

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6651463号
(P6651463)

(45) 発行日 令和2年2月19日 (2020.2.19)

(24) 登録日 令和2年1月24日 (2020.1.24)

(51) Int. Cl.

F I

H04L 12/70 (2013.01)

H04L 12/70 100Z

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-567009 (P2016-567009)
 (86) (22) 出願日 平成27年4月10日 (2015.4.10)
 (65) 公表番号 特表2017-515420 (P2017-515420A)
 (43) 公表日 平成29年6月8日 (2017.6.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/025381
 (87) 国際公開番号 WO2015/171260
 (87) 国際公開日 平成27年11月12日 (2015.11.12)
 審査請求日 平成30年3月19日 (2018.3.19)
 (31) 優先権主張番号 14/272,728
 (32) 優先日 平成26年5月8日 (2014.5.8)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(73) 特許権者 314015767
 マイクロソフト テクノロジー ライセン
 シング、エルエルシー
 アメリカ合衆国 ワシントン州 9805
 2 レッドモンド ワン マイクロソフト
 ウェイ
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 細粒度ネットワークモニタリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理装置により実行される方法であって、

前記処理装置が、第1のパケットを第2のパケットにカプセル化して、第1のデータパケットを形成するステップと、

前記処理装置が、送信先ノードに前記第1のデータパケットを送信するステップであって、前記第1のデータパケットは、前記第1のデータパケットがルーティングされる特定のノードの情報を含み、前記第1のデータパケットを送信することは、前記第2のパケットのパケットヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記特定のノードに前記第1のデータパケットを送信することを含む、ステップと、

前記処理装置が、前記第1のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記特定のノードの健全性状態を判定するステップであって、前記特定のノードの健全性状態は、前記第1のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、ステップと、

前記第1のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、前記予め定められた時間期間内に受信されなかった場合、

前記処理装置が、第3のパケットを第4のパケットにカプセル化して、第2のデータパケットを形成するステップと、

前記処理装置が、前記送信先ノードに前記第2のデータパケットを送信するステップであって、前記第2のデータパケットは、前記第2のデータパケットがルーティングされ

10

20

る、前記特定のノードに隣接する他のノードの情報を含み、前記第2のデータパケットを送信することは、前記第4の packets の packets ヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記他のノードに前記第2のデータパケットを送信することを含む、ステップと、

前記処理装置が、前記第2のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記他のノードの健全性状態を判定するステップであって、前記他のノードの健全性状態は、前記第2のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、ステップと、
を含む方法。

【請求項2】

前記第1の packets を前記第2の packets にカプセル化することは、前記第2の packets の packets ヘッダ内に前記特定のノードのアドレス情報を含めることを含む、請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記特定のノードのアドレス情報は、前記特定のノードのグローバルアドレス又はローカルアドレスを含み、前記グローバルアドレスは、前記特定のノード及び前記送信先ノードを含むネットワーク内でルーティング可能なアドレスに対応し、前記ローカルアドレスは、前記特定のノードの1以上の近傍ノードによって到達可能なアドレスに対応する、請求項2記載の方法。

【請求項4】

前記特定のノードの前記情報は、前記特定のノードに前記第1のデータパケットを送信するノードから前記第1のデータパケットが伝送されるホップの数を含む、請求項1乃至3いずれか一項記載の方法。

【請求項5】

前記第1のデータパケットを送信した前記結果が、予め定められた時間閾値内での前記送信先ノードにおける前記第1のデータパケットの受信の成功に該当する場合、前記処理装置が、前記特定のノードが機能していると判定するステップ

をさらに含む、請求項1乃至4いずれか一項記載の方法。

【請求項6】

プロセッサに、

第1の packets を第2の packets にカプセル化して、第1のデータパケットを形成する動作と、

送信先ノードに前記第1のデータパケットを送信する動作であって、前記第1のデータパケットは、前記第1のデータパケットがルーティングされる特定のノードの情報を含み、前記第1のデータパケットを送信することは、前記第2の packets の packets ヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記特定のノードに前記第1のデータパケットを送信することを含む、動作と、

前記第1のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記特定のノードの健全性状態を判定する動作であって、前記特定のノードの健全性状態は、前記第1のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、動作と、

前記第1のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、前記予め定められた時間期間内に受信されなかった場合、

第3の packets を第4の packets にカプセル化して、第2のデータパケットを形成する動作と、

前記送信先ノードに前記第2のデータパケットを送信する動作であって、前記第2のデータパケットは、前記第2のデータパケットがルーティングされる、前記特定のノードに隣接する他のノードの情報を含み、前記第2のデータパケットを送信することは、前記第4の packets の packets ヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記他のノードに前記第2のデータパケットを送信することを含む、動作と、

10

20

30

40

50

前記第2のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記他のノードの健全性状態を判定する動作であって、前記他のノードの健全性状態は、前記第2のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、動作と、
を含む複数の動作を実行させるプログラム。

【請求項7】

前記第1のパケットを前記第2のパケットにカプセル化することは、前記第2のパケットのパケットヘッダ内に前記特定のノードのアドレス情報を含めることを含む、請求項6記載のプログラム。

【請求項8】

前記第1のデータパケットは、前記第1のデータパケットの生成元である送信元ノードと同じノードを送信先とする、請求項6又は7記載のプログラム。

【請求項9】

前記複数の動作は、

前記第1のデータパケットを送信した前記結果が、予め定められた時間閾値内での前記送信先ノードにおける前記第1のデータパケットの受信の成功に該当する場合、前記特定のノードが機能していると判定する動作

をさらに含む、請求項8記載のプログラム。

【請求項10】

プロセッサと、

実行可能な命令を記憶しているメモリであって、前記命令が、前記プロセッサにより実行されたときに、前記命令は、前記プロセッサに、

第2のデータパケット内に第1のデータパケットを含める動作であって、前記第2のデータパケットのパケットヘッダは、動作状態が判定されるべき特定のノードに関連付けられた情報を含み、前記第1のデータパケットのパケットヘッダは、前記特定のノードの前記動作状態を判定する送信先ノードに関連付けられた情報を含む、動作と、

前記第2のデータパケットを送信する動作であって、前記第2のデータパケットを送信することは、前記第2のデータパケットのパケットヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記特定のノードに前記第2のデータパケットを送信することを含む、動作と、

前記送信先ノードから、前記第2のデータパケットのルーティング結果を示す通知メッセージを受信する動作と、

前記第2のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記特定のノードの健全性状態を判定する動作であって、前記特定のノードの健全性状態は、前記第2のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、動作と、

前記第2のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、前記予め定められた時間期間内に受信されなかった場合、

第4のデータパケット内に第3のデータパケットを含める動作であって、前記第4のデータパケットのパケットヘッダは、動作状態が判定されるべき、前記特定のノードに隣接する他のノードに関連付けられた情報を含み、前記第3のデータパケットのパケットヘッダは、前記他のノードの前記動作状態を判定する前記送信先ノードに関連付けられた情報を含む、動作と、

前記第4のデータパケットを送信する動作であって、前記第4のデータパケットを送信することは、前記第4のデータパケットのパケットヘッダ内に含められた送信先アドレス情報に従って、前記他のノードに前記第4のデータパケットを送信することを含む、動作と、

前記送信先ノードから、前記第4のデータパケットのルーティング結果を示す通知メッセージを受信する動作と、

前記第4のデータパケットを送信した結果に少なくとも部分的に基づいて、前記他

10

20

30

40

50

のノードの健全性状態を判定する動作であって、前記他のノードの健全性状態は、前記第4のデータパケットの送信についてのルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信されたかどうかに基づいて判定される、動作と、

を含む複数の動作を実行させる、メモリと、
を備えたシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

データセンターネットワークは、莫大な数のデバイスを相互接続し、ネットワーク内において1つのデバイスから別のデバイスへのデータ伝送を可能にしている。信頼できるデータ伝送を提供するために、データセンターネットワークのトポロジは、通常、データ伝送のために、ネットワーク内の2つのデバイス間で複数のパスを可能にするよう設計される。複数のパスの設計は、障害及びトラフィック輻輳の際に性能のなだらかな低下を提供し得るが、この設計はまた、ネットワーク内の障害が発生したデバイス若しくは正常でないデバイス、又はネットワーク内のデバイス間の障害が発生した接続リンク若しくは正常でない接続リンクを特定する難しさを増大させ得る。

【発明の概要】

【0002】

この概要は、発明を実施するための形態において以下でさらに説明される、細粒度ネットワークモニタリングの簡略化されたコンセプトを提供する。この概要は、特許請求される主題の必要不可欠な特徴を特定することを意図するものではないし、特許請求される主題の範囲を限定するよう使用されることを意図するものでもない。

【0003】

本出願において、細粒度ネットワークモニタリングの例示的な実施形態が説明される。一実施形態において、送信元ノードは、動作状態又は健全性状態が解析されるべき1以上の特定のノード又は接続リンクを決定又は選択する。1以上の特定のノード又は接続リンクを決定すると、送信元ノードは、1以上の特定のノード又は接続リンクに対応するデータパケットを反復的にカプセル化又はラップして、テストデータパケットを形成することができる。一実施形態において、送信元ノードは、テストデータパケットが1以上の特定のノード又は接続リンクを介してルーティングされることを可能にする情報を、1以上の特定のノード又は接続リンクに対応するデータパケットのパケットヘッダ内に挿入する又は含めることができる。いくつかの実施形態において、テストデータパケットを形成した後、送信元ノードは、ネットワーク（例えば、データセンターネットワーク）にテストデータパケットを送出することができる。送信元ノード、又はテストデータパケットを受信する送信先ノードは、テストデータパケットが予め定められた基準に従って受信されたかどうか少なくとも部分的に基づいて、1以上の特定のノード又は接続リンクの動作状態又は健全性状態を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0004】

詳細な説明が、添付の図面を参照する形で記載される。図面において、参照符号の最も左の数字（群）は、その参照符号が最初に現れる図を識別するものである。異なる図における同じ参照符号の使用は、類似アイテム又は同一アイテムを示す。

【図1】細粒度ネットワークモニタリングシステムの例示的な環境を示す図。

【図2】図1に示される例示的な細粒度ネットワークモニタリングシステムのデバイスの例を示す図。

【図3A】ネットワーク内でテストデータパケットをルーティングするための例示的なフレームワークを示す図。

【図3B】ネットワーク内でテストデータパケットをルーティングするための例示的なフレームワークを示す図。

【図4】細粒度ネットワークモニタリングの例示的な方法を示す図。

【図5】図1に示される例示的な細粒度ネットワークモニタリングシステムのデバイスの例示的なユーザインタフェースを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0005】

ネットワークモニタリング、及び、障害が発生したデバイス及び接続リンクの特定のための多くのアルゴリズムが提案されている。しかしながら、そのようなアルゴリズムは、ネットワークモニタリング中に、ネットワーク内に大量のさらなるトラフィックをもたらすことがあるだけでなく、障害が発生したデバイス又は接続リンク（例えば、適切に機能していない且つノ又は過負荷を受けているデバイス又は接続リンク）を効率的且つ正確に特定することができないこともある。

10

【0006】

本開示において、データセンターネットワーク等のデータネットワーク又は通信ネットワークにおいて使用可能なネットワークモニタリングシステムが説明される。ネットワークモニタリングシステムは、動作状態又は健全性状態が解析又は調査されるべきノード又はリンクを決定又は選択し、ノード又はリンクの動作状態又は健全性状態を判定するために、ノード又はリンクを介してルーティング又伝送されるよう構成されるデータパケット（例えば、テストデータパケット）を作成する。一実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、トンネリングカプセル化を用いて、複数のレイヤ又はレベルのデータパケットを含むテストデータパケットを作成又は生成することができる。ここで、少なくとも1つのレイヤ又はレベルのデータパケットは、解析されるべき特定のノード又はリンクを介して伝送されるよう構成される。ネットワークモニタリングシステムは、テストデータパケットのルーティング結果に基づいて、解析されるべきノード又はリンクの動作状態又は健全性状態を判定することができ、解析結果を、その後の解析及び保守のために、例えばネットワークのネットワークアドミニストレータ又はオペレータといった関連する人物にレポートすることができる。

20

【0007】

一実施形態において、ノード又はリンクの動作状態又は健全性状態は、ノード又はリンクが適切に又は意図されるように機能しているかどうか、ノード又はリンクが過負荷を受けているかどうか、ノード又はリンクが故障しているかどうか等を含み得るが、これらに限定されるものではない。いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、ノード又はパスを、ランダムに又は戦略的に選択することができる（例えば、特定の選択アルゴリズムに基づいて等）。追加的又は代替的に、ネットワークモニタリングシステムは、2以上のノード及びノ又はリンクを決定又は選択して、1つのモニタリングプローブ又は複数のモニタリングプローブにおいてそれぞれの動作状態又は健全性状態を解析してもよい。

30

【0008】

動作状態又は健全性状態が解析又は調査されるべきノード又はリンクを決定又は選択した後、ネットワークモニタリングシステムは、そのノード又はリンクにデータパケットをルーティングするための方策を決定又は選択することができる。一実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、第1のデータパケット及び第2のデータパケットを作成し、第1のデータパケット内に第2のデータパケットをラップして又は含めて、テストデータパケットを生成又は作成することができる。一例において、ネットワークモニタリングシステムは、トンネリングカプセル化を用いて、テストデータパケットを生成又は作成することができる。ネットワークモニタリングシステムは、第1のデータパケットが、選択されたノード又はパスを介して伝送又はルーティングされるようにするための1以上の属性を、第1のデータパケットのパケットヘッダ内に設定することができる。限定ではなく例として、ネットワークモニタリングシステムは、第1のデータパケットのパケットヘッダ内の送信先アドレスを、選択されたノード又はリンクに関連付けられたアドレスに設定することができる。一実施形態において、選択されたノード又はリンクに関連付けられたアドレスは、例えば、ネットワーク内でルーティング可能なアドレスに対応するグ

40

50

ローカルアドレス、例えば、選択されたノード又はリンクに隣接する 1 以上のノードによってのみルーティング可能な又は到達可能なアドレスに対応するローカルアドレスを含み得る。

【0009】

追加的又は代替的に、いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、選択されたノード又はリンクへのパスを反映又は規定するために使用され得る 1 以上の他の属性を、第 1 のデータパケットのパケットヘッダ内に設定することができる。例えば、ネットワークモニタリングシステムは、選択されたノード又はリンクへのパスを反映又は規定するために、ホップカウント（すなわち、ホップの数）又はホップ制限（すなわち、データパケットが破棄又はドロップされる前にこのデータパケットが移動することが許容されるホップの最大数）の属性値を、第 1 のデータパケットのパケットヘッダ内に設定することができる。

10

【0010】

このモニタリングプロブにおいて、2 以上のノード又はリンクが解析されるべきである場合、ネットワークモニタリングシステムは、データパケットを反復的にラップ又はカプセル化して、テストデータパケットを生成又は作成することができる。ここで、それぞれのパケットヘッダ内の 1 以上の属性は、解析されるべき対応するノード又はリンクを規定するために設定される。

【0011】

テストデータパケットを生成すると、ネットワークモニタリングシステムは、1 以上の他のデータパケットを含むテストデータパケットを、ネットワークに送信することができる。一実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、テストデータパケットの送信元又は生成元であるノードと同じであることもあれば異なることもある送信先ノードに、テストデータパケットを送信することができる。一例において、ネットワークモニタリングシステムが存在するノードにテストデータパケットを返送することは、ネットワークモニタリングシステムが、テストデータパケットが受信される別のノードに対してテストデータパケットのルーティング結果を要求してそのルーティング結果を待つことから解放させる。

20

【0012】

一実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、1 以上の予め定められた基準に基づいて、選択されたノード又はリンクの動作状態又は健全性状態を判定することができる。1 以上の予め定められた基準は、データパケットが送信先ノードにおいて成功裡に受信されたかどうか、データパケットが予め定められた時間期間内に送信先ノードにおいて受信されたかどうか等を含み得るが、これらに限定されるものではない。

30

【0013】

データパケットが、1 以上の予め定められた基準を満たしている場合、ネットワークモニタリングシステムは、選択されたノード又はリンクが、適切に又は期待通りに機能していると判定することができる。データパケットが、1 以上の予め定められた基準を満たしていない場合、ネットワークモニタリングシステムは、選択されたノード又はリンクが、障害及び/又は過負荷の影響を受けていると判定することができる。いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、選択されたノード又はリンクが障害又は過負荷を受けているかどうかを判定するために、さらなる解析を実行することができる。

40

【0014】

説明しているシステムは、適切に機能しているかどうかを判定する特定のノード又はリンクを選択又は決定し、それにより、データセンターネットワーク等のネットワーク内の 1 以上のノードの細粒度モニタリングを可能にする。説明しているシステムは、さらなる解析及び/又はその後の保守のために、ノード又はリンクの動作状態を、ネットワークアドミニストレータ又はオペレータにレポートすることができる。

【0015】

50

本明細書に記載の例において、ネットワークモニタリングシステムは、解析するノード又はリンクを決定し、第2のデータパケット内に第1のデータパケットをカプセル化し、第2のデータパケットを送出し、第1のデータパケットが1以上の予め定められた基準に従って受信されたかどうかに基づいて、ノード又はリンクの動作状態を判定する。しかしながら、他の実施形態において、これらの機能は、同じ位置又は異なる位置に配置された1以上のサービスにより実行されてもよい。例えば、少なくとも1つの実施形態において、選択サービスが、どのノード又はリンクが調査されるべきであるかを選択するのに対し、準備サービスが、送信されるカプセル化されたパケットを含むデータパケットを準備してもよい。送信サービスが、送信先ノードにデータパケットを送出してよく、判定サービスが、1以上の予め定められた基準に基づいて、選択されたノード又はリンクの動作状態又は健全性状態を判定してもよい。

10

【0016】

さらに、本明細書に記載の例において、ネットワークモニタリングシステムは、1つのデバイスにインストールされるソフトウェア及び/又は設けられるハードウェアとして、又は、サービスとして実装され得るが、他の実施形態において、ネットワークモニタリングシステムは、ネットワーク上の、且つ/又は分散コンピューティングアーキテクチャ若しくはクラウドコンピューティングアーキテクチャにおいて分散される、1以上のサーバに設けられる複数のデバイス及び/又はサービスにより実装されてもよい。

【0017】

本出願では、複数の多様な実装形態及び実施形態が説明される。以下のセクションでは、様々な実装形態を実施するために使用され得るフレームワークの例示的な例が説明される。次いで、本出願では、ネットワークモニタリングシステムを実装するための例示的なシステム、デバイス、及びプロセスが説明される。

20

【0018】

例示的なフレームワーク

図1は、ネットワークモニタリングシステム102を実装するために使用可能な例示的なフレームワーク100を示している。この例において、ネットワークモニタリングシステム102は、複数のデバイス104-1、104-2、...、104-N（これらは集合的にデバイス104と呼ばれる）のうちの1つのデバイスに含められるものとして説明される。しかしながら、他の例において、ネットワークモニタリングシステムは、デバイス104から独立した又はデバイス104とは別個のエンティティであってもよい。例えば、ネットワークモニタリングシステム102は、互いと且つ/又はネットワーク108を介してデバイス104とデータを通信することができる1以上のサーバ106に含められてもよいし、且つ/又は、そのような1以上のサーバ106の間で分散されてもよい。追加的又は代替的に、いくつかの例において、ネットワークモニタリングシステム102の機能は、1以上のデバイス104及び1以上のサーバ106に含められてもよいし、且つ/又は、1以上のデバイス104及び1以上のサーバ106の間で分散されてもよい。例えば、1以上のサーバ106が、ネットワークモニタリングシステム102の機能の一部を含むのに対し、1以上のデバイス104が、ネットワークモニタリングシステム102の他の機能を含んでもよい。さらに、いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステム102の機能の一部又は全ては、例えば、サーバ106及び/又はデバイス104により形成されるクラウドコンピューティングシステム又はクラウドコンピューティングアーキテクチャに含められてもよい。他の例において、1以上のサーバ106は、ネットワーク108の一部であってもよい。

30

40

【0019】

デバイス104のうちの1以上のデバイスは、多様なコンピューティングデバイスのうちの任意のコンピューティングデバイスとして実装され得る。そのようなコンピューティングデバイスは、デスクトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、ポータブルコンピュータ、ハンドヘルドデバイス、ネットブック、インターネット機器、タブレットコンピュータ、スレートコンピュータ、モバイルデバイス（例えば、携帯電話機、携帯情報

50

端末、スマートフォン等)等、又はこれらの組合せを含むが、これらに限定されるものではない。

【0020】

ネットワーク108は、無線ネットワーク、有線ネットワーク、又はこれらの組合せであり得る。ネットワーク108は、互いに相互接続された個々のネットワークの集合であり得、1つの大型ネットワーク(例えば、インターネット又はイントラネット)として機能し得る。そのような個々のネットワークの例は、電話網、ケーブル網、ローカルエリアネットワーク(LAN)、ワイドエリアネットワーク(WAN)、及びメトロポリタンエリアネットワーク(MAN)を含むが、これらに限定されるものではない。さらに、個々のネットワークは、無線ネットワーク、有線ネットワーク、又はこれらの組合せであり得る。有線ネットワークは、電気キャリア接続(例えば、通信ケーブル等)及び/又は光キャリア接続(例えば、光ファイバ接続等)を含み得る。無線ネットワークは、例えば、Wi-Fi(登録商標)ネットワーク、他の無線周波数ネットワーク(例えば、Bluetooth(登録商標)、Zigbee(登録商標)等)等を含み得る。一実施形態において、ネットワーク108は、データセンターネットワークを含み得る。

【0021】

さらに、一例において、ネットワーク108は、複数のノード110及び複数の接続リンク112を含み得る。複数のノード110は、スイッチ(例えば、コモディティスイッチ(commodity switch)等)、ルータ、ハブ等といったスイッチングコンポーネント又はルーティングコンポーネントを含み得る。いくつかの実施形態において、複数のノード110は、デバイス104等の、処理能力及び/又は記憶能力を有する1以上のデバイスをさらに含み得る。複数の接続リンク112とともに、複数のノード110は、複数のデバイス104及び1以上のサーバ106を互いに相互接続することができる。一実施形態において、複数のノード110は、ネットワーク108全体の特定のトポロジ又はネットワーク108の異なる部分における異なるトポロジを形成するように、複数の接続リンク112を介して編成され得る。例示的なトポロジは、ファット状トポロジ(fat-like topology)、リングトポロジ、スタートポロジ、バストポロジ、ハイブリッドトポロジ、又はこれらの様々な組合せを含み得るが、これらに限定されるものではない。いくつかの例において、複数のノード110は、トップオブラック(TOR)スイッチ、アグリゲートスイッチ、コアスイッチ等を含む複数のレイヤのスイッチとして編成され得る。

【0022】

一実施形態において、特定のデバイス(例えば、デバイス104-N)は、メモリ116に接続される1以上の処理装置114を含み得る。1以上の処理装置114は、例えば、マイクロプロセッサ、特定用途向け命令セットプロセッサ、物理処理装置(PPU)、中央処理装置(CPU)、グラフィックス処理装置(GPU)、デジタル信号プロセッサ等を含む1以上のハードウェアプロセッサとして実装され得る。追加的又は代替的に、本明細書に記載の機能は、1以上のハードウェアロジックコンポーネントにより少なくとも部分的に実行されてもよい。限定ではなく例として、使用可能な例示的なタイプのハードウェアロジックコンポーネントは、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、特定用途向け集積回路(ASIC)、特定用途向け標準品(ASSP)、システムオンチップシステム(SOC)、コンプレックスプログラマブルロジックデバイス(CPLD)等を含む。

【0023】

メモリ116は、1以上の処理装置114により実行される1以上のアプリケーション118(例えば、ネットワークモニタリングアプリケーション等)及び他のプログラムデータ120を含み得る又は記憶し得る。メモリ116は、ネットワークサーバ、ルータ、及び/又はサーバ106等の他のデバイスに接続され得る、そのような他のデバイスに関連付けられ得る、且つ/又は、そのような他のデバイスによってアクセス可能であり得る。

【0024】

10

20

30

40

50

メモリ 116 は、ランダムアクセスメモリ (RAM) 等の揮発性メモリ及び / 又は読み取り専用メモリ (ROM) やフラッシュ RAM 等の不揮発性メモリを含み得る。メモリ 116 は、コンピュータ読み取り可能な媒体の例である。コンピュータ読み取り可能な媒体は、少なくとも 2 つのタイプのコンピュータ読み取り可能な媒体、すなわち、コンピュータ記憶媒体及び通信媒体を含む。

【0025】

コンピュータ記憶媒体は、コンピュータ読み取り可能な命令、データ構造、プログラムモジュール、又は他のデータ等の情報の記憶のために任意の方法又は技術により実装された揮発性媒体及び不揮発性媒体、着脱可能な媒体及び着脱不可能な媒体を含む。コンピュータ記憶媒体は、相変化メモリ (PRAM)、スタティック RAM (SRAM)、ダイナミック RAM (DRAM)、他のタイプの RAM、ROM、電氣的に消去可能なプログラム可能な ROM (EEPROM)、フラッシュメモリ、若しくは他のメモリ技術、コンパクトディスク読み取り専用メモリ (CD-ROM)、デジタル多用途ディスク (DVD)、若しくは他の光ストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ、若しくは他の磁気記憶デバイス、又は、コンピューティングデバイスによりアクセスされる情報を記憶するために使用することができる任意の他の非伝送媒体を含むが、これらに限定されるものではない。

【0026】

反対に、通信媒体は、搬送波や他の伝送メカニズム等の変調されたデータ信号内に、コンピュータ読み取り可能な命令、データ構造、プログラムモジュール、又は他のデータを具現化することができる。本明細書で定義されるように、コンピュータ記憶媒体は、通信媒体を含まない。

【0027】

ユーザ 122 は、デバイス 104 のアプリケーション 118 (例えば、ネットワークモニタリングアプリケーション、ブラウザアプリケーション等) を使用して、ネットワーク 108 内のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 の動作状態又は健全性状態をモニタリングすることができる。一実施形態において、ネットワークモニタリングアプリケーションは、ネットワークモニタリングシステム 102 により提供されるアプリケーションであり得る。いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングアプリケーションは、ネットワークモニタリングシステム 102 と通信して、ネットワークモニタリングを実行するためにネットワークモニタリングシステム 102 と協働することができる独立したアプリケーションであり得る。ネットワークモニタリングアプリケーションは、ネットワーク 108 のトポロジに関連付けられた情報を、マップ及び / 又はリストの形態で提供することができる、解析する特定のノード 110 及び / 又は特定の接続リンク 112 をユーザ 122 が選択することを可能にし得る。ノード 110 及び / 又は接続リンク 112 の選択のインジケーションを受信した後、ネットワークモニタリングシステム 102 は、プローブ (例えば、テストデータパケット等) を作成して、選択されたノード 110 及び / 又は接続リンク 112 の動作状態又は健全性状態を判定し、例えば、デバイス 104 のディスプレイ 124 を介して、解析の結果をユーザ 122 に返す。

【0028】

例示的なネットワークモニタリングシステム

図 2 は、例示的なネットワークモニタリングシステム 102 をより詳細に示している。この例において、例示的なネットワークモニタリングシステム 102 は、デバイス 104 に含められるものとして又はデバイス 104 の一部として説明される。上述したように、デバイス 104 は、1 以上の処理装置 114 及びメモリ 116 を含み得るが、これらに限定されるものではない。さらに、デバイス 104 は、1 以上のアプリケーション 118 をさらに含み得る。いくつかの実施形態において、デバイス 104 は、ネットワークインタフェース 202 及び入力 / 出力インタフェース 204 をさらに含み得る。1 以上の処理装置 114 は、ネットワークインタフェース 202 から受信された命令、入力 / 出力インタフェース 204 から受信された命令、及び / 又はメモリ 116 に記憶されている命令を

10

20

30

40

50

実行するよう構成されている。一実施形態において、デバイス 104 は、ディスプレイ 124 をさらに含む。ディスプレイ 124 は、タッチスクリーン、通常のスクリーン（すなわち、タッチ感知能力を有さないスクリーン）等を含み得る。

【0029】

ネットワークモニタリングシステム 102 は、プログラムモジュール 206 及びプログラムデータ 208 を含み得る。一実施形態において、ネットワークモニタリングシステム 102 は、入力モジュール 210 を含み得る。入力モジュール 210 は、ユーザ 122 からの、動作状態又は健全性状態が解析されるべきノード 110 又は接続リンク 112 に関連付けられた情報を受信することができる。例えば、ネットワークモニタリングシステム 102 の出力モジュール 212 は、デバイス 104 のディスプレイ 124 においてユーザ 122 に提示するために、複数のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 の全て又はサブセットのトポロジマップ（又は、リスト）を提供することができる。一実施形態において、出力モジュール 212 は、例えば、ネットワークモニタリングアプリケーション、ブラウザアプリケーション等の、デバイス 104 のアプリケーション 118 を介して提示するために、トポロジマップ又はリストを提供することができる。ユーザ 122 が、トポロジマップ又はリストから、ノード 110 又は接続リンク 112 を選択した後、入力モジュール 210 は、デバイス 104 又はアプリケーション 118 から、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 の情報を受信する。

【0030】

追加的又は代替的に、ネットワークモニタリングシステム 102 は、選択モジュール 214 を含んでもよい。選択モジュール 214 は、1 以上の選択アルゴリズム又は選択方法に基づいて、ノード 110 又は接続リンク 112 を自動的又は半自動的に選択することができる。例えば、選択モジュール 214 は、複数のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 から、ノード 110 及び / 又は接続リンク 112 をランダムに選択することができる。いくつかの例において、ユーザ 122 は、ネットワーク 108 の解析されるべき特定の部分を、ネットワークモニタリングシステム 102 に示すことができる。入力モジュール 210 を介してネットワーク 108 の特定の部分の情報を受信した後、選択モジュール 214 は、ネットワーク 108 の特定の部分からランダムにノード 110 及び / 又は接続リンク 112 を選択することができる。一実施形態において、選択モジュール 214 は、例えば、デバイス 104 に最も近いノード 110 又は接続リンク 112 から始まって、ユーザ 122 により示されたノード 110 又は接続リンク 112 まで、ノード 110 及び / 又は接続リンク 112 を漸進的に選択することにより、ノード 110 又は接続リンク 112 を戦略的に選択することができる。いくつかの例において、選択モジュール 214 は、ネットワーク 108 の特定の部分内の 1 以上のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 をランダムに選択することができる。一例において、ネットワークモニタリングシステム 102 は、1 つのモニタリングブローブ又は複数のモニタリングブローブに関して解析されるべき 1 以上のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 を決定又は選択することができる。追加的又は代替的に、ネットワークモニタリングシステム 102 は、実質的に同じ時間に又は異なる時間に、1 以上のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 を調査してもよい。

【0031】

解析されるべきノード 110 又は接続リンク 112 を選択すると、ネットワークモニタリングシステム 102 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 の動作状態又は健全性状態を調査するために送信されるデータパケットを準備する準備モジュール 216 を使用することができる。一実施形態において、準備モジュール 216 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 にデータパケットをルーティングするために使用可能な情報を取得することができる。限定ではなく例として、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 にデータパケットをルーティングするために使用可能な情報は、グローバルアドレス、ローカルアドレス、選択されたノード 110 に到達するためのホップの（最小）数等を含み得る。準備モジュール 216 は、複数のノード 110 及び複数の接続リンク

112に関連付けられたアドレス及び/又は識別情報を含むデータベース218から、選択されたノード110又は接続リンク112にデータパケットをルーティングするために使用可能な情報を取得することができる。さらに、いくつかの実施形態において、データベース218は、ネットワーク108のトポロジ情報、及び/又は、1以上の以前のプローブにおいて判定された、複数のノード110及び複数の接続リンク112の動作状態又は健全性状態等をさらに含み得る。

【0032】

一実施形態において、ノードのローカルアドレスは、ノードの近傍内での通信のために意図され、ノードの近傍内の1以上の近傍ノード及び/又はネットワーク108の一部又は全ての中に配置されているノードのサブセットによって(のみ)到達可能であるネットワークアドレスに対応し得る。さらに、ノードのグローバルアドレスは、ネットワーク108の内部及び/又は外部にある別のノード(例えば、デバイス104、サーバ106等)によってルーティング可能且つ/又はアクセス可能であるネットワークアドレスに対応し得る。ノードに関連付けられたホップの数又はホップカウントは、データパケットを送出するノード又はデバイス(例えば、この例ではデバイス104)からデータパケットをノード110にルーティングするのに必要とされるホップの数に対応し得る。いくつかの実施形態において、選択された接続リンク112に関連付けられた情報は、選択された接続リンク112の2つの端に対応するノードに関連付けられたアドレス情報又はルーティング情報(例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、又はこれらの組合せ等)を含み得るが、これに限定されるものではない。

【0033】

選択されたノード110又は接続リンク112にデータパケットをルーティングするために使用可能な情報を取得すると、準備モジュール216は、取得された情報に基づいて、データパケットを準備することにより、データパケットが伝送又はルーティングされるパス又はパスの一部を制御又は指定することができる。限定ではなく例として、準備モジュール216は、トンネリングプロトコルに従って、テストデータパケットを準備又は生成することができる。トンネリングプロトコルの例は、IPinIP、GRE(汎用ルーティングカプセル化)、MPLS(マルチプロトコルラベルスイッチング)等を含み得るが、これらに限定されるものではない。説明のために、IPinIPトンネリングプロトコルが、例示のために以下で使用される。しかしながら、本開示は、このIPinIPトンネリングプロトコルに限定的に解釈されるべきではなく、上述した他のトンネリングプロトコルにも適用可能である。

【0034】

一実施形態において、1つのノード110が選択された場合、準備モジュール216は、第2のデータパケット(例えば、「外側の」データパケット)のデータボディ又はペイロードに、第1のデータパケット(例えば、「内側の」データパケット)をラップして又は含めて、テストデータパケットを形成することができる。準備モジュール216は、さらに、内側のデータパケットの内側のパケットヘッダ及び外側のデータパケットの外側のパケットヘッダという2つのパケットヘッダを生成することができる。準備モジュール216は、選択されたノード110に関連付けられたルーティング情報(例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、ホップカウント等)を、外側のデータパケットの外側のパケットヘッダ内に設定する又は含めることができ、別のノード110(例えば、送信先ノード110又はデバイス104)のルーティング情報を、内側のデータパケットの内側のパケットヘッダ内に設定する又は含めることができる。ネットワーク108が使用する且つ/又はデバイス若しくはノード110が採用するプロトコル又はアドレッシング方式のタイプに応じて、パケットヘッダは、IPv6パケットヘッダ、IPv4ヘッダ等を含み得る。

【0035】

追加的又は代替的に、接続リンク112が選択された場合、準備モジュール216は、第2のデータパケットに第1のデータパケットをラップして又は含めて、テストデータパ

ケットを形成してもよい。準備モジュール 216 は、さらに、第 1 のデータパケットの第 1 のパケットヘッダ及び第 2 のデータパケットの第 2 のパケットヘッダという 2 つのパケットヘッダを生成する。準備モジュール 216 は、接続リンク 112 の第 1 の端に関連付けられたルーティング情報（例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、ホップカウント等）を、第 1 のデータパケットの第 1 のパケットヘッダ内に設定する又は含めることができ、接続リンク 112 の第 2 の端のルーティング情報を、第 2 のデータパケットの第 2 のパケットヘッダ内に設定する又は含めることができる。さらに、送信先ノード 110 が、接続リンク 112 の第 1 の端とは異なる場合、準備モジュール 216 は、第 1 のデータパケットに第 3 のデータパケットをラップして又は含めて、送信先ノード 110 又はデバイス 104 に関連付けられたルーティング情報を、第 3 のデータパケットのパケットヘッダ内に設定する又は含めることができる。

10

【0036】

いくつかの実施形態において、2 以上のノード 110 及び / 又は接続リンク 112 が選択された場合、準備モジュール 216 は、上述したように、選択されたノード 110 及び / 又は接続リンク 112 に対応するそれぞれのデータパケットを順次に反復的にラップして又は含めて、テストデータパケットを形成することができる。さらに、準備モジュール 216 は、これに応じて、それぞれのデータパケットのパケットヘッダを生成して、選択されたノード 110 及び / 又は接続リンク 112 のルーティング情報を、それらのパケットヘッダ内にそれぞれ設定する又は含めることができる。いくつかの例において、テストデータパケットの最も内側のデータパケットのパケットヘッダ内に含められたルーティング情報は、送信先ノード 110 又はデバイス 104 についてのルーティング情報に対応し得る。

20

【0037】

いくつかの実施形態において、準備モジュール 216 は、1 以上の他の属性又はパラメータを、テストデータパケットの、選択されたノード 110 及び / 又は接続リンク 112 に関連付けられた 1 以上のデータパケットのそれぞれのパケットヘッダ内に設定することができる。例えば、準備モジュール 216 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 に関連付けられたデータパケットのパケットヘッダに対して、DSCP（差別化サービスコードポイント）の値を設定して、データパケットが伝送されるパス上での、データパケットが属する優先度グループ（PG）を制御することができる。追加的又は代替的に、準備モジュール 216 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112 に関連付けられたデータパケットのパケットヘッダに対して、ECN（明示的輻輳通知）の値を設定して、データパケットが伝送されるパス上でデータパケットが有する可能性がある輻輳経験を制御してもよい。

30

【0038】

テストデータパケットを作成又は生成すると、ネットワークモニタリングシステム 102 の送信モジュール 220 は、テストデータパケットを、ネットワーク 108 を介して送信先ノード 110 又はデバイス 104 に送出することができる。さらに、ネットワークモニタリングシステム 102 は、テストデータパケットのルーティング結果を待つ又はリスンするよう構成されている受信モジュール 222 を含み得る。一実施形態において、ルーティング結果は、テストデータパケットのカプセル化されたデータパケット（例えば、テストデータパケット内にカプセル化された最も内側のデータパケット）が、送信先ノード 110 又はデバイス 104 において受信されたかどうか等の結果を含み得る。送信先ノード 110 又はデバイス 104 が、ネットワークモニタリングシステム 102 又はネットワークモニタリングシステム 102 の一部を含むかどうかに応じて、受信モジュール 222 は、送信先ノード 110 又はデバイス 104 においてルーティング結果を受信することができる（ネットワークモニタリングシステム 102 の少なくとも一部が送信先ノード 110 又はデバイス 104 に含まれる場合）か、又は、送信先ノード 110 又はデバイス 104 から送信された通知メッセージとしてルーティング結果を受信することができる（ネットワークモニタリングシステム 102 が、送信先ノード 110 又はデバイス 104 から独

40

50

立したエンティティである場合)。

【0039】

一実施形態において、ネットワークモニタリングシステム102の判定モジュール224は、1以上の予め定められた基準に従って、選択されたノード110又は接続リンク112の動作状態又は健全性状態を判定することができる。1以上の予め定められた基準は、例えば、ルーティング結果が、受信モジュール222により受信されたかどうか、ルーティング結果が、予め定められた時間期間内に受信モジュール222により受信されたかどうか等を含み得る。ルーティング結果が受信されなかった場合、又は、ルーティング結果が、予め定められた時間期間を超えて受信された場合、判定モジュール224は、動作状態又は健全性状態が解析されるべき選択されたノード110又は接続リンク112が、
10
疑わしい状態の影響を受けている(例えば、選択されたノード110又は接続リンク112が過負荷を受けている又はトラフィック輻輳を被っている、選択されたノード110又は接続リンク112が故障している又は障害を受けている等)と判定することができる。例えば、ルーティング結果が、予め定められた時間期間を超えて受信モジュール222により受信された場合、判定モジュール224は、選択されたノード110又は接続リンク112が、過負荷又はトラフィック輻輳の影響を受けている可能性があるとして判定することができる。ルーティング結果が、受信モジュール222により受信されなかった場合、判定モジュール224は、例えば、選択されたノード110又は接続リンク112が故障している又は障害の影響を受けている可能性があるとして判定することができる。

【0040】

いくつかの実施形態において、判定モジュール224は、ネットワーク108内に問題が存在することを判定することはできるが、その問題が、選択されたノード110又は接続リンク112に関連するものか又はネットワーク108内の他のノード又は接続リンクに関連するものを識別できないことがある。判定モジュール224は、さらなる解析が望ましいと判定することができる。判定モジュール224は、選択されたノード110又は接続リンク112に隣接する1以上の他のノード110及び/又は接続リンク112の動作状態又は健全性状態を解析又は判定するために、選択されたノード110又は接続リンク112に隣接する1以上の他のノード110及び/又は接続リンク112を選択するように選択モジュール214に指示することができる。一実施形態において、第1のノード又は接続リンクが、第2のノード又は接続リンクから、予め定められた数(例えば、1
30
つ、2つ、3つ等)のホップの分だけ離れて位置する場合、第1のノード又は接続リンクは、第2のノード又は接続リンクに隣接している。予め定められた数のホップは、例えば、ネットワーク108のネットワークアドミニストレータ又はオペレータ(例えば、ユーザ122)により規定され得る。追加的又は代替的に、判定モジュール224は、プロンプトをユーザ122に提供し、どの1以上の他のノード110及び/又は接続リンク112が解析されるべきであるかの指示及び/又はインジケーションを提供するようにユーザ122に要求してもよい。いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステム102は、解析された1以上のノード110及び/又は接続リンク112の動作状態及び/又は対応する問題のレコード等の他のプログラムデータ120をさらに含み得る。

【0041】

例示的なシナリオ

図3Aは、上述した実施形態に従ってテストデータパケットを伝送する第1の例示的なフレームワーク又はシナリオ300を示している。この例において、ネットワークモニタリングシステム102は、上記の実施形態において説明したように、外側のパケットヘッダ304、内側のパケットヘッダ306、及びデータボディ(又は、ペイロード)308を含むテストデータパケット302を準備する。例えば、外側のパケットヘッダ304は、送信先アドレスとして、動作状態が解析されるべき特定のノード312(例えば、コアスイッチ等のスイッチ)に関連付けられたルーティング情報(例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、又はホップカウント等)を含む。また、この例において、内側のパケットヘッダ306は、内側のパケットの対応する送信先アドレスとして、送信元31
50

0のルーティング情報を含む。ネットワークモニタリングシステム102は、次いで、送信元310（例えば、デバイス104又はサーバ106）から、ネットワーク108を介して、テストデータパケット302を送信することができる。

【0042】

一実施形態において、テストデータパケット302は、1以上の中継ノード314を介してルーティングされ、特定のノード312に到達し得る。テストデータパケット302は、特定のノード312の処理リソースを消費することなく、特定のノード312のデータプレーン又はレイヤにおいて逆カプセル化又はアンラップされ得る。逆カプセル化又はアンラップされると、逆カプセル化又はアンラップされたデータパケット316は、内側のパケットヘッダ306内に含められた送信先アドレスに基づいて、1以上の中継ノード314（テストデータパケット302が、送信元310から特定のノード312にルーティングされたときのノードと同じであることもあるし同じでないこともある）を介して送信元310にルーティング又は転送され得る。一実施形態において、逆カプセル化又はアンラップされたデータパケット316は、通常の又は一般的なデータパケットをルーティング又は転送するのと同じメカニズムを使用して、1以上の中継ノード314を介して送信元310にルーティング又は転送され得る。送信元310に到達した後、ネットワークモニタリングシステム102は、上記の実施形態において説明したように、逆カプセル化又はアンラップされたデータパケット316に関連付けられた情報を解析して、特定のノード312の動作状態を判定することができる。

【0043】

いくつかの実施形態において、問題が特定のノード312について存在する（例えば、特定のノード312が故障している又は過負荷を受けている）場合、テストデータパケット302は、特定のノード312に到達できないことがあり、したがって、テストデータパケット302に関連付けられたデータパケットが、送信元310において受信されないことがある。この場合、ネットワークモニタリングシステム102は、特定のノード312が現在問題を被っていると判定又は検出することができる。ネットワークモニタリングシステム102は、次いで、デバイス104のディスプレイ124を介してユーザ122に提示するために、解析結果を提供することができ、ユーザ122からのさらなる指示を待つ。追加的又は代替的に、ネットワークモニタリングシステム102は、ユーザ122からの介入又は指示があってもなくても、問題の発生源を識別又は特定するために、特定のノード312に隣接する1以上のノード110及び/又は接続リンク112を漸進的に選択してもよい。

【0044】

図3Bは、上述した実施形態に従ってテストデータパケットを伝送する第2の例示的なフレームワーク又はシナリオ318を示している。この例において、ネットワークモニタリングシステム102は、1つモニタリングプローブ又は1回のモニタリング試行において、複数のノード110及び/又は接続リンク112の動作状態又は健全性状態を判定又は解析することができる。一実施形態において、テストデータパケット320は、上記の実施形態において説明したように、外側のパケットヘッダ322、複数の内側のパケットヘッダ324-1、...、324-K、及びデータボディ（又は、ペイロード）326を含み得る。ここで、Kは、1より大きい整数である。外側のパケットヘッダ322は、送信先アドレスとして、動作状態が解析されるべき第1のノード328（例えば、TORスイッチ等のスイッチ）に関連付けられたルーティング情報（例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、又はホップカウント等）を含み得る。内側のパケットヘッダ324-1は、送信先アドレスとして、動作状態が解析されるべき第2のノード330（例えば、アグリゲートスイッチ等のスイッチ）に関連付けられたルーティング情報（例えば、グローバルアドレス、ローカルアドレス、又はホップカウント等）を含み得る。また、この例において、最も内側のパケットヘッダ324-Kは、最も内側のデータパケット334の対応する送信先アドレスとして、送信先332のルーティング情報を含み得る。ネットワークモニタリングシステム102は、次いで、送信元336（例えば、デバイス10

4又はサーバ106)から、ネットワーク108を介して、テストデータパケット320を送信することができる。

【0045】

一実施形態において、テストデータパケット320が、成功裡にルーティングされて第1のノード328に到達すると、テストデータパケット320は、第1のノード328の処理リソースを消費して又は消費することなく、第1のノード328のデータプレーン又はレイヤにおいて逆カプセル化又はアンラップされて、内側のパケットヘッダ324-1が露出される。逆カプセル化又はアンラップされると、第1のアンラップされたデータパケット338は、次いで、内側のパケットヘッダ324-1内に含められた送信先アドレスに基づいて、M個の中継ノード340を介して、第2のノード330にルーティングされ得る。ここで、Mは、0以上の整数である。一実施形態において、第1のアンラップされたデータパケット338は、通常の又は一般的なデータパケットをルーティング又は転送するのと同じメカニズムを使用して、第2のノード330にルーティング又は転送され得る。一例において、第2のノード330に成功裡に到達した場合、第1のアンラップされたデータパケット338は、第2のノード330の対応するデータプレーン又はレイヤにおいて逆カプセル化又はアンラップされて、第2のアンラップされたデータパケット342が生成され得る。第2のアンラップされたデータパケット342は、次いで、0以上の中継ノードを介して、動作状態が解析されるべき別のノード又は送信先332にルーティングされ得る。一実施形態において、第2のアンラップされたデータパケット342は、通常の又は一般的なデータパケットをルーティング又は転送するのと同じメカニズムを使用して、送信先332にルーティング又は転送され得る。テストデータパケット320の最も内側のデータパケット334が送信先332に成功裡に到達したかどうかに応じて、ネットワークモニタリングシステム102は、上記の実施形態において説明したように、複数のノード110及び/又は接続リンク112のうちの1以上が適切に機能しているか又は過負荷を受けているかを判定することができる。

【0046】

代替実装形態

ネットワークモニタリングシステム102が、テストデータパケットの送信元及び/又は送信先であるデバイス104の一部として又はそのようなデバイス104に含められるものとして説明されたが、いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステム102は、テストデータパケットの送信元であるデバイス104及び/又はテストデータパケットの送信先であるデバイス104とは異なる1以上のデバイス104及び/又は1以上のサーバ106に含められてもよい。この例において、一例として図1を参照すると、ネットワークモニタリングシステム102は、テストデータパケットを準備して送信するように第1のデバイス104(例えば、デバイス104-1)に要求する要求又は指示を、第1のデバイス104に送信することができる。ネットワークモニタリングシステム102はまた、テストデータパケットのルーティング結果に関する通知メッセージをネットワークモニタリングシステム102に返送するように第2のデバイス104(第1のデバイス104と同じであることもあるし異なることもある)に要求する別の要求又は指示を、第2のデバイス104に送信することができる。いくつかの例において、第1のデバイス104と第2のデバイス104とが同じである場合、ネットワークモニタリングシステム102は、1つの要求又は指示を、この同じデバイス104に送信することで、テストデータパケットの送信とテストデータパケットのルーティング結果の通知との両方を実現することができる。

【0047】

さらに、上記の実施形態では、ネットワークモニタリングシステム102が、選択されたノードの動作状態又は健全性状態を調査するためのテストデータパケットを生成又は作成するとして説明されたが、他の例において、ネットワークモニタリングシステム102は、ネットワークモニタリングに元々は又は初期には関連しないオリジナルの又は通常のデータパケットに、この調査を組み込んでもよい。例えば、オリジナルの又は通常のデー

タパケットは、別のアプリケーション 118 の動作又は要求に起因して第 1 のデバイスから第 2 のデバイスに送信されるデータパケットを含み得る。ここで、第 1 のデバイス又は第 2 のデバイスは、ネットワークモニタリングに関連しないものである。この場合、ネットワークモニタリングシステム 102 は、動作状態が解析されるべきノードに対応するデータパケット内にオリジナルのデータパケットをラップ又はカプセル化して、新たなデータパケットを形成することができ、解析されるべきノードを介して第 2 のデバイスに、新たなデータパケットを送信することができる。いくつかの例において、ネットワークモニタリングシステム 102 は、オリジナルのデータパケットの送信とともに調査のこの組み込みを示すデータフォーマットについて、第 2 のデバイスとネゴシエート又は合意することができ、それに応じてオリジナルのデータパケットのパケットヘッダ及び/又はデータボディ（例えば、ペイロード）を変更するか又は変更しないで、この組み込みを示すことができる。（フォーマットがネゴシエート又は合意されたことに応じて変更を伴うか又は伴わない）オリジナルのデータパケットを受信した後、第 2 のデバイスは、合意されたデータフォーマットに基づいて、変更を認識することができ、オリジナルのデータパケットのルーティング結果（したがって、解析されるべきノードに対応するデータパケットのルーティング結果）を、ネットワークモニタリングシステム 102 に通知することができる。

10

【0048】

例示的な方法

図 4 は、ネットワークモニタリングの例示的な方法 400 を示すフローチャートである。いくつかの場合において、図 4 の方法は、図 1 のフレームワークにおいて、図 2 のネットワークモニタリングシステムを使用して、且つ/又は、図 3 に対応する類似のシナリオの下、実施され得る。説明のしやすさのため、方法 400 は、図 1 ~ 図 3 を参照して説明される。しかしながら、方法 400 は、代替的に、他の環境において且つ/又は他のシステムを使用して、実施されてもよい。

20

【0049】

図 4 に示される方法 400 は、コンピュータ実行可能な命令の一般的なコンテキストにおいて説明される。一般に、コンピュータ実行可能な命令は、特定の機能を実行する又は特定の抽象データ型を実装するルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造、プロシージャ、モジュール、ファンクション等を含み得る。方法 400 はまた、通信ネットワークを介してリンクされるリモート処理デバイスによって機能が実行される分散コンピューティング環境において実施されてもよい。分散コンピューティング環境において、コンピュータ実行可能な命令は、メモリ記憶デバイスを含むローカルコンピュータ記憶媒体及び/又はリモートコンピュータ記憶媒体に配置され得る。

30

【0050】

この例示的な方法は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組合せにより実装され得る一連の動作を表現する論理フローグラフにおけるブロックの集合として図示されている。この方法が説明される順番は、限定として解釈されるようには意図されておらず、任意の数の説明する方法ブロックが、この方法又は代替方法を実施するために任意の順番で組み合わせられ得る。さらに、個々のブロックは、本明細書に記載の主題の主旨及び範囲から逸脱することなく、この方法から省かれ得る。ソフトウェアのコンテキストにおいて、これらのブロックは、コンピュータ命令を表す。コンピュータ命令は、1 以上のプロセッサにより実行されたときに、説明する動作を実行する。ハードウェアのコンテキストにおいて、これらのブロックの一部又は全ては、説明する動作を実行する特定用途向け集積回路（ASIC）又は他の物理コンポーネントを表し得る。

40

【0051】

図 4 を参照すると、ブロック 402 において、方法 400 は、解析されるべきノード又は接続リンクを決定することを含む。例えば、図 2 を参照すると、入力モジュール 210 又は選択モジュール 214 は、動作状態又は健全性状態が解析されるべき 1 以上のノード 110 及び/又は 1 以上の接続リンク 112 を決定又は選択することができる。

50

【 0 0 5 2 】

ブロック 4 0 4 において、方法 4 0 0 は、解析されるべきノード又は接続リンクのルーティング情報を取得することを含む。例えば、図 2 を参照すると、準備モジュール 2 1 6 は、選択された 1 以上のノード 1 1 0 及びノ又は選択された 1 以上の接続リンク 1 1 2 に関連付けられたそれぞれのルーティング情報を取得することができる。

【 0 0 5 3 】

ブロック 4 0 6 において、方法 4 0 0 は、1 以上のデータパケットをカプセル化又はラップして、テストデータパケットを形成することを含む。例えば、図 2 を参照すると、準備モジュール 2 1 6 は、トンネリングプロトコルに従って、第 2 のデータパケットに第 1 のデータパケットをカプセル化又はラップして、テストデータパケットを形成することができる。一実施形態において、第 1 のデータパケット及び第 2 のデータパケットのうちの少なくとも 1 つは、選択されたノード 1 1 0 又は選択された接続リンク 1 1 2 の端に対応する。

10

【 0 0 5 4 】

ブロック 4 0 8 において、方法 4 0 0 は、1 以上のノード及びノ又は接続リンクが解析されるべきかどうかを判定することを含む。例えば、図 2 を参照すると、準備モジュール 2 1 6 は、別の選択されたノード 1 1 0 又は別の選択された接続リンク 1 1 2 の端についてさらなるカプセル化又はラッピングが実行されるべきかどうかを判定することができる。さらなるカプセル化又はラッピングが実行されるべきである場合、準備モジュール 2 1 6 は、別の選択されたノード 1 1 0 又は別の選択された接続リンク 1 1 2 の端に対応する別のデータパケットに、テストデータパケットを反復的に又は繰り返しカプセル化又はラップする。

20

【 0 0 5 5 】

ブロック 4 1 0 において、方法 4 0 0 は、テストデータパケットを送信することを含む。例えば、図 2 を参照すると、カプセル化又はラッピングがもはや必要とされない場合、送信モジュール 2 2 0 は、テストデータパケットを送出することができる。

【 0 0 5 6 】

ブロック 4 1 2 において、方法 4 0 0 は、テストデータパケットのルーティング結果を受信することを含む。例えば、図 2 を参照すると、受信モジュール 2 2 2 は、送信先ノード 1 1 0 若しくはデバイス 1 0 4 又は最終ノード 1 1 0 若しくはデバイス 1 0 4 において、又は、送信先ノード 1 1 0 若しくはデバイス 1 0 4 又は最終ノード 1 1 0 若しくはデバイス 1 0 4 から、テストデータパケットのルーティング結果を受信することができる。

30

【 0 0 5 7 】

ブロック 4 1 4 において、方法 4 0 0 は、ノード又は接続リンクの動作状態を判定することを含む。例えば、図 2 を参照すると、判定モジュール 2 2 4 は、ルーティング結果に基づき、1 以上の予め定められた基準に従って、選択された 1 以上のノード 1 1 0 及びノ又は選択された 1 以上の接続リンク 1 1 2 のそれぞれの動作状態を判定することができる。

【 0 0 5 8 】

ブロック 4 1 6 において、方法 4 0 0 は、別のノード又は接続リンクが解析されるべきかどうかを判定することを含む。例えば、図 2 を参照すると、入力モジュール 2 1 0 又は選択モジュール 2 1 4 は、別のノード 1 1 0 又は接続リンク 1 1 2 が解析されるべきかどうかを判定することができる。さらなるノード 1 1 0 又は接続リンク 1 1 2 が解析される必要がない場合、入力モジュール 2 1 0 又は選択モジュール 2 1 4 は、終了して次の要求又は指示を待つ。さらなるノード 1 1 0 又は接続リンク 1 1 2 が解析される必要がある場合、準備モジュール 2 1 6 は、さらなるノード 1 1 0 又は接続リンク 1 1 2 に関連付けられたルーティング情報を取得し、新たなテストデータパケットを準備することができる。

40

【 0 0 5 9 】

本明細書に記載の方法の動作のいずれも、1 以上のコンピュータ読み取り可能な媒体に記憶された命令に基づいて、プロセッサ又は他の電子デバイスにより少なくとも部分的に

50

実施され得る。限定ではなく例として、本明細書に記載の方法の動作のいずれも、1以上のコンピュータ記憶媒体等の1以上のコンピュータ読み取り可能な媒体に記憶され得る実行可能な命令を伴うよう構成された1以上のプロセッサの制御の下、実施され得る。さらに、上記で説明した様々な実施形態のコンポーネント及び動作は、本開示から逸脱することなく、組み合わせられ得る、再配置され得る、置換され得る、且つ/又は省かれ得る。

【0060】

例示的なユーザインタフェース

図5は、ユーザ122とインタラクトする又はやり取りするために例示的なネットワークモニタリングシステム102により使用され得る例示的なユーザインタフェース500を示している。この例において、ユーザインタフェース500は、アプリケーション118（例えば、デバイス104のネットワークモニタリングアプリケーション）を介して提供されるユーザインタフェースとして説明される。他の例において、ユーザインタフェース500は、ネットワークモニタリングシステム102によりリモートで提供され、デバイス104のディスプレイ124を介しアプリケーション118（例えば、ブラウザアプリケーション）を介してユーザ122に提示されるユーザインタフェースであってもよい。この例において、ディスプレイ124は、タッチスクリーンとして説明される。他の例において、ディスプレイ124は、タッチ感知能力を有さない通常のスクリーンを含んでもよい。

【0061】

一実施形態において、ユーザインタフェース500は、ネットワーク108内のノード110及び/又は接続リンク112の一部又は全てのトポロジマップ502及び/又はリスト504を含み得る。トポロジマップ502及び/又はリスト504は、ネットワーク108内の1以上のノード110及び/又は接続リンク112に関連付けられた情報を提供することができる。提供される情報の例は、1以上のノード110及び/又は接続リンク112の識別情報、1以上のノード110及び/又は接続リンク112の動作状態、1以上のノード110及び/又は接続リンク112の最終更新日時等を含み得るが、これらに限定されるものではない。一例において、ノード110及び/又は接続リンク112に関連付けられた情報は、ユーザ122が、ノード110又は接続リンク112を表すグラフィックオブジェクト上にポインティング手段（例えば、タッチスクリーンについては指又はスタイラス、通常のスクリーンについてはマウス等）を配置させたときに、トポロジマップ502上でユーザ112に提示され得る。

【0062】

一実施形態において、ユーザ122は、特定のノード110又は接続リンク112を選択して（506）、その特定のノード110又は接続リンク112の動作状態又は健全性状態を判定するようにネットワークモニタリングシステム102に指示することができる。いくつかの実施形態において、ユーザ122は、動作状態が解析されるべき1以上のノード110及び/又は接続リンク112を含む、ネットワーク108の一部又はサブセットを選択することができる（508）。

【0063】

入力モジュール210を介して、特定のノード110又は接続リンク112（又はネットワーク108のサブセット）の選択のインジケーションを受信すると、ネットワークモニタリングシステム102は、上記の実施形態において説明したように、選択されたノード110又は接続リンク112（又はネットワーク108の選択されたサブセット）のネットワークモニタリングを実行することができる。選択されたノード110又は接続リンク112（又はネットワーク108の選択されたサブセット）の動作状態を判定したことに応じて、ネットワークモニタリングシステム102は、ユーザインタフェース500の結果セクション510においてユーザ122に提示するために、解析結果を提供することができる。

【0064】

追加的又は代替的に、いくつかの実施形態において、アプリケーション118が、ユー

10

20

30

40

50

ザインタフェース 500 の異なる領域（すなわち、結果セクション）において解析結果を提示してもよい。限定ではなく例として、ユーザインタフェース 500 又はアプリケーション 118 は、解析結果を示すために、選択されたノード 110 又は接続リンク 112（又はネットワーク 108 の選択されたサブセット）に対応する、トポロジマップ 502 及び／又はリスト 504 の部分を更新することができる。一実施形態において、ユーザインタフェース 500 又はアプリケーション 118 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112（又はネットワーク 108 の選択されたサブセット）の解析結果をユーザ 122 が容易に識別できるように、トポロジマップ 502 及び／又はリスト 504 の更新された部分をハイライトすることができる。ユーザインタフェース 500 又はアプリケーション 118 は、異なる色、スタイル（例えば、テキストのサイズ、フォント、スタイル等）を使用することにより、更新された部分をハイライトすることができる。追加的又は代替的に、ユーザインタフェース 500 又はアプリケーション 118 は、例えば、更新された部分を点滅させる又は光らせることにより、更新された部分をハイライトしてもよい。

10

【0065】

さらに、いくつかの実施形態において、ネットワークモニタリングシステム 102 は、選択されたノード 110 又は接続リンク 112（又は、ネットワーク 108 の選択されたサブセットの 1 以上のノード 110 及び／又は接続リンク 112）がどの問題（過負荷、障害、故障等）を被っている可能性が最も高いかを判定するために、選択されたノード 110 又は接続リンク 112（又は、ネットワーク 108 の選択されたサブセットの 1 以上のノード 110 及び／又は接続リンク 112）に対してさらなる解析を実行するかどうかをユーザ 122 が決定することを可能にし得る。

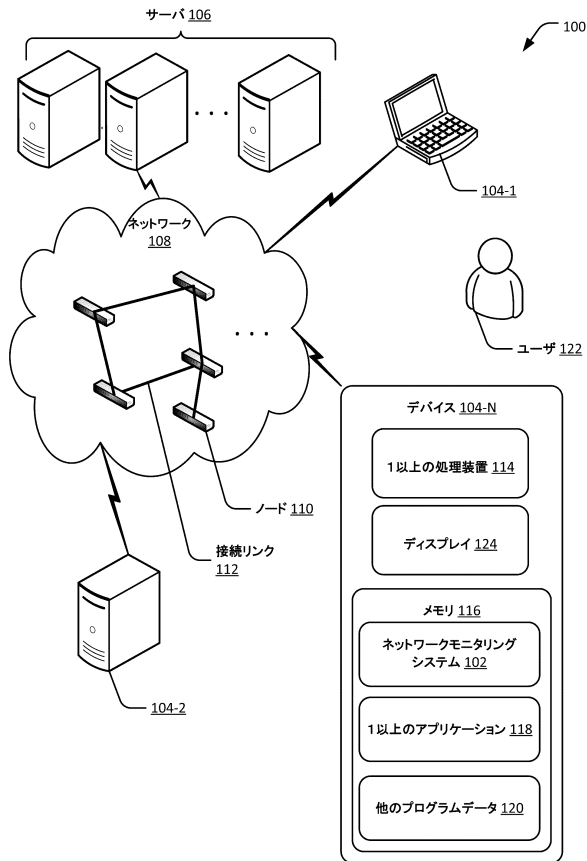
20

【0066】

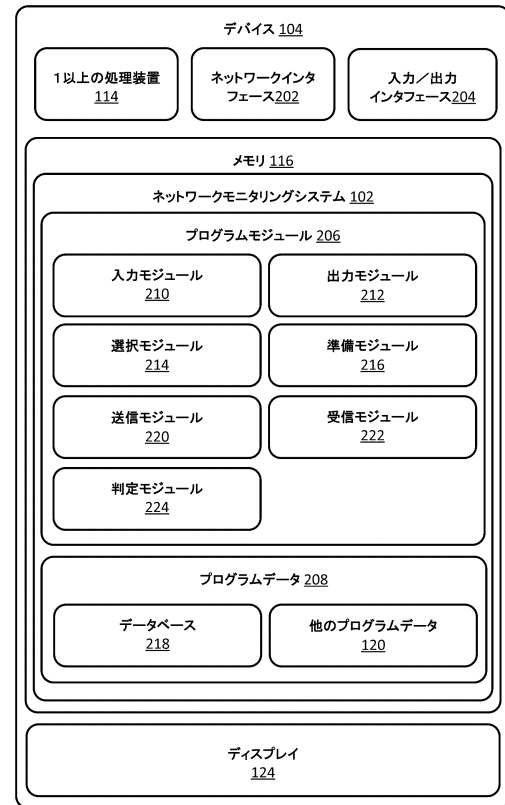
結び

実施形態が、構造的特徴及び／又は方法的動作に特有の言葉で説明されたが、請求項は、説明された特定の特徴又は動作に必ずしも限定されるものではないことを理解されたい。そうではなく、特定の特徴又は動作は、特許請求される主題を実施する例示的な形態として開示されたものである。

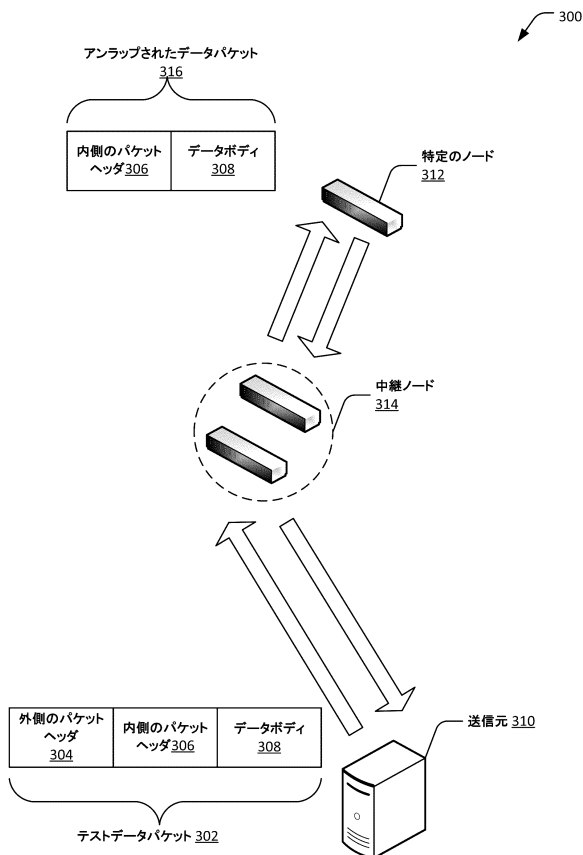
【図 1】



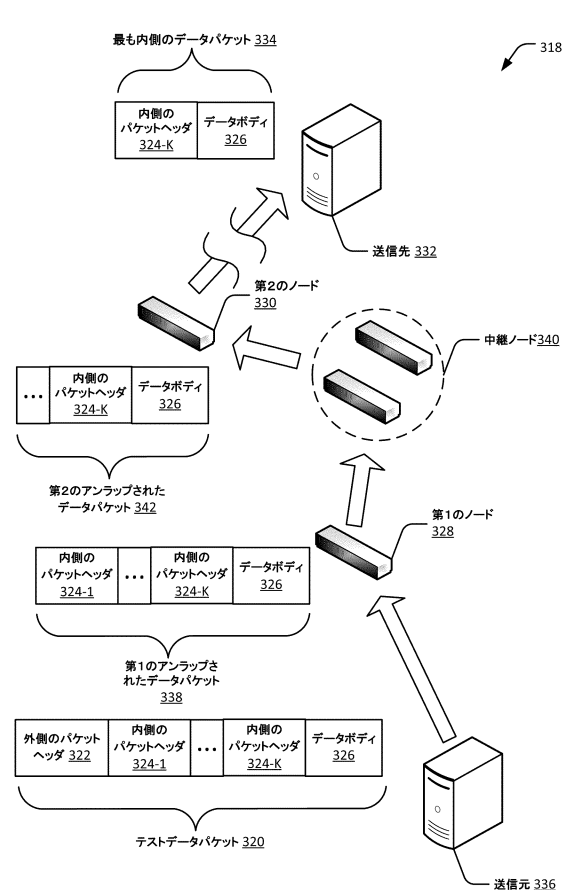
【図 2】



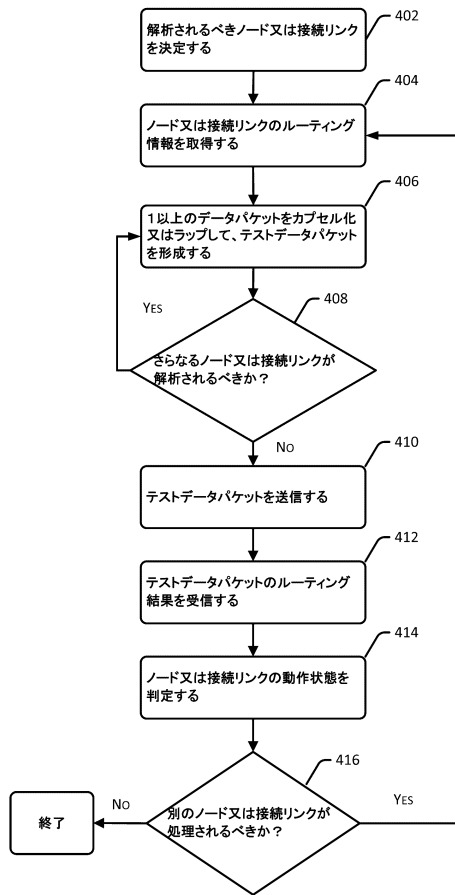
【図 3 A】



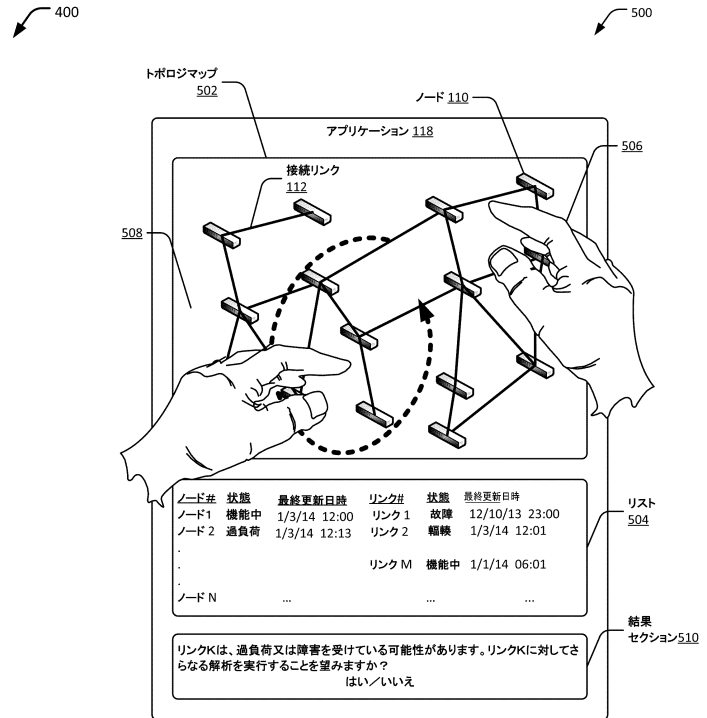
【図 3 B】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウ, ハイタオ
アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト テクノロジー ライセンシング, エルエルシー エルシーイー - インタ
ーナショナル パテンツ (8/1172) 内
- (72)発明者 グオ, チャンシン
アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト テクノロジー ライセンシング, エルエルシー エルシーイー - インタ
ーナショナル パテンツ (8/1172) 内
- (72)発明者 マルツ, デイヴィッド エー.
アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト テクノロジー ライセンシング, エルエルシー エルシーイー - インタ
ーナショナル パテンツ (8/1172) 内
- (72)発明者 ユアン, リファ
アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト テクノロジー ライセンシング, エルエルシー エルシーイー - インタ
ーナショナル パテンツ (8/1172) 内
- (72)発明者 チャン, ユンガング
アメリカ合衆国 98052-6399 ワシントン州 レッドモンド ワン マイクロソフト
ウェイ マイクロソフト テクノロジー ライセンシング, エルエルシー エルシーイー - インタ
ーナショナル パテンツ (8/1172) 内

審査官 鈴木 肇

- (56)参考文献 特開2009-004927(JP, A)
特開2007-243466(JP, A)
特開2008-252541(JP, A)
特表2012-501129(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00 - 12/28
H04L 12/44 - 12/955
H04W 4/00 - 99/00