骨格と輪郭線を診断する人物画の学習支援環境の構築

山田　卓[†]　　曽我　真人[‡]　　瀧　寛和[‡]

本研究室ではスケッチの学習支援環境について継続的に研究を行ってきた．そこで本研究室では以前に人物が保持する関節間の距離・角度を正しく認識させることで人物描画の精度を向上させるシステムの構築が行われた．しかし先行研究では描かれた人物画の一部分のみの診断しか行えなかった．そこで本研究は先行研究の問題点を解決した学習支援の構築を行った．本システムは初心者を対象としたものであり，人体比率を把握する観察力と，それを忠実に描く技術の体得を達成目標としている．このために，骨格を認識させて，描いた人物画の骨格と輪郭線を診断する機能を持っている．

Development of a Learning Environment for Drawing Human Body by Evaluation of Bones and Contours

SUGURU YAMADA[†]　　MASATO SOGA[‡]　　HIROKAZU TAKI[‡]

We have been studying sketch learning environment continually. Our group developed a preceding learning environment that enhanced drawing skill of human body contour by checking joint angles and interjoint distances of sketches drawn by learners. However, the preceding learning environment was only able to evaluate a part of the sketches of human body. Therefore, we developed a learning environment which resolved problems of the preceding learning environment. The new learning environment targets beginners, and aims at mastering observation ability of body proportion and drawing body precisely. The new learning environment has functions which create awareness of bones in a motif, evaluate bones and contours of drawn human body sketch.

1.　はじめに

1.1　背景

絵画の学習は数ある学習の中でも難しい部類に入る．理由としては，絵画は数学や物理のように定式化できない部分が含まれており，明確な解答を得にくいからだと考えられる．そのような定式化できない部分は，絵画の分野おいてタッチと呼ばれ，描き手によって異なる．このタッチは鑑賞者によって好みは分かれるが，優劣がつけられるものではない．この部分が絵画の学習を難しくしている大きな要因だと考えられる．

しかし，絵画にも学習方法というものがあり，その最もポピュラーなものとしてスケッチが挙げられる．スケッチは絵画の基礎を学ぶために用いられる．スケッチの目的は描く対象の形の特徴をつかみ，それを忠実に描きあげることである．そのため絵画とは違い，スケッチは明確な解答が存在すると思われる．

本研究室では過去にスケッチを学習支援するシステムをいくつか構築した．栗山ら 1)は描く対象を実物の皿やコップとした静物画のスケッチ学習支援システムに関する研究を行った．この研究では概略形状を用いたスケッチ法を提案している．初めに皿などの対象物といった詳細形状を描くのではなく，対象物の周りを覆うような外接長方形といった概略形状を描く．外接長方形を描かせることで対象物の縦横比や位置関係を学習することができる仕組みとなっている．城内らの研究では描く対象は同じく皿やコップといった静物であるが，実物ではなく 3DCG のものを用意し，そして AR 技術を用いて現実空間に表示させている．そうすることで，実物を描く対象とした場合，あらかじめシステムが保持している構図でしか描くことができないという欠点を克服することができた．

一方，福田らの研究では描く対象を静物から人間という動くものに変更した．この研究では人間という複雑な形状を持つ対象の比率を正しくとらえるために外接長方形ではなく，骨格を用いた．しかし福田らの研究 2)では一部の骨格の診断しかできず，それに加え描いた人物の輪郭線を診断することができなかった．また用いたモデルが 2 次元画像であったため，構図が限定されている仕様であった．（図 1）

† 和歌山大学大学院　システム工学研究科
Wakayama University Graduate School of Systems Engineering
‡ 和歌山大学　システム工学部
Wakayama University Faculty of Systems Engineering

図1　先行研究の人物モデル

1.2　目的

本研究は福田らの研究を引き継ぎ，人物画の学習支援環境の再構築を行っている．本研究の目的は先行研究の問題点を克服し，より精度の高い人物画学習支援環境の構築としている．本研究で構築する人物画学習支援環境の対象者は人物画を学んだことがない初心者とする．また，達成目標は描く対象となる人物モデルの人体比率を把握し，その通りに人物画を描けるようになることとしている．また，本研究は陰影について取り扱っていない．そのため，陰影を描くデッサンの学習支援ではなく，陰影を描かないスケッチの学習支援だと考えている．

2.　提案手法

本研究では先行研究で問題点と考えられた点を改善するために以下の要素を含むシステムの構築を行った．

- 構図変更機能
- 全身の骨格診断
- 輪郭線の診断

2.1　フローチャート

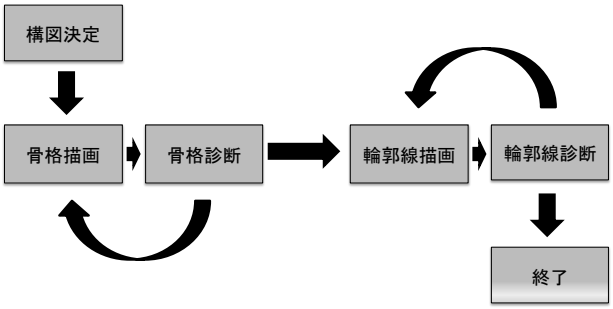

図2　フローチャート

図 2 からわかるように本システムは大きく分けて，3 つのフェーズに分けることができる．一番目は構図フェーズ，二番目は骨格フェーズ，三番目は輪郭線フェーズである．

これらのフェーズはシステムの都合上，順番通りに進んでいかなければならないようにしている．その理由については次章で説明する．

2.2　システム構成

本システムはアプリケーションソフトウェアであるためパソコン一式を必要とする．そして学習者の筆跡情報を入力するためペンタブレットを使用している．本システムで使用しているペンタブレットは WACOM 製の Intuos4 である．（図 3）

図3　Intuos4

2.2.1　筆跡情報入力

本システムではペンタブレットを用いることで筆跡情報の入力を実現している．方法は簡単でペンタブレット上に紙を置き，付属のペンで紙の上から人物画を描くだけである．しかし，既存製品をそのまま用いるだけでは不都合が生じるため，少しばかり改造を施してある．その改造とはペンタブレットに付属しているペンの先をプラスティックから鉛筆の用いられる黒鉛に取り換えることである．この改造によって，学習者が人物画を描くと，紙の上に黒鉛で画が描かれ，その筆跡情報はペンタブレットを通じてコンピュータに送ることができる．図 4 に描いた人物画とその筆跡情報を用いてシステム画面に輪郭線を表示したものを示す．

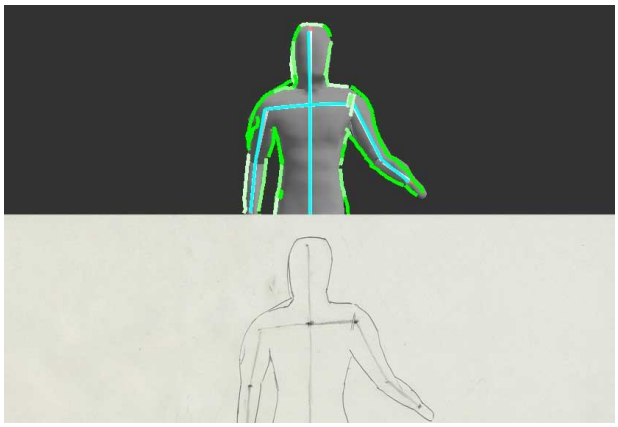

図4　筆跡情報を用いて表示した輪郭線

3.　人物画スケッチ学習支援システム

本システムはディスプレイ上に表示されるシステム画面の内容に従って学習を進めていく仕組みになっている．図 5 に学習者に提示するシステム画面を示す．

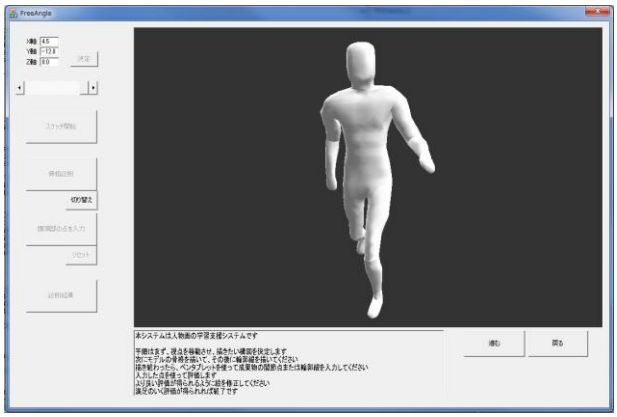

図5　システム画面

本システムでは大きく 3 つのフェーズ分かれている．以下にそれぞれについて詳しく説明する．

3.1　構図フェーズ

構図は描く対象の向き，姿勢，配置で決まる．配置は描く対象が複数個ある場合，考慮する必要が出てくる．しかし，本研究では描く対象は単一としているため，向きと姿勢のふたつを考慮する．まず，描く対象である人物モデルの向きを自由に変更できるようにするため，3DCG のモデルを用意する．本システムで使用する人物モデルは衣服を着用していないものである．図 6 のように，以前は衣服を着用した人物モデルを使用していたが，複数の人物画の教本からヌードデッサンの重要性が説かれていたので，本システムもそれに倣うことにした．

図6　以前使用していたモデル

次に姿勢については，姿勢の異なる複数のモデルを用意することにした．他の方法として，モデルの姿勢を自由に使用者が変更できるようにすることも検討したが，その作業自体が時間のかかる行為であるため，あらかじめ複数のモデルを用意した．（図 7）

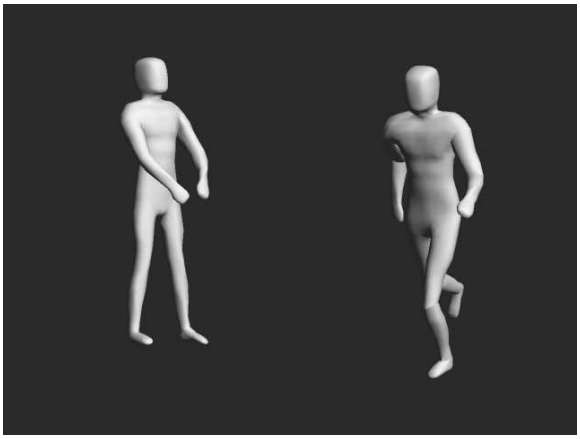

図7　現在使用している人物モデル

構図が決定することで人物モデルの骨格と輪郭線の形が決まる．この時点で正解となる情報が生成され，後のフェーズで使用される．

3.2　骨格フェーズ

本研究では人物画を描く際に骨格を描かせるという手間をあえて取り入れている．この骨格を描くというアイディアは以前からあるもので，それは「やさしい人物画」4)という教本にも載っている．この教本では骨格の構造を理解することで，人体を描く際に立体的にとらえることができ，人体の比率も把握することができるとされている．本研究もそれに倣い，骨格を描くフェーズを設けた．

3.2.1　骨格描画

先行研究では学習者に人物モデルの骨格を描かせ，その一部を診断対象としていたが，本研究では全身の骨格を診断対象とする．図 8 に診断する骨格を記載する．

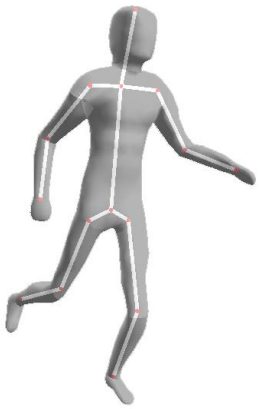

図8　人物モデルの骨格

学習者はシステム画面に表示された骨格を参考にして，紙にその骨格を描いていく．骨格は学習者が任意に表示，非表示を切り替えることができる．初めてシステムを使用する際には，骨格を表示し，骨格の形と輪郭線との位置関係について学んでいく．最終的には骨格を非表示にし，輪郭線から骨格の形をイメージできるようになることが理想である．尚，骨格は実際のものよりも簡略化したものを表示する．その理由は学習者が骨格を描く際に形状が複雑すぎると，細部に気をとられ重要な人体比率に気が回らなくなる可能性があるからである．

3.2.2　骨格診断

描いた人物画の骨格を診断するために 15 か所の位置情報を入力する．頭から背骨に位置する頭頂部，隆椎，尾骨と腕に位置する肩，肘，手首と脚に位置する股関節，膝，足首の箇所をペンタブレットを用いて入力する．便宜上，本システムでは隆椎と尾骨を始点，終点とした線分を背骨ということにしている．

診断結果として人物モデルの骨格に描いた人物画の骨格を重ね合わせたものを提示する．（図 9）重ね合わせる際に，描いた人物画の背骨を人物モデルの背骨にぴったりと重なるように位置，比率，角度を拡大縮小や回転を用いて調節してある．そうすることで描いた人物画の大きさ等によらず，診断することができる．

実際には描く人物の位置は紙の真ん中が良く，選択した紙の大きさで理想的な画の大きさが決まるため，理想的な比率もおのずと決まる．また，角度に関しても一様に決まるものである．しかし，診断をする際にそのようなことを全て考慮しなければならないとなると容易な診断ができず，学習者にもそれなりの技術を求めることとなる．本研究では人物モデルの人体比率を把握し，それを忠実に描くことを目的としているので，そのような手間を省くことで目的達成までの道のりを簡単にしてある．

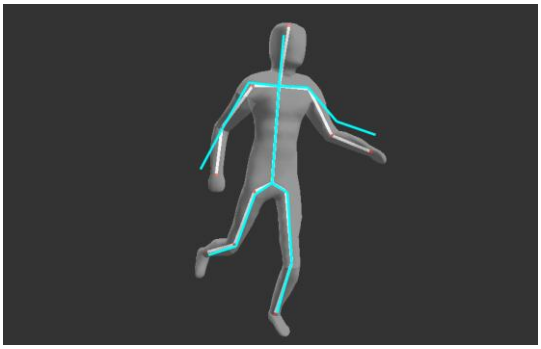

図9　描いた人物画の骨格を表示した画面

3.3　輪郭線フェーズ

3.3.1　輪郭線描画

学習者は骨格が上手く描くことができると，次は輪郭線を描いていく．骨格と同様に輪郭線も位置，比率，角度を調節し，システム画面に表示する．方法は骨格のときと同じで，背骨に合わせて輪郭線を拡大縮小，回転を施す．

骨格の位置情報を用いるため，本システムでは骨格フェーズと飛ばして輪郭線フェーズに移ることができないようになっている．この仕様は以下の 2 点からそのようなものにしている．ひとつは輪郭線の情報から大きさを合わせることが困難であることである．もうひとつは描いた人物画の骨格と輪郭線とを別々に拡大縮小，回転してしまうと紙に描いた骨格と輪郭線とシステム画面で表示される骨格と輪郭線に違いが生じてしまうことである．例えば紙上では骨格は輪郭線の中に納まっているのに，システム画面上では骨格が輪郭線内からはみ出してしまう場合が生じる．そのような場合を生じさせないために輪郭線を背骨に合わせて拡大縮小，回転を施してある．

3.3.2　輪郭線診断

描いた人物画を判定するためには，解答データとなる描いた人物画の輪郭線情報と正解データとなる人物モデルの輪郭線情報が必要になる．先行研究では人物モデルの向きを変化させる機能がなかったため，人物モデルの輪郭線情報はシステム側があらかじめ保持することができた．しかし，本システムでは人物モデルの向きを学習者が自由に変えられるので，先行研究でとった方法では判定することができない．

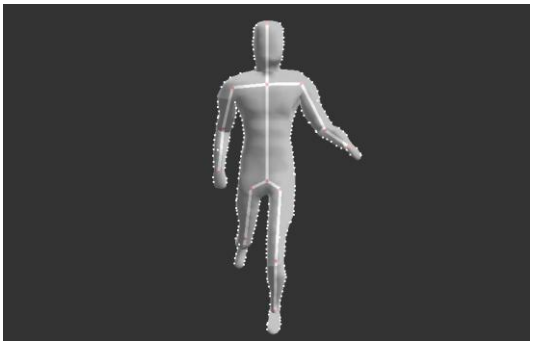

図10　人物モデルの輪郭線となる特徴点

城内ら 4)の研究に 3D モデルの頂点情報のうち輪郭線だと判断される特徴点を抽出するアルゴリズムを利用した学習支援システムが構築されている．本研究では城内らのその手法を利用し，構図が決定した際に，3DCG である人物モデルを構成する頂点情報の中から，輪郭線だと判断される頂点を自動抽出している．図

10 に人物モデルの特徴点を抽出し，表示させたものを示す．

骨格は一通り描いてから診断する事後診断であったが，輪郭線はリアルタイムでの診断としている．紙に輪郭線を描くとリアルタイムでシステム画面に描いた輪郭線が反映されたものが表示される．その際に，人物モデルの輪郭線に沿って描かれているかどうか判定する．この判定によって描いた輪郭線は 4 段階に色分けされ，その色の違いから学習者は人物画の出来，不出来を判断する．（図 11）

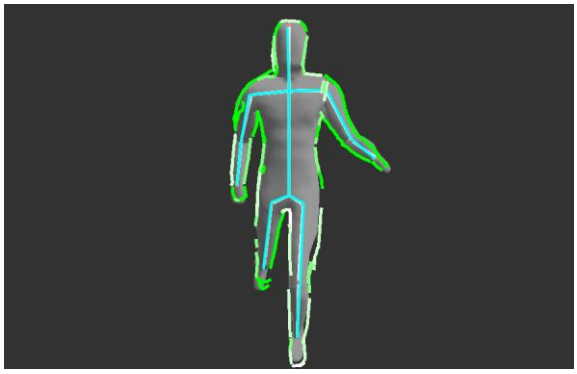

図11 描いた人物画を表示した画面

4. 今後

4.1 アドバイス機能

さらなる学習効果をシステムに持たせるために，アドバイス機能の追加を考えている．本システムは初心者を対象としているのでアドバイスは初心者にありがちな間違いを指摘する内容にしようと考えている．

初心者の持っている特徴のひとつとして短い線をたくさん描いて輪郭線を表現するというものがある．（図 12）これは見栄えが悪く，スケッチの教本でも指摘されていることである．そのため短い線を多く描くと，ワンストロークを長く描くように，というようなアドバイスを提示できるようなシステムを目指す．

図12 ワンストロークが短い人物画

初心者に見られる他の特徴として，人体の構造を正しく把握していないことがあげられる．ここでの人体の構造とは筋肉の付き方のことである．例えば腕の場合，上腕と前腕にそれぞれ，三角筋，上腕二頭筋，上腕三頭筋と長掌筋，腕橈骨筋，浅指屈筋がついている．すべてを覚える必要性は低いが，主な筋肉がどのような動きをし，どのように変形するかを把握することが重要である．

現段階のシステムでは正解となる人物モデルを表示しているだけで，どのような手順で輪郭線描いていけばよいか，言い換えるとどのように肉付けをしていけばよいか指示を出していない．図 13 のような人物画を描く学習者の場合，人物を観察する力よりも人体の構造についての勉強不足が目立っている．人体の体の部位ごとにどのように肉付けをしていけば，形の整ったものができるのかについて，練習をさせると上達が速いかもしれない．

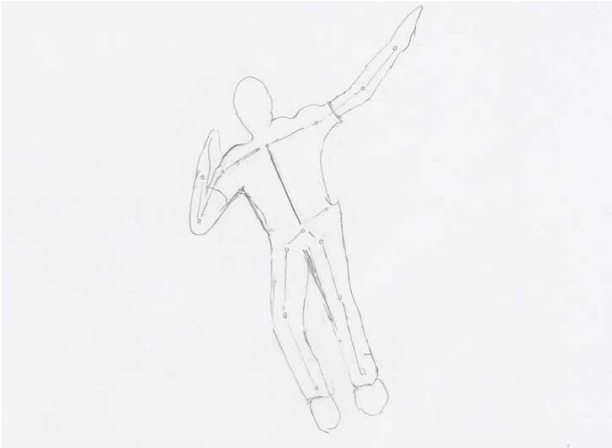

図13 肉付けが不出来な人物画

4.2 評価実験

今後，本システムの有用性を検証するために評価実験の実施を予定している．現段階で行おうと考えている実験の流れについて図 14 に示す．

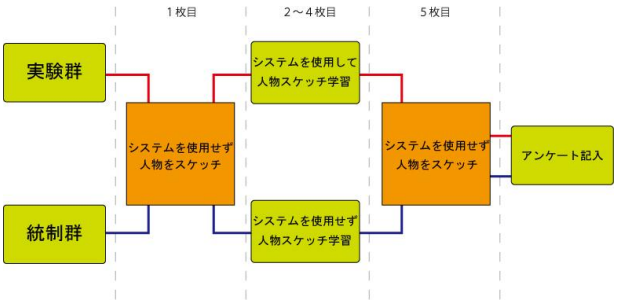

図14 実験手順

被験者を，システムを使用して人物画の練習をする実験群とシステムを使用せずに練習を行う統制群に分かれて実験を行う．練習前と後とで，人物画の上達度を測り，実験群の上達度が統制群の上達度を上回れば本システムの有用性が検証されたといえる．

この実験で最も問題となるのが，人物画の上達度の測り方であると考えている．今のところ人物画の出来を評価する際には人物モデルの輪郭線を成す特徴点と描いた人物画の輪郭線を成す点との距離を測る方法をとる予定である．そうすれば，距離の短かった線をたくさん描くことができた人物画が高評価 となる．評価基準は他にも設ける予定だが，基本的には上記の評価に基づく方法をとる．

5. おわりに

本研究では人物画のスケッチ学習支援システムを構築した．本システムは描いた人物画の骨格と輪郭線を自動診断する．本システムの今後の展望としてまず，前章にあげたようにアドバイス機能の追加があげられる．また，本システムでは構築しなかったが，画の描きた方をレクチャーする機能があれば，学習速度はより伸びると思われる．そのようなレクチャー自体は人物画の教本やホームページで大変充実した内容のものが見ることができる．ただ，それを診断するには教本やホームページといった媒体は向かない．レクチャーした内容を学習者が実践し，それをすぐさま診断して評価してくれるようなものがあれば，より上質な学習支援を行えると考えている．

参 考 文 献

1) 栗山翔太，曽我真人，松田憲幸，瀧寛和: モチーフの構図・形状詳細化の過程を考慮したデッサン学習支援環境，電子情報通信学会技術研究報告，2008.
2) 曽我真人，福田貴久，瀧寛和: 関節間長と関節角度の診断機能を持つ人物画模写学習支援環境，電子情報通信学会技術研究報告，2009.
3) ブルース・ロバートソン（著），川本道彦（訳）: 基礎からのデッサン，NPC，1997.
4) A・ルーミス（著），北村孝一（訳）: やさしい人物画，マール社，2000.
5) 城内和也，曽我真人，瀧寛和: AR を用いた自由な構図によるスケッチ学習支援環境，教育システム情報学会第 35 回全国大会講演論文集，pp. 155-156(2010)