

# AR で自由に決定した視点位置でのスケッチ 描画を支援する学習支援環境

城内 和也<sup>†</sup> 曾我 真人<sup>‡</sup> 瀧 寛和<sup>‡</sup>

## Sketch Learning Environment with Drawing Support from Own Viewpoint by AR

KAZUYA SHIROUCHI<sup>†</sup> MASATO SOGA<sup>‡</sup> HIROKAZU TAKI<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

昔から、コンピュータ内の仮想平面に絵や図形を描くことを支援するツールやソフトウェアは、研究事例から商用ソフトまで、多数存在する。なかでも、Bill Baxter らは、インタフェースとして力覚呈示装置 Phantom を使い、スタイラスペンを絵筆に見立てて操作することにより、仮想空間内の絵筆を操作し、仮想のキャンバスに絵を描くことのできるシステムを開発している<sup>1)</sup>。このシステムは、従来のペイント系ツールの最高峰にあるシステムと位置付けることができる。しかし、このシステムであっても、仮想空間内で絵を描くための道具を用意しているにとどまっており、絵の描画の学習を支援するための情報提示は行われない。

学習を支援するために、システムが正解となるスケッチ画や絵画に関する情報提供を行うという意味で、スケッチ学習や絵画学習を支援するシステムは、我々が研究に着手する以前には、世界中を通じて皆無であった。そこで、我々のグループは、約 10 年前から、初心者がスケッチやデッサンの学習を進める際に、絵画教師の肩代わりをする学習支援環境を構築してきた。

これまでに、様々なタイプのスケッチ・デッサン学習支援環境を提案、構築を行ってきた<sup>2,7)</sup>。それらは、学習者がデッサンを描画するときの認知科学的な考察に基づいて設計構築されている。

その中で、デッサン描画中に助言を与えることを目標とし、認識を支援する環境として、領域情報提示システムを構築した<sup>4)</sup>。これは、画用紙をペンタブレット intuos2 上に固定し、付属のタブレットペンの先に

鉛筆の芯を取り付けたペンを用いて、デッサン画を描かせるシステムであった。したがって、システムは、画用紙上のペン先の位置を検出できる。モチーフの皿とコップは指定した位置に配置するものとし、視点も決められた位置に置くとすれば、画用紙上のどの領域に何を描くべきかが定まる。その描くべきデッサン画情報と、学習者の描画とを対応付け、学習者のペン先の位置に何を描くべきなのかを、音声でアドバイスするものである。このシステムについて評価実験を行った結果、その決められた視点でのデッサン学習においては、アドバイスの有効性が確かめられた。

このシステムにおいて、デッサン画を描く際のモチーフは、あらかじめ決められた、実物の皿とコップを用いるのだが、それらを学習者が描く際の視点までもが、あらかじめ決められてしまっている。そのため、学習者は、自身の身長や座高といった身体状況に合わせて、椅子の高さや位置の調節を行う必要があった。これは、視点を決めなければ、モチーフの見え方が決まらないため、描くべきデッサン画を一意に定め、学習者の描画との対応を取るためには、必要なことであった。

そこで、本研究では、学習者がシステムに合わせるのではなく、システムが学習者に合わせるができる、自由な視点設定を可能にすることを目的に、新たなシステムの設計と開発を行った。

モチーフを実物の皿とコップではなく、計算機内に 3 次元 CG で作られた仮想物体に替え、AR 技術によって現実空間に表示する。学習者は、この仮想モチーフのスケッチを行う。自由に視点を定めることができ、仮想で定義されたデッサンスケールを用いれば、視界の中から一部を構図として設定することができる。システムは、設定された構図についてのモチーフの形状

<sup>†</sup> 和歌山大学大学院 システム工学研究科  
Wakayama University Graduate School of Systems Engineering

<sup>‡</sup> 和歌山大学 システム工学部  
Wakayama University Faculty of Systems Engineering

データを瞬時に取得し、それをもとにアドバイスを音声で出力する。学習者は、システムからのアドバイスを受け、自身が設定した構図で学習できる。

試験システムでは、コップのモチーフのみを用いて評価実験を行ったが、現在はコップに加え皿のモチーフを実装し、両モチーフを同時に使用したスケッチ学習が可能となっている。

## 2. システム構成と原理

### 2.1 システムの構成

構築した学習支援環境は、計算機本体、没入型HMD、小型ビデオカメラ、ペンタブレットから構成される。仮想空間内には、CGモデルのコップと、同じくCGモデルのデッサンスケールが表示される。デッサンスケールとは、構図を決めるために使う道具である。小型ビデオカメラは、HMDに固定する。これにより、ビデオシースルー型のARが実現可能になる。図1に学習支援環境の利用風景を示す。

### 2.2 ARの利用

ARToolKitを用いて、あらかじめ、マーカの形状と、CGで作成したコップを対応づけておく。そして、マーカを机の上に置く。ビデオシースルー方式でマーカを捕らえると、学習者には、あたかも机の上にコップが置かれているかのように見える(図2)。

ARToolKitによってマーカの見え方からモチーフの姿勢を計算して表示しているため、カメラを装着した学習者の頭部が移動すると、モチーフの見え方は、マーカの見え方に連動して変化する。



図1 学習支援環境の利用風景

### 2.3 視点から見える輪郭線の獲得原理

モチーフとして用いるCGモデルには、輪郭線となりうる線上に、短い間隔で特徴点を設定し、その3次元座標値をデータとしてPC内に管理しておく。学習者は、頭を動かしながら、視点の位置を決定する。視点の決定は、決めた視点を維持した状態で、キーボードのキーをタイプすることで行う。システムは、その視点からデッサンスケールを通して見える各特徴点の位置を透視変換で計算し、モチーフの形状を2次元化する。

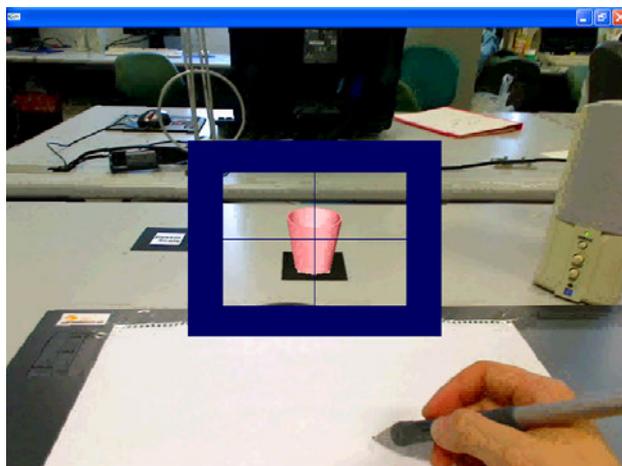


図2 ARにより学習者に提示される映像

### 2.4 画用紙上のスケッチ画との対応

ペンタブレットは、WACOM製のIntuos3を用いた。これは、電磁誘導方式で付属ペンのペン先位置を獲得する装置である。この付属ペンの先に、鉛筆の芯を取り付け、ペンタブレット上に固定した画用紙に対して描画を行う。電磁誘導方式であるため、画用紙を通してペン先位置の検出が可能である。これにより、前節で求めた、モチーフの2次元形状と、ペンタブレット上での学習者の描画との対応付けを行うことが可能となる(図3)。

### 2.5 アドバイスの提示方法

学習者が、ペンを画用紙上に置くと、その位置に応じて、そこに何を描くべきかのアドバイスを音声で提示する。あらかじめ、3次元のCGモデルの各特徴点と、アドバイス文を対応付けて、システムに入力しておく。このアドバイス文を、前節で述べた、2次元形状とペン先位置の対応付けを行った際に、音声読み上げソフトで読み上げて提示する。

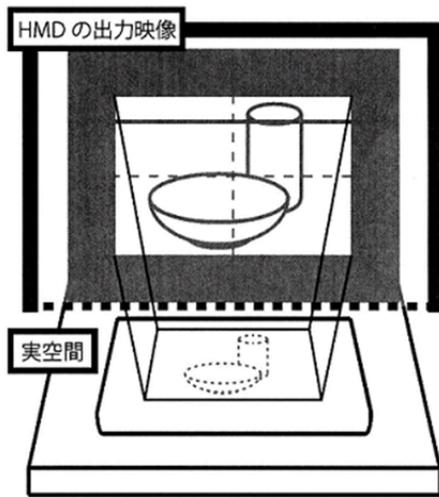


図3 ARにより学習者に提示される映像

### 3. 評価実験

システムを使用することによって、どの程度学習効果が得られるのかを調べるため、評価実験を行った。モチーフは簡単なコップを使用した。授業でデッサンを習ったことのある学生 10 名を被験者として、システムを使用しない組（統制群）と、使用する組（実験群）、それぞれ 5 名ずつに分けて行った。

#### 3.1 手順

まず、実物のコップとデッサンスケールを使ってスケッチを 1 枚描いてもらった。このとき、設定した構図を、デジタルカメラで撮影しておいた。

次に、数回スケッチを練習してもらった。実験群は、学習支援環境を使用し、システム内の仮想デッサンスケールを用いて、仮想のコップをスケッチしてもらう。統制群は、学習支援環境を使用せず、デッサンスケールでの構図設定についての資料を与え、それを読みながら、実物のコップとデッサンスケールを用いて練習してもらった。統制群は、学習支援環境を使用しないので、描いたデッサン画が実物のモチーフに比べて、形状などがずれていても、それを指摘するアドバイスを得ることはできない。

そして最後に、両群に実物のコップとデッサンスケールを用いて描いてもらう。このときも、最初のように、設定した構図をデジタルカメラで撮影しておいた。最後のスケッチに使用するコップは、最初とは違う形状のものにした。

#### 3.2 分析結果

デジカメで撮影した構図の写真と、描画したスケッチを重ね合わせ作成した画像において、コップの淵、

底幅、高さ、位置について、それぞれの一致度を、比で求めた。値が 100% なら、完全に一致し、100% より小さくなるに従って、描画したスケッチ画が、構図の写真と異なっていることをあらわす。

表 1, 2 はそれぞれ、統制群(被験者 A~E), 実験群(被験者 F~J)の練習前後のスケッチにおける、構図の写真と描画したスケッチ画の各長さの比の値である。「前」の列の各数値は練習前に描いたスケッチ画と構図の写真の各長さの比を表し、「後」の列の各数値は、練習後に描いたスケッチ画と構図の写真の各長さの比を表している。比の値が練習前よりも練習後のほうが大きくなっていけば、スケッチ画がより構図の写真に近付いたことを示している。統制群に比べて、実験群のほうが、値が上昇している箇所が多く現われている。

表 1 統制群の各長さの比の練習前と練習後の比較[%]

統制群		淵	底幅	高さ	位置(縦)	位置(横)
A	前	82.7	92.3	100.0	95.9	94.7
	後	98.3	90.9	91.6	98.2	100.0
B	前	97.1	88.9	94.1	91.2	96.7
	後	86.7	87.5	94.7	95.6	96.7
C	前	50.0	100.0	88.9	96.3	96.7
	後	71.4	90.0	70.4	91.6	94.3
D	前	70.0	100.0	88.9	94.2	98.9
	後	83.3	80.0	86.7	92.2	94.4
E	前	100.0	77.8	92.9	86.2	96.0
	後	55.4	100.0	100.0	89.5	98.5

表 2 実験群の各長さの比の練習前と練習後の比較[%]

実験群		淵	底幅	高さ	位置(縦)	位置(横)
F	前	86.7	90.0	88.2	58.8	96.9
	後	83.3	100.0	95.2	85.0	97.3
G	前	96.4	90.9	90.5	87.4	90.8
	後	94.5	100.0	94.1	95.0	94.5
H	前	80.0	100.0	100.0	82.9	85.0
	後	100.0	100.0	100.0	98.7	98.3
I	前	63.3	100.0	92.0	88.0	95.6
	後	85.6	100.0	84.1	97.1	97.3
J	前	62.5	76.9	81.8	85.6	81.4
	後	85.8	100.0	100.0	82.0	97.1

#### 4. まとめ

本稿では、モチーフとして CG モデルを用い、AR 技術を使って机の上に重畳表示させ、学習者が視点を定めることができるスケッチ学習支援環境を提案し、試作システムを構築して、評価実験を行った。評価実験では、実験群と統制群に分けて実験結果を比較し、実験群のほうが、やや、学習効果が見られた。

今後は、使用できるモチーフを増やすとともに、視点設定の自由度が高い点をさらに活かし、構図学習支援機能を実装する計画である。

#### 参考文献

- 1) Baxter, W., Scheib, V., Lin, C.M., Manocha, D.: DAB: Interactive Haptic Painting with 3D Virtual Brushes,

Proc. of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, pp. 461--468 (2001)

- 2) 曾我真人、瀧寛和、松田憲幸、高木佐恵子、吉本富士市：“スキルの学習支援と学習支援環境”，人工知能学会誌 Vol.20 No.5, pp.533-540 (2005)
- 3) 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, 第 32 巻第 4 号 pp. 386-396(2003.8)
- 4) 曾我 真人、松田 憲幸、瀧 寛和：“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”，人工知能学会論文誌, Vol. 23, No. 3, pp. 96-104 (2008.3)
- 5) 曾我真人、前野浩孝、古賀俊廣、和田隆人、松田憲幸、高木佐恵子、瀧寛和、吉本富士市：“学習者の腕動作のアニメーション機能を持つデッサン腕動作リアルタイム診断助言システムの構築”，教育システム情報学会誌, Vol.24, No.4, pp.311-322 (2007.10)
- 6) Masato Soga , Shota Kuriyama, Hirokazu Taki, “Sketch Learning Environment with Diagnosis and Drawing Guidance from Rough Form to Detailed Contour Form” , Transactions On Edutainment Vol.2, No.2, (in press) (2009.12)
- 7) 曾我真人、栗山翔太、床井浩平、松田憲幸、瀧寛和：“スケッチ学習における概略形状から詳細形状への描画誘導と診断助言機能の構築と学習支援効果の検証”，第 23 回人工知能学会全国大会, 1K1-OS8-11(2009)