサンと言っても奥が深く、あらゆる鉛筆デッサンに対してアドバイスを与えることは困難である。本稿では、初心者が基礎技術を学ぶことに限定し、対象とする鉛筆デッサンを次の4つの条件を満たすものとした。

- モチーフが丸皿とジョッキである。
- 陰影のない、形だけを描いた線画である。
- ある程度濃い線で描かれている。
- 補助線が描かれていない。

丸皿とジョッキというモチーフを描く場合、モチーフを正しく見ることにに関しては、例えば、丸皿の上部などの円が、視点との関係でそれぞれどのような楕円に見えるかを認識する必要がある。また、正しく描くことに関しては、直線と楕円とを正確に描ける必要がある。これらはデッサンの基本要素である。一般的に好まれるモチーフとして、果物や花といったものもある。これらにもデッサンの基本要素は含まれているが、このような複雑な形状をもつモチーフを描く場合、初心者は形状の詳細部分にこだわり、モチーフの特徴を明確にとらえられないという実験報告[7]がある。このように、デッサンの基本要素が初心者にも比較的とらえやすい状態で含まれている丸皿とジョッキは、初心者が学習するモチーフとして適している。

本稿では、形の描画の仕方をアドバイスする対象としていることから、デッサンは陰影をつけていないものとする。また、描画する線はある程度濃く描かれたもので、補助線を描いた場合には消してから解析することとする。

2.4 鉛筆デッサン支援システムが必要とする機能

対象が初心者であることと、鉛筆デッサンに必要な要素を考慮した上で、システムがアドバイスを与えるために必要な機能を次の4つとした。詳細については第3節で説明する。

1. ユーザが描いたデッサンの特徴抽出。
2. ユーザの視点から見たモチーフの特徴抽出。
3. デッサンおよびモチーフの特徴比較の結果と知識ベースの照合、および誤りの同定。
4. 誤りの程度や種類、カリキュラムなどを考慮したアドバイス生成およびユーザへの提示。

2.5 鉛筆デッサン支援システムの概要

第2.4節で述べた4つの機能を中心に設計した、初心者のための鉛筆デッサン支援システムの概要を述べる。図1にシステムの構成図を示す。最初に、デジタルカメラによりユーザの描いたデッサンを撮影する。次に、その写真をコンピュータに取り込み特徴抽出を行う。また、3次元モチーフモデルを構成するデータから、ユーザの視点から見たモチーフの特徴抽出を行う。さらに、特徴抽出で得られたデータを用いて、デッサンとモチーフとの比較を行いその正確さを測る。この結果から知識ベースを使い誤り同定をする。続いて、誤りの程度や種類、カリキュラムなどを考慮したユーザへのアドバイスや評価を生成する。最後に、生成したアドバイスや評価を文字や言葉、3次元モデルでの提示など適切な形でユーザに返す。

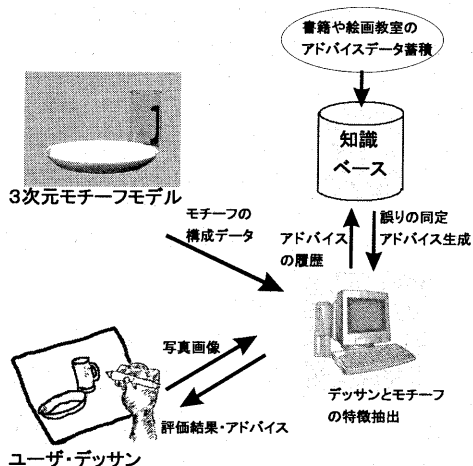


図 1: システム構成図

ところで、デッサンのデータをコンピュータへ取り込むために、タブレットなどを用いて直接コンピュータ上で描くことも考えられる。しかし、これらの方法では、画用紙と鉛筆の持つ表現力や描き心地はまだ実現できないこと、鉛筆デッサンで多用される消しゴムで描く表現が容易にはできないことなどの問題がある。また、紙への描画とコンピュータを使用した描画の比較実験では、コンピュータを用いた場合、ツールの使い方などに注意が向けられ、描画活動に影響するという指摘がある [8]。これらの理由により、ユーザには画用紙と鉛筆といったどんな人でも馴染みの深い描画環境を設定した。

3 提案システムの行う処理

3.1 アドバイスまでの処理の流れ

必要となる 4 つの機能をもとに、システム全体を、デッサンの特徴抽出、モチーフの特徴抽出、誤り同定、アドバイス生成と提示の 4 つのサブシステムに分けた。図 2 は各サブシステムの役割と、アドバイス提示までの処理の流れを示している。

3.2 デッサンの特徴抽出

アドバイスを与えるためには、デッサンから特徴抽出をする必要がある。例えば、絵画教室でされていた“皿を上から見すぎている”というアドバイスを行うとする。この場合、皿の上部の疑似楕円の長軸と短軸の長さが必要となる。ここで、疑似楕円と呼ぶ理由は、ユーザの描く楕円は正確な楕円とは一致しないためである。疑似楕円の長軸と短軸の長さの特徴量を得るためには、デッサンの皿の上部の疑似楕円を表す部位を特定し、楕円の性質などを

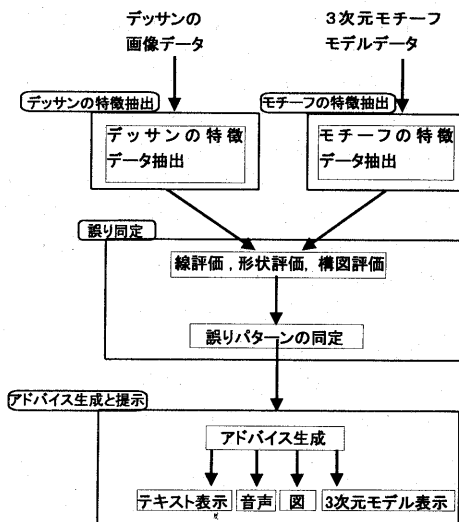


図 2: 各サブシステムとアドバイス提示までの処理の流れ

利用して特徴抽出をする必要がある。

デッサンの特徴抽出までに行う処理は次のとおりである。まず、画用紙のテクスチャ解析と濃度差を用いた輪郭の抽出を利用して、描画領域の抽出を行う。テクスチャ解析とは、画像の濃度値などの特徴を用いて同じ性質をもつ領域を認識する方法である [9]。画用紙のテクスチャ解析によって、画用紙上の描画されている領域と描画されていない領域の判別を行う。濃度差を用いた輪郭抽出とは、微分フィルタを用いて描画されている領域の輪郭を抽出することである。画用紙のテクスチャ解析と輪郭抽出の両方の結果を用いて、ユーザの描いた部分である描画領域を抽出する。

次に、デッサンの骨格を得るため、描画領域に対して細線化を行う。細線化されたイメージを用いたパターン認識や特徴抽出などは、幅広い分野で用いられてきた [9, 10]。この細線化によって得られたデッサンの骨格をもとに、特徴抽出をする部位を特定する。そのためにデッサンを構成している分岐点とそれを結ぶ曲線線分に分類する。それらの組合せにより抽出したい部位の再構成を行い、特徴抽出をする部位を特定する。再構成するには、モチーフモデルを生成した際に用いたデータからおおよその構図、抽出する部位の幾何学的な特徴などを利用する。

特徴抽出をする部位を特定した後、アドバイスに必要な特徴抽出をする。例えば特徴抽出する

部位が疑似楕円であるなら、疑似楕円を構成する点の座標で最も左端の点を長軸の端点と仮定し、その最遠点を長軸の右端の端点とする。長軸が決定されたならば、その中点を疑似楕円の中心とする。さらにその中点で長軸に垂直な方向に直線を引き、その直線と疑似楕円を構成する点がぶつかる点を短軸の端点とする。このような方法を用いる理由は、デッサンで描かれる形状がユーザの視点から見たモチーフの形状と、正確には一致しないためである。

3.3 モチーフの特徴抽出

モチーフの形状や配置のデータを与えることでモチーフの3次元モデルを構築できる。それを用いてモチーフの特徴抽出を行う。

モチーフの特徴抽出までの処理は次のとおりである。まず、モチーフの形状や配置のデータは、メジャーなどを用いてユーザが測定し、コンピュータに入力する。入力する際には、入力しているデータがどのデータなのかがわかるように、説明図を用いて認識しやすくしている。次に、入力されたデータから3次元モデルを生成し、ユーザの視点でのモチーフの見え方をもとに、アドバイスに必要な特徴抽出を行う。

3.4 デッサンの誤り同定

デッサンの特徴抽出で得られたデータと、モチーフの特徴抽出で得られたデータから、誤り判定に用いるパラメータを計算し、知識ベースにあるルールに照らし合わせて誤りの同定を行う。誤りの同定は、まったく誤りが無い状態から、誤りが非常に大きい状態までを5段階に評価する。これによりデッサンのもつ誤りの種類や箇所、誤りの程度の同定が行われ、次のアドバイス生成および提示部に結果が渡される。

ここで用いられる知識ベースや、誤り判定で用いられるパラメータは、絵画教室の取材や関連書籍から得られたアドバイスのデータをもとに設定されている。また、知識ベースのルールは演繹推論を用いており、関連パラメータの値から誤りの同定と誤りの程度の評価を行っている。

3.5 アドバイス生成と提示

生成するアドバイスは、テキスト表示、音声、図(ポンチ絵)の表示、3次元モデル表示の4つのメディアを通してユーザに提示される。

まず、テキスト表示と音声によるアドバイスは、誤りの程度や種類、カリキュラムをもとに知識ベースを用いて生成される。ここで用いられる知識ベースも、絵画教室の取材や関連書籍から得られたアドバイスのデータをもとに設定されている。ここで

は、ただテキスト表示するだけでなく、音声を加えることで文字を読むことが困難な場合でもアドバイスを理解することができるようにする。

次に、図の表示によるアドバイスは、テキスト表示と音声によるアドバイスの補助に用いられる。ユーザの描いたデッサンの上に、モチーフの特徴から得た正しいデッサンの見本を重ねたり、誤りを含む部分を示す補助線などを加えたりすることで、アドバイスの理解を高める。

3次元モデル表示によるアドバイスでは、誤りの程度や種類を3次元モデルを用いて表現し、ユーザに誤りを認識させやすくする。モチーフの特徴抽出で用いたデータを基準に、基本の3次元モデルを生成し、それに誤り同定の結果を加えることで誤りを含む3次元モデルを生成している。デッサンの3次元的な矛盾の指摘などは、言葉や図示だけでは説明が困難であることが、絵画指導者の取材からわかっている。これに対し、3次元モデルを使うことで説明が容易になり、また、ユーザもより直感的に誤りを理解できるようになる。

4 プロトタイプシステム

提案システムの有効性を検証するためにプロトタイプシステムを開発した。デッサンのアドバイスは数多くあるが、全てを実装することは困難である。そのため、形の描き方に関するアドバイスの中で初心者を対象とした絵画教室の取材で頻度が高いアドバイス11個(下記)を選択した。

- (1) 皿を上から見すぎている
- (2) 上下左右の余白に偏りがある
- (3) 皿が大きい・小さい
- (4) ジョッキが太い・細い
- (5) 皿の丸みが足りない
- (6) 皿の端が尖っている
- (7) ジョッキの各楕円の関係がおかしい
- (8) ジョッキの上下幅が違う
- (9) 皿の底が高い
- (10) ジョッキが傾いている
- (11) 皿が深い・浅い

また、図3は、各アドバイスに対応する必要な特徴量である。デッサンとモチーフの特徴抽出サブシステムでこれらの特徴量を抽出している。

図4にプロトタイプシステムの構成図を示す。ユーザの描いたデッサンと、使用したモチーフの

- (1) 血を上から見すぎている
 (2) 上下左右の余白に偏りがある
 (3) 血が大きい・小さい
 (4) ジョッキが太い・細い
 (5) 血の丸みが足りない
 (6) 血の端が尖っている
 (7) ジョッキの各楕円の関係がおかしい
 (8) ジョッキの上下幅が違う
 (9) 血の底が高い
 (10) ジョッキが傾いている
 (11) 血が歪い・浅い
- 01: 血の上部の楕円楕円の長軸の長さ
 02: 血の上部の楕円楕円の短軸の長さ
 03: 上の余白の幅
 04: 下の余白の幅
 ...
 47: ジョッキの上部の楕円楕円の中心座標
 48: ジョッキの下部の楕円楕円の中心座標
 49: 血の上部の楕円楕円の中心座標
 50: 血の中の楕円楕円の中心座標

図 3: アドバイスと必要なデータ

データを入力として、各サブシステムの処理を経て、アドバイスを出力する。

例えば、ユーザが血を正円に近いデッサンとして描いていたとする。プロトタイプシステムでは、デッサンの特徴とモチーフの特徴をそれぞれ抽出し、そのデータをもとに誤り知識ベースと照合して誤り同定をする。そして、誤りの結果からアドバイス知識ベース、カリキュラム、学習履歴と照合してアドバイスを生成する。最後に、ユーザに対して、描かれているデッサンがユーザの視点より上から見たものを描いていることを指摘し、ユーザにアドバイスを返す。アドバイスは、テキスト表示、音声、図表示、3次元モデル表示を用いて行う。

5 プロトタイプシステムの評価実験

5.1 一般ユーザによる使用テスト

一般ユーザ（絵画知識のない 20 代の学生 10 名）にプロトタイプシステムを使ってもらい、その使用感をアンケート調査して、システムの定性的評価を行った。アンケートはシステムの操作に関する 6 項目と、システムの与えたアドバイスに関する 8 項目の合計 14 項目の質問を設定した。また、システムに関して自由に意見を述べてもらった。

システムの操作に関しては、大半のユーザがモチーフデータを測定する作業が面倒であるとの回答をしていた。また、デジタルカメラからデッサンの画像を読み込む際に時間がかかったことから、システムの流れがスムーズでないとの意見も多く出た。以上より、入力インタフェースを改善する必要があることが考察された。一方で、画像の取り込み後からアドバイスが出るまでの待ち時間は気にならないとの意見が多かった。

システムの与えたアドバイスに関するアンケート結果からは、約半数の被験者がシステムが与えたアドバイスを理解しやすいと答えた。また、アドバイスに従って直したデッサンについて、ほとんどの

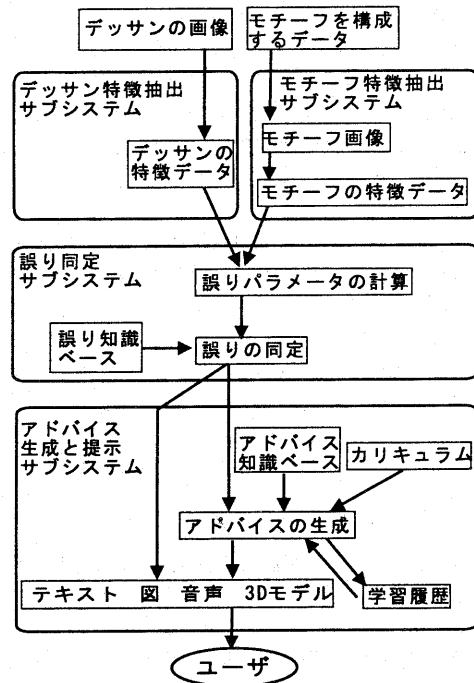


図 4: プロトタイプシステムの構成図

被験者がよくなったと答えた。以上より、システムの与えたアドバイスは有効であったことが考察される。しかし、一部にデッサンをどう直したらよいのか理解しにくいとの回答があった。このように、与えたアドバイスが十分ではないことも判明した。

システムに関して自由に述べてもらった意見としては、次の 2 つが数人の被験者から出ていた。

- 合成音声によるアドバイスの発音がよくない
- デッサンを直している間にアドバイスを忘れるため、与えられたアドバイスを再び見ることでできるリストがほしい

これらの対策としては、合成音声の代わりに、あらかじめ録音したアドバイスの台詞を再生させるなどの工夫が考えられる。また、与えたアドバイスを紙に出力するなど、再び見られるようにインタフェースの改善が必要である。

5.2 絵画指導者による評価

第 5.1 節の実験結果を絵画指導者に見てもらい、システムの与えたアドバイスが正しいものかを検証した。その結果、システムの与えたアドバイスは絵画指導者からみても、ほぼ適切であることがわかった。また、アドバイス前のデッサンとアドバイ

ス後のデッサンを比べてもらった結果、ほとんどのデッサンが改善されていることがわかった。これにより、システムの与えたアドバイスが正しいものであり、ユーザに対して有効であったことが確認された。また、絵画指導者でも気づくことが困難な微小な間違いも、システムでは判断できることがわかった。

しかし、モチーフが画用紙内に収まっていないデッサンや、皿が大きすぎてジョッキが小さすぎるデッサンなどでは、デッサンの特徴抽出に失敗している場合があり、不適切なアドバイスを与えていることも指摘された。以上より、描画した線が薄すぎて特徴抽出のできないデッサンや、画用紙からはみ出したデッサンなどの予想を超えたデッサンは、特徴抽出前にアドバイスを与える必要がある。

6 おわりに

本稿では、初心者が絵画の基礎である鉛筆デッサンを学ぶことを支援するシステムを提案した。提案したシステムは、デッサンの特徴抽出、モチーフの特徴抽出、デッサンの誤りの同定、アドバイスの生成と提示の4つの機能からなる。これらの機能を持つプロトタイプシステムを開発し、一般ユーザに対して評価実験を行った。また、その実験に対してユーザと絵画指導者にアンケートを行った。

アンケートの結果から、システムがデッサンの初心者に対して有効なアドバイスを与えていることがわかった。また、絵画指導者により、システムの与えるアドバイスが、多くの場合に正しいことも確認された。しかし、ユーザに対するアンケートで、モチーフのデータ測定作業が面倒であるという回答が多く得られたため、モチーフの入力インタフェースを改善する必要がある。例えば、ある決まった大きさの台紙の上にモチーフを置き、そのモチーフの写真をユーザの視点から撮影する。カメラの撮影情報と、画像内の台紙とモチーフの関係とを用いて、モチーフの特徴量を算出するなどの方法が考えられる。また、アドバイスを与えるインタフェースでも、音声によるアドバイスの改善や、システムの出したアドバイスをいつでも参照できるなどの工夫が必要である。

作成したプロトタイプシステムでは、与えるアドバイスを11個に限定していたが、さらに増やす必要がある。また、今回は形に関するアドバイスを与えるシステムを開発したが、今後は陰影、質感や量感などの調子に関するアドバイスも行えるようにする必要がある。また、より一般に使えるように、丸皿とジョッキ以外の果物や花といったモチーフにも対応したシステムにする必要がある。

謝辞

絵画指導者の立場から有益なコメントを頂いた株式会社オペレーションセンターの志摩 隆代表取締役 に感謝する。また、本研究を進めるにあたり有益なコメントを頂いた和歌山大学システム工学部の瀧 寛和教授、曾我 真人助教授、松田 憲幸助手に感謝する。

参考文献

- [1] Paul E. Haeberli: Paint by numbers: Abstract image representations, Computer Graphics (SIGGRAPH'90 Proceedings), Vol. 24, No.4, pp. 207-214, 1990.
- [2] 笠尾 敦司, 中嶋 正之: シナージスティックイメージクリエータ - 描画プロセスを重視した絵画作成システム -, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J81-DII, No. 4, pp. 671-680, 1998.
- [3] 市野 順子, 田野 俊一: デザイン描画を支援するユーザインタフェース, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-DII, No. 10, pp. 1693-1709, 1999.
- [4] 尾畑 貴信, 萩原 将文: 感性を反映できるカラーポスター作成支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 701-710, 2000.
- [5] R・デ・レイナ, 倉田 一夫 訳: 初めてのデッサン教室, エルテ出版, 1988.
- [6] 山本 正英: デザイナーのための鉛筆デッサン, 婦人画報社, 1985.
- [7] 笠尾 敦司, 中嶋 正之: デッサンをもとに抽出した表現特徴と画像表現シミュレーションへの応用, 映像情報メディア学会誌, Vol. 53, No.6, pp. 873-881, 2000.
- [8] 千川 文子, 岩田 満, 田野 俊一: 紙へのスケッチとコンピュータを用いた描画における創造性への影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000, pp. 219-222, 2000.
- [9] 安居院 猛, 中嶋 正之: 画像情報処理, 森北出版, 1991.
- [10] Louisa Lam, Seong-Whan Lee, Ching Y. Suen, Thinning Methodologies - A Comprehensive Survey, IEEE TRANSACTION ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Vol. 14, No. 9, pp. 869-885, 1992.