

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5442760号
(P5442760)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4W 40/02	(2009.01) HO4W 40/02 110
HO4W 40/22	(2009.01) HO4W 40/22
HO4W 84/18	(2009.01) HO4W 84/18
HO4W 4/04	(2009.01) HO4W 4/04 190

請求項の数 20 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-540695 (P2011-540695)
(86) (22) 出願日	平成21年12月9日 (2009.12.9)
(65) 公表番号	特表2012-512559 (P2012-512559A)
(43) 公表日	平成24年5月31日 (2012.5.31)
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/006468
(87) 国際公開番号	W02010/074713
(87) 国際公開日	平成22年7月1日 (2010.7.1)
審査請求日	平成24年3月23日 (2012.3.23)
(31) 優先権主張番号	12/335,420
(32) 優先日	平成20年12月15日 (2008.12.15)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	509213484 シルバー スプリング ネットワークス インコーポレイテッド S I L V E R S P R I N G N E T W O R K S, I N C. アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94 063、レッドウッド シティ、ブロード ウェイ ストリート 555
(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】動的ルーティングネットワークにおける装置の静的アドレス指定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ネットワークにおいてルーティングする方法であって、
第2のノードへの第1のノードの登録に対応する期間を、前記期間の開始時の時間間隔
が前記期間の後半の時間間隔より短い継続時間を有するような一連の時間間隔に分割する
ステップと、

前記第1のノードと前記第2のノードとの間の通信バスに関連するコストであって、前
記一連の時間間隔における後続の時間間隔に対して値が増加するコストを指定する計測値
を前記時間間隔の各々に割り当てるステップと、

前記時間間隔の各々の間に、少なくとも1つのメッセージが同報通信される時間間隔と
関連付けられる前記計測値を含む前記メッセージを前記第2のノードにより同報通信する
ステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記期間は、

前記一連の時間間隔の開始時のn個の第1の時間増分及び前記一連の時間間隔の終了時
のx個の第2の時間間隔に分割され、

n + xは、前記一連の時間間隔における間隔の合計数zに等しく、

前記第1の時間間隔の各々は、所定の継続時間を有し、前記第2の時間増分の各々は、
n個の第1の時間増分のうちの所定の時間間隔よりも長い継続時間を有する

10

20

ことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記時間間隔の前記継続時間は、前記一連の時間間隔にわたり逐次的に増加することを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記計測値を含む前記メッセージは、ルーティングアドバタイズメントであることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

前記ルーティングアドバタイズメントは、
距離ベクトルルーティングプロトコルに準拠する
ことを特徴とする請求項 4 記載の方法。

10

【請求項 6】

前記計測値は、ホップ数である
ことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 のノードは、静的 IP アドレスを有する装置に関連付けられる
ことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

前記ネットワークは、登録されたノードに対して動的アドレス割り当てを採用する
ことを特徴とする請求項 7 記載の方法。

20

【請求項 9】

宛先までの通信パスを提供するために他のノードが登録される通信ネットワークにおけるノードであって、

前記ノードは、登録される他のノードまでのパスを提供できるというアドバタイズメントを前記ネットワークを介して同報通信する送信ユニットを含み、

前記アドバタイズメントは、前記他のノードが登録されている期間にわたる一連の時間間隔中に送信されるメッセージを含み、

前記一連の時間間隔の初期の時間間隔は、前記一連の時間間隔の後半の時間間隔よりも短い継続時間有し、

前記メッセージは、前記他のノードまでのパスと関連するコストを指定する計測値を含み、

30

前記指定されたコストの値は、前記一連の時間間隔の後続の時間間隔に対して増加することを特徴とするノード。

【請求項 10】

前記時間間隔の前記継続時間は階段関数に準拠し、第 1 のグループの時間間隔における各時間間隔は第 1 の継続時間を有し、前記一連の時間間隔の後半の第 2 のグループの時間間隔における時間間隔は、前記第 1 の継続時間よりも長い継続時間有する

ことを特徴とする請求項 9 記載のノード。

【請求項 11】

前記時間間隔の前記継続時間は、前記一連の時間間隔にわたり逐次的に増加する
ことを特徴とする請求項 9 記載のノード。

40

【請求項 12】

前記時間間隔の前記継続時間は、非線形的に増加する
ことを特徴とする請求項 11 記載のノード。

【請求項 13】

前記計測値は、ホップ数である
ことを特徴とする請求項 9 記載のノード。

【請求項 14】

前記他のノードは、
静的 IP アドレスを有する装置と関連付けられる

50

ことを特徴とする請求項 9 記載のノード。

【請求項 15】

前記ネットワークは、

登録されたノードに対して動的アドレス割り当てを採用する
ことを特徴とする請求項 14 記載のノード。

【請求項 16】

前記時間間隔の前記継続時間は、

前記一連の時間間隔の開始と終了との間で単調に増加する
ことを特徴とする請求項 9 記載のノード。

【請求項 17】

10

宛先までの通信バスを提供するために、第 1 のノードが前記第 1 のノードに対するアクセス権及び前記第 1 のノードからのアクセス権を提供する 2 つ以上の他のノードに登録されるネットワークにおける方法であって、

前記第 1 のノードが登録される前記他のノードの各々において、前記他のノードが前記第 1 のノードまでのバスを提供できるというアドバタイズメントであり、前記第 1 のノードが登録されているある期間にわたる一連の時間間隔中に送信されるメッセージを含むアドバタイズメントを同報通信するステップであり、前記一連の時間間隔の初期の時間間隔が前記一連の時間間隔の後半の時間間隔よりも短い継続時間を有し、前記メッセージの各々が前記他のノードまでの前記バスと関連するコストを指定する計測値を含み、前記指定されたコストの値が前記一連の時間間隔における後続の時間間隔に対して増加する、ステップと、

20

別のノードが前記第 1 のノードまでのバスを提供できるというアドバタイズメントを前記他のノードの 1 つにおいて受信すると、前記受信したアドバタイズメントに含まれる前記計測値が前記第 1 のノードまでのバスに対して前記 1 つのノードにより同報通信される前記計測値よりも低いコストを指定しているか否かを判定するステップと、

前記受信したアドバタイズメントに含まれる前記計測値が前記 1 つのノードにより同報通信される前記計測値よりも低いコストを指定している場合、前記 1 つのノードからの前記アドバタイズメントの前記同報通信を終了するステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 18】

30

宛先までの通信バスを提供するために、第 1 のノードが前記第 1 のノードに対するアクセス権及び前記第 1 のノードからのアクセス権を提供する 2 つ以上の他のノードに登録されるネットワークにおける方法であって、

前記第 1 のノードが登録される前記他のノードの各々において、前記他のノードが前記第 1 のノードまでのバスを提供できるというアドバタイズメントであり、前記第 1 のノードが登録されているある期間にわたる一連の時間間隔中に送信されるメッセージを含むアドバタイズメントを同報通信するステップであり、前記一連の時間間隔の初期の時間間隔が前記一連の時間間隔の後半の時間間隔よりも短い継続時間を有し、前記メッセージの各々が前記他のノードまでの前記バスと関連するコストを指定する計測値を含み、前記指定されたコストの値が前記一連の時間間隔における後続の時間間隔に対して増加する、ステップと、

40

送信側ノードにおいて 2 つ以上の他のノードから前記アドバタイズメントを受信し、前記受信したアドバタイズメントに含まれる前記計測値それぞれに基づいて前記他のノードのうちの 1 つを選択するステップと、

前記他のノードのうちの前記選択された 1 つを介して前記送信側ノードから前記第 1 のノードにメッセージを送信するステップと

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 19】

前記他のノードは、前記ネットワークにおけるアクセスポイントを含む
ことを特徴とする請求項 17 又は 18 記載の方法。

50

【請求項 20】

前記第1のノードは、静的アドレスを有し、前記ネットワークは、前記ネットワークのノードにアクセスするために動的アドレス指定を採用する

ことを特徴とする請求項17又は18記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に通信ネットワークの分野に関し、特に、無線メッシュネットワークに関する。

【背景技術】

10

【0002】

メッシュネットワークの利用は急速に広まっており、地理的に分布した大きなネットワークの例が多く存在する。一般に、これらのネットワークのアーキテクチャは、メッシュネットワークへのアクセス及びメッシュネットワークからの出口を提供するアクセスポイント(AP)又はゲートウェイとして周知であるいくつかのノードのみが存在する処理制御モデルをサポートする。メッシュネットワークの種々のエンドポイントノードは、これらのアクセスポイントエントリノードからアクセス可能である。要求及びコマンドは、APを介して送出されてもよく、応答及び肯定応答は、APを介して返されてもよい。更に一般的には、アドホック無線ネットワークの任意のノードは、ネットワークにおける1つ以上の他のノードにアクセス又は通信するために、ルーティングプロキシとして使用されてもよい。

20

【0003】

一例において、電気事業会社は、配電網の動作を自動化して高レベルの信頼性、動作効率及び保守効率を提供するためにメッシュネットワークを使用してきた。多くの場合、変電所は、大部分が自動化されるが、分散フィーダの自動化される部分は非常に少ない場合もある。

【0004】

30

SCADA(監視制御データ収集:Supervisory Control and Data Acquisition)システムは、配電自動化(DA)ネットワークの一部であるリモート端末ユニット(RTU)を介して配電網の要素(例えば、スイッチ、変圧器、変電所、フィーダ)を監視及び制御できる。配電自動化は、配電システムのリモート監視を含み、装置の管理制御を容易にする。更にDAは、システム性能を向上するための意思決定支援ツールを提供する。

【0005】

SCADAバック・オフィス・システムは、一般にDA機器(コンデンサ・バンク制御器、スイッチ再閉路、変電所の機器、フィーダ等)をアドレス指定するために静的IPアドレスを使用するように設計される。これらのDA装置は、Ethernet(登録商標)ブリッジ(ebridge)を介してユーティリティネットワークに接続される場合もある。ebridgeは、1つ以上のゲートウェイ又はAPにより提供される出口ポイントを含む無線ユーティリティネットワークにおけるノードであってもよい。APは、WANを介してバック・オフィス・サーバに接続可能である。

40

【0006】

ebridgeは、MACアドレスの組合せと共にIPv6接頭語を使用して又はIPv4ネットワークにおける動的ホスト構成プロトコル(DHCP)を介して、APまでのルートを見つけ、APからIPアドレスを取得してもよい。ebridgeがIPアドレスを取得すると、ebridgeは、MACアドレスを名前として有するドメインネームシステム(DNS:Domain Name System)を公開する。これにより、バック・オフィス・システムは、特定のebridge MACアドレスに対するIPアドレスを解決できる。

【0007】

ネットワークにおいて動的IPアドレスを使用することにより、ユーティリティネットワークは、サブネットによりセグメントに分割される。例えば、各APは、サブネットに

50

割り当てられてもよい。そのため、任意の追加のルーティング情報を公開する必要はない。装置がネットワークに参加すると、それらの装置の動的IPアドレスが同一のサブネットにあるため、それらの装置に自動的に到達可能である。しかし、上述したように、SCADAシステムは、静的IPv4アドレスを有するDA装置とのみ通信するように構成されてもよい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、1つの問題は、接続されるebridgeが、レイヤ2における接続性を変更するために種々のネットワークに参加する場合、静的にアドレス指定されたDA装置への動的ルートを見つけることである。レイヤ2、すなわちデータリンク層は、7層から成るOSIモデルの1つの層である。データリンク層は、ネットワーク層からのサービス要求に応答し、物理層にサービス要求を発行する。

【0009】

ebridgeは、出口に対して現在使用しているAPとは異なるAPを随時選択してもよい。ebridgeがAPのネットワークに参加する場合、APは、ebridgeに接続される静的に構成されたノードに対してルーティング情報を公開する。これらのルーティングアドバタイズメントは、既成のルータがユーティリティネットワークシステム内で動作するように標準的なプロトコルに準拠するのが好ましい。

【0010】

ルーティングアドバタイズメントの提供の一例としては、ルーティング情報プロトコル(RIP: Routing Information Protocol)の使用を介する。RIPは、実現が比較的単純であるため、使用される場合があり、多くのルータによりサポートされている場合がある。RIPは、ルーティング計測値として「ホップ」数を使用する距離ベクトル・ルーティング・プロトコルである。ホップは、データパケットがネットワークにおいて1つのルータ又は中間点から別のルータまでの間にとる行程である。RIPにより許可される最大ホップ数は15である。計測値(ホップ)フィールドは、0~14の値を含む。すなわち、APが15のホップ数をアドバタイズする場合、ルータはその数に1を加算し、到達不可能な宛先を指定する16の計測値をアドバタイズする。

【0011】

ユーティリティネットワークにおいて、第2のAPのレイヤ2ルーティングコスト、すなわち、使用されるノード間のリンクのコストの合計が現在の主APより小さくなった場合、あるいは現在のAPまでのルートを失った場合、ebridgeは、APを切り替えるてもよい。一般にノードは、8時間の間、APに登録可能である。通常、再登録は、登録期間の終了時に行なわれる。しかし、ノードは別のAPに切り替え、その新しいAPに登録メッセージを送出することにより随時登録してもよい。登録メッセージにより、ノードはIPv6アドレスにより構成される。登録メッセージは、そのebridgeに接続される静的IPv4アドレスを有する任意の装置をAPに通知する。

【0012】

ebridgeがAPを切り替える場合、例えば、AP1からAP2に切り替える場合、ebridgeは、今後AP1を使用しないというメッセージをAP1に送出できない可能性がある。例えば、ebridgeは、AP1までの全てのルートを失った可能性がある。ここで、双方のAPは、ebridgeがそれらのAPに登録されていると考え、登録の曖昧さが起こるという問題が発生する。動的IPアドレスを採用するノードを含むネットワークにおいて、一般に、DNSサーバは、この問題を解決できる。しかし、この例において、SCADAシステムは、DNSを使用しておらず、ebridgeに接続される装置のIPアドレスが静的であるため、DNSルックアップは、その問題を解決しない。更に双方のAPは、ebridgeに接続される装置に対してRIP更新データを公開し続ける。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【0013】

本発明で開示される方法及びシステムは、配電自動化に対するユーティリティネットワーク等の複数のAPを含むネットワークにおいて静的IPアドレスを有するDA装置に関連する登録の曖昧さを無くすための解決策を提供する。例示的な一実施形態において、第2のノードへの第1のノードの登録に対応する期間は、一連の時間間隔に分割される。その期間の開始時の時間間隔は、その期間の後半の時間間隔より短い継続時間有する。各時間間隔には、第1のノードと第2のノードとの間の通信パスと関連するコストを指定する計測値が割り当てられる。指定されるコストの値は、一連の時間間隔における後続の時間間隔に対して増加する。第2のノードは、各時間間隔中に少なくとも1つのメッセージを同報通信する。このメッセージは、メッセージが同報通信される時間間隔と関連付けられる計測値を含む。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】複数のAP及びDA装置を含むユーティリティネットワークの例示的な1つの表現を示す図である。

【図2】APがRIP計測値を増分する頻度を変更する例示的な1つの方法を示すフローチャートである。

【図3A】時間間隔の継続時間を判定するために使用される例示的な関数を示すグラフである。

【図3B】時間間隔の継続時間を判定するために使用される例示的な関数を示すグラフである。

20

【発明を実施するための形態】

【0015】

実現されるように、種々の実施形態が可能であり、本発明で開示される詳細は、請求の範囲の範囲から逸脱せずに種々の態様において変更可能である。従って、図面及び説明は、制限するものではなく本質的に例示として考えられる。同様の図中符号は、同様の要素を指定するために使用されている。

【0016】

本発明で説明する方法及びシステムは、一般に、双方向通信が送出側ノード、すなわち、発信元ノードと受信側ノード、すなわち、宛先ノードとの間で行なわれるメッシュネットワークに関する。例示的なネットワークは、周波数ホッピング方式(FHSS:Frequency Hopping Spread Spectrum)ネットワーク等の無線ネットワークを含んでもよい。本発明で説明する原理を理解し易くするために、ネットワークの1つ以上のAPが、ノードが登録されていることをアドバタイズし且つそのようなアドバタイズメントと共にRIP計測値を含む一例を参照する。しかし、上述したように、開示される技術は、ネットワークの他のノードによっても実行可能である。

30

【0017】

静的IPアドレスを採用してもよい基礎となる動的ネットワークを反映するようにRIP計測値を変更する方法が提供される。換言すると、本発明で開示される方法は、レイヤ2接続性に応じて種々のネットワークを介してルーティングしてもよいノードの到達可能性及び接続性を向上するためにRIP計測値を変更できる。

40

【0018】

図1は、複数のAP110及びDA装置120を含む例示的なユーティリティネットワーク100の単純な表現である。DA装置120は、Ethernet(登録商標)ブリッジ(ebridge)130を介してユーティリティネットワーク100に接続されてもよい。ebridge130は、1つ以上のゲートウェイ又はAP110により提供される出口ポイントを有する無線ユーティリティネットワーク100のノードであってもよい。AP110は、WAN150を介してバック・オフィス・サーバ140に接続可能である。

【0019】

簡単に上述したように、ルーティング情報プロトコル(RIP)は、ルートを数学的に

50

比較して所定の宛先アドレスまでの最適なパスを識別するために距離ベクトルを使用するルーティングプロトコルである。IETF RFC 1388 及び 1723 は、RIP プロトコルの IP を用いた機能特性を説明する。

【0020】

RIP ルーティング更新メッセージは、定期的に且つネットワークトポロジが変更された時に送出される。ルータがエントリに対する変更を含むルーティング更新データを受信した場合、ルータは新しいルートを反映するようにルーティングテーブルを更新する。一般に、RIP ルータは、宛先までの最適なルート、すなわち、最小の計測値を有するルートのみを維持する。ルーティングテーブルの更新後、ルータは、他のネットワークルータに変更を通知するためにルーティング更新データの送信を開始する。これらの更新データは、RIP ルータが送出する定期的にスケジュールされた更新データに関係なく送出されてもよい。10

【0021】

一実施形態において、RIP は、マルチキャストプロトコルとして実現可能である。すなわち、全ての AP 110 は互いの RIP 通知を取得できる。AP 110 が特定の静的 IP v4 アドレスに対する自身の計測値より小さい計測値を有する RIP アドバタイズメントを取得する場合、AP 110 はそのアドレスのアドバタイズを停止する。

【0022】

上述したように、一般に、RIP は、ネットワークにおいて発信元と宛先との間の距離を測定するために単一のルーティング計測値（ホップ数）を使用する。発信元から宛先までのパスにおける各ホップには、一般に 1 であるホップ数値が割り当てられてもよい。例えば、ルータが新しい宛先ネットワークエントリ又は変更された宛先ネットワークエントリを含むルーティング更新データを受信した場合、ルータは、更新データにおいて指定される計測値に 1 を加算し、ネットワーク情報をルーティングテーブルに入力する。送信側の IP アドレスは、次のホップとして使用される。一実施形態において、AP は送信側であってもよい。更に一般的には、送信側は、例えば、パスコスト更新データ、登録更新データ等であるルーティングに関連する情報を同報通信（ブロードキャスト）する任意のエンティティであってもよい。20

【0023】

RIP は、発信元から宛先までのパスにおいて許可されるホップ数に制限を与えることによりルーティングループが無期限に継続することを防止できる。一般に、パスの最大ホップ数は 15 である。ルータが新しいエントリ又は変更されたエントリを含むルーティング更新データを受信した場合及び計測値を 1 増加することにより計測値が無限大、この例では 16 になった場合、ネットワークの宛先には到達不可能であると考えられる。この安定性の特徴による制限は、RIP ネットワークの最大範囲を 16 ホップ未満に制限することである。30

【0024】

RIP は、いくつかのタイマを使用して性能を調整できる。それらのタイマは、例えば、ルーティング更新タイマ、ルートタイムアウトタイマ及びルートフラッシュタイマを含む。ルーティング更新タイマは、周期的なルーティング更新データの間の間隔を計ることができる。一般に、これは 30 秒に設定され、タイマが再設定された時に短い無作為な時間が加算されている。これは、全てのルータが隣接する装置を同時に更新しようとすることにより起こる輻輳を容易に防止するために行なわれる。40

【0025】

各ルーティングテーブルエントリは、関連付けられたルートタイムアウトタイマを有することができる。ルートタイムアウトタイマが終了した場合、ルートは無効として印がつけられるが、ルートフラッシュタイマが終了するまでテーブルに保持される。

【0026】

DA 装置等の静的 IP アドレスの装置を有する動的ルーティングネットワークにおいて、1 つの課題は AP 間の衝突を最小限にすることを含む。以下に詳細に説明するように、50

RIP計測値はそのような目的を達成するために変更される。このために、RIP計測値は、ebridge等のノードがAPに登録されてからの経過時間に比例するように設定される。例えば、午後2時1分に送出されるRIPアドバタイズメントのために、ebridgeが午後1時にAP1に登録され且つ午後2時にAP2に登録される場合、ebridgeは、AP2のRIP計測値より高いAP1のRIP計測値を有するのが好ましい。AP1のRIP計測値がより高い場合、これは、宛先IPアドレスまでのルートの品質がより低いことを意味し、ルータはより低い計測値を有するAP2（及び最新の登録）の方を好む。

【0027】

上述したように、一般に、ノードは8時間の間APに登録可能である。AP間の衝突を最小限にする1つの方法は、8時間の登録期間をセグメントに分割し、登録からの時間が経過して新しいセグメントに入る時にAPにRIP計測値を増分させることである。セグメントが等しい時間のセグメントであると仮定すると、16個の値（計測値0～15）が存在するため、これは、APが自身の計測値を30分毎に増分できることを意味する。ここでの1つの結果は、ebridgeが1つのAPに登録され且つ1分後に第2のAPに切り替える場合、ebridgeと関連付けられるDA装置には29分間潜在的に到達不可能である可能性があるということである。これは、その時間の間、双方のAPが同一の計測値をアドバタイズしているからである。

【0028】

別の実施形態において、登録期間の間のセグメントは、ネットワーク条件及びDA装置の数に関連するホップ数以外の計測値に基づいてもよい。

【0029】

しかし、マルチキャストRIPメッセージの伝播遅延のために発生する可能性がある競合条件のために衝突が解決されないという可能性がある。例えば、ebridgeがAP1に登録され且つその後10秒以内にAP2に切り替える例において、AP1のRIPアドバタイズメントに対する伝播遅延がWAN上で1秒であるが、AP2のRIPアドバタイズメントに対する伝播遅延が11秒以上である場合、2つのAPは、8時間の登録期間全体にわたり同一のRIP計測値をアドバタイズする可能性がある。更に、AP2の遅延が10秒を上回る場合、AP2は、AP1からのメッセージを取得し、AP1がより小さい計測値を有すると考え、アドバタイズを停止してもよい。この場合、ebridgeの背後の装置には8時間の間到達不可能である可能性がある。これらの競合条件を回避するために、ebridgeに対するネットワークの登録の間の最短時間が設定可能である。各展開例に対して、ネットワーク登録の間の最短時間は、WANにおける最長伝播遅延の2倍に設定されるのが好ましいであろう。本実施形態は、競合条件を削除するのを助長する。

【0030】

上記説明は、APが自身の計測値を増分する頻度が装置に到達不可能である時間の長さの要因であることを示す。例えば、AP1及びAP2は同時に同一のRIP計測値をアドバタイズし、登録時間が経過する10分毎にRIP計測値を増分してもよい。すなわち、0～10分ではRIP計測値は0であり、10～20分ではRIP計測値は1であり、20～30分ではRIP計測値は2であり、RIP計測値が14になるまで継続する。この時、RIP計測値は、8時間の登録期間が終了するまで又はノードが再度登録されるまで14のままである。

【0031】

別の例において、AP2の登録は、AP1の登録より1分遅くてもよい。この場合、AP1が自身の計測値を増分し且つ実際に古い登録であることを判定し、その時点でAP1がアドバタイズを停止するまでに9分が経過してもよい。従って、ノードが到達可能になるまでにかかる時間を最短にするために、RIP計測値を増分するための時間は小さいのが好ましい。計測値を増分するためにAPが使用してもよい最短時間をタイミングが判定してもよいように、RIP計測値は30秒～1分毎に送出されてもよい。

10

20

30

40

50

【0032】

更に、e b r i d g eがA P 2に切り替える時にA P 1の計測値が既に0より大きい場合、A P 1がアドバタイズを即座に停止してもよいため、登録後の第1の期間はより重要である。しかし、計測値を増分するための第1の時間(first window)のみを短くし、残りの時間(計測値1と14との間で増分するための)を長くするのは好ましくないであろう。これは、A PのW A Nがその時間中に動作不可能になるか又はメッセージがドロップされる可能性があるからである。更に、全てのウィンドウが短い場合、例えば、A Pが14分で自身のコストを0～14に増分する場合、その後、A PのW A Nが15分間動作不可能であり且つe b r i d g eが切り替えられる場合、最大8時間の間衝突が存在する。

【0033】

従って、例示的な一実施形態において、A Pが自身のR I P計測値を増分する頻度は、計測値が登録期間中の初期段階により速い速度で増分され且つ期間中の後半ではより遅い速度で増分されるように、その登録期間にわたり変動してもよい。そのために、登録期間は複数の時間間隔に分割されてもよく、各間隔には各継続時間及び逐次的(successively)に増加する計測値が割り当てられる。例示的な一実施形態において、例えば、A Pである第2のノードに登録される、例えば、e b r i d g eである第1のノードの所定の最大登録時間に対応する期間は、複数の第1の時間間隔n及び複数の第2の時間間隔x、合計でz個の時間間隔に分割されてもよい。第1の時間間隔nは、それぞれ所定の継続時間を有してもよく、第2の時間間隔xは、第1の時間間隔nの所定の継続時間よりも長い継続時間をそれぞれ有してもよい。

【0034】

例示的な一実施形態において、第2の時間間隔xは、((分単位の所定の最大登録時間) - (n×分単位の所定の時間間隔)) / (z - n)により決められる同等の継続時間をそれぞれ有してもよい。以下の表1は、各々が1分のn=6個の時間間隔の間、R I P計測値が相対的に迅速に増分される方法、また、残りのネットワーク登録期間、すなわち、474分(480分 - 6分)を同等の時間、すなわち、52.7分(474分 / 9)に均等に分割する15-n(すなわち、9)個のより長い期間が後続する一例を示す。

登録時間(分)	計測値
0～1	0
1～2	1
2～3	2
3～4	3
4～5	4
5～6	5
6～58.7	6
58.7～111.3	7
111.3～164	8
164～216.7	9
216.7～269.3	10
269.3～322	11
322～374.7	12
374.7～427.3	13
427.3～480	14

表1

【0035】

ここに示されるように、第1の時間間隔及び第2の時間間隔の各々には、所定のノードから別のノードまでのパス、例えば、A Pとe b r i d g eとの間のパスと関連付けられるコストに対応する計測値が割り当てられてもよい。登録時間が経過するのに伴い、計測値は時間間隔の各々の間に増加してもよい。各時間間隔の間、所定のノードはその間隔と関連付けられる計測値を含む1つ以上のメッセージを送出してもよい。

【0036】

図2は、上述の例示的な実施形態を実現する処理を示すフローチャートである。この処

10

20

30

40

50

理は、ノードが A P に登録された時又は再登録された時にトリガされてもよい。この処理は A P で実行されてもよく、処理のステップを実行するのに必要なソフトウェア及びノーブルウェアは、例えば、フラッシュメモリである A P の適切なコンピュータ可読媒体（不図示）に永続的に格納されてもよい。この処理は、ルーティングプロキシとして動作する能力を有するエンドポイントノードを含むネットワーク中の任意の他のノードにより実行されてもよい。処理の最初のいくつかのステップにおいて、種々の値が確立され、パラメータが初期化されてもよい。ステップ 200 において、時間間隔の合計数に対する値 z が取得される。後続する各間隔が次のルーティング計測値と関連付けられてもよい。上述の例において、 z は許容される計測値の合計数、すなわち、15 に等しい。ステップ 202 において、短い時間間隔の数 n に対する値が取得される。この値は、6 等の A P で格納される所定の数であってもよく、あるいは処理が実行される度に任意の所望の基準に基づいて計算されてもよい。10

【0037】

ステップ 204 において、初期のより短い間隔の各々の長さ T_1 が設定される。上述の例において、この継続時間は 1 分に設定されるが、例えば、ノードによる逐次的な登録の間の期間である可能性が高い相対的な伝播遅延であるネットワーク動作条件に基づく任意の適切な値であってもよい。ステップ 206 において、より長い間隔の各々の継続時間 T_2 は上述の式を使用して計算される。

【0038】

ステップ 208 において、ルーティング計測値は最初に 0 に設定され、ステップ 210 において、現在の間隔の長さ INT、この場合は初期の間隔が T_1 に等しくなるように設定される。ステップ 200 ~ 210 により処理の初期化が完了し、ルーティング計測値のアドバタイズを開始する準備が整う。20

【0039】

ステップ 212 において、タイマ、すなわち、カウンタ C がゼロに再設定され、以降の時間のカウントを開始する。ステップ 214 において、A P はノードまでのパスに対する現在のルーティング計測値 M をアドバタイズし、ステップ 216 において、タイマ C が INT に対する値になったかをチェックする。従って、第 1 の間隔中、上述の例において 1 分が経過したか否かの判定が行なわれる。現在の間隔の継続時間全体がまだ経過していない場合、ステップ 214 に戻り、定期的にスケジュールされた時間にノードまでのパスに対するルーティング計測値をアドバタイズし続ける。例えば、上述したように、アドバタイズメントは、ステップ 214 のサブルーチン内で実行するルーティング更新タイマに基づいて 30 秒毎に同報通信されてもよい。30

【0040】

現在の間隔に対する時間が経過すると、ステップ 216 におけるチェックは肯定的な結果を生成し、ステップ 218 に進み、計測値 M は増分される。ステップ 220 において、M に対する新しい値が n に等しいか否かの判定が行なわれる。換言すると、A P へのノードの登録以降に n 個の間隔が経過したかを確認するためのチェックが行なわれる。経過していない場合、ステップ 212 に戻り、A P はルーティング計測値 M の新しい値を有するノードまでのパスをアドバタイズするために新しい間隔を開始する。ステップ 212 ~ 220 は、 n 個のアドバタイズ間隔が経過するまで繰り返される。40

【0041】

n 個の間隔が経過したことを示す肯定的な結果がステップ 220 で取得される場合、ステップ 222 に進む。このステップにおいて、間隔の継続時間 INT は値 T_1 から T_2 に変更される。その後、ステップ 224 ~ 232 は、各間隔に対して増加したルーティング計測値を有するノードまでのパスをアドバタイズし続けるために実行される。しかし、この場合、間隔はより長い継続時間を有する。ルーティング計測値 M が z に等しいこと、すなわち、登録期間中の最後の間隔が完了したことがステップ 232 において判定されるまで、この処理は繰り返されて継続する。この時点において、ステップ 234 に進み、対応するノードまでのパスを無効にする。その後、処理は戻り、ノードによる新しい登録を待50

つ。

【0042】

表1及び図2の例において、階段関数は、ルーティング計測値の各増分値に対する間隔の長さを判定するために使用される。図3Aを参照すると、間隔の長さは、n個の間隔に対しては第1の所定の値T1に設定され、登録期間中の残りのz-n個の間隔に対しては第2の値T2に増加する。この例は所望の結果を達成するための唯一の可能な実現例ではないことが理解されるであろう。一般に、登録期間の開始と終了との間の間隔の継続時間の単調な増加をもたらす任意の関数がこの目的で使用されてもよい。例えば、間隔の長さを判定する関数において2つ以上のステップが採用されてもよい。例えば、最初のいくつかの間隔が短い継続時間を有し、第2のグループの間隔の各々が僅かに長い継続時間を有し、最後のグループの間隔が更に長い継続時間を有する。

10

【0043】

別の実施形態において、間隔の長さは、登録期間に及ぶ一連の時間間隔にわたり漸進的に増加してもよい。例えば、後続する各間隔は、その先行する間隔よりある程度長くてもよい。本実施形態の一変形例において、図3Bに示すように間隔の長さは非線形的に増加してもよい。例えば、非線形性が放物線関数に対応する場合、現在の間隔の継続時間INTは、Mが0以外の場合に $INT = aM^2$ として計算される。式中、aは第1の間隔の継続時間であり、全ての間隔の合計が登録期間の長さと等しくなるように計算される。本実施形態の別の実現例において、後続する間隔の継続時間は、フィボナッチ数列に対応してもよい。更に別の実施形態において、計算された時間間隔は、2つのノード間のパスコストに基づいてもよい。更なる一実施形態において、時間間隔は、ノードによる別のルートへの切り替えの頻度に基づいてもよい。例えば、間隔の長さは、ネットワーク条件に基づいて単調に増加してもよい。

20

【0044】

要約すると、RIP計測値は、登録期間全体にわたる相対的に長い更新間隔と関連する問題を最小限にしつつ、登録期間の開始時の相対的に短い更新間隔から利益を得るためにノードまでのパスのAPのアドバタイズメント中に変動する速度で増分されてもよい。他のノードは、2つ以上のノードが所望のノードまでのパスをアドバタイズする場合に所望のノードに接続する際に介する最適なAPを選択するために、これらのアドバタイズされた計測値を利用できる。アドバタイズメントの最小のRIP計測値を有するAPを選択することにより、所望のノードの最新の登録を有するAPが選択される可能性がより高い。

30

【0045】

同様に、2つ以上のノードが静的IPアドレスを有する所定のエンドポイントまでのパスを同時にアドバタイズしている場合、それらのノードはそのエンドポイントに対する最小のRIP計測値を含むアドバタイズメントを判定するために互いのアドバタイズメントを監視できる。最小のRIP計測値を有するノード以外の全てのノードは、自身のアドバタイズメントを終了し、それにより旧登録によるネットワークトラフィックを減少できる。従って、ユーティリティネットワークにおけるDA装置等の複数のAPを含むネットワークにおける静的IPアドレスを有する装置と関連する登録の曖昧さは回避される。

40

【0046】

上記説明は、当業者が本発明で説明したシステム及び方法を作成し且つ使用することを可能にするために提示され、特定の応用例及びその要求に関連して提供される。実施形態に対する種々の変形は、当業者には容易に明らかとなり、本発明で規定される一般的な原理は、請求の範囲の趣旨の範囲を逸脱せずに他の実施形態及び応用例に適用されてもよい。従って、示される実施形態に限定する意図はなく、本発明で開示される原理及び特徴と整合性のある最大範囲が与えられる。

【図1】

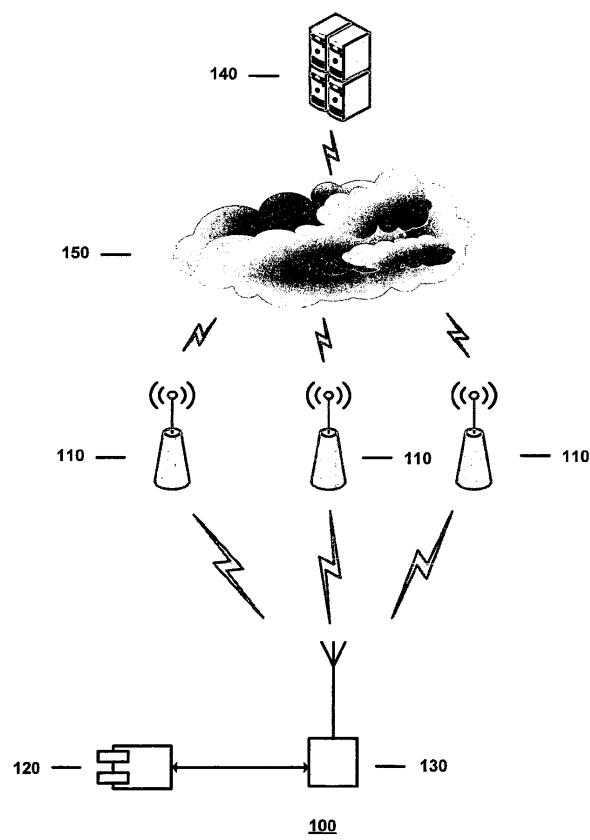


Fig. 1

【図2】

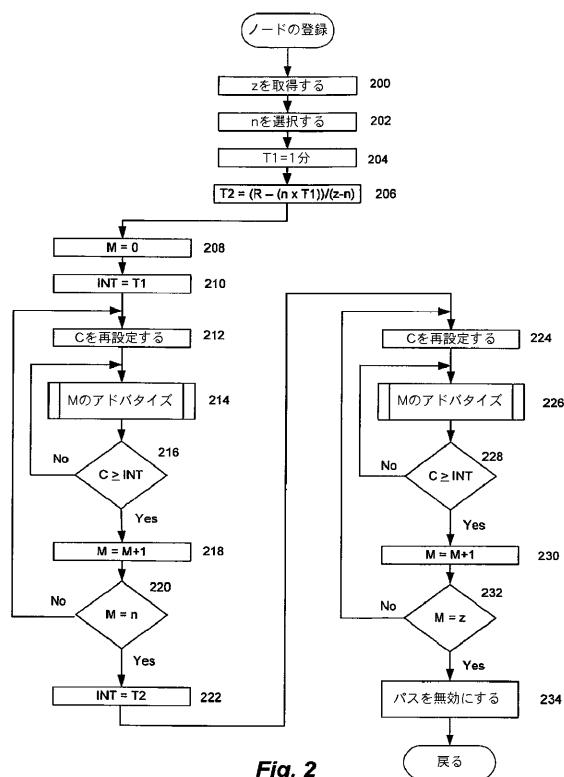


Fig. 2

【図3A】

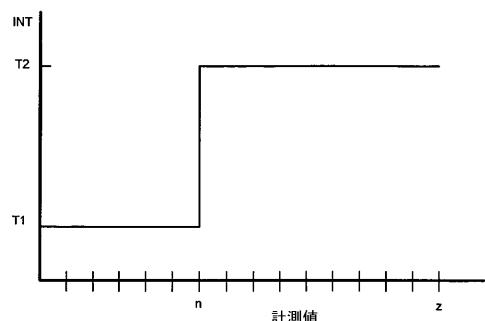


Fig. 3A

【図3B】

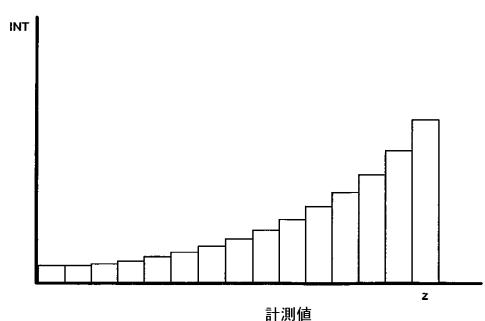


Fig. 3B

フロントページの続き

(74)代理人 100116894
弁理士 木村 秀二

(74)代理人 100130409
弁理士 下山 治

(72)発明者 ヒューズ, スターリング
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94114, サンフランシスコ, ウラヌス テラス 3
4

(72)発明者 ヴァン グルーネン, ヤナ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94063, レッドウッド シティ, ブロードウェイ
ストリート 555, シルバー スプリング ネットワークス インコーポレイテッド内

(72)発明者 ラティ, ブラシャント
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043, マウンテン ヴュー, ノース ウィスマン
ロード 100, #213

審査官 田部井 和彦

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0192506(US, A1)
米国特許出願公開第2008/0144587(US, A1)
米国特許第06097718(US, A)
特開2004-349779(JP, A)
C. Hedrick, Routing Information Protocol, Network Working Group Request for Comments:
1058, 1988年 6月, URL, <http://www.ietf.org/rfc/rfc1058>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
H04L 12/00