

構造化支援機能をもつマルチメディアカードインタフェースの構築

中村宏一, 遠藤聡志, 大内 東

北海道大学 工学部

我々は、マルチメディアカードインタフェースシステム“FISM/CARD”の開発をワークステーション上に行っている。FISM/CARDは、利用者の知的活動を支援するために、マルチメディア情報を対象とした構造モデルをFISMと呼ばれる構造モデリング手法に基づいて構築するソフトウェアである。

本稿では、発想/思考に対するFISMの効果について考察し、FISM/CARDの設計とその試作について述べる。

A Multimedia-Card-Interface System with the Structural Modeling

Kouichi NAKAMURA, Satoshi ENDOH, Azuma OHUCHI

Faculty of Engineering, Hokkaido University

We have tried to implement a multimedia-card-interface system “FISM/CARD” on the UNIX workstation. One can construct the structural model of multimedia information by the structural modeling technique which is called FISM on FISM/CARD in order to support an intelligent work of the user.

This paper presents the effect of FISM for the idea processing and the design and prototype of FISM/CARD.

1 はじめに

人間の知的活動をいかに計算機によって支援すべきかという問題、すなわち“発想支援”の問題が最近、注目を集めている。そうした背景には、計算機能力の向上によって多種多様な情報の管理が可能になり、それらの情報を利用してさらに有用な情報を生成し、問題解決に利用しようとする要求が日常の業務の中で頻繁に生じるようになったことがあげられる。個人的な文書作成から大人数による計画立案、会議支援まで幅広い場面で、その重要性が認識されている。情報処理の分野においては、エキスパートシステム構築の際の知識獲得やソフトウェア開発の立案や仕様作成などの知的生産活動の上流工程支援技法として期待されている。

最近のワークステーションにおいては、X Windowなどに代表されるグラフィカルユーザインタフェース(GUI)環境が充実し、利用者の作業効率を向上させる使いやすいインタフェースが構築されるようになった。また、音声や画像、映像といったマルチメディア情報を計算機上で取り扱うための技術が発展し、こうしたことが知的活動支援の研究を支えている。

我々は、利用者の知的活動を支援するために、マルチメディア情報を対象とした構造モデリングをFISMの理論的枠組みに従って構築するカードインタフェースシステム“FISM/CARD”の構築をワークステーション上のGUI環境を利用して行っている。

まず、発想/思考過程の計算機支援について考察し、インタフェースが構造化支援機能を持つことによって、効果的で効率的な知的活動が行なえることを示す。後半で、FISM/CARDの設計と試作について述べる。

2 発想支援研究のアプローチ

杉山は発想支援研究のアプローチを以下の3つに大別している[6]。

分類(1) アイデアや知識の断片を整理し、体系化を行う発想過程の対話型支援(発想法的支援の研究)

分類(2) 論理型言語に基づいた仮説推論や類推等の発想の機械知能化(機械学習による支援)

分類(3) 人間の創造性の解明・支援を目差す総合的な創造性支援研究(発想プロセス機構の解明)

最も盛んに研究が行われている分類(1)をその方法の特長から、さらに細分している。

- (a) ブレーンストーミングに代表される事実やアイデアを引き出すための発散技法
- (b) KJ法[7]に代表される事実やアイデアの整理・体系化のための収束技法
- (c) 発散技法と収束技法を相補的に扱う統合技法

当研究室においてこれまでに、ISM[1]等の構造モデリングを基盤とする分類(1)の対話的発想支援システム構築に向けて、新しい構造モデリング手法“FISM(Flexible ISM)”を提案し、その実現のために部分可到達行列モデルの理論とアルゴリズムの開発を行ってきた[2][3]。

FISMは人間の発想/思考の過程を計算機支援することで新たな発想/思考を促進する機能を実現しようという意味で発散技法である。一方で、この理論的枠組みは、結果として問題の整理、体系化を行うという意味において収束技法である。このことから、FISMは収束技法と発散技法を柔軟に相補的に扱う統合技法に分類される。

3 発想/思考過程の検討

知的活動を支援するシステムの構築においては、計算機支援が可能であると思われる発想/思考過程を様々な角度から検討し、その特徴を明確にする必要がある。この特徴を利用することで、計算機上での発想/思考過程の支援が可能になる。特徴的であると思われる発想/思考について以下に示す。

3.1 構造の断片

解決すべき問題に対して発想支援システムの利用者は、問題を体系化した階層構造を持っていると考えられる。しかし、この構造は漠然としていて利用者自身もどのように問題の構成要素が関係付けられているのかを把握していない。発想支援プロセスでの収束過程は、漠然とした利用者の部分構造を整理し、部分構造の関連を明らかにすることによって、全体の階層構造を明確にする。

3.2 部分構造の発想

通常、最初から構造を明確にすることはできない。すぐに思いつく部分構造がいくつかあり(発散思考)、それらを明確にする過程(収束思考)から、連想によって別な部分構造を思いつく(発散思考)。あるいは、構造を大まかに捉え、次第にそれを細分化していく。通常発想は容易な部分から行われ、細分化と統合化を繰り返すことによって徐々に構造が明確になっていく。

3.3 試行錯誤

対象の部分構造を整理していく過程では、途中で必要となった部分を付加したり、あるいは不必要な部分を削除することが頻繁に起こる。また、結果の階層構造が利用者の意図と異なる場合は、構造の修正を行う。このよう

に徐々に利用者のもつ構造のイメージを具体化していく。

3.4 合意形成

発想/思考過程は、様々な分野の専門家や、考えを異にする人々が集まって行われることが予想される。それらの人々を個人あるいはグループに分けた場合、各グループは独自の発想/思考を行う。これらの結果は同一の対象を扱ったにもかかわらず、互いに異なったものとなるのが一般的である。それらを最終的に統合し、1つの合意を得る必要がある。このためには、複数の発想/思考の結果から相違点を理解すること、相違点の本質を明らかにすること、その本質部分を討議することで効率良く相違点を解消することが重要である。この過程は、各利用者間の合意形成過程と捉えることができる。

4 FISM(Flexible Interpretive Structural Modeling)

4.1 FISM による構造モデリング

ISM は、システムを構成要素集合 N および N 上の二項関係 $R \subseteq N \times N$ の組 $\langle N, R \rangle$ ととらえ、 R のもつ可到達性を用いてモデル化を行い、モデルの階層構造を抽出する手法である。可到達性を持つシステムは、ある要素間の関係が決定すると他の要素間の関係が決定(含意)される。この手法は可到達行列の理論に基づく含意計算によって論理的に行われるため、問題に対する客観的な構造モデルを構築することができる。しかし、すべての構成要素間の関係が決定されるまで構造モデルは構築されず、利用者は構造モデルを把握することができない。よって、前に検討した発想/思考過程の支援には適さない。

FISM は、この問題を解決するために、部分的に未知な要素をもつ可到達行列 (部分可到達行列) から構造モデルを構築できるように ISM を拡張した手法である。FISM によって構築される構造モデルは、利用者の意図を反映し、なおかつ、論理的なモデルである。

4.2 FISM セッション

FISM による発想支援プロセスの実行を FISM セッションという。FISM セッションは以下のプロセスから構成される。

1. 具象化プロセス: 扱う問題に対するアイデアや知識の断片の収集を行い、これらの集合の上に擬順序関係 R を決定する。
2. 構造化プロセス: 擬順序関係 R を階層構造に整理する。
3. 表現プロセス: 扱う問題にとって適切な形式で、発想/思考の結果を表現する。

5 FISM/CARD

5.1 カード

カードは、情報を整理するときに便利な道具である。情報をカード単位で扱うことによって、分類、図解化などの整理作業が容易になる。発想支援の収束技法である KJ 法は、カードのこの特長を効果的に利用した図解作成手法である。

KJ 法 情報をカードに記入し、それらをグループにまとめ、見やすいように配置し、カード間の関係線を記入していくことによって図解を作成し、利用者の発想を支援する手法である。情報の整理は、利用者の主観に基づく自由なグループ分けや関係付けによって進められる。

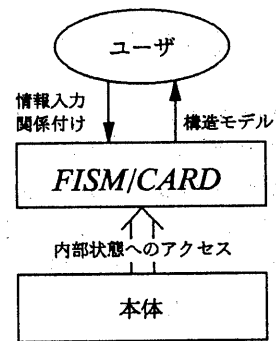


図 1: FISM/CARD の概念

カードは、利用者の自由な情報整理を支援し、カードを構成要素とする図解は個々の情報や全体像を把握するのに効果的な表現力を持つ。

5.1.1 カードインタフェース

カードの特長を備えたソフトウェアを GUI を利用して計算機上に実現することによって、利用者の知的活動を支援する効果的なインタフェース構成部品となる。計算機上に実現されたカードは、音声や画像などのマルチメディア情報が扱えるので、より柔軟で多様性に富んだ表現力を持つことができる。

こうしたことから、カードを計算機上に実現し知的生産活動の上流工程をサポートするツールの開発が多くなされている [8][9]。

5.2 FISM/CARD の概念設計

FISM/CARD は、アプリケーション本体と利用者との間を効果的に効率的につなぐインタフェースシステムである (図 1)。単体では、構造モデル構築のためのソフトウェア部品で、構造モデリングは FISM に従う。

利用者からシステムへの入力は、対象としている問題に関する情報と構造モデルを構築するための擬順序関係である。そして、利用者に対する出力はその時点における構造モデ

ルであり、必要ならば FISM の成果物である階層構造を出力する。一方、アプリケーション本体に対しては、各カード情報と構造モデルの内部表現である可到達行列へのアクセス方法を提供する。

入力マルチメディア情報(テキスト、音声、画像、映像)を対象とする。そのような情報を収集し、表示するのに効果的なマルチメディアカードをインタフェース構成部品として持つ。

知的活動を支援するようなソフトウェアには、利用者の思考意欲をかき立てるような使いやすいインタフェースが必要である。ワークステーション上には、優れたインタフェース構築が可能な GUI 環境が提供されている。

FISM/CARD の設計は、2つの理由から、オブジェクト指向を用いた。1つは、システムの機能はユーザインタフェースに関わるものであり、そのような機能に対する変更や拡張の要求は頻繁に起こると予想されるためである。もう1つは、様々なアプリケーションへの利用を考え、システムの各部の部品化再利用を図るためである。

5.3 機能

FISM/CARD は、以下のインタフェース機能を持つ。

1. カード情報の入力、編集、破棄、配置およびその変更に関する操作を任意の時点で受け付け処理する。カードの移動に関しては、マウスのドラッグ操作による方法をサポートする。
2. カードは、テキストの他に、音声、画像、映像(動画、静止画)のマルチメディア情報を扱う。
3. カード間の関係定義作業を FISM を用いて支援し、作業の効率化と無矛盾な構造

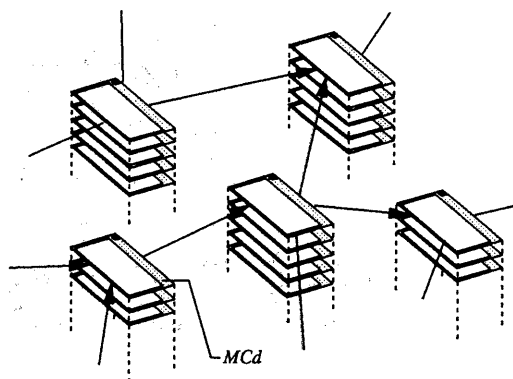


図 3: カードの多重構造

化を図る。

5.4 クラス仕様

図 2 は、FISM/CARD のクラス関係を示したものである。各クラスについて説明する。

5.4.1 MCd(Multimedia-Card)

マルチメディアカードのクラスである。カード名(CName)、位置(CPosition)、サイズ(CSize)、記録情報(CInfo)への参照をフィールドに持ち、それら进行操作するためのメンバ関数がクライアントクラスに提供されている。また、マウスのドラッグ&ドロップや、メニュー項目を選択することによってそれらの状態を変化させるためのメンバ関数をもつ。

カードは複数の記録情報を持つことができる。これは、FISM における強連結成分の縮約という処理をサポートする。縮約された情報は、実際には1枚のカードで扱われるが、複数のカードが多重構造を形成しているイメージである(図 3)。

5.4.2 CdM(Card-Manager)

カードとそれらの間の関係を管理し、構造化支援を行うクラスである。作成された全て

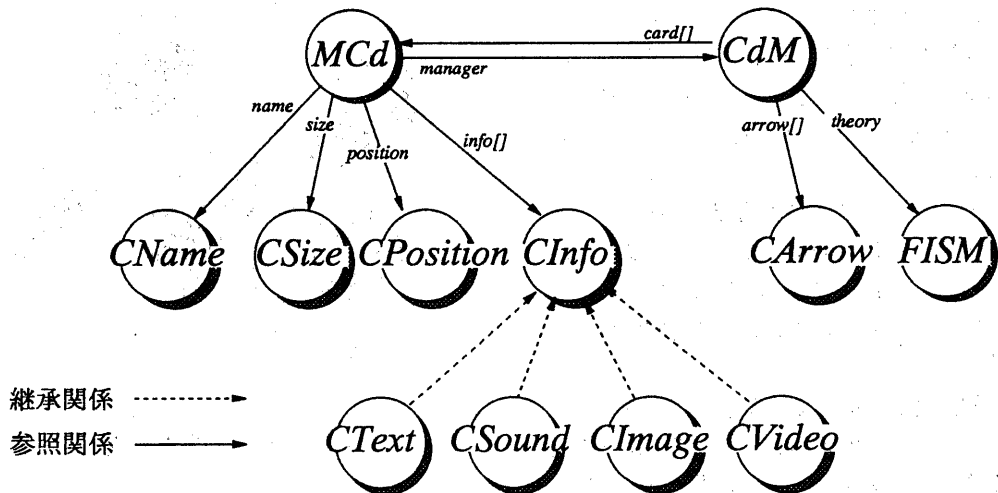


図 2: FISM/CARD クラス関係図

のカードへの参照と、カード間関係を保持するための関係行列、FISM クラスへの参照をフィールドに持ち、FISM に従った構造モデルの構築と、関係のあるカード間の関係線の表示などを支援する機能を有す。

また、関係行列を多重に保持することによって、多重なカード間関係の管理を行うことができる。

5.4.3 CInfo(Card-Information)

FISM/CARD が扱うマルチメディア情報の抽象クラスで、動的束縛を利用してMCdからの参照をマルチメディア情報を扱う各クラスCText(テキスト), CSound(音声), CImage(画像), CVideo(動画)に結びつけるためのクラスである。

5.4.4 FISM

CdM が FISM に基づいた構造モデルを構築するために利用するクラスである。CdM から計算の対象となるカード間関係行列への参照を受け取り、含意計算を行なって直接、行

列要素の書き換えを行なう。

5.5 実現

FISM/CARD のプロトタイプを SUN SPARCstation 上に GNU C++ を使って開発中である。カードの GUI を構築するために OPEN LOOK Intrinsics Toolkit(OLIT)[10] を利用し、各クラスの表示を行う処理にウィジェットの機能を利用している。

現在、機能 (1)、機能 (2) の映像を除くマルチメディアへの対応、機能 (3) の一部の機能を実現した。

図 4 はプロトタイプのインタフェース機能だけを利用したデモンストレーションプログラムの実行例である。

5.6 アプリケーション

FISM/CARD を以下のような知的生産活動に利用することを考えている。

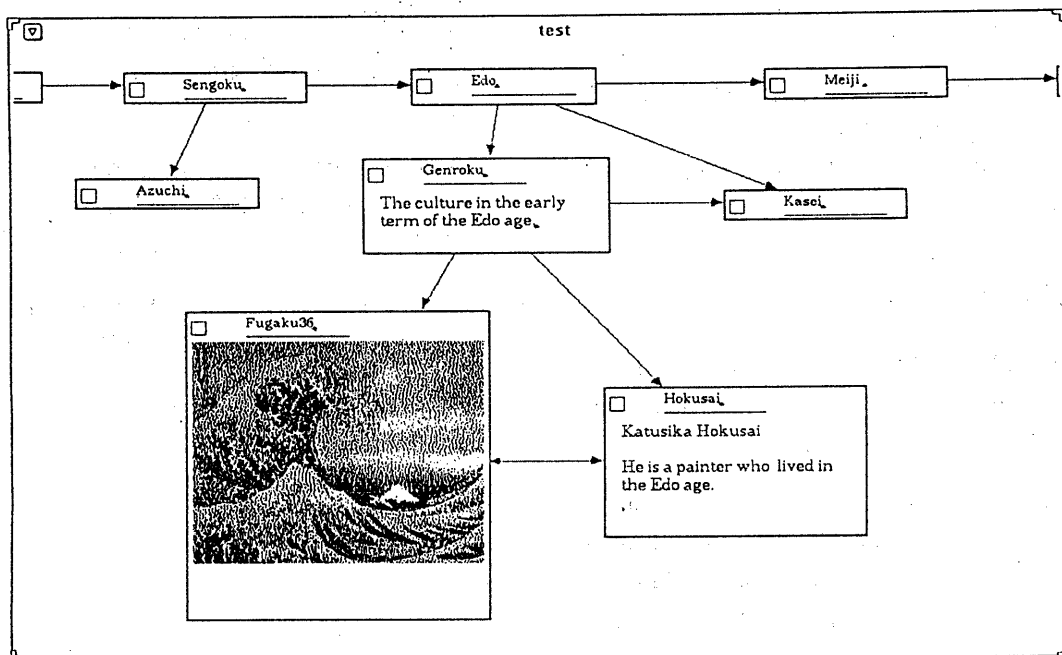


図 4: FISM/CARD の実行例

5.6.1 KJ 法・PERT

構造モデリングの立場から考察すると、KJ 法における因果関係は半順序関係による関係付け、グルーピングは同値関係による関係付けであると考えられる。

一方、PERT は、ネットワークプランニング技法として有名な工程管理手法である。この手法は、工程中の各作業を構成要素とし時間的な前後関係に基づく構造モデリングを行うことによって作業工程全体を把握するダイアグラムを作成する。時間的前後関係は、半順序関係である。

従来の FISM は擬順序関係を対象としていたが、半順序や同値関係の導入によってこれらのアプリケーションの効率的な計算機支援が見込める [5]。

5.6.2 知識獲得

is-a や part-of 関係に基づく概念階層や、if-then ルールベースなどは、論理的に無矛盾な構造モデルを必要とする。FISM/CARD を用いて、これらの構築に効果的なツールを開発できる。

5.6.3 グループウェア

発想/思考過程の合意形成を計算機支援することは、多人数による協調作業を支援する計算機環境構築につながる。FISM/CARD を用いて合意モデル構築を行うことによって、グループウェアのアプリケーションとして利用でき、その理論的枠組みが提案されている [4]。

6 おわりに

FISM の発想/思考支援について考察し、発想/思考過程を計算機支援するカードインタフェースシステムの設計・試作について述べた。

参考文献

- [1] J.N.Warfield, "Societal Systems - Planning, Policy and Complexity.", John Wiley, p.490 (1976)
- [2] A. Ohuchi, M. Kurihara, I. Kaji, "Implication Theory and Algorithm for Reachability Matrix Model", *IEEE Trans. SMC*, Vol.SMC-16, No.8, pp.610-616 (1986)
- [3] A. Ohuchi, I. Kaji, "Correction Procedures for Flexible Interpretive Structural Modeling", *IEEE Trans. SMC*, Vol.SMC-19, No.1, pp.85-94 (1989)
- [4] 大内 東, 栗原 正仁, "FISM による合意モデル構築支援"; 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.2, pp.256-264 (1991)
- [5] 加藤 衛, 大内 東, "FISM/KJ における具象化アルゴリズム", 情報処理北海道シンポジウム'93 講演論文集, pp.78-79 (1993)
- [6] 杉山 公造, "発想支援のためのインタフェース研究 発想系情報学に向けて", 国際研シンポジウム報告書, pp.223-241 (1991)
- [7] 川喜田 二郎, "発想法 創造性開発のために", 中公新書, 中央公論社, 東京(1967)
- [8] 大見 嘉弘, 塩見 彰睦, 河合 和久, 大岩 元, "マルチメディア情報向けカード

操作ツール", 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料, 47-18, pp.133-141 (1993)

- [9] 宗森 純, 長澤 庸二, "知的生産の技術カードと KJ 法の計算機上での融合", 人文科学とコンピュータ 9-1 (1991)
- [10] D.A. ヤング / J.A. ピュー 著 川手恭輔 訳, "X Toolkit プログラミング", トッパン (1992)