

## Collective Creation 支援の枠組み

中小路久美代

kumiyo@is.aist-nara.ac.jp

http://ccc.aist-nara.ac.jp/

科学技術振興事業団 さきがけ研究21「情報と知」領域  
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科  
株式会社SRA ソフトウェア工学研究所

**概要** 本論では、Collective Creation - 他者が生成/外化した「表現」を利用することによる個人の知的創造活動 - を、インタラクティブソフトウェアを用いて支援するための枠組みについて論じる。Collective Creation 支援システムをいくつか紹介しながら、それらのインタラクティブシステムを総括的に表現するモデルを提案し、個々のアプリケーションソフトウェアにとどまらない汎用的な枠組みを目指す。

## A Framework for Supporting Collective Creation

Kumiyo Nakakoji

PRESTO, JST

Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology  
Software Engineering Lab., SRA Inc.

**Abstract** This paper presents a framework for supporting collective creation with interactive systems. Collective creation is a term coined to represent individual intellectual creative activities empowered with external representations produced by others in the community. Several interactive systems are used to illustrate dimensions of the framework. The goal of this development of the framework to provide domain-independent architectural model for domain-specific interactive software, which supports collective creation.

### 1. Collective Creation

多くの知的創造作業がコンピュータシステムを用いておこなわれるようになりつつある。例えば、ドキュメント構築や設計、スケジュール管理、マルチメディアオーサリング、ビデオデータの理解、などといった作業である。ユーザは、これらの作業を支援するシステムとインタラクションをおこないながら、情報の収集、フィルタリング、可視化、他者とのコミュニケーション、思考の外在化、などといった行為を試行錯誤的に繰り返す。これらの行為を総称して広義のデザイン活動と呼ぶこともある [Fischer, Nakakoji 1995].

本論では、こういった知的創造活動を「Collective Creation: 他者が生成/外化した「表現」を利用することによる個人の知的創造活動」として捉え、それを支援するためのインタラクティブシステム構築のための枠組みについて論じる。創造活動のプロセスそのものを人間がより楽しく、より有意義に感じることができるような支援、として位置付ける。

Collective Creation を支援するためのインタラクティブシステムは、提供する機能や取り扱うデータの種類といった定量的指標のみで評価することはできない。より「質の高い」インタラクティブシステムを構築するためには、システムのユーザがどのように思考し作業するのかを考慮する必要があり、また、ユーザである個々の人間の思考や振る舞い

に対して、システムがどのような状況でどのように協調するのか、どのような状況でどのように制御するのか、といった人間とシステムとの間に適切な形態で「インタラクション」が存在しなければならない。

しかしこのようなインタラクションのデザインをおこなうにあたっての支援の枠組みは系統だった形では存在していない。既存のインタラクティブシステムの多くは、開発者が自らのデザインセンスに基づいてアドホックにソフトウェアを構築したものとなっている。現状では、どのような思考タイプのユーザがどのようなタスクをおこなう際には、情報の表現は記号的なものとなるべきなのか、あるいは動画や画像を用いた非記号的なものとなるべきなのか、といったデザイン知識が広く共有されるものとなっていない。そのような現状から、ユーザの思考やおこなう作業に必ずしも則していないような「不適切」なインタラクションを提供するシステムが構築されることが多い。

我々は、一部のデザイナーや開発者のセンス、知識、直観に頼らざるを得ない状況にある、「知的創造活動を支援するシステムのインタラクションのデザイン、設計」という分野を工学的に捉えることを目標として研究をおこなっている。そのために、具体的に Collective Creation を支援するようなプロトタイプシステムの構築を数々行なった。その結果、これらのプロトタイプシステム構築を通して、ユーザとインタラクションすることによる知的創造活動の支援を考える上で、問題領域によらない、横断的なインタラクションの枠組みが存在することがわかってきた。本論ではそのような、Collective Creation を支援するインタラクティブシステムを考える上での汎用的な枠組みについて述べる。

以下、まず2章でCollective Creation を支援するための汎用的な枠組みの必要性について論じる。続いて汎用的な枠組みを構成するための三つの軸についてそれぞれ説明する。

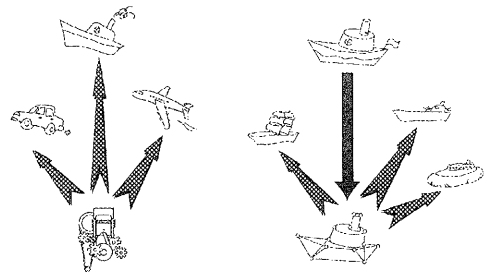


図1:要素技術研究(左)とアプリケーション研究(右)

## 2. 汎用的枠組みの構築へ向けて

知的創造活動を支援するためのインタラクティブシステムは、その問題領域(ドメイン)に特化したものとなっている必要がある [Fischer et al. 1992]. ユーザがコンピュータとではなく、その問題や解の表現そのものとインタラクションする [Norman 1998] ためには、システムがそのドメイン固有の表現形態やインタラクションの手法を提供する必要があるためである [Fischer, 1990].

ところが、一般にそのようなアプリケーションに特化したシステム構築の研究は、そのシステムを構築することそのものがゴールとなり、そこから広く一般に応用可能な知見が得られることはあまり多くない。

一般に、データ圧縮技術やバージョン管理技術など、要素技術が確立すると、それを様々なアプリケーションに応用することが可能である。ところが、インタラクティブ性の研究は、概してドメインに特化したアプリケーションを一つ構築しそれに留まってしまうことが少なくない(図1)。

インタラクティブシステムの研究が広く知見としてコミュニティにおいて有効となるためには、そのアプリケーションに特化したシステムにおける汎用的なモデルや枠組みを作り出す必要がある。そして、それを他のドメインへの適応性まで考慮してはじめてインタラクティブシステムの研究が確立する。

このような汎用的な枠組みとして、我々は、以下に述べるような様々な視点から Collective Creation

を支援するインタラクティブシステムのための枠組みについて考察をおこなった。

- 他者: Collective Creation においてユーザが他者をどのように認識しているのか
- 機能: 支援をおこなうインタラクティブシステムに対してユーザがどのような機能を期待しているのか
- 評価: そのようなインタラクティブシステムを評価するにあたっての視点をどこにむけるべきか

続く 3,4,5 章でそれぞれの項目について詳述する。

### 3. 他者の認識

人間は、ほとんどの知的創造活動において、Collective Creation を実践している。Collective Creation とは、他者が生成/外化した「表現」を利用することによる個人の知的創造活動と定義するが、この場合の「他者」に自分自身を含めると、外的表現を用いた様々な創造活動はすべて Collective Creation であるとみなすことができる。Collective Creation の支援とは、Knowledge-in-the-Head と Knowledge-in-the-World の融合 [Norman 1993] を支援することであると言い換えることもできる。

インタラクティブシステムを用いて Collective Creation を支援するとき、他者をどれだけ意識するかによって、以下の二つの側面に分類することができる(図2)。

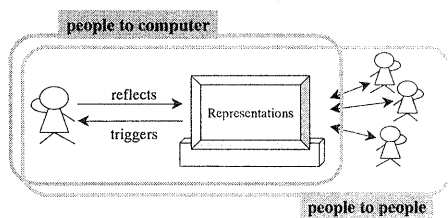


図2: インタクションにおける他者の認識による分類

(1) 人とマシンとの Collective Creation: 思考外在化支援インタラクティブシステム。

(2) 人と人との Collective Creation: 共有知識を用いた創造性支援のためのインタラクティブシステム

これらの分類は絶対的なものではなく緩やかなスペクトラムを描く傾向としてとらえるべきものである。あらゆるソフトウェアシステムが人間同士のコミュニケーションのメディアである [Winograd, Flores 1986] とみなせば、すべてのインタラクティブシステムは(2) のカテゴリに入る。また一方で、ユーザはあらゆるシステムに対して(そのシステム上でどれだけの人とコミュニケーションするかに関わらず)ほぼ一対一でシステムと向き合うことを考えるとすべてのシステムは(1) に分類することもできる。

以下に、我々が構築したプロトタイプシステムを用いながら具体的にそれぞれの側面について論じる。

#### 3.1. 人とマシンとの Collective Creation

ユーザが自らの思考の過程や結果を、システムによって阻害されることなくより自然に表現できるシステムとして、ART (Amplifying Representational Talkback) システムを構築してきた [Yamamoto et al. 2000]。ART は、「書いてまとめる」というドメインを例にとり、二次元における空間配置を介して、non-verbal, non-symbolic な strategic knowledge を表現することを可能にしたシステムである。

ART システムのフレームワークを、実験用ビデオ映像の分析編集や、音楽の構成、といったドメインに応用することにより、思考の外化を支援するための汎用的なアーキテクチャを構築した。詳細は [Nakakoji et al. 2000] に譲るが、このアーキテクチャの要旨を述べると、

- 要素自体を構築する場
- 要素間の関係を表現する場
- 要素の結合した状態を表す場

という、インタラクティブシステムを構成する三つの空間の統合である。現在、様々なドメインごとにこのアーキテクチャをより容易に構築するためのライブラリ群を構築中である。

### 3.2. 人と人との Collective Creation

IAM-eMMa [Nakakoji et al. 1998] および EVIDII [大平 et al. 2000] は、どちらも「デザイナーの発想を喚起するような画像検索」を他者の「知識」を利用して支援するためのシステムである。IAM-eMMa (Interactive Abduction Mechanisms on an Environment for MultiMedia Authoring) は、画像の色とその効果の関係を表す、他のデザイナーたちが色理論として構築したノウハウから抽出したルールを用いて画像を検索する。一方 EVIDII (Environment for Visualizing Differences in Individual Impressions) は、人ごとの画像の印象の違いを2次元、3次元空間に表示し、ユーザは人、画像、印象語を中心としたビューからそのデータを「観て」、関連リンクを辿りながら空間を探索する。

IAM-eMMa および EVIDII というこれら二つの異なるアプローチを用いたシステムを、様々なユーザに実際に用いてもらい観察し比較した。詳細は [Nakakoji et al. 1999] に譲るが、その結果を要約すると以下の3点となる。

- 他者の構築した representation を計算機を介して利用することで、創造性の支援がおこなえること
- 創造性をより「効果的に」支援するための表現や情報は、その表現や情報そのものの性質というよりはむしろ、その表現や情報が誰によってどのような根拠に拠って構築されたものであるのかというコンテキスト、そしてそこからユーザが得ることのできる表現や情報に対する信頼感、が大きく影響すること
- システムにしてもらいたい作業部分と、してもらいたくない(ユーザが自らが行ないたい)作業部分との切り分けが非常に大切であること

これらの知見は今後創造性支援のシステムを構築する上で有用な知見と考えられる。

### 4. システムの役割

前章では、ユーザが「誰と」Collective な Creationをおこなうか、という視点からの分類の枠組みについて述べた。本章では、ユーザがシステムに期待するシステムの機能という視点から汎用的な枠組みについて考察する。

人間の知的創造活動を支援するシステムが、より「ユーザビリティの高い」インタラクティブシステムを構築するためには、システムのユーザがどのように思考し作業するのかを考慮する必要がある。ユーザである個々の人間の思考や振る舞いに対して、システムがどのような状況でどのように協調するのか、どのような状況でどのように制御するのか、といった人間とシステムとの間に適切な形態で「インタラクション」が存在しなければならない。

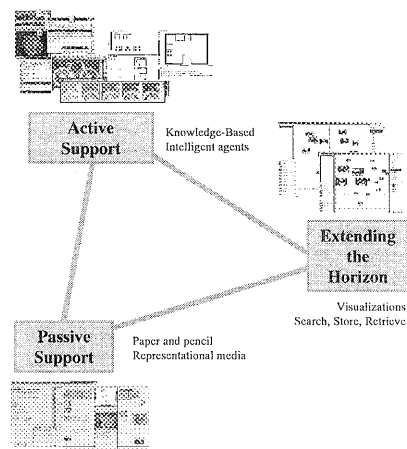


図3: システムの機能からみた  
インタラクティブシステムの分類

そこで図 3 に、そのようなシステムの機能という観点からの Collective Creation 支援インタラクティブシステムの分類を示す。

インタラクティブシステムは、三つの頂点からなるスペクトラムとして捉えることができる。Active Support の頂点には、Computer Critics [Fischer et

al. 1998], 知的エージェント[Maes 1990] といったいわゆる知的作業支援がその代表として挙げられる。ユーザが自分からリクエストしなくてもシステムがユーザの様子を自動的に観察し、必要(とのシステムによる判断)に応じて随時適切な情報などが提供される。それと対極を成すのが *Passive Support* の頂点である。紙と鉛筆に代表されるような、受動的なツール、ユーザに対して自動的な振る舞いは極力控え、ユーザが思うとおりの意図を反映させることができるようなツールであり、手書き入力ツール [Do, Gross 1997] や、先に言及した二次元配置ツールなどはこれに当たる。

これらの二者に相対する形で、*Extending the Horizon* とラベル付けした頂点が存在する。これは、システムなしには得られ得なかった情報、例えば超巨大データ検索であるとか、大量データのビジュアライゼーション、また遠隔地間でのビデオ通信などである。

これらの3頂点は、前章と同じく、緩やかなスペクトラムを描くものであり、各々のシステムが絶対的にどのカテゴリに入るかを論じるのはその目的ではない。しかし、例えばある問題領域における *Collective Creation* を支援するようなインタラクティブシステムを構築するにあたって、そのシステムの目的とするものがどの頂点に重点をおくものであるのかといった立場を明確にすることにより、そのシステムが留意しなければならないデザイン課題などが明らかになる。

## 5. 評価のアプローチ

本論で述べる *Collective Creation* を支援するようなインタラクティブシステムは、その評価が非常に困難である。知的創造活動の質はその動機付けや環境が大いに影響するため、実験室での評価よりはむしろ *Naturalistic Setting* と呼ばれる自然状態でのユーザ観察が望ましい。しかし、後者の場合タスクの設定や比較など定量的な評価分析が格段に困難となる。また、システムの有無で成果を比較するにも、一旦思考してしまった事柄を元に戻すことは不可能であり、システムの有効性を定量的に見極めることは難しい。最後の、そして

最も大きな課題として、こういった知的創造活動は個々人の思考のパターンや嗜好によるところが大きい点である、あるユーザには有効であっても他のユーザには全く受け入れられなかったりする。あるユーザに有効であるからといって、その事象を一般化することはできないし、また一部のユーザには有効でないからといってそのシステムに欠点があるというように結論を出すのは早急な場合が多い。

一般にシステムを評価するときには二つの軸がある。内向的評価と外向的評価である。内向的評価では(図4 左)、システムを構成する部品をつぶさに調べその一つ一つが有効に作用するかを評価する。外向的評価(図4右)では、そのシステムを外部環境にセットし、実際に利用することでそれが環境に及ぼす影響、また環境がそのシステムに及ぼす影響を評価することができる。

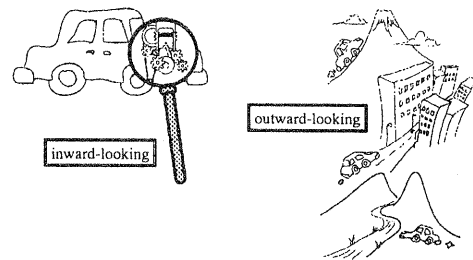


図4: *Collective Creation* 支援システムの評価軸

*Collective Creation* を支援するインタラクティブシステムの評価にあたっては、両者のいずれもが重要であろう。前者をおこなうには、GOMS モデルといった詳細な部分のインタラクションの解析から、表示速度や検索性能といった指標が重要である。後者の支援にあたっては、長期的なユーザ観察や、定性的な評価軸の確立が必要である。いずれもこの分野は今後大いに発展が必要とされる側面である。

## 6. まとめ

本論で紹介した研究は、人間がモノを作る際の思考を阻害することなくより自然に支援し、人間自身の内省を促し、創造的思考を誘発するようなイン

タラクティブソフトウェアデザインの枠組み, およびシステムの構築を目指したものである。

80年代後半から始めたこれらの知的創造活動を支援するインタラクティブシステム研究の成果の一つは, インタクションデザインをおこなうにあたっての支援の系統立った枠組みの必要性の認識である。今後は, 一部のデザイナーや開発者のセンス, 知識, 直観に頼らざるを得ない状況にある「インタクションのデザイン, 設計」という分野を工学的に捉えることを目標として研究を進める予定である。

## 7. 謝辞

本研究における理論的枠組みの構築, システムの設計, 評価, および考察をおこなうにあたって多大なるご協力を頂いた Gerhard Fischer 氏, 山本恭裕氏をはじめとする奈良先端科学技術大学院大学認知科学客員講座のメンバ, および本研究を進めるにあたり多くのコメントやアドバイスをいただいた数々の方々々に心より感謝の意を表する。

## 8. 参考文献

- E. Y. Do, M.D. Gross, Inferring Design Intentions from Sketches: An Investigation of Freehand Drawing Conventions in Design, CAADRIA '97, Hu's Publishing, pp.217-227, 1997.
- G. Fischer, Communications Requirements for Cooperative Problem Solving Systems, *The International Journal of Information Systems, Special Issue on Knowledge Engineering*, 15(1), pp. 21-36, 1990.
- G. Fischer, A. Girgensohn, K. Nakakoji, D. Redmiles, Supporting Software Designers with Integrated, Domain-Oriented Design Environments, IEEE Transactions on Software Engineering, Special Issue on Knowledge Representation and Reasoning in Software Engineering, 18(6), pp. 511-522, 1992.
- G. Fischer, K. Nakakoji, Computational Environments Supporting Creativity in the Context of Lifelong Learning and Design, *Knowledge-Based Systems Journal*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands, Vol.10, No.1, pp.21-28, June, 1997.

G. Fischer, K. Nakakoji, J. Ostwald, G. Stahl, T. Sumner, Embedding Critics in Design Environments, Readings in Intelligent User Interfaces, M. Maybury, W. Wahlster (Eds.), Morgan Kaufman Publishers, San Francisco, CA., pp. 537-561, 1998.

Maes, P. (Ed.) *Designing Autonomous Agents*, MIT Press, Cambridge, MA, 1990.

K. Nakakoji, Y. Yamamoto, T. Suzuki, S. Takada, M.D. Gross, Beyond Critiquing: Using Representational Talkback to Elicit Design Intention, *Knowledge-Based Systems Journal*, Elsevier Science, Amsterdam, Vol.11, No.7-8, pp.457-468, 1998.

K. Nakakoji, Y. Yamamoto, M. Ohira, A Framework that Supports Collective Creativity in Design using Visual Images, Creativity and Cognition'99, Loughborough, UK., ACM Press, New York, NY., pp.166-173, October, 1999.

K. Nakakoji, Y. Yamamoto, B.N. Reeves, S. Takada, Two-Dimensional Positioning as a Means for Reflection in Design, *Design of Interactive Systems (DIS'2000)*, ACM, New York, NY, August, 2000 (in print).

D. A. Norman, *The Invisible Computer*, Cambridge, MA, The MIT Press, 1998.

D.A. Norman, *Things That Make Us Smart*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, 1993.

T. Winograd, F. Flores, *Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design*, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ, 1986.

Y. Yamamoto, K. Nakakoji, S. Takada, Hands-on Representations in a Two-Dimensional Space for Early Stages of Design, *Knowledge-Based Systems Journal*, Elsevier Science, 2000 (in print).

大平雅雄, 山本恭裕, 中小路久美代, EVIDII: 差異の可視化による相互理解支援システム, 情報処理学会論文誌, 2000, (submitted).