

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4018638号

(P4018638)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl. F I
H O 4 L 12/24 (2006.01) H O 4 L 12/24

請求項の数 27 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-573841 (P2003-573841)	(73) 特許権者	502367535
(86) (22) 出願日	平成14年4月29日(2002.4.29)		オペラックス エービー
(65) 公表番号	特表2005-519531 (P2005-519531A)		スウェーデン国 エス-977 75 ルレ
(43) 公表日	平成17年6月30日(2005.6.30)		ア, アウロルム 8
(86) 国際出願番号	PCT/SE2002/000828	(74) 代理人	100105647
(87) 国際公開番号	W02003/075527		弁理士 小栗 昌平
(87) 国際公開日	平成15年9月12日(2003.9.12)	(74) 代理人	100105474
審査請求日	平成17年2月21日(2005.2.21)		弁理士 本多 弘徳
(31) 優先権主張番号	0200678-1	(74) 代理人	100108589
(32) 優先日	平成14年3月4日(2002.3.4)		弁理士 市川 利光
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)	(74) 代理人	100115107
(31) 優先権主張番号	60/361, 306		弁理士 高松 猛
(32) 優先日	平成14年3月4日(2002.3.4)	(72) 発明者	ノルガード, ジョーキム
(33) 優先権主張国	米国(US)		スウェーデン国 エス-977 54 ルレ
			ア, ポーソガーデン24

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IPネットワーク内でトポロジー認識情報を提供する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

IPネットワーク内でトポロジー認識情報を提供する方法であって、

前記IPネットワークはトポロジー情報を保存し処理するように適合されたトポロジー認識システム(500)の中央ノード(502)を備え、

前記中央ノード(502)は前記IPネットワーク内の第1のルータ(504)に組み込まれた少なくとも1つのトポロジー認識装置(P)に接続されており、

前記トポロジー認識装置はトポロジー認識システムインターフェース(402)の機能を備え、

前記方法が、

登録メッセージをトポロジー認識装置(P)のうち1つから前記中央ノード(502)へ送信する工程と、

前記トポロジー認識装置(P)の識別を前記中央ノード(502)の既知のトポロジー認識装置(P)のリストに追加する工程と、

応答メッセージを前記中央ノード(502)から前記トポロジー認識装置(P)に送信する工程とを備え、

前記応答メッセージは、少なくとも前記トポロジー認識装置(P)に、

当該トポロジー認識装置(P)と前記中央ノード(502)との現在の関係が受理された場合は前記中央ノード(502)との現在の関係を維持させ、

当該トポロジー認識装置(P)を他の第1のルータからの接続が集約される集約点とし

10

20

て用いることを前記中央ノード(502)が決定した場合は集約させ、

適切な集約点が存在している場合は従前の集約点に転送させるように命令する能力を有する方法。

【請求項2】

前記中央ノード(502)との現在の関係を維持するように前記トポロジー認識装置(P)が命令された場合は、

前記トポロジー認識装置(P)からトポロジー情報を前記中央ノード(502)に配信する工程をさらに備えた特許請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項3】

前記トポロジー認識装置(P)が集約を命令された場合は、

別のトポロジー認識装置(P)からトポロジー情報を受け取り、

当該トポロジー情報を前記第1のルータのトポロジー情報と共に前記中央ノード(502)に送る工程をさらに備えた特許請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項4】

前記トポロジー認識装置(P)が転送を命令された場合は、

前記トポロジー認識装置(P)から前記中央ノード(502)への現在の関係を切断する工程と、

前記トポロジー認識装置と前記応答メッセージで識別された集約点との間に新たな関係を成立させる工程と

をさらに備えた特許請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項5】

前記工程が恒常的に繰り返される特許請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載の方法。

【請求項6】

すべての集約関係に親ノードと少なくとも1つの子ノードが備わっている特許請求の範囲第1項から第5項のいずれかに記載の方法。

【請求項7】

集約親としてのトポロジー認識装置(P)と少なくとも1つの集約子としてのトポロジー認識装置(P)との関係がなくなった場合は、

前記集積親としてのトポロジー認識装置(P)から以前に親子関係にあった任意のトポロジー認識装置へ、新たな集約関係に関する情報を含んだメッセージを発行する工程をさらに備えた特許請求の範囲第6項に記載の方法。

【請求項8】

前記IPネットワーク内のトポロジー変化が検出された場合は、

ネットワークトポロジーの実際の変化が起きたときに限ってトポロジーの更新を指示する更新メッセージを送出するために、前記トポロジー認識装置(P)から送られる前記更新メッセージをフィルタリングする工程をさらに備えた特許請求の範囲第1項に記載の方法。

【請求項9】

第1のトポロジー認識装置(P)のトポロジー情報を第2のトポロジー認識装置(P)または前記中央ノード(502)に向けて、前記第1のトポロジー認識装置の前記トポロジー情報を前記第2のトポロジー認識装置または前記中央ノード(502)の対応するトポロジー情報と比較するために送信する特許請求の範囲第6項に記載の方法。

【請求項10】

前記第1のトポロジー認識装置(P)のトポロジー情報と前記第2のトポロジー認識装置または前記中央ノード(502)のトポロジー情報との違いが検出された場合、

前記第1のトポロジー認識装置(P)と前記第2のトポロジー認識装置または前記中央ノード(502)との間でトポロジーの同期化を実行する工程をさらに備えた特許請求の範囲第9項に記載の方法。

【請求項11】

10

20

30

40

50

前記トポロジー認識装置（P）がネットワークインターフェース（404）の機能を備え、

前記方法が、前記トポロジー認識装置（P）を含まない第2のルータ（506）からトポロジー情報を回収する工程をさらに備えた特許請求の範囲第1項から第10項のいずれかに記載の方法。

【請求項12】

前記回収工程がSNMP（簡易ネットワーク管理プロトコル）を用いて実行される特許請求の範囲第11項に記載の方法。

【請求項13】

前記トポロジー認識装置（P）が隣接探索インターフェース（408）機能を備え、
前記方法が、前記IPネットワークのツリー構造の一覧を維持する工程をさらに備え、
該ツリー構造において各トポロジー認識装置（P）は自らをツリーのルートとし、ツリーの各分岐は、前記トポロジー認識装置（P）を含まない、中間ノードとしての第2のルータ（506）と、隣接するトポロジー認識装置を葉として構成される特許請求の範囲第1項から第12項のいずれかに記載の方法。

10

【請求項14】

前記隣接するトポロジー認識装置（P）の各ペアはマスタ・スレーブ関係を有する特許請求の範囲第13項に記載の方法。

【請求項15】

各トポロジー認識装置（P）からその隣接するトポロジー認識装置（P）のすべてに対してメッセージを送信することにより隣接するトポロジー認識装置の各ペアを活動状態に保つ工程をさらに備えた特許請求の範囲第1項から第14項のいずれかに記載の方法。

20

【請求項16】

前記方法が、あるトポロジー認識装置（P）が探索責任を持つ、前記第2のルータ（506）のテリトリーを規定する工程をさらに備え、

その場合、各第2のルータ（506）は1テリトリーに属しており、

さらに前記方法が、前記トポロジー認識装置（P）のテリトリーに属する全ての第2のルータ（506）のリストを維持する工程をさらに備え、

その場合、各第2のルータは、前記トポロジー認識装置（P）および前記トポロジー認識装置（P）の識別子から前記第2のルータまでの距離を示す評価尺度と関連付けられている特許請求の範囲第13項から第15項のいずれかに記載の方法。

30

【請求項17】

隣接するトポロジー認識装置（P）の各ペアごとに1マスタノードと1スレーブノードがあり、マスタ・スレーブ関係は隣接の設定時に決定され、

前記方法は、

前記第2のルータ（506）のリストのサブセットをスレーブ装置からマスタ装置へ送出する工程と、

スレーブリスト中の各ルータ評価尺度を、マスタリスト中の対応するルータ評価尺度と比較して、前記第2のルータ（506）と関連付けられた評価尺度が最小であるトポロジー認識装置（P）が、自らのテリトリーに前記第2のルータ（506）を取得する工程とを備えた特許請求の範囲第16項に記載の方法。

40

【請求項18】

ローカルインターフェースを介してトポロジー認識装置（P）によりローカルルーティングデータを取得する工程と、

ネットワークインターフェース（404）を用いて前記トポロジー認識装置により隣接するトポロジー認識装置への経路情報を取得し、トポロジー認識装置（P）は自らのローカルルーティングテーブルと経路の表示を、トポロジー認識システムインターフェース（402）を介して隣接するトポロジー認識装置（P）へ送信する工程とをさらに備えた特許請求の範囲第13項から第15項のいずれかに記載の方法。

【請求項19】

50

前記トポロジー認識装置（P）はローカルリソースインターフェース（406）の機能を備え、

前記方法が、前記トポロジー認識装置（P）が組み込まれている第1のルータでローカルに入手可能なリソースを用いてトポロジー情報を取得する工程をさらに備えている特許請求の範囲第1項から第18項のいずれかに記載の方法。

【請求項20】

前記リソースはカーネルAPIである特許請求の範囲第19項に記載の方法。

【請求項21】

前記リソースは、簡易ネットワーク管理プロトコル（SNMP）を用いて接近される特許請求の範囲第19項に記載の方法。

10

【請求項22】

特許請求の範囲第1項から第21項の工程を実行するためのソフトウェアコード部分を備えたIPネットワーク内のルータの内部メモリへ直接ロードできるコンピュータプログラム。

【請求項23】

特許請求の範囲第1項から第21項の工程をIPネットワーク内のルータに実行制御させる読取可能なプログラムを備えた、コンピュータで使用できる媒体上に保存されたコンピュータプログラム。

【請求項24】

IPネットワーク内でトポロジー認識情報を提供するトポロジー認識装置（P）であって

20

前記トポロジー認識装置（P）は前記IPネットワーク内の第1のルータ（504）に組み込まれており、

前記トポロジー認識装置は、別のトポロジー認識装置（P）と中央ノード（502）を備えたトポロジー認識システム（500）に属し、

前記トポロジー認識装置（P）は、

登録メッセージを前記中央ノード（502）へ送信する手段と、

前記中央ノード（502）からの応答メッセージを受信する手段とを備え、

前記応答メッセージは、少なくともトポロジー認識装置（P）へ、

当該トポロジー認識装置（P）と前記中央ノード（502）の現在の関係が受理された場合は前記中央ノード（502）との現在の関係を維持するよう命令し、

30

前記中央ノード（502）が当該トポロジー認識装置（P）を他のルータからの接続が集約される集約点として用いると決定した場合は集約するよう命令し、

適切な集約点が既存である場合は従前の集約点に転送するよう命令する、機能を少なくとも備えたトポロジー認識装置。

【請求項25】

前記トポロジー認識装置（P）がネットワークインターフェース（404）の機能、すなわち、前記トポロジー認識装置（P）を含まない第2のルータ（506）からトポロジー情報を回収する手段を備えた特許請求の範囲第24項に記載のトポロジー認識装置（P）。

40

【請求項26】

前記トポロジー認識装置（P）が隣接探索インターフェース（408）の機能、すなわち、各トポロジー認識装置（P）が自らをツリーのルートとし、ツリーの各分岐は、前記トポロジー認識装置（P）を含まない、中間ノードとしての第2のルータ（506）と、隣接するトポロジー認識装置を葉として備えているようなネットワークのツリー構造の一覧を維持する手段を備えた特許請求の範囲第24項から第25項に記載のトポロジー認識装置（P）。

【請求項27】

前記トポロジー認識装置（P）がローカルリソースインターフェース（406）の機能、すなわち、トポロジー認識装置（P）が組み込まれている前記第1のルータ（504）で

50

ローカルに入手可能なリソースを用いてトポロジー情報を取得する手段を備えた特許請求の範囲第24項から第26項のいずれかに記載のトポロジー認識装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インターネットプロトコル（IP）ネットワークに関するものである。

【0002】

本発明は特に、IPネットワーク内でトポロジー認識システムを提供する方法、トポロジー認識装置およびコンピュータプログラム製品に関するものである。

【背景技術】

【0003】

多くの通信ネットワークはオールIPソリューションに向けて統合しつつある。IPネットワークに基づく種々のアプリケーションが発展するにつれ、洗練された制御・管理システムの必要性が増大している。IPネットワークとは元来分散型のものである。各ネットワークノード、すなわちルータは、中央権限者の制御なしで独自に動作することができる。中央制御によって益を得るアプリケーションもあり、ネットワークオペレータは、単一の集約オペレーションセンターを用いてネットワーク制御を行いたいことが多い。つまり、ルータがどのように相互接続されており、ルータ間でどのようにトラフィックをルーティングしているかという情報を必要とするアプリケーションまたはシステムがより標準的になってきた。

【0004】

本明細書において、所望のトポロジー情報を提供するシステムはすべてトポロジー認識システムを意味する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

最先端技術

トポロジー情報を回収するいくつかの手法があり、そのいくつかをここで概観的に論じる。論じられるトポロジー認識システムすべてに共通するのは：

・中央ノードへのトポロジー情報伝達機能。中央ノードは前記情報を種々の目的のために用いることができ、その中にはネットワークの視覚化およびグラフィック管理インターフェースの目的もある。パスルックアップ等の包括的なトポロジー認識サービスも、このシステムで提供することができる。

・ルーティング情報、ルータインターフェースの情報、およびルータに関するメタデータ（例えば、ノード名のテキスト表示その他人間が読取れるもの）と考えられるものの回収機能。

【0006】

以下に、トポロジー認識の既知の方法をいくつか説明する。個々の手法の長所と短所も挙げる。そうすることの目的は、本発明により解決される課題を明らかにすることである。

【0007】

全ルータの探索

IPルータは一般的に、IETF（インターネット・エンジニアリング・タスクフォース）RFC 1157の、J. ケース、M. フェダー、M. ショフストール、J. デーヴィン（Case J., Fedor M., Schoffstall M. Davin J.,）による「簡易ネットワーク管理プロトコル（SNMP）」に規定される標準ネットワークを介して種々の情報へのアクセスを可能にする。SNMP経路でアクセス可能な情報はマネージメント・インフォメーション・ベース（MIB）に格納される。特に、トポロジー認識に必要な情報は、標準化され共有サポートされているMIBではすぐに利用できるようになっている。

【0008】

10

20

30

40

50

トポロジー認識システムはMIBにアクセスしてトポロジーに関して知ることができる。本発明の記述において、トポロジー情報を得るためにルータ上のMIB（またはこの件でSNMPをサポートしている任意の他のシステム）にアクセスする場合に探索という用語を用いる。SNMP探索に基づく周知の端的なトポロジー認識方法は米国特許第5,185,860号に記述されている。この米国特許によるソリューションは、第1のルータで起動し、どのルータが前記第1のルータに直接接続された隣接ルータかを割り出して、隣接ルータを探索する。隣接ルータであると判明した新ルータそれぞれに関して、前記新規判明ルータを越えたところまで達するまで探索プロセスをさらに1ホップ延長しなければならない。それ以上のルータが見つからなくなるまでこの手順が繰り返し適用される。SNMP探索に基づくトポロジー認識の別のアルゴリズムを用いてもよい。共通の特徴は、全ルータに関して全情報を探索しなければならないということである。

10

【0009】

この手法に基づくトポロジー認識システムは、単一ノードまたは、複数のプローブと中央ノードを持つ分散システムで実行することができる。

【0010】

長所

SNMPに基づくあらゆる手法の明白な利点は、ドメインで用いられているルーティングプロトコルから独立しているということである。同様の手法の利点としては以下がある。

- ・標準化MIBで情報を入手可能。
- ・これらのようなシステムを構築するのに必要なツールはすぐに利用でき簡単に使用できる。

20

【0011】

短所

SNMPに基づく手法にはいくつかの潜在的な問題がある。二つの基本的な問題は、信号量が膨大になるということと、SNMPプロトコルは信頼性を保証しない旨が知られていることである（これは、IETF、RFC768、J.ポステル(Postel J.)の、送達保証を出さないトランスポート、ユーザ・データグラム・プロトコルに記述されているUDPに基づく）。SNMPのみに基づいたトポロジー認識システムはかなり大容量のデータを回収しなければならず、問題となりがちである。

30

【0012】

或る種のトポロジー認識システムにとって多分最も重要である別の問題は、変化の動的探索への対応が弱いことである。SNMPのみに基づいた動的トポロジー認識を実行するための二つの主要な選択肢がある。それらは：

- ・定期的ポーリングを使用して、確実にすべての変化を発見させる。この場合、変化を発見するために要する時間に対してオーバーヘッドに信号を出す点に妥協がある。頻繁なポーリングはオーバーヘッド信号を発生させるが、より頻繁でないポーリングはトポロジー認識システムにおけるトポロジー表示の確度の低下につながる。

- ・或る事象でルータにより発動された非送信請求SNMPメッセージであるSNMPトラップに依存。このようにすれば、少なくとも理論上はルータはトポロジー変化に関する情報をトポロジー認識システムに通知することができる。この手法の問題点としては、SNMPの信頼性を保証しない性質により遺失の可能性があるということと、トラップが構成される融通性に制限があるということである。すべてのルータ事象がSNMPトラップと関連付けられるわけではない。

40

【0013】

リンクステート型ルーティングプロトコル

リンクステート型ルーティングプロトコルとして知られるルーティングプロトコルのファミリーがある。最も一般的なリンクステート型プロトコルは、IETF、RFC11428、D.オラン(Oran D.)、OSI IS-ISイントラドメインルーティングプロトコル、および、J.モイ(Moy J.)OSPF Version 2に記述されたOSPF

50

Fである。リンクステート型プロトコルは、すべてのルータがドメイン内の全ルータに関する情報を持った最新データベースを維持するという原則に基づいている。前記ルーティングプロトコルは、個々のルータのデータベースを常時同期した状態に保つよう設計されている。

【0014】

この種のルーティングプロトコルを配備したドメインにおいては、トポロジー認識システムはリンクステート方式を利用して、トポロジー内の全ルータに関してルーティングプロトコルメッセージから情報を得ることができる。プロトコルメッセージには、ルーティングプロトコルに積極的に参加すること（例えば、ルータとして機能する）か、または、受動的にネットワークに参加することによりアクセスすることができる。

10

【0015】

いずれにせよ、リンクステート方式に基づくトポロジー認識システムは、明示的に信号を出さなくてもすべてのルータとそのルーティング情報について知ることができる。このことは変化に関しても該当することに留意されたい。リンクステート型データベースで入手可能な情報に加えて、SNMPは個々のルータに関して他のデータを探索するのに用いることもできる。

【0016】

長所

個々のルータに明示的に信号を出さずに全体のトポロジー（ルータとルーティングデータ）を知ることは、SNMPに基づくシステムに比べると大きな進歩である。別の重要な長所は、ルーティングの変化が、ルーティングプロトコルによりすぐに利用できることである。ルータからのポーリングやトラップは必要でない。

20

【0017】

短所

リンクステート型データベースで入手可能な情報以上の別の情報がトポロジー認識システムにより要求された場合、リンクステート方式はSNMP探索などの別の機構と組み合わせられなければならない。このことは、或るデータを個々のルータから依然として回収しなければならないということを意味する。

【0018】

この手法の別の潜在的な問題は、トポロジー認識システムの信頼性と性能が、プローブの近くにあるルータの挙動に大きく依存することである。例えば、トポロジー認識システムのためにルーティングプロトコルに参加しているノードが単一のルータに接続されていて、そのルータのルーティングプロトコル・プロセスが故障した場合、トポロジー認識は失われる。

30

【0019】

全ルータにトポロジー認識構成要素

トポロジー認識への1つの手法は、必要なトポロジー情報を集中システムへ供給するように設計された、個別調整された構成要素が各ルータにあるということである。そのような構成要素はSNMPをローカルに使用でき、ルーティングプロトコルメッセージを利用でき、情報を入手するためにプラットフォームに特有のアプリケーション・プログラミング・インターフェース（API）を用いることができ、または、これらすべての方法を組合せて使用することができる。

40

【0020】

長所

トポロジー認識構成要素を各ルータでローカルに配備することは、別のルータとそのルーティングデータについて調べる機構の必要を省く。他の諸方法に固有の課題は或る程度まで克服される。これは、トポロジー情報回収機構をより信頼性高く強固にできるということを意味している。

【0021】

短所

50

この方法は、すべてのルータがトポロジ認識構成要素を有すると仮定している。つまり、ルータがこの手法を正しく機能させるために役立つという点から見て、ドメインが異種混交的であってはいけないということである。すべてのルータがトポロジ認識構成要素に対応していない限り、トポロジ認識に欠陥が生じることになる。

【 0 0 2 2 】

別の問題は、トポロジ認識システムの中央ノードへの情報伝達の問題である。全ルータが中央ノードへの接続を確立した場合、単にすべての接続を管理するだけでこのノードは潜在的に過重負担となり得る。

【 0 0 2 3 】

トポロジ認識の諸選択肢の要約

「全ルータを探索」項の手法と、「リンクステート型ルーティングプロトコル」項の手法は、探索ノードがトポロジ認識情報を回収するためにネットワークに配備されており、情報を保存して処理する中央ノードが配備されている場合、階層的に組み込むのに適している。

【 0 0 2 4 】

図 1 に、この例を示す。R で示す四角は通常のルータであり、P で示す四角はトポロジ認識機能を組み込んだ、プローブと呼ばれる装置である。

【 0 0 2 5 】

プローブ P はトポロジ認識システムの中央ノードに接続され、中央ノード 1 0 0 は管理サイトに配置されている。

【 0 0 2 6 】

或る種のネットワークでは、別のノードを配備することは配備コストと管理の問題から望ましくない。そのような場合は、「全ルータにトポロジ認識構成要素」項で述べたように、トポロジ認識機能をルータ自体に配備することができれば有益である。この手法の例を図 2 に示す（中央ノードは図示していない）。

【 0 0 2 7 】

図 2 において、トポロジ認識装置すなわちプローブは、左下隅に塗りつぶし円で印をつけたルータに組み込まれている。ドメイン内の 1 つ以外のすべてのルータはプローブを組み込んでいる。従って、「全ルータにトポロジ認識構成要素」項の「欠点」項で論じたようにトポロジ認識システムに欠陥が生じる。基本的に、全トポロジを完全に発見したい場合は、追加の機能が必要である。

【 0 0 2 8 】

最先端技術の課題

次に、最先端技術の 3 つの異なる課題、すなわち、オーバーヘッド信号、強固さ、および大規模なトポロジ認識プローブの管理、を論じる。

【 0 0 2 9 】

オーバーヘッド信号

プローブを用いるトポロジ認識システムに必要とされる信号は二つのカテゴリーに分けられる。

A . プローブからルータへの、またはプローブからプローブへのトポロジ情報を回収するためにネットワークプレーンで必要とされる信号

B . プローブからトポロジ認識システムの中央ノードにトポロジ情報を伝えることに関する信号

【 0 0 3 0 】

トポロジ認識ソリューションに応じて、オーバーヘッドの信号は両方のカテゴリーで若干異なる。

A . ネットワークプレーン信号

情報回収に S N M P を用いるソリューションはいずれもかなりの量の信号を発生させる。一個（または少数）のトポロジ認識プローブがドメインで運用されている場合、プローブは多ホップ隔たれたルータへ S N M P を用いなければならない。S N M P の信頼性を

10

20

30

40

50

保証しない性質は、アプリケーション層での再送信が必要であるということの意味する。非常に高速度でなければならぬシステムではオーバーヘッドの信号発生がより頻繁になるが、それほど高速でなくてもよいシステムでは頻度が少なくなる。

【 0 0 3 1 】

トポロジー認識構成要素がすべてではなくともほとんどのルータで運用されているソリューションでは、完璧なトポロジー認識が望ましい場合オーバーヘッド信号量が非常に過重となる。ルーティングが変更されるごとにトポロジーおよびルーティング情報を更新しなければならない場合、さらに多くの信号が必要とされる。

【 0 0 3 2 】

すべての対応ルータ、すなわちトポロジー認識装置（例えばプローブ）を備えた対応ルータは最低限自らの直接の隣接ルータを探索し、それらの中に非対応ルータがあった場合、それ以上の探索が必要とされる。非対応ルータが発見されると直ちにそのルータの探索が始動される。対応ルータは、非対応の直接接続された隣接ルータを探索する。

【 0 0 3 3 】

図 3 に信号の例を示し、 R_1 から R_3 までのルータはトポロジー認識構成要素を組み込んでいるが R_0 は組み込んでいない。ルータ R_1 は自らの隣接ルータを探索し、それが非対応ルータであることを発見する。それより遠くに非対応ルータがないことを確かめるため、 R_1 は R_0 のインターフェース a、c、d および e 上の隣接ルータの探索に従事しなければならない。（b は R_1 が接続しているところなので省いてもよい）。インターフェース c と d において R_1 は対応ルータ、すなわち R_2 と R_3 があることを発見する。インターフェース a と e においては、その隣接ルータが何であるかによって探索を続行しなければならない。次にルータ R_2 と R_3 は R_0 とその隣接ルータについて調べるとき同様の工程を実行しなければならないことを考慮に入れる。このことは結果としてかなり多数の冗長探索メッセージにつながる。

【 0 0 3 4 】

1 つ（または少数）の完全に SNMP に基づくプローブがある場合、プローブをほとんどのルータに配備することにより信号を潜在的に減らし、問題となるマルチホップ SNMP の問題を回避することができる。

【 0 0 3 5 】

ほとんどのルータにプローブがある場合、追加機能を加えることにより、プローブを組み込んだルータが重荷を分担できれば信号を減らすことができる。

【 0 0 3 6 】

B . トポロジー情報の通信

中央ノードに必要とされる処理パワーと、プローブとシステムの中央ノードとの間に用いられる帯域幅にはトレードオフがある。

【 0 0 3 7 】

二つの手法がある：

- ・帯域幅を最低限にする。プローブにトポロジーのグラフ表示を回収、伝達させ、システムの中央ノードにグラフを計算させ、そのトポロジー認識関数を算出させる。これはネットワークの軽量表示を用いるが、システムの中央ノードに、ルートがルックアップされるたびに最短経路を発見するオンデマンドの計算をさせることを要求する。

- ・システムの中央ノードでの処理を最低限にする。プローブにルーティング登録を回収（または計算）させ、システムの中央ノードへ伝達させる。ルーティング登録でネットワークを表示することは、伝送のための帯域幅と保存のためのメモリをより多く必要とするが、システムの中央ノードでの処理という点ではより効率的である。

【 0 0 3 8 】

上記モデルのいずれにおいても、オーバーヘッド信号を低減することにより帯域幅の利用を最適化できる余地は大きい。

【 0 0 3 9 】

強固さ

10

20

30

40

50

より大規模なシステムにおいてトポロジー認識システムが重要な構成要素であるならば、強固さに対する非常に厳密な要求があることになる。トポロジー認識という点での強固さは、トポロジー認識システムがいかに正確であるかと、いかに早く変化を検出し伝播できるかということに関わっている。「リンクステートルーティングプロトコル」項で述べたリンクステートに基づく手法は、最新の正確な表示を非常に良好な実行特性で維持することに長けている。しかしそれは若干損傷を受けやすい。隣接ノードのリンクステート式トポロジー認識プローブへの僅かな問題でさえ、トポロジー表示に多大な影響を与える。必要な情報を提供するために数個のトポロジー認識プローブを一緒に稼働させる場合には、この問題を解決しなければならない。

【0040】

10

大規模なトポロジー認識プローブの管理

ルーティングドメインはかなり多数のルータに発展し得る。ルーティングドメインが数百個のルータを持つのは一般的である。将来的なルータ配備増強では、さらに多数のドメインを可能にするであろう。大規模なドメインにおいて各ルータでトポロジー認識を実行すると、それらのプローブへの接続管理が複雑になる。この課題を解決するのに、階層と集約を提供する理論が有用と思われる。

【0041】

このように、本発明の目的とする課題は、IPネットワーク内で効率的なトポロジー情報の入手を促進する、すなわち、オーバーヘッド信号を低減し、強固さを増強し、大規模なトポロジー認識プローブを管理できるようにする方法、トポロジー認識装置およびコンピュータプログラム製品を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0042】

発明の要約

上述の目的課題は、本発明により独立請求項によって解決される。

【0043】

好適な実施の形態は従属項に規定される。

【0044】

本発明の利点は、異種混交的なIPネットワークで使用できるトポロジー認識システムを提供する点にある。

30

【0045】

別の利点は、適応性があり、拡張可能であり、高い性能と精度を提供するトポロジー認識システムを提供することにある。

【0046】

本発明のさらに別の利点は、プローブが、ルータへの性能的悪影響を最低限にする軽量動作対応に構成されていること、あるいは、プローブがリソースが豊富なルータに存在した場合、より多くの作業負荷を受け入れることができることにある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

本発明によるトポロジー認識システムは、上記に列記した課題を克服するために設計されている。従って、図5に示す本発明によるトポロジー認識システム500が提供するの

40

- は：
- ・隣接探索を維持するための機構（信号の課題に対処）
 - ・隣接階層方式に自動構成し、接続集約を実行するトポロジー認識探索の方法（強固さの課題と、大規模ルータ管理の課題に対処）
 - ・トポロジー状態を効率よい方式で伝達するプロトコル機構（先述の信号の課題に対処）
 - ・上記を組み合わせて強固で高効率のトポロジー認識機能を提供するシステム。

【0048】

トポロジー認識システム500を図5に示す。システム500は中央ノード502と、

50

ドメイン内の少なくとも1ルータ504で稼働しているプローブと称されるトポロジー認識装置Pとを備えている。トポロジー認識プローブPを装備しなければならないルータの1ドメイン内の個数に制約はない。唯一のルータから全ルータの任意数のルータに1つのプローブがあってもよい。しかし、ドメイン内のルータ504ほとんどがトポロジー認識プローブPを備えていることが好ましい。プローブPを配備していないルータ(すなわち、非対応ルータ)を506で示す。中央ノード502はプローブPを備えたルータ504の少なくとも1つに接続されている。さらに、ルータは別のルータに接続されており、プローブPを備えたいいくつかのルータは集約点として適切である。トポロジー認識プローブPはIPネットワーク内の他の装置からトポロジー情報を取得する能力がある装置であり、他の点では普通なルータ内で稼働しているソフトウェアにより実行されている。トポロジー情報はSNMPによりアクセス可能であり、MIB内に格納される。MIBはルータ内に配置されている。

10

【0049】

トポロジー情報はプローブPから中央ノード502へ伝えられ、中央ノード502は前記情報を種々の目的、例えば、ネットワーク視覚化およびグラフィック管理インターフェースのために用いることができる。従って、中央ノード502はトポロジー情報を格納し処理する。システムの中央ノード502は静的に設定されたアドレスを用るかまたは管理されたルーティングドメイン内の予約されたエニーキャストアドレスを用いて配置することができる(すなわち、エニーキャストアドレスが接触され、前記エニーキャストアドレスはグループ内の1つまたは複数のコンピュータに対応づけられていてよく、前記グループ内のコンピュータのうち1つが応答する)。

20

【0050】

プローブPの機能性を、図4に示すトポロジー認識システムインターフェース402、ローカルリソースインターフェース406、ネットワークインターフェース404およびプローブ隣接インターフェース408のインターフェース群に関して記述する。以後、トポロジー認識システムインターフェースをシステムインターフェース402と称する。各インターフェースの詳細を以下のサブセクションに挙げる。概観すると、各インターフェースの機能は：

- ・トポロジー認識システムインターフェース402 トポロジー認識プローブはトポロジー認識システムの一部である。このシステムは中央ノードと別のプローブを備えている。トポロジー情報はこのインターフェース経由でプローブから中央ノードへ伝えられる。

30

- ・ネットワークインターフェース404 - プローブはトポロジー認識プローブを備えていない別のネットワーク構成要素(例えばルータやスイッチ)に関する情報をこのインターフェースを介して回収する。現行のインターネット標準では、SNMPがこのインターフェースに用いられる一般的なプロトコルである。

- ・ローカルリソースインターフェース406 - プローブは他の点では普通なルータ内で稼働しているため、ローカルで取得すべきトポロジー情報がルータ上にある。

- ・プローブ隣接インターフェース408 - 各プローブは、ネットワークインターフェースとトポロジー認識システムインターフェースの間の信号を最低限にするために隣接プローブとの関係を維持する。

40

【0051】

トポロジー認識システムインターフェース402を備えたトポロジー認識プローブPを用いることにより、信号が最適化されてトポロジー情報が効率良く伝達される。強固さと大規模なトポロジー認識プローブの管理は、中央ノードへのプローブの登録と、集約点の導入により実現される。従って、システムは自動設定することができる。

【0052】

プローブ隣接インターフェース408を備えたトポロジー認識プローブPを用いることにより、非対応ルータを持つドメインからトポロジー情報を取得するために経路信号を用いてトポロジー情報信号を低減することができる。このように、トポロジー認識システム

50

インターフェースおよびネットワークインターフェースを介したデータ送信は最小限となる。インターフェースは隣接することによって、すなわち、互いに監督し合うことによって強固さの増強をもたらす。プローブPはこのようにしてプローブの登録および集約点を用いることにより動的に自動的に設定されることができる。ネットワークプレーン信号は、最小限の探索のためのプローブテリトリーを用いることにより低減される。すなわちこれはネットワークインターフェースに重複アクションが実行されないことを確実にする。従って、システムインターフェースとネットワークインターフェースを介した信号が最低限にされ、それは図3に示した問題が回避されたことを意味する。

【0053】

ネットワークインターフェース404は非対応ルータ、すなわち、プローブのないルータから情報を回収し、それによりネットワークプレーン信号を低減する。 10

【0054】

ローカルリソースインターフェース406は、トポロジー情報のためのローカルに利用可能なリソースを用いることによりネットワークプレーン信号を低減する。このインターフェースを採用した場合、このようにして増強された全体性能が得られる。

【0055】

トポロジー認識プローブPは、トポロジー認識システムインターフェース402を他の3つのインターフェース(すなわち、プローブ隣接408、ネットワーク404、ローカルリソースインターフェース406)と任意の組合せで備えていてもよい。プローブが4つのインターフェースすべてを備えていることが、強固で効率のよいトポロジー認識機能を提供するためには好ましい。 20

【0056】

インターフェースを、信号の図と説明文の組合せを用いて以下のサブセクションに説明する。メッセージの精密な詳細や、どのメッセージが交換されたりフォーマットされたかということや、個々のメッセージの内容を正確に示すことが意図ではないことを理解されたい。むしろ全体の機能を理解しやすくするために十分な情報を提供することが意図であり、実施の詳細を所掌することではない。

【0057】

トポロジー認識システムインターフェース

本発明の第1の好適な実施の形態では、トポロジー認識プローブPはシステムインターフェース402を備えている。 30

【0058】

大規模なドメインにおいてほとんどのルータにプローブがある場合、接続を管理しメッセージを多重化することは複雑な課題である。この課題は、トポロジー認識プローブをトポロジー認識システムの他の部分に接続するこのインターフェースにより対処され、ここでトポロジー認識システムの他の部分500は中央ノード502と別のトポロジー認識プローブPを備えている。

【0059】

プローブ登録および集約点

トポロジー認識プローブPは、始動時にシステムの中央ノード502に登録する。登録の主導権はプローブPにある。システムの中央ノード502によりメッセージが受信されると、プローブPの識別は、中央ノード502内に格納された既知の識別リストに追加される。その後、プローブの接続をそのまま受け入れるか(2a)、プローブを集約点として用いるか(2b)、またはこのプローブを事前に選択された集約点に転送するか(2c)の決断がなされる。第1の好適な実施の形態による信号の諸代替案を図6aに示す。 40

【0060】

2aの場合、プローブはシステムの中央ノード502との関係を維持し、自らの全トポロジー情報を中央ノードにそれに直接配信する。2bの場合、プローブPは他のプローブPからのトポロジー情報を受け取り、それを自らのトポロジー情報と共にシステムの中央ノード502に配信する。2cの場合、プローブはシステムの中央ノードとの関係を切断 50

し、転送メッセージに識別されている集約点との新たな関係を設立する。

【0061】

集約の決定が如何になされるかという詳細は本発明の範囲にないことに留意されたい。しかし、プローブに、集約点になる意思の表示、すなわち、自らの情報に加えて他のプローブからのトポロジー情報を送信する意思の表示を可能にし、それを意思決定アルゴリズムに含めることは有用であろう。通常のプローブPよりも集約プローブPにおいてメモリも処理要求も増大することは明白である。

【0062】

本発明の第1の好適な実施の形態により転送メッセージが用いられる信号シナリオを図6bに示す。最初の登録メッセージ(1)がシステムの中央ノード502に届き、中央ノードは転送メッセージ(2)を発行する。前記転送メッセージは、どこに転送するか(A P)という情報とともに、認証の目的のため前記新規登録メッセージ(3)に添付され得る情報も含んでいる。この例では、システムの中央ノード502によりトークンが発行される。このトークンは、プローブが集約点に登録するとき登録メッセージとともに伝達される。これが認証を可能にし、集約点での登録の承認を可能にする。トークンは一例であることに留意されたい。このシステムの実施は他の信用手段を用いることができる。登録メッセージを受け取り次第、集約点は続行メッセージ(4)で応答する。

【0063】

この方法の重要な特性は、集約点(すなわちプローブP)に、望むなら別の階層の導入を可能にすることである。図6bの例においては、最下位レベルに通常のプローブPがあり、次いで集約点、そして最上位レベルにシステムの中央ノード502がある。何らかの理由により集約点が別の階層を導入したければ、集約点はプローブPに、例に用いられている続行メッセージの代わりに転送メッセージを返送する。別の階層を導入すべきか、またいつ導入するかを決定するのに用いられるアルゴリズムの選択肢は数多い。単純なものとしては、下位レベルプローブPへの接続数に基づくものでもよい。

【0064】

一般に、システム内のすべての集約関係には親子ノードが存在する。最上位のレベルで、システムの中央ノードPが親であり、そのすべての集約点は子である。

【0065】

登録手続き(転送その他を含む)は、集約点として機能しているすべてのプローブP(システムの中央ノードおよびすべての他の集約点を含む)が自らの状況を再評価できるように継続的に(例えば、定期的またはランダムな間隔で)繰り返される。この間隔は、オーバーヘッドの信号を最低限にするために、まばらであるべきである。

【0066】

もし、ネットワーク故障の結果、集約親プローブPと子プローブPとの関係が失われた場合、親は、以前にそこから登録メッセージを受け取ったあらゆるプローブへ非送信請求集約メッセージを発行することができる。そのような集約メッセージに関連して、新規集約点を識別する一組の転送メッセージもある。このことは、すべての集約親は、受け取った登録メッセージの状態を維持するということを意味する。

【0067】

トポロジー情報の送信

大規模なトポロジーを表すために必要な情報量は膨大である。集約関係にある子と親の間で送信される情報量を最小限にする方法が必要とされる。

【0068】

強固さと、オーバーヘッド信号の少なさを両方達成するため、情報が更新に基づいている機構を、恒常的に(例えば周期的に)繰り返される同期化方法と共に用いる。プローブPはトポロジーに変化を検出すると非送信請求更新メッセージを送出する。挙動良好なプローブは、周期的なルーティングプロトコル更新などの結果である更新の送出手を回避するためにフィルタを組み込んでいなければならない。トポロジーの実際の変化が起きたときに限ってプローブは更新メッセージ送出手を要求される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

トポロジー情報メッセージをフォーマットすることは本発明では要求されない。各メッセージが1つの情報を挿入、変更または除去するような情報がデルタフォームで送出されることが要求事項である。新情報に関しては挿入メッセージが送出される。既存データに変更があれば、更新のため変更コマンドが用いられる。もはや関係のない情報に関しては除去コマンドが送出される。

【 0 0 7 0 】

上記の更新メッセージに加えて、集約関係にある親プローブPと子プローブPとの不整合状態を検出するように設計された同期化機能（恒常的に繰り返される）がある。プローブはそのトポロジー情報を圧縮表示で、繰り返しまばらな間隔で集約関係の親に送出する。

10

【 0 0 7 1 】

図7では、本発明の第1の実施の形態による二つの同期シナリオを示す。まず、子プローブPは、自らの状態（すなわちトポロジー情報）を圧縮表示で含む同期メッセージを送出する。集約親はメッセージを受け取り、それを現在の子の状態と比較する。これを、オンデマンドで計算して行ってもよいし、ずっとメモリに保持しておいてもよい。2aの場合、親は状態が整合することを発見し、確認を返送する。2bの場合、状態不整合が発見されたので（この場合、親は子に対比してサブセット-Xを欠いている）、親は子に情報のサブセットXを要求する。しかし、子のかわりに親に同期メッセージを送出させ、子がそのメッセージを受け取って現在の親の状態と比較することにより同期化を開始することも可能である。集約親が中央ノードでもあり得ることに留意すべきである。

20

【 0 0 7 2 】

プローブのトポロジー情報の圧縮表示は、例えば一組のチェックサムまたは巡回冗長性検査であってよい。残るはアルゴリズム選択の実行である。あらゆる実行に際して考慮に入れなければならない基本的な最適化は、状態不整合の発生元の小規模な情報サブセットの識別能力である。このことが、親が更新を要求する際に、よりの確であることを可能にする。そのような機構が欠落している場合は、不整合発見時に子の全状態を伝えなければならない。

【 0 0 7 3 】

プローブ隣接インターフェース

本発明の第2の実施の形態では、プローブはプローブ隣接インターフェース408を備えている。

30

【 0 0 7 4 】

プローブはカスタムプロトコルを用いて互いの隣接を設定し維持している。このプロトコルの基本機能は、プローブに互いのことを知らせることである。このプロトコルの拡張機能では、プローブどうしにそれぞれの周囲環境（例えば、直接接続された隣接プローブ）を通知し合わせ、プローブに、どのプローブが何をしているか承知させるように設計されている。

【 0 0 7 5 】

次の項ではどのように隣接が設定されるかを述べる。続く項では、隣接設定後のプロトコルの二つの異なるモードについて記述する。「探索を最小化するプローブテリトリー」項では汎用トポロジー認識システムの使用モデルを挙げ、「探索をしないようにする経路信号」項はより特化したアプリケーションのモデルを挙げる。

40

【 0 0 7 6 】

隣接化

各プローブにつき、どのプローブと隣接にするかを決定するためにネットワークのツリー構造一覧が維持される。各プローブは自らをツリーのルートとして維持する。プローブルータ上の各インターフェースにつき1つの分岐が存在する。分岐は、中間ノードとしての1つまたは複数の非対応ルータと、隣接プローブを葉として成っていてもよく、またそうでなくてもよい。図8に例を挙げる。

50

【 0 0 7 7 】

図 8 において、塗りつぶし円で印をつけたルータ A、E および F は稼動しているトポロジ認識プローブを有する。ルータ B、C および D は非対応である。A の視点から見ると、隣接ツリーはまず、図の右側に示すように二つの主分岐で構成されている。分岐を仔細に見ていくと、E が 1 度以上は葉として発生する、つまり、いくつかの分岐を枝刈りしてもいいことを A は発見する。A は短い分岐より先に長い分岐を枝刈りすることにするが、それは、(A、B、C、E) 分岐が枝刈りされることを意味する。これが終了すると、E は D を介しても隣接しているとわかるので、A は (A、B、E) 分岐を枝刈りすることができる。(A、D、*) 分岐は、E と F の両方にそこから達することができるため維持される。つまり、プローブは、自らの隣接ツリーの分岐を可能な限り数少なくかつ短く保とうとする。結果として A は、E および F との隣接を、両方とも自らの分岐 D を介して維持するということである。分岐は実際のルーティングと同じである必要はなく、分岐は論理的なものであるということに留意されたい。例えば、A から E へのパケットを実際のネットワークでは B を介してルーティングしてもよい。ツリーはいずれにせよ (A、D、E) 分岐を用いる。このことは、2 つ以上のプローブがある場合、各プローブは少なくとも 1 つの隣接を持つということの意味している。このことは、すべての対応ルータは一組の連続した隣接により論理的に接続されているということも意味している。各隣接は、メッセージ、好ましくは各プローブからそのすべての隣接プローブに対して繰り返し送信される小メッセージを用いて活動状態を保つ。このことは、失われたプローブを、隣接プローブのタイムアウトによって発見できるということの意味する。すべてのプローブはその隣接を保つためにツリーの構築と枝刈り作業に従事することに留意されたい。ルータが対応しているか否かを、隣接をはかることにより決定する確定論的な方法があると想定される。本発明は特定のソリューションを命令するものではないが、例としては、予約された搬送プロトコルポート番号を使用することであろう。こうすれば、プローブが自ら隣接プローブを調査する際に (「ネットワークインターフェース」項参照)、それらが対応しているかないかを決定するためにそれらとの隣接の設定を試みることができる。プローブの不幸により隣接が失われた場合、隣接ツリーを構築し、いくつかの分岐を枝刈りするプロセスを再度完了しなければならない。或る種の追加の状況が維持されれば、プローブは、どのツリーの分岐に沿って隣接を再試行すればよいかかわかることに留意されたい。

10

20

【 0 0 7 8 】

探索を最小化するプローブテリトリー

プローブテリトリーは、プローブが探索責任を負う非対応ルータを規定する。トポロジ認識の方法が、すべてのルータを積極的に探索することである場合、プローブテリトリーを用いてプローブのネットワークインターフェース越しの信号を最適化することができる。それをするためにはプローブテリトリーに重複がなければならない。つまり、各非対応ルータは 1 プローブテリトリーのみ属していなければならない。この項では、非重複テリトリーを承知するためにプローブ隣接をどのように用いるかについて述べる。プローブ隣接を設定する工程において、各プローブは一組の非対応ルータを見る。プローブは、非対応ルータのリストを維持し、そのようなルータには評価尺度とプローブ識別子が関連づけられている。評価尺度は、非対応ルータがどの程度離れているかに関する次元指標である。例えば、評価尺度は、プローブと非対応ルータ間のホップ数であってよい。プローブ識別子は、テリトリー内でルータを有するプローブを識別するように設定されている。最初にプローブは、自らのテリトリーに属していると見做したすべての非対応ルータを申し立てる。

30

40

【 0 0 7 9 】

各一对の隣接プローブごとに、1 マスタと 1 スレーブが存在する。マスタ・スレーブ関係は、隣接が設定されたときに確定され、例えば、予め設定されたプローブ優先権または隣接を開始したプローブに基づいてよい。しかし、スレーブは自らの非対応ルータリストのサブセットをマスタに対して送信する。前記サブセットは、枝刈りが実行される前に二つのプローブ間の元来の隣接ツリー分岐にあるルータのリストである。

50

【 0 0 8 0 】

スレーブからルータのリストを受け取り次第、マスタはそれを自らのリストと比較する。マスタとスレーブで発生する各入力と比較される。ルータに関連してより小さい距離関数を有しているほうのプロープがそのテリトリーに入る。2つのプロープの前記距離関数が等しい場合、マスタプロープは或る種の別の確定論的方法を用いて決定する。例えば、それをマスタ・スレーブ関係により決定することができる。大きなテリトリーから着手して、各プロープはテリトリーを可能な限り小さくしようとする。

【 0 0 8 1 】

探索をしないようにする経路信号

この項で記述するモデルは汎用トポロジー認識システムに直接応用可能ではない。プロープをネットワークの或る種の場所で戦略的に配備できる応用例では、このモデルは有効に働く。

【 0 0 8 2 】

この動作様式では、プロープは非対応ルータのトポロジーデータの侵入探索をすることはしない。代わりにプロープは、プロープ間信号に依存して非対応ルータへのルーティングについて調査する。基本的に各プロープはそのローカルルーティングデータをローカルインターフェースを介して知り、ネットワークインターフェースを用いてすべての隣接プロープへの経路について知る。プロープは、自らのローカルルーティングテーブルと全隣接プロープへの経路表示をトポロジー認識システムインターフェースを介して送信する。つまり、システムの中央ノードは、リンクステートルータがトポロジーの完全な地図を編纂するのに用いたのと類似したアルゴリズムを組み込んでいなくてはならないということである。非対応ルータが接続されている全ローカルインターフェースに、プロープは以下のことをする： その出力インターフェースを介して到達可能な全プロープへの経路を探索する。隣接ツリーとの違いは、パケットがたどる実際の経路をここで検査するのであって、論理的分岐を検査するのではないということである。

【 0 0 8 3 】

上述の探索法は前項で用いられたものとは異なる。この動作様式では、探索はSNMPでノードを探索するのではなく、経路探索または接続試験用プログラム等のツールで経路を探索することを意味する。

【 0 0 8 4 】

経路は、その各端部にプロープがある場合にのみ発見されることに留意されたい。このことは、用途が汎用トポロジー認識システムである場合は深刻な障害となる。しかし、用途に特定の要求がある場合はこの方法も非常に有用である。例としては、管理を必要とするネットワークの入線ノードおよび出線ノードにプロープを配備することができる経路感知リソース管理である。

【 0 0 8 5 】

ネットワークインターフェース

本発明の第3の好適な実施の形態において、トポロジー認識プロープはネットワークインターフェースを備えている。

【 0 0 8 6 】

図4のネットワークインターフェースを用いて、非対応ルータを探索することによりプロープはローカルには入手可能でないトポロジー情報について知ることができる。トポロジー情報を求めてルータを探索する既知の方法がある。最も適切な情報は標準化MIBで入手可能であり、SNMPでアクセス可能である。このインターフェースには既存の方法を用いる。以下の事象のうち1つまたは複数が、非対応ルータ、すなわち、トポロジー認識システム内の他のプロープに対応したトポロジー認識プロープを備えていないルータからの情報回収を誘発する。

・起動。プロープは最初の起動時に情報回収に従事しなければならない。

・ルーティングプロトコル事象。ルーティングプロトコルの事象が監視できれば、それらもプロープにより解釈され、情報回収の誘因として用いられることができる。これが便

10

20

30

40

50

利な場合の例としては、変化が動的に発見される場合であり、そのときルーティングプロトコルの事象は何かが変わった兆しであり、情報を回収しなければならないという兆しとなる。

・周期的な事象。プローブの状態が正常であることを確認するために、プローブは情報の周期的ポーリングを採用してもよい。

・ネットワーク構成要素からの明示的な通告、例えば、ルータからのSNMPトラップ。

【0087】

ローカルリソースインターフェース

本発明の第4の好適な実施の形態において、トポロジー認識プローブはローカルリソースインターフェースを備えている。

10

【0088】

ルータプラットフォームに応じて利用可能なリソースは異なることになる。一般に、ルータ上のいくつかのソフトウェアに、ルーティングおよびインターフェース情報にアクセスさせる或る種のカーネルAPIが存在する。ローカルリソースの別の手法は、SNMPをローカルに用いて必要な情報を取得することである。ルーティング情報用にローカルで利用可能なカーネルAPIの一例は、BSDに基づいたルータ上で利用可能なフリーBSDカーネルインターフェースマニュアル(FreeBSD Kernel Interfaces Manual)ファミリーのルーチン、フリーBSDマニュアルのセクション(4)の「ルート」マニュアルページに記述されたルートである。

20

【0089】

リンクステート型ルーティングが用いられるドメインにおいて、トポロジー認識を得るためにプローブはルーティングプロトコルソフトウェアにより管理されたリンクステート型データベースにアクセスすることができる。ローカルインターフェースを用いる利点はいくつかある：

- ・オーバーヘッドのネットワーク信号を回避
- ・ネットワークを介してSNMPを使用するより信頼性が高い
- ・安価なポーリングにより、またはローカルインターフェースがそのような機構を提供する場合、非送信請求コールバック(例えば、信号または中断)をルータ内の他のソフトウェア構成要素から受けることにより、動的なトポロジー認識を実現できる。

30

【0090】

本発明によるトポロジー認識プローブは、少なくともシステムインターフェースを備えている。しかし、システムインターフェースに加えて、本発明は上述のインターフェース(すなわち、ネットワークインターフェース、ローカルリソースインターフェースおよびプローブ隣接インターフェース)のいずれをも、あらゆる組み合わせで備えていてもよい。

【0091】

本発明によるトポロジー認識システムを取得する上述の方法は、前記方法の工程を実行するソフトウェアコード手段を備えたコンピュータプログラム製品によって実施されてもよい。前記コンピュータプログラム製品はIPネットワーク内のルータの処理手段上で実行される。前記コンピュータプログラムは直接、またはフレキシブルディスク、CD、インターネット等のコンピュータで使用可能な媒体からロードされる。

40

【0092】

本発明は上述の好適な実施の形態に限定されるものではない。種々の別形態、変更形態または同様な形態を用いることができる。従って、上記の実施の形態を、添付の請求項によって規定される本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】独立型トポロジー認識プローブを示した説明図である。

【図2】ルータに組み込まれたプローブを示した説明図である。

50

【図3】信号シナリオをさらに示した説明図である。

【図4】本発明によるトポロジー認識プローブのインターフェースを示した説明図である。

【図5】本発明によるトポロジー認識システムを示した説明図である。

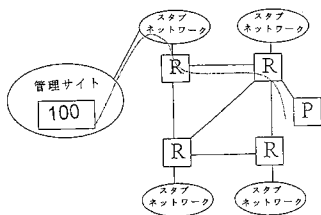
【図6 a】信号シナリオを示した説明図：本発明によるプローブ登録を示した説明図である。

【図6 b】信号シナリオを示した説明図：本発明による転送の登録を示した説明図である。

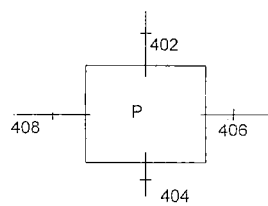
【図7】本発明による同期例を示した説明図である。

【図8】本発明によるプローブトポロジー実例と隣接ツリーを示した説明図である。

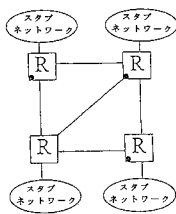
【図1】



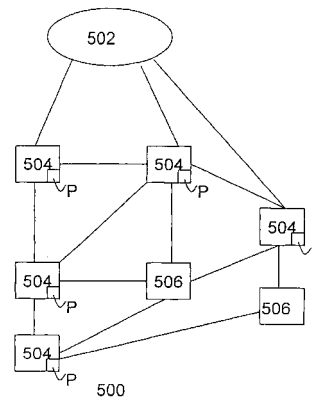
【図4】



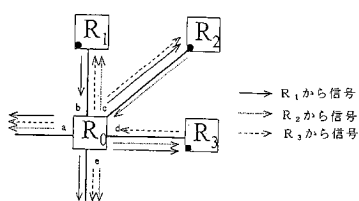
【図2】



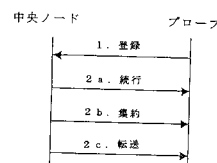
【図5】



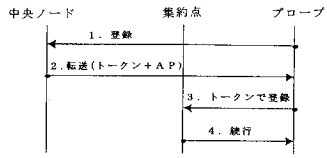
【図3】



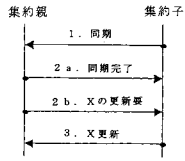
【図6 a】



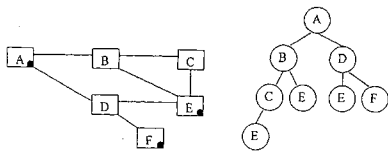
【図 6 b】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 ケレン, オロフ
スウェーデン国 エス - 9 4 5 9 1 ノーフジャーデン, ジャン ジョンスベイゲン 1 9
- (72)発明者 スバンバーグ, エミル
スウェーデン国 エス - 9 7 3 3 2 ルレア, クリントバッケン 3 0 5 ビー
- (72)発明者 アルデン, ヨハン
スウェーデン国 エス - 9 7 3 4 4 ルレア, ツナスチジェン 9

審査官 玉木 宏治

- (56)参考文献 特開平09 - 093265 (JP, A)
特開平10 - 336228 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/24