(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3542811号
(P3542811)
(45)発行日　平成16年7月14日(2004.7.14)　(24)登録日　平成16年4月9日(2004.4.9)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H04L 12/24　H04L 12/24

請求項の数 6　(全 52 頁)

(21)出願番号	特願平4-53848	(73)特許権者	399117121
(22)出願日	平成4年3月12日(1992.3.12)		アジレント・テクノロジーズ・インク
(65)公開番号	特開平5-83257		AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
(43)公開日	平成5年4月2日(1993.4.2)		アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ページ・ミル・ロード 395
審査請求日	平成11年3月11日(1999.3.11)		395 Page Mill Road Palo Alto, California U.S.A.
審判番号	不服2002-20816(P2002-20816/J1)	(74)代理人	100063897
審判請求日	平成14年10月28日(2002.10.28)		弁理士 古谷 馨
(31)優先権主張番号	667913	(74)代理人	100076680
(32)優先日	平成3年3月12日(1991.3.12)		弁理士 溝部 孝彦
(33)優先権主張国	米国(US)	(74)代理人	100087642
(31)優先権主張番号	668282		弁理士 古谷 聡
(32)優先日	平成3年3月12日(1991.3.12)		
(33)優先権主張国	米国(US)		
(31)優先権主張番号	668992		
(32)優先日	平成3年3月12日(1991.3.12)		
(33)優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】データ通信ネットワークを診断するためのランドマークデータ抽出パラダイム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

データ通信ネットワークを診断してネットワーク問題を識別するためのコンピュータを基礎とする方法であって、

(1)ネットワーク問題の有用な特性を反映するデータの予め定義された翻訳を表わす少なくとも１つの一次ランドマークであって、その存在が関連ネットワーク問題が存在することの妥当な可能性を示すものである、少なくとも１つの一次ランドマークを選択するステップと、

(2)前記少なくとも１つの一次ランドマークに関連する第１のネットワークデータを収集するステップと、

(3)前記第１のネットワークデータを翻訳して前記少なくとも１つの一次ランドマークが存在するか否かを判定するステップと、

(4)前記少なくとも１つのランドマークが存在する場合、前記関連ネットワーク問題が存在するという仮説を立てるステップと、

(5)ネットワーク問題の有用な特性を反映するデータの予め定義された翻訳を表わす少なくとも１つの二次ランドマークであって、その存在が関連ネットワーク問題が存在することを確認するものである、少なくとも１つの二次ランドマークを識別するステップと、

(6)前記少なくとも１つの二次ランドマークに関連する第２のネットワークデータを収集するステップと、

(7)前記第２のネットワークデータを翻訳して前記二次ランドマークが存在するか否かを

判定するステップと、
(8)前記少なくとも１つの二次ランドマークの所定の組み合わせが存在する場合、前記関連ネットワーク問題が存在することを示すステップと、
からなる方法。
【請求項２】
前記データ通信ネットワークがＡＲＰＡネットワークを含む、請求項１の方法。
【請求項３】
前記方法がエキスパートシステムで実施される、請求項１の方法。
【請求項４】
データ通信ネットワークを診断してネットワーク問題を識別するための装置であって、
(a)ネットワーク問題の有用な特性を反映するデータの予め定義された翻訳を表わす少なくとも１つの一次ランドマークであって、その存在が関連ネットワーク問題が存在することの妥当な可能性を示すものである、少なくとも１つの一次ランドマークを選択するための手段と、
(b)前記少なくとも１つの一次ランドマークに関連する第１のネットワークデータを収集するための手段と、
(c)前記第１のネットワークデータを翻訳して前記少なくとも１つの一次ランドマークが存在するか否かを判定するための手段と、
(d)前記少なくとも１つのランドマークが存在する場合、前記関連ネットワーク問題が存在するという仮説を立てるための手段と、
(e)ネットワーク問題の有用な特性を反映するデータの予め定義された翻訳を表わす少なくとも１つの二次ランドマークであって、その存在が関連ネットワーク問題が存在することを確認するものである、少なくとも１つの二次ランドマークを識別するための手段と、
(f)前記少なくとも１つの二次ランドマークに関連する第２のネットワークデータを収集するための手段と、
(g)前記第２のネットワークデータを翻訳して前記二次ランドマークが存在するか否かを判定するための手段と、
(h)前記少なくとも１つの二次ランドマークの所定の組み合わせが存在する場合、前記関連ネットワーク問題が存在することを示すための手段と、
からなる装置。
【請求項５】
前記データ通信ネットワークがＡＲＰＡネットワークを含む、請求項４の装置。
【請求項６】
前記装置がエキスパートシステムで実施される、請求項４の装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、一般にエキスパートシステムに関し、更に詳細にはデータ通信ネットワークを診断するエキスパートシステムに関する。
【０００２】
【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】
データ通信ネットワークで発生するネットワークの問題には少くとも三つの形態、即ち、物理的な問題、接続性の問題、および構成の問題がある。
【０００３】
物理的な問題には、ネットワーク上に雑音を誘起する問題、またはネットワーク上の通信を物理的におよび／または電気的に妨げる問題がある。たとえば、物理的問題には、ケーブルやコネクタの設置の欠陥や不正がある。物理的問題にはケーブルが長過ぎたり壊れたりしているというものもある。
【０００４】
接続性の問題には、架線装置に伴う問題がある。たとえば、接続性の問題には中継器、ブ

リッジ、およびルータの動作不良および不正設置がある。
【０００５】
構成の問題には、ネットワーク上で装置を構成したりプログラムしたりすることに伴う問題がある。たとえば、複数の装置が同じネットワークアドレスでプログラムされている際に構成の問題が生じる。この他に、構成の問題は、不正ブロードキャストアドレスで装置がプログラムされている場合に生じる。
【０００６】
ツールを使用してデータ通信ネットワークを診断し、これによりネットワークの問題を識別する。プロトコルアナライザはそのようなツールである。
【０００７】
オペレータは、ツールを用いてデータ通信ネットワークをマニュアルで診断することができる。たとえば、オペレータはプロトコルアナライザを使用してデータ通信ネットワークを統計的に監視し、ブロードキャストトラフィックレベルを含むトラフィックレベルを測定し、また衝突やエラーを検出することができる。ツールの使用を介して獲得したネットワーク情報に基づき、オペレータはネットワーク問題を識別することができる。このようなネットワーク問題が一旦識別されれば、オペレータはネットワーク問題を修正することができる。
【０００８】
しかし、データ通信ネットワークのマニュアル診断は問題を伴うものである。たとえば、経験の浅いオペレータが重要な情報と不必要な情報とを区別する知識や経験を持っていないことがある。したがって、経験の浅いオペレータは、不必要なデータを大量に集めることがある。また、経験の浅いオペレータは、知識や経験が十分でないためにツールを有効に且つ効率良く操作することができない場合がある。更に、経験の浅いオペレータは、知識や経験が充分でないためにネットワーク情報を正確に且つ効果的に使用してネットワークの問題を検出することができないことがある。充分な知識および経験を有し、効果的に、正確に、且つ効率良くデータを集め、ツールを操作し、ネットワーク問題を検出する熟練したオペレータが、データ通信ネットワークの診断を行う暇がない場合がある。
【０００９】
更に、データ通信ネットワークのマニュアル診断は、オペレータの手があいている場合にしか行うことができないため、そのようなマニュアル診断は、ネットワークを散発的にしか診断することが出来ないものとなる。したがって、熟練したオペレータを利用することができるとしても、マニュアル診断はデータ通信ネットワークの定期診断に通じるものではない。
【００１０】
上記マニュアル診断の問題に対する従来の解決法に、既知のエキスパートシステムを使用してデータ通信ネットワークを自動的に診断するという方法がある。このような既知のエキスパートシステムはツール（プロトコルアナライザ等）を自動的に制御してネットワークデータを集める。そのネットワークデータに基づき、既知のエキスパートシステムがネットワークの問題を自動的に識別する。
【００１１】
しかし、既知のエキスパートシステムを使用してデータ通信ネットワークを自動的に診断することには問題が伴う。第１に、既知のエキスパートシステムは、経験の浅いオペレータのように、屡々大量の不必要な情報を集める。
【００１２】
第２に、既知のエキスパートシステムは屡々、集めたデータを非能率且つ非効果的な方法で解析し、翻訳する。
【００１３】
第３に、既知のエキスパートシステムはオペレータの対話および制御を考慮していない。既知のエキスパートシステムでは、オペレータが命令を送って既知のエキスパートシステムを始動させる。しかし、一旦始動すると、既知のエキスパートシステムはオペレータの

命令を完了するまで実行する。既知のエキスパートシステムはオペレータにステータス情報を提供しないことが非常に多いため、（一旦エキスパートシステムが始動すると）オペレータは既知のエキスパートシステムとは対話しない。また、一旦始動すると、既知のエキスパートシステムはオペレータの命令には応答しないので、オペレータは既知のエキスパートシステムを制御しない。

【００１４】

そのようなオペレータによる対話および制御は、経験の浅いオペレータおよび熟練オペレータの双方にとって重要である。

【００１５】

経験の浅いオペレータにとって、このような対話および制御は、学習という目的のために重要なことである。経験の浅いオペレータに対話および制御を提供することにより、その経験の浅いオペレータは、ツールの制御方法およびネットワークの問題の識別方法を学習する。

【００１６】

熟練したオペレータにとって、このような対話および制御は診断プロセスを一層正確にするために重要である。熟練したオペレータに対話および制御を提供することにより、その熟練したオペレータは、その経験および知識を引出してエキスパートシステムの動作の確認または修正を行うことができる。このような確認および修正により、最終的には一層正確で効果的な診断プロセスが生じる。

【００１７】

それ故、効率良く且つ効果的にデータを集め、解析し、及び翻訳し、またオペレータによる対話および制御を考慮した、データ通信ネットワークを自動的に診断するエキスパートシステムが必要である。

【００１８】

【課題を解決するための手段】

本発明は、データ通信ネットワークを診断するエキスパートシステムを企図するものである。このエキスパートシステムは、ランドマークデータ抽出パラダイムに従って動作する。ランドマークデータ抽出パラダイムに従って動作することにより、本発明のエキスパートシステムはデータを効率良く且つ効果的に、収集し、解析し、翻訳する。

【００１９】

ランドマークデータ抽出パラダイムによれば、ランドマークはネットワークデータを翻訳したものである。したがって、ランドマークはネットワークの問題を示すものである。

【００２０】

本発明のエキスパートシステムは、ランドマークを検出し、次いでその検出したランドマークを翻訳してネットワーク問題が存在するか否か判定することにより、データ通信ネットワークを診断する。

【００２１】

ランドマークは、ネットワークデータを収集し、次いでそのネットワークデータを翻訳してランドマークが存在するか否かを判定することにより検出される。その代りに、ランドマークのうちの一つを選択し、ネットワークデータを収集し、そのネットワークデータを翻訳して前記選択されたランドマークが存在するか否かを判定し、その選択されたランドマークが存在する場合には関連するランドマークを識別し、別のネットワークデータを集め、その別のネットワークデータを翻訳して前記関連するランドマークが存在するか否かを判定する、といった方法でも、ランドマークは検出される。

【００２２】

本明細書では、「質問」、「問題」、および「仮説」という用語は、特に記述しない限り同義である。また「副次質問」および「ランドマーク」という用語も特に記述しない限り同義である。更に「データ」および「返答」という用語も特に記述しない限り同義である。

【００２３】

本発明の別の特徴および長所の他、本発明の様々な実施例の構造および動作も図面を参照して以下及び特許請求の範囲に詳細に説明する。図面において、類似する参照番号は、同一の、または機能的に同様の構成要素を示すものである。

【００２４】

【実施例】

目次

１．ランドマークデータ抽出パラダイム
２．仮説および確認プロセス
３．ユーザ制御エキスパートシステム
3.1 動作環境
3.2 高レベル構造および動作
3.2.1 黒板
3.2.2 促進器（facilitator）
3.2.3 ユーザインタフェース
3.2.4 総称モジュール
3.2.4.1　規則モジュール
3.2.4.2　測定モジュール
3.2.4.3　ユーザ質問モジュール
3.2.4.4　遠隔モジュール
3.2.5 知識ベース
3.2.6 データベース
3.2.7 事象ログ
3.3 詳細動作
3.3.1 初期設定
3.3.2 診断動作
3.3.3 モジュール
3.3.3.1 総称モジュール
3.3.3.2 測定モジュール
3.3.3.3 ユーザ質問モジュール
3.3.3.4 規則モジュール
3.3.4 ユーザインタフェース
3.4 ＡＲＰＡ要求事項
3.5 ＡＲＰＡ規則

１．ランドマークデータ抽出パラダイム

本発明は、データ通信ネットワーク１４２　を自動的に診断するエキスパートシステム１０２　を企図するものである。本発明の好適な一実施例によれば、エキスパートシステム１０２　はランドマークデータ抽出パラダイムに従って動作する。

【００２５】
図３４は、データ通信ネットワーク１４２　を診断する従来の方法を示す。データ２３０４は、オペレータが（電圧計、マルチメータ、スペクトルアナライザ、およびプロトコルアナライザ等の各種測定装置を使用して）データ通信ネットワーク１４２を監視することにより収集したネットワーク情報を表す。このデータ２３０４は、未加工、未解析、及び未翻訳の情報を表している（データ２３０４は、或る基本の解析を具体的に表現することもあるが、このような解析はフォーマット化及び表示等の目的の場合に限られている）。従来、オペレータはデータ２３０４を解析し、翻訳してネットワーク問題２３０２が存在するか否かを判定しなければならない。
【００２６】
データ通信ネットワーク１４２　を診断する従来の方法は、下記の理由で欠点がある。第１に、ネットワーク問題２３０２を識別するのにどのデータ２３０４が必要となるかは先験的に知られていないため、莫大な量のデータ２３０４を収集しなければならない。たとえば、ネットワーク問題２３０２Ａが存在することを判定するにはデータ２３０４Ａ，２３０４Ｃ，２３０４Ｄ，２３０４Ｅだけが必要である。したがって、ネットワーク問題２３０２Ａだけしか存在しない場合には、データ２３０４Ｂ，２３０４Ｆ，２３０４Ｎを収集することは余分である。しかし、ネットワークを診断する従来の方法によれば、どのネットワーク問題２３０２が存在するかは先験的にはわかっていない。したがって、ネットワーク問題２３０２Ｂが存在するか否かは先験的にわかっていないので、データ２３０４Ｂ，２３０４Ｆ，２３０４Ｎをも集めなければならない。結局、すべてのデータ２３０４を集めなければならない。
【００２７】
第２に、データ通信ネットワーク１４２　を診断する従来の方法はオペレータによってすべての解析および翻訳が行われるので欠点がある。したがって、データ２３０４の収集後は、オペレータが知識および経験を非常に豊富に持っていない限り、ネットワーク問題２３０２をオペレータが識別することはできない。データ２３０４が大量であるため、熟練したオペレータでさえネットワーク問題２３０２を有効に且つ効率的に識別することはできない。
【００２８】
上述の問題に対する従来の解決法は、既知のエキスパートシステムを使用してデータ通信ネットワーク１４２　を診断することである。既知のエキスパートシステムは屡々、図３４に示す従来の方法を自動化したものである。したがって、既知のエキスパートシステムには図３４に示した従来の方法と同じ欠点がある。
【００２９】
図３５は本発明の一好適実施例によって動作するデータ通信ネットワーク１４２　を診断する方法を示すものである。
【００３０】
本発明の好適実施例によれば、エキスパートシステム１０２　はランドマーク２４０２に従ってネットワーク１４２　を診断する。ランドマーク２４０２はデータ抽出である。より詳細に述べれば、ランドマーク２４０２はネットワーク問題２３０２の有用な特性を反映するデータ２３０４の定義済み翻訳である。
【００３１】
ランドマーク２４０２は、未加工、未解析、及び未翻訳のデータ２３０４とネットワーク問題２３０２との間の中間ステップを示す。図３５に示すように、ランドマーク２４０２は存在する可能性のあるネットワーク問題２３０２を示すものである。たとえば、ランドマーク２４０２Ａが存在する場合、ネットワーク問題２３０２Ａが存在する可能性がある。ランドマーク２４０２Ｂが存在する場合には、ネットワーク問題２３０２Ａまたはネットワーク問題２３０２Ｂが存在する可能性がある。
【００３２】
また、ランドマーク２４０２はネットワーク問題２３０２を確認するものである。たとえ

ば、エキスパートシステム１０２　がネットワーク問題２３０２Ａが存在すると推測する場合、エキスパートシステム１０２　は、ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂの双方が存在するか否かを判定することによりその推測を確認することができる。ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂの双方が存在する場合にネットワーク問題２３０２Ａが存在する。そうでない場合にはネットワーク問題２３０２Ａは存在しない。

【００３３】

ランドマーク２４０２は、その関連するデータ２３０４が存在する場合に存在する。したがって、エキスパートシステム１０２　は、データ２３０４Ａ，２３０４Ｃ，２３０４Ｄ，２３０４Ｅが存在するか否か判定することにより、ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂが存在するか否かを判定することができる。

【００３４】

ランドマーク２４０２に従ってデータ通信ネットワーク１４２　を診断することにより上述の従来の方法によって生じる問題が解決される。第１に、ランドマーク２４０２を使用してデータ通信ネットワーク１４２　を診断することにより、収集しなければならないデータ２３０４の量が大幅に減る。たとえば、エキスパートシステム１０２　は、ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂが存在するか否かを判定することにより、ネットワーク問題２３０２Ａが存在するという推測の確認を行う。ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂが存在するか否かを判定するためには、エキスパートシステム１０２　はデータ２３０４Ａ，２３０４Ｃ，２３０４Ｄ，２３０４Ｅだけを集めればよい。したがって、エキスパートシステム１０２　はすべてのデータ２３０４を集める必要がない。

【００３５】

第２に、ランドマーク２４０２を使用してデータ通信ネットワーク１４２　を診断することにより、データ通信ネットワーク１４２　の実際の診断中に必要なデータ２３０４の解析および翻訳が大幅に減少する。これによりエキスパートシステム１０２　の有効性および効率が向上する。

【００３６】

定義により、ランドマーク２４０２は、ネットワークの問題２３０２の有用な特性を反映するデータ２３０４の定義済み翻訳を表す。換言すれば、ランドマーク２４０２は、ネットワーク問題２３０２が存在するか否かを判定するのに必要なデータ２３０４の解析および翻訳のほとんどを具体的に表現するものである。このような解析および翻訳は、ネットワーク１４２　が実際に診断されている間ではなく、ランドマーク２４０２が定義されている間に行われる。したがって、ランドマーク２４０２を使用してネットワーク１４２　を診断する場合には、エキスパートシステム１０２　の一部についての限られた解析および翻訳を必要とする。エキスパートシステム１０２　は、ランドマーク２４０２が存在することを確認するのに所定のデータ２３０４を収集するだけでよい。ランドマーク２４０２が存在すれば、ネットワーク問題２３０２が存在する。

【００３７】

本発明の好適実施例に従ってデータ通信ネットワーク１４２　を診断する図３５の方法を図３８により詳細に示す。

【００３８】

ステップ２７５０で、ネットワーク問題２３０２が定義される。

【００３９】

ステップ２７０６で、ネットワーク問題２３０２についてのランドマーク２４０２が定義される。本発明の好適実施例では、ランドマーク２４０２には、（１）オペレータが検出し得るネットワーク挙動（このようなランドマーク２４０２はシンプトン（ｓｙｍｐｔｏｍ）とも呼ばれる）、および（２）プロトコルアナライザ１３８　のような特別なツールを使用するエキスパートシステム１０２　だけが検出し得るネットワーク挙動がある。いずれの場合でも、ランドマーク２４０２は、通常、ランドマーク２４０２がデータ通信ネ

ットワーク１４２　上の異常挙動を示すように定義される。このような異常挙動はネットワーク問題２３０２を示すものである。

【００４０】

ランドマーク２４０２Ａの例には、（１）ファイル転送の途中での接続の切断、（２）正常よりはるかに高いネットワークトラフィック、（３）ビーコントークンリング、（４）ＩＣＭＰリダイレクトメッセージ、および（５）所定のしきいを越えるプロトコル違反の数、が含まれ得る。本発明の好適実施例についての他のランドマーク２４０２Ａは以下の章で明らかにする。

【００４１】

ランドマーク２４０２Ａは診断中のデータ通信ネットワーク１４２　の特定の形式によって変ることがある。ここに述べる説明に基き、当業者はその特定のデータ通信ネットワーク１４２　についてランドマーク２４０２を定義することができるであろう。ステップ２７１０で、ランドマーク２４０２を検出するのに必要なデータ２３０４を定義する。そのデータ２３０４は、電圧計、マルチメータ、スペクトルアナライザ、およびプロトコルアナライザ１３８　のような測定装置を用いて行われる測定を表すことができる。データ２３０４はまた、オペレータに尋ねる質問を表すこともできる。ここに述べる説明に基き、当業者はランドマーク２４０２を検出するために必要なデータ２３０４を定義することができる。

【００４２】

ステップ２７１４で、エキスパートシステム１０２　はランドマーク２４０２の一つを選択して処理を行う。たとえば、図３５でエキスパートシステム１０２　がランドマーク２４０２Ａを選択すると仮定する。

【００４３】

ステップ２７１８で、エキスパートシステム１０２　はステップ２７１４で選択したランドマーク２４０２の存在を確認または却下するために必要なデータ２３０４を収集する。上述の例においてエキスパートシステム１０２　は、データ２３０４Ａおよびデータ２３０４Ｃを得るために、必要な測定を行い、必要なオペレータの問い合わせを要求する。ステップ２７２２で、エキスパートシステム１０２　は、ステップ２７１４で選択したランドマーク２４０２が存在するか判定する（すなわち、エキスパートシステム１０２　は、ステップ２７１４で選択したランドマーク２４０２の確認を行う）。この判定はステップ２７１８で収集したデータ２３０４に基いて行われる。（図３８には示してないが、この判定は、存在する他のランドマーク２４０２に基いて行うこともできる。すなわち、エキスパートシステム１０２　は、関連するデータ２３０４が存在する場合に一定のランドマーク２４０２が存在し、関連するランドマーク２４０２が存在する場合に他のランドマーク２４０２が存在する階層に従って動作することができる。）

【００４４】

ランドマーク２４０２が存在しない場合には、エキスパートシステム１０２　はステップ２７１４に戻って今処理したばかりのランドマーク２４０２とは無関係のランドマーク２４０２を処理する。上述の例で、ランドマーク２４０２Ａはランドマーク２４０２Ｃおよびランドマーク２４０２Ｄとは無関係である。これは、それらがそれぞれ異なるネットワーク問題２３０２Ａおよびネットワーク問題２３０２Ｂに関連するためである。

【００４５】

また、ランドマーク２４０２が存在する場合には、ステップ２７２６で、エキスパートシステム１０２　は、今処理されたランドマーク２４０２が未だ処理されていない他のランドマーク２４０２に関連しているか否かを判定する

。上述の例では、ランドマーク２４０２Ａはランドマーク２４０２Ｂに関係している。これは、ランドマーク２４０２Ａおよびランドマーク２４０２Ｂが同一のネットワーク問題２３０２Ａに関係しているためである。更に、そのランドマーク２４０２Ｂは未だ処理されていない。

【００４６】

今処理したばかりのランドマーク２４０２が未だ処理されていない他のランドマーク２４０２に関連している場合、エキスパートシステム１０２　はステップ２７３６を実行する。ステップ２７３６で、エキスパートシステム１０２　は、次の、未処理ではあるが、関連しているランドマーク２４０２を選択して処理する。エキスパートシステム１０２　は、次にステップ２７１８に戻り、ステップ２７３６で選択したランドマーク２４０２を処理する。かくして、ステップ２７１８，２７２２，２７２６，２７３６により確定される制御ループを実行することにより、エキスパートシステム１０２　は、関連するランドマーク２４０２を処理して関連するランドマーク２４０２が存在するか否かを判定する。

【００４７】

ネットワーク問題２３０２に関係する関連するランドマーク２４０２の充分な組み合わせが確認される場合にはネットワーク問題２３０２が確認される。これを楕円形部分２７３０で表す。

【００４８】

一般に、ネットワーク問題２３０２を確認するために全ての関係ランドマーク２４０２を確認する必要はない。ネットワーク問題２３０２は、その関係ランドマーク２４０２の充分な組み合わせが確認される場合に確認される。たとえば、ネットワーク問題２３０２Ｂを確認するためにランドマーク２４０２Ｂ，２４０２Ｃ，２４０２Ｄを確認する必要はない。ランドマーク２４０２ＢおよびランドマークＤの確認、または恐らくはランドマーク２４０２Ｃのみの確認でさえ、ネットワーク問題２３０２Ｂを確認するには充分である。

【００４９】

ネットワーク問題２３０２を確認するための組み合わせは規則で規定されている。エキスパートシステム１０２　は規則にしたがって動作する。この規則を以下に説明する。

【００５０】

２．仮説および確認プロセス

本発明の好適実施例では、エキスパートシステム１０２　は仮説および確認プロセス２５５０を使用して通信ネットワーク１４２　を診断する。仮説および確認プロセス２５５０を図３６に示す。

【００５１】

仮説および確認プロセス２５５０によれば、データ通信ネットワーク１４２　は、まず最初にネットワーク問題２３０２の仮説をたて（ステップ２５０６）、次いでそのネットワーク問題の仮説を確認または却下する（ステップ２５１０）ことにより診断される。ネットワーク問題２３０２は前向き規則を使用してその仮説がたてられる。ネットワーク問題の仮説は後向き規則を使用して確認されたり却下されたりする。前向き規則および後向き規則については以下の章で説明する。

【００５２】

図３６に示したように、ネットワークデータ２３０４は、ネットワーク問題２３０２の仮説をたてる（ステップ２５０６）ためにネットワーク１４２　を監視する（楕円形部分２５１６）ことにより収集される。ネットワーク問題の仮説を確認または却下する（ステップ２５１０）ため、ネットワーク１４２　を更に監視して（楕円形部分２５２０）別のネットワークデータ２３０４を集める。

【００５３】

本発明の好適実施例において、仮説および確認プロセス２５５０は、上述のランドマークデータ抽出パラダイムに従って動作する。図３７はその仮説および確認プロセス２５５０を一層詳細に示すものであり、ランドマークデータ抽出パラダイムによる影響が明らかとなっている。

【００５４】

ステップ２６０６で、本発明のエキスパートシステム１０２　は一次ランドマークを選択する。

【００５５】

ランドマーク２４０２は一次ランドマークまたは二次ランドマークのいずれかに分類される。一次ランドマークはネットワーク問題２３０２の最初の指示子であるランドマーク２４０２である。一次ランドマークは、確認および却下を行うのに比較的都合がよい。一次ランドマークが存在する場合には、関連するネットワーク問題が存在するという妥当な確率が存在し、それは確認されるべきものである。

【００５６】

二次ランドマークはネットワーク問題２３０２を確認するのに使用される。二次ランドマークは、一次ランドマークより一層信頼性の高い、ネットワーク問題２３０２の指示子である。しかし、二次ランドマークは、確認および却下を行うのにはあまり都合が良くない。

【００５７】

ランドマーク２４０２は、ネットワーク１４２　を診断するのに必要なデータ収集プロセスを更に減らすために一次ランドマークおよび二次ランドマークとして分類される。ネットワーク１４２　を診断するのに、エキスパートシステム１０２　は、一次ランドマークの存在を確定するのに充分なデータ２３０４を収集するだけでよい。一次ランドマークが存在しない場合には、エキスパートシステム１０２　は、別のデータ２３０４を収集して二次ランドマークの存在を確定する必要はない。エキスパートシステム１０２　は、一次ランドマークが存在する場合に限り、データを集めて二次ランドマークの存在を確定する必要がある。

【００５８】

図３５のランドマーク２４０２Ｂが一次ランドマークであると仮定する。またランドマーク２４０２Ａ，２４０２Ｃ，２４０２Ｄが二次ランドマークであると仮定する。したがって、ステップ２６０６で、エキスパートシステム１０２　はランドマーク２４０２Ｂを選択する（複数の一次ランドマークが屡々存在する）。

【００５９】

ステップ２６１０で、エキスパートシステム１０２　は、ステップ２６０６で選択した一次ランドマークが存在するか否かを判定するためにツールを選択する。このようなツールにはプロトコルアナライザ１３８　による測定が含まれる。更に、ランドマークの確認を入力する機会がオペレータに与えられる（これは、以下に説明するステップ２６２０に示されている）。このようなオペレータ入力は、請求される（エキスパートシステム１０２　がオペレータに入力を要求する）ものと、請求されない（オペレータがエキスパートシステム１０２　からの事前の要請なしに情報を入力する）ものとのいずれとすることもできる。図３５において、エキスパートシステム１０２　は、データ２３０４Ｄおよびデータ２３０４Ｅを得るのに充分なツールを選択する。

【００６０】

次いでエキスパートシステム１０２　はステップ２６１４またはステップ２６２０のいずれかを実行する。エキスパートシステム１０２　はまた、ステップ２６１４，２６２０の両ステップをどんな順序ででも行うことができる。

【００６１】

ステップ２６１４で、エキスパートシステム１０２　は、選択された一次ランドマークの存在を確定するのに必要なデータ２３０４を得るために、ステップ２６１０で選択したツールを使用する。図３５では、エキスパートシステム１０２　はツールを使用してデータ２３０４Ｄおよびデータ２３０４Ｅを得ている。

【００６２】

ステップ２６２０で、上述のように、エキスパートシステム１０２　は、オペレータからの請求されないデータまたは確認された一次ランドマークを受信することができる（ステップ２６２０はそのようなデータをオペレータが入力した場合のみ実行される）。したがって、ステップ２６２０で、オペレータは選択された一次ランドマークが存在することを指示することができる。オペレータがそのような情報を入力する場合、エキスパートシステム１０２　は、選択された一次ランドマークの存在を確定するためにステップ２６１０

およびステップ２６１４を実行する必要はない。
【００６３】
ステップ２６２０により示したように、エキスパートシステム１０２　は、（１）一次ランドマークを確認してから二次ランドマークを確認するか、または（２）オペレータからの確認された一次ランドマークを受信した後に二次ランドマークを確認するかのいずれかによりネットワーク１４２　を診断する。したがって、エキスパートシステム１０２　は、オペレータからの確認された一次ランドマークを受信した場合には、ネットワーク問題２３０２を検出するために一次ランドマークを確認する必要がない。
【００６４】
ステップ２６２４で、エキスパートシステム１０２　は選択された一次ランドマークが存在するか否かを判定する。この判定はステップ２６１４およびステップ２６２０で収集したデータに基いて行われる。図３５においてデータ２３０４Ｄおよびデータ２３０４Ｅが存在する場合には、一次ランドマーク２４０２Ｂが存在する。一次ランドマーク２４０２Ｂが存在するか否かは、データ２３０４Ｄおよびデータ２３０４Ｅを規則によるしきい値に対して比較することによって決まる。
【００６５】
一次ランドマーク２４０２Ｂが存在しない場合、エキスパートシステム１０２　は、試験すべき他の一次ランドマーク２６０６を選択するためにステップ２６０６に戻る。上述のように、図３５に示した例とは対照的に、複数の一次ランドマークが屡々定義される。一旦すべての一次ランドマークが試験されてしまうと、エキスパートシステム１０２　は最初の一次ランドマークから開始して繰返す。
【００６６】
また、一次ランドマークが存在する場合には、ステップ２６２８でエキスパートシステム１０２　は、一次ランドマークの存在に基づき、一つ以上のネットワーク問題２３０２の存在について仮説をたてる。図３５では、一次ランドマーク２４０２Ｂが存在するので、エキスパートシステム１０２　は、ネットワーク問題２３０２Ａおよびネットワーク問題２３０２Ｂが存在するという仮説をたてる。
【００６７】
ステップ２６３２で、複数のネットワーク問題２３０２の仮説がステップ２６２８でたてられた場合、エキスパートシステム１０２　は、その仮説ネットワーク問題２３０２に処理についての優先順位をつける。ネットワーク問題２３０２は優先順位に従って順に並べられる。本発明の好適実施例では、ネットワーク問題２３０２は各々頻度値および重大度値が割当てられる。これらの２つの値は優先順位を決定するのに使用される。頻度とはネットワーク問題２３０２が発生する割合を言う。重大度とはネットワーク問題２３０２がネットワーク１４２　に与える影響を言う。高頻度値および高重大値を有するネットワーク問題２３０２には高い優先順位が割当てられる。
【００６８】
ステップ２６３２で、仮説ネットワーク問題２３０２に優先順位をつけた後、エキスパートシステムシステム１０２　は、処理について最高の優先順位を有する、仮説ネットワーク問題２３０２を選択する。図３５においては、エキスパートシステム１０２　がネットワーク問題２３０２を選択して処理するものと仮定している。
【００６９】
ステップ２６３６で、エキスパートシステム１０２　は、ステップ２６３２で処理のために選択された仮説ネットワーク問題に関連する二次ランドマークを識別する。図３５において、エキスパートシステム１０２　は、二次ランドマーク２４０２Ｃ，２４０２Ｄを識別する。
【００７０】
ステップ２６４０で、エキスパートシステム１０２　は、ステップ２６３６で識別した二次ランドマークが存在するか否かを判定するツールを選択する。図３５で、エキスパートシステム１０２　は、データ２３０４Ｆおよびデータ２３０４Ｎを得るのに充分なツール

を選択する。データ２３０４Ｅはあらかじめ得られていたことに注目されたい。エキスパートシステム１０２　は次いでステップ２６４４またはステップ２６９０を実行する。エキスパートシステム１０２　は、両ステップ２６４４，２６９０をどんな順序ででも実行することができる。

【００７１】

ステップ２６４４で、エキスパートシステム１０２　は、識別された二次ランドマークの存在を確定するのに必要なデータ２３０４を得るためにステップ２６４０で選択されたツールを使用する。図３５において、エキスパートシステム１０２　はツールを使用してデータ２３０４Ｆおよびデータ２３０４Ｎを得る。

【００７２】

ステップ２６９０で、エキスパートシステム１２０　は、請求されないデータまたは確認された二次ランドマークをオペレータから受け取ることができる（ステップ２６９０はオペレータがそのようなデータを入力する場合に限り行われる）。したがって、ステップ２６９０で、オペレータは、選択された二次ランドマークが存在することを示すことができる。オペレータがそのような情報を入力する場合、エキスパートシステム１０２　は、選択された二次ランドマークの存在を確定するためにステップ２６４０，２６４４を実行する必要はない。

【００７３】

ステップ２６４８で、エキスパートシステム１０２　は、識別された二次ランドマークが存在するか否かを判定する。この判定はステップ２６４４およびステップ２６９０で収集されたデータに基いて行われる。図３５では、データ２３０４Ｆおよびデータ２３０４Ｎが存在する場合に二次ランドマーク２４０２Ｃ，２４０２Ｄが存在する。

【００７４】

上述のように、関連するネットワーク問題２３０２を確認するために、識別された二次ランドマークのすべてを確認する必要はない。それどころか、ネットワーク問題２３０２は、その関連するランドマーク２４０２の充分な組み合わせが確認された場合に確認される。これらの組み合わせは（ＯＲおよびＡＮＤ演算子を使用して）論理的な組み合わせとして表され、知識ベース２３８　の規則に含まれるものである。識別された二次ランドマークの充分な組み合わせが存在しない場合、関連するネットワーク問題２３０２は存在しない。エキスパートシステム１０２　は、制御ライン２６６６を取り、ステップ２６５６を実行する。

【００７５】

識別された二次ランドマークの充分な組み合わせが存在する場合には、関連するネットワーク問題２３０２が存在する。これを楕円形部分２６５２に示す。エキスパートシステム１０２　はネットワーク問題２３０２が存在することをオペレータに知らせる。次いでエキスパートシステム１０２　はステップ２６５６を実行する。

【００７６】

ステップ２６５６で、エキスパートシステム１０２　は、未だ処理されていない仮説ネットワーク問題が別に存在するか否かを判定する（仮説ネットワーク問題にはステップ２６３２で優先順位が与えられていることを想起されたい）。

【００７７】

別の仮説ネットワーク問題が残っている場合、エキスパートシステム１０２　はステップ２６６０を実行する。ステップ２６６０で、エキスパートシステム１０２　は、未だ処理されていない、最高優先順位を有する、仮説ネットワーク問題を選択する。次いでエキスパートシステム１０２　はステップ２６３６に戻る。

【００７８】

別の仮説ネットワーク問題が残っていない場合は、エキスパートシステム１０２　は試験すべき他の一次ランドマーク２６０６を選択するためにステップ２６０６に戻る。次の章では、ランドマークデータ抽出パラダイムと仮説及び確認プロセス２５５０に従って動作する特定のエキスパートシステム１０２　について説明する。

【００７９】
３．ユーザ制御エキスパートシステム
本発明の好適実施例において、データ通信ネットワーク１４２　を自動的に診断するエキスパートシステム１０２　は、上述のランドマークデータ抽出パラダイムと仮説および確認プロセス２５５０に従って動作する。このエキスパートシステム１０２　は、オペレータによる対話および制御を考慮したものである。
【００８０】
次の章で、本発明の好適実施例について説明する。
【００８１】
３．１　動作環境
図１は本発明の好適実施例が動作する環境を示している。本発明の好適実施例はアプリケーションプログラム１０２　および事象ログ１０６　を備えている。アプリケーションプログラム１０２　は、データ通信ネットワーク１４２　を自動的に診断するプロトコルアナライザ１３８　を制御するエキスパートシステムを表している。
【００８２】
本発明の好適実施例はコンピュータプラットホーム１０４　上で動作する。コンピュータプラットホーム１０４　は、中央処理装置（ＣＰＵ）１１６　と、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）１１４　と、および入出力インタフェース１１８　とを備えたハードウェア装置１１２　を備えている。コンピュータプラットホーム１０４　はオペレーティングシステム１０８　を備えており、マイクロ命令コード１１０　を備えることもできる。端末機１２６　、データ格納装置１３０　、およびプリンタ１３４　等の各種周辺構成要素をコンピュータプラットホーム１０４　に接続することができる。
【００８３】
また、コンピュータプラットホーム１０４　は、ソフトウェアコマンド１２２　およびプロトコルアナライザ１３８　を有するプロトコルアナライザインタフェース１２０　も備えることができる。
【００８４】
本発明の好適実施例では、コンピュータプラットホーム１０４　は、ヒューレット・パッカード（ＨＰ）社のＶｅｃｔｒａパーソナルコンピュータであり、または、インテル（Ｉｎｔｅｌ）８０２８６またはそれより高級なマイクロプロセッサをベースとするインターナショナル・ビジネス・マシン（ＩＢＭ）社のコンパチブルパーソナルコンピュータであればどれでも良い。オペレーティングシステムは、ＩＢＭまたはマイクロソフト（Ｍｉｃｒｏｓｏｆｔ）またはＩＢＭ／マイクロソフトコンパチブル・ディスクオペレーティングシステム（ＤＯＳ）である。アプリケーションプログラム１０２　は、スモールトーク（Ｓｍａｌｌｔａｌｋ）／Ｖコンピュータプログラミング言語で書かれている。ソフトウェアコマンド１２２　は、Ｃ、フォース（Ｆｏｒｔｈ）、およびアセンブリコンピュータプログラミング言語で書かれている。
【００８５】
３．２　高レベル構造および動作
本発明の好適実施例の構造を図２に示す。図２は、本発明と、事象ログ１０６　、プロトコルアナライザインタフェース１２０　、およびプロトコルアナライザ１３８　との間の相互作用もまた示している。図２は更に、本発明の構成要素（エンティティとも言う）である事象ログ１０６　と、プロトコルアナライザインタフェース１２０　と、プロトコルアナライザ１３８　との間のコマンド、質問、およびデータの転送を示している。図２において、コマンド、質問、データは、Ｃ、Ｑ、Ｄでそれぞれ示されている。
【００８６】
上述のように、本発明の好適実施例は、事象ログ１０６　およびアプリケーションプログラム１０２　を備えている。アプリケーションプログラム１０２　は、黒板２０２　、促進器２０８　、ユーザインタフェース２５０　、およびモジュール２１４　を備えている。モジュール２１４　は通常は総称モジュール２１４　Ａで表される。モジュール２１４

は、規則モジュール２１４Ｂ　、測定モジュール２１４Ｃ　、遠隔モジュール２１４Ｄ　、およびユーザ質問モジュール２１４Ｅ　を備えている。

【００８７】

本発明の好適実施例は、知識ベース２３８　およびデータベース２１０　，２３６　もまた備えている。

【００８８】

本発明の好適実施例は次のように動作する。事象ログ１０６　が質問を受信する。たとえば、その質問は、「ケーブルＸＹＺは許容レベル内で動作しているか？」というようなものとすることができる。

【００８９】

事象ログ１０６　が促進器２０８　に質問を送り、促進器２０８　がその質問を黒板２０２　に掲示する。黒板２０２　には複数の質問が存在することができる。

【００９０】

定期的に、促進器２０８　は、黒板２０２　上の最も緊急な質問を選択し、その選択した質問に対して最良に答えることができるモジュール２１４　を識別するためにそのモジュール２１４　をポーリングする。次に、促進器２０８　は、選択された質問に答えるよう、識別されたモジュール２１４　に命令する。

【００９１】

選択された質問に答えるにあたり、識別されたモジュール２１４　は、副次質問を行うことができる。たとえば、選択された質問が「ケーブルＸＹＺが許容レベル内で動作しているか？」であれば、識別されたモジュール２１４　は「ケーブルＸＹＺに過剰な雑音が存在するか？」および「ケーブルＸＹＺの導通に破壊が存在するか？」という副次質問を行うことができる。これら副次質問は、事象ログ１０６　および促進器２０８　を介して黒板２０２　に掲示され、その副次質問に答えるのに最良のモジュール２１４　を促進器２０８　が識別する。副次質問に答えるモジュール２１４　は、選択された質問を要求するモジュールと同じでなくてもよい。選択された質問に答えるモジュール２１４　は、規則モジュール２１４Ｂ　であってもよい。また副次質問に答えるモジュール２１４　は、測定モジュール２１４Ｃ　およびユーザ質問モジュール２１４Ｅであってもよい。

【００９２】

識別されたモジュール２１４　は、副次質問に答え、その副次質問の答を事象ログ１０６　および促進器２０８　を介して黒板２０２　上に掲示する。促進器２０８　は、選択された質問（即ち、「ケーブルＸＹＺは許容レベル内で動作しているか？」）に答えるモジュール２１４　に、副次質問の答が黒板２０２　上で手に入ることを知らせる。モジュール２１４　は、その副次質問の答を使用して選択された質問に答える。

【００９３】

本発明の上述の動作中、エキスパートシステム１０２　は、ステータスおよび進捗メッセージをユーザインタフェース２５０　を介してオペレータに送ることによりオペレータとの対話を行う。本質的には、事象ログ１０６　に送られる質問およびデータの全てがユーザインタフェース２５０　に送られて、その表示がオペレータに対して行われる。

【００９４】

加えて、オペレータは、本発明の上述の動作中のどんな時でもエキスパートシステム１０２　を制御することができる。たとえば、オペレータはユーザインタフェースを介してエキスパートシステムに質問を送ることができる。また、オペレータは、促進器が選択した黒板上の最も緊急な質問を無効にすることができる。更に、オペレータは、質問に答えるために選択されたモジュール２１４　により生成された副次質問を変更することができる。

【００９５】

本発明の構成要素については、以下の章および本発明の動作を説明する第３．３　章で更に説明する。

【００９６】

３．２．１　黒板
黒板２０２　は促進器２０８　に関連するものであり、通信媒体である。この通信媒体である黒板２０２　を介してモジュール２１４　が通信を行い、互いに協同動作する。モジュール２１４　は診断プロセス全体にわたって専門の機能を実行する。たとえば、測定モジュール２１４　Ｃは、プロトコルアナライザ１３８　にアクセスしてネットワーク上のデータを測定する。ユーザ質問モジュール２１４　Ｅはネットワークに関するデータについてオペレータに問い合わせる。
【００９７】
しかし、一つのモジュール２１４　だけではネットワーク１４２　を診断することはできない。これは、モジュール２１４　が、ネットワーク１４２　を診断するのに必要なすべての情報を個別に生成することができないからである。たとえば、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、プロトコルアナライザ１３８　にアクセスしてネットワーク上のデータを測定することができない。したがって、モジュール２１４　は、情報を生成してその情報を黒板２０２　に掲示することによりネットワーク１４２　を集合的に診断する。モジュール２１４　はネットワーク１４２　を診断するために黒板２０２　からの情報を全て用いる。
【００９８】
図２に示すように、促進器２０８　は、黒板２０２　との間のアクセスを制御する。これについては次章で更に説明する。
【００９９】
３．２．２　促進器
促進器２０８　は、要求を満たす（即ち、質問に答える）よう情報を生成するために適切なモジュールを識別する。黒板２０２　にある質問は、相対的重要度および緊急度に従ってソートされる。促進器２０８　は、黒板２０２　にある最も重要な質問を識別する。次いで促進器２０８　は、モジュール２１４　にポーリングして、識別された質問に最良に答えることができるモジュール２１４　を識別する。促進器２０８　は次いで、その識別したモジュール２１４　に、識別された質問に答えるよう指令する。
【０１００】
３．２．３　ユーザインタフェース
ユーザインタフェース２５０　は、本発明のエキスパートシステム１０２　と人間のオペレータとの間のインタフェースを提供するものである。ユーザインタフェース２５０　を介して、エキスパートシステム１０２　が、そのエキスパートシステム１０２　により答えられつつある質問に関するステータスおよび更新メッセージをオペレータに提供することにより、オペレータとの対話を行う。また、ユーザインタフェース２５０　を介して、オペレータは、適切な命令およびデータをエキスパートシステム１０２　に送ることにより、エキスパートシステム１０２　の動作を制御する。
【０１０１】
３．２．４　総称モジュール
本章では総称モジュール２１４　Ａについて説明する。本発明のエキスパートシステム１０２は、規則モジュール２１４Ｂ、測定モジュール２１４Ｃ、遠隔モジュール２１４Ｄ、およびユーザ質問モジュール２１４　Ｅ（これら特定のモジュール２１４　については以下の章で説明する）等の多数の異なるタイプのモジュール２１４　に適応するものである。実際に、本発明のエキスパートシステム１０２　は、この章に説明されるような総称モジュール２１４　Ａの特性に一般的に合致するどんなモジュールにも適応する。
【０１０２】
総称モジュール２１４　Ａは次の機能を行う。第１に、総称モジュール２１４　Ａは、促進器２０８　から質問およびデータを受け取ることができる。
【０１０３】
第２に、総称モジュール２１４　Ａは、データおよび質問を促進器２０８　に送ることができる。

【０１０４】
第３に、総称モジュール２１４　Ａは、審議中の質問に関して促進器２０８　からポーリングを受ける。そのポーリングに応じて、総称モジュール２１４　Ａは、審議中の質問に答える際の総称モジュール２１４　Ａの有効性に関して促進器２０８　に推定を与える。
【０１０５】
第４に、審議中の質問に答えるために総称モジュール２１４　Ａが促進器２０８　により選択された場合、総称モジュール２１４　Ａは審議中の質問を処理して返答を生成する。審議中の質問を処理する際、総称モジュール２１４　Ａは、事象ログ１０６　および促進器２０８　を介して黒板２０２　に掲示される副次質問を生成することができる。上述の機能を実行するにあたり、総称モジュール２１４　Ａおよび促進器２０８　は、実際のデータおよび質問を交換することはできない。というよりは、総称モジュール２１４　Ａおよび促進器２０８　は、黒板２０２　に掲示される実際のデータおよび質問を指すポインタを交換することができる。黒板２０２　にアクセスするためには、総称モジュール２１４Ａを黒板２０２　に登録しなければならない。総称モジュール２１４Ａが黒板２０２から返答を必要とする場合、総称モジュール２１４Ａを消費を行うもの（以下、消費者と称す）として登録する。また総称モジュール２１４　Ａが黒板２０２　に返答を与える場合には、総称モジュール２１４　Ａを生成を行うもの（以下、生成者と称す）として登録する。総称モジュール２１４　Ａは、消費者および生成者の双方として登録可能である。
【０１０６】
消費者モジュール２１４　は、他のモジュール２１４　により（即ち、生成者モジュール２１４　から）与えられた黒板２０２　上のデータを使用して質問に答える。生成者モジュール２１４　は、質問に答える際に他のモジュール２１４　（即ち、消費者モジュール２１４　）により使用されるためのデータを黒板に与える。消費者モジュール２１４　でもある生成者モジュール２１４　は他の生成者モジュール２１４　により与えられたデータを使用して、他の消費者モジュール２１４　により使用されるためのデータを生成する。
【０１０７】
モジュール２１４　の特定の機能は、その特定のモジュール２１４　の特定の信頼度（ｒｅｓｐｏｎｓｉｂｉｌｉｔｉｅｓ）および能力により、総称モジュール２１４　Ａの機能とは異なる。本発明のエキスパートシステム１０２　が適応するモジュール２１４　の例を次の章で説明する。
【０１０８】
３．２．４．１　規則モジュール
規則モジュール２１４　Ｂは消費者および生成者である。規則モジュール２１４　Ｂは、知識ベース２３８　にある規則に従って動作する推論エンジンである。規則モジュール２１４　Ｂは、知識ベース２３８　の規則を管理し、スケジュールし、適用して質問に答えたり質問を提起したりする。規則モジュール２１４　Ｂは、質問に対する応答を受け取り、その応答を用いて審議中の規則の継続を管理する。
【０１０９】
規則モジュール２１４　Ｂが質問を受ける場合、知識ベース２３８　からの幾つかの規則が質問を扱うことが出来る。規則モジュール２１４　Ｂは質問に答えるための最良の規則を起動させる。規則モジュール２１４　Ｂは、要求を満たす（即ち、質問に答える）ために更に規則を起動させることができる。後向き連鎖規則に限り、このように処理される。
【０１１０】
本発明のエキスパートシステムでは、いかなる数の論理規則モジュール２１４　Ｂも存在することができ、その場合、各規則モジュール２１４　Ｂは、知識ベース２３８　からの規則の実行を管理する。規則モジュール２１４　Ｂは、仮説（前向き）モジュール、確認（後向き）モジュール、およびランドマークモジュールに分類される。規則モジュール２１４　Ｂは、規則モジュール２１４　Ｂが実行している規則に従って分類される。
【０１１１】

文脈モジュールは消費者である。文脈モジュールは、問題解決プロセスについてのガイダンスを提供するために情報を要求する。文脈モジュールは、能動的に前向き連鎖を行って問題について仮説を生成することにより、最高レベルの目標を設定する。

【０１１２】

問題モジュールは、消費者および生成者である。問題モジュールは、文脈モジュールからの要求に応答することにより、仮説問題を調査する。これらの問題は、（ランドマーク等の）他の情報を要求してその応答を推論することによって調査される。

【０１１３】

ランドマークモジュールは、消費者および生成者である。ランドマークモジュールは、問題モジュールと類似しているが、測定結果および他の情報を使用してランドマークを推論する。ランドマークは、ネットワーク１４２　に伴う問題の仮説をたてて、その確認を行うために満たされなければならない必要条件である。

【０１１４】

３．２．４．２　測定モジュール

測定モジュール２１４　Ｃは、生成者であり、エキスパートシステム１０２　とプロトコルアナライザ１３８　との間のインタフェースを提供するものである。

【０１１５】

測定モジュール２１４　Ｃは、促進器２０８　から測定についての要求（質問とも言う）を受け取る。測定モジュール２１４　Ｃは、要求を、実際の選択命令、構成命令、および実行命令に変換する。測定モジュール２１４　Ｃは、プロトコルアナライザ１２０　に命令を送る。その命令は、プロトコルアナライザインタフェース１２０　の所定のソフトウェアコマンド１２２　を呼び出す。そのソフトウェアコマンド１２２　は、当初に要求された測定をプロトコルアナライザ１３８　に実行させる。

【０１１６】

プロトコルアナライザ１３８　は、プロトコルアナライザインタフェース１２０　を介して測定モジュール２１４　Ｃに測定結果を返す。測定モジュール２１４　Ｃは、その測定結果を黒板２０２　に適する形式に変換する。

【０１１７】

測定モジュール２１４　Ｃへの要求は、要求された測定の構成に対応する束縛変数と、要求された測定の結果に対応する非束縛変数とを有している。述語名は、実際の測定名である。その他の場合には、直接マッピングが可能である。測定モジュール２１４　Ｃからの応答は、測定結果に対応するすべての変数についての設定を伴う述語から構成されており、また構成を保持する変数は不変である。

【０１１８】

３．２．４．３　ユーザ質問モジュール

ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、オペレータとのインタフェースを提供するものである。ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、促進器２０８　から情報についての要求を受け取り、その要求をオペレータが質問することができる質問に変換する。次いで、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、その要求を満たすのに適する形式にユーザ応答を変換する。

【０１１９】

３．２．４．４　遠隔モジュール

遠隔モジュール２１４　Ｄは、遠隔システムを問題解決プロセスに参加させるものである。たとえば、遠隔モジュール２１４　Ｄは、促進器２０８　からの質問を受け取ることができる。質問に答えるため、遠隔モジュール２１４　Ｄは、遠隔システムとネットワーク１４２　との間の対話に関する情報について遠隔システムにアクセスすることができる。そのような情報は、ネットワーク１４２　を診断するのに役立つ。

【０１２０】

遠隔モジュール２１４　Ｄは、消費者および／または生成者となることができる。遠隔システムは、本発明のエキスパートシステム１０２　からの情報を消費する一層高レベルの問題解決手段の一部となることができる。その代替策として、遠隔システムは、エキスパ

ートシステム１０２　に問題解決を進めさせる情報を生成することができる。
【０１２１】
３．２．５　知識ベース
知識ベース２３８　は、規則モジュール２１４　Ｂにより使用される規則を備えている。規則モジュール２１４　Ｂは、知識ベース２３８　内の規則を使用して現存する事実および要求された事実に基き結果を推論する。その規則は、コストおよび確実性の因子を使用してスケジューリングをサポートし、伝達リスト探査（ｐｒｏｐａｇａｔｉｏｎ　ｌｉｓｔ　ｓｅａｒｃｈｓ）もまたサポートする。規則については以下の章で更に説明する。
３．２．６　データベース
エキスパートシステム１０２　は、データベース２１０　，２３６　を備えている。
【０１２２】
データベース２１０　は、データの記述子に関する情報を備えている。データの記述子については以下の章で説明する。
【０１２３】
データベース２３６　は基底ラインデータベースおよびトポロジデータベースを備えている。基底ラインデータベースは、ネットワーク１４２　の基底ラインおよび正常状態に関する情報を備えている。基底ラインは、特定のネットワークの一定のパラメータについての正常値である。これらの値は、ネットワーク間で異なる。基底ラインの例として、平均衝突率、トラフィック率、ブロードキャスト率、外部トラフィック率、および一般経路がある。これらのパラメータの現在値が基底ラインとかなり異なる場合に、ネットワーク上に存在する可能性のある問題に関するランドマークが識別される。
【０１２４】
トポロジデータベースは、ノード位置、ケーブル接続、および架線装置の向き等の、ネットワーク１４２　のトポロジに関する情報を備えている。
【０１２５】
３．２．７　事象ログ
事象ログ１０６　は、エキスパートシステム２０８　の構成要素から質問およびデータを受け取る。事象ログ１０６　はまた、ユーザインタフェース２５０　を介してオペレータからの質問およびデータも受け取る。
【０１２６】
事象ログ１０６　は、受け取った質問およびデータを促進器２０８　に転送する。開始プロセス（以下の章で説明する）中に、促進器２０８　は、事象ログ１０６　が促進器２０８　に送るべきデータおよび質問の形式を、事象ログ１０６　に指定する。
【０１２７】
事象ログ１０６　が受け取る質問およびデータは、ユーザインタフェース２５０　に転送され、オペレータに対して表示される。このようにして、エキスパートシステム１０２　は、オペレータに対して進行状況およびステータスの情報を表示することによりオペレータとの対話を行う。オペレータに対して表示するためにユーザインタフェース２５０　に送られる質問およびデータの形式は、開始段階の間に指定することができる。
【０１２８】
３．３　詳細動作
データ通信ネットワーク１４２　を診断している間のエキスパートシステム１０２　の動作をこの章で詳細に説明する。
【０１２９】
３．３．１　初期設定
図３は、本発明のエキスパートシステム１０２　の初期設定プロセスのフローチャートを示すものである。初期設定プロセスは、オペレータからユーザインタフェース２５０を介して促進器２０８へ伝えられる起動（ｓｔａｒｔｕｐ）命令およびリセット命令に応じて、促進器２０８　により実行される。
【０１３０】

初期設定プロセスのステップ３０６　で、促進器２０８　は、黒板２０２　内のすべての質問およびデータを空にする。

【０１３１】

ステップ３１０　で、促進器２０８　はモジュール２１４　を起動させる。モジュール２１４　がこのような起動に応答する仕方は、特定のモジュール２１４　の機能および信頼度によって決まる。

【０１３２】

たとえば、そのような起動に応答する規則モジュール２１４　Ｂの動作は、順向（ｐｒｏａｃｔｉｖｅ）診断に関係する。

【０１３３】

エキスパートシステム１０２　は、反応診断および順向診断を行う。反応診断とは、オペレータからの質問に応じてエキスパートシステム１０２　により行われるネットワーク１４２　の診断のことを言う。たとえば、オペレータは、（ユーザインタフェース２５０　を経由して）エキスパートシステム１４２　に対して「何故私の端末機は通信ネットワークに接続されないのか？」という質問を行う。エキスパートシステム１０２　は、オペレータの質問に答えるためにネットワーク１４２　を診断する。このような診断は、オペレータの質問に応じて行われるので、反応診断と呼ばれている。

【０１３４】

順向診断とは、エキスパートシステム１０２　の意志作用のみに基づいてエキスパートシステム１０２　により行われるネットワーク１４２　の診断のことを言う。順向診断は、オペレータの質問に応じては実行されない。そうではなく、順向診断は、（ユーザ質問モジュール２１４　Ｅを介してオペレータから情報が要求されない限り）オペレータの介在なしにエキスパートシステム１０２　により行われるネットワーク１４２　の定期的および自動的診断を意味する。

【０１３５】

順向診断は、特定の測定により提出され得る副次質問を確定する前向き規則を用いて開始される。前向き規則は、前向き規則の条件が満たされる場合に問題の質問を生成するものである。順向診断に関し、生成された質問は、ネットワーク問題が実際に存在するか否かを判定するために確認されなければならないネットワーク問題の仮説を表す。したがって、前向き規則は、仮説設定規則とも呼ばれる。

【０１３６】

たとえば、前向き規則Ｒ１は、条件Ｃ１＝「過剰な衝突が存在するか？」を備えることができる。Ｃ１が真であれば、Ｒ１は仮説「ケーブルには雑音が多い」即ちこれと等価なＱ１＝「ケーブルには雑音が多いか？」を生成することができる。エキスパートシステム１０２　は、Ｒ１により生成された仮説を確認するためにＱ１に答えなければならない。

【０１３７】

前向き規則は高度の信頼性を以てネットワーク問題を識別することができないということに注意されたい。前向き規則は、仮説を生成するものであって、結論を生成するものではない。したがって、前向き規則は、ネットワーク問題が存在することを確認するためには使用されない。そうではなく、前向き規則は、ネットワーク問題が存在するかもしれないという仮説をたてるために使用される。前向き規則は、（陸標が旅行者を一定地域に導くように）ランドマークを使用してネットワーク問題へ誘導するが、（通常は一つの陸標では旅行者を最終目的地に導くことができないように）ネットワーク問題を個々に確認することはできない。ランドマークデータ抽出パラダイムについては前の章で説明してある。

【０１３８】

前向き規則は、受動要素および能動要素を備えている。反応診断は受動要素を有する前向き規則を使用して行われる。受動要素は、オペレータ入力を受け取るまでエキスパートシステム１０２　が処理を行わないものである。たとえば、図３１に受動要素を有する前向き規則を示す。同図においてエキスパートシステム１０２　は、オペレータが「性能不充分（ｐｏｏｒＰｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ）」という苦情を入力するまで「緊急」ステートメ

ントを処理しない。受動要素はユーザシンプトンを表す。
【０１３９】
順向診断は、能動要素を有する前向き規則を使用して行われる。能動要素は、オペレータ入力を用いることなくエキスパートシステム１０２　が処理を行うことが出来るものである。
【０１４０】
反応診断および順向診断の両者について、前向き規則により仮説問題を確認するために、後向き規則が使用される。
【０１４１】
したがって、図３に示す初期設定プロセス中に、規則モジュール２１４　Ｂが順向診断を開始する。特に、ステップ３１４　で、規則モジュール２１４Ｂは知識ベース２３８を調査し、順向診断に関係する前向き規則を識別する。
【０１４２】
ステップ３１８　で、規則モジュール２１４　Ｂは、ステップ３１４　で識別された前向き規則に関係する質問を決定する。
【０１４３】
ステップ３２２　で、規則モジュール２１４　Ｂは、ステップ３１４　で識別された前向き規則の各々についての最初の質問に関係する事象を生成して送出する。その事象は、エキスパートシステム１０２　を通って移動するメッセージである。事象としては、質問を含むもの（以下、事象／質問と称す）または返答を含むもの（以下、事象／返答と称す）が可能である。本明細書では、「事象／質問」および「質問」という用語を置換可能に使用する。また、「事象／返答」および「返答」という用語を置換可能に使用する。
【０１４４】
事象／質問は、事象ログ１０６　および促進器２０８　を介して黒板２０２　に掲示される。これらの質問（およびその基礎をなす前向き規則）を順向様式で処理する仕方については、図９を参照して以下の章で説明する。
【０１４５】
ステップ３２６　で、促進器２０８　は、すべての質問およびデータを促進器２０８　に送るべきであることを事象ログ１０６　に指示する。
【０１４６】
３．３．２　診断動作
初期設定３０２　に続くデータ通信ネットワーク１４２　の診断中における本発明のエキスパートシステム１０２　の動作をこの章で説明する。
【０１４７】
図４を参照すると、初期設定３０２　に続いて、エキスパートシステム１０２　は、ステップ４０２　でデータ通信ネットワークの診断を開始する。
【０１４８】
ステップ４０８　で、エキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に事象が到達しているか否かを判定する。事象は、エキスパートシステム１０２　のエンティティ間を移動するメッセージである（上述のように、エキスパートシステム１０２　内のエンティティは、図２に示す構成要素である）。事象には、質問または質問に対する返答が含まれる。たとえば、事象／質問を「ケーブルＸＹＺ上にいくつの衝突が発生しているか？」とし、その対応する事象／返答を「ケーブルＸＹＺ上に毎秒１０の衝突が生成している」とすることができる。
【０１４９】
エキスパートシステム１０２　内のエンティティは、事象ログ１０６　に事象を送ることにより、それ自体の間で通信を行う。事象ログ１０６　はライン２５４　により事象を促進器２０８　に送り、促進器２０８　はその事象を適切なエンティティに分配する。したがって、ステップ４０８　で事象ログ１０６　が事象ログ１０６　内に事象が存在すると判定した場合には、ステップ４１８　で事象ログ１０６　がその事象を促進器２０８　に

送る。図４の残りのステップ（ステップ４６６　以外）は、促進器２０８　が、事象ログ１０６　から事象を受け取った後にその事象を適切なエンティティに分配する仕方を示す。ステップ４２２　で、促進器は、事象が質問（即ち、事象／質問）であるか返答（即ち、事象／返答）であるかを判定する。事象が事象／質問である場合、促進器２０８　は制御径路４２４　に従う。また事象が事象／返答である場合には、促進器２０８　は制御径路４４０　に従う。

【０１５０】

事象が事象／質問である場合、ステップ４２６　で促進器２０８　は事象／質問を黒板２０２　に載せる。上述のように、黒板２０２　は、事象を一時的に格納するＲＡＭ１１４　内の格納領域である。

【０１５１】

ステップ４３０　で、促進器２０８　は、既に黒板２０２　上に載っている事象／返答に事象／質問が関係しているか（即ち、既に黒板２０２　上に載っている事象／返答により事象／質問が答えられているか）否かを判定する。事象／返答は、ユーザインタフェース２５０　を介してオペレータによりまたはモジュール２１４　により、一層早い時期に黒板２０２　に掲示されていることが可能である。

【０１５２】

事象内の情報は、促進器２０８　が事象／質問を対応する事象／返答に突き合わせるのに充分なものである。たとえば、事象／質問および対応する事象／返答には、双方とも同じ識別コードを割当てることができる。

【０１５３】

事象／質問が、黒板２０２　に既に載っている事象／返答のうちの一つに関係している場合、促進器２０８　は制御径路４３２　を取る。また、事象／質問が、黒板２０２　に既に載っている事象／返答のいずれとも関係していない場合には、促進器２０８　は制御径路４３６　を取る。

【０１５４】

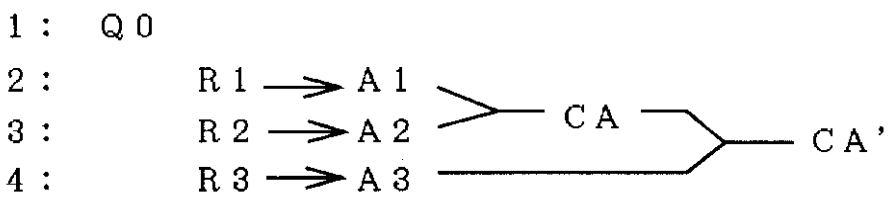
促進器２０８　が、ステップ４２２　で事象が事象／返答であることを確認した場合、ステップ４４２　で促進器２０８　は二つのタスクを実行する。まず、促進器２０８　は（可能ならば）下層質問について累積返答を生成する。次に、促進器２０８　はその累積返答を黒板２０２　に載せる。

【０１５５】

ここで、次の表１に示す一例について考えることとする。

【０１５６】

【表１】



【０１５７】

表１は基本質問Ｑ０を示すものである。知識ベース２３８　からの規則Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３が、Ｑ０に対する明確な返答を提供する。詳細に言えば、Ｒ１が返答Ａ１を、Ｒ２が返答Ａ２を、Ｒ３が返答Ａ３を提供する。

【０１５８】

Ａ１が黒板２０２　に掲示されている（即ち、Ｒ１が完成してＱ０に返答Ａ１が与えられた）と仮定する。更に、ステップ４４２　で促進器２０８　がＡ２を処理中であると仮定する。ステップ４４２　で累積平均を生成するため、促進器２０８　は、Ａ１とＡ２とを組み合せて、Ｑ０に対する単一返答を示すＣＡを生成する。Ａ３が始まる（Ｒ３がＱ０に

返答を与える）と、促進器２０８　が、ステップ４４２　でＡ１およびＡ２の累積返答（即ち、ＣＡ）とＡ３とを組み合せてＣＡ’を、即ちＱ０に対する新しい累積返答を生成する。上述のように、促進器２０８　は次いで累積返答ＣＡ’を黒板２０２　上に掲示する。

【０１５９】

本発明の好適実施例では、促進器２０８　は、単純平均を計算することにより累積返答を生成する。

【０１６０】

促進器２０８　が、下層質問に対する返答が利用可能である場合に限り累積返答を生成することに注目されたい。ここで（表１に関連する）表２について考える。

【０１６１】

【表２】

１：	Ｑ０	
２：	Ｒ１	⟶ Ａ１　利用不可能
２ａ：	Ｑ１	⟶ Ａ４
２ｂ：	Ｑ２	⟶ 利用不可能
３：	Ｒ２	
４：	Ｒ３	

【０１６２】

Ｒ１は、二つの副次質問Ｑ１および副次質問Ｑ２を含んでいる。ステップ４４２　で事象／返答が、Ｑ１に対する返答であるＡ４を表すと仮定する。Ｑ２は返答を有さない。Ｑ１およびＱ２の両者に対する返答を利用することができないので、Ｒ１に基くＱ０に対する返答を利用することができない。下層質問（即ち、Ｑ０）に対する返答（即ち、Ａ１）を利用することができないので、促進器２０８　は下層質問Ｑ０に対する累積返答を生成しない。

【０１６３】

ステップ４４６　で、促進器２０８　は、事象／返答が完成しているか否かを確認する。他のモジュール２１４　がその仕事を行うのを援助するように事象／返答を伝えることができれば、事象／返答は完成している。たとえば、上述の筋書きにおいて、Ｑ１が測定Ｍ１および測定Ｍ２によって決まると仮定する。Ｑ１に対する返答を決定するにはＭ１およびＭ２が共に完成していなければならない。ステップ４４６　で、促進器２０８　がＭ１の結果を処理中であると仮定する。Ｍ２の結果は利用可能ではない。この筋書きにおいて、事象／返答（即ち、Ｍ１の結果）は、他のモジュール２１４　（この場合にはＲ１で表される）がその仕事を行うのを援助することができないので、その事象／返答は完成していない。

【０１６４】

ステップ４４６　で、事象／返答が完成していなければ、促進器２０８　が制御径路４４８　を取り、エキスパートシステム１０２　が別の事象をチェックする。上述の筋書きで、Ｑ１はＭ２の結果が利用可能になるのを待つ。一旦Ｍ１およびＭ２が共に利用可能になると、Ｑ１はＲ１に対する返答を生成する。このような事象／返答は、他のモジュール（即ち、Ｒ１）がその仕事を行うのを援助する（このシナリオでは、Ｑ１に対する返答が、Ｒ１がＱ０についての返答を生成するのを援助する）ので、その事象／返答は完成している。

【０１６５】

ステップ４４６　で、事象／返答が完成していれば、促進器２０８　は制御径路４５０　を取って事象／返答を処理し続ける。

【０１６６】

ステップ４５２　で、促進器２０８　は、事象／返答が、黒板２０２　に既に載っている事象／質問のうちのいずれかと関連しているか否かを判定する。事象／質問は、ユーザインタフェース２５０　を介してオペレータにより、またはモジュール２１４　により、一層早い時期に黒板に掲示させることができる。上述の筋書きでは、事象／返答がＱ１に対する返答を表していれば、その事象／返答はＲ１に関係していることになる。

【０１６７】

事象／返答が、既に黒板２０２　に掲示されている一つ以上の事象／質問に関係している場合、促進器２０８　は制御径路４５４　を取る。事象／返答が、既に黒板２０２　に掲示されている事象／質問のいずれとも関係していなければ、促進器２０８　は制御径路４５８　を取る。

【０１６８】

図５を参照すると、促進器２０８　が、事象／質問が既に黒板２０２　に掲示されている事象／返答のうちの一つと関係している故に、制御径路４３２　を取る場合、ステップ５０４　で促進器２０８　は、その事象／質問を発したモジュール２１４　を識別する。促進器２０８　は、事象／質問を発したモジュール２１４　を識別するのに充分な事象／質問およびモジュール２１４　に関する情報を保持している。

【０１６９】

ステップ５０８　で、促進器２０８　は、識別されたモジュール２１４　に、その事象／質問に関係する事象／返答が黒板２０２　上に存在することを知らせる。促進器２０８　は、実際の事象／返答を、識別されたモジュール２１４　に伝えることができる。本発明の好適実施例では、促進器２０８　は、黒板２０２　にある事象／返答を指すポインタを伝える。

【０１７０】

次いで、エキスパートシステム１０２　はステップ５１２　を実行する。ステップ５１２　は、識別されたモジュール２１４　が下層質問に答えるために事象／返答を使用する仕方を表している。ステップ５１２　については、モジュール２１４　の詳細な動作に関連して以下の章で説明する。

【０１７１】

図６を参照すると、促進器２０８　が、事象／質問が、既に黒板２０２　に載っている事象／返答のいずれとも関係していない故に、制御径路４３６　を取る場合、ステップ６０４　で促進器２０８　は、黒板２０２　にある事象／質問に返答しないでおく。これは、未返答の質問を黒板２０２　に掲示する一つの方法を示す。

【０１７２】

次いでエキスパートシステム１０２　は、ステップ３３０　を実行し、即ちこれと等価には、エキスパートシステムは、事象ログ１０６　に到達する別の事象をチェックする。再び図４を参照すると、事象が事象ログ１０６　に到達していなければ、エキスパートシステム１０２　はステップ４６６　を実行する。ステップ４６６　は、促進器２０８　が黒板２０２　にある未返答の質問を処理する仕方を示すものである。ステップ４６６　については、この章の後の方で説明する。

【０１７３】

図７を参照すると、促進器２０８　が、事象／返答が、既に黒板２０２　に掲示されている事象／質問のうちの少くとも一つに関係している故に、制御径路４５４　を取る場合、ステップ７０４　で促進器２０８　は、事象／質問を発したモジュール２１４　を識別する。促進器２０８　は、（１）事象／返答と関連する事象／質問を識別し、および（２）事象／質問を発したモジュール２１４　を識別するのに充分な、事象／質問、事象／返答、およびモジュール２１４　に関係する情報を保持している。

【０１７４】

ステップ７０８　で、促進器２０８　は、最初に識別されたモジュール２１４　に、事象／質問に関連する事象／返答が黒板２０２　に存在することを伝える。促進器２０８　は、実際の事象／返答を、識別されたモジュール２１４　に伝えることができる。本発明の好適実施例では、促進器２０８　は、黒板２０２　にある事象／返答を指すポインタを伝える。

【０１７５】

エキスパートシステム１０２　は次いでステップ５１２　を行う。ステップ５１２　は、識別されたモジュール２１４　が下層質問に返答するために事象／返答を使用する仕方を示すものである。ステップ５１２　については、モジュール２１４　の詳細な動作に関する以下の章で説明する。

【０１７６】

ステップ５１２　を実行してから、エキスパートシステム１０２　は、ステップ７１２　で再開してステップ７１４　を実行する。ステップ７１４　で、促進器２０８　は、事象／返答に関して知らせる別の識別されたモジュール２１４　が存在するか否かを判定する。促進器２０８　は、識別されたモジュール２１４　のすべてに通知し終るまで制御ライン７１６　により形成された制御ループを実行する。

【０１７７】

識別されたすべてのモジュールに通知し終ると、エキスパートシステム１０２　は、ステップ３３０　を実行し、即ちこれと同等には、エキスパートシステムが、事象ログ１０６　に到達する別の事象についてチェックする。

【０１７８】

図８を参照すると、促進器２０８　が、事象／返答が黒板２０２　に既に掲示されている事象／質問のいずれとも関係していない故に、制御径路４５８　を取る場合、ステップ８０４　で促進器２０８　は、事象／返答を黒板２０２　に残しておく。これは、事象／質問が発せられる前に事象／返答を黒板２０２　に掲示する一つの方法を示す。

【０１７９】

次いでエキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に到達する別の事象についてチェックする（即ち、エキスパートシステム１０２　はステップ３３０　を実行する）。促進器２０８　が黒板２０２　にある質問を処理する仕方を、図９を参照して以下に説明する。

【０１８０】

ステップ９０４　で、促進器２０８　は、順向診断が審議中になっているか否かを判定する（順向診断については図３およびその上述の関連する説明を参照のこと）。順向診断に関連する前向き規則のいずれかが黒板２０２　上で未だ審議中である場合、順向診断は審議中である。また、順向診断に関連する前向き規則がすべて完成している場合には、順向診断は審議中ではない。

【０１８１】

順向診断が審議中でない場合、ステップ９０８　で促進器２０８　は黒板２０２　のすべての事象／質問が完成しているか否かを確認する。黒板２０２　にある事象／質問がすべて完成している場合、ステップ３０２　で促進器２０８　がエキスパートシステム１０２　を再初期設定する。促進器２０８　は、エキスパートシステム１０２　を再初期設定することにより、順向診断プロセスを再開させる。

【０１８２】

順向診断がステップ９０４　で審議中となっている場合、または黒板２０２　に存在するどの質問も未完成である場合には、促進器２０８　はエキスパートシステム１０２　を再初期設定しない。

【０１８３】

その代りに、促進器２０８　はステップ９１８　を実行する。ステップ９１８　で、促進器２０８　は、事象／返答が完成しているか否かを判定する。ステップ９１８　は、図４のステップ４４６　と等価なものである。したがって、事象／返答が完成している場合に

促進器２０８　は制御径路４６４　を取り、図４のステップ４５２　から実行を開始する。また、ステップ９１８　で事象／返答が完成していない場合には、促進器２０８　は、黒板２０２　の事象／質問を調査して最も緊急な質問を識別する（ステップ９２４　）。本発明の好適実施例では、事象／質問は、頻度（ネットワーク１４２　上でどれだけ頻繁に問題が発生するか）および重大度（問題がネットワーク１４２　上に与える影響）に従って優先順位がつけられている。高頻度および高重大度を有する問題に関連する質問には高い優先順位がつけられる。促進器２０８　は、識別された質問を処理用に選択する。

【０１８４】

識別された質問は、順向診断と反応診断とのいずれかに関係することができる。したがって、一旦黒板２０２　に掲示されると、促進器２０８　は、順向診断および反応診断に関連する質問および規則を同様の様式で処理する。

【０１８５】

ステップ９２８　で、促進器２０８　は、ユーザによるオーバーライドが存在するか否かを判定する。オーバーライドが存在する場合、ステップ９３２　で促進器２０８　は、その選択された質問を捨て、オペレータの質問を処理対象として受容する。

【０１８６】

本発明の代替的な実施例において、促進器２０８　は、ステップ９３２　でユーザオーバーライドが存在するか否かを明白には判定しない。そうではなく、オペレータが、ユーザインタフェース２５０　を介して質問を入れる。エキスパートシステム１０２　は、オペレータの質問の優先順位に自動的に働きかけ、ステップ９２４　で促進器２０８　がオペレータの質問が最も緊急であると判定するようにする。エキスパートシステム１０２　がこの代替的な実施例に従って動作する場合には、ステップ９２８　およびステップ９３２　は実行されない。

【０１８７】

ステップ９２８　およびステップ９３２　は、本発明がエキスパートシステム１０２　を介してオペレータによる対話および制御を提供する一つの方法を示している。オペレータはユーザインタフェースを介してエキスパートシステム１０２　の動作を監視する。詳細に言えば、エキスパートシステム１０２　は、進行およびステータスのメッセージをユーザインタフェースを介してオペレータに送る。このような進行およびステータスのメッセージには、処理対象となる質問の促進器２０８　による選択（ステップ９２４）が含まれる。オペレータ（特に熟練したオペレータ）は、処理対象となる質問の促進器２０８による選択を無効にすることを選択することができる。したがって、エキスパートシステム１０２　が質問を処理する仕方およびタイミングをオペレータが制御することができるので、ステップ９２８　およびステップ９３２　はオペレータによる対話および制御を可能とする。

【０１８８】

ステップ９３６　で、質問が（促進器２０８　またはオペレータによって）処理対象として選択された後、促進器２０８　はモジュール２１４　をポーリングする。促進器２０８　によるポーリングに応じて、モジュール２１４　は、選択された質問に返答する際のその効率および有効性に関する推定値を用いて応答する。促進器２０８　は、モジュール２１４　からの情報を使用して、識別された質問に最も効率良く且つ有効に答えることができるモジュール２１４　を識別する。

【０１８９】

ステップ９４６　で、促進器２０８　は、選択されたモジュール２１４　に、識別された質問に答えるよう指令する。

【０１９０】

ステップ９４６　に続いて、エキスパートシステム１０２　はステップ９５０　を実行する。ステップ９５０　は、識別されたモジュール２１４　が識別された質問に答える仕方を表すものである。ステップ９５０　およびステップ５１２（識別されたモジュール２１４が事象／返答を使用して下層質問に答える仕方）については次の章で説明する。

【０１９１】
３．３．３　モジュール
モジュール２１４　の動作を本章で詳細に説明する。
【０１９２】
３．３．３．１　一般モジール
総称モジュール２１４　Ａの動作を図１０および図１１を参照して本章で説明する。特定のモジュール２１４　Ｂ，２１４　Ｃ，２１４　Ｄ，２１４　Ｅの動作は、総称モジュール２１４　Ａの動作と類似している。これらのモジュールの動作の違いは、モジュール２１４　の特定の信頼度の結果として生じるものである。
【０１９３】
図１０は、総称モジュール２１４　が、識別された質問（即ち、促進器２０８　がステップ９２４　で処理対象として選択した質問）に答えている間の、総称モジュール２１４　Ａの動作を示している。
【０１９４】
質問に答えるために促進器２０８　によって総称モジュール２１４　Ａが選択された（ステップ９４２およびステップ９４６）後、その総称モジュール２１４　Ａはステップ１００４を実行する。
【０１９５】
ステップ１００４で総称モジュール２１４　Ａは黒板２０２　から事象／質問を読み出す。ステップ１００８で、総称モジュール２１４　Ａは、事象／質問に対する返答を決定するために事象／質問を処理する。このような処理の詳細は特定のモジュール２１４　の機能によって決まる。特定のモジュール２１４　Ｂ，２１４　Ｃ，２１４　Ｅの詳細な動作については次章で説明する。
【０１９６】
ステップ１０１２で、総称モジュール２１４　Ａは、事象／質問に答えるために更に別の処理を行う必要があるか否かを判定する。たとえば、事象／質問に答えるために別の情報が必要であることがある。
【０１９７】
このような別の処理が必要な場合には、ステップ１０３６で総称モジュール２１４　Ａは、必要とされる情報を決定するために事象／質問を生成する。
【０１９８】
規則モジュール２１４　Ｂが関係する次の例を考える。Ｑ０は下層質問を表し、知識ベース２３８　からの規則Ｒ１および規則Ｒ２がＱ０に関係している（即ち、Ｒ１およびＲ２はＱ０に対して返答を与える）と仮定する。Ｒ１は質問Ｑ１および質問Ｑ２によって決まると仮定する。規則モジュール２１４　Ｂがステップ１００８でＱ１に対する返答を決定し、およびＱ２に対する返答が未決定である場合には、ステップ１０１２で、規則モジュール２１４　Ｂが、Ｒ１に返答するための（Ｑ２に関する）別の処理が必要であると判定する。
【０１９９】
このような別の処理が必要でなければ、ステップ１０１６で総称モジュール２１４　Ａが、下層質問に総称モジュール２１４　Ａが完成していることを知らせる。このような通知は、下層質問を表すデータ構造変数にフラグを設定することにより表すことができる。規則モジュール２１４　Ｂが関係する上述の例では、Ｑ２に対する返答はステップ１００８で決定され、Ｑ１に対する返答は既に利用可能であるものと仮定する。Ｒ１についての答えを決定するために別の処理は必要ない。したがって、ステップ１０１６で、規則モジュール２１４　Ｂは、Ｒ１についての処理が完成していることをＱ０に知らせる。
【０２００】
ステップ１０２０で、総称モジュール２１４　Ａは、質問が満たされているか（即ち、質問が答えられているか）を判定する。たとえば、規則モジュール２１４　Ｂが関連する上述の例では、Ｒ１はＱ１およびＱ２によって決まる。Ｑ１およびＱ２の双方が満たされる

場合に限りＲ１が満たされる。その他の場合には、Ｒ１は満たされない。たとえば、Ｒ１は、「（Ｑ１）要素Ａがネットワーク１４２　上で要素Ｂと通信することができず、（Ｑ２）衝突が高い場合に、Ｒ１は満たされる」とすることができる。Ｒ１は、要素Ａおよび要素Ｂが通信することができず且つ衝突が高い場合に限り、満たされる。

【０２０１】

ステップ１０２０で質問が満たされた場合、ステップ１０２４で総称モジュール２１４　Ａが質問の充足を伝える事象を生成する。その事象の特定の内容は、特定のモジュール２１４　の機能によって決まる。たとえば、規則モジュール２１４　Ｂは次のように動作する。前向き規則について、規則モジュール２１４　Ｂが事象／質問を生成する。これは、ネットワーク問題の仮説と等価である。後向き規則について、規則モジュール２１４　Ｂが事象／返答を生成する。これは、質問に対する返答であり、仮説を確認するのに使用される。

【０２０２】

ステップ１０２０で質問が満たされなかった場合にはステップ１０３０で総称モジュール２１４　Ａが疑似事象を生成する。この疑似事象は、ステップ１０４０が一旦完了すると、制御をステップ４６６　に移動させる。この疑似事象は、促進器２０８　がそれに伝えられつつある事象を介して制御を受け取ることを確実にするために必要である。　ステップ１０４０で、総称モジュール２１４　Ａは、ステップ１０２４，１０３０，１０３６のいずれかで生成された事象を発する。

【０２０３】

ステップ３３０　で、エキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に到達する別の事象をチェックする。

【０２０４】

図１１は、総称モジュール２１４　Ａが事象／返答を使用して下層質問に答えている間における総称モジュール２１４　Ａの動作を示すものである。図１０および図１１に示した処理中における総称モジュール２１４　Ａの動作は類似している。

【０２０５】

ステップ１０４６で総称モジュール２１４　Ａは黒板２０２　から事象／返答を読み出す。ステップ１０５０で、総称モジュール２１４　Ａは、事象／返答を使用して、下層事象／質問に答える。このような処理の詳細は、特定のモジュール２１４　の機能により決まる。特定のモジュール２１４　Ｂ，２１４　Ｃ，２１４　Ｅの詳細な動作については次の章で説明する。

【０２０６】

ステップ１０６２で、総称モジュール２１４　Ａは、下層事象／質問に答えるために別の処理が必要であるか否かを判定する。たとえば、事象／質問に答えるために別の情報が必要であることがある。

【０２０７】

このような別の処理が必要である場合、ステップ１０８６で総称モジュール２１４　Ａが、必要な情報を決定するために事象／質問を生成する。

【０２０８】

しかしながら、そのような別の処理が必要でない場合には、ステップ１０６６で、総称モジュール２１４　Ａは、下層質問に、総称モジュール２１４　Ａが完成していることを知らせる。このような通知は、下層質問を表すデータ構造変数にフラグを設定することにより表すことができる。

【０２０９】

ステップ１０７０で、総称モジュール２１４　Ａは、質問が満たされているか（即ち、質問が答えられているか）を判定する。

【０２１０】

ステップ１０７０で質問が答えられている場合、ステップ１０７４で、総称モジュール２１４　Ａが、質問の充足を伝える事象を生成する。この事象の特定の内容は、モジュール

２１４　の特定の機能によって決まる。
【０２１１】
ステップ１０７０で質問が満たされていない場合には、ステップ１０８０で、総称モジュール２１４　Ａが疑似事象を生成する。この疑似事象は、ステップ１０９０が一旦完了すると制御をステップ４６６　に移動させる。この疑似事象は、促進器２０８　がそれに伝えられつつある事象を介して制御を受け取ることを確実にするために必要である。
【０２１２】
ステップ１０９０で、総称モジュール２１４　Ａは、ステップ１０７４，１０８０，１０８６のいずれかで生成された事象を発する。
【０２１３】
ステップ３３０　で、エキスパートシステム１０２　は制御をステップ３３０　またはステップ７１２　に移す。エキスパートシステム１０２　は、図１１に示す処理が、関連する質問が利用可能であった場合の事象／返答に準じて実行された場合、ステップ７１２　に制御を移す（図４の制御ライン４５４　を参照のこと）。その他の場合には、エキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に到達する別の事象をチェックするために、ステップ３３０　に制御を移す。
【０２１４】
特定のモジュール２１４　Ｂ，２１４　Ｃ，２１４　Ｅの詳細な動作については次章で説明する。
【０２１５】
３．３．３．２　測定モジュール
測定モジュール２１４　Ｃの動作を図１２に示す。測定モジュール２１４　Ｃは、本発明のエキスパートシステム１０２　とプロトコルアナライザ１３８　との間のインタフェースを表すものである。
【０２１６】
本発明の第１の実施例では、測定モジュール２１４　Ｃは、プロトコルアナライザインタフェース１２０　を介してプロトコルアナライザ１３８　と対話する。プロトコルアナライザインタフェース１２０　は、コンピュータプラットフォーム１０４　のインタフェースバス（図１には明示していない）の拡張スロットのうちの一つに差込まれるボードを表す。
【０２１７】
本発明の第２の実施例では、プロトコルアナライザインタフェース１２０　およびプロトコルアナライザ１３８　により行われる機能は、一枚のプロトコルアナライザカード（図１には図示していない）に設けられている。このプロトコルアナライザカードは、コンピュータプラットフォーム１０４のインタフェースバス（図１には明示していない）の拡張スロットのうちの一つに差込まれるボードを表す。
【０２１８】
本発明の第１の実施例によれば、プロトコルアナライザ１３８　に対してデータおよび命令の送受を行うため、測定モジュール２１４　Ｃがプロトコルアナライザインタフェース１２０　に命令を送る。その命令に応じて、およびプロトコルアナライザインタフェース１２０　内に備えられているソフトウェアコマンド１２２　に従って、プロトコルアナライザインタフェース１２０　が、測定モジュール２１４　Ｃの命令により指定された測定を行う。
【０２１９】
下記の能力を有するプロトコルアナライザ１３８　が、本発明のエキスパートシステム１０２　と共に使用するのに適している。第１に、プロトコルアナライザ１３８　は、データ通信ネットワーク１４２　を徹底的に試験するのに充分な測定能力、機能、および融通性を持っていなければならない。この要求事項を満たすプロトコルアナライザ１３８　は現在入手可能なものであり、Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｇｅｎｅｒａｌ　のＳｎｉｆｆｅｒ　Ｐｒｏｔｏ－ｃｏｌＡｎａｌｙｚｅｒ、ＥｘｃｅｌａｎのＬａｎａｌｙｚｅｒ、およびＨｅｗ

ｌｅｔｔ　Ｐａｃｋａｒｄ　４９７２プロトコルアナライザがそれに含まれる。
【０２２０】
第２に、プロトコルアナライザ１３８　は、完全にプログラム可能でなければならない。即ち、プロトコルアナライザの機能および特徴は、人間の介在なしにエキスパートシステム１０２　（またはプロトコルアナライザ１３８　にインタフェースされるあらゆるコンピュータプログラム）により制御可能でなければならない。
【０２２１】
第３に、プロトコルアナライザ１３８　は、すべての結果を人間の介在なしにエキスパートシステム１０２　（またはプロトコルアナライザ１３８　にインタフェースされるあらゆるコンピュータプログラム）に返さなければならない。
【０２２２】
図１２を参照すると、ステップ１１０６で、測定モジュール２１４　Ｃが事象／質問に対応する測定を識別する。本発明の好適実施例では、測定モジュール２１４　Ｃにより最も良く返答を得ることができる事象／質問と、プロトコルアナライザの測定との間に、一対一の対応が存在する。
【０２２３】
ステップ１１１０で、測定モジュール２１４　Ｃが、プロトコルアナライザコマンドを定式化して、識別された測定を行うようプロトコルアナライザ１３８　に命令する。本発明の好適実施例では（図１に示すように）、定式化されたプロトコルアナライザコマンドは、プロトコルアナライザ１３８　に直接は命令しない。その代りに、定式化されたプロトコルアナライザコマンドがプロトコルアナライザインタフェース１２０　に送られ、次いでこのインタフェース１２０　が、プロトコルアナライザ１３８　にコマンドを送り、それにより識別されたコマンドをプロトコルアナライザ１３８　に行わせる。代りの実施例では、定式化されたプロトコルアナライザコマンドが、プロトコルアナライザ１３８　に、識別された命令を行うように直接命令する。
【０２２４】
ステップ１１１４で、測定モジュール２１４　Ｃが、定式化されたプロトコルアナライザコマンドをプロトコルアナライザ１３８　に送る。
【０２２５】
ステップ１１１８で、測定モジュール２１４　Ｃが、識別された測定に対する応答を、プロトコルアナライザインタフェース１２０　を経由して、プロトコルアナライザ１３８　から受け取る。
【０２２６】
ステップ１１２２で、その応答がエキスパートシステム１０２　を通して伝達する条件に入るように、測定モジュール２１４　Ｃがその応答をフォーマットする。このようなフォーマット化には、エキスパートシステム１０２　内の標準プロトコルに従ってエンベロープ内に応答を置くことが含まれる。
【０２２７】
ステップ１１２６およびステップ１１３０で、測定モジュール２１４　Ｃは、プロトコルアナライザ１３８　からの応答を含む事象／返答を構成し、発行する。
【０２２８】
３．３．３．３　ユーザ質問モジュール
ユーザ質問モジュール２１４　Ｅの動作を図１３に示してある。ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、エキスパートシステム１０２　がネットワーク１４２　を診断するのに使用する情報を得ることに関して人間のオペレータとエキスパートシステム１０２　との間のインタフェースとなる。
【０２２９】
ステップ１２０６で、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、事象／質問に対応するユーザ質問を識別する。ユーザ質問は、ユーザに、プロトコルアナライザ１３８　以外の装置で測定を行うよう要求することができる。本発明の好適実施例では、ユーザ質問モジュール

２１４　Ｅが最も良く返答することができる事象／質問とユーザ質問との間に一対一の対応が存在する。
【０２３０】
ステップ１２１０で、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、ユーザ質問をユーザインタフェース２５０　に送る。
【０２３１】
ステップ１２１４で、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅはユーザ質問に対する応答をユーザインタフェース２５０　を介してユーザから受け取る。
【０２３２】
ステップ１２１８で、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、その応答がエキスパートシステム１０２　を通して伝達する条件になるようにその応答をフォーマットする。このようなフォーマット化には、その応答をエキスパートシステム１０２　内の標準プロトコルに従ってエンベロープ内に入れることを包含することができる。
【０２３３】
ステップ１２２２およびステップ１２２６で、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、ユーザからの応答を含む事象／返答を構成して発する。
【０２３４】
３．３．３．４　規則モジュール
規則モジュール２１４　Ｂの動作を図１４および図１５に示す。
【０２３５】
図１４は、規則モジュール２１４　Ｂが識別された質問（即ち、ステップ９２４　で促進器２０８　により処理対象として選択された質問）に答えている間の規則モジュール２１４　Ｂの動作を示すものである。識別された質問は事象／質問内に格納されていることを想起されたい。
【０２３６】
ステップ１３０６で、規則モジュール２１４　Ｂは黒板２０２　から事象／質問を読取る。ステップ１３１０で、規則モジュール２１４　Ｂは、知識ベース２３８　を隅々まで探索して事象／質問に適用されるすべての規則（即ち、事象／質問に返答を与えるすべての規則）を識別する。
【０２３７】
ステップ１３１４で、規則モジュール２１４　Ｂは識別された規則の一つを選択して処理する。本発明の好適実施例では、規則モジュール２１４　Ｂは処理するのに最も効率の良い規則を選択する。処理するのに最も効率の良い規則は、コスト因子（規則を処理するためにエキスパートシステム１０２　にかかるコスト）および信頼因子（ネットワーク問題を識別する規則の信頼性）によって決まる。効率の良い規則は、コスト因子が低く、効率が高い。図２９ないし図３３に示すように、コストおよび信頼についての値は規則に関連している。
【０２３８】
ステップ１３１８で、規則モジュール２１４　Ｂは、識別された規則の次の質問まで、またはその規則の終りまで、すべての内部コマンドを実行する。内部コマンドは、規則モジュール２１４　Ｂがデータベース２１０　，２３６　を参照して直ちに答えることができる質問または照会である。たとえば、基本質問Ｑ０が、規則Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に関連していると仮定する。また、ステップ１３１４で、規則モジュール２１４　Ｂが規則Ｒ１を処理用に選択すると仮定し、Ｒ１が、内部コマンドＣ１および内部コマンドＣ２を有し、その次に質問Ｑ１を有し、次いで内部コマンドＣ３を有し、次に質問Ｑ２および質問Ｑ３を有していると仮定する。規則Ｒ１の次の質問はＱ１である（これは、規則モジュール２１４　Ｂが規則をその始めから処理し、Ｃ１が規則Ｒ１の始めを表しているためである）。したがって、規則モジュール２１４　Ｂは、Ｃ１およびＣ２が次の質問Ｑ１の前に生じるため、ステップ１３１８でＣ１およびＣ２を実行する。
【０２３９】

ステップ１３２２で、規則モジュール２１４　Ｂは、現在の規則に未だ処理されていない質問が含まれているか否かを判定する。たとえば、上述の筋書きでは、現在の規則Ｒ１には、処理されていない質問Ｑ１，Ｑ２，Ｑ３が含まれている。

【０２４０】

現在の規則に未だ処理されていない質問が含まれている場合、ステップ１３４６で、規則モジュール２１４　Ｂが、処理されていない次の質問を選択する。規則Ｒ１についての上述の筋書きでは、規則モジュール２１４　Ｂは質問Ｑ１を選択する。

【０２４１】

ステップ１３５０で、規則モジュール２１４　Ｂは、ステップ１３４６で選択された質問に従って事象／質問を生成して発する。

【０２４２】

現在の規則に関連する質問がすべて処理されてしまっている場合には、ステップ１３２６で、規則モジュール２１４　Ｂが、下層質問に規則が完成していることを通知する。このような通知は、下層質問を表すデータ構造変数にフラグを設定することにより表すことができる。ステップ１３２６はステップ１０１６に類似している。

【０２４３】

ステップ１３３０で、規則モジュール２１４　Ｂは、現在の規則が満たされているか否かを判定する。ステップ１３３０はステップ１０２０に類似している。

【０２４４】

ステップ１３３０で規則が満たされている場合、ステップ１３３４で、規則モジュール２１４　Ｂが特定の規則に基いて事象を生成して発する。ステップ１３３４はステップ１０２４およびステップ１０４０に類似している。

【０２４５】

ステップ１３３０で規則が満たされていない場合には、ステップ１３４０で、規則モジュール２１４　Ｂが疑似事象を生成して発する。ステップ１３４０はステップ１０３０およびステップ１０４０に類似している。

【０２４６】

ステップ１３５４で、規則モジュール２１４　Ｂは、事象／質問に未開始の規則が含まれているか否かを判定する。規則に関連する質問がどれも完成していないかまたは黒板２０２　で審議中でない場合、その規則は未開始である。未開始の規則が存在する場合には、規則モジュール２１４　Ｂは、ステップ１３５４および制御ループ１３５８を介してその未開始の規則を始動させる。即ち、規則モジュール２１４　Ｂは、事象／質問に関連するすべての規則が始動されてしまうまで、制御ループ１３５８により完成されるループを行う。

【０２４７】

ステップ３３０　で、事象／質問に関連するすべての規則の始動に続き、エキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に到達する別の事象についてチェックする。図１５は、規則モジュール２１４　Ｂが、事象／返答を使用して下層質問に答えている間の規則モジュール２１４　Ｂの動作を示す。

【０２４８】

ステップ１４０６で規則モジュール２１４　Ｂが黒板２０２　から事象／返答を読み出す。ステップ１４０８で、規則モジュール２１４　Ｂが、事象／返答に関連する規則の次の未処理の質問まで、または規則の終りまで、すべての内部コマンドを実行する。たとえば、基本質問Ｑ０が、規則Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に関連していると仮定する。またＲ１が、内部コマンドＣ１および内部コマンドＣ２を有し、続いて質問Ｑ１を有し、次いで内部コマンドＣ３を有し、その次に質問Ｑ２および質問Ｑ３を有していると仮定する。更に事象／返答がＲ１に関連しており、および特に、事象／返答がＱ１についての返答であると仮定する。そうすると、ステップ１４０８で、規則モジュール２１４　Ｂは、Ｃ３が規則Ｒ１の次の未処理の質問Ｑ２の前に発生する唯一の内部コマンドであるため、Ｃ３を実行する。

【０２４９】

ステップ１４１４で、規則モジュール２１４　Ｂは下層質問のステータスを更新する。上述の筋書きで、Ｃ１、Ｃ２、Ｑ１、Ｑ２が完成しており、規則モジュール２１４　ＢがＱ３に対する返答を処理中であると仮定する。このような場合には、Ｒ１についての処理は完結している。したがって、ステップ１４１４で、規則モジュール２１４　Ｂは、Ｒ１が完成していることを基本質問Ｑ０に知らせる。ステップ１４１４はステップ１０６６に類似している。

【０２５０】

ステップ１４２６で、規則モジュール２１４　Ｂは、現在の規則が満たされているか否かを判定する。ステップ１４２６はステップ１０７０に類似している。

【０２５１】

ステップ１４２６で規則が満たされている場合、ステップ１４３０で、規則モジュール２１４　Ｂは、特定の規則に基いて事象を生成して発する。ステップ１４３０はステップ１０７４およびステップ１０９０に類似している。

【０２５２】

ステップ１４２６で規則が満たされていない場合には、ステップ１４３６で、規則モジュール２１４　Ｂは、疑似事象を生成して発する。ステップ１４３６はステップ１０８０およびステップ１０９０に類似している。

【０２５３】

ステップ３３０　で、エキスパートシステム１０２　は、制御をステップ３３０　またはステップ７１２　に移す。エキスパートシステム１０２　は、関連する質問が利用可能な事象／返答に従って図１１に示す処理が行われた場合に、制御をステップ７１２　に移す（図４の制御ライン４５４　を参照のこと）。その他の場合には、エキスパートシステム１０２　は、事象ログ１０６　に到達する別の事象についてチェックするために制御をステップ３３０　に移す。

【０２５４】

３．３．４　ユーザインタフェース

ユーザインタフェース２５０　の動作を図１６ないし図２１を参照してこの章で説明する。

【０２５５】

ユーザインタフェース２５０　は、エキスパートシステム１０２　とオペレータとの間のインタフェースを表すものである。オペレータは、このユーザインタフェース２５０　を介して、エキスパートシステム１０２　の動作についてインタフェースおよびその制御を行うことができる。

【０２５６】

図１７ないし図２０に示すように、本発明の好適実施例によるユーザインタフェース２５０　は、メニューおよびウィンドウから構成されている。オペレータは、端末機１２６　に取付けられたキーボードおよび／または（マウス等の）指示装置を用いてメニューおよびウィンドウを介して指図を行う。

【０２５７】

図１６は、ユーザインタフェース２５０　の動作の一般的なフローチャートを示すものである。ユーザインタフェース２５０　は、オペレータからのコマンドに従って動作し、これらのオペレータコマンドは、どんな順序でも、およびいつでも入って来る可能性があるものである。このため、ユーザインタフェース２５０　が動作する仕方の一例を提供するべく、図１６にそのフローチャートを示す。

【０２５８】

ステップ１５０６で、オペレータは、開始コマンドをユーザインタフェース２５０　からライン２５６　を介して促進器２０８　に送る。その開始コマンドに応じて、促進器２０８　がエキスパートシステム１０２　を初期設定する（図３およびその上述の関連する説明を参照のこと）。

【０２５９】

ステップ１５１０で、ユーザインタフェース２５０　は、事象ログ１０６　が受け取った事象／質問および事象／返答に関するデータを事象ログ１０６　から受け取る。ステップ１５１４で、ユーザインタフェース２５０　は、図１の端末機１２６　を介してオペレータにデータを表示する。そのデータは、ネットワーク１４２　の診断に関する進行およびステータス情報を表すものである。これは、エキスパートシステム１０２　が診断プロセスでユーザ対話および制御を提供する一つの方法である。

【０２６０】

ステップ１５１８で、ユーザインタフェース２５０　は、オペレータから質問および返答を受け取る。質問は、「私の端末機はネットワークに接続されているか？」というように、問題を反映することができるものである。また返答は、「ケーブルＸＹＺの導通は正常である」というように、オペレータによる観察および測定を反映することができるものである。オペレータからの質問および返答は、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅからの問い合わせに応じて行われることができ、またはユーザは、請求されていない質問または返答を入力することができる。これは、エキスパートシステム１０２　が診断プロセスでユーザ対話および制御を提供する別の方法である。

【０２６１】

ステップ１５２２で、ユーザインタフェース２５０　は、オペレータが提示した質問および返答に基づき事象を生成して事象ログ１０６　に発する。エキスパートシステムは、図４のステップ３３０　で、これらの事象についてチェックする。

【０２６２】

ステップ１５２８で、ユーザインタフェース２５０　は、オペレータから説明要求を受け取る。この説明要求には、促進器２０８　の推論（即ち、ネットワーク問題２３０２とデータ２３０４に対するランドマーク２４０２との関係）や、処理すべき質問の選択や、モジュール２１４　による事象／質問の生成および発行、に関する説明についての要求が含まれる。この説明要求にはまた、ネットワーク問題の性質および重要度や、ネットワーク問題、シンプトン、およびユーザ質問に対する可能な解決法に関する情報についての要求も含まれる。

【０２６３】

本発明の好適実施例では、オペレータは、事象ウィンドウ１６２２および障害発見（ｆａｕｌｔｓ　ｆｏｕｎｄ）ウィンドウ１６２４内のテキスト上で（マウスを）クリックすることにより、説明要求をユーザインタフェース２５０　へ送る。

【０２６４】

ステップ１５３２で、ユーザインタフェース２５０　は、その説明要求に応答するよう促進器２０８　に命令する。

【０２６５】

ステップ１５５４で、促進器２０８　は説明要求に応答する。

【０２６６】

促進器２０８　は、その説明要求に応答するようモジュール２１４　のうちの一つに命令することができる。説明要求に応答する際、促進器２０８　およびモジュール２１４　は、データベース２１０　に格納されているデータ記述子を参照する。データ記述子の例を図２２ないし図２８に示す。

【０２６７】

図２２および図２３はネットワーク問題に関連するデータ記述子を示す。図２２で、問題は、名称フィールドによって示すように、「ケーブルに雑音多し（ｃａｂｌｅＮｏｉｓｙ）」である。定義フィールドは問題の定義を提供する。このフィールドはオペレータが問題の説明を要求する際にアクセスされる。解法フィールドは問題を解決する方法を提供する。このフィールドはオペレータが問題に対する可能な解法を要求する際にアクセスされる。

【０２６８】

図２４は測定に関係するデータ記述子を示す。図２５はランドマークに関係するデータ記

述子を示し、図２６、図２７、および図２８はシンプトンに関係するデータ記述子を示す。シンプトンは、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅを介してユーザから要求される質問が関係している。これらのデータ記述子のフィールドは、図２２に示す問題に関係するデータ記述子のフィールドに類似している。

【０２６９】

ステップ１５３８で、ユーザインタフェース２５０　は促進器２０８　の応答を受け取り、端末機１２６　の説明ウィンドウ（図１７ないし図２０には図示せず）にオペレータに対する応答を表示する。この説明ウィンドウは、端末機１２６　に現われ、オペレータの説明要求に対する促進器２０８　の応答を含むウィンドウである。

【０２７０】

ステップ１５４２で、ユーザインタフェース２５０　はオペレータが終了コマンドを入力したか否かを確認する。オペレータが終了コマンドを入力していない場合、ユーザインタフェース２５０　はステップ１５１０に戻る。

【０２７１】

また、オペレータが終了コマンドを入力した場合には、ステップ１５４８で、ユーザインタフェース２５０　は、ライン２５６　を介して促進器２０８　に終了コマンドを送る。終了コマンドを受け取ると、促進器２０８　はエキスパートシステム１０２　の動作を終了し、エキスパートシステム１０２　の診断セッションが完了する。

【０２７２】

上述のように、本発明の好適実施例によれば、ユーザインタフェース２５０　は、メニューおよびウィンドウから構成されている。これらメニューおよびウィンドウを図１７ないし図２０に示す。

【０２７３】

図１７は、エキスパートシステム１０２　がデータ通信ネットワーク１４２　を診断している際の端末機１２６　の表示画面イメージ１６０２を示す。このイメージ１６０２は、事象ウィンドウ１６２２、障害ウィンドウ１６２４、監視ウィンドウ１６２６、および仮説ウィンドウ１６２８を有する。このイメージ１６０２はまた、多数のプルダウンメニューボタン１６０４，１６０６，１６０８，１６１０，１６１２を有する。更にこのイメージ１６０２は、多数のコマンドボタン１６１４，１６１６，１６１８，１６２０を有する。またこのイメージ１６０２は、アイコン１６３０，１６３２，１６３４，１６３６、およびステータス領域１６３８を有する。

【０２７４】

上述のように、事象ログ１０６　に送られるすべての事象もまたユーザインタフェース２５０　に送られてオペレータに対する表示が行われる。これらの事象は事象ウィンドウ１６２２に表示される。

【０２７５】

確認されたネットワーク問題は、障害ウィンドウ１６２４に表示される。

【０２７６】

黒板２０２　に掲示されている前向き規則からの質問は、監視ウィンドウ１６２６に表示される。このような質問はランドマークを表す。上述のように、ネットワーク問題の仮説をたてるのに前向き規則が使用される。

【０２７７】

黒板２０２　に掲示されている仮説ネットワーク問題は仮説ウィンドウ１６２８に表示される。仮説ネットワーク問題を確認し、却下するのに後向き規則が使用される。

【０２７８】

監視ウィンドウ１６２６は、監視プロセス（即ち、一次ランドマークを検出するプロセス）のステータスを示す。仮説ウィンドウ１６２８は、処理中の仮説の現在のセットを示す。オペレータは、監視ウィンドウ１６２６および仮説ウィンドウ１６２８に示されるランドマークおよび仮説をそれぞれ選択することができる。オペレータの選択に応じて、エキスパートシステム１０２　は、選択されたランドマークおよび仮説の優先順位を、選択さ

れたランドマークおよび仮説が最初に実行されるように修正する。したがって、促進器２０８　は、オペレータが定義した順序で筋書きを処理する。これは、エキスパートシステム１０２　がオペレータに対話および制御を提供するもう一つの方法である。

【０２７９】

オペレータは、エキスパートシステム１０２　を制御するため、及びイメージ１６０２を構成するために、プルダウンメニューボタン１６０４，１６０６，１６０８，１６１０，１６１２を使用する。オペレータは、シンプトンボタン１６０４を使用してエキスパートシステム１０２に苦情を送る。シンプトンボタンを使用する仕方は、事実追加ボタン１６０８を使用する仕方（以下に説明する）と類似している。

【０２８０】

オペレータは、クリアボタン１６０６を使用してエキスパートシステム１０２　の再初期設定を行う。

【０２８１】

オペレータは事実追加ボタン１６０８を使用して事象／返答およびデータをエキスパートステム１０２　に送る。図１９に示すように、オペレータは、事実追加ボタン１６０８上で（マウス等の）指示装置をクリックすることにより、ウィンドウ１８０２を開く。このウィンドウ１８０２は、オペレータが選択可能な返答をリスト表示する。このウィンドウ１８０２においては、「過剰リンクトラフィック（ｅｘｃｅｓｓｉｖｅＬｉｎｋＴｒａ－ｆｆｉｃ）」返答が選択される。この「過剰リンクトラフィック」返答を選択することにより、オペレータはウィンドウ１８０４を開く。このウィンドウ１８０４で、オペレータは「過剰リンクトラフィック」返答に関連する情報を入力することができる。　オペレータは構成（ｃｏｎｆｉｇ）ボタン１６１０を使用してイメージ１６０２を構成する。たとえば、オペレータは構成ボタン１６１０を使用してウィンドウを開閉することができる。これを図１８に示す。同図は、オペレータが構成ボタン１６１０を使用して、監視ウィンドウ１６２６、および仮説ウィンドウ１６２８を閉じ、事象ウィンドウ１６２２および障害ウィンドウ１６２４を広げたところを示すものである。

【０２８２】

この表示画面イメージ１６０２は、ヘルプボタン１６１２のような多数のヘルプボタンを備えている。これらのヘルプボタンは、文脈依存型であり、情報ヘルプメッセージを提供して、オペレータがエキスパートシステム１０２　と対話し、その制御を行うのを支援する。

【０２８３】

オペレータは、コマンドボタン１６１４，１６１６，１６１８，１６２０，１６９８，１６９９を使用してネットワーク１４２　の診断を開始させ、制御する。

【０２８４】

オペレータは、（障害発見ボタン１６１４上で指示装置をクリックすることにより）障害発見ボタン１６１４を押して、ネットワーク１４２　の診断を開始させる。障害発見ボタン１６１４を押すことにより、オペレータは本質的に、エキスパートシステムに図４のステップ３３０　で示すような連続ループプロセスでの動作を開始させる。オペレータはホップボタン１６１６及びステップボタン１６１８　を押して、ネットワーク１４２　をインクリメンタル（ｉｎｃｒｅｍｅｎｔａｌ）ステップで診断する。

【０２８５】

オペレータは、ストップボタン１６２０を押してエキスパートシステム１０２　の動作を停止させる。

【０２８６】

また、オペレータは、アイコン１６３０，１６３２，１６３４，１６３６を使用して雑多な機能を実行させる。

【０２８７】

詳細に言うと、オペレータは、（事象アイコン１６３０上でクリックすることにより）事象アイコン１６３０を使用して類別に従って事象ログ１０６　内の事象を見る。

【０２８８】
オペレータは、計測アイコン１６３２を使用してプロトコルアナライザ１３８　を直接制御する。
【０２８９】
オペレータは、設定アイコン１６３４を使用して、エキスパートシステム１０２　が診断しているネットワークの形式等の大域パラメータおよび構成を設定する。
【０２９０】
オペレータは、ユーティリティ（ｕｔｉｌｓ）アイコン１６３６を使用して、画面の印刷等の雑多なユーティリティを実行させる。
【０２９１】
オペレータは、表示画面イメージ１６０２内に複数のウィンドウを開くことができる。これを図２０に示す。
【０２９２】
図２１は、質問およびデータを、事象ウィンドウ１６２２、障害ウィンドウ１６２４、監視ウィンドウ１６２６、および仮説ウィンドウ１６２８内に表示し、およびそれらのウィンドウ間で転送させる仕方の概要を示すものである。図２１に示して上述したように、事象ウィンドウ１６２２は事象ログメッセージを表示する。障害ウィンドウ１６２４は確認されたネットワーク問題／仮説を表示する。監視ウィンドウ１６２６は前向き規則からの質問（この文脈では、ランドマークとも呼ばれる）を表示する。仮説ウィンドウ１６２８は仮説問題の質問を表示する。
【０２９３】
図３を参照して上述したように、初期設定プロセス３０２　は、順向診断を扱う（ライン２０１６を介した知識ベース２３８　からの）前向き規則からの質問を黒板２０２　に載せる（ライン２００２）。前向き規則からの質問は、ランドマークを表すものであり、監視ウィンドウ１６２６に表示される。オペレータは、ユーザインタフェース２５０　のシンプトンボタン１６０４および事実追加ボタン１６０８を使用して、事実（即ち、問題、データ、およびランドマーク）を黒板２０２　に入れることもできる（ライン２００６）。
【０２９４】
前向き規則は、満足されれば、問題の質問を生成する。知識ベース２３８　からの後向き規則は、ネットワーク問題の仮説を確認しまたは却下する。
【０２９５】
仮説ウィンドウ１６２８には、監視ウィンドウ１６２６からライン２０１２上に生成された仮説問題（即ち、既に満たされている監視ウィンドウ１６２６内に表示される前向き規則）またはオペレータからユーザインタフェース２５０　を介してライン２００８上に生成された（特に、シンプトンボタン１６０４または事実追加ボタン１６０８を使用したオペレータからの）仮説問題が含まれている。
【０２９６】
上述のように、障害ウィンドウ１６２４は、確認されたネットワーク問題を表示する。これを図２１にライン２０２２により示す。
【０２９７】
３．４　ＡＲＰＡ要求事項
本発明の好適実施例では、エキスパートシステム１０２　は、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）、特にＡＲＰＡ（防衛先行研究計画庁）データ通信ネットワーク１４２　を診断する。ＡＲＰＡは、とりわけエサーネット（ＩＥＥＥ規格８０２．３　）上で動作する。
【０２９８】
本発明のエキスパートシステム１０２　は、ＬＡＮおよびＡＲＰＡデータ通信ネットワーク１４２　のみを診断することに限定されるものではない。エキスパートシステム１０２　の構造および動作は、ここで説明するように、あらゆるデータ通信ネットワーク１４２

の診断に適用することができる。たとえば、本発明は現在のところ、トークンリングデータ通信ネットワーク（ＩＥＥＥ８０２．５　に適合）に適応している。

【０２９９】

ＡＲＰＡデータ通信ネットワーク１４２　を診断するにあたり、エキスパートシステム１０２　は、（１）ネットワークの長過ぎ、（２）媒体、コネクタ、または終端の不良、（３）架線装置のダウン、（４）ＩＰアドレスの重複、（５）リンクアドレスの重複、（６）ＩＰブロードキャストアドレスの構成誤り、（７）ＩＰマスクの構成誤り、（８）ＩＰアドレスの割当不良、（９）経路の長過ぎ、経路のループ、またはＴＴＬの低過ぎ、（１０）伝達パラメータの構成誤り、および（１１）ＲＷＨＯＤの構成誤り、等の多数のネットワーク問題を検出し、識別することができる。

【０３００】

ＡＲＰＡデータ通信ネットワーク１４２　を診断するにあたり、エキスパートシステム１０２　はまた、ネットワーク観察を検出し、報告することもできる。これらネットワーク観察は、実際のネットワーク問題の存在を指示することができるが、これらのネットワーク観察に関しては、エキスパートシステム１０２　がネットワーク問題が存在することを最終確認するのに充分な情報を入手することはできない。オペレータによる解釈が必要である。

【０３０１】

エキスパートシステム１０２　が検出するネットワーク観察には、（１）過剰トラフィック、（２）トレーラの使用、（３）過剰ＩＣＭＰメッセージ、（４）過剰な経路指定の更新、（５）性能問題、（６）過剰な再伝送、および（７）セキュリティ侵犯、が含まれている。

【０３０２】

上記のネットワーク観察の多くは、本発明の好適実施例によるランドマークを表している。

【０３０３】

上述のネットワーク問題およびネットワーク観察を検出するため、エキスパートシステム１０２　は、多数のネットワーク測定を行うことができる。エキスパートシステム１０２　は、プロトコルアナライザ１３８　に（測定モジュール２１４　Ｃを介して）命令することにより、これらネットワーク測定を行う。エキスパートシステム１０２　が行うネットワーク測定には、（１）トラフィック／利用統計、（２）衝突統計、（３）ｒｕｎｔｓ／ｊａｂｂｅｒ／ＦＣＳエラー統計、（４）トリガ／探査、（５）一般統計、（６）ブロードキャストトラフィック統計、（７）ＩＣＭＰ統計、（８）ノード統計、（９）ＡＲＰ（送（ｓｅｎｄ））、（１０）Ｐｉｎｇ（送）、（１１）プロトコルによるトラフィック、および（１２）デコードが含まれる。

【０３０４】

エキスパートシステム１０２　は、上述のネットワーク問題およびネットワーク観察にのみを検出することに限られるものではなく、また、このエキスパートシステム１０２　は、上述の測定のみを行うことに限られるものでもない。上述の説明は、本発明の能力の幾つかを例示することだけを目的とするものである。このような能力は、ＡＲＰＡ通信ネットワーク１４２　を診断するのに充分である。エキスパートシステム１０２　は、他の形式のデータ通信ネットワークを診断するために上述のおよび別のタスクを行うことができる。

【０３０５】

３．５　ＡＲＰＡの規則

この章では、データ通信ネットワーク１４２　を診断するために知識ベース２３８　に入っている規則を説明する。この章で説明する規則は、ＡＲＰＡネットワークを診断するのに必要な形式を表すものであるが、ここに述べる原理は、異なる形式のデータ通信ネットワークを診断するにも適切なものである。

【０３０６】

図２９および図３１に、前向き規則、即ち仮説規則を示す。これらの規則はネットワーク問題の仮説を生成するのに使用される。

【０３０７】

図３０、図３２、および図３３に後向き規則を示す。これらの規則はネットワーク問題の仮説を確認し、ランドマークを識別するのに使用される。

【０３０８】

図２９は、初期設定３０２　（順向診断の場合）の間、またはユーザインタフェース２５０　を介したユーザ入力（反応診断の場合）の間に、ネットワーク問題の仮説をたてるのに起動させることができる前向き規則を示すものである。促進器２０８　は、規則モジュール２１４　Ｂを選択（ステップ９４２　）して、図２９の前向き規則を処理する。

【０３０９】

図２９の前向き規則は、「ケーブルに雑音多し」という仮説に関係している。これは、「論理文」フィールドにより示される。仮説「ケーブルに雑音多し」は、「過剰衝突」の条件／質問によって決まる（「基底ライン」が内部コマンドであることに注目されたし）。「過剰衝突」の条件が満たされれば、図２９に示す前向き規則が満たされ、「ケーブルに雑音多し」というネットワーク問題が存在する可能性がある。換言すれば、図２９の前向き規則は、「過剰衝突」の条件が満たされれば「ケーブルに雑音多し」というネットワーク問題が存在する可能性がある、という仮説をたてる。

【０３１０】

「過剰衝突」の条件は、図３３に示した後向き規則を介して識別される。図２９の前向き規則に関連する規則モジュール２１４　Ｂは、図３３の後向き規則により提出される事象／質問を生成（ステップ１３５０）して発する。

【０３１１】

促進器２０８　は、（ステップ９４２　で）規則モジュール２１４　Ｂを選択して、図３３の後向き規則を処理する。図３３の後向き規則が「衝突統計（ｃｏｌｌｉｓｉｏｎＳｔａｔ）」を含んでいることに注目されたい。「衝突統計」は、プロトコルアナライザ１３８　により行われる衝突統計測定に関するものである。

【０３１２】

図３３で、「基底ライン」、「全てを発見」、「サイズ」、および「大なりまたは等しい（ｇｅ）」は内部コマンドである。規則モジュール２１４　Ｂは、「基底ライン」内部コマンドを実行して（ステップ１３１８）、問題となっているケーブルについて衝突しきい値を決定する。次いで規則モジュール２１４　Ｂは、「衝突統計」に従って事象／質問を発する（ステップ１３５０）。

【０３１３】

促進器２０８は、測定モジュール２１４Ｃを選択して「衝突統計」事象／質問を処理する（ステップ９４２）。測定モジュール２１４Ｃは、「衝突統計」コマンドを処理して（ステップ１１０６，１１１０，１１１４）、プロトコルアナライザ１３８　に衝突統計測定を１０回行わせる。その衝突統計測定の結果が、「結果」パラメータで測定モジュール２１４　Ｃに返される。測定モジュール２１４　Ｃは、その結果を含む事象／返答を発する（ステップ１１２２，１１２６）。

【０３１４】

図３３の後向き規則に関連する規則モジュール２１４　Ｂは、その衝突統計測定の結果を含む事象／返答を読み出す（ステップ１４０６）。規則モジュール２１４　Ｂは、「全てを発見」および「サイズ」の内部コマンドを実行して、衝突しきい値を越える結果の数を判定する（ステップ１４１０）。

【０３１５】

次いで規則モジュール２１４　Ｂが、「大なりまたは等しい」内部コマンドを実行して、衝突しきい値を超えている結果の数が４以上であるか否かを確認する（ステップ１４１０）。それが４以上である場合、図３３に示す後向き規則が満たされる（即ち、問題となるケーブル上に過剰な衝突が存在する）。規則モジュール２１４　Ｂは、適切な事象／返答

を発して（ステップ１４３０）、問題としているケーブル上に過剰な衝突が存在することを示す。図３３の後向き規則に関連する規則モジュール２１４　Ｂがこれで完成される。

【０３１６】

図３３に示す後向き規則を処理して（図２９の後向き規則にある）「過剰衝突」条件が満たされているか否かを判定することは必ずしも必要ない。オペレータは、問題としているケーブルに過剰な衝突があるというデータを（ユーザインタフェース２５０　を介して）入力することができる（このデータは図２９に示す後向き規則のような規則を処理することを見越してステップ８０４　において黒板２０２　に残されている）。オペレータがこのようなデータを入力すると、「過剰衝突」の条件は満たされる。

【０３１７】

図２９の前向き規則と関連する規則モジュール２１４　Ｂは、「過剰衝突」条件が満たされていることを示す事象／返答を受け取る（ステップ１４０６）（上述のように、事象／返答は、図３３の後向き規則を介して、またはユーザ入力を介して黒板２０２　に掲示しておくことができる）。規則モジュール２１４　Ｂは、「基底ライン」内部コマンドを実行する（ステップ１４１０）。「過剰衝突」条件が満たされているので、図２９に示す前向き規則が満たされる。それ故、図２９の前向き規則に従って「ケーブルに雑音多し」ネットワーク問題が存在し得る。図２９の前向き規則が満たされているので、規則モジュール２１４　Ｂは「ケーブルに雑音多し」事象／質問を発する。これは「論理文」　により示される。図２９の前向き規則に関連する規則モジュール２１４　Ｂは、これで完成する。

【０３１８】

「ケーブルに雑音多し」事象／質問に関連する「ケーブルに雑音多し」後向き規則を図３０に示す。「ケーブルに雑音多し」後向き規則は「ケーブルに雑音多し」ネットワーク問題が存在する可能性があるという仮説を確認しまたは却下するのに使用される。「論理文」　のもとでのステートメントによって示されるように、図３０に示す後向き規則は、「雑音」条件（または質問）　によって決まる。「大なり（ｇｔ）」内部コマンドによって示されるように、　「雑音」質問の結果が２より大きければ「ケーブルに雑音多し」という仮説が確認され、「ケーブルに雑音多し」ネットワーク問題が存在する。

【０３１９】

促進器２０８　は、規則モジュール２１４　Ｂを選択して（ステップ９４２　）、図３０の「ケーブルに雑音多し」後向き規則を処理する。規則モジュール２１４Ｂは、「雑音」ユーザ質問に関する事象／質問を発する（ステップ１３５０）。

【０３２０】

促進器２０８　は、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅを選択して（ステップ９４２　）、「雑音」ユーザ質問を処理する。「雑音」ユーザ質問に従って、ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、オペレータに、問題としているケーブル上の雑音の量を試験するよう要請する（ステップ１２０６、１２１０）。オペレータは、たとえば、電圧計またはマルチメータを使用してケーブルを試験することができる。ケーブルを試験した後、オペレータは、ユーザインタフェース２５０　を介してその試験結果を入力する。オペレータの試験結果は、「雑音」パラメータを介してユーザ質問モジュール２１４　Ｅに返される（ステップ１２１４）。ユーザ質問モジュール２１４　Ｅは、試験結果を含む事象／返答を発する（ステップ１２１８，１２２２，１２２６）。

【０３２１】

図３０の「ケーブルに雑音多し」後向き規則に関連する規則モジュール２１４　Ｂは、試験結果を含む事象／返答を受け取る（ステップ１４０６）。規則モジュール２１４　Ｂは、「大なり（ｇｔ）」内部コマンドを実行する。試験結果が２より大きければ、「ケーブルに雑音多し」という仮説が確認され、「ケーブルに雑音多し」ネットワーク問題が存在する。この場合には、規則モジュール２１４　Ｂが適切な事象／返答を発して（ステップ１４３０）、ネットワーク問題が存在することをオペレータに知らせる。

【０３２２】

試験結果が２より大きくなければ「ケーブルに雑音多し」という仮説は却下される。この場合には規則モジュール２１４　Ｂは疑似事象を発する（ステップ１４３６）。図３１および図３２に示す前向き規則および後向き規則は、図２９、図３０、および図３３に示す規則と類似する仕方で動作する。

【０３２３】

本発明の様々な実施例を上述してきたが、これらは例としてのみ提示したものであり、本発明を限定するものではないということが理解されるべきである。したがって、本発明の広さおよび範囲は、上述の実施例により限定されるべきではなく、特許請求の範囲の記載内容およびその等価なものによってのみ定義されるべきである。

【０３２４】

なお、本明細書における開示内容は、その一部に著作権の保護を受ける資料を含むものである。したがって、本発明が特許庁の特許ファイルまたは記録に載る際、その開示内容を何人がファクシミリ複製を行っても著作権の所有者に異論はないが、その他の場合にはいかなる著作権をも保有する。

【０３２５】

また、本出願人による下記の出願はいくつかの共通の開示を含んでおり、本出願と同一の有効出願日を有するものと考える。

【０３２６】

ＨＹＰＯＴＨＥＳＩＳ　ＡＮＤ　ＣＯＮＣＬＵＳＩＯＮ　ＭＥＴＨＯＤ　ＴＯ　ＤＩＡＧＮＯＳＥ　ＤＡＴＡ　ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ　ＮＥＴＷＯ－ＲＫＳ　（代理人整理番号第１９１１０２号）

ＡＮ　ＥＸＰＥＲＴ　ＳＹＳＴＥＭ　ＴＯ　ＤＩＡＧＮＯＳＥ　ＤＡＴＡ　ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮ　ＮＥＴＷＯＲＫＳ（代理人整理番号第１９１１０３号）。

【０３２７】

【発明の効果】

本発明は上述のように、ランドマークデータ抽出パラダイムに従ってデータ通信ネットワークを診断するので、効率良く且つ効果的にデータを収集し、解析し、翻訳し、またオペレータによる対話および制御を考慮した、データ通信ネットワークを自動的に診断するエキスパートシステムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の好適実施例が動作する環境を示すブロック図である。

【図２】本発明の好適実施例の構造を示すブロック図である。

【図３】本発明の好適実施例における初期設定プロセスを示すフローチャートである。

【図４】本発明の好適実施例の動作を示す第１のフローチャートである。

【図５】本発明の好適実施例の動作を示す第２のフローチャートである。

【図６】本発明の好適実施例の動作を示す第３のフローチャートである。

【図７】本発明の好適実施例の動作を示す第４のフローチャートである。

【図８】本発明の好適実施例の動作を示す第５のフローチャートである。

【図９】本発明の促進器の動作を示すフローチャートである。

【図１０】本発明の総称モジュールの動作を示す第１のフローチャートである。

【図１１】本発明の総称モジュールの動作を示す第２のフローチャートである。

【図１２】本発明の測定モジュールの動作を示すフローチャートである。

【図１３】本発明のユーザ質問モジュールの動作を示すフローチャートである。

【図１４】本発明の規則モジュールの動作を示す第１のフローチャートである。

【図１５】本発明の規則モジュールの動作を示す第２のフローチャートである。

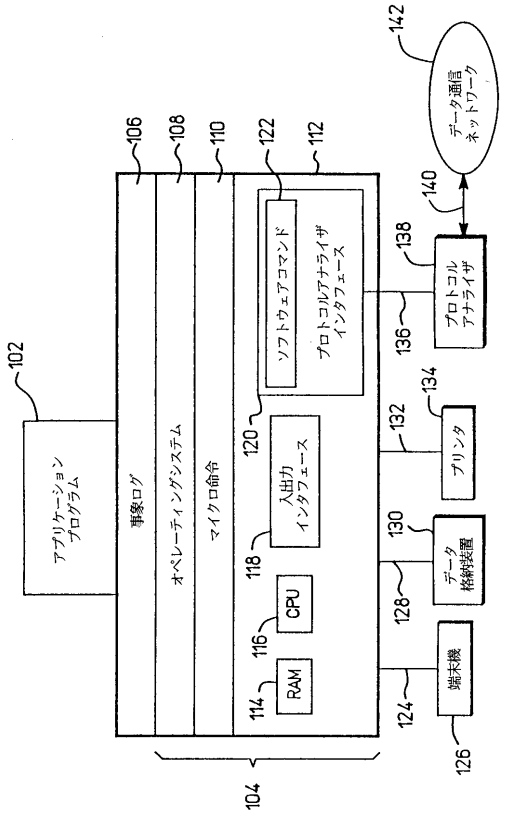
【図１６】本発明のユーザインタフェースモジュールの動作を示すフローチャートである。

【図１７】本発明のユーザインタフェースモジュールの端末機表示画像を示す第１の正面図である。

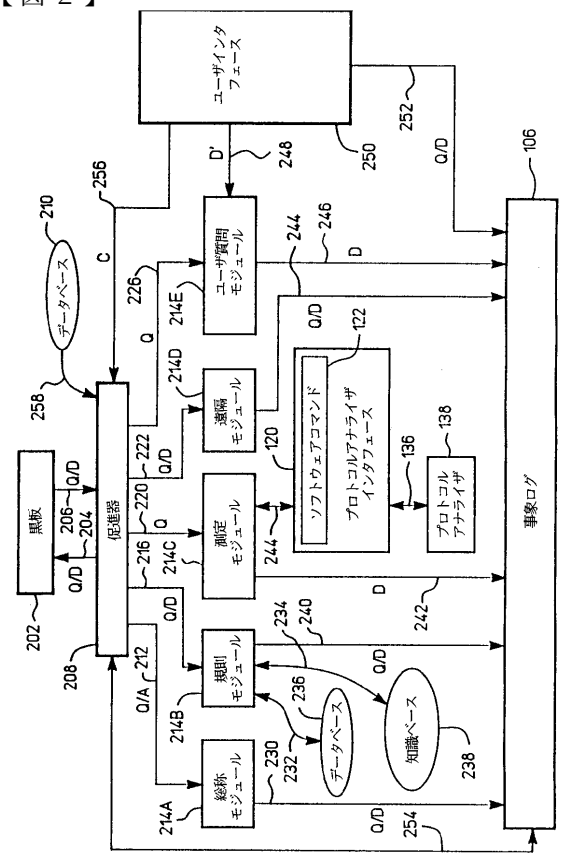
【図１８】本発明のユーザインタフェースモジュールの端末機表示画像を示す第２の正面

図である。
【図１９】本発明のユーザインタフェースモジュールの端末機表示画像を示す第３の正面図である。
【図２０】本発明のユーザインタフェースモジュールの端末機表示画像を示す第４の正面図である。
【図２１】質問及びデータが、本発明のユーザインタフェースモジュールのウィンドウに表示され、それらのウィンドウ間を転送される態様を示すブロック図である。
【図２２】本発明の好適実施例の（問題に関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２３】本発明の好適実施例の（問題に関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２４】本発明の好適実施例の（測定に関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２５】本発明の好適実施例の（ランドマークに関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２６】本発明の好適実施例の（シンプトンに関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２７】本発明の好適実施例の（シンプトンに関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２８】本発明の好適実施例の（シンプトンに関する）データ記述子を含む知識ベースを示す説明図である。
【図２９】本発明の好適実施例による（仮説）規則を含む知識ベースを示す説明図である。
【図３０】本発明の好適実施例による（後向き）規則を含む知識ベースを示す説明図である。
【図３１】本発明の好適実施例による（仮説）規則を含む知識ベースを示す説明図である。
【図３２】本発明の好適実施例による（後向き）規則を含む知識ベースを示す説明図である。
【図３３】本発明の好適実施例による（後向き）規則を含む知識ベースを示す説明図である。
【図３４】データ通信ネットワークを診断するための従来の方法を示す説明図である。
【図３５】ランドマークデータ抽出パラダイムを示す説明図である。
【図３６】仮説及び決定プロセスに従ってデータ通信ネットワークを診断する方法を示すフローチャートである。
【図３７】仮説及び決定プロセスに従ってデータ通信ネットワークを診断する方法を更に詳細に示すフローチャートである。
【図３８】ランドマークデータ抽出パラダイムに従ってデータ通信ネットワークを診断する方法を示すフローチャートである。
【符号の説明】
１４２　　データ通信ネットワーク
１０２　　エキスパートシステム
２４０２　　ランドマーク
２３０４　　ネットワークデータ
２３０２　　ネットワーク問題

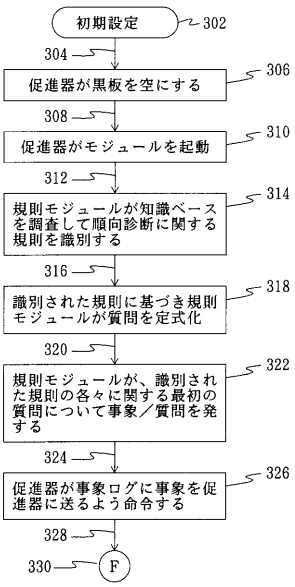
【図１】


アプリケーション プログラム
102
事象ログ
106
オペレーティングシステム
108
マイクロ命令
110
ソフトウェアコマンド
プロトコルアナライザ インタフェース
122
112
入出力 インタフェース
120
CPU
118
RAM
116
114
104
プロトコル アナライザ
138
140
データ通信 ネットワーク
142
プリンタ
134
データ 格納装置
132
端末機
130
128
124
126
136

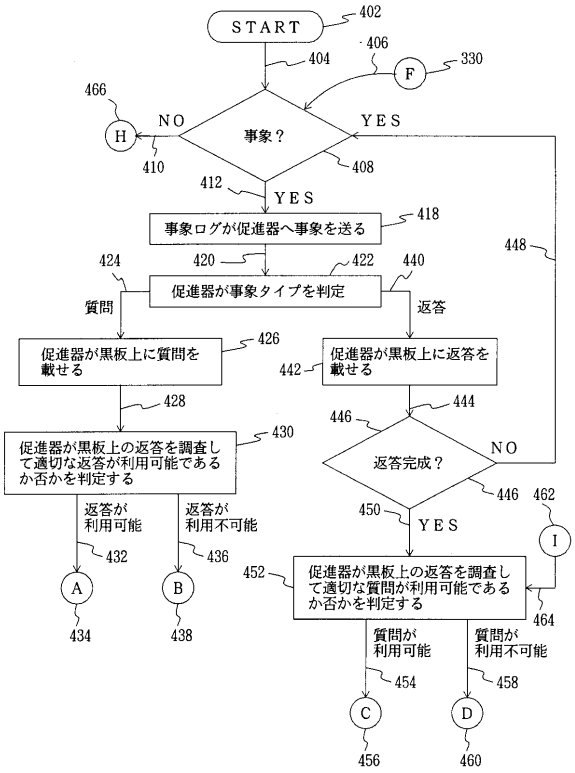
【図２】


ユーザインタフェース
252
D'
248
250
Q/D
106
事象ログ
データベース
210
256
C
ユーザ質問 モジュール
244
246
D
226
Q
214E
Q/D
ソフトウェアコマンド
プロトコルアナライザ インタフェース
122
120
136
138
プロトコル アナライザ
適格 モジュール
214D
222
220
258
促進器
黒板
206
204
202
208
Q/D
Q
214C
216
測定 モジュール
244
D
242
234
240
規則 モジュール
214B
212
O/A
236
データベース
知識ベース
238
230
232
総称 モジュール
214A
254

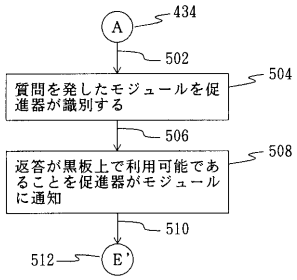
【図３】


初期設定
302
304
促進器が黒板を空にする
306
308
促進器がモジュールを起動
310
312
規則モジュールが知識ベースを調査して順向診断に関する規則を識別する
314
316
識別された規則に基づき規則モジュールが質問を定式化
318
320
規則モジュールが、識別された規則の各々に関する最初の質問について事象／質問を発する
322
324
促進器が事象ログに事象を促進器に送るよう命令する
326
328
330
F

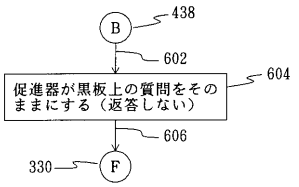
【図４】


START
402
404
406
F
330
466
H
NO
事象？
YES
410
408
412
YES
事象ログが促進器へ事象を送る
418
448
424
420
422
440
促進器が事象タイプを判定
質問
返答
促進器が黒板上に質問を載せる
426
促進器が黒板上に返答を載せる
442
428
444
446
促進器が黒板上の返答を調査して適切な返答が利用可能であるか否かを判定する
430
返答完成？
NO
446
462
450
YES
I
返答が 利用可能
返答が 利用不可能
432
436
A
B
434
438
促進器が黒板上の返答を調査して適切な質問が利用可能であるか否かを判定する
452
464
質問が 利用可能
質問が 利用不可能
454
458
C
D
456
460

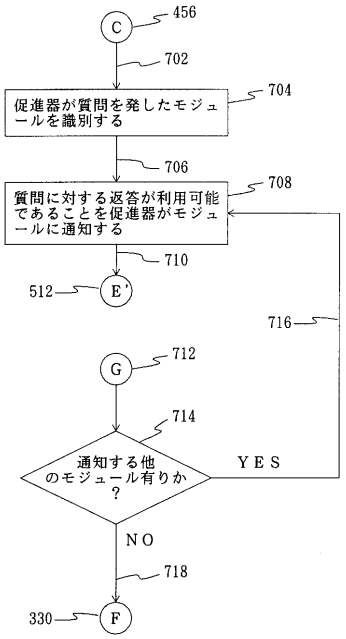
【図５】


A
434
502
質問を発したモジュールを促進器が識別する
504
506
返答が黒板上で利用可能であることを促進器がモジュールに通知
508
510
512
E'

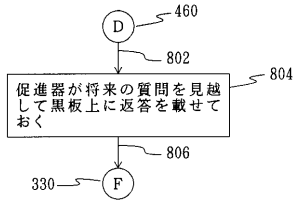
【図６】


B
438
602
促進器が黒板上の質問をそのままにする（返答しない）
604
606
330
F

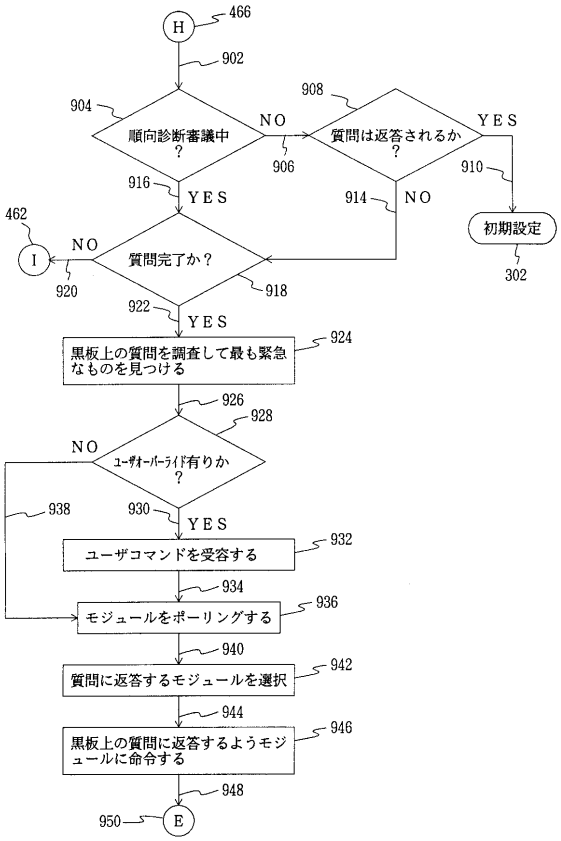
【図７】


C
456
702
促進器が質問を発したモジュールを識別する
704
706
質問に対する返答が利用可能であることを促進器がモジュールに通知する
708
710
512
E'
716
G
712
714
通知する他のモジュール有りか？
YES
NO
718
330
F

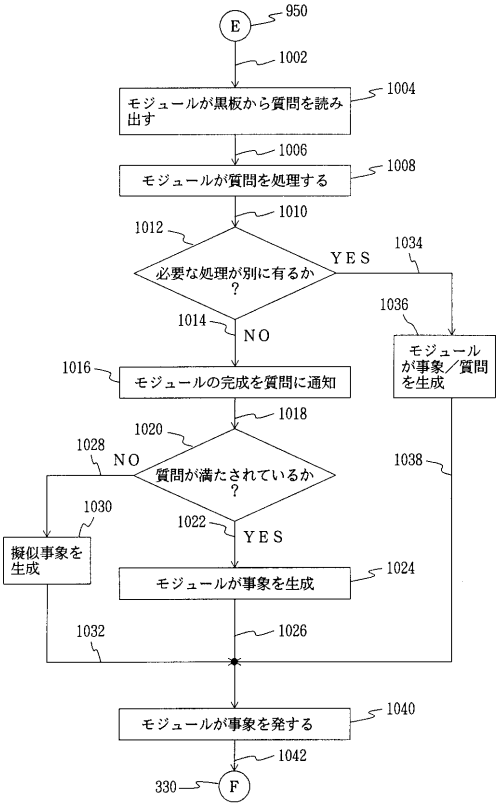
【図８】


D
460
802
促進器が将来の質問を見越して黒板上に返答を載せておく
804
806
330
F

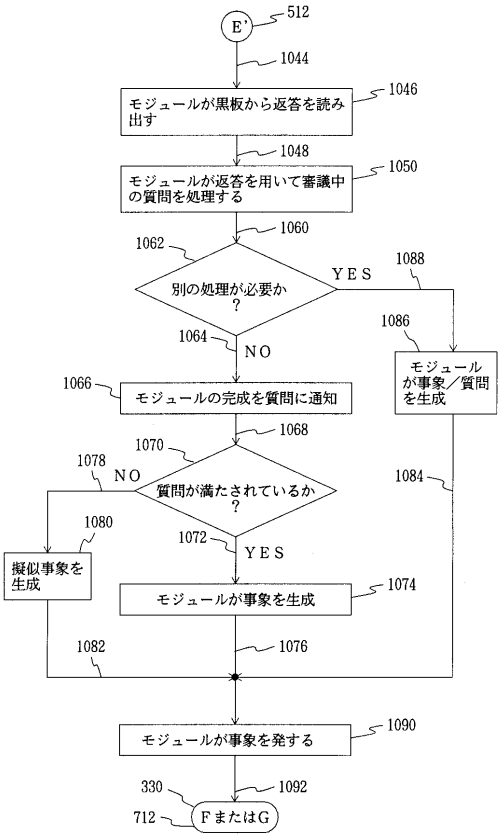
【図９】


H
466
902
904
順向診断審議中？
NO
906
908
質問は返答されるか？
YES
910
初期設定
302
916
YES
914
NO
462
I
NO
920
質問完了か？
918
922
YES
黒板上の質問を調査して最も緊急なものを見つける
924
926
928
NO
ユーザオーバーライド有りか？
938
930
YES
ユーザコマンドを受容する
932
934
モジュールをポーリングする
936
940
質問に返答するモジュールを選択
942
944
黒板上の質問に返答するようモジュールに命令する
946
948
950
E

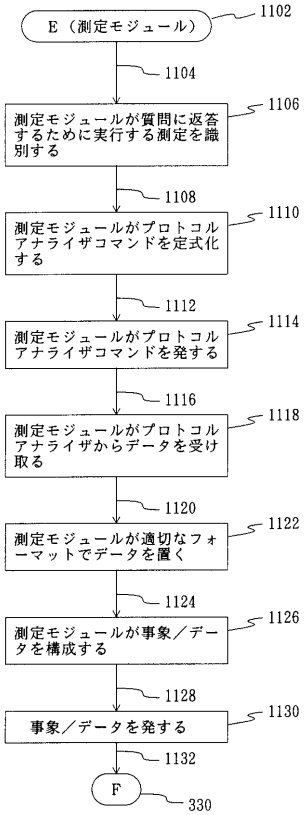
【図１０】



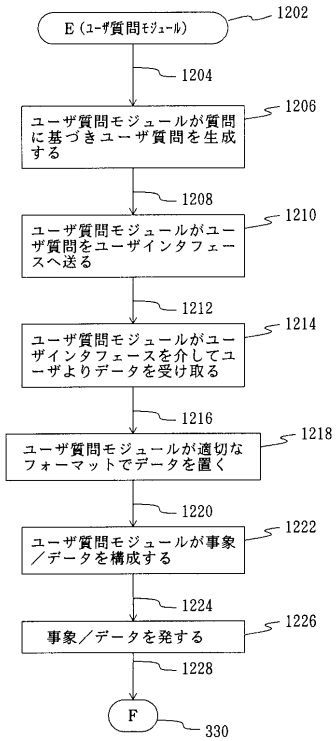
【図１１】



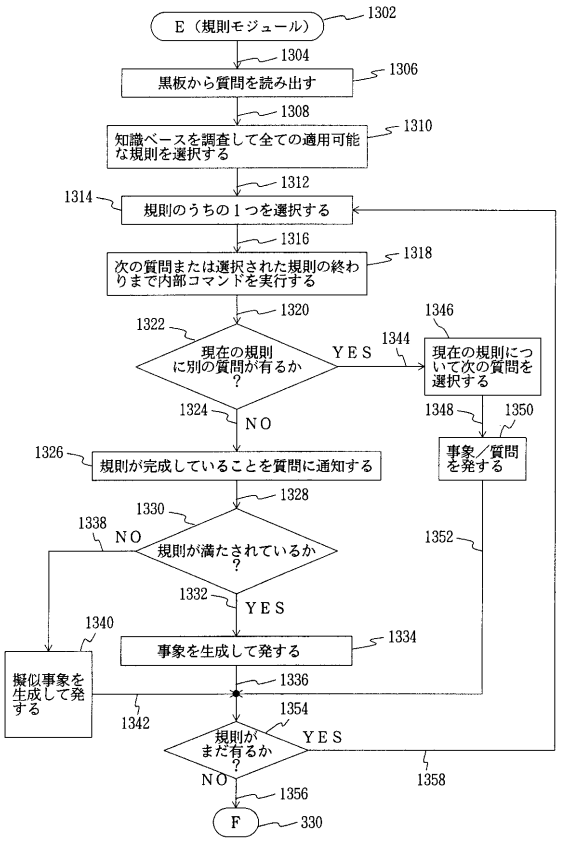
【図１２】



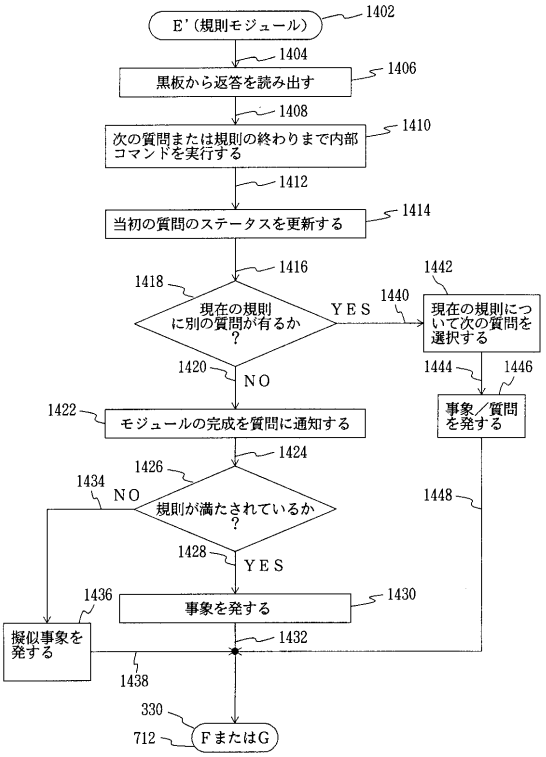
【図１３】



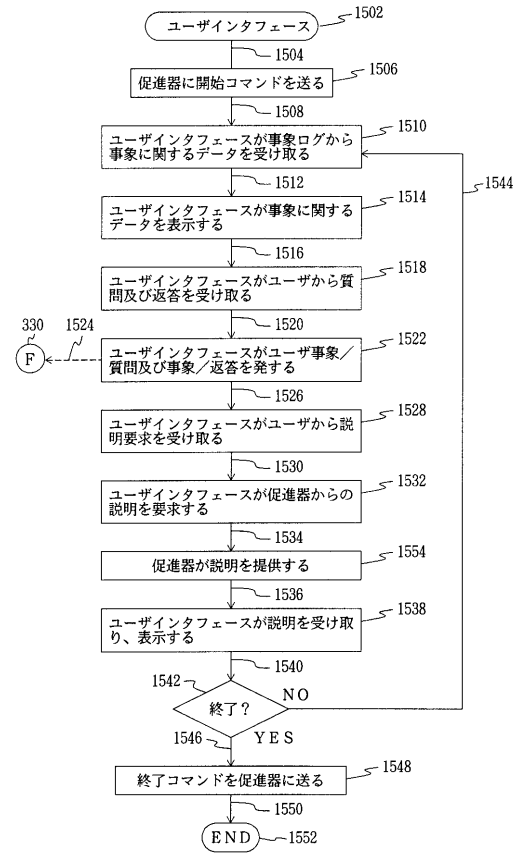
【図１４】



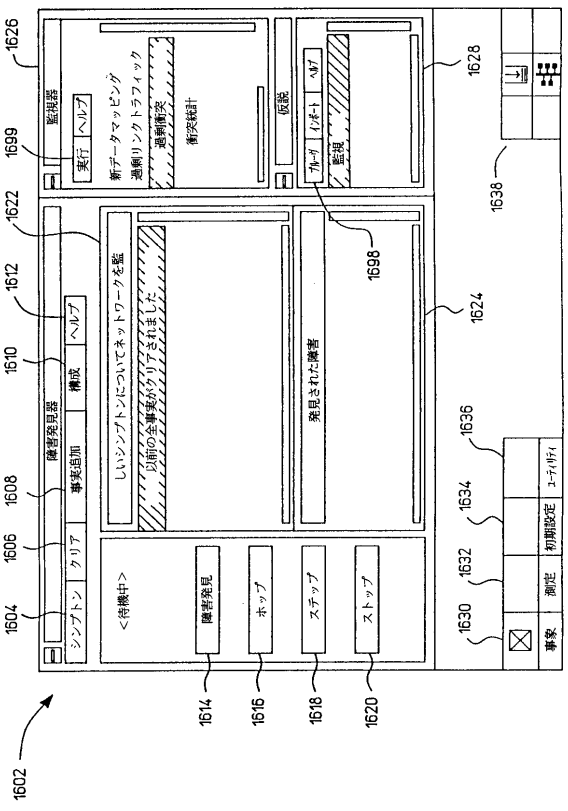
【図１５】



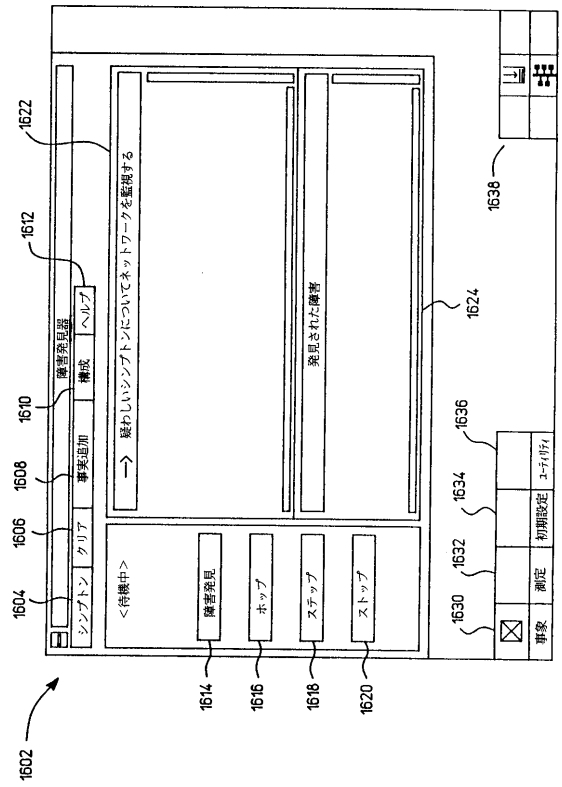
【図１６】



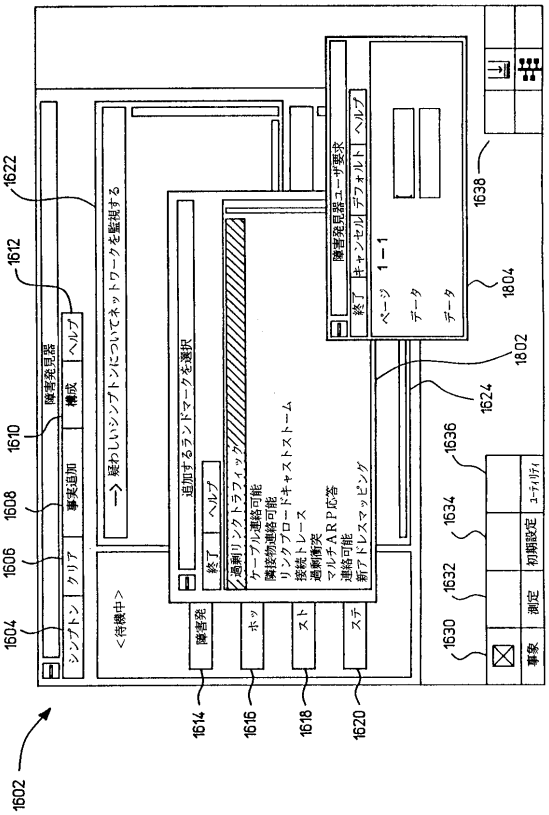
【図１７】



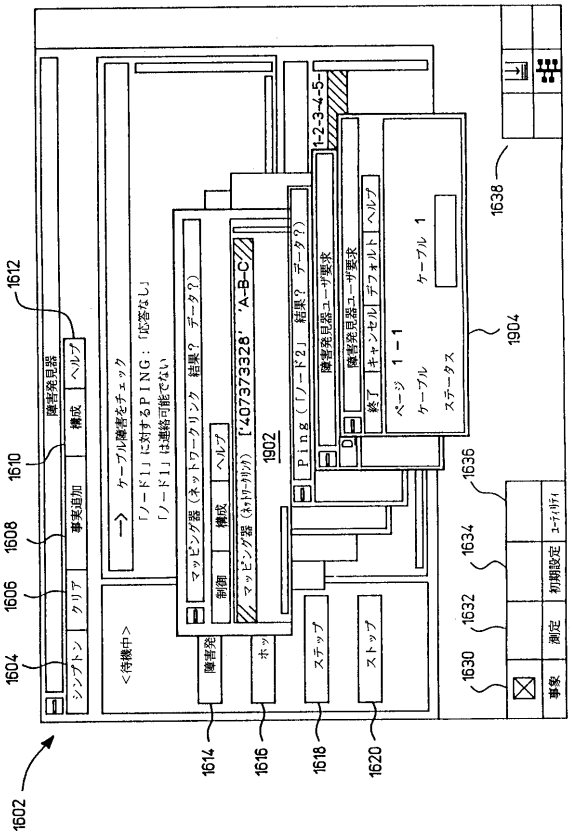
【図１８】



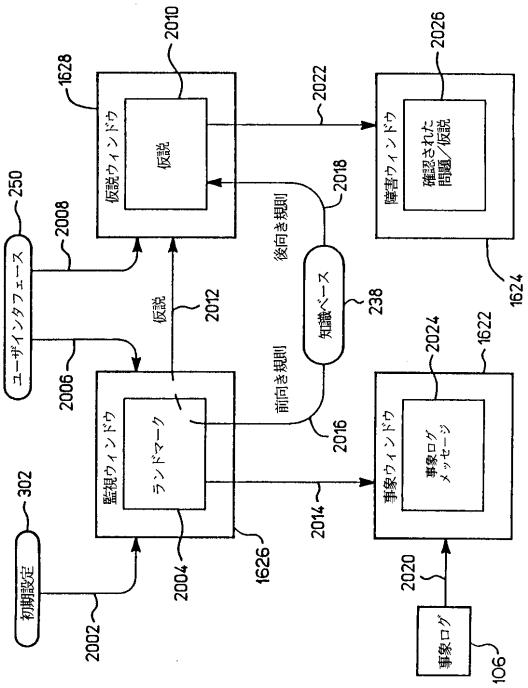
【図１９】



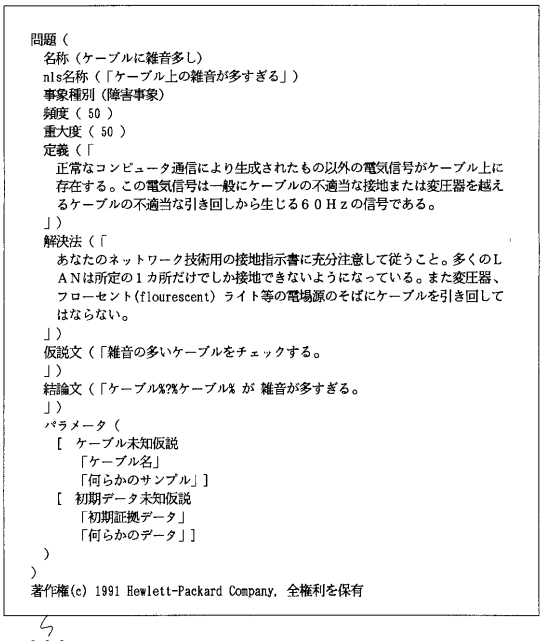
【図２０】



【図２１】

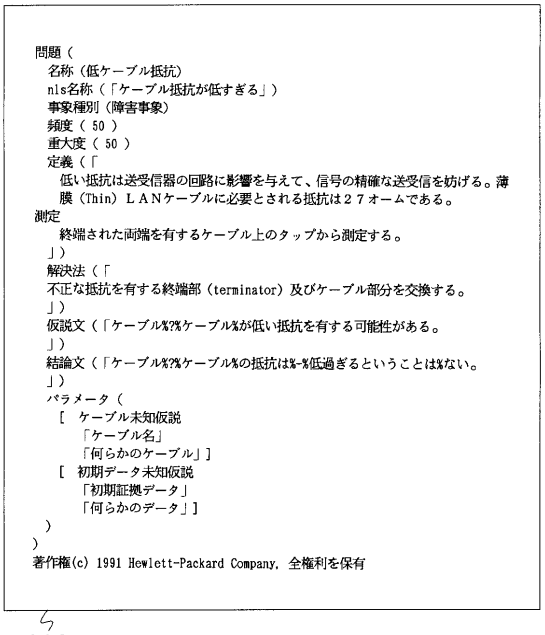


【図２２】



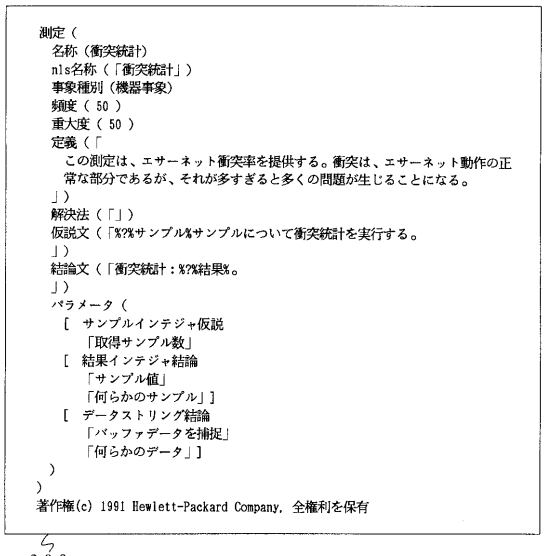
238

【図２３】



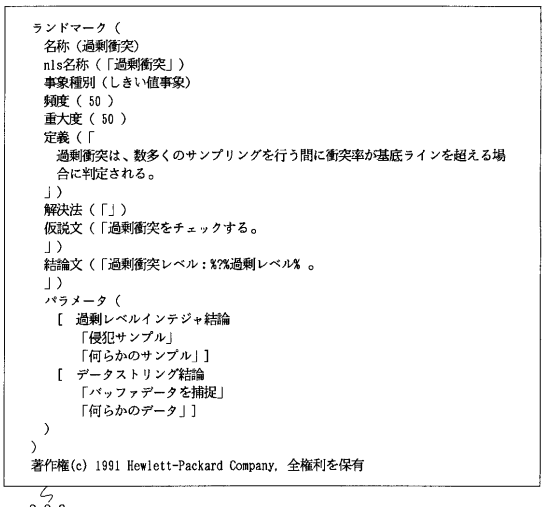
238

【図２４】



238

【図２５】



238

【図２６】

```
シンプトン（
  名称（雑音）
  nls名称（「ケーブル雑音」）
  事象種別（トポロジ事象）
  頻度（ 50 ）
  重大度（ 50 ）
  定義（「
    ユーザがケーブル上の雑音量を測定する。この雑音は一般にケーブルの不適当
    な接地または変圧器を越えるケーブルの不適当な引き回しから生じる６０Ｈｚ
    の信号である。
  」）
  解決法（「」）
  仮説文（「ケーブル%?%ケーブル% 上の雑音をチェックする。
  」）
  結論文（「ケーブル%?%ケーブル% が %?%雑音% という雑音を有する。
  」）
  パラメータ（
    [  ケーブルストリング仮説
       「ケーブル名」
       「何らかのサンプル」]
    [  雑音ストリング結論
       「雑音レベル」
       「いくらかの量の雑音」]
  ）
）
著作権(c) 1991 Hewlett-Packard Company, 全権利を保有
```

238

【図２７】

```
シンプトン（
  名称（性能不充分）
  nls名称（「性能不充分」）
  事象種別（しきい値事象）
  頻度（ 50 ）
  重大度（ 50 ）
  定義（「
    ネットワーク上のノード間に性能不充分が存在するとユーザが考える。
  」）
  解決法（「」）
  仮説文（「性能不充分が存在するとユーザが考えるかどうかを調べる。
  」）
  結論文（「%?%出所アドレス %と%?%行先アドレス% の間に性能不充分が存在する。
  」）
  パラメータ（
    [  出所アドレスノード結論
       「出所ノード」
       「何らかのノード」]
    [  行先アドレスノード結論
       「行先ノード」
       「他の何らかのノード」]
  ）
）
著作権(c) 1991 Hewlett-Packard Company, 全権利を保有
```

238

【図２８】

```
シンプトン（
  名称（抵抗）
  nls名称（「抵抗」）
  事象種別（トポロジ事象）
  頻度（ 50 ）
  重大度（ 50 ）
  定義（「
    ユーザが抵抗計またはケーブルスキャナ等の適切な機器を用いてケーブルの抵
    抗を測定する。
  」）
  解決法（「」）
  仮説文（「ケーブル%?%ケーブル% の抵抗を発見する。
  」）
  結論文（「ケーブル%?%ケーブル% の抵抗は %?%抵抗% である。
  」）
  パラメータ（
    [  ケーブルストリング仮説
       「ケーブル名」
       「」]
    [  抵抗インテジャ結論
       「雑音レベル」
       「いくらかのレベルの抵抗」]
  ）
）
著作権(c) 1991 Hewlett-Packard Company, 全権利を保有
```

238

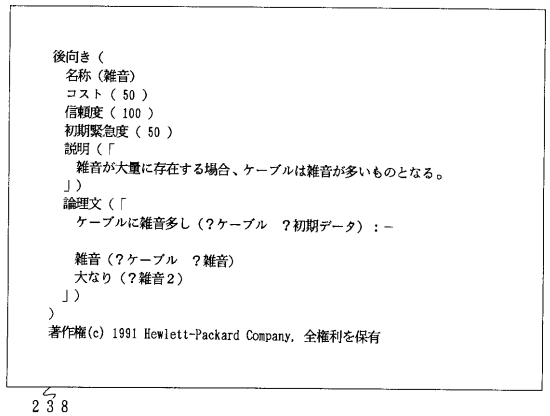
【図２９】

```
仮説（
  名称（監視１）
  コスト（ 50 ）
  信頼度（ 100 ）
  初期緊急度（ 50 ）
  説明（「
    ケーブル上の雑音はＭＡＵの衝突検出回路を度々起動させる。仮説として「ケ
    ーブルに雑音多し」を加えるが、別の検査は必要ない。
  」）
  論理文（「
    ケーブルに雑音多し（？ケーブル　？初期データ）：－

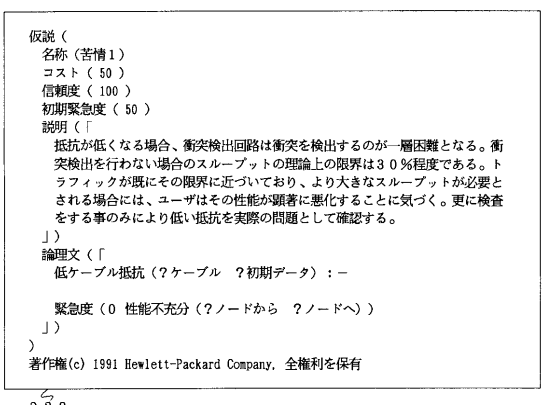
    過剰衝突（？レベル　？初期データ）
    基底ライン（ケーブル　？ケーブル）
  」）
）
著作権(c) 1991 Hewlett-Packard Company, 全権利を保有
```

238

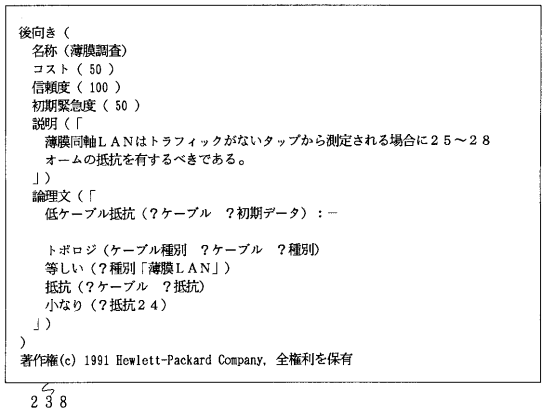
【図３０】



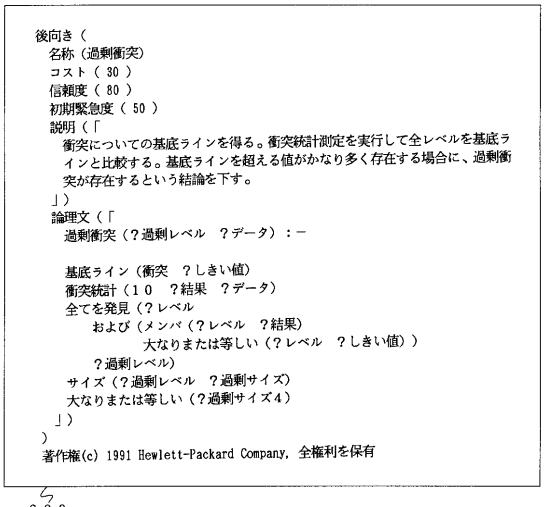
【図３１】



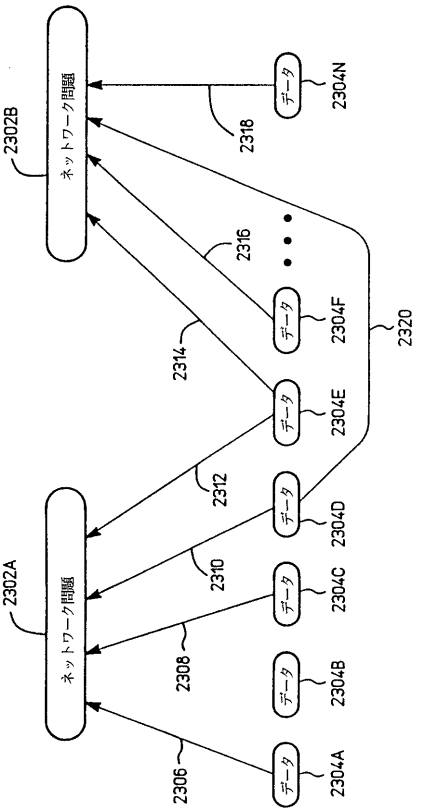
【図３２】



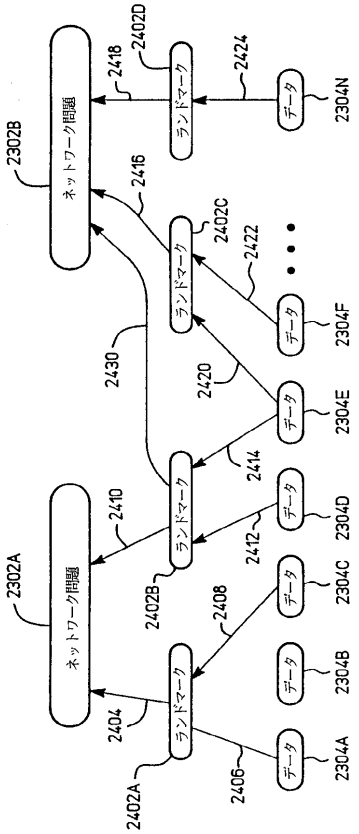
【図３３】



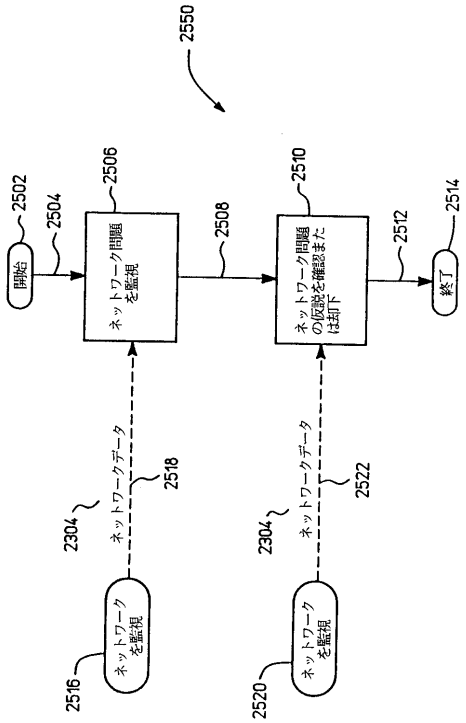
【図３４】



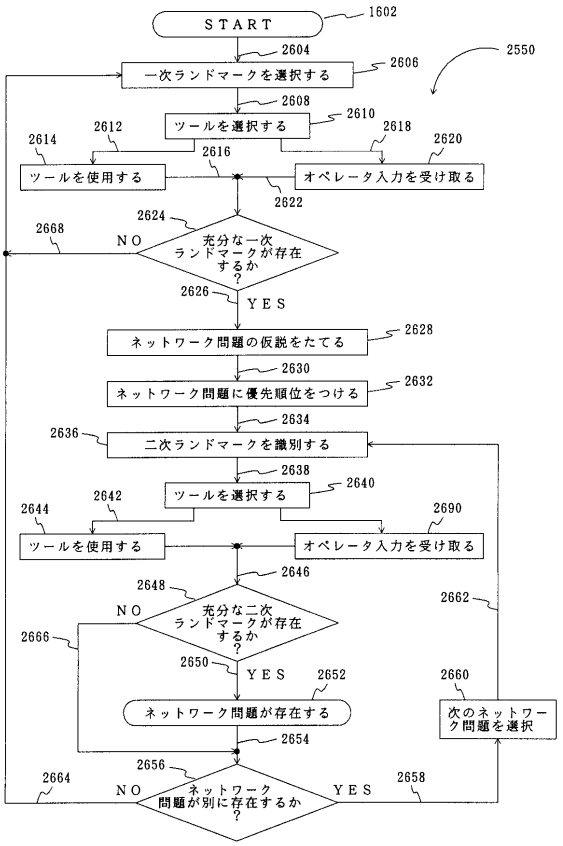
【図３５】



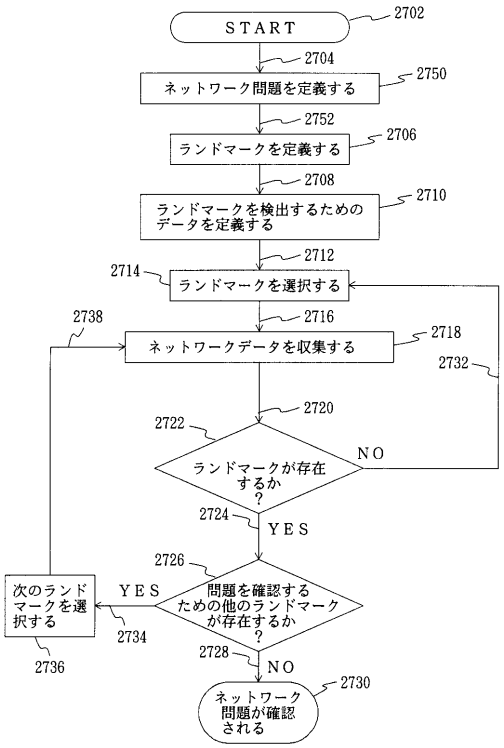
【図３６】



【図３７】



【図３８】


START
2702
2704
ネットワーク問題を定義する
2750
2752
ランドマークを定義する
2706
2708
ランドマークを検出するためのデータを定義する
2710
2712
2714
ランドマークを選択する
2738
2716
ネットワークデータを収集する
2718
2732
2720
2722
ランドマークが存在するか？
NO
2724
YES
2726
問題を確認するための他のランドマークが存在するか？
YES
次のランドマークを選択する
2734
2736
2728
NO
ネットワーク問題が確認される
2730

フロントページの続き

(72)発明者　マーク・エス・スミス
アメリカ合衆国コロラド州８０９２１コロラド・スプリングス，タリ・プレイス・１１１０
(72)発明者　スコット・エィ・ゴドルー
アメリカ合衆国コロラド州８０９１９コロラド・スプリングス，アパートメント・イー，オータム・クレスト・サークル・５５０

合議体
審判長　大日方　和幸
審判官　吉田　隆之
審判官　浜野　友茂

(56)参考文献　特開平２－１５９６３６（ＪＰ，Ａ）
特開平２－１２９７２３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04L 12/00-12/66
G06F　9/44