

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/085050 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/70 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/039371

(22) 国際出願日: 2019年10月4日(04.10.2019)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2018-202005 2018年10月26日(26.10.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

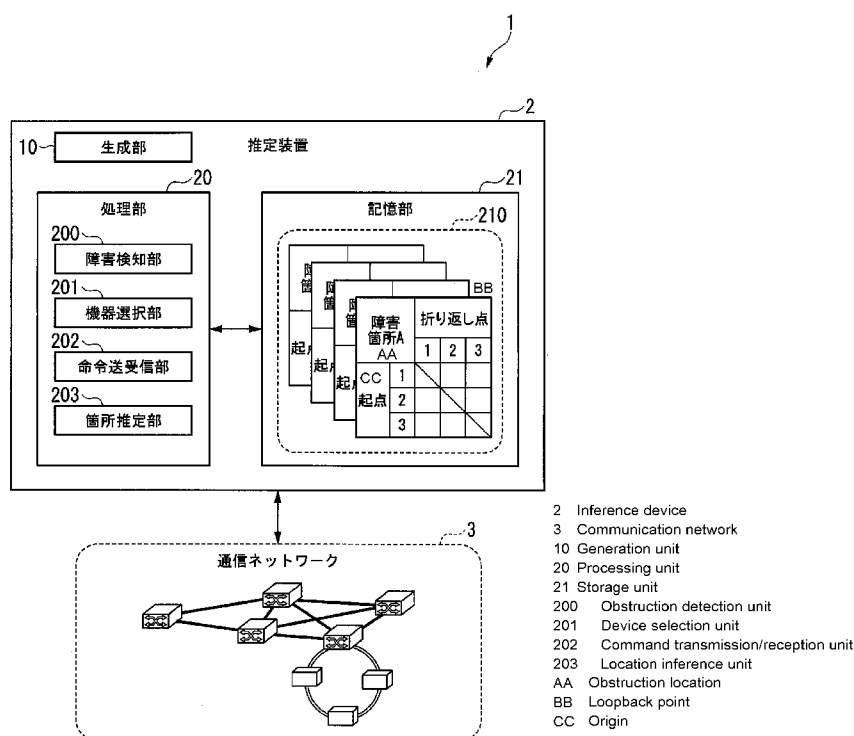
(72) 発明者: 小田 拓哉(ODA Takuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 小林 正啓 (KOBAYASHI Shokei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 平野 章(HIRANO Akira); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: INFERENCE METHOD, INFERENCE DEVICE, AND INFERENCE PROGRAM

(54) 発明の名称: 推定方法、推定装置及び推定プログラム



(57) Abstract: An inference method having: a generation step for generating the success or failure of a confirmation test for inter-node connectivity when an obstruction occurs in a path that is configured from "N" nodes and is to be verified, as pattern information for each obstruction location; a step for selecting "M" network devices among a plurality of network devices in accordance with the occurrence of the obstruction; a step for executing a connectivity confirmation test between the selected network devices; a step for comparing the confirmation result of the connectivity confirmation test and pattern

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

information for which "N=M" among the pattern information; and a step for inferring, when the pattern information for which "N=M" and the confirmation result match, an obstruction location in a service path on the basis of an obstruction location associated with the pattern information.

(57) 要約: 推定方法は、「N」台のノードから構成される被検証パスに障害が発生した場合におけるノードの間の接続性確認試験の成否を障害箇所ごとにパターン情報として生成する生成ステップと、複数のネットワーク機器のうちから、「M」台のネットワーク機器を、障害の発生に応じて選択するステップと、選択されたネットワーク機器の間で接続性確認試験を実行するステップと、接続性確認試験の確認結果と、パターン情報のうちで「N=M」となるパターン情報とを比較するステップと、「N=M」となるパターン情報と確認結果とが一致した場合、パターン情報に対応付けられた障害箇所に基づいてサービス・パス内の障害箇所を推定するステップとを有する。

明 細 書

発明の名称：推定方法、推定装置及び推定プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、推定方法、推定装置及び推定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 通信ネットワークに構成される通信回線又は通信パス（以下「サービス・パス」という。）に障害が発生した場合、障害の発生箇所（以下「障害箇所」という。）を推定することは重要である。オペレータは、RFC（Request for comments）792及びRFC4443（非特許文献1及び2参照）によって規定されたインターネット制御通知プロトコル（ICMP: Internet Control Message Protocol）を利用して、障害箇所を推定する場合がある。

[0003] サービス・パスにおいて障害が発生した場合、オペレータは、例えばインターネット制御通知プロトコルの「ping」の送信命令を、管理装置に入力する。管理装置は、「ping」の送信命令が入力された場合、要求メッセージ（例えば、「echo request」メッセージ）をネットワーク機器に送信し、応答メッセージ（例えば、「echo reply」メッセージ）を、そのネットワーク機器から受信する。

[0004] 管理装置は、オペレータから入力された「ping」の送信命令に応じて、要求メッセージの送信先を変更する。このようにして、オペレータは、管理装置が応答メッセージを要求メッセージの送信先から受信できたか否かに基づいて、管理装置とネットワーク機器との導通（接続性）を確認する。

[0005] オペレータは、管理装置が応答メッセージをネットワーク機器から受信できたか否かに基づいて、サービス・パスにおける障害箇所を推定する。しかしながら、オペレータは、障害箇所の推定を誤ることがある。特に、通信ネットワークに含まれているネットワーク機器が多い場合、オペレータは、障害箇所の推定を誤ることが多い。そこで、オペレータの人手による切り分けではなく、障害箇所を自動で推定する推定装置が試みられている（特許文献

1 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2 0 1 4 － 5 3 6 5 8 号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：RFC792, “Internet Control Message Protocol – DARPA Internet Program – Protocol Specification”, September 1981

非特許文献2：RFC4443, “Internet Control Message Protocol (ICMPv6) for the Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification”, March 2006

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 推定装置は、応答メッセージをネットワーク機器等が実際に受信できたか否かを表す結果情報と、実際のネットワーク情報（装置、トポロジ等）との比較結果に基づいて、障害箇所を推定する場合がある。ネットワークに変更があった場合には、その変更の都度、比較対象となる実際のネットワーク情報（以下「比較用ネットワーク情報」という）の修正と、比較用プログラム（比較アルゴリズム）の変更とが必要となる。このように、従来の推定装置は、通信ネットワークの変更（例えば、サービス・パスの削除、追加及び変更等、ネットワーク機器の撤去、追加及び変更等）に応じて比較用ネットワーク情報及び比較用プログラムを変更しなければ、障害箇所を推定することができないという問題があった。通信ネットワークの変更は頻繁に生じることも多く、また通信ネットワークに対応するネットワーク情報は複雑かつ膨大となる傾向にある。

[0009] 上記事情に鑑み、本発明は、通信ネットワークの変更に応じて比較用ネットワーク情報及び比較用プログラムを変更することなく、障害箇所を推定することが可能である推定方法、推定装置及び推定プログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の一態様は、通信ネットワークに構成される通信回線又は通信パスであるサービス・パス内の障害箇所を推定する推定装置が実行する推定方法であって、「 N (N は2以上)」台のノードから構成される被検証パスに1箇所以上の障害が発生した場合における前記ノードの間の接続性確認試験の成否を障害箇所ごとにパターン情報として予め生成するパターン生成ステップと、前記通信ネットワークにおける複数のネットワーク機器のうちから、前記サービス・パスを構成する「 M (M は2以上)」台の前記ネットワーク機器を、前記障害の発生に応じて選択するステップと、選択された前記ネットワーク機器の間で前記接続性確認試験を実行するステップと、前記接続性確認試験の確認結果と、予め生成された前記パターン情報のうちで「 $N=M$ 」となる前記パターン情報とを比較するステップと、「 $N=M$ 」となる前記パターン情報と前記確認結果とが一致した場合、「 $N=M$ 」となる前記パターン情報に対応付けられた前記障害箇所に基づいて前記サービス・パス内の障害箇所を推定するステップとを有する推定方法である。
- [0011] 本発明の一態様は、上記の推定方法であって、前記被検証パスの前記ノードの台数は、前記通信ネットワークに構成される複数の前記サービス・パスのうち、最大台数の前記ネットワーク機器から構成される前記サービス・パスの前記ネットワーク機器の台数よりも多い台数である。
- [0012] 本発明の一態様は、上記の推定方法であって、前記サービス・パスを構成する第1の前記ネットワーク機器は、前記接続性確認試験において、前記サービス・パスを構成する第2の前記ネットワーク機器に対して要求メッセージを送信する。
- [0013] 本発明の一態様は、上記の推定方法であって、前記サービス・パスを構成する第2の前記ネットワーク機器は、前記接続性確認試験において、前記サービス・パスを構成する第1の前記ネットワーク機器、又は、前記推定装置に対して応答メッセージを送信する。
- [0014] 本発明の一態様は、上記の推定方法であって、前記要求メッセージは、イ

ンターネット制御通知プロトコル（ICMP）を利用するping又はtracerouteのメッセージである。

[0015] 本発明の一態様は、上記の推定方法であって、前記ネットワーク機器は、前記通信ネットワークにおける、物理的なノードと論理的なノードとのうちの少なくとも一方である。

[0016] 本発明の一態様は、通信ネットワークに構成される通信回線又は通信パスであるサービス・パス内の障害箇所を推定する推定装置であって、「N（Nは2以上）」台のノードから構成される被検証パスに1箇所以上の障害が発生した場合における前記ノードの間の接続性確認試験の成否を障害箇所ごとにパターン情報として予め生成する生成部と、前記通信ネットワークにおける複数のネットワーク機器のうちから、前記サービス・パスを構成する「M（Mは2以上）」台の前記ネットワーク機器を、前記障害の発生に応じて選択する機器選択部と、選択された前記ネットワーク機器の間で前記接続性確認試験を実行する命令送受信部と、前記接続性確認試験の確認結果と、予め生成された前記パターン情報のうちで「N=M」となる前記パターン情報とを比較し、「N=M」となる前記パターン情報と前記確認結果とが一致した場合、「N=M」となる前記パターン情報に対応付けられた前記障害箇所に基づいて前記サービス・パス内の障害箇所を推定する箇所推定部とを備える推定装置である。

[0017] 本発明の一態様は、上記の推定方法をコンピュータに実行させるための推定プログラムである。

発明の効果

[0018] 本発明により、通信ネットワークの変更に応じて比較用ネットワーク情報及び比較用プログラムを変更することなく、障害箇所を推定することが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]推定システムの構成例を示す図である。

[図2]ノードの接続性が検証されるパスの例を示す図である。

[図3]被検証パスについて接続性確認プロトコルを用いて切り分けを実行する際のメッセージの通知例を示す図である。

[図4]N台のノードで構成される被検証パスのパターン情報の例を示す図である。

[図5]通信ネットワークの構成例を示す図である。

[図6]パターン情報として生成されている「N＝3」の被検証パスの各ノードと、各サービス・パスを構成するネットワーク機器との対応関係の例を示す図である。

[図7]障害箇所の第1例を示す図である。

[図8]障害箇所の第2例を示す図である。

[図9]障害箇所の第1例における結果情報の例を示す図である。

[図10]障害箇所の第2例における結果情報の例を示す図である。

[図11]推定システムの動作例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、推定システム1の構成例を示す図である。推定システム1は、通信ネットワークにおいて障害箇所を推定するシステムである。推定システム1は、推定装置2と、通信ネットワーク3とを備える。推定装置2は、通信ネットワークにおける障害箇所を推定する情報処理装置である。推定装置2は、生成部10と、処理部20と、記憶部21とを備える。生成部10の一部又は全部は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサが、記憶部21に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

[0021] 通信ネットワーク3は、通信サービスを提供するネットワークである。通信ネットワーク3は、複数のネットワーク機器を備える。ネットワーク機器は、例えば、ルータ及びスイッチである。以下、サービス・パスを構成するネットワーク機器の台数を「M」と表記する。

[0022] 次に、通信ネットワーク3のモデルを用いたシミュレーションによるパターン情報の生成について、図2から図4までを用いて説明する。

- [0023] 図2は、ノードの接続性が検証されるパス（以下「被検証パス」という。）の例を示す図である。被検証パス4は、N台の一般化されたノード33から構成される論理パスである。台数Nは、2以上の整数であり、通信ネットワーク3において存在する1以上のサービス・パスのうちで、サービス・パスを構成するネットワーク機器の台数Mの最大数（最大台数 M_{max} ）をNの最大数として取りうる。生成部10は、N台のノード33で構成される被検証パス4に関して、被検証パスに1箇所以上の障害が発生した場合における各ノード間の接続性確認試験の成否を、障害箇所ごとにパターン情報210として予め生成する。なお、 $N=2$ から $N=M_{max}$ のそれぞれの場合における被検証パスのパターン情報が生成される。ただし、記憶容量削減のため、生成部10は、通信ネットワーク3に存在するサービス・パスを構築するネットワーク機器の台数のうちで存在しない台数のパターン情報を生成しなくてもよい。頻繁に発生するネットワーク変更に対応するため、Nは、 $N=2$ から、 $N=(M_{max}+\alpha)$ まででもよい（ α は1以上の自然数）。
- [0024] ユーザー網インタフェース31は、ユーザー網32とサービス・パスとの間の接続点を示すものであり、プロトコル変換などの処理を行ってもよい。
- [0025] 図3は、被検証パス4について接続性確認プロトコルを用いて接続性確認試験を実行する際のメッセージの通知例を示す図である。被検証パス4におけるノード33は、それぞれ要求メッセージの送信の起点となる。図3では、起点となったノード33「#n」（nは、1以上N以下のいずれかの整数）は、被検証パス4における自ノード以外の他のノード33（メッセージの折り返し点）に向けて、メッセージ100（要求メッセージ）を送信する。図3に示されたメッセージ100の矢印は、ノード33の間のやりとりを可視化したものである。メッセージ100の矢印は、起点のノード33から折り返しのノード33への要求メッセージと、折り返しのノード33から起点のノード33への応答メッセージとを表す。
- [0026] 図3では、メッセージ100の起点であるノード33「#n」は、自ノードを除くメッセージ100の折り返し点であるノード33「#1」～ノード

33「#N」)に向けて、各メッセージ100(各要求メッセージ)を送信する。ノード33「#n」は、ノード33「#1」～ノード33「#N」から、各メッセージ100(各応答メッセージ)を要求メッセージの応答として受信する。接続性確認試験は、全てのノード33を要求メッセージの送信起点として実行される。

[0027] 図4は、N台のノードで構成される被検証パス4のパターン情報210の例を示す図である。パターン情報210は、応答メッセージをノード33が受信可能であるか否かを、被検証パス4におけるモデル化されたノード33の組み合わせごとに表す情報(パターン情報)である。すなわち、パターン情報210は、起点のノード33が応答メッセージを折り返し点のノード33から受信可能であるか否かを表す情報である。

[0028] 被検証パス4における障害箇所は、複数(多重障害)でもよい。パターン情報210は、被検証パス4における1以上の障害箇所ごとに予め生成される。したがって、パターン情報210は、1以上の障害箇所に対応付けられている。

[0029] パターン情報210では、起点のノード33が応答メッセージを折り返し点のノード33から受信可能である場合に、例えば「G(Good)」と表現される。パターン情報210では、起点のノード33が応答メッセージを折り返し点のノード33から受信可能でない場合に、例えば「NG(No-Good)」と表現される。「G(Good)」は0と表現され、「NG(No-Good)」は1と表現されてもよい。なお、図4では、「G」、「NG」の記載が省略されているが、「G」及び「NG」などのデータは、故障箇所に応じて、ノードの組み合わせに対応する箇所に記載される。なお、保持されるパターン情報は、図4に示されているような表形式だけでなく、テキスト形式など別のデータ形式でも良い。また、保持されるパターン情報に図4に示す情報だけでなく、被検証パス4に関する他の情報(例えば、ノード間の接続関係を示すトポロジ情報)を含んでもよい。

[0030] このように、パターン情報210は、被検証パス4のモデル化されたパス

における故障箇所ごとに、接続性確認試験の成否結果の情報を表す。

[0031] 次に、実際の通信ネットワーク3におけるサービス・パスに対して接続性確認試験を実行する場合について説明する。

[0032] あるサービス・パスに障害の発生が検知された場合について、推定装置2は、サービス・パスを構築する各ネットワーク機器の接続性確認試験の指示を送付し、指示を受信した各ネットワーク機器は推定装置2より指示されたネットワーク機器へ接続性確認試験を実施し、その結果を推定装置2へと返す。本実施形態では、接続性確認試験で用いる接続性確認プロトコルとしてICMPプロトコルを用い、接続性確認試験に「ping」を用いた場合について説明を行う。推定装置2は、アラートなどによりネットワーク内の障害を検知し、対象となるサービス・パスの抽出後、サービス・パスに属するネットワーク機器を選択する。推定装置2は、要求メッセージを送信する動作の開始命令（以下「送信開始命令」という。）を、選択されたネットワーク機器に送信する。送信開始命令を受けたネットワーク機器は、要求メッセージの折り返し点となるネットワーク機器に対して、要求メッセージを送信する。送信開始命令を受けたネットワーク機器は、折り返し点となったネットワーク機器から、要求メッセージに対する応答メッセージを受信する。

[0033] 図1に示された処理部20は、障害検知部200と、機器選択部201と、命令送受信部202と、箇所推定部203とを備える。処理部20の一部又は全部は、CPU等のプロセッサが、記憶部21に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。処理部20の各機能部のうち一部又は全部は、例えば、LSI (Large Scale Integration) やASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0034] 障害検知部200は、通信ネットワーク3内のサービス・パスにおける障害の発生を検知する。障害検知部200は、例えば、図2に示されたユーザー網32-1から送信されたデータの受信がユーザー網32-2においてタイムアウトした場合（システム警報）、障害の発生（障害の可能性）を検知

する。

[0035] 機器選択部201は、通信ネットワーク3における障害の発生が検知された場合、障害の影響を受けるサービス・パスを抽出し、サービス・パスを構成するM台のネットワーク機器を、通信ネットワーク3に含まれている複数のネットワーク機器から選択する。

[0036] 機器選択部201は、「ping」の送信命令がオペレータによって入力された場合、サービス・パスを構成するM台のネットワーク機器を、通信ネットワーク3に含まれている複数のネットワーク機器から選択してもよい。

[0037] 命令送受信部202は、選択された各ネットワーク機器に対して、送信開始命令を順に送信する。なお、送信開始命令は、一部又は全ての選択されたネットワーク機器に対して同時に送信されてもよい。各ネットワーク機器は、送信開始命令によって実行された接続確認試験の結果を、命令送受信部202へ報告する。箇所推定部203は、利用可能な形式で、接続確認試験の結果を記憶する。

[0038] 箇所推定部203は、記憶部21に保持されるパターン情報210の内「 $N=M$ 」となるパターン情報と、機器選択部201によって選択された各ネットワーク機器が報告した接続性確認試験との比較結果に基づいて、サービス・パスにおける障害箇所を推定する。

[0039] 「 $N > M_{max}$ 」の条件でパターン情報を予め生成し、記憶部21にパターン情報が保持されていた場合、箇所推定部203は、通信ネットワーク3に変更（サービス・パスの追加、変更又は削除や、ネットワーク機器の追加、変更又は削除など）が生じた場合でも、障害箇所の特定が必要なサービス・パスのネットワーク機器の台数がNより少ない場合には、箇所推定部203は、障害箇所を推定することが可能である。すなわち、箇所推定部203は、通信ネットワーク3の変更に対して、ネットワーク機器の接続性を確認する試験（接続性確認試験）を、パターン情報の変更なしに継続的に実行することが可能である。

[0040] 記憶部21は、例えばフラッシュメモリ、HDD（Hard Disk Drive）など

の不揮発性の記録媒体（非一時的な記録媒体）が好ましい。記憶部 21 は、RAM（Random Access Memory）などの揮発性の記録媒体を備えてもよい。記憶部 21 は、被検証パス 4 における障害箇所ごとに、パターン情報 210 を記憶する。記憶部 21 は、 2×2 のサイズのパターン情報 210 と、 3×3 のサイズのパターン情報 210 と、…、 $N \times N$ のサイズのパターン情報 210 とを予め記憶する。

[0041] 次に、実際の通信ネットワーク 3 について障害箇所を推定する処理の詳細を説明する。

試験対象となるサービス・パスを構成する各ネットワーク機器を、一般化された各ノード（モデル上の各ノード）のそれぞれに、推定において対応付けることで、推定装置 2 は、M 台のネットワーク機器 30 から構成されるサービス・パスと同様の接続関係を、被検証パス 4 を用いて模擬することができる。

[0042] 図 5 は、通信ネットワーク 3 の構成例を示す図である。図 5 では、通信ネットワーク 3 は、8 台のネットワーク機器 30 で構成される。ネットワーク機器 30 は、物理的ノードでもよいし、論理的モードでもよいし、物理的ノード及び論理的ノードの組み合わせでもよい。第 1 のサービス・パスであるサービス・パス 5-1 は、ネットワーク機器 30-1 と、ネットワーク機器 30-2 と、ネットワーク機器 30-3 との 3 台のネットワーク機器で構成される。第 2 のサービス・パスであるサービス・パス 5-2 は、ネットワーク機器 30-6 と、ネットワーク機器 30-7 と、ネットワーク機器 30-8 との 3 台のネットワーク機器で構成される。

[0043] 図 6 は、パターン情報として生成されている「 $N=3$ 」の被検証パス 4 の各ノード 33 と、各サービス・パス 5 を構成するネットワーク機器 30 との対応関係の例を示す図である。被検証パス 4 の各ノードは、通信ネットワーク 3 におけるサービス・パス 5 を構成する各ネットワーク機器 30 に対応付けられる。なお、箇所推定部 203 は、被検証パス 4 とサービス・パス 5 とを比較する段階で被検証パス 4 とサービス・パス 5 とを対応付けて、障害箇

所を推定する。箇所推定部203は、図6のような対応情報を事前に記憶部に保持し、保持された対応情報を用いて障害箇所を推定してもよい。この場合、箇所推定部203は、通信ネットワーク3の変更に応じて対応情報を最新化する必要がある。

[0044] 機器選択部201は、例えばサービス・パス5-1における障害の発生が検知された場合、サービス・パス5-1を構成するネットワーク機器30-1とネットワーク機器30-2とネットワーク機器30-3とを選択する。

[0045] 以下では、サービス・パス5-1に障害が発生した場合における故障箇所特定について説明する。

[0046] 図7は、障害箇所の第1例（障害箇所「A」）を示す図である。ネットワーク機器30は、メッセージ送受信部300と、インタフェース301と、スイッチ機能部302とを備える。ネットワーク機器30の一部又は全部は、CPU等のプロセッサが、記憶部に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。ネットワーク機器30の各機能部のうち一部又は全部は、例えば、LSIやASIC等のハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0047] メッセージ送受信部300は、要求メッセージの送受信と、応答メッセージの送受信とを行う機能部（「ping」エンジン）である。メッセージ送受信部300は、送信開始命令を命令送受信部202から取得した場合、指示されたネットワーク機器30に対して「ping」を実行する。すなわち、メッセージ送受信部300は、送信開始命令を命令送受信部202から取得した場合、指示されたネットワーク機器30に対して要求メッセージ（echo request）を送信する。また、メッセージ送受信部300は、要求メッセージを送信したネットワーク機器30から応答メッセージ（echo reply）を受信してもよい。

[0048] インタフェース301は、要求メッセージ及び応答メッセージを、自ネットワーク機器に隣接するネットワーク機器30に転送する。インタフェース301は、要求メッセージ及び応答メッセージを、スイッチ機能部302に転送する。スイッチ機能部302は、自ネットワーク機器宛ての要求メッセ

ージ及び応答メッセージを、自身のメッセージ送受信部へと振り分ける。スイッチ機能部302は、自ネットワーク機器宛て以外のメッセージを、隣接するネットワーク機器へと中継する。なお、スイッチ機能部302は、信号処理により、アドレス変換などを行ってもよい。インタフェース303は、インタフェース301と同様に動作する。なお、インタフェース303及びスイッチ機能部302には、メッセージ以外にも、サービス・パスを経由して伝送される様々なデータが流通される。

[0049] 図7には、ネットワーク機器30-2のスイッチ機能部302-2の中継に障害が発生した例が、障害箇所「A」として示されている。命令送受信部202は、選択されたネットワーク機器30-1に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器30-1のメッセージ送受信部300-1は、要求メッセージ（例えば、「echo request」メッセージ）をネットワーク機器30-2に送信し、応答メッセージ（例えば、「echo reply」メッセージ）をネットワーク機器30-2から受信する。起点のネットワーク機器30-1は、要求メッセージをネットワーク機器30-3に送信しても、障害のため応答メッセージをネットワーク機器30-3から受信できない。

[0050] 次に、命令送受信部202は、選択されたネットワーク機器30-2に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器30-2は、要求メッセージをネットワーク機器30-1に送信し、応答メッセージをネットワーク機器30-1から受信する。起点のネットワーク機器30-2は、要求メッセージをネットワーク機器30-3に送信し、応答メッセージをネットワーク機器30-3から受信する。

[0051] 最後に、命令送受信部202は、選択されたネットワーク機器30-3に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器30-3は、要求メッセージをネットワーク機器30-1に送信しても、障害のため、応答メッセージをネットワーク機器30-1から受信できない。起点のネットワーク機器30-3は、要求メッセージをネットワーク機器30-2に送信し、応答メ

ッセージをネットワーク機器 30-2 から受信する。

[0052] 図 8 は、障害箇所の第 2 例（障害箇所「B」）を示す図である。図 8 には、ネットワーク機器 30-2 のインタフェース 303-2 に障害が発生した例が、障害箇所「B」として示されている。命令送受信部 202 は、選択されたネットワーク機器 30-1 に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器 30-1 のメッセージ送受信部 300-1 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-2 に送信し、応答メッセージをネットワーク機器 30-2 から受信する。起点のネットワーク機器 30-1 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-3 に送信しても、障害のため、応答メッセージをネットワーク機器 30-3 から受信できない。

[0053] 次に、命令送受信部 202 は、選択されたネットワーク機器 30-2 に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器 30-2 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-1 に送信し、応答メッセージをネットワーク機器 30-1 から受信する。起点のネットワーク機器 30-2 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-3 に送信しても、障害のため、応答メッセージをネットワーク機器 30-3 から受信できない。

[0054] 最後に、命令送受信部 202 は、選択されたネットワーク機器 30-3 に送信開始命令を送信する。起点のネットワーク機器 30-3 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-1 に送信しても、障害のため、応答メッセージをネットワーク機器 30-1 から受信できない。起点のネットワーク機器 30-3 は、要求メッセージをネットワーク機器 30-2 に送信しても、障害のため、応答メッセージをネットワーク機器 30-2 から受信できない。

[0055] 図 9 は、障害箇所の第 1 例（図 6 に示された障害箇所「A」）における接続確認試験の結果情報を示す図である。箇所推定部 203 は、図 4 に示されたようなパターン情報 210 を、記憶部 21 から取得する。箇所推定部 203 は、サービス・パス 5-1 を構成するネットワーク機器の台数「M=3」に合わせて、「N=3」のパターン情報 210 を、記憶部 21 から取得する。箇所推定部 203 は、サービス・パスのトポロジとパターン情報として登

録されているトポロジとが対応する形式のデータに、接続確認試験の結果を整形（並び替え）する。ここでの対応する形式とは、図6に示すような対応関係のことである。次に、箇所推定部203は、接続確認試験の結果と取得された「N=3」のパターン情報とを比較する。

[0056] 箇所推定部203は、比較の結果、ノード「#2」の中継部の障害を示す「N=3」のパターン情報と接続確認試験の結果とが一致することから、サービス・パス5-1における対応するネットワーク機器30-2のスイッチ機能部302（障害箇所「A」）における中継機能障害であると推定する。

[0057] 図10は、障害箇所の第2例（図7に示された障害箇所「B」）における結果情報の例を示す図である。箇所推定部203は、図9の故障箇所特定と同様の手順で、故障箇所を推定する。箇所推定部203は、パターン情報と接続性確認試験の結果とを比較する。箇所推定部203は、ノード「#2」及びノード「#3」の間の障害を示す「N=3」のパターン情報と接続性確認試験の結果とが一致することから、各ノードにサービス・パス5-1において対応するネットワーク機器30-2及びネットワーク機器30-3の間（障害箇所「B」）のリンク障害であると推定する。

[0058] 次に、推定システム1の動作例を説明する。

図11は、推定システム1の動作例を示すフローチャートである。障害検知部200は、通信ネットワークにおける障害発生を検知する。ここで、障害検知部200は、オペレータから、障害発生の申告を取得する。障害検知部200は、別途ネットワークを管理する管理装置から、障害発生の情報を取得してもよい（ステップS101）。機器選択部201は、障害の発生が検知されたサービス・パス5を抽出し、サービス・パスを構成するネットワーク機器30を選択する（ステップS102）。なお、ネットワーク機器30の選択にあたり、機器選択部201は、サービス・パス5を構成するネットワーク機器30の情報を管理装置から取得してもよい。機器選択部201は、サービス・パス5を構成するネットワーク機器30の情報を、障害の発生前に取得しても良い。

- [0059] 命令送受信部202は、選択された各ネットワーク機器30に送信開始命令を送信し、その送信開始命令に応じた接続性確認試験の結果を各ネットワーク機器から受信する（ステップS103）。箇所推定部203は、接続性確認試験の結果（受信結果）を集約及び整形する。箇所推定部203は、サービス・パス5を構成するネットワーク機器30の台数「M」に等しい「N」台のノード33のパターン情報210を取得する（ステップS104）。なお、パターン情報210の所得の際に、サービス・パス5のネットワークトポロジと同一のトポロジを有する「N」台のパターン情報210のみを取得してもよい。
- [0060] 箇所推定部203は、接続性確認試験の結果と取得されたパターン情報210とを、故障箇所ごとに比較する（ステップS105）。
- [0061] 箇所推定部203は、接続性確認試験の結果に一致するパターン情報210に対応付けられている障害箇所を、サービス・パス5における障害箇所と推定する（ステップS106）。
- [0062] なお、要求メッセージの折り返し点となったネットワーク機器30は、起点となったネットワーク機器30に対して応答メッセージを送信してもよいし、推定装置2に対して応答メッセージを送信してもよい。推定装置2は、応答メッセージをネットワーク機器30が実際に受信できたか否かを表す結果情報とパターン情報との比較結果に基づいて、サービス・パス5における障害箇所を推定（特定）する。
- [0063] 以上のように、実施形態の推定装置2は、通信ネットワーク3に構成される通信回線又は通信パスであるサービス・パス5内の障害箇所を推定する。推定装置2は、生成部10と、機器選択部201と、命令送受信部202と、箇所推定部203とを備える。生成部10は、「N（Nは2以上）」台のノードから構成される被検証パス4に1箇所以上の障害が発生した場合におけるノード33の間の接続性確認試験の成否を、障害箇所ごとにパターン情報210として予め生成する。機器選択部201は、通信ネットワーク3における複数のネットワーク機器30のうちから、サービス・パス5を構成す

る「M（Mは2以上）」台のネットワーク機器30を、障害の発生に応じて選択する。命令送受信部202は、選択されたネットワーク機器30の間で、接続性確認試験を実行する。箇所推定部203は、接続性確認試験の確認結果と、予め生成されたパターン情報210のうちで「N=M」となるパターン情報とを比較する。箇所推定部203は、「N=M」となるパターン情報と確認結果とが一致した場合、「N=M」となるパターン情報に対応付けられた障害箇所に基づいて、サービス・パス5内の障害箇所を推定する。

[0064] これによって、実施形態の推定装置2は、通信ネットワーク3の変更に依拠して比較用ネットワーク情報及び比較用プログラムを変更することなく、パターン情報210に基づいて、障害箇所を推定することが可能である。

[0065] サービス・パス5を構成する第1のネットワーク機器30は、接続性確認試験において、サービス・パス5を構成する第2のネットワーク機器30に対して、要求メッセージを送信する。第2のネットワーク機器30は、接続性確認試験において、第1のネットワーク機器30に対して応答メッセージを送信する。第1のネットワーク機器30は、応答メッセージの受信結果を推定装置2に対して送信する。第2のネットワーク機器30は、接続性確認試験において、第1のネットワーク機器30に対して応答メッセージを送信する代わりに、推定装置2に対して応答メッセージを送信してもよい。これによって、推定装置2は、応答メッセージに基づいて障害箇所を推定することが可能である。

[0066] サービス・パス5ごとの障害箇所と応答メッセージの結果情報との単純な対応付けの結果は複雑であり、それらの対応付けの数（組み合わせ）は膨大である。本発明では、モデル化した被検証パスにおけるパターン情報を事前に生成・記憶しておくことで、複数のサービス・パスに対して、同じパターン情報を適用して障害箇所の推定を行うことが可能である。これにより、記憶部21に予め記憶されるパターン情報210（パターン）の数は抑制される。

[0067] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体

的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0068] 例えば、上述の実施形態では、「ping」コマンドが用いられた例を説明したが、推定装置2は、「ping」コマンドの代わりに、通信ネットワークの経路を調べるインターネット制御通知プロトコルのコマンドである「traceroute」コマンドを用いてもよい。「traceroute」コマンドが用いられた場合、推定装置2は、起点のネットワーク機器30から折り返し点のネットワーク機器30までの導通（接続性）だけでなく、起点のネットワーク機器30から折り返し点のネットワーク機器30までの中継のネットワーク機器30の導通（接続性）も確認することができる。これによって、推定装置2は、「ping」コマンドが用いられた場合と比較して、各ネットワーク機器30の間の導通の確認に要する手順を削減することができる。また、ICMP以外の別のプロトコルを用いて、接続性確認試験を実施してもよい。

[0069] 本発明の装置はコンピュータとプログラムによっても実現でき、プログラムを記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

[0070] すなわち、上述した実施形態における推定装置、ネットワーク機器（ノード）をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように

に、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明は、通信システムに適用可能である。

符号の説明

[0072] 1…推定システム、2…推定装置、3…通信ネットワーク、4…被検証パス、5…サービス・パス、10…生成部、20…処理部、21…記憶部、30…ネットワーク機器、31…ユーザー網インタフェース、32…ユーザー網、33…ノード、100…メッセージ、200…障害検知部、201…機器選択部、202…命令送受信部、203…箇所推定部、210…パターン情報、300…メッセージ送受信部、301…インタフェース、302…スイッチ機能部、303…インタフェース

請求の範囲

【請求項1】 通信ネットワークに構成される通信回線又は通信パスであるサービス・パス内の障害箇所を推定する推定装置が実行する推定方法であって、

「N（Nは2以上）」台のノードから構成される被検証パスに1箇所以上の障害が発生した場合における前記ノードの間の接続性確認試験の成否を障害箇所ごとにパターン情報として予め生成するパターン生成ステップと、

前記通信ネットワークにおける複数のネットワーク機器のうちから、前記サービス・パスを構成する「M（Mは2以上）」台の前記ネットワーク機器を、前記障害の発生に応じて選択するステップと、

選択された前記ネットワーク機器の間で前記接続性確認試験を実行するステップと、

前記接続性確認試験の確認結果と、予め生成された前記パターン情報のうちで「 $N=M$ 」となる前記パターン情報とを比較するステップと、

「 $N=M$ 」となる前記パターン情報と前記確認結果とが一致した場合、「 $N=M$ 」となる前記パターン情報に対応付けられた前記障害箇所に基づいて前記サービス・パス内の障害箇所を推定するステップとを有する推定方法。

【請求項2】 前記被検証パスの前記ノードの台数は、前記通信ネットワークに構成される複数の前記サービス・パスのうち、最大台数の前記ネットワーク機器から構成される前記サービス・パスの前記ネットワーク機器の台数よりも多い台数である、

請求項1に記載の推定方法。

【請求項3】 前記サービス・パスを構成する第1の前記ネットワーク機器は、前記接続性確認試験において、前記サービス・パスを構成する第2の前記ネットワーク機器に対して要求メッセージを送信する、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の推定方法。

[請求項4] 前記サービス・パスを構成する第 2 の前記ネットワーク機器は、前記接続性確認試験において、前記サービス・パスを構成する第 1 の前記ネットワーク機器、又は、前記推定装置に対して応答メッセージを送信する、

請求項 3 に記載の推定方法。

[請求項5] 前記要求メッセージは、インターネット制御通知プロトコル（ICMP）を利用する ping 又は traceroute のメッセージである、

請求項 3 又は請求項 4 に記載の推定方法。

[請求項6] 前記ネットワーク機器は、前記通信ネットワークにおける、物理的なノードと論理的なノードとのうちの少なくとも一方である、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の推定方法。

[請求項7] 通信ネットワークに構成される通信回線又は通信パスであるサービス・パス内の障害箇所を推定する推定装置であって、

「N（Nは2以上）」台のノードから構成される被検証パスに1箇所以上の障害が発生した場合における前記ノードの間の接続性確認試験の成否を障害箇所ごとにパターン情報として予め生成する生成部と、

前記通信ネットワークにおける複数のネットワーク機器のうちから、前記サービス・パスを構成する「M（Mは2以上）」台の前記ネットワーク機器を、前記障害の発生に応じて選択する機器選択部と、

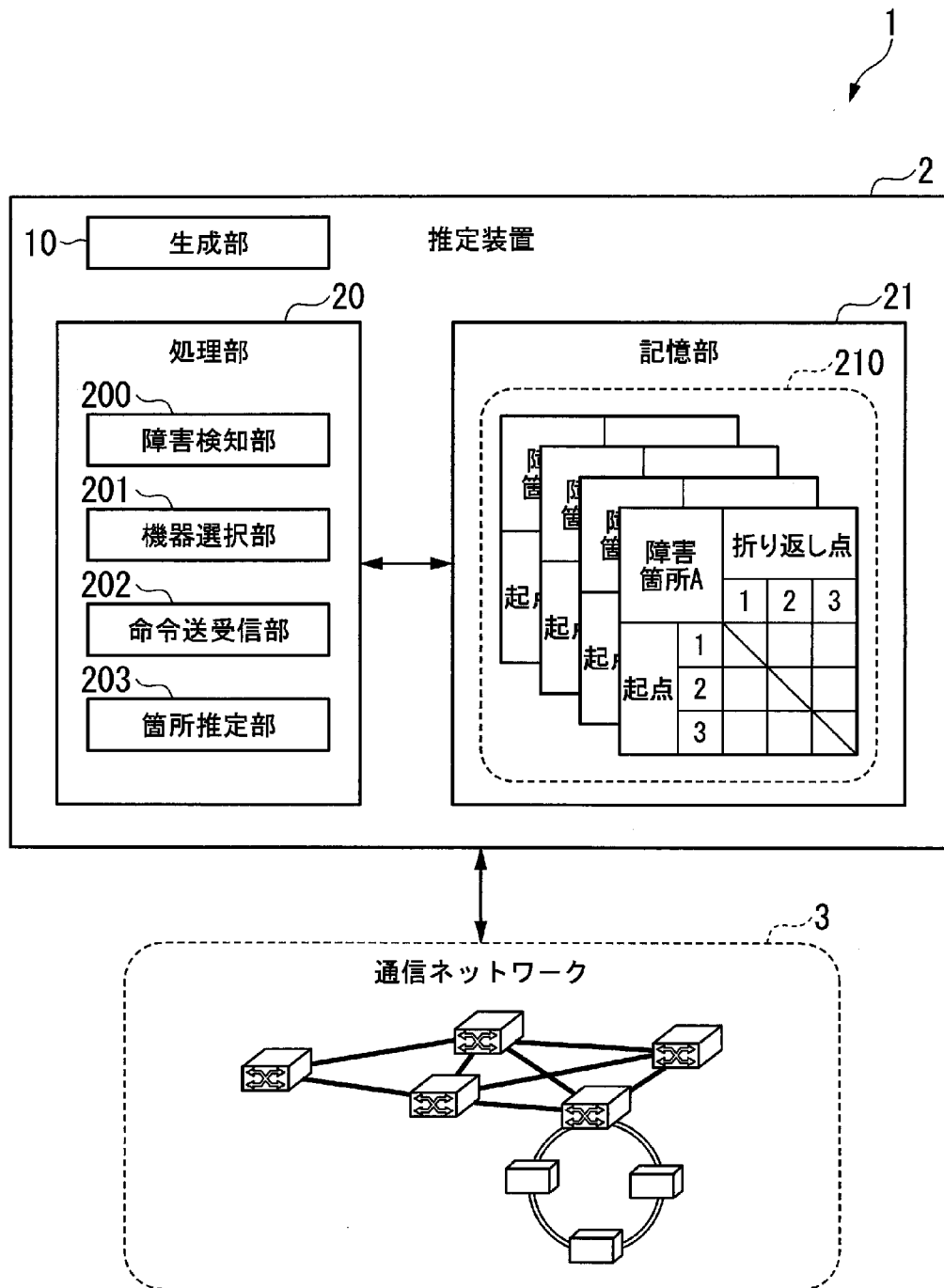
選択された前記ネットワーク機器の間で前記接続性確認試験を実行する命令送受信部と、

前記接続性確認試験の確認結果と、予め生成された前記パターン情報のうちで「N=M」となる前記パターン情報とを比較し、「N=M」となる前記パターン情報と前記確認結果とが一致した場合、「N=M」となる前記パターン情報に対応付けられた前記障害箇所に基づい

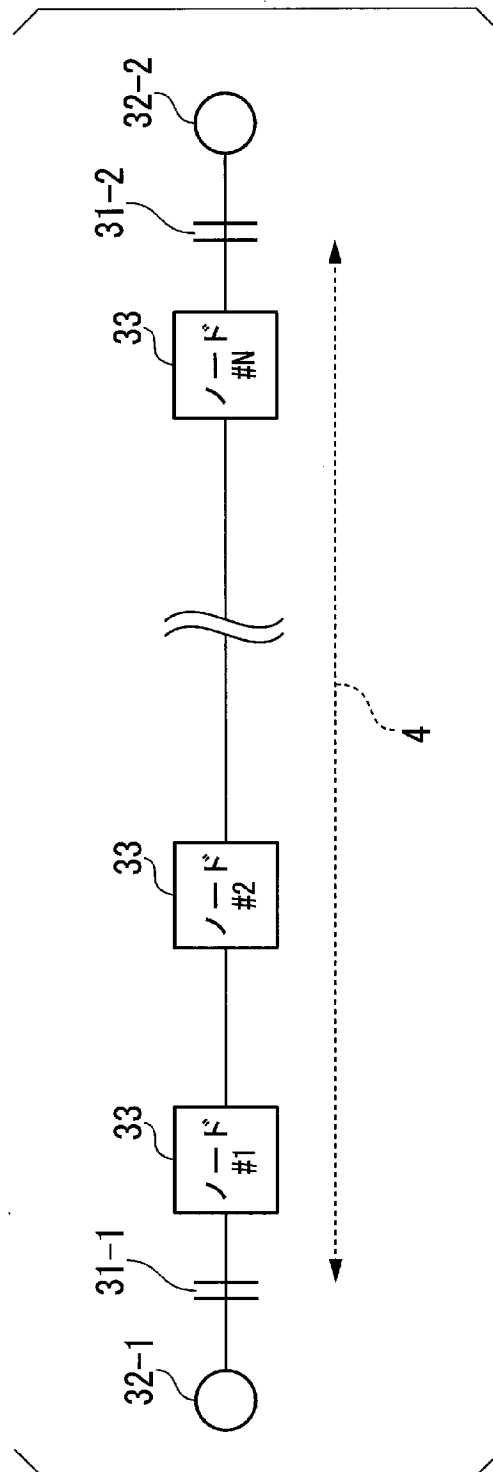
て前記サービス・パス内の障害箇所を推定する箇所推定部と
を備える推定装置。

[請求項8] 請求項1 から請求項6 のいずれか一項に記載の推定方法をコンピュータに実行させるための推定プログラム。

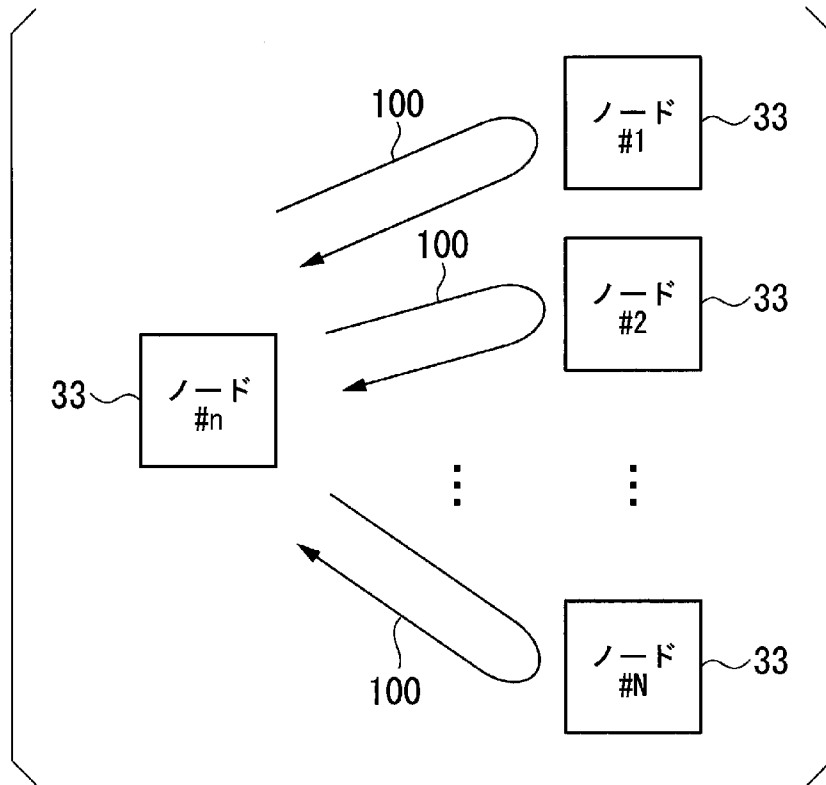
[図1]



[図2]



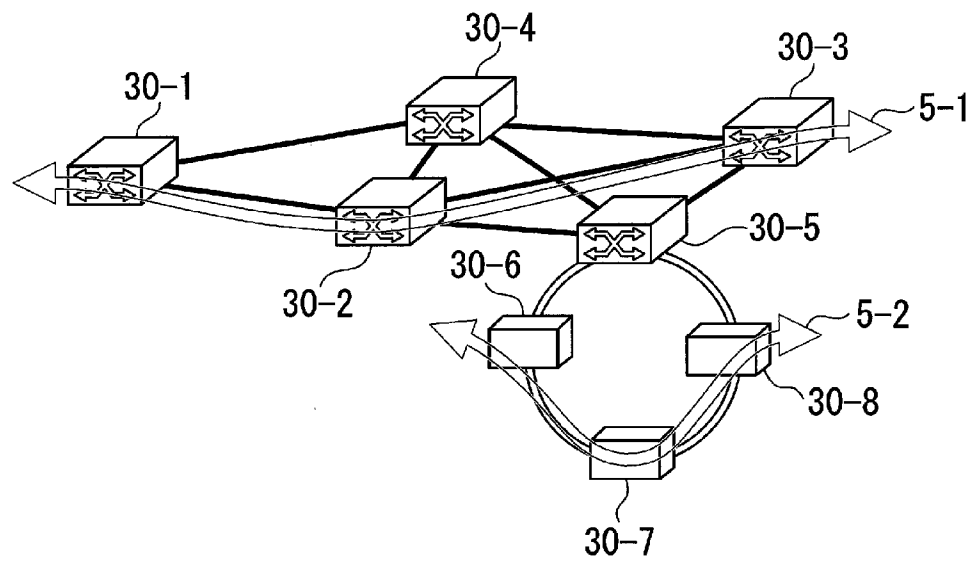
[図3]



[図4]

障害箇所		折り返し点			
		#1	#2	...	#N
起点	#1				
	#2				
	...				
	#N				

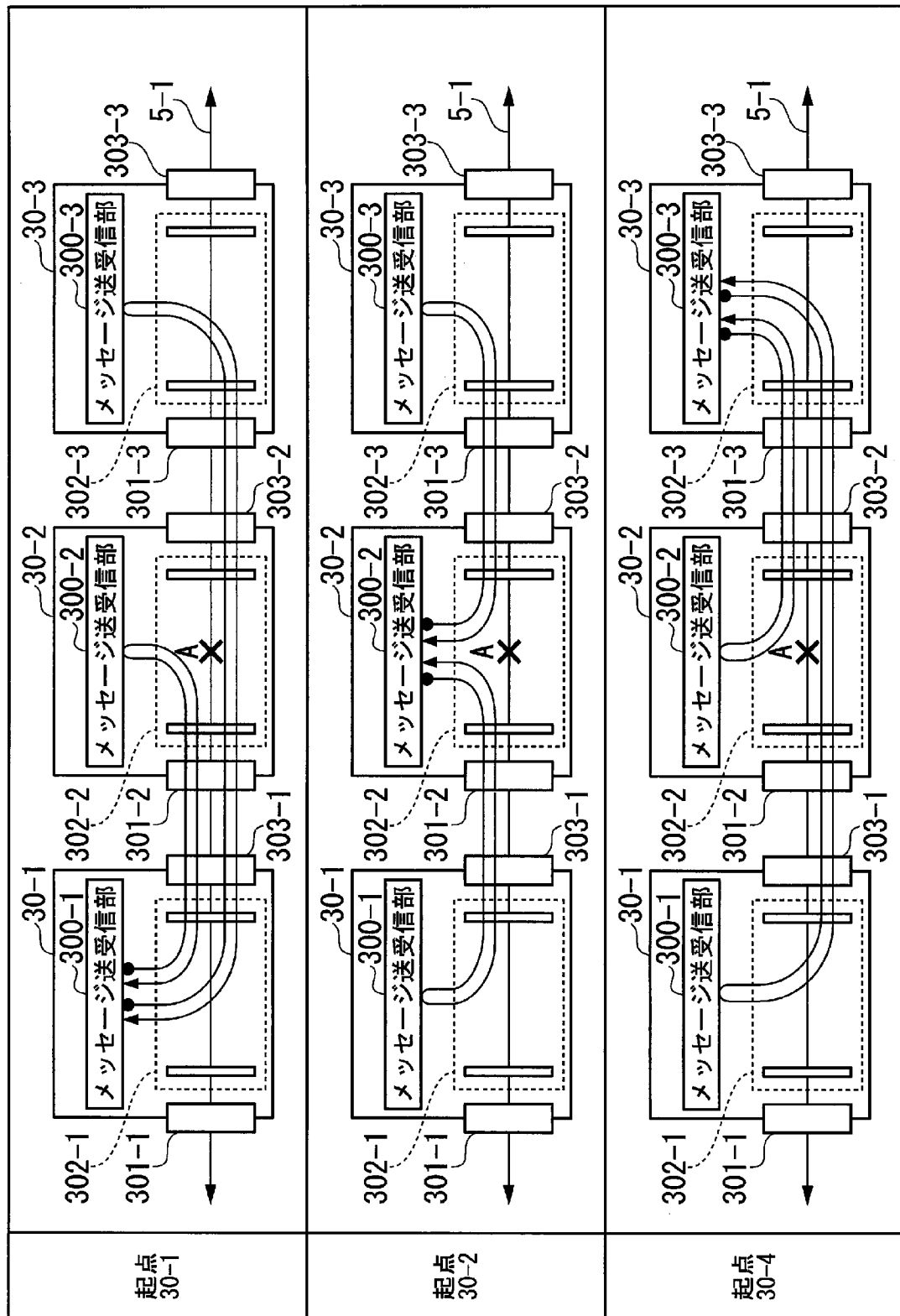
[図5]



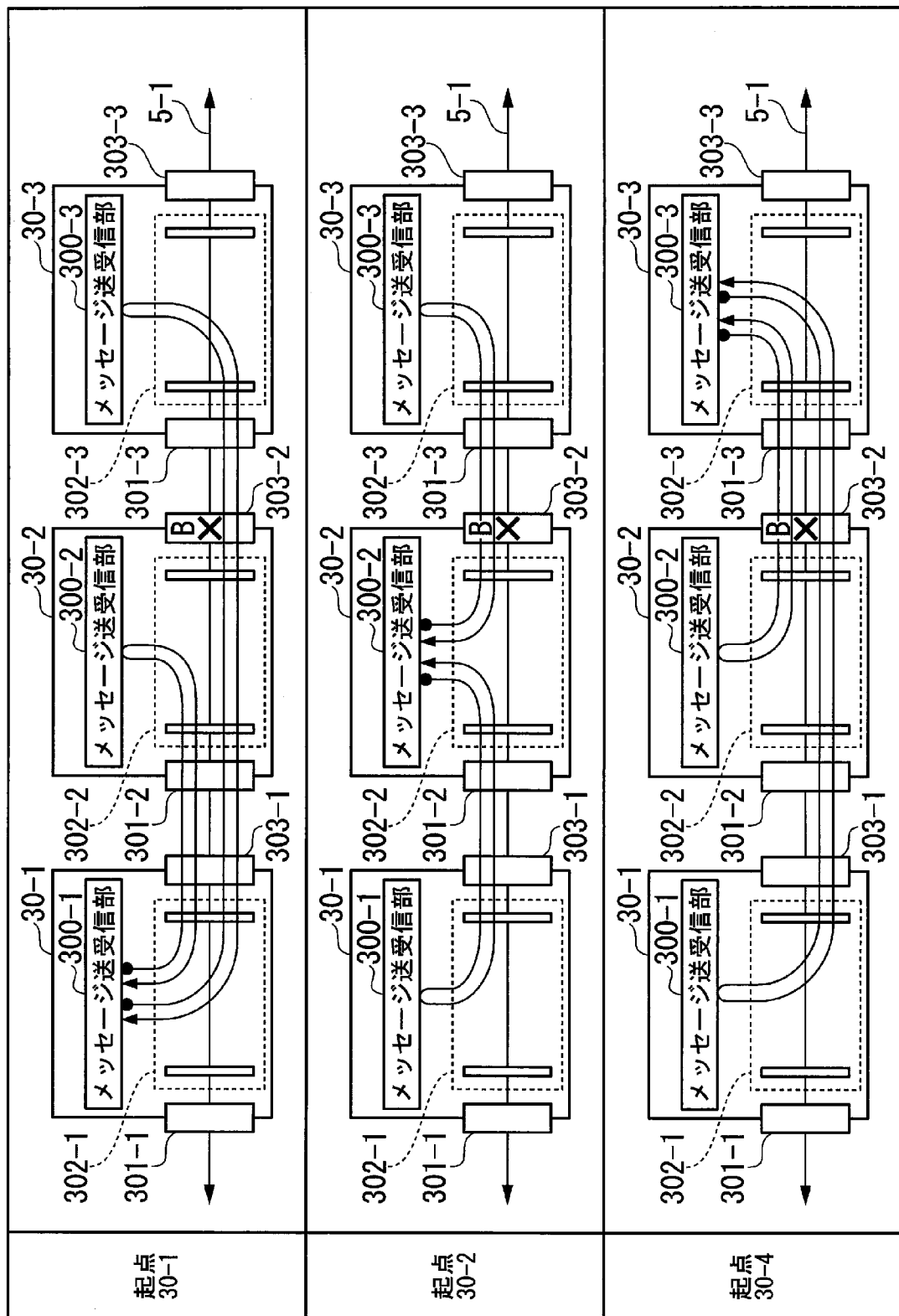
[図6]

推定対象パス4の ノード33	サービス・パス5-1の ネットワーク機器30	サービス・パス5-2の ネットワーク機器30
#1	ネットワーク機器30-1	ネットワーク機器30-6
#2	ネットワーク機器30-2	ネットワーク機器30-7
#3	ネットワーク機器30-3	ネットワーク機器30-8

[図7]



[図8]



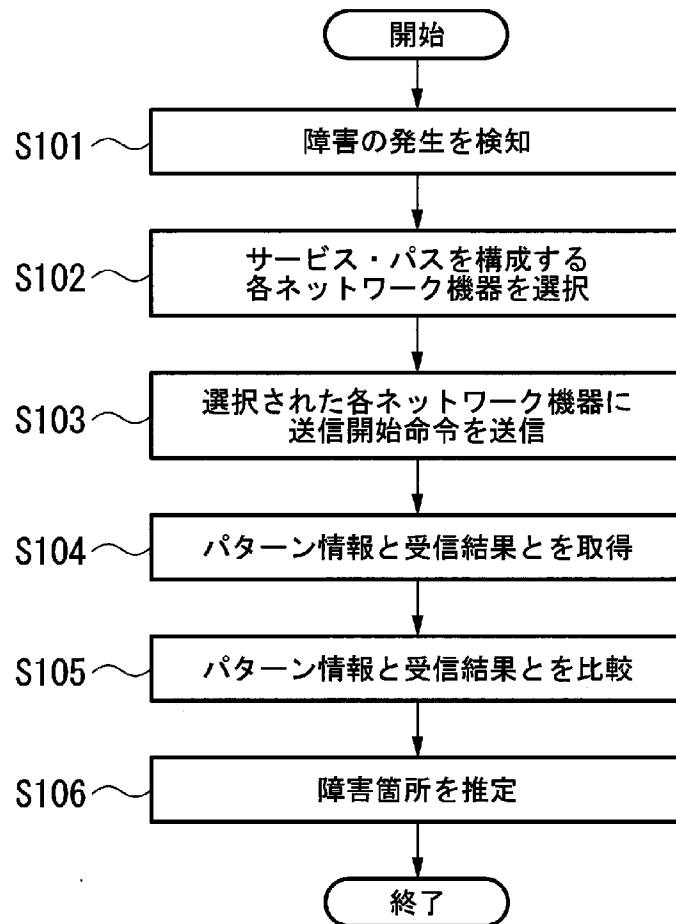
[図9]

		折り返し点		
		30-1	30-2	30-3
起点	30-1		G	NG
	30-2	G		G
	30-3	NG	G	

[図10]

		折り返し点		
		30-1	30-2	30-3
起点	30-1		G	NG
	30-2	G		NG
	30-3	NG	NG	

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L12/70 (2013.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04L12/70

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-186633 A (HITACHI, LTD.) 13 July 2006, paragraphs [0004], [0016], [0020]-[0030], [0033]-[0043], [0046]-[0049], fig. 1-6 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-34876 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 12 February 2010, paragraphs [0018], [0020], [0024]-[0037], fig. 3, 5, 6 (Family: none)	1-8
A	JP 2005-341062 A (FUJITSU LTD.) 08 December 2005, paragraphs [0015], [0041], [0088]-[0128] (Family: none)	1-8
A	JP 2014-53658 A (NOMURA RESEARCH INSTITUTE, LTD.) 20 March 2014, paragraphs [0021], [0027], [0029]-[0035], [0043]-[0045], fig. 1, 2, 7 (Family: none)	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27.11.2019

Date of mailing of the international search report
10.12.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039371

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-147595 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 01 July 2010, paragraphs [0012]-[0021], fig. 1-3 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/70(2013.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/70

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-186633 A (株式会社日立製作所) 2006.07.13, [0004], [0016], [0020]-[0030], [0033]-[0043], [0046]-[0049], 図 1-6 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-34876 A (沖電気工業株式会社) 2010.02.12, [0018], [0020], [0024]-[0037], 図 3, 5, 6 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2005-341062 A (富士通株式会社) 2005.12.08, [0015], [0041], [0088]-[0128] (ファミリーなし)	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.11.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

羽岡 さやか

5 X

3149

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-53658 A (株式会社野村総合研究所) 2014. 03. 20, [0021], [0027], [0029]-[0035], [0043]-[0045], 図 1, 2, 7 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-147595 A (三菱電機株式会社) 2010. 07. 01, [0012]-[0021], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-8