

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究（B）
研究期間：2007～2008
課題番号：19700243
研究課題名（和文） 平面構成を課題としたデザイン学習支援システムの開発と実験的評価
研究課題名（英文） Development and Evaluation of Design Learning Support System for Graphic Composition
研究代表者
森田 純哉（MORITA JUNYA）
北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・助教
研究者番号：40397443

研究成果の概要：本研究は、平面構成を課題としたデザイン学習支援システムの構築を目指す実証的研究を実施した。実験において被験者は、手本事例を参考に、オリジナルのグラフィックを制作した。被験者によるグラフィックは、手本事例との類似により評価された。類推のモデルを用いることで、複数の類似度を算出し、それぞれの類似度が被験者の観点に対応するとみなした。分析の結果、事例に基づく平面構成において、採用されうる観点の基礎的な知見が明らかになった。その知見を援用し、類似度のフィードバックによって、事例に基づく平面構成を支援するシステムを構築した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,800,000	240,000	2,040,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：類推、デザイン学習支援システム、平面構成

1. 研究開始当初の背景

平面構成とは、単純なオブジェクト（幾何図形など）の配置により、美しいグラフィックの構成を目指す課題である。この課題に関与する能力、構成力は、美術やデザインにおける専門性の基盤をなすものとされる。たとえば、ポスターの図案を考えること、食器や絨毯の模様を描くことは、構成力を基礎としたものとされる。

本研究では、構成力を育成する方法として、

事例に基づく学習に注目した。美術・デザイン分野の教育では、言語的な教示に比べ、視覚的な事例の提示が効果的とされる。美術教育の現場では、名画の模写がしばしば行われ、デザイン領域においても、優れた作品の鑑賞により、構成力が育成されることが指摘される。

美術やデザインの教育において、事例に基づく学習が重視される理由は、視覚的情報の言語的な表現が困難なことにある。視覚的対象に含まれる情報量は膨大なものである。そ

れを、言語的に学習者へ伝達することは、通常困難である。事例の提示は、そのような言語的情報の伝達に関わる困難さを回避する有効な手段といえる。

その一方で、事例の提示にも問題はある。それは、事例に対する学習者の観点の問題である。事例を提示された学習者は、視覚的な事例から、主体的に注目する特徴を抜き出す必要がある。しかし、多くの初心者にとって、そのような膨大な情報から適切な観点を定めることが困難と考えられる。そのため、この分野における事例に基づく学習には、特徴を選択するための観点・制約が必要になる。

事例に基づく学習における観点の問題を、本研究では、認知科学における類推に関する研究に基づいて検討する。類推とは、既知の事例（ベース）を直面する状況（ターゲット）へ対応付ける推論である。これまでの類推研究では、類推の制約として、以下2つの類似性が、区別されてきた (Forbus et al., 1995)。

- ・ 表層的類似性：ベースとターゲットで、オブジェクトの属性がどの程度類似しているか。
- ・ 構造的類似性：ベースとターゲットで、オブジェクト間の関係がどの程度類似しているか。

これら2つの類似性の区別は、平面構成を対象課題とした場合であっても成り立ちうる。そして、これらの類似性を用いることで、事例に基づく制作における観点の特徴を明らかにし、学習者の観点の誘導が成し遂げられるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究の最終的な目標は、平面構成における事例利用の特徴を明らかにし、その支援の方法を提案することである。この目標を達成するために、以下3つの副目標を立てた。

(1) 副目標 1. 「平面構成に適用しうる類推のモデルの開発」

類推に関する従来の計算機モデルをベースに、本課題領域に適用しうるモデルを構築する。従来から、類推のモデルは数多く提案されてきた (Falkenhainer et al., 1989; Forbus et al., 1995)。しかし、これまでのモデルは、ベースとターゲットで、可能な対応を網羅的に探索するものであった。そのため、従来のモデルを、本研究が扱うような、膨大な情報が関与する領域に、直接適用することはできない。よって、本研究では、視覚的な対象を効率的に記述する言語の確立、アルゴリズムの見直しを目指した。

(2) 副目標 2. 「平面構成の学習支援プロトタイプシステムの開発」

副目標1において構築されたモデルを利用し、学習支援プロトタイプシステムを開発する。開発するシステムにおいて、学習者は提示される事例を参考に、新たな平面の構成を制作する。課題終了後、学習者は、自身の作品と事例との表層的類似度、構造的類似度を受け取る。この類似度をフィードバックとして、学習者は、構成力に関する抽象的な原理を学習する。

(3) 副目標 3. 「平面構成における事例利用に関する実証研究」

副目標2において構築されたプロトタイプシステムを利用し、2つの実験を実施する。1つ目の実験は、平面構成において、学習者が事例のどのような点に注目するのか検討する。2つ目の実験は、学習者へ類似度をフィードバックし、学習者の観点がシフトするのかを検討する。この2つの実験によって、平面構成における事例利用のメカニズムが明らかになり、かつ構成力の学習支援方法が提案できる。

3. 研究の方法

(1) 平面構成に適用しうる類推のモデルの構築

既存の類推のモデル (Forbus, et al., 1995) をベースに、表層的類似度と構造的類似度を算出する手法を構築した。以下、各類似度の算出方法を示す。

表層的類似度の算出：表層的類似度は、特徴ベクトルの内積として算出した。特徴量としては、グラフィックに含まれるオブジェクトのサイズ・濃度・位置・形状特徴などを想定した。

構造的類似度の算出：構造的類似度は、述語構造の一貫した写像を計算することで数値化するものである。本研究では、代表的な写像エンジンである SME (Structure-Mapping Engine; Falkenhainer et al., 1989) をベースに、効率的な写像アルゴリズムを検討した。本研究において実装した写像のアルゴリズムは、探索的なものであり、SME の計算時間を短縮するものであった。

(2) 平面構成の学習支援プロトタイプシステムを開発

類推のモデルを組み入れた学習支援システムを開発した。システムは、(1) デザイン環境、(2) 類似度の算出と表示機能に関わる環境から構成された。

① デザイン環境

デザイン環境のユーザインタフェースを図1に示す。ユーザは、画面下部に配置されるメニューの操作により画面左にグラフィックを描く。グラフィックは、複数の図形オブジェクトを組み合わせて構成される。図形オブジェクトは、サイズ・濃度・形状・位置などの属性を持つ。

画面右側に配置されるグラフィックは、ユーザへ提示する手本事例である。手本事例の制作は、陶芸を専門とする芸術家に依頼した。

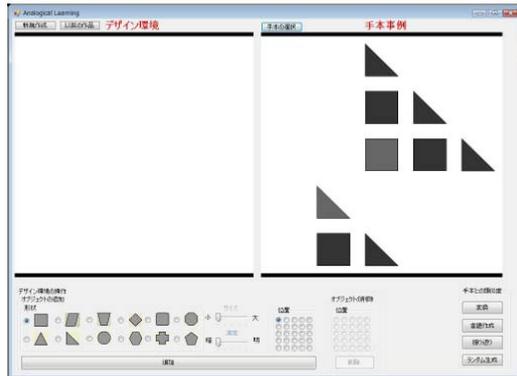


図1. デザイン環境のユーザインタフェース

② 類似度の算出と表示機能

提示事例（ベース）とユーザによって制作されたグラフィック（ターゲット）を、記号表現へ変換した。グラフィック上のオブジェクトについて、属性（形状、サイズ、濃度、位置）・関係（位置関係、距離関係、濃度関係、大小関係）を述語とした命題を構成した。

そして、それら2つの記号表現から表層的類似度・構造的類似度を算出した。ユーザは、制作のフィードバックとして、類似度を受け取った。類似度を表示するインタフェースを図2に示す。類似度は、積み上げ棒グラフにより提示された。属性に関わる類似度、関係に関わる類似度はそれぞれ異なるグラフとして表され、それぞれ「形状、サイズ、濃度、位置」、「位置関係、距離関係、濃度関係、大小関係」などの領域に分割された。

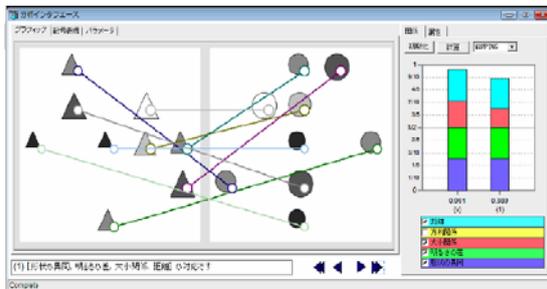


図2. 類似度表示インタフェース

なお、このインタフェースはユーザによる主体的なパラメータ調整が可能なものであった。パラメータには、計算に含める要素、属性と関係、そして表層的類似と構造的類似の区別などが含まれた。ユーザは、これらのパラメータを主体的に調整し、類似度のフィードバックを受け取った。

(3) 平面構成における事例利用に関する実証研究

① 実験1

目的：類似度の計算により、平面構成における学習者の観点を検討することができるのかを検討した。

方法：被験者として、美術・デザインに関する高等教育を受けた経験のない大学生・大学院生19名を採用した。被験者は、デザイン環境を介して、事例を提示された。そして、「提示された事例を参考に、創造的で美しいグラフィックをデザインするように」求められた。この課題の制限時間は30分間であり、被験者1人あたり2回の制作（課題1、課題2と呼ぶ）を繰り返した。

② 実験2

目的：類似度のフィードバックが学習者の観点へ及ぼす影響を検討した。

方法：被験者は大学院生10名であった。実験1と同様、被験者は事例に基づく制作を2回繰り返した。ただし、1回目の制作が終了した後に、被験者は、課題1における自身の作品と提示された事例との類似度を、類似度表示インタフェースを介して受け取った。なお、被験者は、類似度のパラメータを主体的に操作し、類似度の計算を繰り返すことができた。なお、被験者は、実験の終わりに、自身が制作した作品に対する自己評価を行った。

4. 研究成果

2つの実験のそれぞれにおいて得られた結果をまとめる。

(1) 実験1の成果

課題1、課題2ともに、被験者が制作したグラフィックと手本事例との表層的類似、構造的類似は、チャンスレベルを上回った。課題1と課題2の差異は、類似度間の相関関係に見出された。課題1において、2つの類似度は高い相関を示したが、課題2では類似度間の相関が認められなかった。この結果は、課題の繰り返しにより、多様な制作が行われるようになったことを示す。

(2) 実験 2 の成果

実験 1 と同様、課題間で類似度の平均値に変化は見られなかった。しかし、被験者による自己評定は、課題 1 に比べ、課題 2 において高いものとなった。さらに、自己評定の向上は、被験者が観察したフィードバックの種類により影響されることが確かめられた。構造的類似度を多く観察した被験者は、自己評定を高く評定した。この結果は、事例に基づく平面構成において、有効に働く類似度のフィードバックを示すものである。

(3) 国内外における位置づけと今後の展望

本研究は、グラフィックの生成における類推を実験的に扱い、類推のモデルを応用する支援システムの可能性を示したという点で新規性の高い研究と考える。今後、類推のモデルによるフィードバックの手法を改良し、システムの効果を大規模な実験によって実証していく予定である。

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)

[学会発表] (計 8 件)

1. 森田純哉・永井由佳里 事例に基づくデザインにおける学習支援システムの開発と評価 第 55 回 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会 (SIG-ALST), 2009 年 3 月 8 日, 岐阜.

2. 森田純哉・永井由佳里 手本との類似を利用した観点の発見支援 日本認知科学会第 25 回大会, 2008 年 9 月 5 日, 京都.

3. Morita, J. Computational Analysis on Graphic Generation: Effects of surface and structure similarity The 30th Annual Conference of Cognitive Science Society, 2008 年 7 月 25 日, ワシントン DC/USA.

4. 森田純哉・永井由佳里. 構造的類似の視覚化と操作を通じた自己理解の促進第 22 回人工知能学会全国大会, 2008 年 6 月 12 日, 北海道

5. 森田純哉・永井由佳里. 手本との類似に基づく観点の発見 第 5 回知識創造支援システムシンポジウム. 2008 年 2 月 21 日. 石川

6. Morita, J., Nagai, Y., and Taura, T. Learning support for composition ability: Surface and structural similarity. The Second International Conference on

Knowledge, Information and Creativity Support Systems. 2007 年 11 月 5 日. 石川

7. 森田純哉・永井由佳里・田浦俊春. 認知モデルを利用したデータ解析: グラフィックデザインにおける類推. 日本認知科学会第 24 回大会. 2007 年 9 月 5 日. 東京

8. Morita, J., Nagai, Y., & Taura, T. Supporting Perspective Changes in Graphic Composition 16th International Conference of Engineering Design. 2007 年 8 月 28 日. フランス/パリ

[その他]

ホームページアドレス

<http://www.jaist.ac.jp/~j-morita/wiki/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森田 純哉 (MORITA JUNYA)

北陸先端科学技術大学院大学・知識科学研究科・助教

研究者番号: 40397443

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者