

図的思考支援を目的とした図の多視点遠近画法について†

三 末 和 男^{††} 杉 山 公 造^{††}

KJ法に代表される発想法を計算機支援する際の重要な課題の一つである「全体視・詳細視問題」について考察する。限られたサイズの画面において図解の一覧性をいかにして達成するかを議論し、「多視点遠近画法」と呼ばれる新しい表示方式を提案する。まず使用者の立場から表示方式への五つの要求（詳細性、全体性、同時性、表示像の単一性、写像の適性）を明確にし、それらの要求を満たすものとして3種類の多視点遠近画法（魚眼表示方式、直交魚眼表示方式、二様表示方式）の写像を与え、それらの写像の性質を整理する。さらに我々が目的としている図的思考支援における本方式の有効性を示すため、発想法で用いられる図解を抽象化した複合グラフを表示対象とする場合をとりあげ、二様表示方式が五つの要求すべてを満足する有効な表示方式であることを示す。

1. はじめに

人間の知的活動のうち発想活動の計算機支援に関する研究が盛んになってきている¹⁾。このような研究は、発想の機械知能化を目指すものと人間の発想過程の対話型支援を目指すものの二つに大きく分けることができる。後者は一般にアイデアプロセッサと呼ばれているもので、日本では特に、KJ法²⁾に代表される発想法を図的な方法を用いて計算機支援する試みが盛んである^{3),4)}。これらにおいては、発想法における手作業を計算機上で行うことで、作業の記録、やり直しなどを容易にし、また図解の描画など面倒な作業から人間を開放することで、発想活動をよりしやすくすることが試みられている。またそのための柔軟な編集機能や自動描画機能が研究されている⁵⁾⁻⁷⁾。

発想法を計算機支援する際の大きな別の課題として作業空間のサイズの問題がある。すなわち、KJ法などの発想法においては図解の一覧性が特に重要視されるにも関わらず、ワークステーションの画面の限られたサイズと解像度では大きな図解に対してそれを得ることが困難なことである。この図解の一覧性をいかにして達成するかが、発想法に基づいた計算機支援の重要な課題である^{8),9)}。

このことは発想支援に限らずより一般的な問題として次のように言うこともできる。つまり、図解、図面、テキストなどを対象とするビジュアル・システム

において、表示対象の全体を詳細に表示するには画面が十分でないとき、詳細情報を見たいという要求と全体構造や視点位置を把握するための大局的情報を見たいという要求を同時に満たす問題である。限られた領域内で全体的な情報と詳細な情報をいかに組み合わせるのかという問題をここでは「全体視・詳細視問題」と呼ぶことにする。

我々は、全体視・詳細視問題に対して、新しい表示方式「多視点遠近画法」^{10),11)}を提案する。これは、写像によって平面上の図を変形させることで、全体の概略と部分的な詳細を1枚の図として同時に表示するものである。詳細性を必要とする視点の近くを拡大してより近くに見せ、概略だけでも十分な視点から離れた部分を縮小してより遠く見せることから、「遠近画法」と呼ばれる。

以下、第2章で、まずヒューマン・インタフェースの観点から表示方式への要求を整理する。第3章では、その要求に基づいて全体視・詳細視問題を解決するための新しい表示方式「多視点遠近画法」を提案する。3種類の多視点遠近画法、魚眼表示方式、直交魚眼表示方式、二様表示方式、を定式化し、それらの性質を整理する。第4章では、目的を図的思考支援に絞り、発想法で用いられる図解を抽象化した複合グラフ^{5),6)}を対象に実際の適用例を示すと共に、二様表示方式が複合グラフに対して大変有効であることを示す。そして、第5章でまとめと今後の課題を述べる。

本研究の背景をなす図的思考支援の考え方や用語については文献12)を参照されたい。また、全体視・詳細視問題に関連してこれまでになされた研究としては、大岩らのスーパインポーズ型表示方式⁴⁾、Spence

† On Multi-focus Perspective Display Method of Figures for Computer Aided Diagrammatical Thinking by KAZUO MITSUE and KOZO SUGIYAMA (International Institute for Advanced Study of Social Information Science, FUJITSU LABORATORIES LTD.).

†† (株)富士通研究所国際情報社会科学研究所第一研究部

らの bifocal display¹³⁾, Furnas の魚眼視の一般化¹⁴⁾,
そして Leung の地図を対象にした表示方式の考察¹⁵⁾
などが重要である。

2. 表示方式への要求

図解, 図面, テキストなど計算機で取り扱われる
様々な表示対象は, ある写像により表示像に写され,
表示装置に表示される。この一連の方式を表示方式と
呼ぶ。ビジュアルなシステムで作業する人間が抱き得
る表示方式への要求として次のものが考えられる。

(1) 詳細性

表示対象の(必要な部分の)詳細を見ることが
できること, すなわち, 文字や記号の解説, 線
種やフォントの識別などが可能なこと。

(2) 全体性

全体構造の把握, 視点の周囲や位置の把握, 遠
く離れた部分の参照などのために, 表示対象の
全体が表示されること。

(3) 同時性

表示の切り換えなどで作業を中断したり, 表示
していない情報の記憶を人間に強いがないため
に, 必要な全情報が同時に表示されること。

(4) 表示像の単一性

同一対象物に対する複数像間での同一性の判定
を人間に強いがないために, 一時には単一像だけ
が表示されること。

表示方式としてはこれら四つの要求をすべて満たす
ことが望ましい。また全体視・詳細視問題のためには
全体性と詳細性は必ず満たされなければならない。

現在多く採用されている表示方式には, スクリーン
エディタのように常に詳細図を表示する「詳細図方
式」, 拡大率の異なる図を画面を切り換えて表示する
「画面切替方式」, 同様な複数の図をマルチウィンドウ
などで同時に表示する「多画面方式」などがある。こ
れらを, 全体性と詳細性を満たすことを前提として,
他の二つの要求を満たすかどうかで分類したものが表
1である。表中の「多視点遠近画法」は本稿で提案す
る表示方式である。詳細図方式は全体性を満たさない
ため表には現れない。

表1の示すとおり, 画面切替方式と多画面方式は同
時性または表示像の単一性を満たしていない。その理
由はそれらが相似写像を採用しているからである。相
似写像では, 限られた表示領域において詳細性と全体
性の両方を一つの表示像で満たすことができず, 両方

表1 表示方式の分類
Table 1 Classification of display methods.

		表示像の単一性	
		不満足	満足
同時性	不満足		画面切替方式 ¹⁶⁾
	満足	多画面方式 (スーパインポーズ型 ¹⁷⁾ (タイリング型 ¹⁸⁾ オーバーラップ型 ¹⁹⁾	多視点遠近画法 (魚眼表示方式 直交魚眼表示方式 二様表示方式)

† Xウィンドウ・システム上のアプリケーション xdvi など。

表2 写像の性質
Table 2 Characters of mappings.

相似性	形状, 角を保存
正距性	2点間の距離の比を保存
正積性	領域の面積比を保存
正方位性	ある点に対する他の点の方位を保存
直交性	直交する2直線の直交性を保存
直線性	直線の直線性を保存
同相性	位相を保存
拡大率	拡大率に関する性質(一定, 連続など)

を満たすためには同時性が表示像の単一性が失われ
る。

どのような写像を用いるべきかは, 表示対象や利用
目的に密接に関連している。表2に示したような写像
の性質のうちから, 表示対象や利用目的に対して適切
なものを選択する必要がある。このことは上記の四つ
の要求の他に, 次のような要求が存在することを意味
している。

(5) 写像の適性

表示写像の性質を損なわずに見ることができる
ために, 写像の性質が適切であること。たとえ
ば, 形状を重視する機械部品などの図面では相
似性が, 分布地図などでは正積性が, 鉄道の路
線図では同相性が必要である。

次の章で提案する多視点遠近画は, 上記の五つの
要求を満たすものとして考えられている。ただし, 写
像の適性が表示対象や利用目的に依存するため, それ
らに対する表示方式の適切さの考察が重要である。第
4章では図的思考支援に対する多視点遠近画法の有効
性を検討する。

3. 多視点遠近画法

多視点遠近画は, 全体の概略と部分的な詳細を1

枚の図として同時に表示する方式である。多視点遠近画法の図はある写像によって図を変形することで得られる。その写像は、図全体を一定の大きさに保つと同時に視点部分を局所的に拡大する性質をもつ。そのため、その写像によって写された図は拡大率、縮小率が図全体に渡って一様ではない。ただし、最低限、図の位相を保存するために、その写像は対象となる図を含む範囲で局所的に同相であるとする。

以下、実際に写像を定義することで多視点遠近画法を3種類定式化する。ただし、いずれにおいても写像は f, g で表され、元の点 (x, y) が $(f(x, y), g(x, y))$ または $(f(x), g(y))$ に写されるとする。

3.1 魚眼表示方式

無限の領域を有限の領域に写すために関数 \tan^{-1} を用いて写像を構成した。この写像によると、視点の一つの場合に魚眼レンズを通して見たような図が得られ

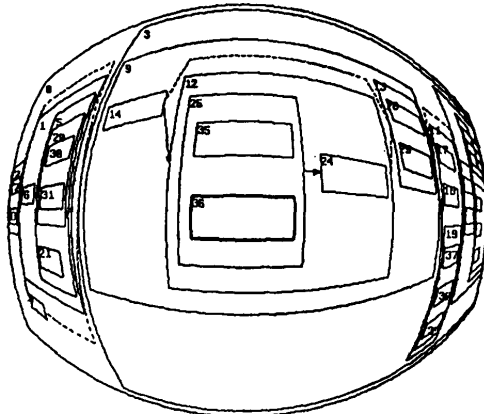
るので魚眼表示方式と呼ばれる (図1 (a), (b) 参照)。ただし、魚眼レンズとは異なり、魚眼表示方式では複数の視点を同時に拡大することも可能である。魚眼表示方式で用いる写像 f, g は次のように記述される:

$$f(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} f_i(x, y) \tag{1}$$

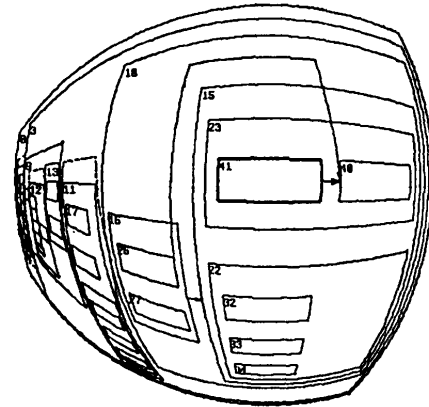
$$g(x, y) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} g_i(x, y) \tag{2}$$

$$f_i(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } x = x_i \text{ and } y = y_i \\ l_i(x, y) \cdot \cos \theta_i(x, y) & \text{otherwise} \end{cases} \tag{3}$$

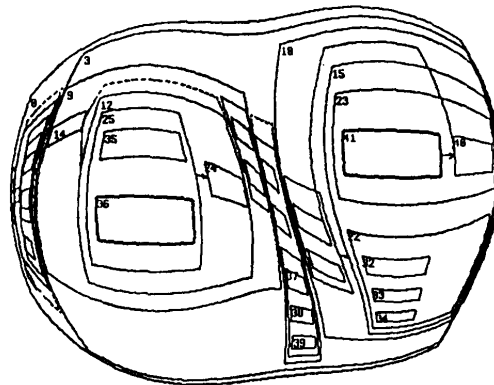
$$g_i(x, y) = \begin{cases} 0 & \text{if } x = x_i \text{ and } y = y_i \\ l_i(x, y) \cdot \sin \theta_i(x, y) & \text{otherwise} \end{cases} \tag{4}$$



(a) 視点数 $n=1$
(a) The number of viewpoints $n=1$.



(b) 視点数 $n=1$
(b) The number of viewpoints $n=1$.



(c) 視点数 $n=2$
(c) The number of viewpoints $n=2$.

図1 魚眼表示方式による表示例
Fig. 1 Representations by fisheye display method.

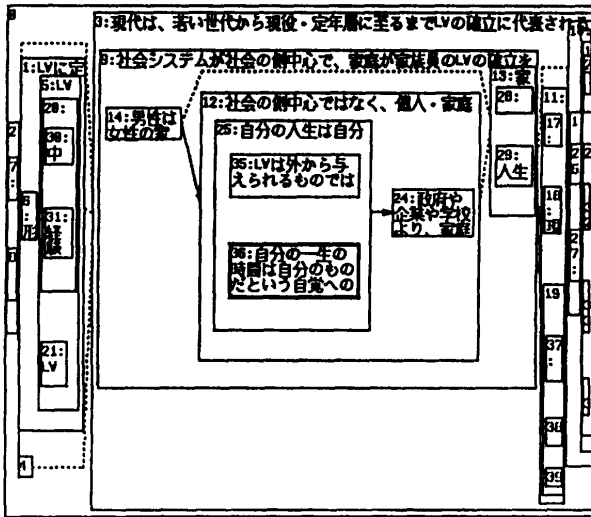
$$\theta_i(x, y) = \tan^{-1} \frac{y - y_i}{x - x_i} \quad (5)$$

$$l_i(x, y) = \frac{2r}{\pi} \cdot \tan^{-1} \frac{\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}}{s_i} \quad (6)$$

($i=0, 1, \dots, n-1$).

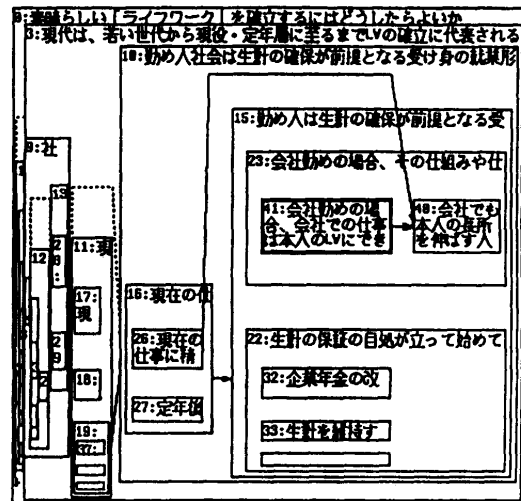
(x_i, y_i) は元の図における各視点の座標である。式(5)は視点 (x_i, y_i) に対する方位角 $\theta_i(x, y)$ を求め、式(6)は視点 (x_i, y_i) からの新しい距離 $l_i(x, y)$ を

定数 s_i と関数 \tan^{-1} で決定する。写された図の全体を半径 r の円内に入れるために定数 $2r/\pi$ を掛けている。式(3), (4)が各視点一つに対する写像で、視点に対する方位角を保存し、視点からの距離が $l_i(x, y)$ の位置に点を写す。各視点ごとの関数(3), (4)の相加平均により、式(1), (2)のように n 視点の写像が与えられる (図1参照)。



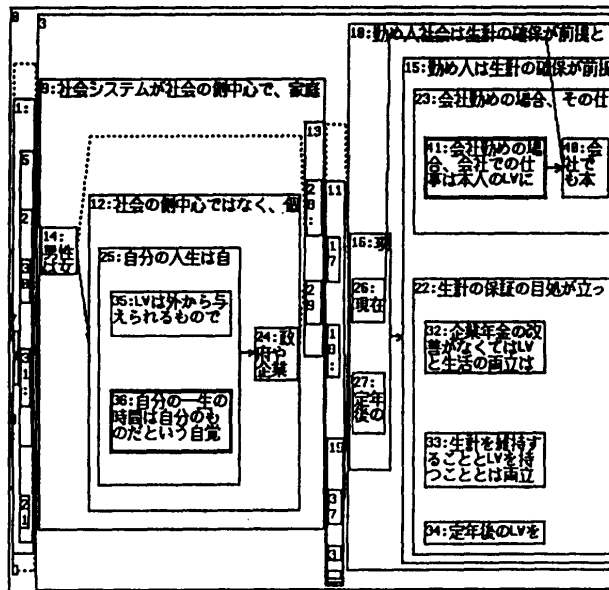
(a) 視点数 $n=1$

(a) The number of viewpoints $n=1$.



(b) 視点数 $n=1$

(b) The number of viewpoints $n=1$.



(c) 視点数 $n=2$

(c) The number of viewpoints $n=2$.

図2 直交魚眼表示方式による表示例

Fig. 2 Representations by orthogonal fisheye display method.

3.2 直交魚眼表示方式

魚眼表示方式では直線が曲線に写され図の形状が大きく歪むことが大きな特徴である。その魚眼表示方式を修正し x 座標と y 座標の写像を独立にして、 x 軸または y 軸に平行な直線の直線性とそれらの直交性を保存するようにしたものが、直交魚眼表示方式である。直交魚眼表示方式で用いる写像 f, g は次のように記述される：

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} f_i(x) \tag{7}$$

$$g(y) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} g_i(y) \tag{8}$$

$$f_i(x) = \frac{r}{\pi} \cdot \tan^{-1} \frac{x-x_i}{s_i} \tag{9}$$

$$g_i(y) = \frac{r}{\pi} \cdot \tan^{-1} \frac{y-y_i}{s_i} \tag{10}$$

$(i=0, 1, \dots, n-1).$

(x_i, y_i) は元の図における各視点の座標である。式(9)、(10)が各視点一つに対する写像で、各座標軸ごとに視点 (x_i, y_i) からの新しい距離を定数 s_i と関数 \tan^{-1} で決定する。写された図の全体を1辺の長さが r の正方形内に入れるために定数 r/π を掛けている。各視点ごとの関数(9)、(10)の相加平均により、式(7)、(8)のように n 視点の写像が与えられる(図2参照)。

魚眼表示方式では無限の領域を一定の大きさの円内に、また直交魚眼表示方式では無限の領域を一定の大きさの正方形内に写している。このことから、これらの表示方式では対象のサイズが大きくなるほど、全体の形状が円または正方形に近付くため、元の形状が保存されない傾向にある。そして、「図の右上の方」とか「中心のやや左側」といった図全体に対する視点の位置把握が困難になる。また、無限の領域を有限の領域に写すことで、視点から遠い部分ほど縮小される(視点から無限に離れた部分は無限に縮小される)ため、理論的にはすべてのものが表示されるが、実際上は周辺がつぶれて見えなくなる。

3.3 二様表示方式

魚眼表示方式や直交魚眼表示方式の欠点を克服するために、外形状を保存し、周辺部が無限に縮小されることのない表示方式を構成した。この表示方式は魚眼表示方式などとは異なり有限の長方形領域を相似の長方形領域に写すもので、各座標軸ごとに視点領域が一律に拡大され、その他の領域が一律に縮小されること

から二様表示方式と呼ばれる。視点領域に対しては、両軸方向の拡大率が等しいので相似拡大となる。

図3を用いてより具体的に説明する。最大の長方形が図の外枠に対応し、太線で表された四つの長方形が視点領域であるとする、//// の部分が x 軸方向に一律に拡大され、\\\\\\ の部分が y 軸方向に一律に拡大される。残りの部分は図の外枠の形状を変えないように各軸ごとに一律に縮小される。

二様表示方式の用いる写像 f, g は次のように記述される：

$$f(x) = \begin{cases} b_0 + \lambda(x - b_i) \\ \quad + \sigma \sum_{i=1}^m (b_i - a_i) \\ \quad + \lambda \sum_{i=1}^m (a_i - b_{i-1}) \\ \quad \text{if } b_i < x \leq a_{i+1} \\ \quad (i=0, 1, \dots, m) \\ b_0 + \sigma(x - a_i) \\ \quad + \sigma \sum_{i=1}^m (b_i - a_i) \\ \quad + \lambda \sum_{i=1}^m (a_i - b_{i-1}) \\ \quad \text{if } a_i < x \leq b_i \\ \quad (i=1, 2, \dots, m) \end{cases} \tag{11}$$

$$g(y) = \begin{cases} d_0 + \mu(y - d_j) \\ \quad + \sigma \sum_{i=1}^n (d_i - c_i) \\ \quad + \mu \sum_{i=1}^n (c_i - d_{i-1}) \\ \quad \text{if } d_j < y \leq c_{j+1} \\ \quad (j=0, 1, \dots, n) \\ d_0 + \sigma(y - c_j) \\ \quad + \sigma \sum_{i=1}^n (d_i - c_i) \\ \quad + \mu \sum_{i=1}^n (c_i - d_{i-1}) \\ \quad \text{if } c_j < y \leq d_j \\ \quad (j=1, 2, \dots, n). \end{cases} \tag{12}$$

ここで、 m と n はそれぞれ x 軸方向と y 軸方向の拡大領域の数である。図3に示されるように、図全体

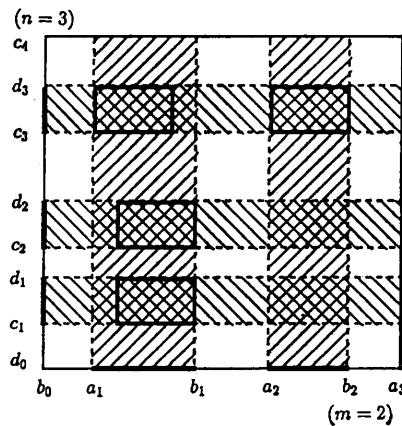


図3 二様表示方式で用いる写像における拡大領域
Fig. 3 Magnified areas in biform display method.

における拡大領域の数と x 軸方向、 y 軸方向の拡大領域の数は一般に異なる。 x 軸方向の拡大領域と y 軸方向の拡大領域はそれぞれ $U_{i=1}^m[a_i, b_i]$, $U_{j=1}^n[c_j, d_j]$ となり、それ以外の領域が縮小される。 (b_0, d_0) と (b_{m+1}, d_{m+1}) は、それぞれ図の外枠にあたる長方形の左下の頂点と右上の頂点である。 σ は視点領域の拡大率である。 λ と μ は視点領域以外のそれぞれ x 軸方向と y 軸方向の拡大率で、 σ から次のように定められる。

$$\lambda = \frac{(a_{m+1} - b_0) - \sigma \sum_{i=1}^m (b_i - a_i)}{\sum_{i=1}^m (a_i - b_{i-1})} \quad (13)$$

$$\mu = \frac{(c_{n+1} - d_0) - \sigma \sum_{j=1}^n (d_j - c_j)}{\sum_{j=1}^n (c_j - d_{j-1})} \quad (14)$$

ここに示した二様表示方式では、視点領域がすべて一様に拡大されるが、拡大領域が x 座標、 y 座標共に重なり合わない場合には拡大領域ごとに異なる拡大率で拡大することも可能である。その他、二様表示方式のように外形状を保存し、かつ魚眼表示方式のように拡大率が連続的に変化するものも考えられるが、写像はかなり複雑になる。

3.4 多視点遠近画法と写像の性質

多視点遠近画法の各方式が用いる写像の性質は表3のようになる。表中の○は写像がその性質を満たすことを示し、×は満たされないことを示す。また、△はその性質を条件または制限つきで満たすことを示し、右肩に付与されたアルファベットが各性質を満たす条件または制限を示す。アルファベットが二つ付与されたものはどちらかの条件の下で満たされる。

表3 多視点遠近画法の各方式と写像の性質
Table 3 Characters of each mapping of multi-focus perspective display methods.

表示方式 写像の性質	魚眼表示方式	直交魚眼表示方式	二様表示方式
相似性	×	×	△ ^d
正距性	×	×	△ ^d
正積性	×	×	△ ^e
正方位性	△ ^a	△ ^b	△ ^{bd}
直交性	×	△ ^c	△ ^{cd}
直線性	×	△ ^c	△ ^{ca}
同相性	○	○	○
拡大率	連続	連続	一定 ^e

^a 視点が唯一の場合、視点に対してだけ満足、^b x 軸方向と y 軸方向についてだけ満足、^c x 軸または y 軸に平行な直線についてだけ満足、^d 拡大領域で局所的に満足、^e 各部分領域で局所的に満足。

4. 図的思考支援のための多視点遠近画法

はじめに述べたように、発想法における手作業の計算法は、多くの利点をもたらすと共に作業空間のサイズに関する大きな課題を残している。つまり、発想法において重要視されている性質の一つ、図解の一覧性をいかにして達成するかという課題である。ここでは、発想法での図解の一覧性達成を目的として、複合グラフへの多視点遠近画法の適用を考える。

4.1 複合グラフ

複合グラフとは、発想法で用いられているカードやカードを含む領域とそれらの間の包含関係、隣接関係を表現した図解を抽象化したもので、数学的には複数

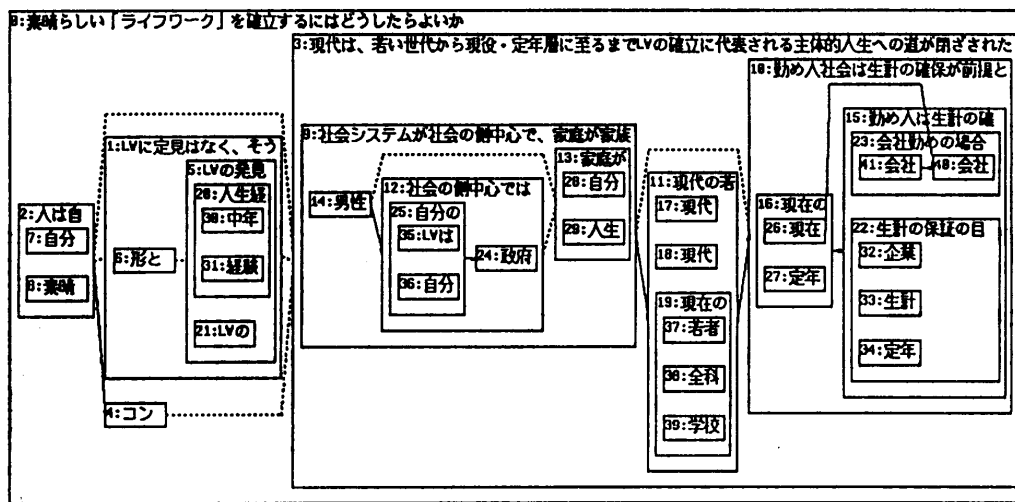


図4 KJ 図解²⁾と同形な複合グラフの表示例
Fig. 4 A drawing of a compound graph isomorphic to a KJ-diagram²⁾.

種類の枝をもつグラフ G として次のように定義される。

$$G=(V, E, \theta^+, \theta^-, t) \quad (15)$$

V : 節点集合

E : 枝集合

$\theta^+, \theta^-: E \rightarrow V$ (E の結合関数)

$t: E \rightarrow Type$ (E の型関数)。

$\theta^+(e), \theta^-(e)$ はそれぞれ枝 e の始点と終点である。関数 t は枝に型を与える。ここでは $Type$ は整数とし、 $t(e)=0$ のとき e を包含枝と呼び、 $t(e) \neq 0$ のとき隣接枝と呼ぶ。

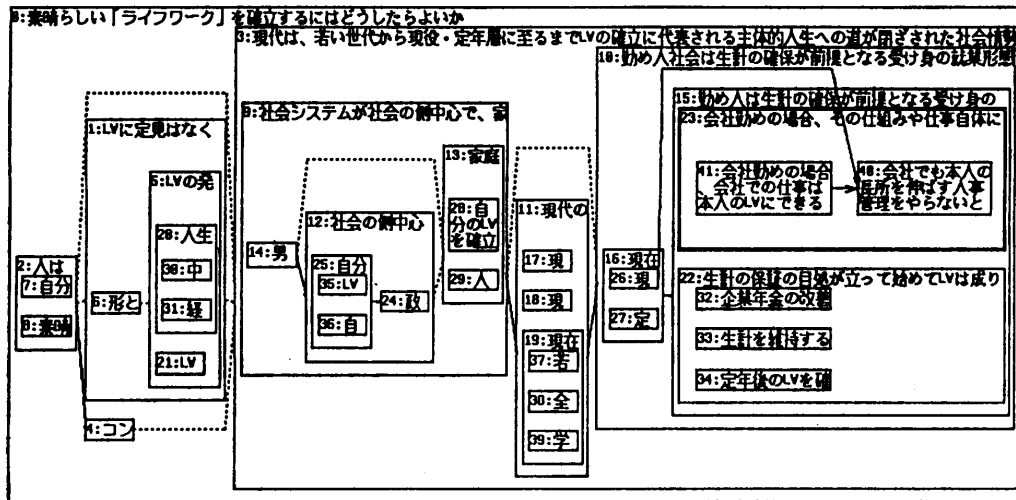
我々は既に複合グラフの自動描画法^{5),6)}を開発して

いる。この方法は、節点を長方形の領域として描き、包含枝を長方形の領域の包含関係で表現し、隣接枝が一定の向き(たとえば右向き)になるように、階層的にその長方形を配置するものである。これらの描画規約を表4に示す。

KJ法で使われる図解²⁾と同形の複合グラフを我々の自動描画法で描いた例を図4に示す。長方形内のテキストは、文字サイズを一定にして長方形のサイズに依存して文字数を変えている。

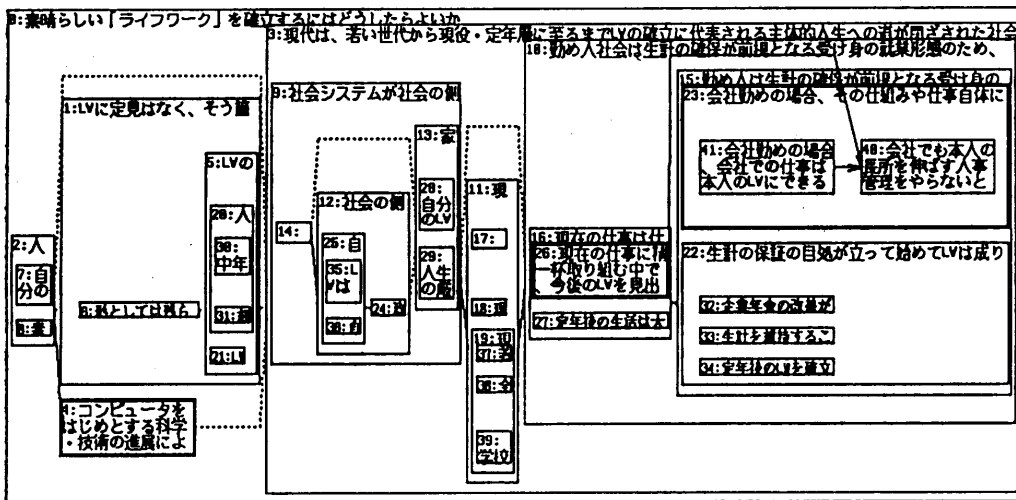
4.2 多視点遠近画法による表示例

図4に示した複合グラフを魚眼表示方式を用いて表示した例を図1に示す。(a)と(b)はどちらも視点数



(a) 視点数 $n=1$

(a) The number of viewpoints $n=1$.



(b) 視点数 $n=3$

(b) The number of viewpoints $n=3$.

図5 二様表示方式による表示例

Fig. 5 Representations by biform display method.

が1の例である。(c)は(a)における視点と(b)における視点の両方を同時に視点にしたもので視点数が2である。式(1), (2)からもわかるように, (c)の各点の座標は, 対応する(a)の点の座標と(b)の点の座標の相加平均, この場合は(a)の点と(b)の点の midpoint, になっている。

直交魚眼表示方式を用いて同じ複合グラフを表示した例を図2に示す。(a), (b), (c)の各々の関係は図1と同様である。

二様表示方式を用いて同じ複合グラフを表示した例を図5に示す。(a)は視点数が1, (b)は視点数が3の例である。図4と比較すると, 外枠の形状が変化せず視点領域が相似拡大されていることがわかる。

4.3 複合グラフへの適合性

ある特定の表示対象に対する多視点遠近画法の適合性を検証するためには, 表示方式への要求のうち写像の適性の検証が必要となる。その他の要求は満たされているので考慮不要である。

表示対象がグラフに基づく図解である場合, 写像の性質として同相性は必要条件となる。さらに, グラフが何らかの描画規約に基づいて平面上に描かれている場合, その描画規約に整合する写像の性質が満たされるべきである。表4の描画規約に対応して必要とされる写像の性質は下記ようになる。

- C1: x 軸または y 軸に平行な直線の直線性, 直交性が満たされる。
- C2: 対象を含む範囲で同相性が満たされる。
- C3: 直線は, 直線または折れ線に写る。
- C4: x 軸または y 軸に平行な直線の直線性と, x 軸方向と y 軸方向の方向性が満たされる。

これを写像の性質について整理すると表5のようになる。表3と表5を比較して, 多視点遠近画法の複合グラフへの適合性を判断する。同相性についてはすべての方式が満足している。しかし, 魚眼表示方式は直交性と直線性を満たさないのが不適当である。直交魚眼表示方式は x 軸または y 軸に平行な直線については直交性と直線性を満たすが, x 軸と y 軸の両方に平行でない直線の直線性は依然満たされない。二様表示方式は上記条件をすべて満たす。

以上より, 階層的に描かれた複合グラフを表示対象とする場合, 二様表示方式は表示方式への五つの要求, 写像の適性, 詳細性, 全体性, 同時性, 表示像の単一性, をすべて満足する有効な表示方式であるといえる。また, 表3に示されるとおり, 二様表示方式

表4 複合グラフの描画規約

Table 4 Conventions for drawing compound graphs.

C1	節点は2辺が水平線に平行な長方形の領域として描く
C2	包含枝は領域の包含関係で表示する
C3	隣接枝は直線または折れ線として描く
C4	階層表現をとる (平行な層上に節点を配置)

表5 階層描画された複合グラフに必要な写像の性質
Table 5 Characters of mappings required in the case of compound graphs.

正方位性	x 軸方向と y 軸方向の方向性を保存
直交性	x 軸または y 軸に平行な直線について満たされる
直線性	x 軸または y 軸に平行な直線について満たされ, それ以外の直線は折れ線に写っても良い
同相性	対象を含む範囲で同相

は, 条件付きながら最も多くの写像の性質を満たしている。そして, 局所的ではあるが, 視点領域で写像の性質として望ましい相似性が満たされている。これらのことから, 複合グラフ以外の表示対象に対する二様表示方式の有効性も十分に期待できる。

5. まとめ

我々の提案した多視点遠近画法は, 表示方式への要求のうち, 詳細性, 全体性, 同時性, 表示像の単一性を満足する有効な表示方式である。さらに, 多視点遠近画法の一つ, 二様表示方式は, 階層的に描かれた複合グラフを表示対象とした場合, もう一つの要求, 写像の適性も満足する適切な表示方式であることも示された。本文中で定式化を行った多視点遠近画法の表示方式はすべてワークステーション Sun-4 上で実現され, 現在我々が開発中の図的発想支援システム **D-ABDUCTOR** の一機能として組み込まれている。

全体視・詳細視問題に対して, 多視点遠近画法は図上の距離に基づいた図の局所的な拡大縮小により目的を果たした。さらにこれとは別のアプローチとして, 次の様な方法も考えている¹⁸⁾。(1)図の拡大縮小でなく, 図解の不要な要素を削除することで, 部分的な詳細と共に全体の概略構造を示す。また, (2)図上の距離でなく図に表された構造(例えば, グラフ)上の距離に基づいて, 拡大縮小または削除を行う。

参考文献

- 1) 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, Research Memorandum IAS-RM-90-1J, 富士通(株) (1990)。

- 2) 川喜田二郎: KJ 法, p. 581, 中央公論社 (1986).
- 3) 篠原靖志: 知識整理支援システム CONSIST の開発, 電力中央研究所報告 Y 86003, (財)電力中央研究所 (1987).
- 4) Ohiwa, H., Kawai, K. and Koyama, M.: Idea Processor and the KJ Method, *J. Inf. Process.*, Vol. 31, No. 1, pp. 44-48 (1990).
- 5) Sugiyama, K. and Misue, K.: Visualizing Structural Information: Hierarchical Drawing of a Compound Digraph, Research Report No. 86, IIAS-SIS, FUJITSU LIMITED (1989), (to appear in *IEEE T. SMC*, Vol. 13, No. 2 (1991)).
- 6) 三末和男, 杉山公造: 図的思考支援を目的とした複合グラフの階層的描画法について, *情報処理学会論文誌*, Vol. 30, No. 10, pp. 1324-1334 (1989).
- 7) 三末和男: 図的発想支援システム: D-ABDUCTOR のための図の操作について, 第 41 回情報処理学会全国大会論文集, 6 G-4 (1990).
- 8) 杉山公造: 図的思考展開支援からみた KJ 法の分析, 第 5 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp. 325-330 (1989).
- 9) Sugiyama, K. and Misue, K.: Good Graphic Interfaces for Good Idea Organisers, *Proc. of the IFIP TC 13 Third International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT '90)*, pp. 521-526 (1990).
- 10) 三末和男, 杉山公造: グラフィック・インタフェースのための全体と詳細を同時に見せる遠近画法, 第 5 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp. 463-468 (1989).
- 11) 三末和男, 杉山公造: 複合グラフ描画における全体と詳細を同時に見せる遠近画法, *情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料*, HI-29 (1990).
- 12) 杉山公造: 図的思考展開支援に関する基礎的研究—発想系情報学の構築にむけて—, *国際情報社会科学研究報告* 第 24 号, 第 25 号, 富士通(株) (1988).
- 13) Spence, R. and Apperley, M.: *Data Base Navigation: an Office Environment for the Professional, Behaviour and Information Technology*, Vol. 1, No. 1, pp. 43-54 (1982).
- 14) Furnas, G. W.: Generalized Fisheye Views, *Proceedings of Human Factors in Computing Systems*, pp. 16-23 (1986).
- 15) Leung, Y. K.: Human-Computer Interface Techniques for Map Based Diagrams, *Designing and Using Human-Computer Interfaces and Knowledge Based Systems*, pp. 361-368 (1989).
- 16) OASYS 100 FII 文書作成ガイド, p. 615, 富士通(株) (1986).
- 17) Sharon Zardetto Aker: *SuperPaint User Manual*, Silicon Beach Software (1988).
- 18) 三末和男: 図の概略化と発想支援への応用, *情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料*, HI-31 (1990).

(平成 3 年 1 月 30 日受付)
(平成 3 年 4 月 9 日採録)



三末 和男 (正会員)

1962 年生。1984 年東京理科大学理工学部情報科学科卒業。1986 年同大学院理工学研究科修士課程(情報科学)修了。同年より富士通(株)(現在, (株)富士通研究所)国際情報社会科学研究所に勤務。発想支援系に関する研究に従事。他に, プログラミング言語, 形式言語, 形式意味論に興味を持つ。日本ソフトウェア科学会会員。



杉山 公造 (正会員)

昭和 20 年生。昭和 49 年名古屋大学大学院理学研究科博士課程修了。同年富士通(株)(現在, (株)富士通研究所)国際情報社会科学研究所入所。現在, 第一研究部長。システム分析技法, 構造情報の視覚化などの研究を経て, 現在は個人/集団の思考展開支援環境の研究に従事。理学博士。計測自動制御学会会員。