

## 隠れた意図の明示化を支援するインタラクティブシステム

鈴木 孝弘<sup>†</sup> 高田 眞吾<sup>†</sup> 中小路 久美代<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

<sup>‡</sup> (株) SRA ソフトウェア工学研究所

**概要：** デザインプロセスにおいては、漠然とした要求（デザインの意図）から始まって、解の構築と共に漸時的に問題が規定されてゆく。本論では、この過程、特に、部分的に構築した解から問題を規定するプロセスの知識ベースを用いた支援について考察する。IAM-eMMa システムは、デザイナーが一時的に選択したデザインの解から、アブダクションという手法を用いてデザイナーの隠れた意図を推論し、これを「きっかけ」として、ユーザに reflection を促す。ユーザは、IAM-eMMa システムとインタラクティブにやりとりしながら徐々に問題を規定してゆく。

## An Interactive System to Uncover Design Intention using Abductive Inference

Takahiro Suzuki<sup>†</sup> Shingo Takada<sup>†</sup> Kumiyo Nakakoji<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

<sup>‡</sup> Software Engineering Laboratory, Software Research Associates, Inc.

**Abstract :** Starting with a vague understanding of a problem, design proceeds as a solution and an understanding of the problem coevolve. This paper presents our knowledge-based approach to support the process of uncovering the design intention (i.e., problem). The IAM-eMMa system helps designers reflect on a partially constructed design solution by inferring the designers' unstated intention based on the application of abductive inference on the partially constructed solution. This presentation of possible design intention motivates designers to refine their design specification. By iterating this process, designers and IAM-eMMa collaboratively evolve design artifacts.

### 1 はじめに

文章を書く、コンテンツを作成する、ソフトウェアをデザインする、といった ill-defined なデザイン活動では、何が「問題/要求」であるのかをあらかじめ規定することは不可能である [2, 8, 9]。例えば、ホームページのデザインでは、「さわやかな感じのものを作りたい」という要求が始めにあっても、具体的な制約は実際に作成して見るまでわからない。「さわやか」という要求を、例えば「水色」という条件にマッピングし、水色の背景をもった画像を利用しようと検索した結果、「空の写真」を見つけ、そこから「グライダー」を連想し、結果

的に「スポーティ」なホームページになったりする。

このように、部分的に認識された問題（「さわやかな」という要求）を、途中部分解（「空の写真」）にマッピングし、それを reflect することによって、解が修正されたり問題の規定自体が修正されたりする。こういったプロセスを繰り返しながら、デザインは進む（図 1）。この過程は、reflection-in-action というモデルで表される [1]。

本論では、マルチメディアコンテンツ作成における画像選択というデザイン活動を支援する IAM-eMMa (Interactive Abduction Mechanism on an Environment for MultiMedia De-

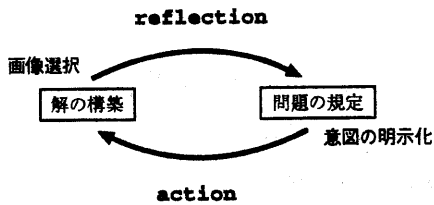


図 1: デザイン活動のサイクル

sign) システムについて述べる。IAM-eMMa システムは、マルチメディアコンテンツ作成においてユーザが構築したノウハウ(要求と条件の依存関係を表すルールベース)を基に、実際にユーザが選んだそのコンテンツ作成のために選択した画像をデザインの部分解とみなし、そこからその背景となっているであろう「条件」を「デザイン問題」としてアブダクションという手法を用いて推論する。この提示された推論結果を基に、ユーザはそれまで考慮していなかった新たな視点や、システムへの賛同、あるいはその推論結果を却下することによる条件の絞り込み、などのプロセスを経て、徐々にマルチメディアコンテンツ作成(特に画像選択の部分)の問題の理解を深めていくことができる。この過程を、本論では「デザイナーの意図の明示化」と呼ぶ。

IAM-eMMa システムでは特に、他者の構築したルールベースを用いることにより、より幅広い「関連情報」の提示を行なう [13]。このように、IAM-eMMa システムは、デザインの問題の規定、解の構築、またその途中で新たに認識される知識(ノウハウ)のシステムへの追加、といった一連のデザイン作業を統合的に支援する。

以下、2 節では研究の背景について述べ、デザイナーの隠れた意図を推論するために用いるアブダクションについて説明する。続く 3 節では、IAM-eMMa システムについて述べ、4 節でまとめる。

## 2 研究の背景

計算機を用いてデザインプロセスを支援する

枠組として、Human-Computer Cooperative Problem Solving (HCCPS) というアプローチ [11] がある。HCCPS システムは、知識ベースを用いてユーザとインタラクティブにドメイン知識を提供しながら、ユーザであるデザイナーを支援する。ユーザが問題を記述し、部分解を構築すると、システムがそれを批評したり関連する情報を提示したりする。

しかし、従来の HCCPS のアプローチでは、システムは、部分解の構築は支援するものの、問題の規定の修正、例えば要求の見直しや新たな視点の提供などの支援は行っていない。本論では、アブダクションという「説明」推論の手法を用いて、この問題を漸次的に明示化する過程を支援する。

従来の解の構築の支援は、システムが有するドメイン知識を用いて、ユーザが記述する問題に基づいてシステムが解を推論することによって支援してきた。一方、問題の規定の支援を行なうためには、ユーザ自身が気づいていない問題を、システムが「類推」する必要がある。しかし実際には、ユーザが気づいていない問題を、システムどころか人間でさえ代わりに正しく推論することは不可能である。そこで我々は、システムが関連情報を提示することによって、ユーザに reflection の「きっかけ」を与え、問題の修正の機会を増やすことにより支援をおこなう。

システム(または人間)による思いがけない情報の提示/配達によってユーザの reflection が起こることは、これまでの研究で報告されている [6, 5, 4]。より効果的な reflection の支援として、システムが配達する情報は、“right thing at the right time in the right way” でなければならない [5]。本論では、より「現在のユーザのタスクに関連する情報」を提示するために、アブダクションという推論手法に着目した。

本研究で画像選択の理由を説明する仮説集合の導出に用いるアブダクションという推論の中心となる考えは次の通りである [3]。

データの集まりが、そのデータを十分説明するような仮説に対する証拠

を提供する。

この考えに基づいて、Josephsonは、アブダクションという推論を用いることにより、ある事柄を最もよく説明するであろう事柄を得ると述べている [3].

観察された事実  $C$  に対して、 $A$  が真であれば  $C$  であるという前提知識があるとき、 $A$  を  $C$  を説明する仮説と考える [12].

$$\frac{C \quad A \rightarrow C}{A}$$

事実  $C$  から仮説  $A$  を導く推論をアブダクションと呼ぶが、さらに本論では、導き出された仮説集合から合理的なものを選択する仮説選択を含めてアブダクションと呼ぶことにする。

### 3 IAM-eMMa システム

本節では、マルチメディアコンテンツ作成における画像選択を統合的に支援する IAM-eMMa システムについて、まずその概要を述べたあとシナリオを用いてシステムとユーザのインタラクションを説明する。その後、システムが想定するデザインプロセスのものである及び基礎となっているアブダクション手法について述べる。

#### 3.1 システムの概要

IAM-eMMa (Interactive Abduction Mechanism on an Environment for MultiMedia Authoring) システムは、アブダクションを利用した仮説提示機構を eMMa システム [7] に付け加えたものである。eMMa システムは、Smalltalk(VisualWorks 2.5) 上で動くマルチメディアオーサリング支援環境であり、色や画像の利用に関するノウハウを、ルールとしてルールベースに有している。

IAM-eMMa システムは、以下のツールによって構成されている。

**eMMa-Specification** 求める画像に対するデザイナーの要求を記述するためのツール。

**eMMa-Deductor** 記述された要求から演繹を行い、その結果を表示するためのツ

ル。用いたルールとその結果導かれた画像属性を表示する。

**eMMa-Abductor** アブダクションによって得られた仮説を提示するためのツール。仮説とそれが説明する画像属性が一覧となつて表示される。注目する画像属性を選択したり利用する他人のルールベースを選択することで、様々な視点から仮説集合を提示する。

**Image Browser** 検索された画像一覧を見せるためのツール。元の大きさで画像を表示したり、画像の属性を見ることもできる。画像は左から右へ上から下へ順序付けられる。

eMMa システムのルールベースは、次のように表現されたルールによって構成される。

$$\bigwedge_i A_i(x_{im}) \rightarrow \bigwedge_j Z_j(z_{jn})$$

ここで、 $A_i(x_{im})$  はアスペクト  $i$  のある値を、 $Z_j(z_{jn})$  は画像属性  $j$  のある値をそれぞれ表す。アスペクトとは画像に対してデザイナーが要求する条件をいくつかの項目に分類したものであり、画像属性とはコンピュータによって機械的に計算できる画像の性質である。取り得る値は、それぞれのアスペクトと画像属性によって決まっている。

現在、アスペクトとして *Age, Atmosphere, Audience, Media, Objects, Purpose, Style, Topic* があり、画像の属性として *ThemeColor, Brightness* がある。例えば、アスペクト *Atmosphere* の値として取り得る値には *cheerful, sad, warm, cold* がある。

$$\text{Atmosphere(warm)} \rightarrow \text{ThemeColor(red)}$$

というルールは、「暖かい雰囲気を出したければテーマカラーを赤にすべきである」ということを意味する。また、複数のデザイナーがこのシステムを用いることが可能である。このときルールベースは各デザイナーごとに作られるが、様々な状況でお互いのルールを利用しあうことを許している。

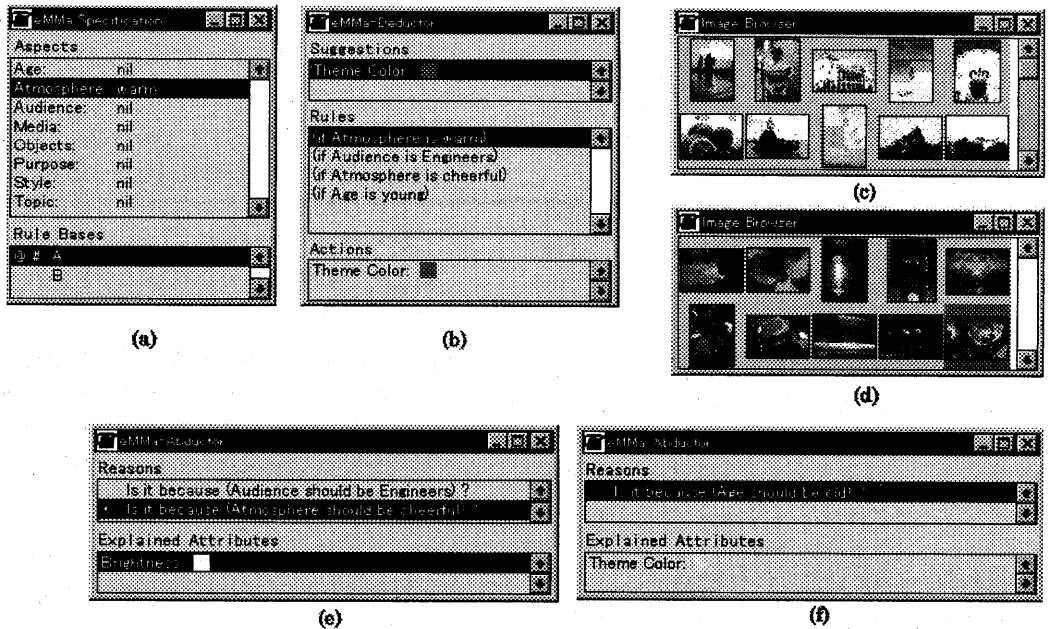


図 2: IAM-eMMa システム

### 3.2 シナリオ

本節では、あるホームページに画像を載せたいと考えているデザイナー A が、どのようにこのシステムを利用できるかを、シナリオを通して述べる。

前提として、表 1 のルールベース A, B が利用可能であるとする。それぞれ、デザイナー A とデザイナー B によって作成されたものである。

まず、デザイナー A は、「暖かい雰囲気」をこのホームページに対してもってもらおうと、要求として *Atmosphere(warm)* を eMMa-Specification に明示化する (図 2 (a))。

次に eMMa-Deductor (図 2 (b)) を開くと、図 2(a) で記述した要求に基づいてどのような属性を配慮すべきかを、システムが演繹した結果 (*ThemeColor(red)* 「テーマカラーは赤色にすべき」) が Suggestions に表示され、またそれに用いられたルールが表示されている。ここでは、現在利用しているルールベースは A であり (これは図 2 (a) のリスト Rule Bases

に示されている)、リスト Rules にルールベース A にあるルールの一覧が表示されている。*(ThemeColor(red))* の提案は、ルール  $A_1$  から導き出されたものである。

そこでデザイナー A は、「テーマカラーが赤」という画像情報をキーとして画像を検索する。その結果、図 2 (c) のように、赤を多く用いている順序で画像が並べられて表示される。デザイナー A は、このホームページには花の絵がピッタリだと思い、花の絵を選択することによって部分解をつくる。

すると、システムは、この花の画像を選択したということは、「対象がエンジニア」で、「楽しそうな雰囲気」を出したいという要求があるためか? と尋ねる (図 2 (e))。この推論は、システムが、選択された花の画像から *ThemeColor(yellow)*, *Brightness(bright)* という 3 つの画像属性を抽出し、アブダクションによって、これらの画像属性を説明するための仮説として、*Audience(Engineers)* (ルール  $A_2$  およびルール  $A_3$  より) と *Atmosphere(cheerful)* (ルー

ル  $A_4$  より) を推論したためである。記号 “×” が「楽しそうな雰囲気」についているのは、すでに「暖かい雰囲気」という要求を明示化して (図 2 (a)), 同じアスペクトの要求が矛盾するかもしれないためである。

これらの仮説を見て、デザイナー A は技術者 (Engineers) に見せるためのホームページではなく、また、雰囲気も楽しい (cheerful) というよりは暖かいままでよいと考え、システムの推論は無視することにする。が、デザイナー A は、この画像を選択した理由を違う視点で見てみようと思い、利用するルールベースにルールベース B を加えた。この結果、システムは、「対象年齢はお年より」という要求があるためか? と尋ねる (図 2 (f))。これを見てデザイナー A は、対象年齢層という側面があることに気づく。そこで改めて考えてみると、ホームページを見てくれる人の年齢層として、若者を対象にしようとしていることに気づき、新たに *Age(young)* を要求として eMMA-Specification に書き加えた。

デザイナー A は、要求として *Atmosphere(warm)* と *Age(young)* を eMMA-Specification に記述した状態で、再び画像を検索する。すると、システムは、前回とは異なる順序で画像を表示する (図 2 (d))。これは、ルール  $A_1$  とルール  $A_5$  より画像情報 *ThemeColor(red)*, *Brightness(bright)* が導き出され、システムの画像検索キーとして用いられているためである。ここで、デザイナー A は対象とする年齢層を若者として意識しているので、今回は夕日の画像を選択することにした。

表 1: デザイナー A とデザイナー B のルールベース

ルールベース A	
$A_1$ :	<i>Atmosphere(warm)</i> → <i>ThemeColor(red)</i>
$A_2$ :	<i>Audience(Engineers)</i> → <i>ThemeColor(yellow)</i>
$A_3$ :	<i>Audience(Engineers)</i> → <i>ThemeColor(brightness)</i>
$A_4$ :	<i>Atmosphere(cheerful)</i> → <i>Brightness(bright)</i>
$A_5$ :	<i>Age(young)</i> → <i>Brightness(dark)</i>
ルールベース B	
$B_1$ :	<i>Age(old)</i> → <i>ThemeColor(yellow)</i>

### 3.3 デザインプロセス

シナリオに示すように、デザイナーは、システムとのやりとりの繰り返しの中で意図が要求として明示化され、より意図したものに近い適切な画像を獲得することができる。図 3 に、このプロセスをモデル化し、IAM-eMMA システムにおける、デザイナーの意図、要求、画像属性、画像の間の関係を示す。

デザイナーの意図は要求として明示化され記述される。ここで要求はアスペクトの値の集合として表現される。この要求をもとにルールベース内のルールから演繹を用いて画像属性を導く。eMMA システムの画像処理機能を用いて、画像属性による画像の順序付けと画像からの画像属性抽出が機械的に行われる。選択された画像の画像属性をもとに、ルールベース内のルールからアブダクションを用いて画像選択の理由を説明する仮説を導き出す。この仮説の提示を「きっかけ」とすることで、意図が明示化される。

### 3.4 IAM-eMMA のアブダクション

これまでのアブダクションを利用したシステムでは、最良の仮説集合の獲得を目的としているものが多い [3]。しかし、本研究では仮説を意図の明示化の「きっかけ」として利用するため、説明が最良である必要はなく、幅広い仮説を提示できるかが問題となる。また、デザイン知識 (ルール) と仕様からアブダクションを用いてデザイン解を求めているシステム例 [10] もあるが、デザインは ill-structured なので、通常仕様が決まっていないことが多い。IAM-eMMA システムでは、仕様に対する仮説を、アブダクションを利用して提示する。

さらに、IAM-eMMA システムにおけるアブダクションの過程において、下記の点に留意している。

- より多くの画像属性を説明している仮説を上位に提示する。
- 現在の要求との矛盾の有無を示す。
- 利用するルールベースを変更することで、他人の視点を導入する。

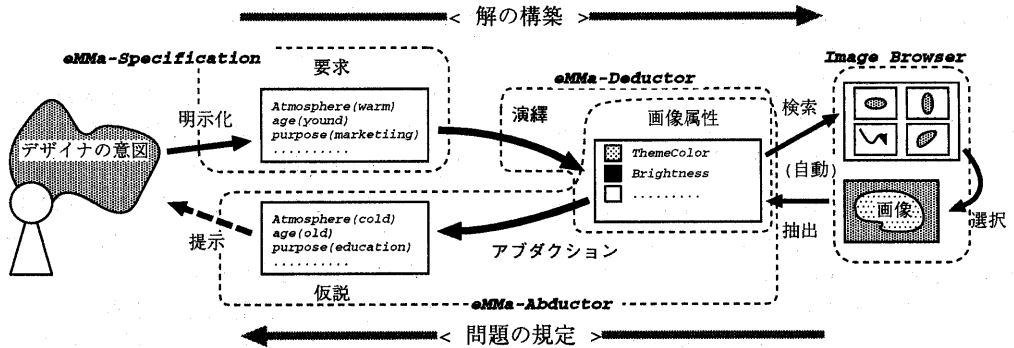


図 3: デザインプロセス

#### 4 おわりに

本研究では、マルチメディアコンテンツ作成における画像選択を統合的に支援する IAM-eMMA システムについて述べた。このシステムでは、一時的に選択したデザインの解からアブダクションという手法を用いてデザイナーの隠れた意図を推論し、これを「きっかけ」としてデザイナーに reflection を促すメカニズムに注目している。

今後は、実際のデザインタスクで IAM-eMMA システムを用いることで、その効果・問題点を明らかにしていく予定である。

#### 参考文献

- [1] D.A. Schön. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books, New York, 1983.
- [2] G. Fischer and K. Nakakoji. *Empowering Designers with Integrated Design Environments*, pages 191-209. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford, England, 1991.
- [3] J.R. Josephson and S.G. Josephson. *Abductive Inference*. Cambridge University Press, 1994.
- [4] N. Miyake. Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, 10:151-177, 1986.
- [5] K. Nakakoji. Beyond "back-talk:" uncovering design intention through critiquing. In *Proceedings of the Strategic Knowledge Workshop*, pages 99-110, Loughborough, UK, November 1997.
- [6] K. Nakakoji and G. Fischer. Intertwining knowledge delivery and elicitation: A process model for human-computer collaboration in design. *Knowledge-Based Systems Journal*, 8(2-3):94-104, April-June 1995.
- [7] K. Nakakoji, B.N. Reeves, and A. Aoki. eMMA: An Environment for Designing "Good" Multimedia Presentations. In *Proceedings of the First Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction*, pages 397-409, Singapore, June 1996.
- [8] H.W.J. Rittel and M.M. Webber. *Planning Problems are Wicked Problems*, pages 135-144. John Wiley & Sons, New York, 1984.
- [9] H.A. Simon. *The Sciences of the Artificial*. The MIT Press, Cambridge, MA, 1981.
- [10] H. Takeda. *Abduction for design*, pages 221-244. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1994. IFIP Transactions B-18.
- [11] L. G. Terveen. An Overview of Human-Computer Collaboration. *Knowledge-Based Systems Journal*, 8(2-3):67-81, April-June 1995.
- [12] 井上克巳. アブダクションの原理. 人工知能学会誌, 7(1):48-59, 1992.
- [13] 鈴木孝弘, 高田眞吾, 中小路久美代, インタラクティブシステムにおける知識の漸次的形式化の支援. 電子情報通信学会技術研究報告 SS96-28, November, 1996.