

教育的インタフェースを備えた保守教育支援システム ADVISOR†

吉澤 純一^{††} 武藤 昭一^{††} 田中 秀雄^{††}
植田 孝夫^{†††} 西田 正吾^{†††} 坂口 敏明^{†††}

各種設備を高信頼度で維持・運用するためには、機器そのものの高信頼化を図ると共に、運転・保守に携わる要員の教育・訓練が重要である。一方、今日の CAI は多種メディア機器の発達、認知科学の発展、そして新しいプログラミング・パラダイムの出現を背景に、従来になかった新しい教育・訓練環境を提供できるようになってきている。このような背景の下に、筆者らは電力設備に携わる保守員の教育支援を題材に、メディアテクノロジー、知識工学、認知科学の成果を取り入れた保守教育支援システム ADVISOR (ADvanced Video InStructOR) を開発した。ADVISOR では、インタフェース中心主義の立場から教育支援を試みている。すなわち、学習対象の理解を支援するために各学習ステップの概念的意味や具体的内容、各学習ステップの全体に対する重要性、学習空間における現在位置等が逐次把握できる教育的インタフェースを、ビデオディスプレイやビットマップ・ディスプレイを利用して実現している。また、他の対象に対しても学習空間が容易に構築できる、構築ツールを用意している。本論では、まず、ADVISOR の設計思想について述べる。次に、実現されている教育的インタフェースの機能とその実現方法について説明する。

1. ま え が き

今日、各種設備の信頼性は構成要素の信頼性の向上やシステム技術の発展により従来に比べ格段に向上してきているが、一方では設備の高信頼度化により、保守員がトラブルに対応したり保守作業を行う機会が減少してきている。このため、保守員の技術の維持・向上や保守技術の継承が大きな問題になりつつある。

このような状況に対処する方法として今日の CAI (Computer Assisted Instruction) は、様々なメディアとの結合、新しいプログラミング・パラダイムの出現を背景に、従来になかった新しい教育環境¹⁾を提供できるようになってきており有効な手段になりつつある。

筆者らはこのような背景の下に、電力設備に携わる保守員を対象に、メディアテクノロジー、知識工学、認知科学²⁾⁻⁴⁾の成果を取り入れた保守教育支援システム ADVISOR (ADvanced Video InStructOR)^{5), 6)}を開発した。ADVISOR では従来の CAI の研究に多く見られるようなコンピュータを知的にする立場ではなく、人間を知的にすることを狙いとするインタフェース中心主義の立場^{7), 8)}に立った教育支援を試みて

いる。

すなわち、教授方略として、各学習ステップの概念的意味や具体的内容、学習ステップの全体に対する重要性、さらに学習空間(本システムでは学習対象である電力設備の保守作業手順はネットワーク状に展開されて管理されているが、このネットワーク状に展開された学習対象を学習空間と呼ぶ)における現在位置等が逐次把握できる教育的インタフェースを提供し、学習者が自由に学習空間を探索したりシステムに質問しながら、その過程で保守に関する様々な知識を概念的かつ具体的に習得するアプローチをとっている。

本論では、まず本システムの設計思想をつくる上で採用している認知科学の知見について説明する。次に教育対象である保守の expertise (専門的技能や知識) の特徴を分析し、各 expertise 習得のために必要な教授方略について検討を加え、インタフェース中心主義の立場に立った新しい教授方略を提案する。最後に、学習環境として実現されている教育的インタフェースの機能とその実現方法について述べる。

2. 設 計 思 想

CAI の設計では、どのような教授方略の下に、人間の学習過程のどのような側面に焦点を当てて支援するか、また実際にどのような学習環境を学習者に提供するかという点を明確にすることが重要である。

本章では、まず本システムが採用している認知科学の知見について述べる。次に、学習対象である機器の保守に必要な expertise の特徴について分析し、これ

† ADVISOR: A Learning Environment for Maintenance with Pedagogical Interfaces to Enhance Student's Understanding by JUNICHI YOSHIZAWA, SYOICHI MUTO, HIDEO TANAKA (Computer & Communication Research Center, The Tokyo Electric Power Co., Inc.), TAKAO UEDA, SHOGO NISHIDA and TOSHIKI SAKAGUCHI (Central Research Laboratory, Mitsubishi Electric Corporation).

†† 東京電力(株)システム研究所

††† 三菱電機(株)中央研究所

に対してどのような教授方略と学習環境を実現しているかについて説明する。なお今回開発したシステムは電力設備の一種であるガス絶縁開閉装置 (GIS) の異常時対策を例としているが、様々な機器の保守一般に適用可能である。

2.1 認知科学の知見

ADVISOR では、教授方略とビジュアル・インタフェースを設計する上で、認知科学で得られた以下の知見をトップダウン的に取り入れている。

(1) 教授方略に対する知見

- 理解とは永遠にインタラクティブなものであり、あるレベルの理解で満足することもあれば、一方、理解が進めば進むほど、ますます新たな疑問がわいてくることも多い²⁾。
- 理解の過程で視点を変えることで、今まで気付かなかったことに気付いたり、既にわかっていると思っていたことに疑問が生じたりして、さらに理解が深まることがある³⁾。

上記の指摘から“人間の理解”の過程を支援する次のような教授方略と学習環境のあり方を読み取ることができる。

- 学習過程の制御は学習者に主導権を与え、その過程で学習者は必要があれば質問を繰り返しながら理解を深めることのできる環境が必要である。
- 固定したレベルの学習内容を提示するだけでなく、その概念的側面や全体との関係が把握できる環境が必要である。

(2) ビジュアル・インタフェースに対する知見⁴⁾

- 大規模なデータ・ベースの検索過程では、現在の検索位置がどこで、必要なデータを得るためにどこへ行けばよいのかわからなくなる“Getting lost”現象が生じることがある。
- データの逐次的 (部分的) 表示においては、表示される各データ間の関係付けが困難で、全体として何を意味するのかわからなくなる“Keyhole”現象を生じることがある。

これらの知見からビジュアル・インタフェースの設計では、部分データと全体との関係やデータ探索の手掛かりを提供する必要があることがわかる。

2.2 保守の expertise

一般に電力設備の異常時対策の流れは機器を監視制御する制御室での異常状況の判断に始まり、機器側での各保守作業へと進むようになっていく。図1に、一例として GIS の実際の異常時対策の流れを示す。

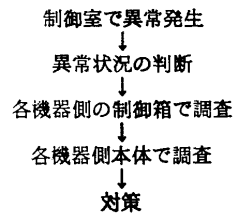


図1 異常時対策の流れ

Fig. 1 Troubleshooting flow of emergency case.

この過程で保守員が活用している expertise には、以下の2つのタイプがある。

(1) スタティックな expertise: マニュアル等に記述されている保守手順のように、ある異常状況に対してその対策が既知で、これに基づく保守作業である。例えば、“ガス圧低下”という異常状況に対して、まず、“ガス監視盤へ行きガス圧計を確認”，次に、“ガス圧 SW を調査し…”といった一連の行動がこれに相当する。

(2) ダイナミックな expertise: 動作原理等に基づく保守作業で、動作原理や因果関係等の基本原理をもとに異常原因やその対策がダイナミックに求められる。例えば、“ガス圧低下”と“欠相”という異常状況に対して、それらの因果関係から原因が“ガス漏れ”であるという原因固定の過程はこれに相当する。

2.3 教授方略と学習環境

本システムでは、2.1 節で述べた認知科学の知見と2.2 節で示した保守の expertise の特徴を考慮に入れ、各 expertise の習得に対して、以下に示すようにそれぞれ異なった教授方略をとっている。

(1) スタティックな expertise に対して: 各異常状況に対応した各対策を小さな保守ステップに分解しネットワーク状に展開する。学習者はネットワーク状に展開された学習空間を自由に探索したり、質問しながら一連の保守手順を理解する。

(2) ダイナミックな expertise に対して: 学習者が故障状況の設定を行い、これに対してシステムは故障原因の因果関係を解析しその結果を因果ネットワーク図の形で学習者に示す。このプロセスを繰り返すことにより学習者は因果ネットワークとして説明される因果関係から、故障とその原因間について理解を深める。

また、学習環境としてはインタフェース中心主義の立場から以下の環境を提供している。

- 実感のある学習: 保守作業を理解するには、多数の装置についてその構造や操作方法等を知る必要があ

る。そこで保守作業の理解においては、これを概念的に理解できるだけでなく、実際の状況とリンクした形で実感できる環境

- 学習対象の構造の把握：保守作業は多岐にわたり、多数のステップから成っている。そこで、その全体構造、全体の中での各作業の位置付け等が把握できる環境
- 容易な対話：インタフェースによって、学習者とシステム間のインタラクションが妨げられない環境
- 容易な学習空間の構築・変更：必要に応じて、容易に空間を拡張したり変更できる環境

我々はこのような思想で設計を行うことにより、学習者に提供する学習環境、すなわち、インタフェースをよりトランスペアレント（インタフェースの存在を意識せず容易に対話できるような透明感の高い様子）にすることができ、その結果、システムとのインタラクションを通して学習者の心の中に、整合性のある学習対象（保守作業の概念的構造や具体的操作、各機器の構造等）のメンタルモデルが順次形成されると考えている。

これが、学習対象の理解を支援するインタフェース中心主義の立場に立った我々のアプローチである。我々は、学習対象の理解支援を目的に、トランスペアレント化されたインタフェースを教育的インタフェースと呼んでいる。次章では、実現されている教育的インタフェースの内容について説明する。

3. 教育的インタフェースによる教育支援環境

ADVISOR は2つのビジュアル・インタフェースを持っている。1つは、4つのウィンド（Overview, Top-view, Bot-view, Flt-view）から構成されるワークステーション（WS）のビットマップ・ディスプレイ（WS ディスプレイ）で、もう1つはパーソナル・コンピュータ（PC）の出力とビデオディスクの映像を表示するテレビモニタ（PC ディスプレイ）である（図2）。コントロールに関しては、WS側はすべてマウスで行い、PC側はタッチオペレーション（画面上の対象を直接指で選択する）で行う構成になっている。

なお、WSの各ウィンドに表示される情報は以下のとおりであるが、これは1つの学習空間を4つの異なった視点でとらえたものに対応している。

(1) Overview：学習空間全体の構造、すなわち、学習空間全体を視覚化したネットワーク図が表示され

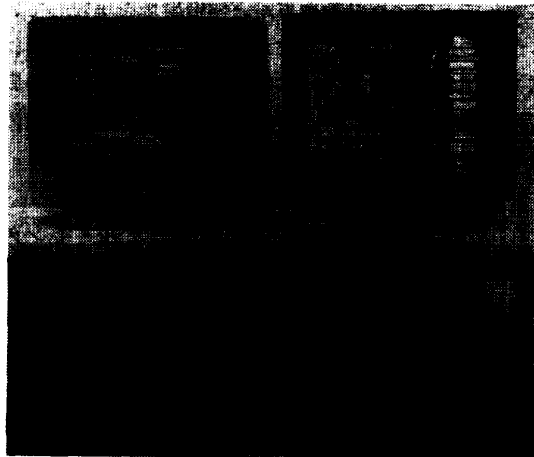


図2 ADVISOR
Fig. 2 ADVISOR.

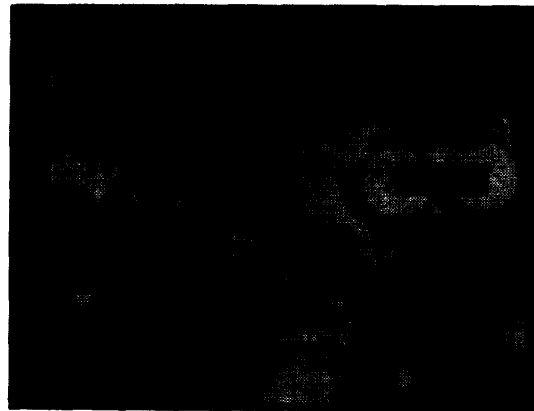


図3 保守内容の具体的理解
Fig. 3 An example of concrete maintenance step.

る。

(2) Top-view：学習空間の概念的構造、すなわち、カテゴリー化された学習空間のネットワーク図が表示される。

(3) Bot-view：これは Overview の一部分を切り出したものであるが、Overview と異なり各ノードはその概要を示すテキストを伴って示される。

(4) Flt-view：故障原因の絞り込み状況が可能性のある故障名の一覧表として表示される。

以下の各節では2つのビジュアル・インタフェースによって実現されている教育的インタフェースの具体的機能について説明する。

3.1 学習ステップの具体的理解と概念的理解

各保守作業の具体的内容は、図3のようにPCが作り出すテキストやグラフィックスとビデオディスク映像が合成された映像の形で、PCディスプレイに示

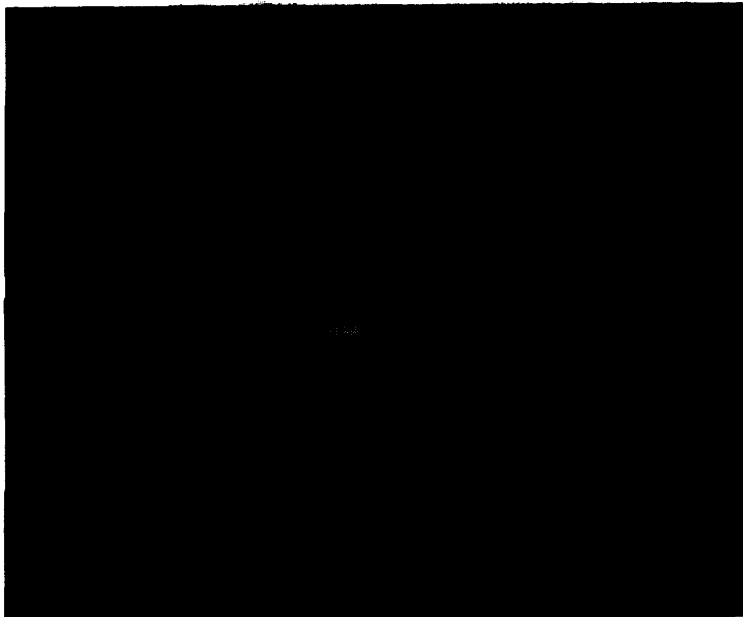


図 4 保守内容の概念的理解

Fig. 4 A pedagogical interface for recognizing current position in the whole learning space.

される。一方、その概念的意味については、階層化されたネットワーク図の形で、図 4 のように WS ディスプレイに表示される。

例えば、『油圧 SW を調査する』という保守作業では、その具体的内容が熟練者による保守の実演の映像とその説明用テキストの形で PC ディスプレイに説明される。ここで、もしテキスト内の用語、場所、方法について不明な点があれば、グラフィックスで作成された画面上のソフトキー“WHAT”、“WHERE”、“HOW”キーを使い、さらに詳細な情報を得ることもできる（例えば“油圧 SW”の位置を具体的に知る

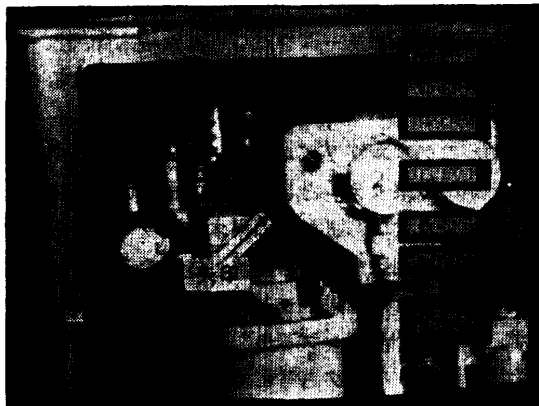


図 5 “油圧 SW”の位置をアクセスした例
Fig. 5 An example of accessing a location of oil-press-sw.

には、テキスト内の“油圧 SW”とキー“WHERE”を指でタッチすれば、図 5 に示すように、“油圧 SW”をズームインし、さらにそれを矢印で指示した映像が現れる)。

一方、WS ディスプレイの Top-view ウィンドでは保守作業『油圧 SW を調査する』の上位概念(概念的意味)である『油面・油圧低下チェック』ノードの色が変化し、この保守作業は『油面・油圧低下チェック』のための、1ステップであることが示される。

こうして、学習者は 2 つのディスプレイから各保守作業の具体的内容とその概念的意味の両面を把握することができる。

3.2 学習ステップの重要性と学習方向の理解

ユーザが学習空間を探索するにつれ、

残りの過程で必要とする保守作業の範囲は小さくなり、また可能性のある故障原因も絞り込まれていくわけであるが、これらの様子はその範囲や故障原因ノードの色の変化として逐次 Overview と Flt-view に表示され、目標までの距離と範囲を視覚的に把握できる。図 6 にその例を示す。

これらの情報は学習空間における現在の保守作業の重要性(significance)と今後、保守作業が進む方向を間接的に表現していると考えられる。例えば、ある保守作業ステップを終えることで、残りの過程で必要とする保守作業の範囲や可能性のある故障原因の数が急激に小さくなったとすると、その保守作業は学習空間の中で重要なステップであるとみなせる。また、このような絞り込み状況から、今後、保守作業が進む方向を把握することも可能である。

3.3 学習空間における現在位置の理解

学習過程において、学習空間内の現在位置は図 4 のように、WS 上の 3 つのウィンドに時々刻々モニタされている。なお、これらのウィンドには以下の位置情報が表示される。

- Overview: 全体的位置(現在、学習空間内のどこにいるか)
- Top-view: 概念的的位置(現在の保守作業はマクロに見るとどのような作業か)
- Bot-view: 具体的位置(現在の保守作業とその周

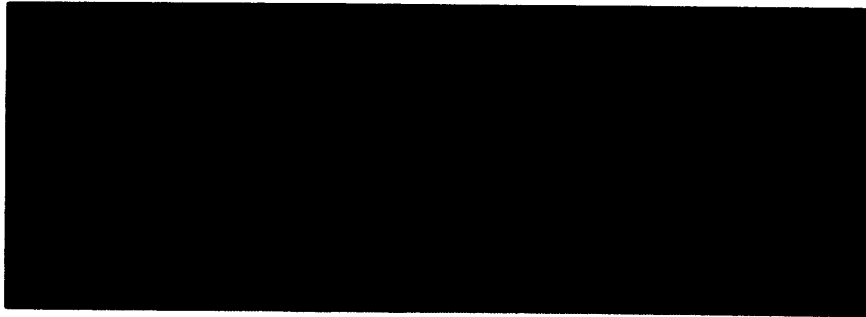


図 6 現在位置の重要性の理解

Fig. 6 A pedagogical interface for recognizing significance of each step.

辺の保守作業の概要は何か)

これらのウィンドは、位置に関して学習空間を3つの異なる視点からとらえたものであるが、こうして学習者は現在位置を異なる視点で確認しながら、保守作業の構造や一連の流れの中の現在位置等を把握できる。

3.4 学習空間の自由な探索

WS上に提供されている各ウィンドを介して、保守空間内の自由な探索が可能である。これは、ある一連の保守作業をシークエンシャルに理解するだけでなく、他の保守作業と比較して理解したり、一時的に他の保守作業へジャンプしてその保守作業を確認した後、元の保守作業に戻るといったダイナミックな探索を可能にすることで、保守作業全体の関連付けを支援する環境を提供するためのものである。

探索の方法は、まず Overview 内の適当な位置へマウスを移動し、Bot-view へ切り出すエリアを指定する。次に Bot-view に切り出されたエリア内のノードをマウスでピックすれば、現在位置をそのノードへ移動できる。

また、Bot-view の上位概念である Top-view 内のノードをピックすれば、Overview 上に対応する下位ノードが示されるので(対応するノードの色の変化)、探索したいノードの位置を知ることも可能である。同様に Flt-view 内のノードをピックすれば、Overview 内の故障原因を示すノードの位置を知ることができる。

3.5 故障原因の因果関係の理解

これは、ダイナミックな expertise の習得を支援する学習環境であるが、PC ディスプレイ上で学習者が故障状況の設定(点灯アラームの設定)を行うとシステムは WS ディスプレイに、そのアラームが点灯す

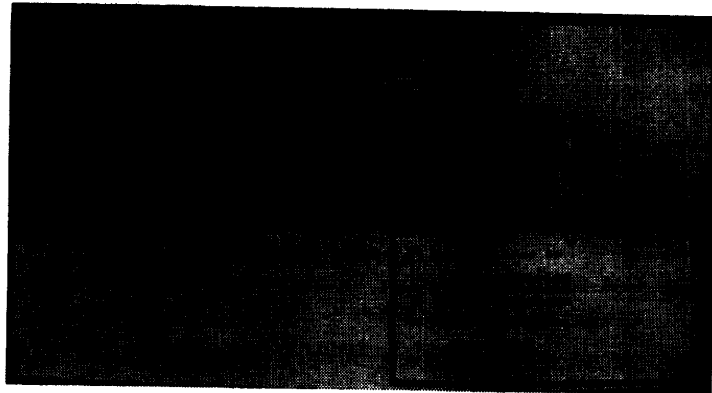


図 7 因果ネットワークの例

Fig. 7 An example of cause-consequence network for multiple fault analysis.

る理由を因果ネットワーク図の形で説明する。

図7に“ポンプ過負荷”、“油面低下”、“NFB 動作”の3つのアラームが同時に点灯した現象の説明例を示す。また、その因果ネットワーク作成の原理を図8に示す。(a)、(b)、(c)は各アラーム周辺の因果モデルであるが、これから各因果モデルの接続可能性を考慮すると(d)の因果ネットワークが導出できる。この結果から3つのアラームを点灯させた根本原因は“ポンプ不良”で、最終的には“CB-ロック”になることがわかる。

なお、このアルゴリズムはフィードバック系のように、単純に因果モデルとして記述できない対象に対しては適用できない。また、因果ネットワーク図は各アラーム周辺の因果モデルの接続可能性のみを考慮して作成しているため因果ネットワークは一義的に決定できず、原因が“油ポンプ不良”と解釈している(d)以外の因果ネットワークも考えられるが(例えば、“油ポンプ不良”と“油漏れ”が同時に生じたとする解釈)、本アルゴリズムでは生起確率が最も高い原因のみに着目して一義的に因果ネットワークを作成してい

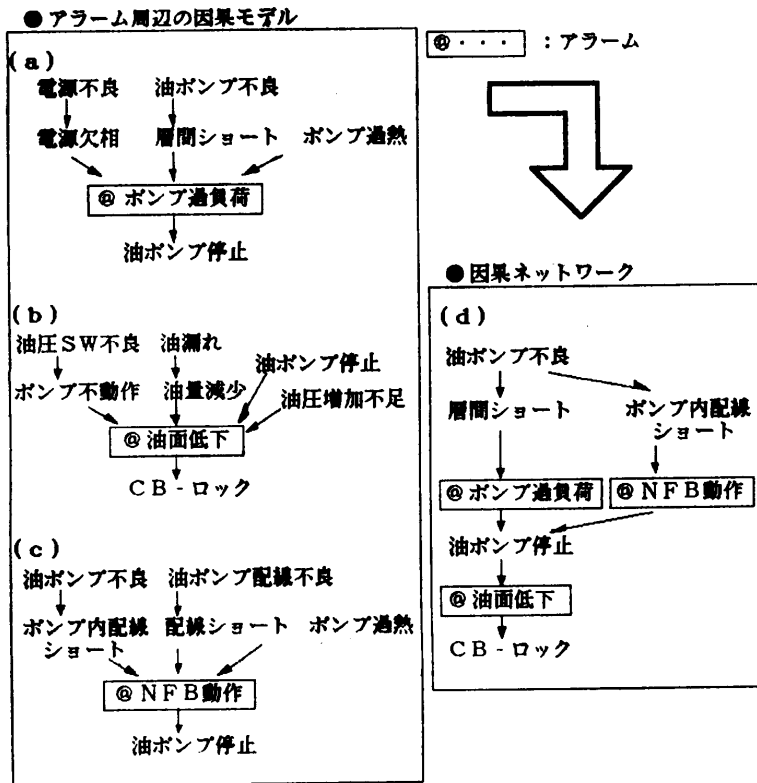


図 8 因果ネットワーク作成の原理
Fig. 8 Mechanism for producing a cause-consequence network.

る（上の例では、各故障原因の生起確率が同一であると仮定すると、同一の故障状況を引き起こす原因の生起確率は“油ポンプ不良”+“油漏れ”の場合より“油ポンプ不良”の方が高いので、原因は“油ポンプ不良”の1つと解釈している）。

因果ネットワークの作成時間は、設置されているアラームの数やその組合せの仕方によらず、点灯アラーム数だけに依存しているが、6個のアラーム同時点灯の場合（今回の対象の最悪のケース）で表示時間を含めて約2秒であった。

3.6 学習空間の構築

学習空間の構築においては、始めから完全な形で保守の expertise を熟練した保守員等から聞き出し、これをネットワークの形でシステム上に作成することは困難である。また、機器の増設や運用の変更等により学習空間の変更を余儀なくされることもある。それゆえ学習空間の変更・拡張は容易でなければならない。

そこで、ADVISO R では、学習者が容易に学習空間の変更や拡張できるように、PC と WS 上にそれぞれエディタを用意している。PC 上の

エディタはノードデータ（画面）作成用のスクリーン・エディタ（Nedit）で、テキスト、グラフィック、タッチエリア、そしてビデオディスク・アドレスの定義を支援する。

一方、WS 上にはノードとブランチから成る学習空間の作成を支援する Menu-driven 型のエディタ（Tedit）を用意している。ノードの概要を示すテキストと PC 上のノード名との対応データをキー入力するだけでノードの配置やノード間のリンク付け等は基本的にすべてマウス操作で可能である。

4. システム構成

ADVISO R のシステム構成について説明する。

4.1 ハードウェア構成

図 9 に示すように、本システムは PC と WS の 2 つのシステムから構成されている。PC はビデオディスク、タッチセンサ等の周辺機器を制御し、WS は PC を制御している。学習空間の管理分担は、図 10 のように管理される学習空間のうち、前者が各保守ステップの内部処理を行い、後者がステップ間の制御を行っている。また、あるノード内での学習者の WHAT, WHERE, HOW に関する質問はノード内部として処理されるが、これ

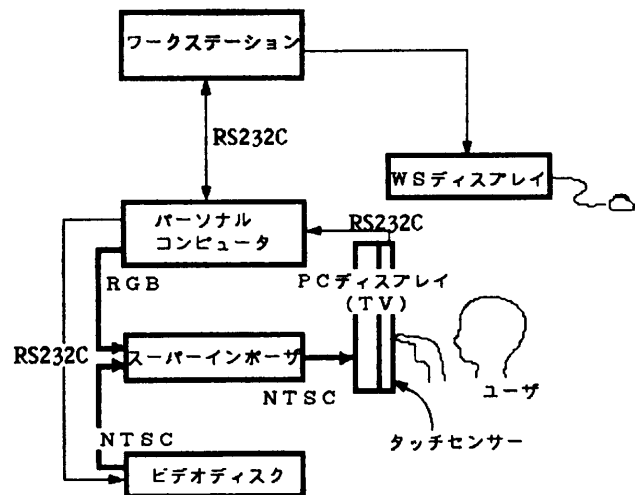


図 9 ハードウェア構成
Fig. 9 Hardware configuration.

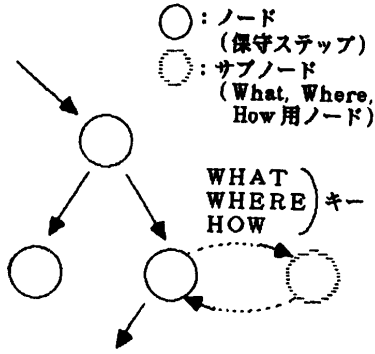


図 10 学習空間のネットワーク表現
 Fig. 10 Network representation for learning space.

は、サブノードとしてデータベース化されている WHAT, WHERE, HOW に関する対応ノードをアクセスして処理されている。

各保守作業を具体的に説明するための映像情報は、すべてビデオディスクに動画または静止画として蓄積されている。また、保守作業や映像を説明するテキスト、グラフィックデータは PC 上で管理されており、必要に応じてスーパーインポーズを介してビデオ映像と合成される。

4.2 ソフトウェア構成

ソフトウェア構成を図 11 に示す。各ソフトウェアの概要は次のとおりである。ソフトウェア名の頭文字“N”は PC, “T” および “D” は WS 上のソフトウェアを示している。

- Nman: 各保守ステップであるノードの内部処理を行うノード・マネージャである。すなわち、ビデオ映像、グラフィック、テキストの表示やタッチセン

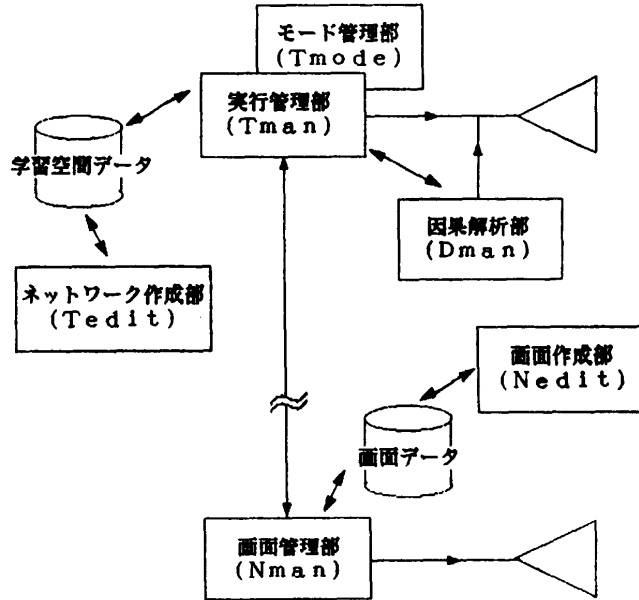


図 11 ソフトウェア構成
 Fig. 11 Software architecture.

サの入出力処理を行う。

- Nedit: ノードの画面データを作成・修正するスクリーン・エディタである。グラフィック、テキストビデオディスク・アドレス、タッチ・アドレスを定義する。
- Tmode: ADVISOR の制御を PC 側で行うか、WS 側で行うかの選択や探索した一連のノードを再表示するか等のモード管理を行うモード・マネージャである。
- Tman: スタティックな expertise の習得を支援する学習マネージャで、学習空間内での現在位置を明確に

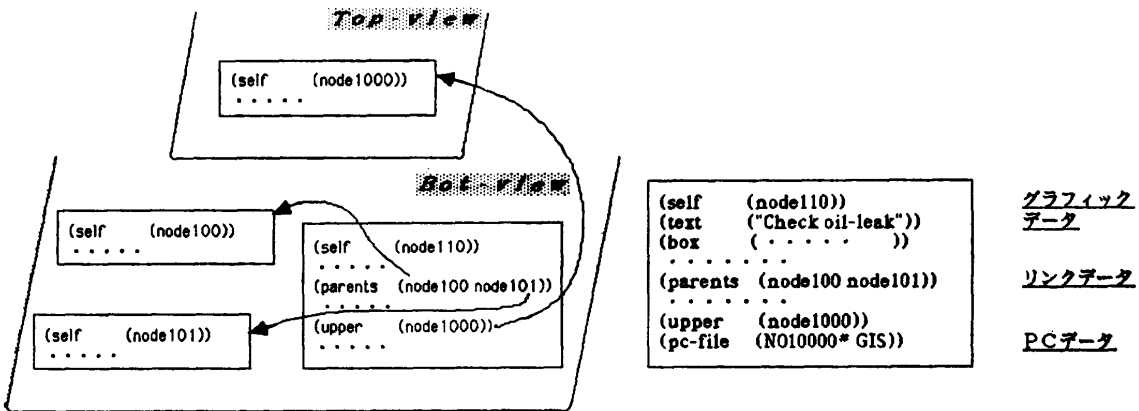


図 12 フレーム型データ
 Fig. 12 An example of frame data.

するためのウィンドの管理やマウスによる学習空間の自由な探索を可能にする。

- Dman: ダイナミックな expertise の習得を支援する学習マネジャで、複合故障時の因果関係を解析しその結果を因果ネットワークとして、WS ディスプレイに表示する。
- Tedit: 学習空間をネットワーク図として記述するための Menu-driven 型エディタである。各ノードデータはフレーム型の構造でデータ管理される。

各ソフトウェア言語は、PC 側はすべて BASIC で、一方、WS 側は Dman が OPS5 で、残りはすべて COMMON LISP で記述されている。

4.3 データ構造

WS 上の各ノードはフレーム型のデータ構造をしており、スロットは、グラフィック、リンク、PC の3つのタイプからなる。グラフィック部はノードを矩形の形でグラフィック表示するためのデータである。また、リンク部にはノードの前後ノードや階層化された上位ノードのフレーム・データへのポイントが記録されている。PC スロットは WS のノードと PC 上

```
(p initialset-CB3
  (initialset)
  (event ^name @PUMP_OVERLOAD
         ^member_of alarm
         ^status accepted
  =====)
  (modify 2 ^status satisfied
  (make event ^name POWER_UNBALANCE
             ^member_of cause
             ^status unknown
             ^supported_by @PUMP_OVERLOAD)
  (make event ^name POWER_SOURCE_FAULT
             ^member_of cause
             ^status unknown
             ^supported_by POWER_UNBALANCE
             ^class @PUMP_OVERLOAD)
  (make event ^name LAYER_SHORT_CIRCUIT
             ^member_of cause
             ^status unknown
             ^supported_by @PUMP_OVERLOAD)
  (make event ^name PUMP_FAULT
             ^member_of cause
             ^status unknown
             ^supported_by LAYER_SHORT_CIRCUIT
             ^class @PUMP_OVERLOAD)
  (make event ^name PUMP_OVERHEAT
             ^member_of cause
             ^status unknown
             ^supported_by @PUMP_OVERLOAD)
  (make event ^name PUMP_STOP
             ^member_of consequencee
             ^status unknown
             ^supported_by @PUMP_OVERLOAD))
```

図 13 因果モデルの記述例

Fig. 13 An example of primitive knowledges.

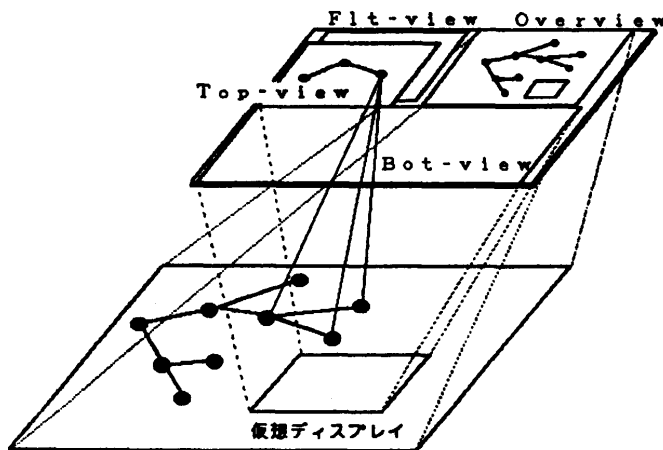


図 14 ウィンド構造
Fig. 14 Window structure.

のノードをリンクするデータ (ファイル名) である。図 12 に、ノード間のリンクの様子を示す。

ダイナミックな expertise の習得を支援する学習マネジャ Dman の因果モデルは、OPS5 を用いたプロダクションルールで記述されている。図 13 に、図 8(a) の“ポンプ過負荷 (PUMP_OVERLOAD)”アラームの因果モデルの記述例を示す。『“電源不良”, “油ポンプ不良”, “ポンプ過負荷” のどれか生じると、PUMP_OVERLOAD のアラームが点灯し、最終的には、“CB のロック” になる』ことを表している。

4.4 ウィンド構造

WS ディスプレイは Overview, Bot-view, Top-view, Flt-view の4つのウィンドから構成されているが、これらのウィンドは WS 内部に作成されている仮想ディスプレイ (VD) を、図 14 に示すように異なった関係で各ウィンドにマッピングして作成している。こうして、先に述べた教育的インタフェースが実現されている。

図 14 では、VD 全体が Overview に縮小され、またその一部分が Bot-view に切り出されている。Top-view のノードには VD 上の複数のノードがリンク付けられている。

5. むすび

本論では、インタフェース中心主義の立場から保守教育を支援する新しいタイプの保守教育支援システム ADVISOR について述べた。本システムの特長をまとめると、以下ようになる。

- インタフェースをトランスペアレントにして、学習対象の理解を支援するインタフェース中心主義の立

場に立ったシステム設計を行っている。

- 各学習ステップの具体的理解と概念的理解、および全体に対する重要性の理解、学習空間における現在位置等が逐次把握できる教育的インタフェースを実現している。
- 学習空間の構築支援ツールが用意されており、様々な対象に適用できる。

従来、電力分野では expertise の維持、向上や継承の重要性が認識されていないながら、OJT を除き有効な手段が見い出せなかったのが現状である。我々はこのような状況を打開する方法として、ADVISOR は有効な手段となるものと考えている。

なお、有効性については現在評価中であるが、十数人の利用者の試用を通して以下の評価を得ている。

(1) 満足な点

- 学習空間が把握しやすい
- 保守の位置や作業の具体的内容を知る上で、実感のある映像は効果的である
- 操作が簡単でマニュアルが必要ない

(2) 不満な点

- シミュレーションの機能が無い
- WHY に関する質問ができない

今後は、ADVISOR の有効性をさらに検証すると共に、シミュレータとの結合や説明機能の充実を図っていききたい。

参 考 文 献

- 1) Lippman, A.: *Movie Manual: Personalized Cinema as an Instructional Partner*, MIT Media Lab. (1982).
- 2) 三宅 (佐伯編): *理解とは何か*, 東大出版会, 東京 (1985).
- 3) 宮崎, 上野: *視点*, 東大出版会, 東京 (1985).
- 4) Woods, D. D.: *Visual Momentum: a Concept to Improve the Cognitive Coupling of Person and Computer*, *Ins. J. of Man-Machine Studies*, Vol. 21, pp. 229-244 (1984).
- 5) 吉沢ほか: *保守教育支援システム ADVISOR の開発*, 情報処理学会研究報告, 37-AI-53 (1987).
- 6) 吉沢ほか: *保守教育支援システム ADVISOR の開発*, 第 35 回情報処理学会全国大会論文集, 7 P-3~7 (1987).
- 7) 佐伯: *コンピュータと教育*, 岩波書店, 東京 (1986).
- 8) Panel Session "Intelligence in Interfaces," CHI+GI'87, Toronto (1987).

(昭和 62 年 11 月 27 日受付)

(昭和 63 年 5 月 10 日採録)

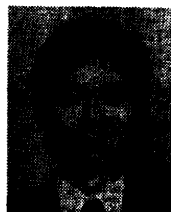
吉澤 純一



昭和 35 年 3 月 23 日生。57 年 3 月新潟大学工学部電気工学科卒業。同年 4 月東京電力(株)入社。現在、同社システム研究所 AI 研究室に勤務。主として人工知能技術、メディア技術応用システムの研究開発に従事。電気学会会員。

事。電気学会会員。

武藤 昭一 (正会員)



昭和 31 年 6 月 20 日生。54 年 3 月東京工業大学工学部電気電子工学科卒業。56 年 3 月同大学院工学研究科電気電子工学専攻修了。同年 4 月東京電力(株)入社。現在、同社システム研究所 AI 研究室に勤務。主として電力分野への人工知能技術応用システムの研究開発に従事。昭和 63 年度電気学会論文賞受賞。電気学会会員。

田中 秀雄



昭和 24 年 3 月 21 日生。46 年 3 月慶応義塾大学工学部電気工学科卒業。48 年 3 月同大学院工学研究科修了。同年 4 月東京電力(株)入社。現在、同社システム研究所 AI 研究室副室長。人工知能技術、システム技術の研究開発に従事。昭和 63 年度電気学会論文賞受賞。電気学会会員。

植田 孝夫 (正会員)



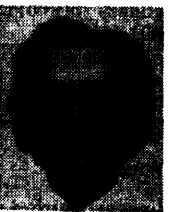
昭和 29 年 6 月 2 日生。53 年 3 月北見工業大学工学専攻科修了。55 年 3 月北海道大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。58 年 3 月同博士課程単位取得退学。同年 4 月三菱電機(株)入社。中央研究所にて、主として教育・訓練システムの研究・開発に従事。58 年 6 月工学博士。電子情報通信学会、計測自動制御学会各会員。

西田 正吾 (正会員)



昭和 27 年 1 月 5 日生。49 年 3 月東京大学工学部電子工学科卒業。51 年 3 月同大学院工学系研究科電気工学専攻修士課程修了。同年 4 月三菱電機(株)入社。中央研究所にて、主として大規模システムの運用・制御、マンマシンインタフェースの研究に従事。59 年 3 月工学博士。59 年 9 月より 1 年間マサチューセッツ工科大学メディアラボ客員研究員。61 年電気学会論文賞。IEEE, 計測自動制御学会, 電気学会各会員。

坂口 敏明



昭和 21 年 12 月 20 日生。44 年 3 月京都大学工学部電気工学第 2 学科卒業。46 年 3 月同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年 4 月三菱電機(株)入社。中央研究所にて、主として電力系統の保護・制御・運用技術の研究、ならびにシステム開発に従事。56 年 11 月工学博士。59 年電気学会論文賞受賞。IEEE, 電気学会各会員。