

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257326 A1

(51) 国際特許分類:
G08G 1/00 (2006.01) G06Q 10/047 (2023.01)
G01C 21/34 (2006.01) H04L 12/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/022367

(22) 国際出願日: 2023年6月16日(16.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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).

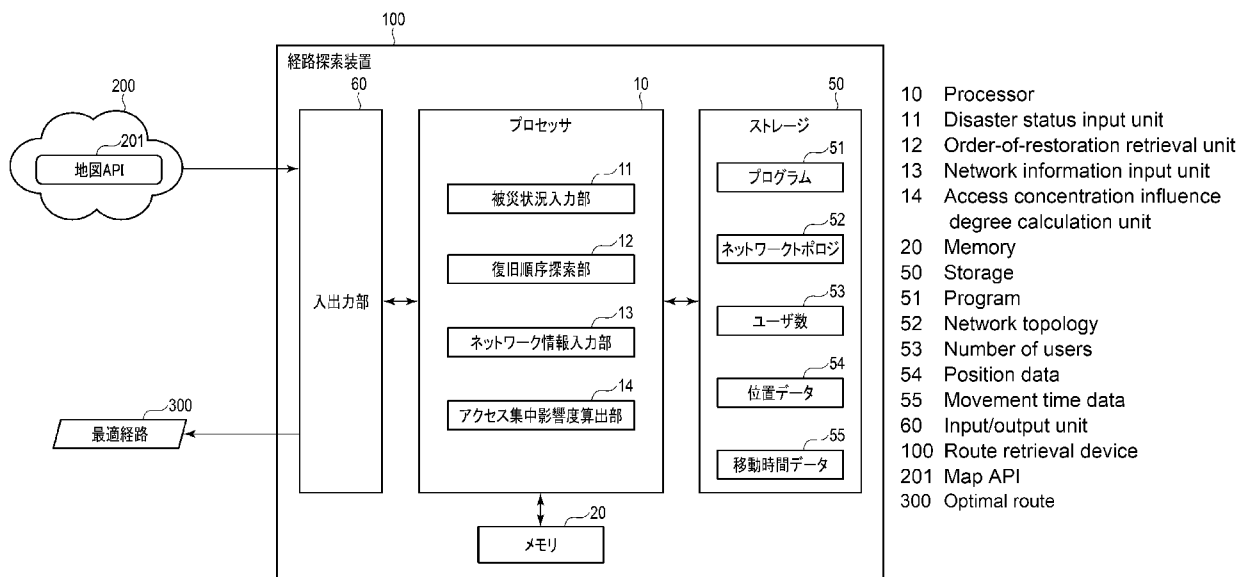
(72) 発明者: 福田 展和 (FUKUDA, Nobukazu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1

1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 明石 和陽(AKASHI, Kazuaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 金井 俊介(KANAI, Shunsuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 田山 健一(TAYAMA, Kenichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人鈴榮特許総合事務所 (SUZUYE & SUZUYE); 〒1050014 東京都港区芝三丁目23番1号 セレスティン芝三井ビルディング11階 Tokyo (JP).

(54) Title: ROUTE RETRIEVAL DEVICE, ROUTE RETRIEVAL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 経路探索装置、経路探索方法、およびプログラム



(57) Abstract: A route retrieval device according to one aspect of the present invention retrieves routes according to which vehicles are moved to a plurality of bases that provide services to users. The route retrieval device comprises a network information input unit, a status input unit, an order-of-restoration retrieval unit, and an access concentration influence degree calculation unit. The network information input unit inputs network information regarding a network which has a plurality of bases as nodes and links the nodes. The status input unit inputs the status of each of the nodes and links. The order-of-restoration retrieval unit formulates a planning problem for modelling the access concentration of traffic in the network on the basis of the network information and the statuses, and retrieves candidates for the order of restoration of the bases as routes. The access concentration influence degree calculation unit evaluates the influence degree of the access concentration for each of the orders of restoration by using an objective function value obtained by optimizing

(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, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

the planning problem.

(57) 要約: この発明の一態様に係る経路探索装置は、ユーザにサービスを提供する複数の拠点に車両を移動させるための経路を探索する。経路探索装置は、ネットワーク情報入力部と、状況入力部と、復旧順序探索部と、アクセス集中影響度算出部とを具備する。ネットワーク情報入力部は、複数の拠点をノードとしノードの間をリンクとするネットワークのネットワーク情報を入力する。状況入力部は、ノードおよびリンクのそれぞれの状況を入力する。復旧順序探索部は、ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を、ネットワーク情報と状況とに基づいて定式化して、拠点の復旧順序の候補を経路として探索する。アクセス集中影響度算出部は、計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、復旧順序の各々に対するアクセス集中の影響度を評価する。

明 細 書

発明の名称：経路探索装置、経路探索方法、およびプログラム
技術分野

[0001] この発明の一態様は、経路探索装置、経路探索方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 配送サービス (delivery service) に注目が集まっている。小包などの荷物だけでなく、地震や台風等の災害時における復旧車輛の訪問も配送サービスの一つである。例えば、通信事業者は災害等で電力が途絶えると、通信サービスを提供するビル（通信ビル）に電源車や作業員をただちに配送する。広域災害時の大規模停電には燃料の配送が必要であり、装置故障時には装置交換が必要である。配送ルートを最適化することは、通信ビルの復旧を速めるためにも重要である。

[0003] 配送計画問題（VRP：Vehicle Routing Problem）は、複数の車両に複数の拠点を訪問させる際の順序（復旧順序）を最適化するという問題である。それぞれの復旧順序を評価するための基準には、トラフィック量や通信可能なユーザ数が用いられる。

[0004] 非特許文献1は、段階的なネットワークのノードの復旧において、特定端点間を流れるトラフィック量を最大化すべく復旧順序を最適化する技術を開示する。

[0005] 非特許文献2は、大規模故障においてマルチレイヤのネットワークの経路を考慮し、容量の上限まで特定端点間のトラフィック量を最大化する技術を開示する。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：J. Wang, et al. "On progressive network recovery after a major disruption," INFOCOM, 2011.

非特許文献2：K. Genda, et al. "Multi-stage network recovery considering traffic demand after a large-scale failure," ICC, 2016.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 既存の技術は、トラフィック量のみを考慮して拠点の復旧順序を最適化するもので、通信品質に関しては考慮されない。まして、通信サービスに接続するユーザの数や、影響を受けるユーザの数といった要素も考慮されない。このことを鑑み、例えば、P O I (Point of Interface) に接続できないユーザ数に基づく指標を影響度とし、影響度に基づいて復旧順序を最適化することが考えられている。ここに、通信可能な通信ビルが減少することによるアクセス集中といった要素を組み合わせることができれば、さらに的確な復旧順序を算出できる可能性がある。

[0008] この発明は、上記事情に着目してなされたもので、通信サービスへの影響を最小限にする復旧順序を算出することの可能な技術を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] この発明の一態様に係る経路探索装置は、ユーザにサービスを提供する複数の拠点に車両を移動させるための経路を探索する経路探索装置である。経路探索装置は、ネットワーク情報入力部と、状況入力部と、復旧順序探索部と、アクセス集中影響度算出部とを具備する。ネットワーク情報入力部は、複数の拠点をノードとしノードの間をリンクとするネットワークのネットワーク情報を入力する。状況入力部は、ノードおよびリンクのそれぞれの状況を入力する。復旧順序探索部は、ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を、ネットワーク情報と状況とに基づいて定式化して、拠点の復旧順序の候補を経路として探索する。アクセス集中影響度算出部は、計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、復旧順序の各々に対するアクセス集中の影響度を評価する。

発明の効果

[0010] この発明の一態様によれば、通信サービスへの影響を最小限にする復旧順序を算出することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、実施形態のユースケースについて説明するための図である。

[図2]図2は、実施形態のユースケースについて説明するための図である。

[図3]図3は、この発明の一実施形態に係る経路探索装置の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、図3に示される経路探索装置100の一例を示す機能ブロック図である。

[図5]図5は、アクセス集中の影響度について説明するための図である。

[図6]図6は、プロセッサ10における機能ブロック間のデータの流れを示す図である。

[図7]図7は、実施形態に係わる経路探索装置の処理手順の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、アクセス集中の影響度を用いて復旧順序を最適化する方法について説明するための図である。

[図9]図9は、ネットワークトポロジの一例を示す図である。

[図10]図10は、実施形態に係わる多品種フローを用いた方法により選択される経路を示す図である。

[図11]図11は、トラフィック最大化により選択される経路を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照してこの発明に係わる実施形態を説明する。まず、図1および図2を参照して実施形態のユースケースについて説明する。

[0013] 図1は、実施形態に係わる経路探索装置のユースケースの一例を示す図である。例えば通信ビルが被災するような災害が発生すると、通信事業者は、被災した通信ビル1に車両2を訪問させて復旧対応を行う。復旧作業に必要な

なりソースは限られるので、各通信ビル１を段階的に復旧するための計画が立案される。その際、通信ビル１を訪問する順序を決めるためには、通信サービスにおける通信ビルの重要性を考慮する必要がある。

[0014] ネットワークにおける通信ビルの重要性を適切に評価することで、通信サービスへの影響を最小限に抑えた復旧計画の立案が可能になる。それぞれの通信ビルの重要性を個々に評価するために、実施形態では、各通信ビルの復旧状況における通信サービスの状況を評価する。すなわち、通信ビルの故障あるいは復旧が、通信サービスに与える影響を定量的に評価する。

[0015] 図２に示されるように、重要な通信ビルを優先的に復旧することで、影響度を段階的に減少させ、延べ影響度を最小限に抑えることができる。

[0016] 図３は、この発明の一実施形態に係る経路探索装置の一例を示すブロック図である。図３の経路探索装置１００は、ユーザにサービスを提供する複数の拠点に車両を移動させるための経路を探索する装置である。

[0017] 経路探索装置１００は、プロセッサ１０、メモリ２０、ストレージ５０、および入出力部６０と、これらを接続するバス４５とを備えるコンピュータである。入出力部６０は、経路探索装置１００とクラウド２００との間に通信リンクを設定し、各種のデータを授受する。

[0018] プロセッサ１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＭＰＵ（Micro Processing Unit）などの演算デバイスであり、ストレージ５０からメモリ２０にロードされたプログラムに従って、実施形態に係わる処理機能を実現する。

[0019] 図４は、図３に示される経路探索装置１００の一例を示す機能ブロック図である。図４において、メモリ２０は、ＲＯＭ（Read Only Memory）やＲＡＭ（Random Access Memory）等の半導体メモリである。

[0020] ストレージ５０は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、またはＳＳＤ（Solid State Drive）等の不揮発性メモリであり、ＯＳ（Operating System）等の基本ソフトウェアに加えて、実施形態に係る処理を実現するためのプログラム５１を記憶する。すなわちプログラム５１は、経路探索装置１００にインストール

ールされることが可能である。

[0021] また、ストレージ50は、経路探索の対象とするネットワークのネットワークトポロジ52を記憶するエリアと、ユーザ数53を記憶するエリアと、位置データ54を記憶するエリアと、移動時間データ55を記憶するエリアとを備える。

[0022] ネットワークトポロジ52は、経路探索の対象とするネットワークのトポロジを表すデータである。実施形態では、車両の配送の対象となる複数の拠点をノードとし、ノード間をリンク（またはアーク）と称する。

[0023] ユーザ数53は、それぞれの拠点（ノード）ごとのユーザ数である。つまり、各拠点においてネットワークサービスを利用するユーザの数である。

位置データ54は、例えば緯度・経度で表される、各拠点の位置である。

移動時間データ55は、それぞれの拠点間の移動時間を行列形式で示すデータである。

[0024] プロセッサ10は、この発明の一実施形態に係る処理機能として、被災状況入力部11、復旧順序探索部12、ネットワーク情報入力部13、および、アクセス集中影響度算出部14を備える。

[0025] 被災状況入力部11、復旧順序探索部12、ネットワーク情報入力部13、および、アクセス集中影響度算出部14は、メモリ20にロードされたプログラムをプロセッサ10が実行することで実現される。つまりプログラム51は、プロセッサ10を、被災状況入力部11として機能させる命令と、復旧順序探索部12として機能させる命令と、ネットワーク情報入力部13として機能させる命令と、アクセス集中影響度算出部14として機能させる命令とを含む。

[0026] ネットワーク情報入力部13は、ネットワークのネットワーク情報を入力する。ネットワーク情報は、例えばオペレータ（ユーザ）により入力されることができる。その場合、ネットワーク情報入力部13は、オペレータにGUI（Graphical User Interface）環境を提供する。ネットワーク情報は、例えばストレージ50に記憶されたネットワークトポロジ52、拠点ごとの

ユーザ数 53、および、拠点間の移動時間データ 55 とを含むことができる。さらに、ネットワーク情報は、リンクの容量、各ノードのユーザ数とトラフィックの需要量を含んでよい。

[0027] ネットワーク情報入力部 13 は、入力されたデータをストレージ 50 に記憶させる。すなわち被災状況入力部 11 は、ネットワークトポロジ 52、ユーザ数 53、位置データ 54、および、移動時間データ 55 をストレージ 50 に記憶させる。例えば、ネットワーク情報入力部 13 は、位置データ 54 をクラウド 200 の地図 API (Application Programming Interface) 201 に渡し、これに応じて返送された移動時間データ 55 を取得してストレージ 50 に記憶させる。地図 API 201 は、クラウド 200 により提供されるサービスである。

[0028] 被災状況入力部 11 は、ノードの被災状況、および、リンクの被災状況を、例えばオペレータの入力により取得する。

[0029] 復旧順序探索部 12 は、ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を定式化する。復旧順序探索部 12 は、例えば、上記ネットワーク情報と、上記被災状況とに基づいて計画問題を定式化する。さらに、復旧順序探索部 12 は、定式化した計画問題に基づいて、拠点の復旧順序の候補を車両 2 の経路として探索する。

[0030] アクセス集中影響度算出部 14 は、上記計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、復旧順序の各々に対する、アクセス集中の影響度を評価する。また、アクセス集中影響度算出部 14 は、アクセス集中の影響度の評価を復旧順序探索部 12 にフィードバックして、経路の最適解を探索させる。最終的に得られた最適解が、最適経路 300 である。

入出力部 60 は、算出された最適経路 300 を出力する。

[0031] 図 5 は、アクセス集中の影響度について説明するための図である。実施形態では、災害復旧における通信ビルの重要性を評価するために、ネットワークのアクセス集中により影響を受けるユーザ数を定量的に評価するモデルを作成する。ここで、各通信ビルに収容されたユーザから P O I への通信にお

ける、アクセス集中によって通信品質が低下するユーザ数を「アクセス集中の影響度」として定義する。アクセス集中の影響度は、他の指標である例えば「通信断の影響度」とは区別される。

[0032] ちなみに通信断の影響度を算出するためには、最大流アルゴリズムを用いることができる。すなわち、利用可能な経路を最大限利用した場合における、P O I に接続可能なユーザ数を最大流アルゴリズムで算出する。

[0033] しかし、最大流アルゴリズムをアクセス集中の算出に適用すると、リンク容量まで最大限フローを流すためアクセス集中が多発する経路が選択されやすい。また、そのリンクを利用するユーザを区別しないため、アクセス集中によるユーザへの影響を評価することができない。

[0034] 図5に示されるように、アクセス集中を定式化するために、ユーザのトラフィック量がリンクの容量を超過することをモデル化する。大規模災害時には通信可能な経路が減少し、特定のリンクにアクセスが集中することによって、そのリンクを利用するユーザの通信品質が低下する。経路制御プロトコルには、最短経路を選択する方法やアクセス集中箇所を迂回する方法が存在するので、アクセス集中の観点で最も良い経路が選択される場合を考える。

[0035] 実施形態では、影響度を最小化するうえで最適な経路を求め、その時のリンクのアクセス集中の状況から、通信に影響を受けるユーザ数を計算する。例えば、ネットワークのトポロジとリンクの容量、各ノードのユーザ数とトラフィックの需要量を入力し、計画問題を最適化することでリンク上のフローを求める。そうして、アクセス集中の影響を受けるユーザ数を数え上げた後、アクセス集中の影響度を算出する。

[0036] ここで、アクセス集中をモデル化する計画問題について数式を用いて説明する。ここでは、各ノードからのフローを区別するため多品種フローを考える。入力、および出力に関して以下のように定義する。

[数1]

- ・入力：各ノード*i*のトラフィックの需要量 Src_i
各ノードのユーザー数 $User_h$
リンク(*i, j*)の容量 Cap_{ij}
- ・出力：アクセス集中の影響度

[0037] 各ノードにおけるフロー保存則は、式（１）で表される。

[数2]

$$\sum_{j, (i,j) \in E} flow_{hij} = \sum_{j, (i,j) \in E} flow_{hji} + Src_{hi} \quad (i \in S, h \in H)$$

・・・（１）

式（１）の左辺は、ユーザ*h*からの（*i, j*）のフローの総和である。右辺第２項において、 $Src_{hi} = Src_i$ である。*i* ∈ *S*の*S*はノード集合を表し、*h* ∈ *H*の*H*はユーザ集合を表す。

[0038] アクセス集中を、トラフィックがリンクの容量を超えることとして表すと、《１》であって、式（２）が成り立つ。

[数3]

$$cong_{ij} = 1$$

・・・《１》

$$\sum_h flow_{hij} \leq Cap_{ij} + M \cdot cong_{ij} \quad ((i,j) \in E)$$

・・・（２）

[0039] 式（２）の右辺第２稿の*M*は、十分大きな数である。（*i, j*） ∈ *E*は、

リンク集合を表す。

[0040] ノードの通信が影響を受ける場合は、《2》であって、式（3）が成り立つ。式（3）において変数の積は線形化する。

[数4]

$$detr_h = 1 \quad \dots \langle 2 \rangle$$

$$\sum_{(i,j) \in E} (flow_{hij} \cdot cong_{ij}) \leq M \cdot detr_h \quad (h \in H) \quad \dots (3)$$

[0041] 影響を受けるユーザを最小化する条件式は（4）で表される。

[数5]

$$\min \sum_h detr_h \cdot User_h \quad \dots (4)$$

[0042] 以上のように定式化された計画問題を最適化し、その際の目的関数値を用いてアクセス集中の影響度を評価する。

[0043] 図6は、プロセッサ10における機能ブロック間のデータの流れを示す図である。図6に示されるように、アクセス集中影響度算出部14から出力されたアクセス集中の影響度は、復旧順序探索部12にフィードバックされて、最も影響度の小さい復旧順序が見つかるまで計算が繰り返される。最終的に得られた解は、通信サービスへの影響を最小限にする復旧順序を与える。

[0044] 図7は、実施形態に係わる経路探索装置100の処理手順の一例を示すフローチャートである。図7において、経路探索装置100は、入力されたネ

ットワーク情報を取得する（ステップS 1）。この過程では、ネットワークトポロジ5 2、ユーザ数5 3、位置データ5 4、および、移動時間データ5 5も取得される。さらに、ノードおよびリンクのそれぞれの被災状況も取得される。

[0045] 次に、経路探索装置1 0 0は、取得されたネットワーク情報、および被災状況に基づいて、ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を定式化する（ステップS 2）。

[0046] 次に、経路探索装置1 0 0は、計画問題を最適化して、拠点の復旧順序の候補を経路として探索する（ステップS 3）。

そして、経路探索装置1 0 0は、計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、復旧順序の各々に対するアクセス集中の影響度を評価する。その結果は、最適解が得られるまでフィードバックされ、入出力部6 0から出力される（ステップS 4）。

[0047] 図8は、アクセス集中の影響度を用いて復旧順序を最適化する方法について説明するための図である。実施形態では、復旧途中のネットワークにおいて、アクセス集中の影響度を最小にできるように、次に復旧すべきノードを決定する。次に復旧するノードの候補として、図8のノードA、Bを考える。図8（a）、（b）のいずれの場合も、全てのユーザはP O Iに接続できるので、通信断の影響度は0である。

[0048] しかし、各リンク容量とトラフィック集中の状況とから、アクセス集中の影響度はそれぞれ異なる。例えば図8（a）での影響度が2 0であり、図8（b）での影響度が4 0であれば、より影響度が小さくなるノードAを先に復旧させる。

[0049] 図9～図1 1を参照して、実施形態の多品種フローを用いた経路選択と、トラフィック最大化による経路選択との違いについて説明する。図9に示されるトポロジのネットワークを例に採り、図1 0、図1 1において、左端の2 点のノードから右端のP O Iへの通信を考える。

[0050] 図1 0は、実施形態の計画問題を最適化して影響度を最小化するように経

路選択を行った場合を示す。図 11 は、最大流アルゴリズムで経路選択を行い、アクセス集中の影響度を算出した場合を示す。

[0051] トラフィック量を最大化する方法では、どちらのリンクにアクセス集中が生じるかが考慮されないため、図 10、図 11 のどちらの解も得られる可能性がある。図 11 の解は両方のリンクでアクセス集中が生じるために双方の通信（点線の矢印）で通信品質が低下する。一方、図 10 の解はアクセス集中を考慮するため、影響度を最小化するような経路選択を行った場合の影響度を評価できる。すなわち、影響度を最小化するような経路選択を行うことは、通信断の影響度における最大流アルゴリズムが利用可能な経路を最大限利用するという考え方と同じである。

[0052] 以上述べたように、実施形態では、ネットワークのアクセス集中を計画問題に定式化し、ユーザのトラフィック量とネットワークのリンクの容量を考慮して、最もアクセス集中の影響度の小さい経路が選択された場合の影響度を出力する。これにより、車両の巡回経路を最適化するに際して、アクセス集中によって通信品質が低下するユーザ数を評価することが可能になる。すなわち、ネットワークのトラフィックおよびユーザ数を考慮することによって、影響を受けるユーザ数を評価できる。また、アクセス集中をモデル化することで、アクセス集中による通信品質低下の影響を受けるユーザ数を評価することができる。

[0053] このようにしたので、ネットワークサービスへのアクセスが集中することにより、（ネットワークサービスに接続できるが）通信品質が低下してしまうユーザへの影響度を最小にする復旧順序を算出することができる。従って、通信品質が低下するようなユーザへの影響を最小限に抑えた復旧計画を策定することができる。これらのことから、実施形態によれば、通信サービスへの影響を最小限にする復旧順序を算出することが可能になる。

[0054] なお、この発明は上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、実施形態では、経路探索装置 100 が被災状況入力部 11、復旧順序探索部 12、ネットワーク情報入力部 13、アクセス集中影響度算出部 14 を含む形

態について説明した。これに代えて、経路探索装置 100 とは別体のサーバコンピュータに、これらの機能ブロックを実装することももちろん可能である。この形態では、経路探索装置 100 は、生成した計画問題を入出力部 60 からサーバコンピュータに渡し、解を受け取ることとなる。あるいは、クラウド 200 のサービスとして各機能ブロックを実装しても良い。

[0055] すなわち、この発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

- [0056]
- 1 …通信ビル
 - 2 …車両
 - 10 …プロセッサ
 - 11 …被災状況入力部
 - 12 …復旧順序探索部
 - 13 …ネットワーク情報入力部
 - 14 …アクセス集中影響度算出部
 - 20 …メモリ
 - 45 …バス
 - 50 …ストレージ
 - 51 …プログラム
 - 52 …ネットワークトポロジ
 - 54 …位置データ
 - 55 …移動時間データ
 - 60 …入出力部
 - 100 …経路探索装置

200…クラウド

300…最適経路。

請求の範囲

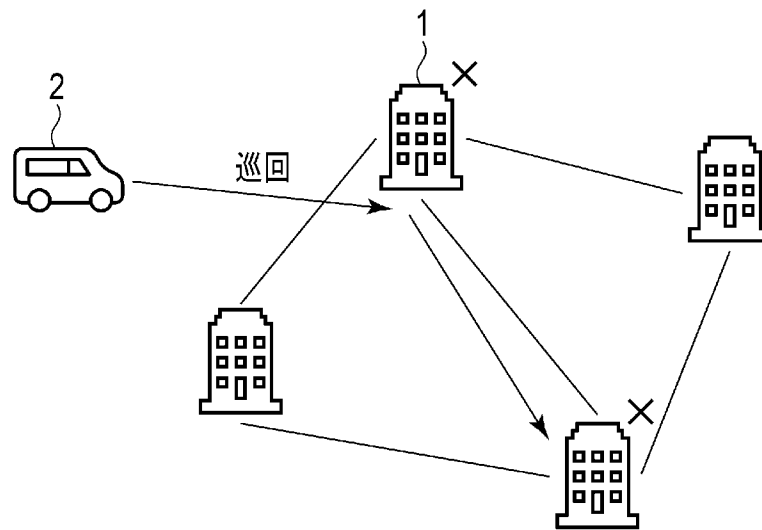
- [請求項1] ユーザにサービスを提供する複数の拠点に車両を移動させるための経路を探索する経路探索装置であって、
- 前記複数の拠点をノードとし前記ノードの間をリンクとするネットワークのネットワーク情報を入力するネットワーク情報入力部と、
- 前記ノードおよび前記リンクのそれぞれの状況を入力する状況入力部と、
- 前記ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を、前記ネットワーク情報と前記状況とに基づいて定式化して、前記拠点の復旧順序の候補を前記経路として探索する復旧順序探索部と、
- 前記計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、前記復旧順序の各々に対する前記アクセス集中の影響度を評価するアクセス集中影響度算出部とを具備する、経路探索装置。
- [請求項2] 前記ネットワーク情報は、前記ネットワークのネットワークトポロジと、前記拠点ごとのユーザ数と、それぞれの拠点間の移動時間とを含む、請求項1に記載の経路探索装置。
- [請求項3] 前記復旧順序探索部は、多品種フローにより前記計画問題を定式化する、請求項1に記載の経路探索装置。
- [請求項4] 前記復旧順序探索部は、前記トラフィックが前記リンクの容量を超えたこととして前記アクセス集中をモデル化する、請求項1に記載の経路探索装置。
- [請求項5] ユーザにサービスを提供する複数の拠点に車両を移動させるための経路を、コンピュータを用いて探索する経路探索方法であって、
- 前記コンピュータが、前記複数の拠点をノードとし前記ノードの間をリンクとするネットワークのネットワーク情報を取得する過程と、
- 前記コンピュータが、前記ノードおよび前記リンクのそれぞれの状況を取得する過程と、

前記コンピュータが、前記ネットワークにおけるトラフィックのアクセス集中をモデル化する計画問題を、前記ネットワーク情報と前記状況とに基づいて定式化して、前記拠点の復旧順序の候補を前記経路として探索する過程と、

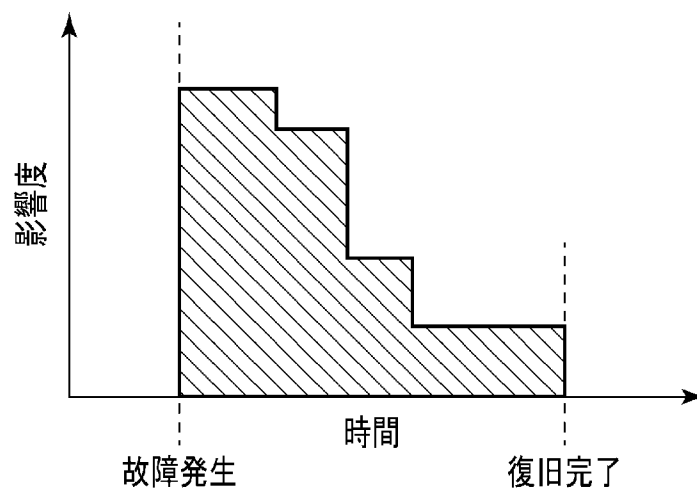
前記コンピュータが、前記計画問題を最適化して得られた目的関数値を用いて、前記復旧順序の各々に対する前記アクセス集中の影響度を評価する過程とを具備する、経路探索方法。

[請求項6] コンピュータを、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の経路探索装置として機能させる命令を含む、プログラム。

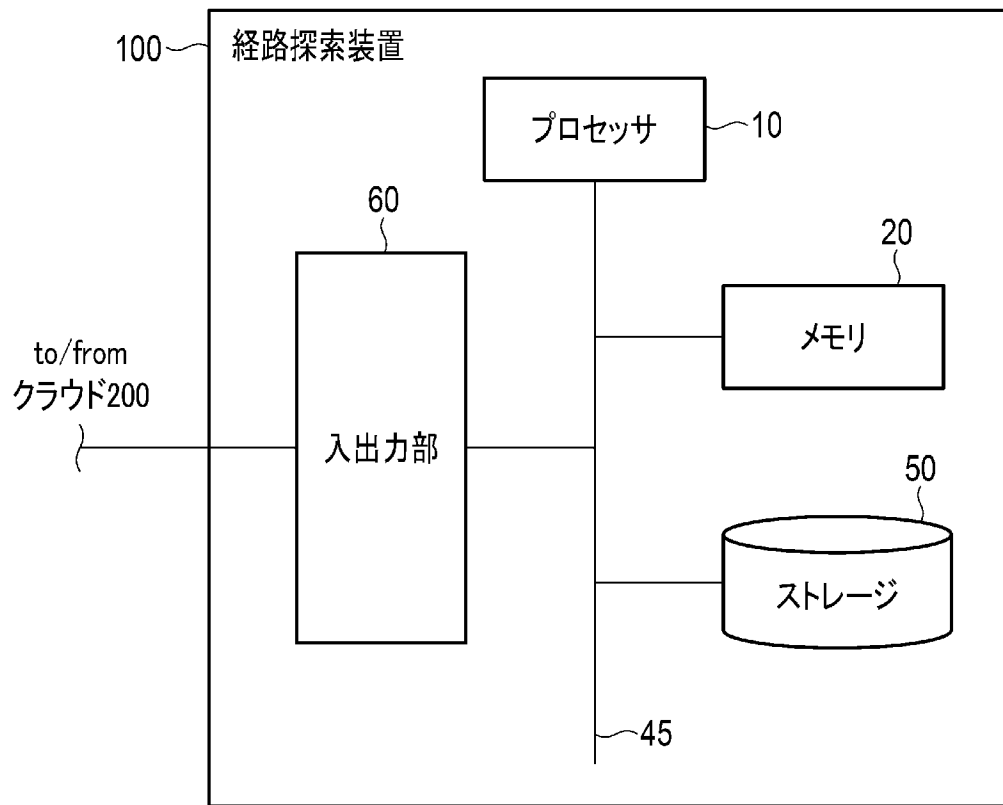
[図1]



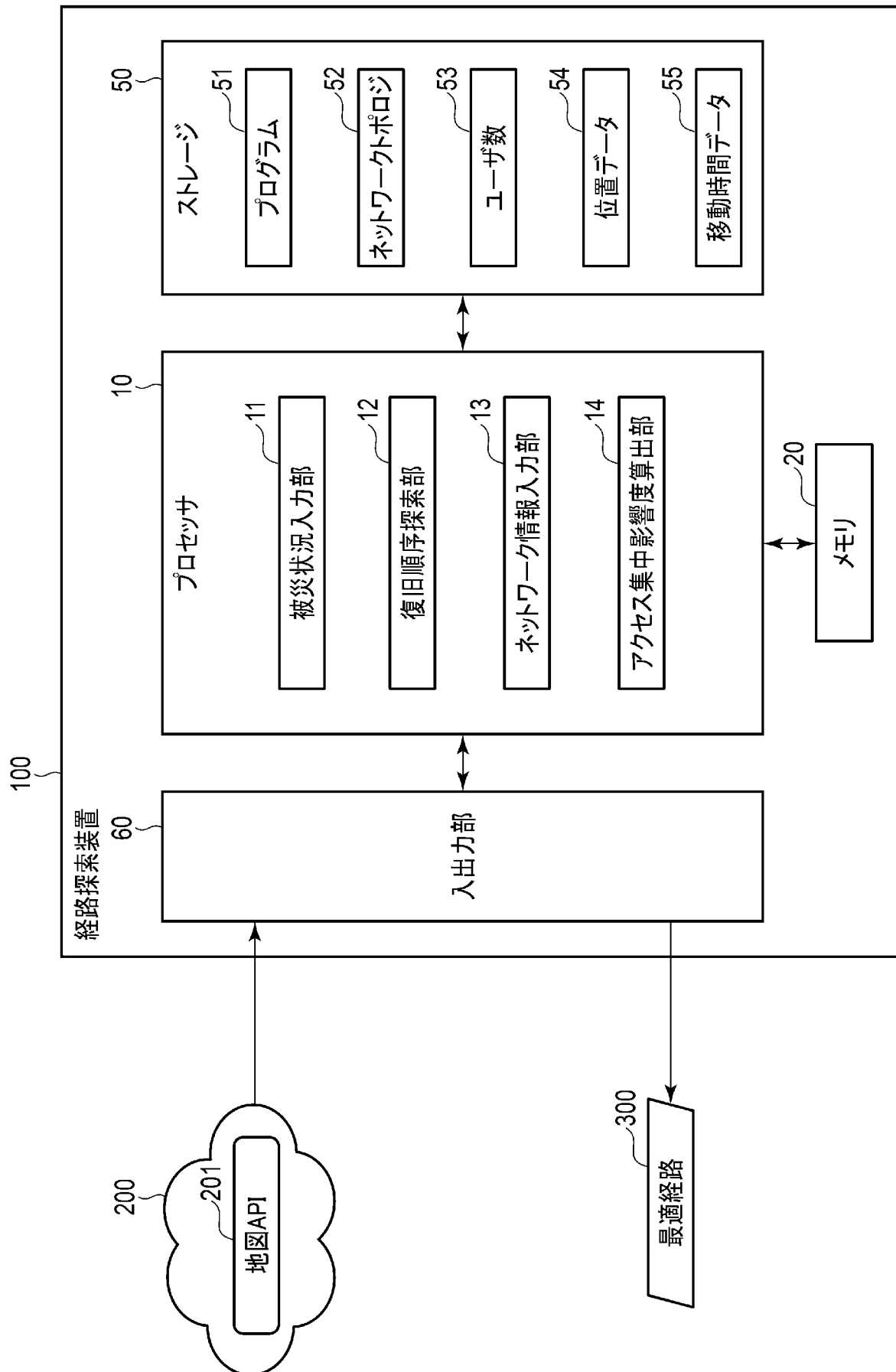
[図2]



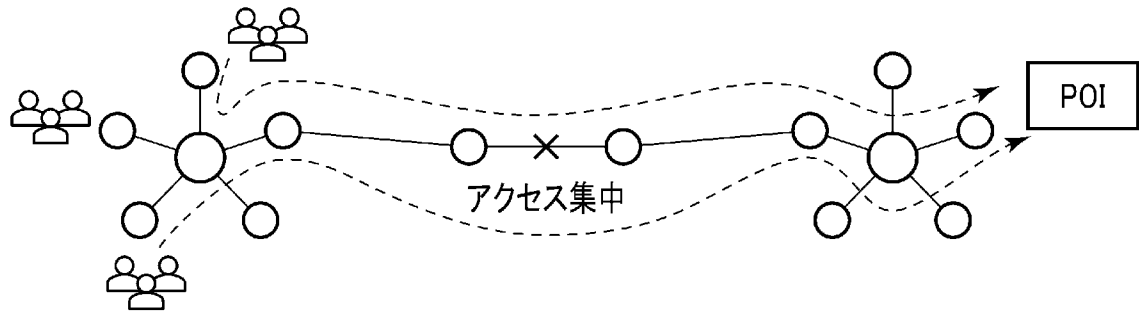
[図3]



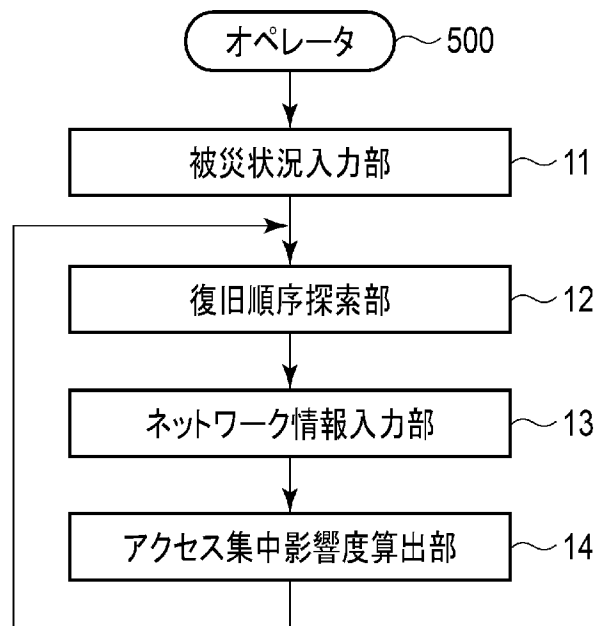
[図4]



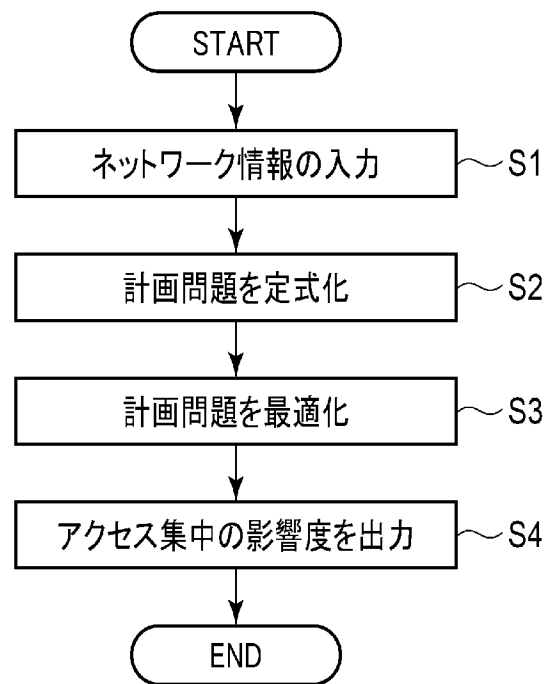
[図5]



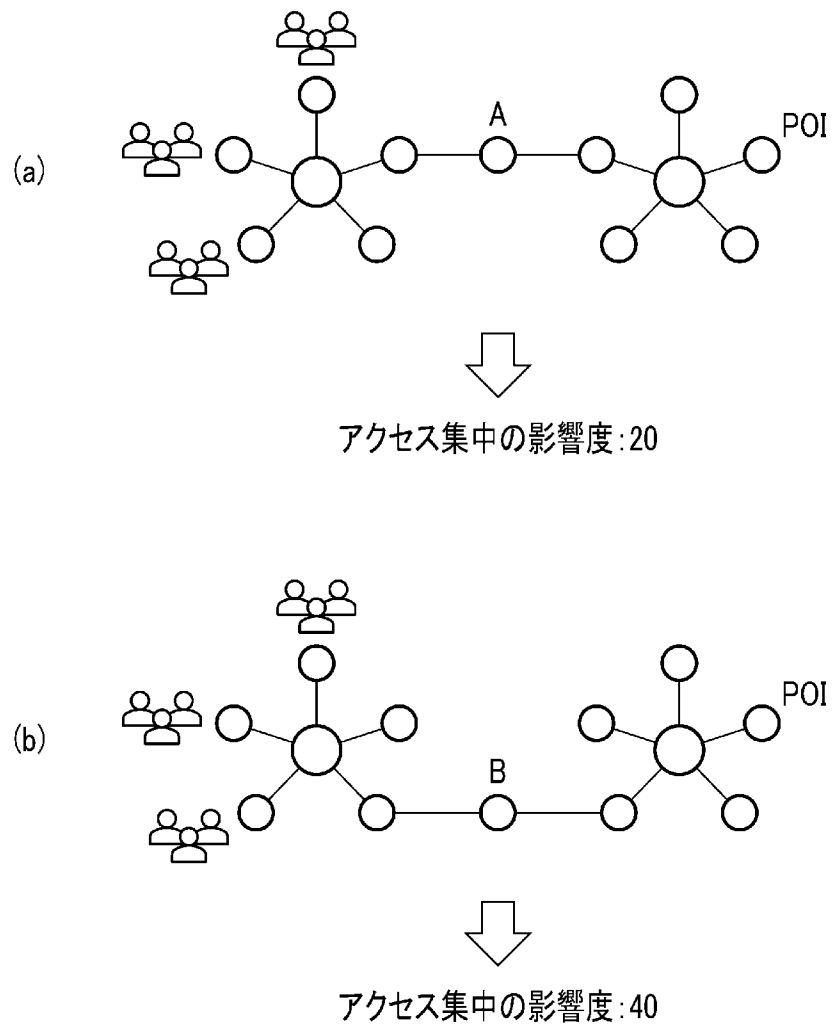
[図6]



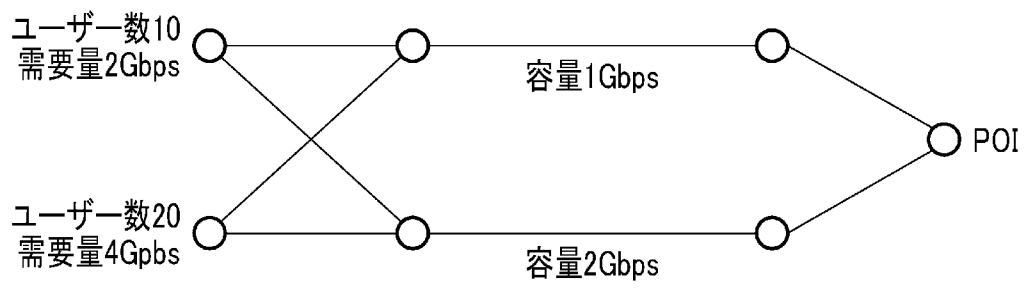
[図7]



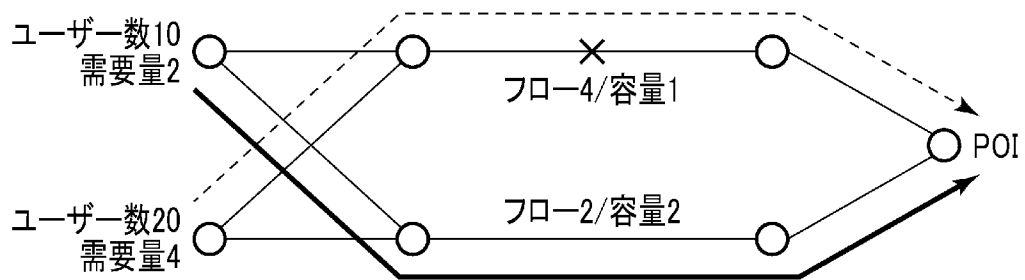
[図8]



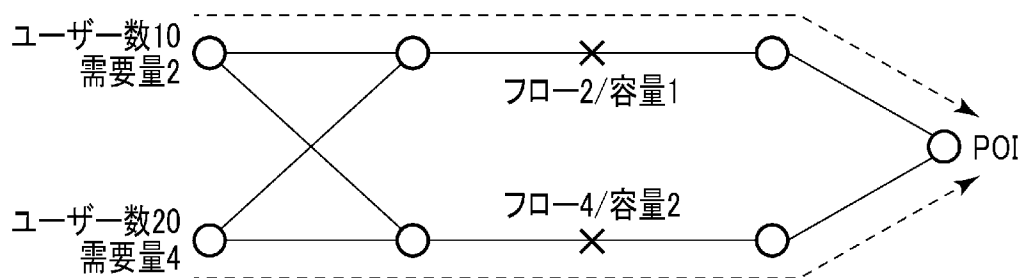
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/022367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G08G 1/00**(2006.01)i; **G01C 21/34**(2006.01)i; **G06Q 10/047**(2023.01)i; **H04L 12/40**(2006.01)i

FI: G08G1/00 D; G06Q10/047; G01C21/34; H04L12/40

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)

G08G1/00; G01C21/34; H04L12/40; G06Q10/047

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	GENDA, Kouichi. YAMAMOTO, Hiroshi. KAMAMURA, Shohei. Fast and traffic-balanced network recovery from massive failures. IEICE Communications Express. vol. 4. 25 August 2015, pp. 264-269, ISSN 2187-0136 p. 265, lines 20-26, p. 267, line 26 to p. 269, lines 8, fig. 1	1-6
A	WO 2022/259298 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 15 December 2022 (2022-12-15) paragraphs [0002]-[0010], [0017]-[0024], [0027], [0031], [0033], [0044]-[0045]	1-6
A	JP 2017-98894 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0035], [0044]	1-6
A	JP 2015-41976 A (HITACHI, LTD.) 02 March 2015 (2015-03-02) paragraphs [0042]-[0044]	1-6

☐ 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

29 August 2023

Date of mailing of the international search report

05 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/022367

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/259298	A1	15 December 2022	(Family: none)	
JP	2017-98894	A	01 June 2017	(Family: none)	
JP	2015-41976	A	02 March 2015	US 2015/0055453	A1
					paragraphs [0072]-[0074]

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G08G 1/00(2006.01)i; G01C 21/34(2006.01)i; G06Q 10/047(2023.01)i; H04L 12/40(2006.01)i FI: G08G1/00 D; G06Q10/047; G01C21/34; H04L12/40										
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）） G08G1/00; G01C21/34; H04L12/40; G06Q10/047										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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	GENDA, Kouichi, YAMAMOTO, Hiroshi, KAMAMURA, Shohei, Fast and traffic-balanced network recovery from massive failures, IEICE Communications Express, Vol. 4, 2015.08.25, p.264-269, ISSN 2187-0136 第265頁20-26行, 第267頁26行-第269頁8行, 図1	1-6								
A	WO 2022/259298 A1（日本電信電話株式会社）15.12.2022（2022 - 12 - 15） 段落[0002]-[0010], [0017]-[0024], [0027], [0031], [0033], [0044]-[0045]	1-6								
A	JP 2017-98894 A（日本電信電話株式会社）01.06.2017（2017 - 06 - 01） 段落[0035], [0044]	1-6								
A	JP 2015-41976 A（株式会社日立製作所）02.03.2015（2015 - 03 - 02） 段落[0042]-[0044]	1-6								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 29.08.2023	国際調査報告の発送日 05.09.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 西畑 智道 3Z 1955 電話番号 03-3581-1101 内線 3395									

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/022367

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/259298	A1	15.12.2022	(ファミリーなし)	
JP	2017-98894	A	01.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	2015-41976	A	02.03.2015	US 2015/0055453 A1	
段落[0072]-[0074]					