

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6155954号
(P6155954)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

H04L 12/44 (2006.01)

F I

H04L 12/44

M

請求項の数 12 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2013-168269 (P2013-168269)
 (22) 出願日 平成25年8月13日 (2013.8.13)
 (65) 公開番号 特開2015-37243 (P2015-37243A)
 (43) 公開日 平成27年2月23日 (2015.2.23)
 審査請求日 平成28年5月10日 (2016.5.10)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100113608
 弁理士 平川 明
 (74) 代理人 100105407
 弁理士 高田 大輔
 (72) 発明者 西村 英哲
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 戸田 淳一
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、及びそのネットワーク構成情報の生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

木構造を有するネットワークを形成する複数のノードのそれぞれとの通信処理を行う通信装置と、

前記ネットワークの構成情報を記憶した記憶装置と、

前記通信装置を用いて前記複数のノードのそれぞれから稼働時間を取得する処理と、或るノードの稼働時間が閾値未満であるときに、前記或るノードを含む部分木を形成するノードのそれぞれから取得された下位ポートに係るMAC(Media Access Control)アドレスの登録数を示す情報を用いて前記部分木の階層構成を生成する処理と、生成した前記部分木の階層構成を用いて前記ネットワークの構成情報を更新する更新処理と、を行う制御装置と、

を含む情報処理装置。

【請求項2】

前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御装置は、前記或るノードを含む部分木の頂点ノードに対して、当該頂点ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記頂点ノードに与える処理を行い、前記頂点ノードの前記到達確認メッセージの送信によって前記部分木を形成するノードが前記或るノードのMACアドレスを学習し、

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位

ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する
請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが再起動を実施した前記ネットワークに既存のノードであると考えられる場合に、前記制御装置は、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから前記或るノードの下位ノードに該当する1以上のノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに与える、又は、前記1以上のノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記1以上のノードに与える処理を行い、前記或るノード又は前記1以上のノードの到達確認メッセージの送信によって、前記或るノードが前記1以上のノードのMACアドレスを学習し、

10

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する
請求項1又は2に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記制御装置は、ノードの削除指示を得た場合に、前記ネットワークの構成情報を用いて、削除指示に対応するノードの下位ノードを検出し、前記削除指示に対応するノード及び検出された下位ノードを前記ネットワークの構成情報から削除する

請求項1から3のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項5】

20

前記通信装置は、前記ネットワークに存在するノードのそれぞれから自発的に送信される、前記複数のノードのそれぞれの稼働時間を受信し、

前記制御装置は、受信された稼働時間が閾値未満か否かを判定する

請求項1から4のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項6】

前記制御装置は、前記階層構成を生成する際に、前記部分木を形成するノードが、下位ポートに係るMACアドレスの登録数が多い順で頂点から並べられたときの階層を、前記部分木における各ノードの階層として決定する

請求項1から5のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項7】

30

前記制御装置が、到達確認メッセージの宛先に該当するノードのIPアドレスを前記送信指示に含めるために、前記記憶装置は、前記複数のノードのIP(Internet Protocol)アドレスを記憶しており、

前記制御装置は、前記ネットワークにおける或るノードから新たなノードへの交換に従って前記或るノードの削除指示と前記新たなノードの追加指示とを得たときに、前記新たなノードのIPアドレスと前記或るノードのIPアドレスとが同一であるときには、前記或るノードの下位ノードを検出する処理を回避する

請求項4から6のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項8】

40

前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御装置は、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから少なくとも前記部分木において前記部分木の頂点ノードと前記或るノードとの間にある各ノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに送信する処理、又は前記部分木において前記頂点ノードと前記或るノードとの間にある各ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記各ノードへ送信する処理を行う

請求項2から7のいずれか1項に記載の情報処理装置。

【請求項9】

情報処理装置の制御装置が、

木構造を有するネットワークを形成する複数のノードのそれぞれとの通信処理によって

50

前記複数のノードのそれぞれから稼働時間を取得し、

或るノードの稼働時間が閾値未満であるときに、前記或るノードを含む部分木を形成するノードのそれぞれから取得された下位ポートに係るMAC(Media Access Control)アドレスの登録数を示す情報を用いて前記部分木の階層構成を生成し、

生成した前記部分木の階層構成を用いて、記憶装置に記憶されたネットワークの構成情報を更新する

ことを含む情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。

【請求項10】

前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御装置が、前記或るノードを含む部分木の頂点ノードに対して、当該頂点ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記頂点ノードに与える処理を行い、前記頂点ノードの前記到達確認メッセージの送信によって前記部分木を形成するノードが前記或るノードのMACアドレスを学習し、

前記制御装置が、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する

請求項9に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。

【請求項11】

前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが再起動を実施した前記ネットワークに既存のノードであると考えられる場合に、前記制御装置が、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから前記或るノードの下位ノードに該当する1以上のノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに与える、又は、前記1以上のノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記1以上のノードに与える処理を行い、前記或るノード又は前記1以上のノードの到達確認メッセージの送信によって、前記或るノードが前記1以上のノードのMACアドレスを学習し、

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する

請求項9又は10に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。

【請求項12】

前記制御装置は、ノードの削除指示を得た場合に、前記ネットワークの構成情報を用いて、削除指示に対応するノードの下位ノードを検出し、前記削除指示に対応するノード及び検出された下位ノードを前記ネットワークの構成情報から削除する

請求項9から11のいずれか1項に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ネットワーク構成情報を生成する情報処理装置及びその生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報技術の発展により、レイヤ2(L2)スイッチ、レイヤ3(L3)スイッチのようなノードで構成されるネットワークの大規模化及び複雑化が急速に進行している。このようなネットワークの適正な管理は、ネットワークの管理者が最新のネットワーク構成を把握することによって行われる。

【0003】

ネットワーク構成の基本的な管理手法として、手作業(マニュアル)による管理が挙げられる。マニュアルによる管理では、現状のネットワーク構成図が作成される。ネットワーク構成図は、ネットワーク構成の変更毎に更新される。このようなマニュアルによる管理手法では、ネットワークの大規模化、複雑化に伴う更新漏れやミスが生じる可能性が低

10

20

30

40

50

くなく、ネットワーク構成図が最新のネットワーク構成を反映しているかどうかの判断が困難となる虞がある。

【 0 0 0 4 】

ネットワーク構成を自動的に取得する技術として、例えば、所定のネットワーク機器を頂点とするツリー構造でネットワーク構成を決定する手法がある（例えば、特許文献 1）。特許文献 1 の技術では、ツリー構造において、任意の部分木の大きさはその部分木を含む上流の部分木の大きさよりも小さいことが利用され、部分木の大小がノードに相当する各機器の M A C（Media Access Control）アドレスの登録数を比較することで決定される。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 9 7 2 7 3 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 8 6 7 2 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 8 9 0 3 0 号公報

【特許文献 4】特開平 1 0 - 3 2 2 3 6 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 記載の技術では、ネットワーク機器に登録された M A C アドレス数に基づくツリー構造を生成する。一方、実際のネットワークでは、例えば、ネットワーク機器が異常によって再起動した場合に、当該ネットワーク機器の M A C アドレスが未登録の状態となることがある。このような状態で、登録された M A C アドレス数に基づくツリー構造が作成されると、作成されたツリー構造が、本来のツリー構造（ネットワーク構成）と異なってしまう虞があった。

20

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 1 記載の技術では、ネットワーク構成に変更が生じる毎にネットワーク全体のツリー構造が再構築される。このため、例えば、ノード数が数千～数万といった大規模なネットワークでは、わずかなネットワーク構成の変更であっても、更新に係るネットワーク構成の情報を得るのに時間を要していた。

30

【 0 0 0 8 】

本開示は、実際のネットワーク構成の変更に応じたネットワーク構成情報の更新に要する時間を抑えることのできる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の態様（aspect）の一つは、木構造を有するネットワークを形成する複数のノードのそれぞれとの通信処理を行う通信装置と、

前記ネットワークの構成情報を記憶した記憶装置と、

前記通信装置を用いて前記複数のノードのそれぞれから稼働時間を取得する処理と、或るノードの稼働時間が閾値未満であるときに、前記或るノードを含む部分木を形成するノードのそれぞれから取得された下位ポートに係る M A C（Media Access Control）アドレスの登録数を示す情報を用いて前記部分木の階層構成を生成する処理と、生成した前記部分木の階層構成を用いて前記ネットワークの構成情報を更新する更新処理を行う制御装置と、を含む情報処理装置である。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の他の態様は、上記情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法、情報処理装置が生成方法を実行するためのプログラム、プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を含むことができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

50

本開示によれば、実際のネットワーク構成の変更に応じたネットワーク構成情報の更新に要する時間を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、実施形態に係るネットワークシステムの構成例を示す。

【図2】図2は、管理用端末のハードウェア構成例を示す図である。

【図3】図3は、管理用端末のCPUがプログラムを実行することによって実現される管理用端末の機能を示すブロック図である。

【図4】図4は、管理用端末における全体の処理例を示すフローチャートである。

【図5】図5は、ノード情報DBのデータ構造例を示す図である。

10

【図6】図6は、MACアドレス情報DBのデータ構造例を示す図である。

【図7】図7は、階層情報DBのデータ構造例を示す図である。

【図8】図8は、動作例の説明図である。

【図9】図9は、ネットワーク構成入力処理の例を示すフローチャートである。

【図10】図10は、ノード情報処理の例を示すフローチャートである。

【図11】図11は、ノード情報処理の説明図である。

【図12】図12は、ノード情報処理によって更新されたノード情報DBの登録内容を示す。

【図13】図13は、MACアドレス抽出処理の例を示すフローチャートである。

【図14】図14は、MACアドレス抽出処理によって更新されたMACアドレス情報DBの登録内容を示す。

20

【図15】図15は、トポロジ解析処理の例を示すフローチャートである。

【図16A】図16Aは、接続関係抽出法の説明図である。

【図16B】図16Bは、接続関係抽出法の説明図である。

【図16C】図16Cは、接続関係抽出法の説明図である。

【図16D】図16Dは、接続関係抽出法の説明図である。

【図17】図17は、図7に示した登録内容が更新された階層情報DBを示す。

【図18】図18は、ディスプレイ装置に表示されるネットワーク構成を示す画像の例を示す。

【図19】図19は、実施形態1の変形例を示す。

30

【図20】図20は、実施形態2に係る管理用端末の機能を示すブロック図である。

【図21】図21は、機器からのsysUpTime情報の受信時における処理を示すフローチャートである。

【図22】図22は、実施形態2におけるMACアドレス抽出処理を示すフローチャートである。

【図23】図23は、機器（ノード）の交換が発生した例を示す。

【図24】図24は、スイッチを交換する際における、ノード情報DBの登録内容の説明図である。

【図25】図25は、実施形態3におけるノード情報処理（ノード交換時）の例を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。実施形態の構成は例示であり、本発明は実施形態の構成に限定されない。

【0014】

〔実施形態1〕

実施形態1では、ネットワーク構成（網構成）を示す情報を生成する装置（ネットワーク構成情報生成装置（以下、「生成装置」と表記））について説明する。生成装置は、複数のネットワーク機器（以下、単に「機器」と表記）によって形成されたツリー構造（木構造）のネットワーク（網）の構成情報を生成する。機器は、L3スイッチ（ルータを含

50

む)やL2スイッチ(スイッチングHUBを含む)のような中継装置、或いは端末装置のような、L3やL2におけるデータブロック(パケット、フレーム)を送受信する通信機器又は通信装置である。機器は、「ノード」の一例である。

【0015】

実施形態1において、各機器は、MACアドレスを有し、機器間の通信を通じてMACアドレス学習を行うMACアドレス学習機能を備える。すなわち、各機器は、1以上のポートを有し、或るポートからMACフレームが受信されたときに、MACフレームを受信したポートの識別子(例えば、ポート番号)と、MACフレームの送信元MACアドレスとの対応関係を記憶する。これによって、機器は、MACフレームが受信されたポートの先に、送信元MACアドレスとして設定されたMACアドレスを有する機器が存在することを学習する。これが、MACアドレス学習である。

10

【0016】

その後、或るMACフレームが受信され、その或るMACフレームの宛先MACアドレスが記憶した(学習した)MACアドレスの1つである場合には、当該MACアドレスと関連づけて記憶されているポートからMACフレームを送信する。これによって、MACフレームは、宛先MACアドレスとして設定されたMACアドレスを有する機器に、最終的に到達する。このように、各機器は、自身が有する各ポートからMACフレームを受信したときに、上記した学習を行うことで、MACフレームの転送に使用するテーブル(MAC学習テーブル)を自動的に生成する。

【0017】

20

実施形態1におけるネットワークは、複数の機器(ノード)によって、ループの無いツリー構造(木構造)を有する。ツリー構造のネットワークにおいて、機器は、頂点ノードと、中間ノードと、エッジノードとのいずれかに分類される。頂点ノードは、ツリーの頂点に位置するノードであり、最上位ノードである。エッジノードは、ツリーの最下位に位置するノード(最下位ノード)である。中間ノードは、頂点ノードとエッジノードとの間に位置するノードである。実施形態1では、エッジノードから頂点ノードへ向かう方向を「上流(上り方向)」と定義し、頂点ノードからエッジノードへ向かう方向を「下流(下り方向)」と定義する。もっとも、当該定義は逆でも良い。

【0018】

生成装置は、各機器におけるMACアドレスの登録数を利用してネットワーク構成情報を生成する。このとき、生成装置は、実際における、最新のネットワーク構成が反映された各機器におけるMAC学習テーブルの登録内容を利用する。上記したように、各機器は、複数のポートを有し、機器間での通信を通じて、各ポートを介して接続されている他の機器のMACアドレスを学習テーブルに登録する。MACアドレス学習には、或る程度の時間を要する。このため、ネットワークに新規に追加された機器や、再起動が実施された機器では、MAC学習テーブルの登録内容が、実際のネットワーク構成と一致しない場合があり得る。

30

【0019】

実施形態1では、sysUpTimeを基準とした、ネットワーク構成の変更部分の特定と、MAC学習テーブルの部分的な最新化を実施する。sysUpTimeは、機器が起動してからの経過時間(稼働時間)を表す情報(パラメータ)であり、SNMP(Simple Network Management Protocol)の利用によって得ることができる。以下、“sysUpTime”を「稼働時間」と表記することもある。

40

【0020】

生成装置は、sysUpTime(稼働時間)の閾値を持つ。閾値は、例えば、ネットワークの規模に応じて決定される。生成装置は、各機器の稼働時間を検出し、稼働時間が閾値より小さい(閾値未満の)機器を、新規追加又は再起動が実施された機器として特定する。そして、特定した機器が属する部分木を、ネットワーク構成の変更部分として特定する。

【0021】

このとき、特定した機器が属する部分木に関して、例えば、頂点ノードから特定した機

50

器までの到達確認メッセージ（pingメッセージ）の送信が実施される。これによって、部分木における各機器のMAC学習テーブルの部分的な最新化が図られる。部分的な最新化において、部分木を形成する各機器（ノード）の下位ポートの配下のMACアドレスが学習される。さらに、生成装置は、部分木のネットワーク構成の取得を実施し、再取得した情報を用いた、既存のネットワーク構成情報に対する更新処理を実施する。

【0022】

このように、更新処理は、再取得した部分木に係るネットワーク構成に関して実行される。すなわち、ネットワーク構成情報の再生成（更新）範囲が限定される。従って、実際のネットワーク構成の変更に伴うネットワーク構成情報の更新に要する時間を短縮することが可能となる。また、部分木に係るネットワーク情報の取得に際し、部分木を形成する各機器のMAC学習テーブルの部分的な最新化が図られるので、機器間の階層形成における判断の誤りを回避することができる。

10

【0023】

<システム構成>

実施形態1におけるシステム構成例として、複数のL2スイッチから構成されるネットワークの物理的な構成情報の取得方法を説明する。図1は、実施形態1に係るネットワークシステムの構成例を示す。

【0024】

図1において、ネットワークシステムは、複数のL2スイッチ（以下単に「スイッチ」と表記）A～Hを含む。ネットワークは、ループを含まず、或るスイッチ（図1ではスイッチA）を頂点ノードとするツリー構造（木構造）を有している。なお、スイッチの数は例示であり、適宜の数が選択される。

20

【0025】

また、図1において、各スイッチA～Hを示すブロック中の括弧書きで示されたラテン文字（アルファベット）は、当該スイッチが有するMACアドレスを示す。また、ブロック中の下段に示された数値は、当該スイッチのIP（Internet Protocol）アドレスを示す。例えば、スイッチAは、MACアドレス“A”と、IPアドレス“192.168.100.10”とを有する。

【0026】

ネットワークシステムは、スイッチA～Hを含むネットワークの管理用端末（以下、単に「端末」と表記）10を含んでいる。端末10が生成装置に相当する。端末10はスイッチによって形成されるネットワークとは異なるネットワーク（アウトバンド）に属する。

30

【0027】

端末10は、SNMPマネージャとして機能し、各スイッチA～HはSNMPエージェントとして機能する。端末10は、SNMPに基づくメッセージ交換によって、各スイッチA～HからsysUpTime（稼働時間）情報および学習テーブル情報（MAC学習テーブルに登録されたMACアドレス）を取得することができる。端末10は、sysUpTime情報および学習テーブル情報の解析によって、ネットワークの構成をツリー構造として取得することができる。

40

【0028】

<端末の構成例>

次に、端末10（ネットワーク構成情報の生成装置）の構成例について説明する。

<<ハードウェア構成>>

図2は、端末10のハードウェア構成例を示す図である。端末10には、例えば、パーソナルコンピュータ（PC）、ワークステーション（WS）、サーバマシンのような、専用又は汎用の情報処理装置（コンピュータ）を適用することができる。従って、端末10のハードウェア構成として、情報処理装置が備えるハードウェアアーキテクチャを適用することができる。端末10は、「情報処理装置」の一例である。

【0029】

50

図2において、端末10は、例として、CPU11と、主記憶装置12と、補助記憶装置13と、通信インタフェース回路(通信I/F)14と、I/O(Input/Output)デバイス15とを備える。CPU11、主記憶装置12、補助記憶装置13、通信I/F14及びI/Oデバイス15は、バスBを介して相互に接続されている。

【0030】

主記憶装置12は、CPU11の作業領域として使用されるメインメモリとして機能する。メインメモリは、例えば、RAM(Random Access Memory)及びROM(Read Only Memory)によって形成される。補助記憶装置13は、CPU11によって実行される各種のプログラム、及び各プログラムの実行時に使用されるデータを記憶する。

【0031】

補助記憶装置13は、例えば、不揮発性記録媒体であり、例えば、ハードディスク、フラッシュメモリ、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)の少なくとも1つを用いて形成することができる。主記憶装置12及び補助記憶装置13のそれぞれは、記録媒体の一例である。

【0032】

通信I/F14は、通信を司る回路又は装置であり、例えば、既存のネットワーク・カードやネットワーク・インタフェース・カード(NIC)と呼ばれるLAN(Local Area Network)用のインタフェース装置を適用することができる。通信I/F14に、通信回線を介して複数のスイッチA~Hが接続される。端末10と各スイッチとの通信は通信I/F14を介して行われる。通信I/F14は、通信装置の一例である。

【0033】

I/Oデバイス15は、周辺装置のインタフェース処理を司る回路又は装置である。I/Oデバイス15には、周辺装置として、例えば、入力装置16と、出力装置17とが接続される。入力装置16は、例えば、キーボード、ボタン、ポインティングデバイス、タッチパネルである。出力装置17は、例えば、ディスプレイ装置やプリンタである。入力装置16及び出力装置17(ディスプレイ装置)は、管理者及び作業員(オペレータ)が情報を入力、或いは情報を取得するためのユーザインタフェース(UI)を提供する。

【0034】

CPU11は、補助記憶装置13にインストールされたプログラムを主記憶装置12にロードして実行することにより、端末10としての機能を発揮することができる。CPU11は、プロセッサ(マイクロプロセッサ)や制御装置の一例である。CPU11の代わりに、DSPを使用することもできる。

【0035】

また、図2の例では、端末10に周辺装置として接続された入力装置16及び出力装置17がUIを提供する例について説明した。但し、端末10は、通信I/F14に接続された通信回線を介して接続された他の情報処理装置に対し、端末10の操作のUIを提供する構成を適用することもできる。例えば、CPU11によるプログラム実行によって、端末10がWebサーバとして機能することができる。

【0036】

この場合、Webサーバとしての端末10は、Webクライアントとしての他の情報処理装置との通信(例えばHTTP(HyperText Transfer Protocol)通信)により、Webページの端末10の操作のWebページ(UI)を提供することができる。そして、CPU11は、他の情報処理装置においてWebページの利用により入力された情報に従って、ネットワーク構成情報の更新処理を実施することができる。

【0037】

図3は、端末10においてCPU11がプログラムを実行することによって実現される端末10の機能を示すブロック図である。図3に示すように、端末10は、CPU11のプログラム実行によって、ネットワーク構成入力処理111と、ノード情報処理112と、MACアドレス抽出処理113と、トポロジ解析処理114とを実行する。

【0038】

10

20

30

40

50

また、主記憶装置 1 2 及び補助記憶装置 1 3 の少なくとも一方は、ノード情報データベース 1 1 5 (ノード情報 DB 1 1 5) と、MAC アドレス情報データベース 1 1 6 (MAC アドレス情報 DB 1 1 6) と、階層情報データベース 1 1 7 (階層情報 DB 1 1 7) とを記憶する。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、端末 1 0 における全体の処理例を示すフローチャートである。図 4 に示すように、ネットワーク構成入力処理 1 1 1 では、UI (例えば入力装置 1 6) から入力されるノード情報を、ノード情報 DB 1 1 5 に登録する処理が行われる (0 1)。ノード情報は、機器 (例えば、スイッチ) の情報である。以下、ネットワーク機器及びネットワーク装置をまとめて、「機器」又は「ノード」と表記する。

10

【 0 0 4 0 】

次に、ノード情報処理 1 1 2 において、ネットワーク上に存在する機器を特定する処理が行われる (0 2)。このとき、ノード情報 DB 1 1 5 からの削除フラグ情報の取得、及び削除フラグに基づくノード情報 DB 1 1 5 の更新処理が実行される。更新処理にあたり、必要に応じて階層情報 DB 1 1 7 が参照される (詳細は後述)。

【 0 0 4 1 】

次に、MAC アドレス抽出処理 1 1 3 として、特定された機器の sysUpTime を用いた機器の MAC アドレスの更新処理と、MAC アドレスの取得が実施される (0 3)。このとき、取得された MAC アドレスを MAC アドレス情報 DB 1 1 6 に登録する処理が行われる (詳細は後述)。

20

【 0 0 4 2 】

次に、トポロジ解析処理 1 1 4 が実行される (0 4)。トポロジ解析処理 1 1 4 では、MAC アドレス情報を元に、ネットワーク構成情報を取得して保存する処理が行われる。すなわち、MAC アドレス情報を用いてノード情報 DB 1 1 5 が参照され、トポロジ情報が生成され、階層情報 DB 1 1 7 に登録される。また、トポロジ解析処理 1 1 4 によって、ネットワークのトポロジや、通信 NG の表示が UI (例えば、出力装置 1 7 に含まれるディスプレイ装置) に表示される。トポロジ解析処理 1 1 4 の詳細は後述する。

【 0 0 4 3 】

< DB 構成 >

図 5 は、ノード情報 DB 1 1 5 のデータ構造例を示す図であり、図 6 は、MAC アドレス情報 DB 1 1 6 のデータ構造例を示す図であり、図 7 は、階層情報 DB 1 1 7 のデータ構造例を示す図である。

30

【 0 0 4 4 】

図 5 に示すように、ノード情報 DB 1 1 5 には、ネットワークを形成する機器 (図 1 の例ではスイッチ) の識別子 (例えば、装置名) 毎に用意された複数のエントリが登録されるテーブルが記憶される。各エントリには、装置名に対応する「フラグ」, 「頂点ノード」, 「IP アドレス」, 及び「更新時刻」が記憶される。

【 0 0 4 5 】

「フラグ」は、機器がネットワークから削除されたことを示す「削除フラグ」を設定するために使用される。「頂点ノード」は、ネットワークを形成するツリーにおける頂点ノードとなる機器の識別子を示す。「IP アドレス」は、当該機器の IP アドレスを示す。「更新時刻」は、当該エントリの更新時刻を示す。

40

【 0 0 4 6 】

図 6 に示すように、MAC アドレス情報 DB 1 1 6 には、複数のエントリが登録されるテーブルが記憶される。各エントリには、装置名に対応する、「下位ポート」, 「自 MAC アドレス」, 「対向装置 1」, 「対向装置 2」, 「対向装置 3」, 及び「更新日時」が記憶される。対向装置の情報として、ツリーの深さに応じた数の対向装置の識別子 (装置名) が記憶される。

【 0 0 4 7 】

エントリは、各機器が有する下位ポート (下位ノードを収容するポート) 毎に用意され

50

る。例えば、スイッチ A (図 1) に着目すると、スイッチ A は、スイッチ B を収容するポート (下位ポート) 2 と、スイッチ C を収容するポート (下位ポート) 3 とを有している。このため、図 5 に示すように、MAC アドレス情報 DB 116 には、スイッチ A のポート 2 に係るエントリと、スイッチ A のポート 3 に係るエントリとが登録される。

【0048】

スイッチ A のポート 2 に係るエントリに着目すると、「下位ポート」として、ポート 2 の識別子 (ポート番号) が登録される。また、「自 MAC アドレス」として、スイッチ A の MAC アドレスが登録される。また、「対向装置 1」として、ポート 2 に接続された下位ノードに相当するスイッチ B の識別子が登録される。さらに、「対向装置 2」, 及び「対向装置 3」として、スイッチ B が収容する下位ノード (図 1 の例では、スイッチ D 及び

10

【0049】

図 7 に示すように、階層情報 DB 117 には、各機器の直下に位置する下位ノードに係る 1 以上のエントリが登録されるテーブルが記憶される。各エントリには、機器の識別子 (装置名) に対応する、「頂点ノード」, 「階層番号」, 「リンク情報」, 「使用ポート」及び「更新日時」が登録 (記憶) される。各機器の直下に位置する下位ノードについてのエントリが有するポート毎に用意される。

【0050】

例えば、スイッチ A に関しては、スイッチ A の直下に位置する下位ノードであるスイッチ B 及びスイッチ C に対応するエントリが登録される。スイッチ A のスイッチ B (下位ポート 2) に係るエントリでは、「頂点ノード」として、スイッチ A の識別子が登録される。また、「階層番号」として、ツリーの頂点が属する階層 (深さ) を示す階層番号 “0” が登録される。また、「リンク情報 1」として、スイッチ A の直下にリンクを介して接続された他の機器であるスイッチ B の識別子 (装置名) が登録される。また、「使用ポート」として、スイッチ A がスイッチ B との接続に使用するポート 2 の識別子 (ポート番号) が登録される。そして、「更新日時」として、エントリの更新日時が登録される。

20

【0051】

また、スイッチ B に関しては、下位ノードであるスイッチ D 及びスイッチ E に対応するエントリが登録される。例えば、スイッチ B のスイッチ D (ポート 2) に係るエントリでは、「頂点ノード」として、スイッチ A の識別子が登録される。また、「階層番号」として、頂点ノードの次の階層 (深さ) を示す階層番号 “1” が登録される。また、「リンク情報 1」として、スイッチ B の直下にリンクを介して接続された他の機器であるスイッチ D の識別子が登録される。また、「使用ポート」として、スイッチ B がスイッチ D との接続に使用するポート 2 の識別子 (ポート番号) が登録される。そして、「更新日時」として、エントリの更新日時が登録される。このようにして、各機器が有する下位ノードに係るエントリが階層情報 DB 117 に登録される。なお、ネットワークにおける最下位層 (階層番号 “2”) に位置するエッジノード、すなわち、各スイッチ E ~ G については、下位ノードに係る情報である「リンク情報 1」及び「使用ポート」は登録されない。

30

【0052】

上記した図 6 及び図 7 に係る説明では、対向装置の情報及びリンク情報として、機器 (スイッチ) の識別子として装置名が登録される例を示した。但し、装置名に加えて、各機器の MAC アドレスが記憶される構成を採用しても良い。また、“装置名” として、各機器の MAC アドレスを用いる構成も採用可能である。

40

【0053】

< 端末の動作 >

以下、端末 10 における動作例 (処理例) について説明する。図 8 は、動作例の説明図である。図 8 に示すように、図 1 に示したネットワーク (スイッチ A ~ H) に関して、中間ノードであるスイッチ C が削除される一方で、エッジノードとしてスイッチ H が追加された場合における動作について説明する。

50

【 0 0 5 4 】

< ネットワーク構成入力処理 >

図 9 は、ネットワーク構成入力処理 1 1 1 (図 4 の 0 1) の例を示すフローチャートである。図 9 に示す処理は、U I (例えば入力装置 1 6) を用いた管理者からの機器情報 (ノード情報) の入力を契機に開始される。

【 0 0 5 5 】

例えば、ノード情報として、図 8 に示した様に、ノード情報 D B 1 1 5 に、スイッチ C の削除を示すノード情報と、スイッチ H の追加を示すノード情報とが入力された場合を想定する。

【 0 0 5 6 】

すると、C P U 1 1 は、入力されたノード情報 (入力情報) をノード情報 D B 1 1 5 に反映する処理を行う (0 1 1) 。具体的には、図 4 に示すように、C P U 1 1 は、スイッチ H に対応するエントリを追加登録する。次に、C P U 1 1 は、追加又は削除フラグの設定を行う (0 1 2) 。すなわち、C P U 1 1 は、スイッチ H のエントリに追加フラグを設定する。また、C P U 1 1 は、既存のスイッチ C のエントリに、削除フラグを設定する。そして、C P U 1 1 は、スイッチ C 及びスイッチ H の更新時刻の更新処理を行う (0 1 3) 。0 1 3 の処理が終了すると、C P U 1 1 は、ノード情報処理 1 1 2 に移行する。

【 0 0 5 7 】

< ノード情報処理 >

図 1 0 は、ノード情報処理 1 1 2 (図 4 の 0 2) の例を示すフローチャートである。図 1 0 に示す処理は、例えば、C P U 1 1 によって、図 9 に示したネットワーク構成入力処理 1 1 1 に引き続いて実行される。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 において、C P U 1 1 は、階層情報 D B 1 1 7 から削除対象機器の配下の機器を検索する (0 2 1) 。次に、C P U 1 1 は、削除対象機器の配下の機器を削除対象に決定し、ノード情報 D B 1 1 5 に削除フラグを付加する (0 2 2) 。

【 0 0 5 9 】

次に、C P U 1 1 は、階層情報 D B 1 1 7 において、“ 装置名 ” 及び“ リンク情報 ” として、削除対象機器の識別子が登録された行 (エントリ) を削除する。そして、C P U 1 1 は、ノード情報 D B 1 1 5 を更新する (0 2 3) 。すなわち、C P U 1 1 は、削除フラグが設定されたエントリを削除する。

【 0 0 6 0 】

このように、ノード情報処理 1 1 2 では、前回更新時のデータが格納されている階層情報 D B 1 1 7 とノード情報 D B 1 1 5 とを比較し、削除対象となった機器の配下に機器が存在しないかを確認する。配下の機器が存在した場合、C P U 1 1 は、その配下の機器も削除対象とし、ノード情報 D B 1 1 5 及び階層情報 D B 1 1 7 を更新する。ノード情報処理 1 1 2 の終了後、M A C アドレス抽出処理 1 1 3 に移行する。

【 0 0 6 1 】

上記 0 1 0 の処理時における階層情報 D B 1 1 7 が図 7 に示した登録内容を有し、削除対象機器がスイッチ C である場合の動作の詳細について、図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 に示すように、C P U 1 1 は、階層情報 D B 1 1 7 におけるスイッチ C のエントリを参照し、スイッチ C の配下の機器であるスイッチ F 及びスイッチ G を検出する (図 1 1 < 1 >) 。検出結果に従い、C P U 1 1 は、スイッチ F 及びスイッチ G を削除対象として決定する。

【 0 0 6 2 】

次に、C P U 1 1 は、スイッチ F 及びスイッチ G のエントリを参照し、スイッチ F 及びスイッチ G の配下の機器を探索する。但し、スイッチ F 及びスイッチ G のそれぞれは配下の機器を有しないので、探索が終了する。階層情報 D B 1 1 7 の参照によって、最終的な削除対象の機器として、スイッチ C , スイッチ F 及びスイッチ G が決定される。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

CPU11は、装置名として、“スイッチC”、“スイッチF”、“スイッチG”が登録されたエントリを階層情報DB117から削除する。さらに、CPU11は、“スイッチC”、“スイッチF”、“スイッチG”のいずれかがリンク情報として登録されたエントリも削除する。図7に示す例では、リンク情報“スイッチC”を含む装置名“スイッチA”のエントリ(上から2番目)が削除される(図11<3>)。

【0064】

そして、CPU11は、ノード情報DB115にアクセスし、装置名がスイッチC、スイッチF及びスイッチGのいずれかであるエントリを削除する。これによって、ノード情報DB115の登録内容が、図12に示す状態となる。

【0065】

<<MACアドレス抽出処理>>

MACアドレス抽出処理113では、各機器のMACアドレスの部分的な(下位ポートに係る)最新化を目的として、MACアドレスの取得を実施する。MACアドレス抽出処理113では、予め設定されたsysUpTimeの閾値が用いられる。或る機器がネットワーク追加されて間もない場合、或いは、或る機器で再起動が実施された場合には、これらの機器におけるsysUpTimeは閾値を下回ると考えられる。そこで、閾値よりもsysUpTimeが小さい機器(以下、「対象機器」と表記することもある)が存在していた場合には、対象機器が追加された機器か、再起動が実施された機器かが判定される。対象機器が追加された機器であれば、対象機器を含む部分木の頂点ノードから対象機器(追加ノード)へのping送信が行われる。これに対し、対象機器が再起動された機器(再起動ノード)であれば、対象機器の配下の機器(下位ノード)からのping送信が実施される。

【0066】

pingの送信によって、対象機器が含まれる部分木を形成する各機器において、学習テーブルの部分的な最新化、すなわち、各機器の下位ポートに係るMACアドレスの強制的な学習が実施される。sysUpTimeの閾値は、ネットワークの規模により通信の頻度が異なると考え、管理者によって適宜設定される。また、pingの送信に関しては、頂点ノードがノード情報DB115に登録されたping送信対象装置のIPアドレスを端末10から得て実施する。また、再起動の機器に係るping送信に際しては、端末10が有する階層情報DB117に登録された階層情報が使用される。

【0067】

図13は、MACアドレス抽出処理113(図4の03)の例を示すフローチャートである。図13の処理は、CPU11がノード情報処理112に引き続いて実行する。CPU11は、ノード情報DB115の登録内容(図12参照)を元に、MACアドレス情報DB116を更新する(031)。031の開始時点で、MACアドレス情報DB116には、図6に示した内容が登録されている。

【0068】

具体的には、CPU11は、ノード情報DB115から削除されたスイッチC、スイッチF、スイッチGを、ノード情報DB115とMACアドレス情報DB116との差分により特定する。そして、CPU11は、MACアドレス情報DB116から、スイッチC、スイッチF及びスイッチGのいずれかが“装置名”又は“対向装置”として登録された行(エントリ)を削除する。この結果、図6に示したMACアドレス情報DB116から、装置名“スイッチC”のエントリと、対向装置“スイッチC”、“スイッチF”及び“スイッチG”が登録された装置名“スイッチA”のエントリとが削除される。

【0069】

次に、CPU11は、ノード情報DB115に登録された残りのスイッチA、スイッチB、スイッチD、スイッチE及びスイッチHに関して、sysUpTime(稼働時間)の取得処理が終了しているか否かを判定する(032)。このとき、全てのスイッチに対するsysUpTime(稼働時間)の取得処理が終了している場合(032, Y)には、MACアドレス抽出処理113が終了し、トポロジ解析処理114へ移行する。これに対し、残りのスイッチがある場合(032, N)には、CPU11は、残りのスイッチの1つを選択し、処

10

20

30

40

50

理を033に進める。スイッチの選択は、例えば、エントリの登録順で行われる。

【0070】

033では、CPU11は、通信I/F14を用いて、032で選択したスイッチ（選択スイッチ）へSNMPのGet Requestメッセージを送信し、当該スイッチのsysUpTime（稼働時間）を取得する（033）。このとき、Get Requestメッセージの宛先IPアドレスには、ノード情報DB115に記憶された、選択スイッチのIPアドレスを用いる。

【0071】

CPU11は、Get Requestメッセージによって、選択スイッチから送信されたsysUpTime（稼働時間）を含む応答メッセージを通信I/F14を介して受信する。CPU11は、ノード情報DB115と、応答メッセージの送信元IPアドレスとを参照して、応答メッセージを送信したスイッチを特定する。続いて、CPU11は、稼働時間を取得した選択スイッチに関して、稼働時間の値が、端末10上で予め設定された稼働時間の閾値（主記憶装置12及び補助記憶装置13との少なくとも一方に予め記憶されている）より小さいか否かを判定する（034）。このとき、稼働時間の値が閾値以上の場合（034，N）には、処理が032に戻る。

【0072】

これに対し、稼働時間が閾値より小さいと判定された場合（034，Y）には、CPU11は、選択スイッチが上述した対象機器であると判定して、処理を035に進める。035では、CPU11は、ノード情報DB115を参照し、選択スイッチのエントリに追加フラグが設定されているか否かを判定する。このとき、追加フラグが設定されている場合（035，Y）には、CPU11は、選択スイッチ（すなわち対象機器）が追加された機器であると判定し、処理を036に進める。一方、追加フラグが設定されていない場合（035，N）には、選択スイッチ（すなわち対象機器）が再起動を実施した機器であると判定し、処理を037に進める。

【0073】

036では、CPU11は、対象機器（追加された機器）を含む部分木の頂点ノード（スイッチA）に対し、対象機器へ向けてpingを送信することを指示する（034）。例えば、対象機器がスイッチHである場合には、CPU11は、pingの送信指示に、スイッチHのIPアドレス（ノード情報DB115に記憶されている）を含める。pingの送信指示の宛先アドレスには、スイッチAのIPアドレスが設定される。

【0074】

送信指示を受け取った頂点ノード（スイッチA）は、スイッチHに対するARP（Address Resolution Protocol）を実行する。ARPメッセージがブロードキャストによって下位スイッチへ向け転送され、結果として1つのARPメッセージがスイッチB及びスイッチEを介してスイッチHに到達する。スイッチHはスイッチAからのARPメッセージに応答し、スイッチAはスイッチHのMACアドレスを学習する。スイッチHのMACアドレスは、スイッチHのIPアドレスと関連付けてスイッチAのARPテーブルに登録される。スイッチAからスイッチHへの通信は、ARPテーブルに登録されたMACアドレスを用いて行われる。

【0075】

スイッチHは、pingメッセージに対する応答メッセージ（echo-reply）をスイッチA宛てに送信する。応答メッセージは、pingメッセージの経路を逆方向に辿って（スイッチE→スイッチB）、最終的にスイッチAに到達する。このとき、スイッチEでは、応答メッセージを受信したときに、応答メッセージの受信ポートの識別子（ポート番号）と、応答メッセージに含まれた送信元MACアドレスから、スイッチEのポート2にスイッチHが接続されていることを学習する（MAC学習テーブルに登録する）ことができる。

【0076】

同様に、スイッチBは、応答メッセージをポート3で受信することによって、スイッチHがポート3の配下に存在することを学習する（MAC学習テーブルに登録する）ことができる。さらに、スイッチAは、ポート2から応答メッセージを受信することで、ポート

10

20

30

40

50

2の配下に位置するスイッチHの存在を学習する(MAC学習テーブルに登録する)ことができる。

【0077】

このように、エッジノード(スイッチH)から頂点ノード(スイッチA)への応答メッセージの送信によって、スイッチE、スイッチB及びスイッチAのそれぞれにおいて、下流から上流方向へのMACアドレス学習が実行される。これによって、部分木を形成する各ノード(スイッチA-スイッチB-スイッチE-スイッチH)において、部分的な(下位ポートに関する)MAC学習内容の最新化がなされる。換言すれば、部分木を形成するスイッチA、B、E及びHにおける下位ポートに関して学習されたMACアドレスの登録内容が実際の部分木ネットワークの構成と一致した状態となる。その後、CPU11は、

10

【0078】

037及び038は、対象機器が再起動を実施した機器と考えられる場合に行われる処理である。例えば、図8に示すスイッチBが再起動を実施した機器である場合を例として説明する。037では、CPU11は、階層情報DB117(図7)における、スイッチBを含む構成情報を得る。構成情報は、対象機器(スイッチB)の配下の機器の情報である。配下の機器は、対象機器の直下にある機器だけでなく、直下にある機器の配下の機器も含む。

【0079】

具体的には、CPU11は、階層情報DB117の装置名“スイッチB”のエントリを参照し、リンク情報として、スイッチDの識別子(装置名)と、スイッチEの識別子とを得る。続いて、CPU11は、スイッチD及びスイッチEの識別子を元に、階層情報DB117のスイッチD及びスイッチEのエントリを参照する。スイッチD及びEのエントリにはリンク情報が登録されていないので、CPU11は、配下の機器の探索を終了する。このようにして、構成情報として、スイッチBの配下にあるスイッチD及びスイッチEの情報が得られる。このような、対象機器の配下にある機器を、「構成機器」を呼ぶこともある。

20

【0080】

CPU11は、処理を038に進めて、通信I/F14を用いて、対象機器(スイッチB)に対し、スイッチD及びスイッチEへpingを送信することを指示する。スイッチD及びスイッチEへping送信のために、指示には、ノード情報DB115に登録されたスイッチD及びスイッチEのIPアドレスが含まれる。

30

【0081】

スイッチBは、指示に従って、スイッチD及びスイッチEに対してpingを送信する。スイッチBは、スイッチDからpingの応答メッセージを受信することで、応答メッセージの受信ポート(ポート2)とスイッチDのMACアドレスとの関連を学習することができる。さらに、スイッチBは、スイッチEからの応答メッセージを受信することで、応答メッセージの受信ポート(ポート3)とスイッチEのMACアドレスとの関連を学習することができる。038の処理が終了すると、処理が032に戻る。なお、上記のようなping送信の処理に代えて、スイッチD及びEに対し、スイッチBへpingを送信することを指示することで、スイッチBが下位ポートに係るMACアドレスを学習するようにしても良い。

40

【0082】

もし、スイッチDの配下に、階層情報DB117にリンク情報が登録済みの機器(例えばスイッチX:図示せず)がある場合には、当該スイッチXも構成機器に含まれ、スイッチBのping送信の指示には、スイッチDの配下のスイッチXに対するping指示も含まれる。

【0083】

このようにして、再起動を実施した対象機器に対し、階層情報DB117に登録された配下の機器の情報に基づくping送信によって、配下の機器のMACアドレスを学習することができる。但し、追加に係る機器(例えばスイッチH)のリンク情報が階層情報DB1

50

17に反映されていない場合には、038にて当該追加された機器に対してpingを送信することができない。しかし、追加された機器に関しては、頂点ノード（スイッチA）からスイッチHへのping送信（036）によって、再起動を実施した対象機器（スイッチB）は、追加された機器（スイッチH）からの応答メッセージを受信する。これによって、当該追加された機器のMACアドレスを学習することができる。

【0084】

032にて、ノード情報DB115に登録された全ての機器（図12の例では、スイッチA、スイッチB、スイッチD、スイッチE及びスイッチH）に対するsysUpTime取得に係る処理（033～038）が終了すると（032、Y）、処理が039に進む。

【0085】

039では、CPU11は、SNMPを用いて、MACアドレス情報DB116の更新処理を行う。すなわち、CPU11は、ノード情報DB115に登録された全ての機器（スイッチ）を対象として、MAC学習テーブル中の下位ポートに係るMACアドレスの登録内容を問い合わせる。問い合わせにおいては、各スイッチのIPアドレスが、スイッチの識別子として使用される。すなわち、問い合わせメッセージの宛先IPアドレスに、問い合わせ対象のスイッチのIPアドレスが設定される。

【0086】

CPU11は、問い合わせの回答を各機器（スイッチ）から受け取る。回答メッセージの送信元IPアドレスから、回答を行ったスイッチを識別することができる。CPU11は、回答内容とMACアドレス情報DB116の内容との差分がある場合には、更新作業を行う。回答は、問い合わせ対象の機器（スイッチ）のMACアドレスと、1以上の下位ポートの識別子（ポート番号）とこれに対応するMACアドレスとの関連を示す情報を含む。

【0087】

例えば、CPU11は、スイッチEに対する問い合わせにおいて、スイッチEから、スイッチEのMACアドレスと、スイッチEのポート2の識別子（ポート番号）と、ポート2に接続されたスイッチHのMACアドレスを含む回答を受信する。CPU11は、受信された回答に基づいて、MACアドレス情報DB116の更新を行う。

【0088】

図14は、036の処理によるMACアドレス情報DB116の更新の結果を示す。図6に示したMACアドレス情報DB116の登録内容から、次のような更新がなされている。すなわち、023（図10）の処理によって、スイッチCに係るエントリが削除されている。また、スイッチA及びスイッチBからの回答に基づき、CPU11によって、スイッチA及びスイッチBのそれぞれのエントリに、“対向装置4”、“対向装置2”として、スイッチHの識別子が追加される。さらに、スイッチEからの回答に基づき、CPU11によって、MACアドレス情報DB116にスイッチEのエントリが追加されている。スイッチEのエントリには、自MACアドレスとしてスイッチEのMACアドレスが登録され、下位ポートとしてポート2が登録され、対向装置1として、スイッチHの識別子（装置名）が登録される。

【0089】

なお、上記の説明では、各スイッチからの回答に含まれた下位ポートのMACアドレス（例えば、スイッチHのMACアドレス）は、階層情報DB117に登録されない。但し、下位ポートのMACアドレスが、別途管理される構成を採用しても良い。036の処理が終了すると、MACアドレス抽出処理113が終了し、トポロジ解析処理114に進む。

【0090】

<<トポロジ解析処理>>

トポロジ解析処理114では、MACアドレス情報DB116が参照され、ツリー構造が取得される。トポロジの解析は、新規に追加された機器（追加フラグを持つ機器）を対象として、当該対象機器のMACアドレスを下位ポートに有する部分木のみのネットワー

10

20

30

40

50

ク構成情報の取得が実施され、階層情報DB117が更新される。

【0091】

図15は、トポロジ解析処理114(図4の04)の例を示すフローチャートである。CPU11は、ノード情報DB115(図12)を参照して、追加フラグが設定されているエントリを確認する。このとき、スイッチHが新規追加の機器として特定される。CPU11は、スイッチHを対象として、接続関係抽出法に従って、接続関係を抽出する(041)。

【0092】

図16A~図16Dは、図15の041にて実行される接続関係抽出法の説明図である。図16A~図16Dは、例として、スイッチA, スイッチB, スイッチE及びスイッチHによって形成される部分木に係る接続関係抽出法が例示されている。

10

【0093】

ここに、スイッチAのMAC学習テーブルには、下位ポートに接続されたノードのMACアドレス(下位ポートに係るMACアドレス)として、スイッチB, スイッチD, スイッチE及びスイッチHのそれぞれのMACアドレス(B, D, E, H)が登録されている。また、スイッチBのMAC学習テーブルには、下位ポートに係るMACアドレスとして、スイッチD, スイッチE及びスイッチHのそれぞれのMACアドレス(D, E, H)が登録されている。さらに、スイッチEのMAC学習テーブルには、下位ポートに係るMACアドレスとして、スイッチHのMACアドレス(H)が登録されている。スイッチHは配下のノード(下位ノード)を持たないため、MACアドレス学習テーブルには、下位ポ

20

【0094】

(手順1-1)

図16Aに示すように、最初に、共通なMACアドレスを有する装置が双方向に結ばれる。図16Aに示す例では、スイッチA, スイッチB, スイッチE及びスイッチHは、それぞれスイッチHのMACアドレス(H)を有している。このため、するので、スイッチA, スイッチB, スイッチE及びスイッチHは、仮のリンクで双方向に結ばれる。

【0095】

(手順1-2)

次に、図16Bに示すように、結ばれた二つの装置のうち、下位ポートに係るMACアドレスの登録数が多い装置が上位装置として決定される。すなわち、スイッチAとスイッチBとの比較では、スイッチAのMACアドレスの登録数(4つ)がスイッチBのMACアドレス登録数(2つ)より多いので、スイッチAはスイッチBの上位装置として決定される。また、スイッチBとスイッチEとの比較では、スイッチBのMACアドレスの登録数(3つ)がスイッチDのMACアドレスの登録数(1つ)より多いので、スイッチBがスイッチEの上位装置として決定される。さらに、スイッチEとスイッチHとの比較では、スイッチEのMACアドレスの登録数(1つ)がスイッチHのMACアドレスの登録数(零)より多いので、スイッチEがスイッチHの上位装置として決定される。この結果、スイッチHからスイッチE, スイッチB及びスイッチAへそれぞれ向かう仮のリンクが削除される。また、スイッチEからスイッチB及びスイッチAへそれぞれ向かう仮のリンクが

30

40

【0096】

(手順1-3)

次に、複数の装置からリンクで接続された装置が存在する場合には、上位装置の中で、MACアドレスの登録数が最小の装置が上位装置として決定される。例えば、図16Bに示したように、スイッチHは、スイッチE, スイッチB及びスイッチAと複数の仮のリンクで接続されている。また、スイッチEは、スイッチB及びスイッチAと複数の仮のリンクで接続されている。このため、スイッチEに関して、スイッチAとスイッチBとの間で、MACアドレスの登録数が比較される。このとき、スイッチBのMACアドレスの登録数(3つ)がスイッチAのMACアドレスの登録数(4つ)より少ない(スイッチBのM

50

ＡＣアドレスの登録数が最小である）。従って、図１６Ｃに示すように、スイッチＡからスイッチＥへの仮のリンクが削除され、スイッチＡからスイッチＢへのリンクが正式なリンクとして決定され、スイッチＢからスイッチＥへのリンクが正式なリンクとして決定される。また、スイッチＨに関して、スイッチＡ、スイッチＢ及びスイッチＥの間でＭＡＣアドレスの登録数が比較される。この結果、スイッチＥのＭＡＣアドレスの登録が最小であるので、スイッチＡからスイッチＨへの仮のリンク、及びスイッチＢからスイッチＨへの仮のリンクが削除され、スイッチＥからスイッチＨへのリンクが正式なリンクとして決定される。

【００９７】

（手順１－４）

手順１－３で決定された正式なリンクの両端の装置は、互いに共通なＭＡＣアドレスを保持している。そこで、共通なＭＡＣアドレスを有する、上位装置のポートが下位ポートとして決定される。具体的には、図１６Ｄに示すように、スイッチＨとスイッチＥとは、共通なＭＡＣアドレスとして、スイッチＨのＭＡＣアドレス（Ｈ）を有している。このため、スイッチＥにおけるスイッチＨと関連するポートが、スイッチＨに対する下位ポートとして決定される。スイッチＥとスイッチＢとは、共通なＭＡＣアドレスとして、スイッチＥのＭＡＣアドレス（Ｅ）を保持している。このため、スイッチＢにおけるスイッチＥのＭＡＣアドレスに係るポートが、スイッチＥに対する下位ポートとして決定される。そして、スイッチＡとスイッチＢとは共通なＭＡＣアドレスとしてスイッチＢのＭＡＣアドレスを有している。このため、スイッチＡにおけるスイッチＢのＭＡＣアドレスと関連するポートがスイッチＢに対する下位ポートとして決定される。

【００９８】

０４１では、ＣＰＵ１１は、上述した接続関係抽出法を用いて、追加対象のスイッチＨを含む部分木（スイッチＡ－スイッチＢ－スイッチＥ－スイッチＨ）に係る接続関係を抽出する（すなわち、部分木のトポロジを特定する）。

【００９９】

各装置（スイッチ）のポートのうち、その先に頂点ノードが接続されているポートを上位ポート、その他のポートを下位ポートとする。下位ポートにＭＡＣアドレスが登録されていない装置はエッジノードとして特定することができる。

【０１００】

ＣＰＵ１１は、上記した接続関係抽出法におけるＭＡＣアドレス登録数の比較において、ＭＡＣアドレス情報ＤＢ１１６に記憶された、或るスイッチに係る対向装置の数を利用する。例えば、ＭＡＣアドレス情報ＤＢ１１６の登録内容が図１４に示す情報であれば、スイッチＡに関して、スイッチＢ、スイッチＤ、スイッチＥ、及びスイッチＨの識別子が下位ポートの対向装置の情報として登録されており、これらの識別子の数が、ＭＡＣアドレス登録数として使用される。スイッチＢ、スイッチＥ、及びスイッチＨに関しても同様である。このような、ＭＡＣアドレス情報ＤＢ１１６に登録された情報は、「下位ポートに係るＭＡＣアドレスの登録数を示す情報」の一例である。

【０１０１】

接続関係抽出法の利用によって、ＭＡＣアドレスを利用したスイッチＨを含む部分木に係るトポロジが抽出される。次に、ＣＰＵ１１は、接続関係抽出法に従って得られた階層情報で階層情報ＤＢ１１７を更新する（０４２）。すなわち、ＣＰＵ１１は、新規に追加された機器、すなわちスイッチＨに対する階層番号を計算し、階層情報ＤＢ１１７を更新する。このとき、頂点ノード（スイッチＡ）の階層番号は「０」に設定される。そして、追加の機器（スイッチＨ）が、或る機器（スイッチＥ）の下位に接続される場合には、当該或る機器の階層番号に１を付加した値が追加の機器の階層番号として付加される。スイッチＨはスイッチＥの配下であるため、スイッチＥの階層番号２に１を加えた３となる。図１７は、図７に示した登録内容が更新された階層情報ＤＢ１１７を示す。

【０１０２】

次に、ＣＰＵ１１は、階層情報ＤＢ１１７の登録内容（階層番号、リンク情報、使用ボ

10

20

30

40

50

ート)に基づいて、ネットワーク構成(ツリー構造)を示す画像(ビュー)を生成する(044)。CPU11は、画像をUI、例えば、出力装置17に含まれるディスプレイ装置に表示する。図18は、ディスプレイ装置に表示されるネットワーク構成を示す画像の例を示す。図18に示すように、画像は、ネットワークを形成する複数のノード(スイッチ)のツリーを示す。

【0103】

各ノードにおいて、対向装置とリンクを介して接続されるポート番号が表示される。スイッチAに関して、下位ポートであるポート2で、スイッチBの上位ポート(ポート1)とリンクを介して接続されていることが表示される。スイッチBに関して、スイッチBは、スイッチDの上位ポート(ポート1)とリンクを介して接続される下位ポート(ポート2)と、スイッチEの上位ポート(ポート1)とリンクを介して接続される下位ポート(ポート3)とを有することが表示される。スイッチEに関して、スイッチBは、スイッチHの上位ポート(ポート1)とリンクを介して接続される下位ポート(ポート2)を有することが表示される。エッジノードであるスイッチD及びスイッチHのそれぞれは、上位ポート(ポート1)で上位ノードと接続されることが表示され、下位ポートに係る情報は存在しないため表示されない。

【0104】

<実施形態1の作用効果>

実施形態1によれば、ネットワーク構成の変更に際して、稼働時間が閾値未満の機器(ノード)を含む部分木がネットワーク構成の変更箇所として特定され、当該部分木に係るトポロジ解析によって、当該部分木のネットワーク構成が更新される。これによって、ネットワーク構成情報の更新のための書換を行う範囲を部分木に抑えることができ、更新時間の短縮化を図ることができる。また、稼働時間が閾値未満の機器を対象とするping送信が実施されることで、部分木を形成する各機器(ノード)の下位ポートに係るMACアドレス学習内容を、最新の状態(下位ノードに係るMACアドレス登録内容が、実際の部分木と一致した状態)にすることができる。

【0105】

<変形例>

上記した実施形態1におけるping送信は、ネットワークを形成する機器(ノード)のそれぞれが、MACアドレス学習機能を備えるために実施される。ネットワークに対する機器の追加や、或る機器の再起動に伴い、追加された機器や再起動された機器に対するMACアドレスの登録が静的に(例えばマニュアルで)実行される場合には、ping送信は省略される。

【0106】

また、上記した実施形態1では、頂点ノードから追加の対象機器に関するping送信(036)によって、部分木を形成する各ノードの下位ポートに係るMACアドレスの学習内容(登録状態)が、実際の部分木のネットワーク構成と一致した状態にすることができる。さらに、以下のような処理によって、追加の対象機器における上位ポートに係るMACアドレスの学習内容を、部分木の構成と一致させることができる。

【0107】

図19は、上位ポートに係るMACアドレスの強制的な学習の制御方法に係る処理を示すフローチャートである。例えば、図8のスイッチHが追加の対象機器である場合を例に説明する。

【0108】

図19において、CPU11は、図13の036と同様の処理を行う。これによって、スイッチHの上位ノードであるスイッチE、スイッチB及びスイッチAの下位ポートに係るMACアドレス学習が強制的に実施される。このとき、スイッチHは、上位ポートと関連づけて直上の上位ノードであるスイッチEのMACアドレスを学習する。

【0109】

次に、CPU11は、図13の039の処理(MACアドレス情報DB116の更新)

後に、036Aの処理を行う。036Aにおいて、CPU11は、スイッチHに対してSNMPメッセージを送信し、上位ポートに係るMACアドレスを問い合わせる。スイッチHからの回答に含まれたスイッチEのMACアドレスと、MACアドレス情報DB116の登録内容(図14)から、CPU11は、スイッチHの直上の機器がスイッチEであることを割り出すことができる。

【0110】

さらに、CPU11は、階層情報DB117を参照して、頂点ノードであるスイッチAと直上機器であるスイッチEまでの構成情報を取得する。これによって、CPU11は、構成情報として、スイッチA、スイッチB、及びスイッチEの情報を得ることができる。

【0111】

次に、CPU11は、036Bの処理として、追加機器に対し、頂点ノードを除く中間ノードに係るping送信を指示する。すなわち、CPU11は、スイッチHに対し、スイッチB、及びスイッチEに対するping送信を指示する。スイッチAに係るMACアドレスの学習は、036の処理で既に実施されているため、除外する。もっとも、スイッチAを含めても良い。

【0112】

これによって、スイッチHがスイッチB及びスイッチEにpingを送信し、応答メッセージを受信する。これによって、スイッチHは、上位ポートに係るMACアドレスとして、スイッチA、スイッチB、スイッチEのMACアドレスを学習できる。この結果、上位ポートに係るMACアドレスの学習内容を実際の部分木のネットワーク構成と一致させることができる。

【0113】

なお、036Bの処理として、CPU11は、スイッチB及びスイッチEに対し、スイッチHへpingを送信することを指示しても良い。なお、再起動の機器についても、上記した036A及び036Bの処理が実行されることで、再起動の機器における上位ポートに係るMACアドレス学習内容を部分木のネットワーク構成と一致させることができる。

【0114】

〔実施形態2〕

次に、実施形態2について説明する。実施形態2は、実施形態1と共通点を含むので、主として相違点について説明し、共通点については説明を省略する。実施形態2では、各機器からsysUpTime(稼働時間)を取得する方法として、各機器での自発的な動作によって、各機器から管理用端末へ所定のタイミングで送信されるsysUpTimeを受信する形態を採用する。

【0115】

図20は、実施形態2に係る管理用端末10A(以下、「端末10A」)の機能を示すブロック図である。管理用端末10Aのハードウェア構成は、実施形態1(図2)と同様であるので説明を省略する。図3に示した実施形態1との差分として、端末10Aでは、各機器からのsysUpTime(稼働時間)を記憶するsysUpTime情報DB(稼働時間情報DB)118をさらに備える。

【0116】

各機器(例えば、図1に示すスイッチA~H)は、所定タイミングで稼働時間を含むメッセージを自発的に端末10へ送信する。メッセージには、稼働時間(sysUpTime)と送信元のスイッチの識別子(例えば装置名)とを少なくとも含む。所定タイミングは、例えば、各機器に予め設定された定期的又は周期的なタイミングである。また、機器の追加時や再起動時のような所定のイベントを契機として稼働時間情報が送信されるようにしても良い。

【0117】

図21は、機器からのsysUpTime(稼働時間)を含むメッセージの受信時における処理を示すフローチャートである。図21に示す処理は、メッセージが受信される毎に実行される。通信I/F14は、各機器からの稼働時間を含むメッセージを受信し、CPU11

10

20

30

40

50

に与える。CPU 11は、メッセージを、稼働時間情報DB 118に記憶する。

【0118】

CPU 11は、ネットワーク構成の更新とは別に、受信（記憶）されたsysUpTimeの値（稼働時間値）と管理者が予め設定した閾値とを比較し、稼働時間値が閾値未満か否かを判定する（051）。このとき、稼働時間値が閾値より小さい場合（051, Y）には、CPU 11は、メッセージに含まれた機器の識別子が、ノード情報DB 115に登録されているか否かを判定する（052）。

【0119】

このとき、機器の識別子がノード情報DB 115に登録されていなければ（052, N）、sysUpTimeの送信元の機器が追加された機器であると判定し、処理を053に進める。これに対し、機器の識別子がノード情報DB 115に登録されていれば（052, Y）、sysUpTimeの送信元の機器が再起動を実施した機器であると判定し、処理を054に進める。

10

【0120】

052から053へ処理が進んだ場合には、CPU 11は、通信I/F 14を用いて、実施形態1で説明した036の処理（図13）と同様の処理を行う（053）。これによって、追加された機器の上位ノード（頂点ノードから追加された機器の直上に位置する機器）のそれぞれが、下位ポートに関して追加された機器のMACアドレスを学習する。

【0121】

一方、052から054へ処理が進んだ場合には、CPU 11は、実施形態1で説明した037及び038（図13）と同様の処理を行う（054, 055）。これによって、再起動された機器は、下位ポートに係るMACアドレス学習として、当該機器の配下の機器のMACアドレスを強制的に学習する。053の処理、又は054及び055の処理が終了すると、図21に示した処理が終了する。

20

【0122】

図22は、実施形態2におけるMACアドレス抽出処理113を示すフローチャートである。実施形態2では、上記したように、各機器の下位ポートに係る強制的なMACアドレス学習が、MACアドレス抽出処理113とは別のフロー（図21）で実施される。このため、図13に示した032～038の処理が省略される。従って、CPU 11は、031の処理の後に、039の処理を実行することで、MACアドレス情報DB 116の更新を直に行い、トポロジ解析処理114へ移ることができる。

30

【0123】

実施形態2によれば、網側からの稼働時間情報の自律的な送信によって、端末10Agは、稼働時間情報に基づく判定を随時行い、必要に応じてMAC学習テーブルの最新化（ping送信）を実施することができる。これによって、MACアドレス抽出処理113の手順を減らすことができる。換言すれば、MACアドレス抽出処理113の時間短縮を図ることができる。この時間短縮は、ネットワーク構成の更新処理に要する時間の短縮化に貢献する。

【0124】

〔実施形態3〕

40

次に、実施形態3について説明する。実施形態3は、実施形態1と共通点を含むので、主として相違点について説明し、共通点については説明を省略する。実施形態3として、機器の故障等によって機器の入れ替え（交換）が発生した場合における、ネットワーク構成の取得方法について説明する。実施形態3は、実施形態1の端末10、実施形態2の端末10Aのいずれにも適用可能である。以下の説明では、実施形態1の端末10を例として説明する。

【0125】

図23は、機器（ノード）の交換が発生した例を示す。例えば、スイッチA～Gからなるネットワークにおいて、スイッチBの障害によって、スイッチBがスイッチIに交換された場合を想定する。スイッチIは、スイッチBと異なるMACアドレス（H）を持つ。

50

【 0 1 2 6 】

機器の交換が発生した場合には、交換対象の機器（スイッチ B）は削除される。しかし、スイッチ B を頂点とする部分木を形成するノードは削除されない。図 2 3 の例では、スイッチ B の下位ノードであるスイッチ D 及びスイッチ E は削除されない。このため、交換によって新たに設置される機器の IP アドレスに、被交換機器（削除（撤去）される機器）の IP アドレスが割り当てられる。

【 0 1 2 7 】

図 2 4 は、スイッチ B をスイッチ I に交換する際における、ノード情報 DB 1 1 5 の登録内容の説明図である。図 2 4 における登録内容は、図 2 3 に示したネットワーク構成に従っている。

10

【 0 1 2 8 】

交換に際して、UI から端末 1 0 に対し、入力情報として、スイッチ I に係る情報（頂点ノード“ A ”、IP アドレス、追加フラグ）が入力される。スイッチ I の IP アドレスとして、削除対象のスイッチ B の IP アドレスが指定される。また、スイッチ B の削除設定も入力情報に含まれる。

【 0 1 2 9 】

CPU 1 1 は、入力情報に基づくネットワーク構成入力処理 1 1 1（図 9）を実行する。これによって、図 2 4 に示したように、スイッチ I に係るエントリが追加され、当該エントリに追加フラグが設定される。また、スイッチ B のエントリに削除フラグが設置される。スイッチ H の IP アドレスとして、スイッチ B と同一の IP アドレスが設定される。

20

【 0 1 3 0 】

図 2 5 は、実施形態 3 におけるノード情報処理（ノード交換時）の例を示すフローチャートである。図 1 0 に示したノード情報処理 1 1 2 との違いは、0 6 1 の処理が追加されている点である。0 6 1 において、CPU 1 1 は、ノード情報 DB 1 1 5（図 2 4）を参照し、削除対象ノードの IP アドレスと同一の IP アドレスを有するノードが存在するかどうかを判定する。

【 0 1 3 1 】

ノードが存在しない場合（0 6 1, N）に、実施形態 1 で説明したような、0 2 1 及び 0 2 2 の処理が実行される。これに対し、ノードが存在する場合（0 6 1, Y）には、0 2 1 及び 0 2 2 の処理がスキップされて、0 2 3 の処理が実行される。図 2 4 に示した例では、0 6 1 において、スイッチ B の IP アドレスと同一の IP アドレスを有するスイッチ H が存在するため、0 2 1 及び 0 2 2 の処理はスキップされる。これによって、スイッチ B の下位ノードであるスイッチ D 及びスイッチ E が削除されることが回避される。

30

【 0 1 3 2 】

<その他>

以上の実施形態 1 ~ 3 を含む実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 1 3 3 】

（付記 1） 木構造を有するネットワークを形成する複数のノードのそれぞれとの通信処理を行う通信装置と、

前記ネットワークの構成情報を記憶した記憶装置と、

40

前記通信装置を用いて前記複数のノードのそれぞれから稼働時間を取得する処理と、或るノードの稼働時間が閾値未満であるときに、前記或るノードを含む部分木を形成するノードのそれぞれから取得された下位ポートに係る MAC（Media Access Control）アドレスの登録数を示す情報を用いて前記部分木の階層構成を生成する処理と、生成した前記部分木の階層構成を用いて前記ネットワークの構成情報を更新する更新処理と、を行う制御装置と、

を含む情報処理装置。（ 1 ）

【 0 1 3 4 】

（付記 2） 前記複数のノードのそれぞれが MAC アドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御

50

装置は、前記或るノードを含む部分木の頂点ノードに対して、当該頂点ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記頂点ノードに与える処理を行い、前記頂点ノードの前記到達確認メッセージの送信によって前記部分木を形成するノードが前記或るノードのＭＡＣアドレスを学習し、

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るＭＡＣアドレスの登録数を示す情報を取得する

付記１に記載の情報処理装置。（２）

【０１３５】

（付記３） 前記複数のノードのそれぞれがＭＡＣアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが再起動を実施した前記ネットワークに既存のノードであると考えられる場合に、前記制御装置は、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから前記或るノードの下位ノードに該当する１以上のノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに与える、又は、前記１以上のノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記１以上のノードに与える処理を行い、前記或るノード又は前記１以上のノードの到達確認メッセージの送信によって、前記或るノードが前記１以上のノードのＭＡＣアドレスを学習し、

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るＭＡＣアドレスの登録数を示す情報を取得する

付記１又は２に記載の情報処理装置。（３）

【０１３６】

（付記４） 前記制御装置は、ノードの削除指示を得た場合に、前記ネットワークの構成情報を用いて、削除指示に対応するノードの下位ノードを検出し、前記削除指示に対応するノード及び検出された下位ノードを前記ネットワークの構成情報から削除する

付記１から３のいずれか１項に記載の情報処理装置。（４）

【０１３７】

（付記５） 前記制御装置は、前記ネットワークの構成の変更に係る情報が入力されたことを契機として、前記通信装置を用いて前記ネットワークに或る各ノードに稼働時間の問い合わせを行い、各ノードから得られた稼働時間が閾値未満か否かを判定する

付記１から４のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【０１３８】

（付記６） 前記通信装置は、前記ネットワークに存在するノードのそれぞれから自発的に送信される、前記複数のノードのそれぞれの稼働時間を受信し、

前記制御装置は、受信された稼働時間が閾値未満か否かを判定する

付記１から４のいずれか１項に記載の情報処理装置。（５）

【０１３９】

（付記７） 前記制御装置は、前記階層構成を生成する際に、前記部分木を形成するノードが、下位ポートに係るＭＡＣアドレスの登録数が多い順で頂点から並べられたときの階層を、前記部分木における各ノードの階層として決定する

付記１から６のいずれか１項に記載の情報処理装置。（６）

【０１４０】

（付記８） 前記制御装置は、前記更新処理後に、ディスプレイに表示される前記ネットワークの構成を示す画像として、前記ネットワークにある各ノードが木構造に従ったリンクで接続され、且つ各リンクが接続される各ノードのポートが明示された画像を生成する

付記１から７のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【０１４１】

（付記９） 前記制御装置が、到達確認メッセージの宛先に該当するノードのＩＰアドレスを前記送信指示に含めるために、前記記憶装置は、前記複数のノードのＩＰ（Internet Protocol）アドレスを記憶しており、

前記制御装置は、前記ネットワークにおける或るノードから新たなノードへの交換に従って前記或るノードの削除指示と前記新たなノードの追加指示とを得たときに、前記新た

10

20

30

40

50

なノードのIPアドレスと前記或るノードのIPアドレスとが同一であるときには、前記或るノードの下位ノードを検出する処理を回避する

付記4から8のいずれか1項に記載の情報処理装置。(7)

【0142】

(付記10) 前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御装置は、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから少なくとも前記部分木において前記頂点ノードと前記或るノードとの間にある各ノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに送信する処理、又は前記部分木において前記頂点ノードと前記或るノードとの間にある各ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記各ノードへ送信する処理を行う

10

付記2から9のいずれか1項に記載の情報処理装置。(8)

【0143】

(付記11) 情報処理装置の制御装置が、

木構造を有するネットワークを形成する複数のノードのそれぞれとの通信処理によって前記複数のノードのそれぞれから稼働時間を取得し、

或るノードの稼働時間が閾値未満であるときに、前記或るノードを含む部分木を形成するノードのそれぞれから取得された下位ポートに係るMAC(Media Access Control)アドレスの登録数を示す情報を用いて前記部分木の階層構成を生成し、

生成した前記部分木の階層構成を用いて、記憶装置に記憶されたネットワークの構成情報を更新する

20

ことを含む情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。(9)

【0144】

(付記12) 前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが前記ネットワークに追加されたノードであると考えられる場合に、前記制御装置が、前記或るノードを含む部分木の頂点ノードに対して、当該頂点ノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記頂点ノードに与える処理を行い、前記頂点ノードの前記到達確認メッセージの送信によって前記部分木を形成するノードが前記或るノードのMACアドレスを学習し、

前記制御装置が、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する

30

付記11に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。(10)

【0145】

(付記13) 前記複数のノードのそれぞれがMACアドレスの学習機能を有し、且つ前記或るノードが再起動を実施した前記ネットワークに既存のノードであると考えられる場合に、前記制御装置が、前記記憶装置に記憶されている前記或るノードを含む部分木の階層情報に基づいて、前記或るノードから前記或るノードの下位ノードに該当する1以上のノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記或るノードに与える、又は、前記1以上のノードから前記或るノードへ到達確認メッセージを送信する送信指示を前記1以上のノードに与える処理を行い、前記或るノード又は前記1以上のノードの到達確認メッセージの送信によって、前記或るノードが前記1以上のノードのMACアドレスを学習し、

40

前記制御装置は、前記学習が行われた後に、前記部分木を形成するノードから前記下位ポートに係るMACアドレスの登録数を示す情報を取得する

付記11又は12に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方法。(11)

【0146】

(付記14) 前記制御装置は、ノードの削除指示を得た場合に、前記ネットワークの構成情報を用いて、削除指示に対応するノードの下位ノードを検出し、前記削除指示に対応するノード及び検出された下位ノードを前記ネットワークの構成情報から削除する

付記11から13のいずれか1項に記載の情報処理装置のネットワーク構成情報の生成方

50

法。(12)

【符号の説明】

【0147】

A～H・・・スイッチ（ネットワーク機器）

10・・・管理用端末（ネットワーク構成情報の生成装置）

11・・・CPU

12・・・主記憶装置

13・・・補助記憶装置

14・・・通信インタフェース回路

15・・・I/Oデバイス

16・・・入力装置

17・・・出力装置

111・・・ネットワーク構成入力処理

112・・・ノード情報処理

113・・・MACアドレス抽出処理

114・・・トポロジ解析処理

115・・・ノード情報データベース

116・・・MACアドレス情報データベース

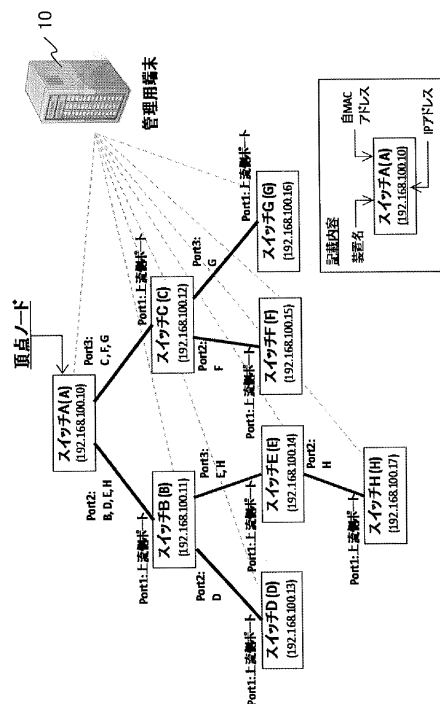
117・・・階層情報データベース

118・・・sysUpTime情報データベース

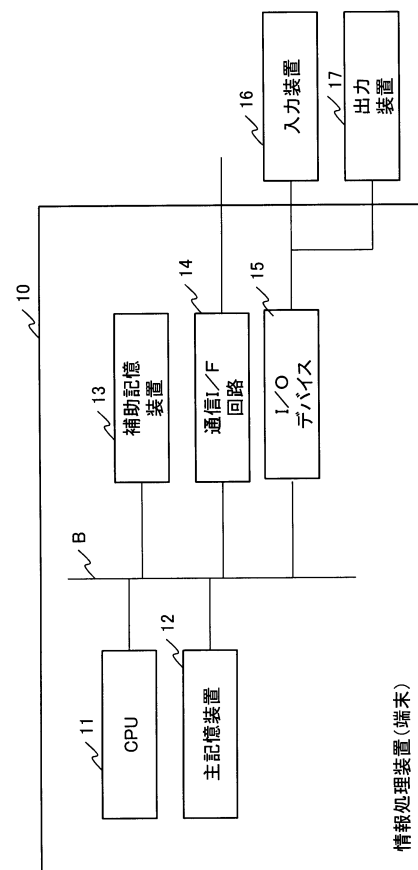
10

20

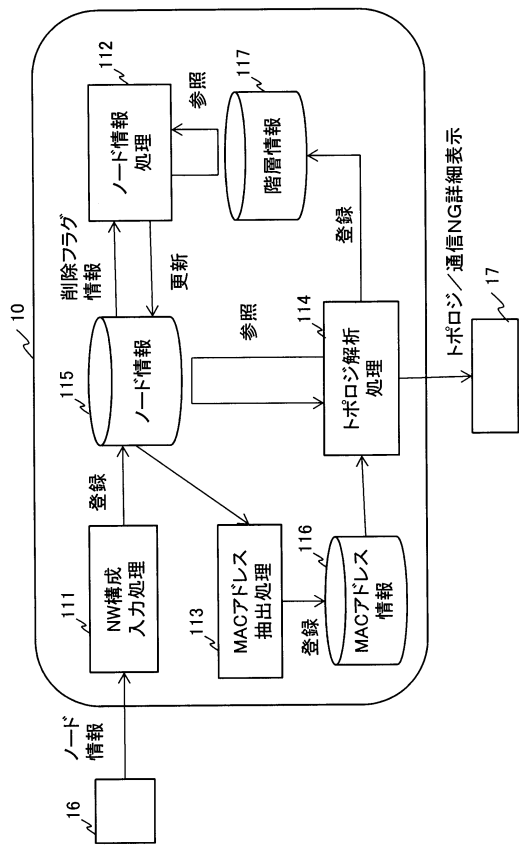
【図1】



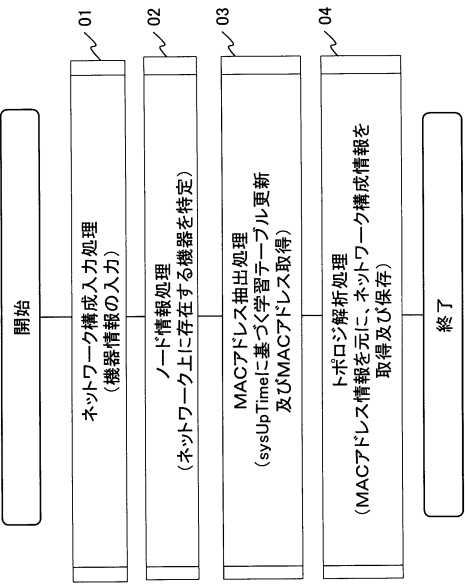
【図2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

ノード情報DB					115
装置名	フラグ	頂点ノード	IPアドレス	更新時刻	
SW A		A	192.168.100.10	2012/11/2 0:00:00	
SW B		A	192.168.100.11	2012/11/2 0:00:00	
SW C	削除	A	192.168.100.12	2012/2/10 0:00:00	
SW D		A	192.168.100.13	2012/11/2 0:00:00	
SW E		A	192.168.100.14	2012/11/2 0:00:00	
SW F		A	192.168.100.15	2012/11/2 0:00:00	
SW G		A	192.168.100.16	2012/11/2 0:00:00	
SW H	追加	A	192.168.100.17	2012/2/10 0:00:00	

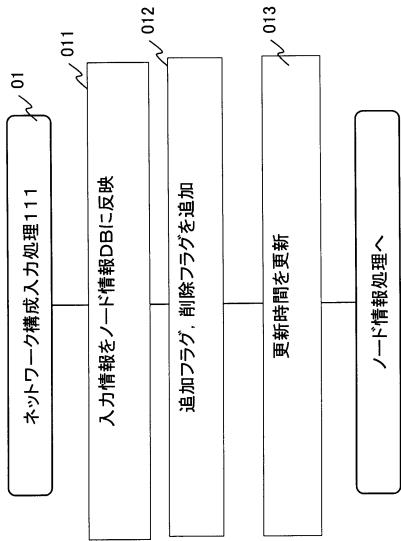
【図 6】

MACアドレス情報DB						116
装置名	下位ポート	自MAC	対向装置1	対向装置2	対向装置3	更新日時
SW A	2	A	B	D	E	2012/11/2 0:00:00
SW A	3	A	C	F	G	2012/11/2 0:00:00
SW B	2	B	D			2012/11/2 0:00:00
SW B	3	B	E			2012/11/2 0:00:00
SW C	2	C	F			2012/11/2 0:00:00
SW C	3	C	G			2012/11/2 0:00:00

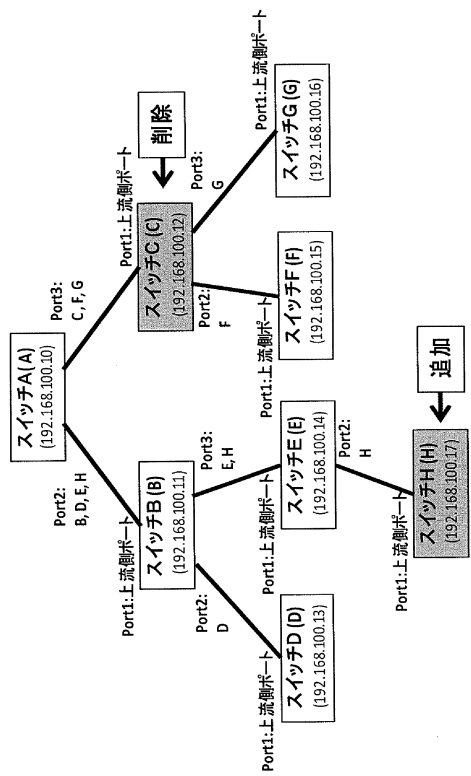
【図 7】

階層情報DB					
装置名	頂点ノード	階層番号	リンク情報	使用ポート	更新日時
SW A	A	0	B	2	2012/11/2 0:00:00
SW A	A	0	C	3	2012/11/2 0:00:00
SW B	A	1	D	2	2012/11/2 0:00:00
SW B	A	1	E	3	2012/11/2 0:00:00
SW C	A	1	F	2	2012/11/2 0:00:00
SW C	A	1	G	3	2012/11/2 0:00:00
SW D	A	2	-	-	2012/11/2 0:00:00
SW E	A	2	-	-	2012/11/2 0:00:00
SW F	A	2	-	-	2012/11/2 0:00:00
SW G	A	2	-	-	2012/11/2 0:00:00

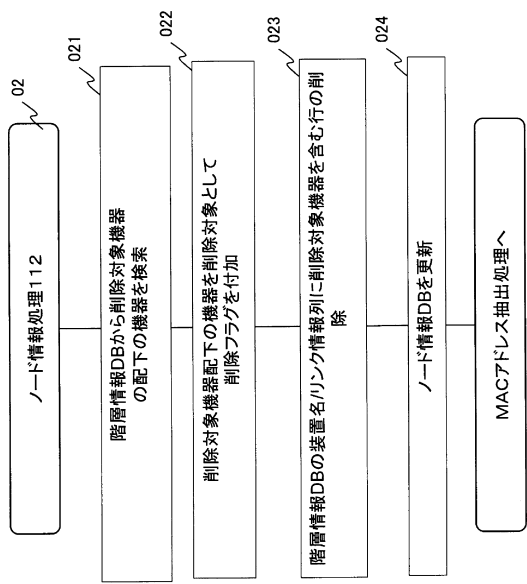
【図 9】



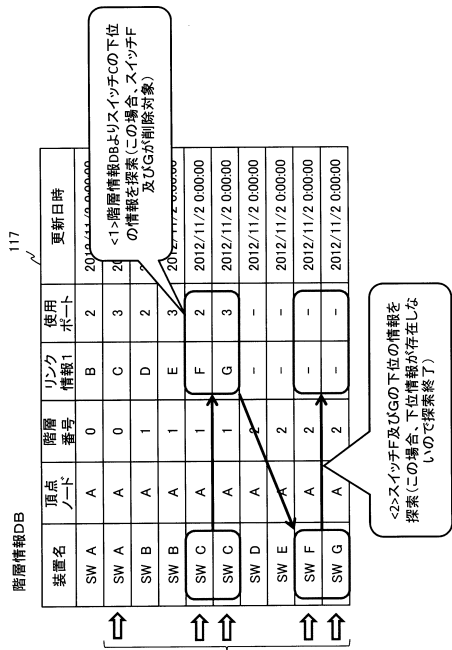
【図 8】



【図 10】



【図 1 1】



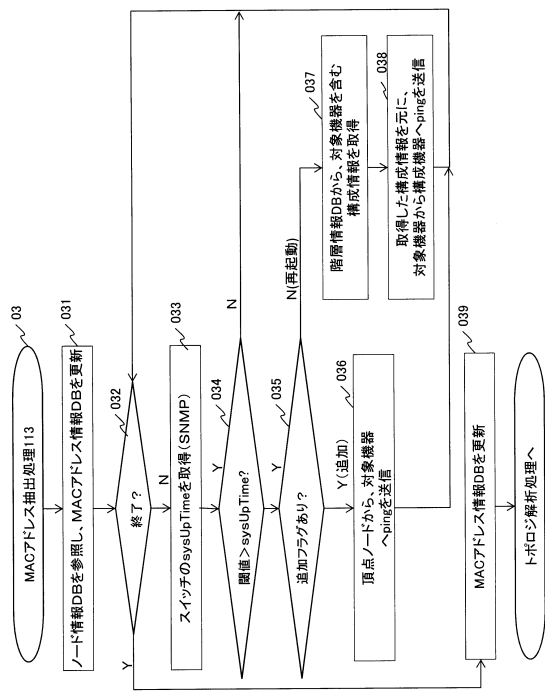
【図 1 2】

ノード情報DB

115

装置名	フラグ	頂点ノード	IPアドレス	更新時刻
SW A		A	192.168.100.10	2012/11/2 0:00:00
SW B		A	192.168.100.11	2012/11/2 0:00:00
SW D		A	192.168.100.13	2012/11/2 0:00:00
SW E		A	192.168.100.14	2012/11/2 0:00:00
SW H	追加	A	192.168.100.17	2012/2/10 0:00:00

【図 1 3】



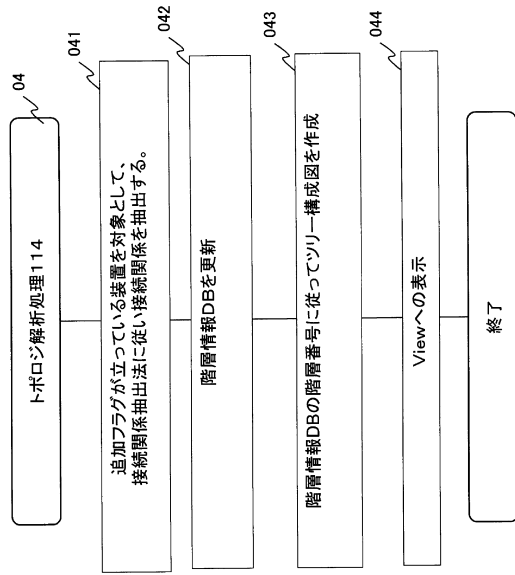
【図 1 4】

MACアドレス情報DB

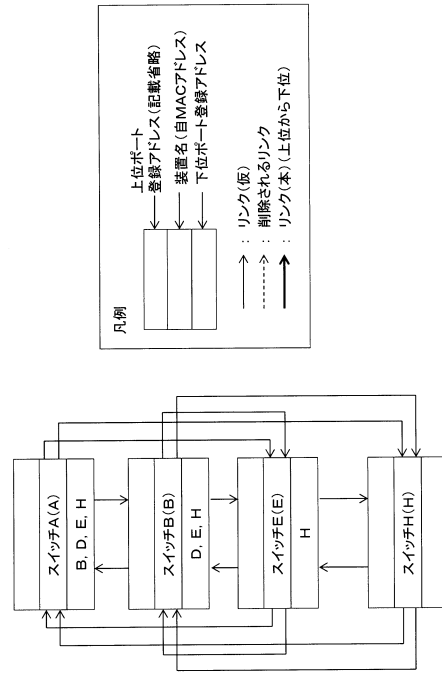
116

装置名	下位ポート	自MAC	対向装置1	対向装置2	対向装置3	対向装置4	更新日時
SW A	2	A	B	D	E	E	2012/11/2 0:00:00
SW B	2	B	D				2012/11/2 0:00:00
SW B	3	B	E	H			2012/11/2 0:00:00
SW E	2	E	H				2012/11/2 0:00:00

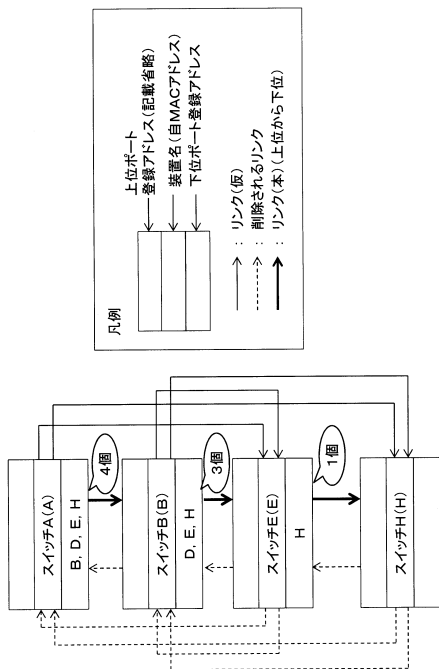
【図 15】



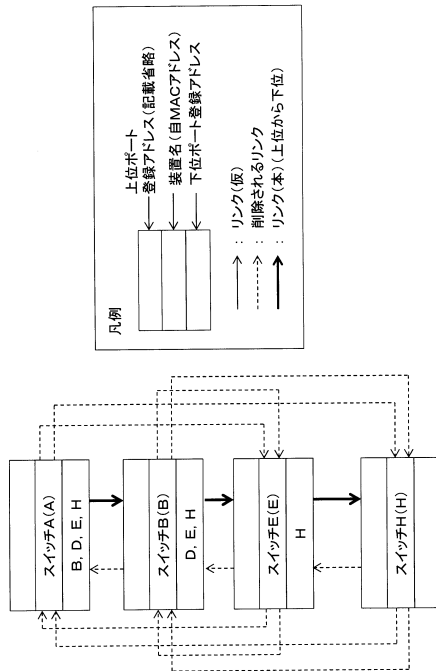
【図 16 A】



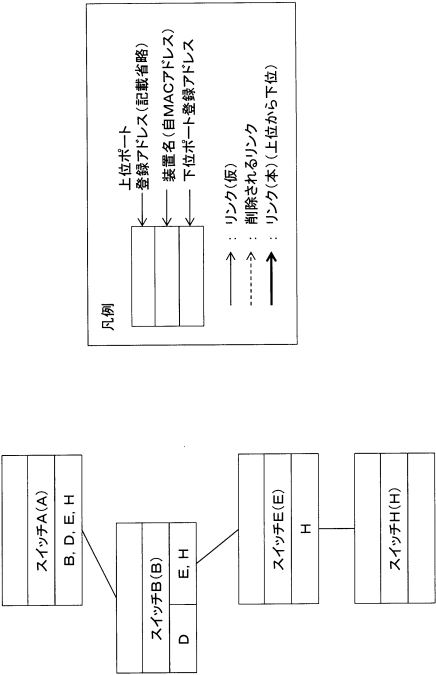
【図 16 B】



【図 16 C】



【図16D】

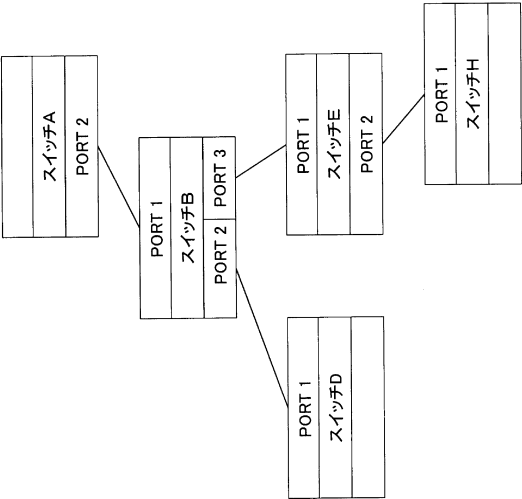


【図17】

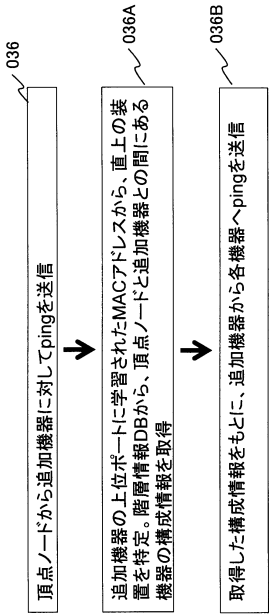
階層情報DB

装置名	頂点ノード	階層番号	リンク情報1	使用ポート	更新日時
SW A	A	0	B	2	2012/11/2 00:00:00
SW B	A	1	D	2	2012/11/2 00:00:00
SW B	A	1	E	3	2012/11/2 00:00:00
SW D	A	2	-	-	2012/2/10 00:00:00
SW E	A	2	H	2	2012/2/10 00:00:00
SW H	A	3	-	-	2012/2/10 00:00:00

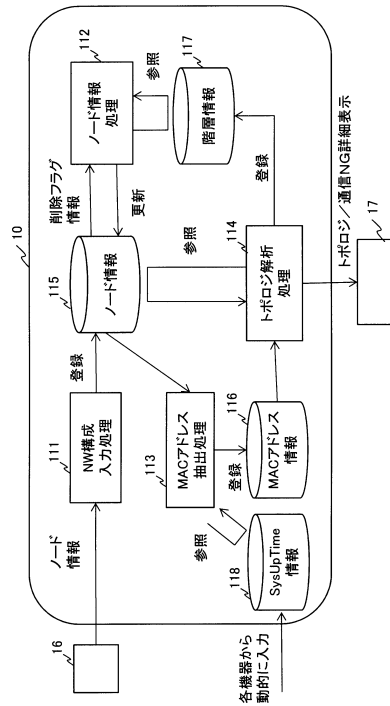
【図18】



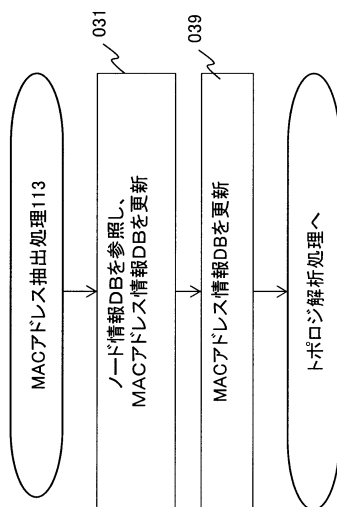
【図19】



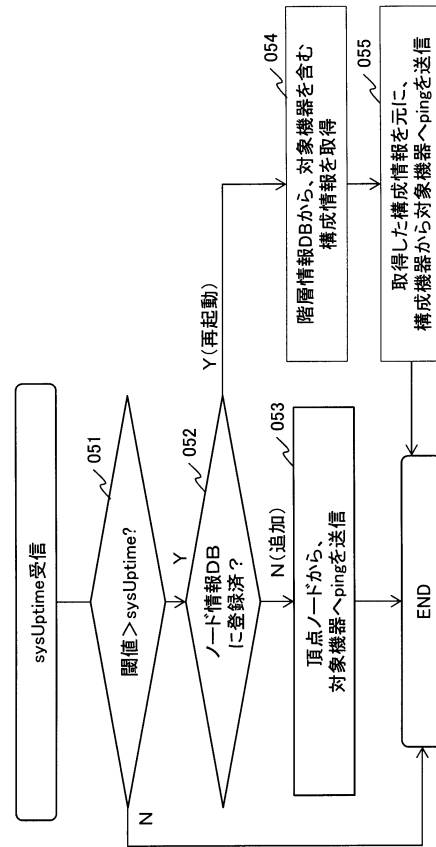
【図20】



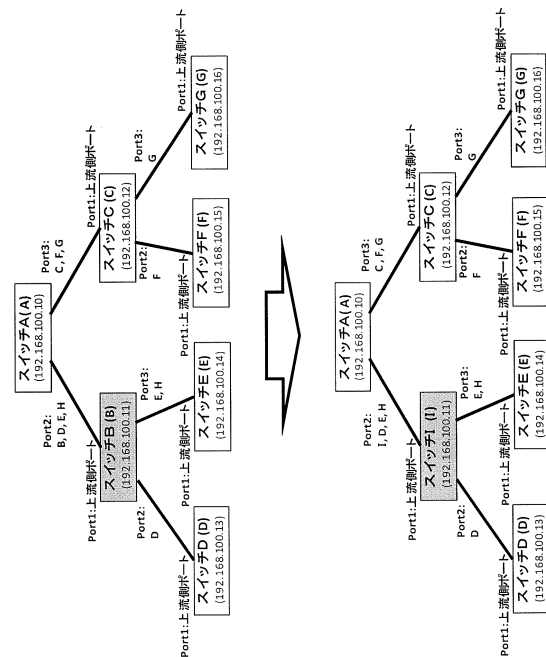
【図22】



【図21】



【図23】



【図 24】

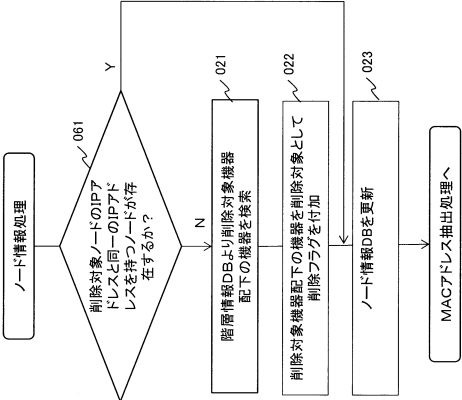
ノード情報DB

115

装置名	フラグ	頂点ノード	IPアドレス	更新時刻
SW A		A	192.168.100.10	2012/11/2 0:00:00
SW B	削除	A	192.168.100.11	2012/11/2 0:00:00
SW C		A	192.168.100.12	2012/2/10 0:00:00
SW D		A	192.168.100.13	2012/11/2 0:00:00
SW E		A	192.168.100.14	2012/11/2 0:00:00
SW F		A	192.168.100.15	2012/11/2 0:00:00
SW G		A	192.168.100.16	2012/11/2 0:00:00
SW I	追加	A	192.168.100.11	2012/2/10 0:00:00

入れ替え時は、同一のIPアドレス
を入力

【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 木野村 良治
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 速水 雄太

(56)参考文献 特開2010-097273(JP,A)
特開2004-086729(JP,A)
特開2009-265718(JP,A)
米国特許第06556543(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/44