

新しいインタラクティブシステムと協調的創造支援への応用

– Collective Creativity: インタラクションによる創発の支援 –

中小路 久美代

1. 研究のねらい

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。

本研究では、こういった知的創造活動を「Collective Creation: 他者が生成／外在化した『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、それを支援するインタラクティブシステム、およびそのための汎用的枠組みを構築した。モノをつくるという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インタラクティブシステムのデザインが、本研究の目標としたところである。

本研究ではまず、認知科学、設計学、人工知能、意匠工学などの分野における研究を広く調査することにより、知的創造作業において人間がどのように思考し振舞うかを理解し、モデル化をおこなった。次にそれらのモデルに基づきいくつかのドメイン(応用問題領域)に的を絞り、Collective Creation を支援するプロトタイプシステムの構築を行なった。構築したシステムを用いたユーザ観察により、問題領域に依存しない、タスク横断的なインタラクションの枠組みが存在することを知見として得た。

2. 研究成果

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、外在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¹ を支援することであると言い換えることもできる。

本研究では、インタラクティブシステムを用いて Collective Creation を支援するために、他者をどれだけ意識するかによって以下の二つの側面で分類をおこなった(図1)。

¹ Norman, D. A. (1993) Things That Make Us Smart, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA.

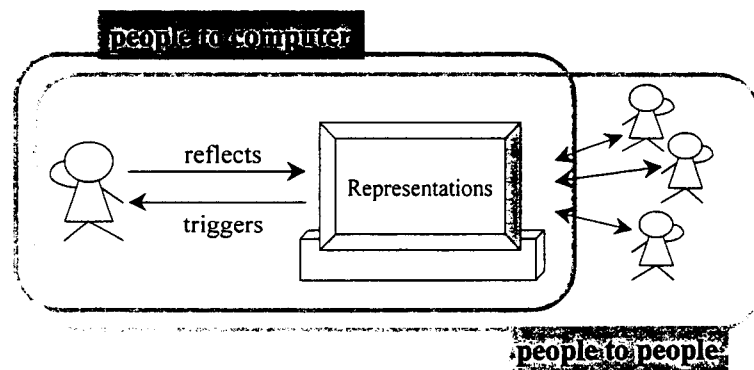


図 1: Collective Creation 支援の二つの側面

(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²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。一方、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。

2.1 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)システムを構築した。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、非言語、非記号的な表現を可能にしたシステムである。ユーザはテキストを一塊のエレメントとして作成し、それを自由に二次元空間上に配置することができる。システムは空間に配置されたエレメントを上から下に順に結合しテキスト全体を表示する。

視線計測装置を用いて分析したユーザ観察の結果、ART を用いた書く作業中には部分間のつながりやその完成度といった最終成果物には必ずしも明示されないいくつかの「メタコメント」をユーザが位置情報という二次元空間の配置を用いて表現したり、またそこに様々な意味をつけたりしながら思考を進化させる様子が観察された(図 2)。

² Winograd, T. & Flores, F. (1986) Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ.

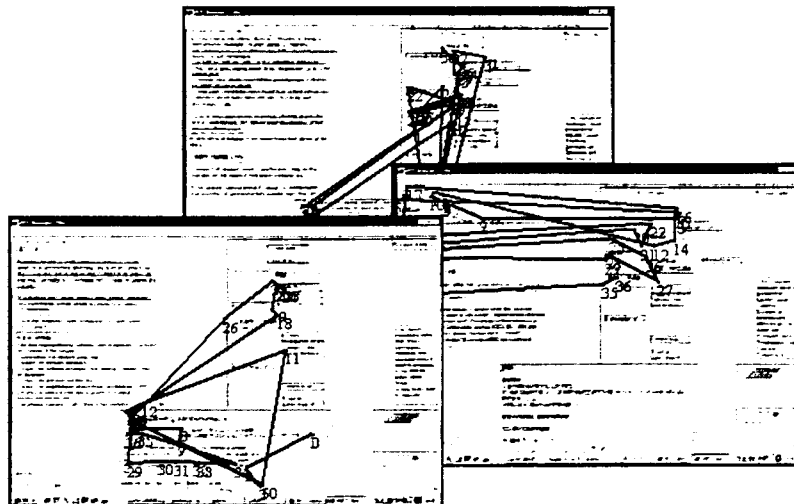


図 2: ART システムにおける視線計測結果

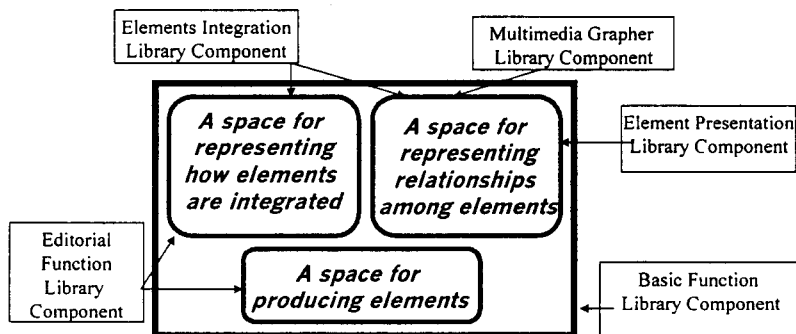


図 3: 二次元配置を用いた試行錯誤的創造作業のための汎用的枠組み

一方、二次元配置した結果のみに意味があるわけではなく、配置するという行為そのものを通して思考を明確化する reflection-in-action のプロセス³も観察された。

この結果を受けて、曖昧性や試行錯誤、もやもやとした考え、といったキーワードで表されるデザイン作業の初期状態を、二次元配置を用いたインタラクティブシステムによって支援する、思考の外在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(図 3)。このアーキテクチャは、

- 要素を構築する場
- 要素間の関係を表現する二次元空間
- 要素の結合した状態を表す場

³ Schön, D. A. (1983) *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*, Basic Books, New York.

という、三つの空間を統合するものである。現在、このアーキテクチャをビデオ分析や情報探索といったドメインに適用しそれぞれのドメイン毎のインタラクティブシステムを構築中である。

2.2 人と人との Collective Creation

IAM-eMMa および EVIDII 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(図4)。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(図5)。

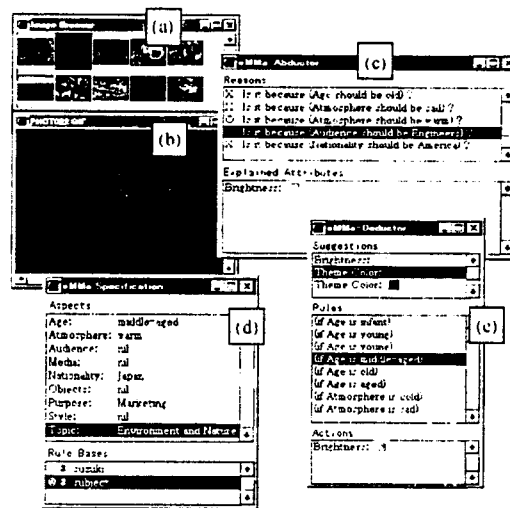


図4: 知識ベースを介したインタラクションを提供する IAM-eMMa システム

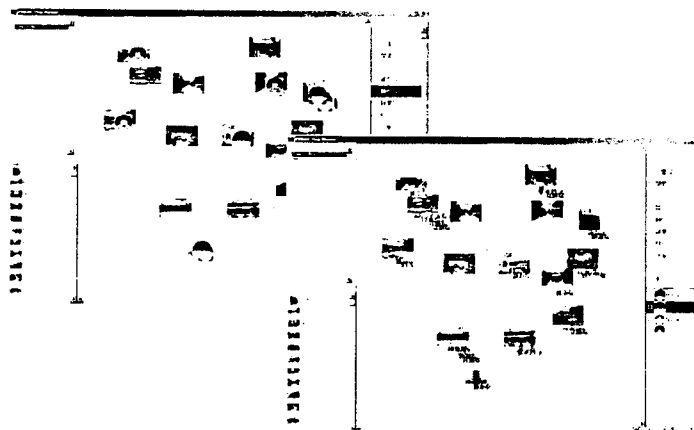


図5: 関連づけの視覚表現を介するインタラクションを提供する EVIDII システム

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結果、人と人との Collective Creation を支援するインタラクティブシステムには以下の3点を知見として得た。

- 他者の構築した representation を計算機を介して利用することにより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様々なドメインの創造的作業支援システムを構築する上で有用な知見と考えられる。

2.3 汎用的枠組み

人間の知的創造活動を支援するための、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、といったインタラクションが、人間とシステムとの間に適切な形態で提供されなければならない。上述のいくつかのプロトタイプシステム構築を通して、図6に示すような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の汎用的な枠組みを提案することができた。

インタラクティブシステムの特徴は、三つの頂点からなるスペクトラムで表現することができる。Active Support の頂点には、IAM-eMMaに見られるような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

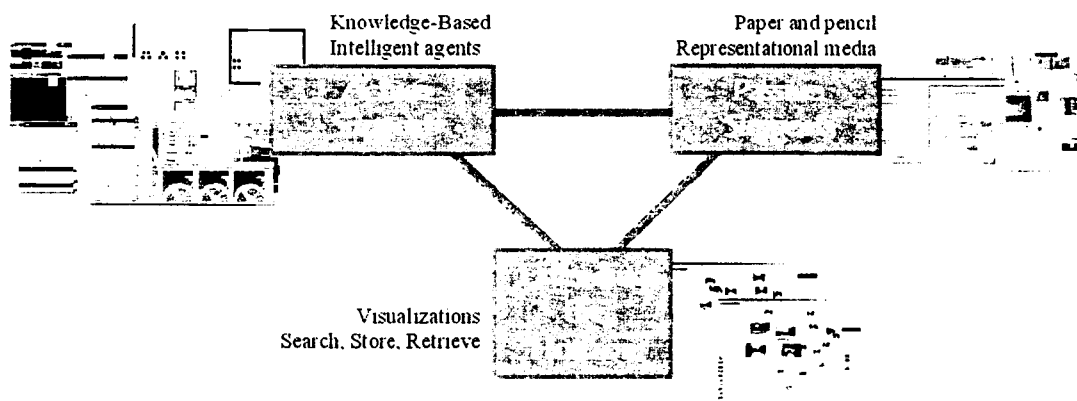


図6: Collective Creation を支援するインタラクティブシステム

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を提供する。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に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、先に言及した 二次元配置ツールなどである。

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り、上述の *EVIDII* システムがここに相当する。

これらの3頂点は、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ことはその目的ではない。また、これらの頂点をいかに統合するかは今後の課題でもある。しかし、このようなモデルを枠組みとして理解することで、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を明らかにすることができる。

3. 今後の展開

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。そして、インタラ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が認識された。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。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進める必要がある。

今後は、(1) 優れたインタラクションの収集、(2) 他のタスクへの応用による汎用性の検証、(3) インタラクション表現モデルの構築、(4) それが適する認知モードとの対応づけ、および (5) それに基づくインタラクションパタンカタログの構築を行なうことで、知的創造作業を支援するインタラクションパタンに関する研究をおこなう予定である。

謝辞

本研究を3年間遂行するにあたり、常時親身になって研究を応援下さった安西領域総括、生田雅一参事、中村昌史参事ほか科学技術振興事業団の皆様深く感謝します。また、高田眞吾氏、山本恭裕氏、大平雅雄氏、Mark D. Gross氏、Brent N. Reeves氏、Gerhard Fischer氏、青木淳氏、林香氏、岸田孝一氏、鈴木孝弘氏、杉山公彦氏をはじめ数多くの方々とのディスカッションを通して貴重な助言やコメント、批評

を頂きました。本研究は、諸氏との collective creation の賜物です。この場を借りて心より感謝します。

成果リスト

- K. Nakakoji, M. Ohira, Y. Yamamoto, Computational Support for Collective Creativity, Knowledge-Based Systems Journal, Elsevier Science, 2000 (in print).
- K. Nakakoji, Y. Yamamoto, What does the Representation Talk-back to You?, Knowledge-Based Systems Journal, Special Issue on Semiotic Approaches to User Interface Design, Elsevier Science, 2000 (in print).
- 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, pp. 145-154, August, 2000.
- 中小路久美代, 山本恭裕, 大平雅雄, 言葉と印象のインタラクティブ可視化空間, 人工知能学会ことば工学研究会, SIG-LSE-9904-1, pp.1-5, March, 2000.
- 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, S. Takada, Y. Yamamoto, Two-Dimensional Positioning as a Means to Represent Strategic Knowledge in Design, Strategic Knowledge and Concept Formation 99, Iwate, Japan, pp. 109-121, October, 1999.
- 中小路久美代, 山本恭裕, 大平雅雄, Collective Creativity の支援へ向けて, 情報処理学会ヒューマンインタフェース・情報メディア研究会, 99-HI-84-6, pp.31-36, August, 1999.
- 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, K. Sugiyama, S. Takada, Finding the "Right" Image: Visualizing Relationships among Persons, Images and Impressions, in Designing Effective and Usable Multimedia Systems, A. Sutcliffe, J Ziegler, P. Johnson (Eds.), Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp.91-102, September, 1998.
- 中小路久美代, 置換から補完,そして増幅へ:知的支援システムの新たな役割, 人工知能学会研究会, SIG-J-98-1-10, pp.41-46, December, 1998.
- 中小路久美代, 高田眞吾, 設計における暗黙的根拠の明示化に関する一考察, 第8回設計工学・システム部門講演会, pp.596-599, 日本機械学会, November, 1998.
- 中小路久美代, 三つのCとコンピュータ:Culture, Communication & Creativity への計算機支援の可能性を探る,情報学シンポジウム'97 講演論文集, pp.100-107, 1997.

Collective Creativity

From Artificial Intelligence (AI) to Intelligence Augmentation (IA)

Gerhard Fischer
Center for LifeLong Learning & Design (L³D)
Department of Computer Science and Institute of Cognitive Science
University of Colorado, Boulder
gerhard@cs.colorado.edu

Many efforts in computer science are based on an automation and replacement paradigm: computers carry out tasks by themselves and which, for example, in the domain of Artificial Intelligence (AI), requires some intelligence. This research approach in most cases shows little concern for human capabilities and concerns.

Few research effort have been focused around a different (and possibly more important, more challenging, and more rewarding) goal: Intelligence Augmentation (IA). empowering humans to think, work, learn and collaborate in new ways. These environments (1) acknowledge the asymmetry between humans and computers; (2) explore different and new ways to split tasks, responsibility, initiative, and competence between humans and computers; (3) emphasize knowledge representations for human consumption and understanding rather than for machine efficiency; and (4) support the collaboration among humans coming from different disciplines and different cultures.

A fundamental human activity is design. Complex design problems require more knowledge than any one single person can possess, and the knowledge relevant to a problem is often distributed and controversial. The power of the unaided, individual mind is highly overrated—“the Renaissance scholar does not exist anymore.” Although creative individuals are often thought of as working in isolation, the role of interaction and collaboration with other individuals and with artifacts is critical. Creative activity grows out of the relationship between an individual and the world of his or her work, and out of the ties between an individual and other human beings. The predominant activity in designing complex systems is that participants teach and instruct each other; for example to create human-centered systems requires to bring together domain experts understanding the practice, and system designers knowing the technology.

Kumiyo Nakakoji has been one of the few researchers who has embraced the paradigm of Intelligence Augmentation (IA). Her work has made and continues to make unique contributions to these problems by supporting collective creativity in two ways: (1) between a person and external computational representations, and (2) between a person and other people using computer-mediated environments.

Kumiyo contributions are creative, innovative, coherent, and unique. She has made theoretical contributions bringing together insights from computer science, cognitive science, and multimedia. Beyond creating prototype systems for collective creativity, Kumiyo has carefully evaluated the systems with users and has identified new fundamental insights such as (1) generally applicable patterns or frameworks which are usable across different domains, and (2) unfeasibility that one systems would fit the needs of all users. These research results as well as her future work shall remain an important part of the research in the direction of IA.