

## マルチメディア情報を利用した知的図面検索手法

島 光秀, 脇本浩司, 田中 聡, 柴山純一, 前田 暉  
三菱電機株式会社 情報電子研究所

文字や数値だけでなく、画像や図形までを含めたマルチメディア情報を扱う処理技術を開発している。本論文では、図形の一部（例えば、プラント系統図に於ける機器）を検索キーとして指示し、予め蓄積された、図形の状態の因果関係をルールで記述した知識を用いて、関連した情報を検索する手法について述べる。この検索手法では、個々の図形情報以外に汎化した情報間の関連や状態等をルールで記述し、さらに、図形の接続関係を追跡する処理を組み込んだ知識を用いる事によって、同種類の別図面への対応や、異なる検索要求への対応を可能とした。今回、プラント系統図のデータに対して適用し、実験システムを開発した。

### Intelligent Retrieval Method of Drawings, using Multimedia Information

Mitsuhide Shima, Koji Wakimoto, Satoshi Tanaka,  
Jun`ichi Shibayama and Akira Maeda  
Mitsubishi Electric Corp.

We are developing a multimedia information system, which treats images, figures, characters and numerical values. In this paper, we describe our intelligent retrieval method. The method uses knowledge about relationship between figures, to retrieve related parts of drawings given a retrieval key as a part of figures. In this method, the knowledge is described as a collection of state transition rules and figure tracing methods. So the method can be applied to various types of drawings and various types of retrieval function. We are developing an experimental system, applying this method to plant diagrams.

## 1. はじめに

近年、ワープロやCAD/CAM等、図面や文書を扱う機器が普及し、ディスク容量が増加するに伴って、文字/数値だけでなく、画像や図形まで含めたマルチメディア情報を自由に利用したいという要求が高まり、そのための手法が盛んに研究されている(1)(2)(3)。しかしながら、画像や図形等の情報は、それ自身に多くの意味内容を持ち、データ量も膨大なため、それらの情報をどのように記述し、多くのデータから所望のデータをいかに効率的に取り出すかが重要な技術課題となる。

我々は、画像や図形等のマルチメディア情報を用いた蓄積や検索に関する研究を行っている(4)(5)(6)(7)(8)(9)。今回特に、図面上のシンボル等の図形を検索キーとして、それと関連する図形を検索する技術について報告する。

マルチメディア情報に関する検索では、希望する画像や図形の内容を指定し、それと関連するものを検索したいという要求がある。

この様な関連検索は通常、コードやデータベース操作言語を用いる手段や、ハイパーメディアを用いる手段を用いる事によって実現している(10)。

前者の手段では、図面上のシンボル間を関連付ける情報を、コードやデータベース操作言語の検索条件等で明確に記述するのは難しく、また、その様な記述を用いた検索は、ユーザに対してかなりの負担となる。

後者の手段では、検索キーに対して検索結果となるもの全部に予めリンクをはっておくもので、検索したいものに直接リンクをはるため、データの追加・削除・変更があった場合は、その箇所のリンクを再びはり直す必要がある。

これに対し、我々は、論理的な接続関係が意味を持つ図面を対象として、その接続関係をたどる事によって得られる機器間の関連状態(すなわち、機器間の関連と機器の状態)をルール化して、知識ベースとして蓄積しておき、指定された図面上のシンボルと関連する情報を検索する手法を研究している。

この手法を用いた場合、関連の状態をルール化しているため、個々のデータのリンクのはり方を知識で吸収でき、データの追加・削除・変更があった場合でも、個々のデータに対してリンクをはり直す必要がなく対応できる。また、同じデータに対して、知識ベースを変更する事により、異なる要求に柔軟に対応する事ができる。

ここでは、発電所で用いられているプラント系統図を対象として、データの記述や検索手法について述べる。これにより、利用者は検索条件として情報の関連状態を詳細に指定する必要がなく、また、利用者により異なる検索要求にも知識の変更により対応できるなど、マンマシンインタフェース機能の向上が見込まれる。

## 2. プラント系統図における検索

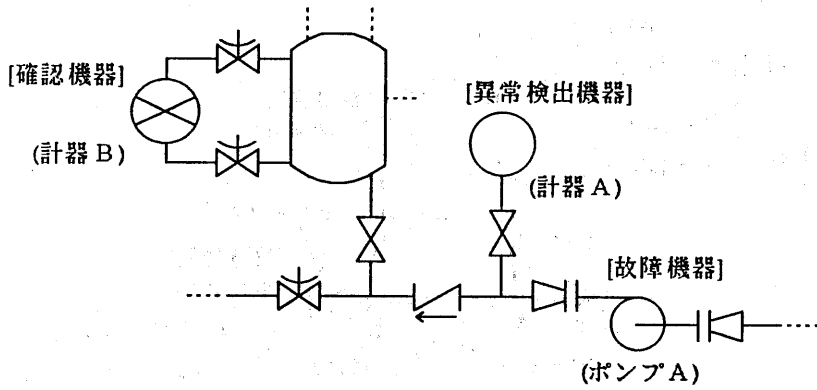
発電所等のプラント系統図に於ける、マルチメディア情報を用いた関連検索の一応用例を示す。

例えば、発電所におけるプラント設備管理では以下の作業が行われている。

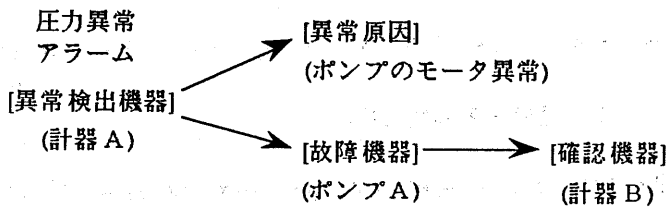
まず、プラント上で不具合が発生した時、その異常を計器が検出してアラームが鳴る。それに対して、管理者は、その計器を調べて、プラント系統図上で対応する機器を探して、その系統図上でその原因と故障機器を見付け応急処置を施す。

今までは、この様な作業を行うには、プラント系統図上で、マニュアル等を参照しながら、逐一経路を自分でたどったり、故障機器を特定するために必要となる情報をその都度検索したりする必要があった。

現在、我々が開発しているシステムでは、この様な作業をサポートする事ができる。すなわち、指定された異常を検出した計器に対して、異常の原因と故障機器の候補、及び、その候補を検証する際に確認する必要がある機器の候補を検索できる。なお、検索した後に必要となる原因や故障機器の特定は、管理者が行う。



(a) 系統図上の検索機器



(b) 検索するデータの関係

図1 プラント系統図における検索

具体的には、図1に示す様に、まず、異常を検出した機器（計器A）からその異常の原因（ポンプのモータ不良）を推定すると共に、故障機器（ポンプA）を求める「故障機器候補の検索」を行う。そして、検索した故障機器の候補（ポンプA）に対して、その機器が故障している事を確認する際に必要となる機器（計器B）を求める「確認機器候補の検索」を行う。

#### (1) 故障機器候補の検索

ここでは、プラント系統図上で、アラームを鳴らして異常を検出した計器を指定するだけで、その異常の原因、及び、故障機器の候補とその機器に至る経路を検索する。

例えば、図2(a)に示す様なプラント系統図において、（計器A）が異常を検出してアラームを鳴らした場合に、故障機器候補として（ポンプA）を次の様にして検索する。

まず、（計器A）に圧力異常が現われた原因は、水の流れの上流にあると考えられるので、上流の方向に接続関係を追跡して行く。

すなわち、図2(a)において、水流は矢印で示す方向に流れている。よって、図2(b)に示す様に検索して行く。

次に、「圧力異常の原因は、タンクまたはポンプのいずれかの異常である」という知識を用いて（ポンプA）を故障機器候補として取り出す。

さらに、知識ベースを用いて、異常の原因は「ポンプのモータ不良」と推定する。

この様にして、異常検出機器（計器A）から、異常の原因（ポンプのモータ異常）、及び、故障機器の候補（ポンプA）をその機器に至る経路（図2(b)）を検索できる。

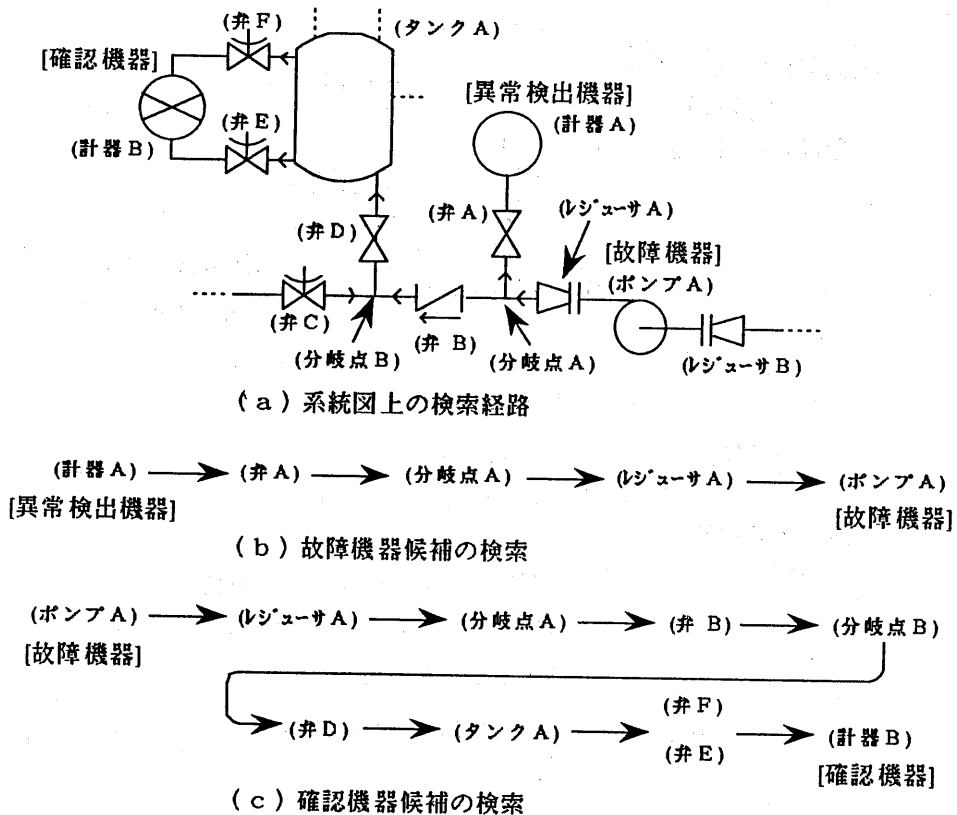


図2 プラント系統図の検索例

(2) 確認機器候補の検索

ここでは、(1)の故障機器候補の検索で求めた故障機器候補に対して、その機器が故障している事を確認するために、その故障機器が影響を及ぼしている別の機器の異常を示している計器と、そこに至る経路を検索する。

例えば、図2(a)に示す様なプラント系統図に於いて、(ポンプA)が故障機器候補の場合に、確認機器候補として(計器B)を次の様にして検索する。

まず、(ポンプA)が故障機器かどうかを確認するためには、水の流れの下流の方向に接続関係を追跡して行く。

すなわち、図2(a)において、水流は矢印で示す方向に流れている。よって、図2(c)に示す様に検索して行き、(計器B)を確認機器候補として取り出す。

この時、(計器B)で追跡を止めたのは、「ポンプの異常は、タンクの水位異常である」、「タンクの水位異常に対しては、水位計のチェックを行う」という知識を用いたためである。なお、ここでは、(計器B)は水位計である。

この様にして、(1)で示した「故障機器候補の検索」により得られた故障機器候補(ポンプA)が、本当に故障している事を確認するために、その故障機器が影響を及ぼしている別の機器の異常を示している計器(計器B)と、そこに至る経路(図2(c))を検索できる。なお、異常を示している計器は、現在アラームを鳴らしている計器とは別の計器である。

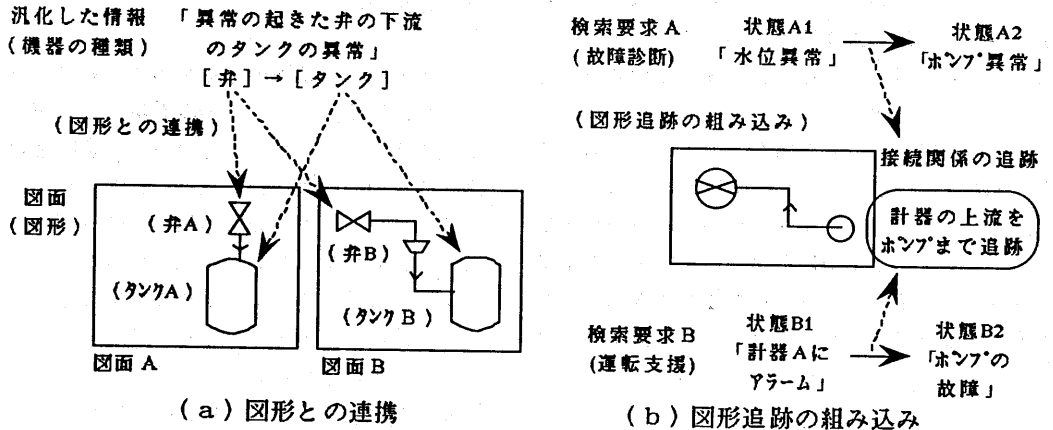


図3 関連検索における知識

### 3. 関連検索における知識

現在、我々の開発しているシステムで行われている関連検索で用いられている知識について示す。

この知識は、マルチメディア情報に於ける図形と対応しており、機器の接続関係を示す関連状態をルール化して蓄積している。そのため、(機器X)と(機器Y)を直接対応付けるのではなく、「ある種類の機器から接続関係を上流にたどって得られる別のある種類の機器」といった様な図形の関連状態を示した知識を基に、(機器X)から上流の方向に接続関係をたどり(機器Y)を求める。

ここで示す関連検索に於ける知識は、「図形との連携」と「図形追跡の包含」を特徴としたものである。

#### (1) 図形との連携

従来の方では、ある図面内の図形間の関連を示すためには、検索に必要な図形全部に直接リンクをはる必要があった。このため、データの追加・削除・変更があった場合は、リンクをはり直さなければならなかった。

我々が現在開発しているシステムにおいては、個々の図形情報以外に汎化した情報(例えば、機器の種類)間の関連と状態(例えば、異常の起きた弁の下流にあるタンクの異常)等をルールで記述するだけでなく、そのルールを図面中の個別の機器と対応(連携)して適用する事により関連したものを取出す。

この方法を用いる事により、汎化した情報は別図面に於いても同一なため、データの変更や異なる図面に対しても対応する事ができる。

例えば、図3(a)に示す様に、図面Aにおいて、(弁A)と(タンクA)の関連を示す時、各々の図形情報以外に汎化した情報は[弁]と[タンク]であり、「異常の起きた弁の下流にあるタンクの異常」という状態と合せて、[弁]→[タンク]の様なルールの形で示す。これは、別図面Bに於ける(弁B)と(タンクB)に対する関連を示す事ができる。

#### (2) 図形追跡の組込み

我々が現在開発している知識においては、実際の図形の接続関係を追跡する処理を組込んでいる。

この方法を用いる事により、同種の図面を使用する限り、図形の接続関係を追跡する手続き（またはルール）は同一なので、異なる検索要求に対しても対応する事ができる。

例えば、図3(b)に示す様に、検索要求Aを実現するには、状態A1からA2への遷移を「A1」→「A2」の形で示すと同時に”計器の上流をたどりポンプまで追跡”という接続関係の追跡を包含している。これは、異なる検索要求Bに於ける状態遷移「B1」→「B2」にも対応している。

#### 4. 実施例

今回開発した、発電所におけるプラント系統図に適用するシステムで用いる知識ベースを、図4に示す様に作成した。

図4で示した様な知識ベースを用いる事により、図5で示す例の結果が得られた。図5(a)では、利用者により指定された異常を検出した機器（計器）を、図5(b),(c)では、検索により得られた故障機器候補とそこに至る経路、および、確認機器候補とそこに至る経路を各々示している。

#### 5. まとめ

本稿では、系統図の様な図面に於いて、予め蓄積された因果関係を示す知識を用いて、関連する情報を検索する手法と、その検索要求に柔軟に対処するための知識の利用法について述べた。

この結果、図面内の図形個々のデータの追加・削除・変更があっても、知識を持つ事によって、リンクをはり直さずに、柔軟に対応できる。

本手法は、発電所に於ける、異常原因や故障機器の検索等に応用される。

本研究は、通産省工業技術院大型プロジェクト「電子計算機相互運用データベースシステムの研究開発」の一環としてNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）から委託を受けて、実施したものである。

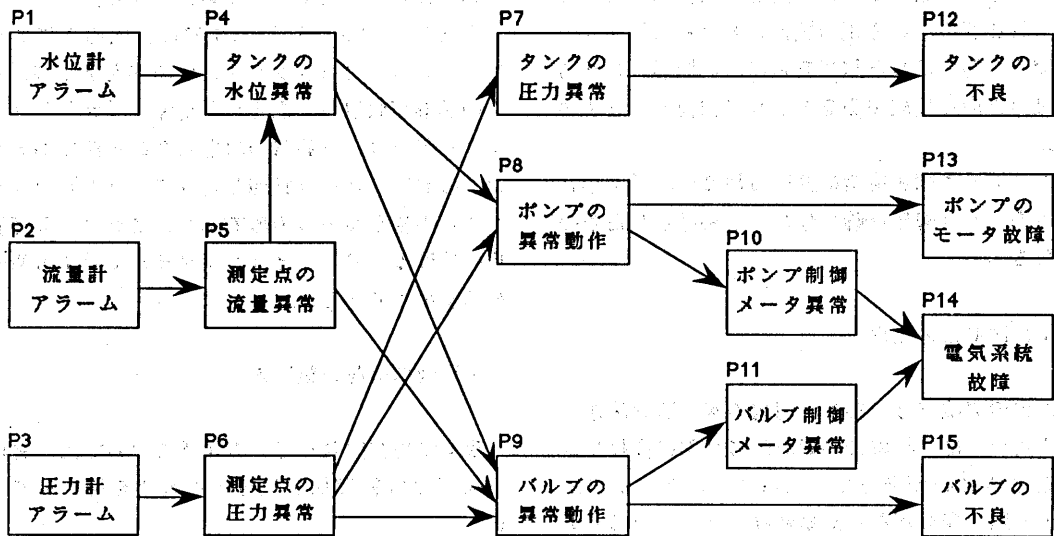
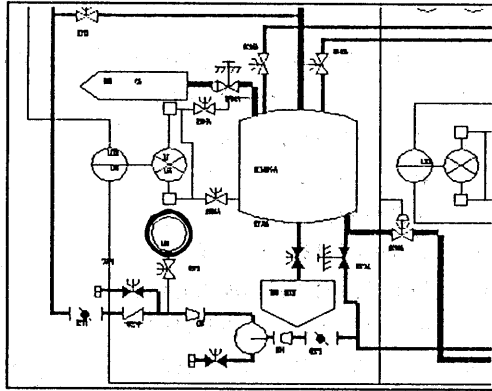
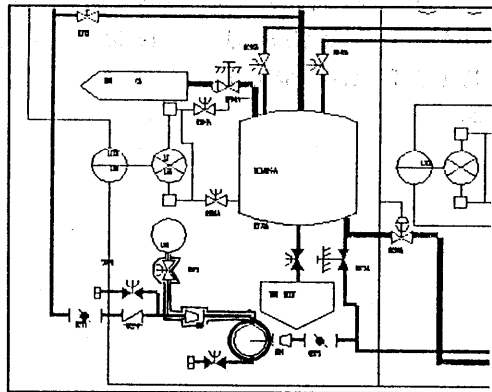


図4 知識ベース例

(a) 利用者による指定



(b) 故障機器候補とその機器に至る経路の検索



(c) 確認機器候補とその機器に至る経路の検索

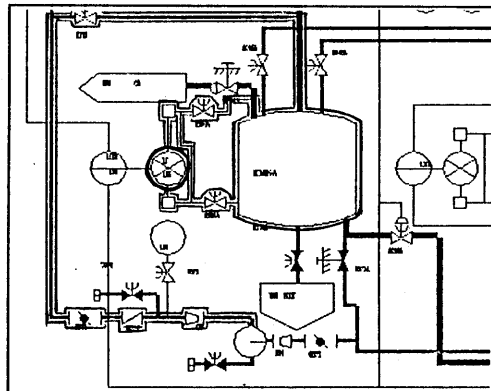


図5 処理イメージ

## 文献

- (1) 加藤：「画像データベースのヒューマンインターフェイス」，システム／制御／情報 Vol. 34, No.13, pp 37-42, 1990.
- (2) 坂内：「これからの画像データベース」，テレビジョン学会技術報告，Vol.14, No.13, pp 37-42, Feb, 1990.
- (3) 木戸出，恒川：「画像情報処理におけるマルチメディアデータベース」，情報処理，Vol.28, No.6, pp 756-764, June, 1987
- (4) A.Maeda et al.："A Multimedia Database System Featuring Similarity Retrieval"，Proc. 2nd ISIIS '88, pp 239-244, 1988.
- (5) 島他：「ネットワーク構造に基づく類似検索手法」，情報処理学会第38回全国大会，3K-6, 1988,
- (6) S.Tanaka et al.："Retrieval method for an image database based on topological structure"，SPIE's 33rd Int'l symposium, August, 1989.
- (7) 前田他：「図面の構造に基づいたマルチメディア検索手法」，電子計算機相互運用データベースシステムの研究開発中間成果発表会，Dec, 1989.
- (8) 島他：「知識を用いた図形解釈に基づくマルチメディア情報の検索手法」，情報処理学会第39回全国大会，3M-6, 1989.
- (9) 柴山他：「知識を用いた図形の類似検索法」信学技報，IE90-8, pp 55-60, May, 1990.
- (10) 「21世紀へ、始動するマルチメディア」日経エレクトロニクス，No.471, 1989.4.17.