

(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
2023年6月8日(08.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/100253 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 88/08 (2009.01) H04W 52/02 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/043918
- (22) 国際出願日: 2021年11月30日(30.11.2021)
- (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: 楽天モバイル株式会社 (RAKUTEN MOBILE, INC.) [JP/JP]; 〒1580094 東京都世田谷区玉川一丁目14番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大野 誠(ONO, Makoto); 〒1580094 東京都世田谷区玉川一丁目14番1号 楽天モバイル株式会社内 Tokyo (JP). 竹内 一成(TAKEUCHI, Kazushige); 〒1580094 東京都世田谷区玉川

一丁目14番1号 楽天モバイル株式会社内 Tokyo (JP). 児嶋 雅大(KOJIMA, Masahiro); 〒1580094 東京都世田谷区玉川一丁目14番1号 楽天モバイル株式会社内 Tokyo (JP).

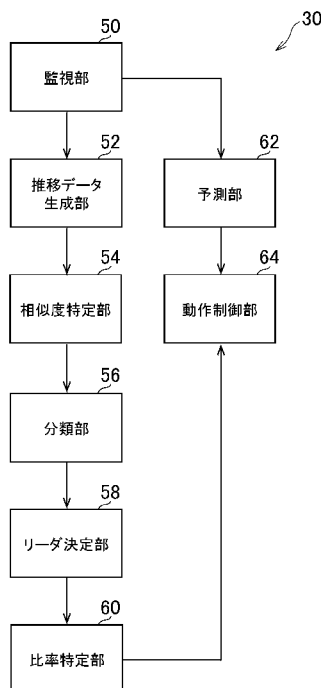
(74) 代理人: 弁理士法人はるか国際特許事務所 (HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1020085 東京都千代田区六番町3六番町SKビル5階 Tokyo (JP).

(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, 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: CONTROL SYSTEM AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 制御システム及び制御方法

[図4]



50... MONITORING UNIT
52... TRANSITION DATA GENERATION UNIT
54... DEGREE OF SIMILARITY SPECIFICATION UNIT
56... CLASSIFICATION UNIT
58... LEADER DETERMINATION UNIT
60... RATIO SPECIFICATION UNIT
62... PREDICTION UNIT
64... OPERATION CONTROL UNIT

(57) Abstract: Provided are a control system and a control method with which it is possible to suppress the processing load of a communication system. A classification unit (56) classifies a plurality of base station systems into a plurality of base station system groups on the basis of the degree of similarity that is specified for each pair of base station systems. An operation control unit (64) executes operation control of a leader base station system on the basis of the working degree of the leader base station system that represents the result of prediction. The operation control unit (64) executes

[続葉有]

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,
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, 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))

operation control of a follower base station system on the basis of the working degree of the leader base station system that represents the result of prediction and the ratio of the working degree of the leader base station system to the working degree of the follower base station system.

(57) 要約：通信システムの処理負荷を抑制できる制御システム及び制御方法を提供する。分類部（56）は、基地局システムのごとに特定される相似度に基づいて、複数の基地局システムを複数の基地局システム群に分類する。動作制御部（64）は、予測の結果であるリーダ基地局システムの稼働度合に基づいて、リーダ基地局システムの動作制御を実行する。動作制御部（64）は、予測の結果であるリーダ基地局システムの稼働度合と、リーダ基地局システムの稼働度合に対するフォロワー基地局システムの稼働度合の比率と、に基づいて、フォロワー基地局システムの動作制御を実行する。

明 細 書

発明の名称： 制御システム及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、制御システム及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] トラフィック予測に基づいて、基地局システムの動作制御を行う技術が知られている。このような技術の一例として、特許文献1には、トラフィック予測に基づいて、最大トラフィック量を処理するために要求される機能以外の機能を停止するよう、基地局等のノード装置の稼働状態を制御する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/001772号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の技術を用いて通信システムに含まれる複数の基地局システムのそれぞれについての動作制御を行う場合は、それぞれの基地局システムにおいて個別にトラフィック予測を行う必要があるため、通信システム全体の処理負荷が高くなってしまう。

[0005] 本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的の一つは、通信システムの処理負荷を抑制できる制御システム及び制御方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る制御システムは、複数の基地局システムのそれぞれの稼働度合の推移を示す推移データに基づいて、前記基地局システムの対ごとに、稼働度合の推移の相似度を特定する相似度特定手段と、前記基地局システムの対ごとに特定される前記相似度に基づいて、前

記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類する分類手段と、前記基地局システム群に含まれるリーダ基地局システムの稼働度合に対する、当該基地局システム群に含まれるフォロワー基地局システムの稼働度合の比率を特定する比率特定手段と、前記リーダ基地局システムの稼働度合を予測する予測手段と、前記予測の結果である稼働度合に基づいて、前記リーダ基地局システムの動作制御を実行するリーダ動作制御手段と、前記予測の結果である稼働度合と、前記比率と、に基づいて、前記フォロワー基地局システムの動作制御を実行するフォロワー動作制御手段と、を含む。

[0007] 本発明の一態様では、前記基地局システム群に含まれる複数の基地局システムのうちから、当該基地局システムとの間の前記相似度が所定の大きさよりも大きい他の基地局システムの数の多さに基づいて、前記リーダ基地局システムを決定するリーダ決定手段、をさらに含む。

[0008] また、本発明の一態様では、前記相似度特定手段は、稼働度合を示す値の相互相関係数の代表値を、前記相似度として特定する。

[0009] この態様では、前記分類手段は、前記相互相関係数の代表値と、前記相互相関係数が最大値をとるラグと、に基づいて、前記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類してもよい。

[0010] また、本発明の一態様では、前記基地局システムの前記稼働度合は、当該基地局システムがカバーするエリアにおけるトラフィック量又は収容人数である。

[0011] また、本発明の一態様では、前記リーダ動作制御手段は、前記リーダ基地局システムの消費電力制御を実行し、前記フォロワー動作制御手段は、前記フォロワー基地局システムの消費電力制御を実行する。

[0012] また、本発明に係る制御方法は、複数の基地局システムのそれぞれの稼働度合の推移を示す推移データに基づいて、前記基地局システムの対ごとに、稼働度合の推移の相似度を特定するステップと、前記基地局システムの対ごとに特定される前記相似度に基づいて、前記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類するステップと、前記基地局システム群に含ま

れるリーダ基地局システムの稼働度合に対する、当該基地局システム群に含まれるフォロワー基地局システムの稼働度合の比率を特定するステップと、前記リーダ基地局システムの稼働度合を予測するステップと、前記予測の結果である稼働度合に基づいて、前記リーダ基地局システムの動作制御を実行するステップと、前記予測の結果である稼働度合と、前記比率と、に基づいて、前記フォロワー基地局システムの動作制御を実行するステップと、を含む。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の一実施形態に係る通信システムの一例を示す図である。
- [図2]本発明の一実施形態に係る通信システムの一例を示す図である。
- [図3]基地局システムの分類の一例を模式的に示す図である。
- [図4]本発明の一実施形態に係るNOSで実装される機能の一例を示す機能ブロック図である。
- [図5]パラメータデータのデータ構造の一例を示す図である。
- [図6]相互相関係数の一例を模式的に示す図である。
- [図7]相似度データの一例を模式的に示す図である。
- [図8]動作制御部の構成の一例を示す図である。
- [図9]対応データの一例を示す図である。
- [図10]単位時間あたりのトラフィック量と平均処理時間との関係の一例を模式的に示す図である。
- [図11]単位時間あたりのトラフィック量と平均パケット廃棄率との関係の一例を模式的に示す図である。
- [図12]本発明の一実施形態に係るNOSで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。
- [図13]本発明の一実施形態に係るNOSで行われる処理の流れの一例を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 以下、本発明の一実施形態について図面に基づき詳細に説明する。

[0015] 図 1 及び図 2 は、本発明の一実施形態に係る通信システム 1 の一例を示す図である。図 1 は、通信システム 1 に含まれるデータセンタ群のロケーションに着目した図となっている。図 2 は、通信システム 1 に含まれるデータセンタ群で実装されている各種のコンピュータシステムに着目した図となっている。

[0016] 図 1 に示すように、通信システム 1 に含まれるデータセンタ群は、セントラルデータセンタ 10、リージョナルデータセンタ 12、エッジデータセンタ 14 に分類される。

[0017] セントラルデータセンタ 10 は、例えば、通信システム 1 がカバーするエリア内（例えば、日本国内）に分散して数個配置されている。

[0018] リージョナルデータセンタ 12 は、例えば、通信システム 1 がカバーするエリア内に分散して数十個配置されている。例えば、通信システム 1 がカバーするエリアが日本国内全域である場合に、リージョナルデータセンタ 12 が、各都道府県に 1 ～ 2 個ずつ配置されてもよい。

[0019] エッジデータセンタ 14 は、例えば、通信システム 1 がカバーするエリア内に分散して数千個配置される。また、エッジデータセンタ 14 のそれぞれは、アンテナ 16 を備えた通信設備 18 と通信可能となっている。ここで図 1 に示すように、1 つのエッジデータセンタ 14 が数個の通信設備 18 と通信可能になっていてもよい。通信設備 18 は、サーバコンピュータなどのコンピュータを含んでいてもよい。本実施形態に係る通信設備 18 は、アンテナ 16 を介して UE（User Equipment）20 との間で無線通信を行う。

[0020] 本実施形態に係るセントラルデータセンタ 10、リージョナルデータセンタ 12、エッジデータセンタ 14 には、それぞれ、複数のサーバが配置されている。

[0021] 本実施形態では例えば、セントラルデータセンタ 10、リージョナルデータセンタ 12、エッジデータセンタ 14 は、互いに通信可能となっている。また、セントラルデータセンタ 10 同士、リージョナルデータセンタ 12 同士、エッジデータセンタ 14 同士も互いに通信可能になっている。

[0022] 図2に示すように、本実施形態に係る通信システム1には、ネットワークオペレーションシステム(NOS)30、複数の無線アクセスネットワーク(RAN)32、複数のコアネットワークシステム34、複数のUE20が含まれている。コアネットワークシステム34、RAN32、UE20は、互いに連携して、移動通信ネットワークを実現する。

[0023] RAN32は、4GにおけるeNB(eNodeB)や、5GにおけるgNB(NR基地局)に相当する、アンテナ16を備えたコンピュータシステムである。本実施形態に係るRAN32は、主に、エッジデータセンタ14に配置されているサーバ群及び通信設備18によって実装される。なお、RAN32の一部(例えば、4GにおけるvDU(virtual Distributed Unit)やvCU(virtual Central Unit)、5GにおけるDU(Distributed Unit)やCU(Central Unit))は、エッジデータセンタ14ではなく、セントラルデータセンタ10やリージョナルデータセンタ12で実装されてもよい。

[0024] コアネットワークシステム34は、第4世代移動通信システム(以下、4Gと呼ぶ。)におけるEPC(Evolved Packet Core)や、第5世代移動通信システム(以下、5Gと呼ぶ。)における5Gコア(5GC)に相当するシステムである。本実施形態に係るコアネットワークシステム34は、主に、セントラルデータセンタ10やリージョナルデータセンタ12に配置されているサーバ群によって実装される。

[0025] 本実施形態に係るNOS30は、例えば、クラウド基盤上に構成されており、図2に示すように、プロセッサ30a、記憶部30b、通信部30c、が含まれる。プロセッサ30aは、NOS30にインストールされるプログラムに従って動作するマイクロプロセッサ等のプログラム制御デバイスである。記憶部30bは、例えばROMやRAM等の記憶素子や、ソリッドステートドライブ(SSD)、ハードディスクドライブ(HDD)などである。記憶部30bには、プロセッサ30aによって実行されるプログラムなどが記憶される。通信部30cは、例えば、NICや無線LANモジュールなど

といった通信インタフェースである。なお、通信部 30c において、SDN (Software-Defined Networking) が実装されていてもよい。通信部 30c は、RAN 32、コアネットワークシステム 34、との間でデータを授受する。

[0026] 本実施形態では、NOS 30は、セントラルデータセンタ 10に配置されているサーバ群によって実装されている。なお、NOS 30が、リージョナルデータセンタ 12に配置されているサーバ群によって実装されていてもよい。

[0027] 本実施形態に係る通信システム 1によって、音声通信サービスやデータ通信サービス等のネットワークサービスが、UE 20を利用するユーザに提供されることとなる。

[0028] なお、本実施形態において提供されるネットワークサービスは音声通信サービスやデータ通信サービスには限定されない。本実施形態において提供されるネットワークサービスは、例えば、IoTサービスであっても構わない。

[0029] 本実施形態では、セントラルデータセンタ 10、リージョナルデータセンタ 12、及び、エッジデータセンタ 14に配置されているサーバには、ドッカー (Docker) などのコンテナ型のアプリケーション実行環境がインストールされており、これらのサーバにコンテナをデプロイして稼働させることができるようになっている。これらのサーバにおいて、クバネテス (Kubernetes) 等のコンテナ管理ツールによって管理されるクラスタ (クバネテスクラスタ) が構築されていてもよい。そして、構築されたクラスタ上のプロセッサがコンテナ型のアプリケーションを実行してもよい。

[0030] そして、本実施形態において提供されるネットワークサービスは、コンテナベースの機能ユニットであるCNF (Containerized Network Function) によって実装される。

[0031] 図3に示すように、本実施形態に係る通信システム 1には、複数の基地局システム 40が含まれる。

- [0032] ここで例えば、RAN32の構成要素がセントラルデータセンタ10やリージョナルデータセンタ12に組み込まれていない場合については、上述の基地局システム40は、1つのエッジデータセンタ14に構築されているRAN32に相当するシステムを指すこととする。
- [0033] また、RAN32の構成要素の一部がセントラルデータセンタ10やリージョナルデータセンタ12に組み込まれていることがある。例えば、1つのエッジデータセンタ14に構築されているRAN32の構成要素と、セントラルデータセンタ10又はリージョナルデータセンタ12に構築されているRAN32の構成要素が連携することとする。この場合は、上述の基地局システム40は、互いに連携するこれらの構成要素を含むRAN32に相当するシステムを指すこととする。
- [0034] そして、図3に示すように、本実施形態では例えば、通信システム1に含まれる複数の基地局システム40が、複数の基地局システム群42に分類される。
- [0035] それぞれの基地局システム群42には、当該基地局システム群42の代表となる基地局システム40であるリーダ基地局システム40aと、リーダ基地局システム40a以外の基地局システム40であるフォロワー基地局システム40bが含まれる。
- [0036] そして、NOS30は、例えば、所定の単位時間 t_1 （例えば、30分）間隔で、リーダ基地局システム40aについて、当該リーダ基地局システム40aにおける次の単位時間 t_1 における稼働度合（例えば、トラフィック量や収容人数）を予測する。NOS30は、例えば、所定の単位時間 t_1 間隔で、当該単位時間 t_1 における収容人数、トラフィック量、及び、当該単位時間 t_1 に対応付けられる時刻（例えば、当該単位時間 t_1 の始期又は終期）に基づいて、稼働度合を予測してもよい。ここで、学習済の機械学習モデルを用いて、稼働度合の予測が実行されてもよい。
- [0037] そして、本実施形態では、基地局システム群42に含まれるリーダ基地局システム40aの予測の結果である稼働度合に基づいて、当該基地局システ

ム群42に含まれるすべての基地局システム40の動作制御が行われる。

[0038] 以下、本実施形態に係る基地局システム40の分類（基地局システム40のグルーピング）、及び、基地局システム40の動作制御を中心に、本実施形態に係るNOS30の機能、及び、NOS30で実行される処理について、さらに説明する。

[0039] 図4は、本実施形態に係るNOS30で実装される機能の一例を示す機能ブロック図である。なお、本実施形態に係るNOS30で、図4に示す機能のすべてが実装される必要はなく、また、図4に示す機能以外の機能が実装されていても構わない。

[0040] 図4に示すように、本実施形態に係るNOS30には、機能的には例えば、監視部50、推移データ生成部52、相似度特定部54、分類部56、リーダ決定部58、比率特定部60、予測部62、動作制御部64、が含まれる。

[0041] 監視部50は、通信部30cを主として実装される。推移データ生成部52は、プロセッサ30a及び記憶部30bを主として実装される。相似度特定部54、分類部56、リーダ決定部58、比率特定部60、予測部62は、プロセッサ30aを主として実装される。動作制御部64は、プロセッサ30a、記憶部30b、及び、通信部30cを主として実装される。

[0042] 以上の機能は、コンピュータであるNOS30にインストールされた、以上の機能に対応する指令を含むプログラムをNOS30で実行することにより実装されてもよい。また、このプログラムは、例えば、光ディスク、磁気ディスク、磁気テープ、光磁気ディスク等のコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体を介して、あるいは、インターネットなどを介してNOS30に供給されてもよい。

[0043] 監視部50は、本実施形態では例えば、通信システム1に含まれる複数の基地局システム40を監視する。そして、監視部50は、例えば、当該監視において、通信システム1に含まれる複数の基地局システム40のそれぞれから、収容人数やトラフィック量などといった各種の性能指標等のパラメー

タの値が示されているパラメータデータを取得する。本実施形態では例えば、所定の時間間隔でパラメータデータの取得は繰り返し行われる。

[0044] ここで例えば、それぞれの基地局システム40が、逐次、パラメータデータをNOS30に送信してもよい。そして、NOS30の監視部50が、各基地局システム40から送信されるパラメータデータを受信してもよい。あるいは、NOS30の監視部50が、逐次、それぞれの基地局システム40にアクセスして、当該基地局システム40からパラメータデータを収集してもよい。

[0045] 図5は、基地局システム40から取得されるパラメータデータのデータ構造の一例を示す図である。図5に示すように、パラメータデータには、例えば、ID、日時データ、収容人数データ、トラフィック量データ、などが含まれる。パラメータデータに含まれるIDは、例えば、当該基地局システム40の識別情報である。日時データは、例えば、当該基地局システム40における収容人数やトラフィック量などの特定日時を示すデータである。収容人数データは、例えば、当該基地局システム40がカバーするエリアにおける収容人数を示すデータである。トラフィック量データは、例えば、当該基地局システム40がカバーするエリアにおけるトラフィック量を示すデータである。

[0046] そして、監視部50は、例えば、取得するパラメータデータを推移データ生成部52に出力する。このようにして、本実施形態では例えば、推移データ生成部52にパラメータデータが蓄積される。

[0047] 推移データ生成部52は、本実施形態では例えば、収集されるパラメータデータに基づいて、複数の基地局システム40のそれぞれの稼働度合の推移（例えば、トラフィック量の推移、又は、収容人数の推移）を示す推移データを生成する。ここで、推移データ生成部52は、互いに異なるIDのそれぞれについて、当該ID及び所定の時間範囲の日時データを含むパラメータデータに基づいて、当該IDに対応付けられる基地局システム40の推移データを生成してもよい。この推移データには、例えば、トラフィック量の推

移を示す時系列データであるトラフィック量推移データ、及び、収容人数の推移を示す時系列データである収容人数推移データが含まれる。このようにして、それぞれが基地局システム40に対応付けられる複数の推移データが生成される。

[0048] 相似度特定部54は、本実施形態では例えば、推移データに基づいて、基地局システム40の対ごとに、稼働度合の推移の相似度を特定する。

[0049] ここで、相似度特定部54は、例えば、推移データに基づいて、基地局システム40の稼働度合を示す値の相互相関係数 $R \times y(\tau)$ を算出してもよい。相似度特定部54は、例えば、上述のトラフィック量推移データの値の相互相関係数 $R \times y(\tau)$ を算出してもよい。また、相似度特定部54は、例えば、上述の収容人数推移データの値の相互相関係数 $R \times y(\tau)$ を算出してもよい。なお、相互相関係数 $R \times y(\tau)$ は、複数のラグ τ ごとに、算出される。

[0050] 図6は、ある基地局システム40の対について算出される相互相関係数 $R \times y(\tau)$ の一例を模式的に示す図である。

[0051] そして、相似度特定部54は、稼働度合を示す値の相互相関係数の代表値を、稼働度合の推移の相似度として特定してもよい。また、相似度特定部54は、当該代表値をとる際のラグ τ の値 t も併せて特定してもよい。

[0052] 以下の説明では、相似度特定部54は、相互相関係数の最大値 R_{max} 、及び、相互相関係数の値が最大値 R_{max} であるときのラグ τ の値 t を特定することとする。

[0053] そして、相似度特定部54は、基地局システム40の対ごとに算出された上述の値 R_{max} と上述の値 t との組合せを示す相似度データを生成する。図7は、相似度データの一例を模式的に示す図である。図7には、一例として、IDが001～006である6つの基地局システム40についての、基地局システム40の対に対応付けられる相似度データが示されている。なお、図7の例では、上述の値 R_{max} と上述の値 t との組合せが、 (R_{max}, t) と表現されている。なお、図7の例では、ラグ τ の単位は、例えば、

「分」である。

[0054] 分類部56は、本実施形態では例えば、基地局システム40の対ごとに特定される相似度に基づいて、通信システム1に含まれる複数の基地局システム40を複数の基地局システム群42に分類する。ここで、分類部56は、相互相関係数の代表値と、相互相関係数が最大値をとるラグと、に基づいて、複数の基地局システム40を複数の基地局システム群42に分類してもよい。

[0055] 本実施形態では例えば、 R_{max} の閾値 t_{h1} と、値 t の範囲 $\tau_1 \sim \tau_2$ についての、初期値が予め定められている。そして、分類部56は、各基地局システム40について、他の基地局システム40との組合せに係る相似度データのうち、所定の条件を満たすものの数を特定する。ここでは例えば、「値 t が $\tau_1 \sim \tau_2$ の範囲であり、かつ、値 R_{Max} が閾値 t_{h1} 以上である」との条件を満たすものの数が特定される。

[0056] そして、分類部56は、上記の条件を満たすものの数が最も多い基地局システム40を、最大数基地局システムとして特定する。

[0057] そして、分類部56は、そして、以上のようにして特定される最大数基地局システム、及び、当該最大数基地局システムとの関係で上記の条件を満たす1又は複数の基地局システム40を、1つの基地局システム群42に含まれる基地局システム40としてグルーピングする。

[0058] 例えば、閾値 t_{h1} が0.7であり、範囲 $\tau_1 \sim \tau_2$ が、 $-30 \sim 30$ であるとする。

[0059] この場合、図7の例では、IDが001である基地局システム40については、IDが006である基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。

[0060] そして、IDが002である基地局システム40については、IDが004である基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。

[0061] そして、IDが003である基地局システム40については、IDが004である基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。

- [0062] そして、IDが004である基地局システム40については、IDが002、003、又は、005のいずれかである基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。
- [0063] そして、IDが005である基地局システム40については、IDが004である基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。
- [0064] そして、IDが006である基地局システム40については、IDが001である基地局システム40との組合せが上記の条件を満たす。
- [0065] よってこの場合は、IDが004である基地局システム40が最大数基地局システムとして特定される。そして、IDが002である基地局システム40、IDが003である基地局システム40、IDが004である基地局システム40、及び、IDが005である基地局システム40が、1つの基地局システム群42に含まれる基地局システム40としてグルーピングされる。
- [0066] 以下、以上で説明した、最大基地局システムの特定、及び、基地局システム40のグルーピングに係る処理を、分類処理と呼ぶこととする。
- [0067] そして、分類部56は、残りの基地局システム40に対して、上述の分類処理を実行する。例えば、残りの基地局システム40のなかから、上記の条件を満たすものの数が最も多い基地局システム40を、最大数基地局システムとして特定する。そして、分類部56は、この最大数基地局システムとの関係で上記の条件を満たす1又は複数の基地局システム40を、新たな1つの基地局システム群42に含まれる基地局システム40として分類する。
- [0068] このようにして、基地局システム群42に含まれなかった基地局システム40を対象とする上述の分類処理を繰り返し実行することで、基地局システム40のグルーピングが行われていくこととなる。
- [0069] なお、本実施形態において、上述の分類処理では、いずれの基地局システム群42にも存在しない基地局システム40が存在する可能性がある。このような場合には、例えば、上述の閾値 t_{h1} をより小さな値に変更する、あるいは、上述の範囲 $\tau_1 \sim \tau_2$ をより広くするなどした上で、上述の分類処

理が実行されるようにしてもよい。

[0070] リーダ決定部58は、本実施形態では例えば、各基地局システム群42について、当該基地局システム群42に含まれる複数の基地局システム40のうちから、リーダ基地局システム40aを決定する。ここで、リーダ決定部58は、当該基地局システム40との間の相似度が所定の大きさよりも大きい他の基地局システム40の数の多さに基づいて、リーダ基地局システム40aを決定してもよい。

[0071] リーダ決定部58は、例えば、上述の分類処理において最大数基地局システムとして特定される基地局システム40を、当該基地局システム40を含む基地局システム群42におけるリーダ基地局システム40aとして決定してもよい。そして、リーダ決定部58は、残りの基地局システム40を、当該リーダ基地局システム40aを含む基地局システム群42におけるフォロワー基地局システム40bとして決定してもよい。

[0072] 図7の例では、IDが004である基地局システム40が、当該基地局システム群42におけるリーダ基地局システム40aとして決定される。そして、IDが002である基地局システム40、IDが003である基地局システム40、及び、IDが005である基地局システム40が、当該基地局システム群42におけるフォロワー基地局システム40bとして決定される。

[0073] なお、上述の分類処理において、相互相関係数の最大値 R_{max} の代わりに、その他の代表値（例えば、相互相関係数の平均値、最小値、二乗平均など）が用いられるようにしてもよい。そして、このような代表値に適した閾値 t_{h1} が用いられるようにしてもよい。

[0074] また、リーダ決定部58は、当該基地局システム40との間の相似度が所定の大きさよりも大きい他の基地局システム40の数の多さに基づいて、リーダ基地局システム40aを決定する必要はない。例えば、基地局システム群42に含まれる複数の基地局システム40のうちからランダムにリーダ基地局システム40aが決定されてもよい。また例えば、基地局システム群4

2に含まれる複数の基地局システム40のうち地理的に最も中心にある基地局システム40が、当該基地局システム群42におけるリーダ基地局システム40aとして決定されてもよい。

[0075] 比率特定部60は、本実施形態では例えば、基地局システム群42に含まれるリーダ基地局システム40aの稼働度合に対する、当該基地局システム群42に含まれるフォロワー基地局システム40bの稼働度合の比率を特定する。ここで、基地局システム群42に複数のフォロワー基地局システム40bが含まれる場合は、それぞれのフォロワー基地局システム40bについて、当該比率が特定される。

[0076] 例えば、比率特定部60は、トラフィック量の比率を特定してもよい。例えば、上述の推移データに含まれるトラフィック量推移データの値の代表値の比率を特定してもよい。また、比率特定部60は、収容人数の比率を特定してもよい。例えば、上述の推移データに含まれる収容人数推移データの値の代表値の比率を特定してもよい。ここで比率を特定する際の代表値としては、例えば、最大値、平均値、最小値、二乗平均などが用いられる。

[0077] 予測部62は、本実施形態では例えば、通信システム1に含まれる少なくとも1つのソフトウェア要素の稼働度合を予測する。予測部62は、例えば、複数の基地局システム群42のそれぞれについて、当該基地局システム群42に含まれるリーダ基地局システム40aがカバーするエリアにおけるトラフィック量又は収容人数を予測する。

[0078] ここで例えば、上述のようにして、通信システム1に含まれる複数の基地局システム群42が特定された後には、監視部50は、リーダ基地局システム40aだけを監視し、リーダ基地局システム40aだけからパラメータデータを取得してもよい。そして、予測部62は、リーダ基地局システム40aの稼働度合を予測してもよい。このようにすれば、通信システム1の監視負担が軽減される。

[0079] そして、上述のように、予測部62は、所定の単位時間 t_1 （例えば、30分）間隔で、リーダ基地局システム40aについて、当該リーダ基地局シ

システム40aにおける次の単位時間 t_1 における稼働度合を予測してもよい。ここで例えば、トラフィック量が予測されてもよい。また、収容人数が予測されてもよい。

[0080] 動作制御部64は、本実施形態では例えば、予測部62による予測の結果であるリーダ基地局システム40aの稼働度合に基づいて、リーダ基地局システム40aの動作制御を実行する。

[0081] そして、動作制御部64は、本実施形態では例えば、予測部62による予測の結果であるリーダ基地局システム40aの稼働度合と、比率特定部60により特定される比率と、に基づいて、フォロワー基地局システム40bの動作制御を実行する。ここで、当該比率は、上述のように、当該リーダ基地局システム40aの稼働度合に対する当該フォロワー基地局システム40bの稼働度合の比率を指す。

[0082] 例えば、予測部62により予測される、ある基地局システム群42に含まれるリーダ基地局システム40aの単位時間あたりのトラフィック量が T_1 であるとする。そして、比率特定部60により特定される、当該リーダ基地局システム40aの稼働度合に対する、当該基地局システム群42に含まれる、あるフォロワー基地局システム40bの稼働度合の比率が p であるとする。

[0083] この場合、動作制御部64は、当該リーダ基地局システム40aについては、 T_1 を入力値（操作量）とした動作制御を実行する。そして、動作制御部64は、当該フォロワー基地局システム40bについては、 $T_1 \times p$ を入力値（操作量）とした動作制御を実行する。

[0084] 動作制御部64は、動作制御の対象となる基地局システム40に対して当該動作制御に係る制御信号を送信してもよい。そして、当該制御信号を受信した基地局システム40が、当該制御信号に応じた動作制御を実行してもよい。

[0085] また、動作制御部64は、各基地局システム40について、当該基地局システム40の消費電力制御を実行してもよい。ここで例えば、上述の入力値

に見合った節電（省電力での動作）が実行されるよう、当該基地局システム 40 において最適なプロセッサの周波数（例えば、CPU 周波数）が決定されてもよい。そして、動作制御部 64 は、各基地局システム 40 について、決定される周波数となるよう、当該基地局システム 40 において動作する CPU の CPU 周波数を制御してもよい。ここで、入力値と CPU 周波数との対応を示すデータが動作制御部 64 に記憶されていてもよい。そして、動作制御部 64 は、リーダ基地局システム 40 a に含まれる CPU については、上述の値 T_1 に対応付けられる CPU 周波数で動作させる動作制御を実行してもよい。また、動作制御部 64 は、フォロワー基地局システム 40 b に含まれる CPU については、上述の値 $T_1 \times p$ に対応付けられる CPU 周波数で動作させる動作制御を実行してもよい。

[0086] ここで、例えば、入力値の範囲とプロセッサの電力状態（例えば、*Power state*）とが予め対応付けられたデータが動作制御部 64 に記憶されていてもよい。そして、動作制御部 64 は、リーダ基地局システム 40 a に含まれるプロセッサについては、当該データにおいて上述の値 T_1 に対応付けられている *Power state* で動作させるよう制御してもよい。また、動作制御部 64 は、フォロワー基地局システム 40 b に含まれるプロセッサについては、当該データにおいて上述の値 $T_1 \times p$ に対応付けられている *Power state* で動作させるよう制御してもよい。

[0087] 以下、動作制御部 64 による、プロセッサの消費電力制御について、さらに説明する。

[0088] 図 8 は、動作制御部 64 の構成の一例を示す図である。図 8 に示すように、動作制御部 64 には、対応データ記憶部 70、電力状態特定部 72、消費電力制御部 74、が含まれている。対応データ記憶部 70 は、記憶部 30 b を主として実装される。電力状態特定部 72 は、プロセッサ 30 a を主として実装される。消費電力制御部 74 は、プロセッサ 30 a 及び通信部 30 c を主として実装される。

[0089] 対応データ記憶部 70 は、本実施形態では例えば、プロセッサがとり得る

複数の電力状態のそれぞれについての、通信システム 1 に含まれる少なくとも 1 つのソフトウェア要素に係る稼働度合と性能指標値との対応を示す対応データを記憶する。以下の説明では、当該電力状態は `P - s t a t e` であることとする。

[0090] 図 9 は、対応データの一例を示す図である。図 9 に示すように、対応データには、例えば、稼働度合を示す稼働度合データと、当該稼働度合に対応付けられる性能指標値を示す性能指標値データと、が含まれる。

[0091] 図 9 の例では、対応データに含まれる稼働度合データには、トラフィック量を示すトラフィック量データが含まれている。そして、当該対応データに含まれる性能指標値データには、`P - s t a t e` データ、平均処理時間データ、及び、平均パケット廃棄率データの組合せが複数含まれている。ある組合せに含まれる `P - s t a t e` データには、`P - s t a t e` が示されている。そして、当該組合せに含まれる平均処理時間データには、当該トラフィック量において当該 `P - s t a t e` に対応付けられる平均処理時間が示されている。当該組合せに含まれる平均パケット廃棄率データには、当該トラフィック量において当該 `P - s t a t e` に対応付けられる平均パケット廃棄率が示されている。

[0092] 本実施形態では例えば、`D U`、`C U`、などといった、基地局システム 4 0 に含まれる機能ユニット (`N F`) 等のソフトウェア要素ごとに、当該ソフトウェア要素を模した模擬環境における負荷試験やシミュレーションが予め行われる。そして、複数の `P - s t a t e` のそれぞれについて、模擬環境のプロセッサが当該 `P - s t a t e` に設定された状態で、ソフトウェア要素に対する負荷（単位時間あたりのトラフィック量）と平均処理時間や平均パケット廃棄率との関係の特定が行われる。

[0093] 例えば、予め、模擬環境に単位時間あたりに入力されるデータサイズを変えながら、平均処理時間や平均パケット廃棄率の計測が行われていてもよい。例えば、所与のデータサイズの packets について、単位時間あたりに入力される packets 数を変えながら、平均処理時間や平均パケット廃棄率の計測

が行われていてもよい。

[0094] そして、このような模擬環境における負荷試験やシミュレーションの結果に基づいて、図9に示す対応データが生成される。

[0095] なお、本実施形態では、上述の平均処理時間は、例えば、ソフトウェア要素の模擬環境が所与のデータサイズの packets を受信してから、当該ソフトウェア要素での処理の実行が終了する時間の平均値を指す。また、上述の平均 packets 廃棄率は、例えば、ソフトウェア要素の模擬環境が受信した packets 数に対する、廃棄された packets 数の割合を指す。

[0096] また、対応データは、負荷試験やシミュレーションの結果によることなく、例えば、実環境における経験則に基づいて作成されたものであってもよい。

[0097] 本実施形態では例えば、ソフトウェア要素の種類に対応付けられる、互いに異なるトラフィック量に対応付けられる複数の対応データが、対応データ記憶部70に記憶されることとなる。以下、ソフトウェア要素の種類に対応付けられる、互いに異なるトラフィック量に対応付けられる複数の対応データを、対応データセットと呼ぶこととする。

[0098] 電力状態特定部72は、本実施形態では例えば、対応データに基づいて、予測部62による予測の結果である稼働度合において性能指標値に係る所与の目標を達成する電力状態のうちいずれかを特定する。ここで例えば、電力状態特定部72は、予測部62による予測の結果である稼働度合において性能指標値に係る所与の目標を達成する電力状態のうち、最も消費電力が低い電力状態を特定してもよい。以下、このようにして特定される電力状態を、ターゲット電力状態と呼ぶこととする。

[0099] ここで例えば、電力状態特定部72が、リーダ基地局システム40aについて予測された単位時間あたりのトラフィック量T1に基づいて、当該リーダ基地局システム40aに含まれるDU1個あたりの単位時間あたりのトラフィック量T2を算出してもよい。例えば、リーダ基地局システム40aに含まれるDUの数が3個である場合は、値 $T1/3$ を、値T2として算出してもよい。

- [0100] そして、電力状態特定部72は、DUに対応付けられる対応データセットに含まれる複数の対応データのうちから、値がT2であるトラフィック量データを含む対応データを特定してもよい。そして、電力状態特定部72は、特定された対応データに基づいて、対応する平均処理時間データの値が所与の目標値以下であるP-stateを特定してもよい。そして、電力状態特定部72は、これらのP-stateのうち、最も消費電力が小さいP-stateを、ターゲットP-stateとして特定してもよい。
- [0101] あるいは、電力状態特定部72は、特定された対応データに基づいて、対応する平均パケット廃棄率データの値が所与の目標値以下であるP-stateを特定してもよい。そして、電力状態特定部72は、これらのP-stateのうち、最も消費電力が小さいP-stateを、ターゲットP-stateとして特定してもよい。
- [0102] P-stateが高いほど消費電力は大きい。例えば、P-stateがP6である状態が最も消費電力が大きく、以下、P5、P4、P3、P2、P1の順で消費電力は小さくなる。
- [0103] 図10は、複数のP-state（P1～P6）のそれぞれについての、単位時間（例えば30分）あたりのトラフィック量と平均処理時間との関係の一例を模式的に示す図である。図11は、複数のP-state（P1～P6）のそれぞれについての、単位時間（例えば30分）あたりのトラフィック量と平均パケット廃棄率との関係の一例を模式的に示す図である。
- [0104] 図10に示すように、単位時間あたりのトラフィック量を固定すると、P-stateが高いほど、平均処理時間は短い。また、図11に示すように、単位時間あたりのトラフィック量を固定すると、P-stateが高いほど、平均パケット廃棄率は低い。
- [0105] 例えば、対応データに基づいて、図10に示すように、単位時間あたりのトラフィック量T2において、平均処理時間データの値が所与の目標値c以下であるP-stateがP4～P6と特定されたとする。この場合、これらのP-stateのうちから、最も消費電力が小さいP-stateであ

る P 4 が、ターゲット P - s t a t e として特定されてもよい。

[0106] また、対応データに基づいて、図 1 1 に示すように、単位時間あたりのトラフィック量 T 2 において、平均パケット廃棄率時間データの値が所与の目標値 d 以下である P - s t a t e が P 3 ~ P 6 と特定されたとする。この場合、これらの P - s t a t e のうちから、最も消費電力が小さい P - s t a t e である P 3 が、ターゲット P - s t a t e として特定されてもよい。

[0107] 消費電力制御部 7 4 は、本実施形態では例えば、少なくとも 1 つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを、特定される電力状態で動作させる。例えば、上述の場合、当該リーダ基地局システム 4 0 a に含まれる D U のソフトウェア要素を実行するプロセッサを、上述のようにして特定されるターゲット P - s t a t e で動作させてもよい。

[0108] また、本実施形態において、電力状態特定部 7 2 が、対応データに基づいて、予測の結果である稼働度合において平均処理時間に係る所与の目標を達成する電力状態のうち、最も消費電力が低い電力状態を第 1 状態として特定してもよい。

[0109] そして、電力状態特定部 7 2 が、対応データに基づいて、予測の結果である稼働度合において平均パケット廃棄率に係る所与の目標を達成する電力状態のうち、最も消費電力が低い電力状態を第 2 状態として特定してもよい。

[0110] 上述の場合は、P 4 が第 1 状態に相当し、P 3 が第 2 状態に相当する。ここで、第 2 状態である P 3 では平均処理時間に係る目標を達成できないが、第 1 状態である P 4 では平均処理時間に係る目標も平均パケット廃棄率に係る目標も達成できる。

[0111] このことを踏まえ、消費電力制御部 7 4 が、第 1 状態又は第 2 状態のうち消費電力が高い方の電力状態で少なくとも 1 つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを動作させてもよい。例えば上述の場合は、リーダ基地局システム 4 0 a に含まれる D U のソフトウェア要素を実行するプロセッサを、第 1 状態である P 4 で動作させてもよい。このようにすれば、複数の目標がある場合にこれらの目標のすべてを達成することが可能となる。

- [0112] なお、目標の達成よりも消費電力の抑制が優先されるような場合には、消費電力制御部 7 4 は、第 1 状態又は第 2 状態のうち消費電力が低い方の電力状態で少なくとも 1 つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを動作させてもよい。
- [0113] また、上述の消費電力制御は、フォロワー基地局システム 4 0 b にも適用可能である。
- [0114] 例えば、電力状態特定部 7 2 が、リーダ基地局システム 4 0 a について予測された単位時間あたりのトラフィック量 T_1 、及び、当該フォロワー基地局システム 4 0 b に係る上述の比率 p に基づいて、 DU 1 個あたりの単位時間あたりのトラフィック量 T_3 を算出してもよい。例えば、当該フォロワー基地局システム 4 0 b に含まれる DU の数が 3 個である場合は、値 $T_1 \times p / 3$ を、値 T_3 として算出してもよい。
- [0115] そして、上述のように値 T_3 に基づいて特定されるターゲット $P-state$ で、当該フォロワー基地局システム 4 0 b に含まれる DU のソフトウェア要素を実行するプロセッサを動作させてもよい。
- [0116] また、電力状態特定部 7 2 が、対応データに基づいて、各 $P-state$ について、当該 $P-state$ に対応付けられる単位時間あたりのトラフィック量の範囲を特定してもよい。そして、電力状態特定部 7 2 が、単位時間あたりのトラフィック量 T_2 が含まれる範囲に対応付けられる $P-state$ を、ターゲット $P-state$ として特定してもよい。
- [0117] また、上述の稼働度合として、単位時間あたりの少なくとも 1 つのソフトウェア要素がカバーするエリアにおけるトラフィック量の代わりに、少なくとも 1 つのソフトウェア要素がカバーするエリアにおける収容人数が用いられてもよい。
- [0118] また、上述の消費電力制御は、 DU 以外の NF (CU など) にも適用可能である。また、上述の消費電力制御は、基地局システム 4 0 に限らず、例えば、 UPF などといった、コアネットワークシステム 3 4 に含まれるソフトウェア要素にも適用可能である。

- [0119] また、対応データは、ソフトウェア要素の種類に対応付けられるものである必要はなく、基地局システム40全体に対応付けられるものであってもよい。そして、基地局システム40について予測される稼働度合と、当該基地局システム40に対応付けられる対応データと、に基づいて決定される電力状態で、当該基地局システム40に含まれるソフトウェア要素を実行するプロセッサを動作させてもよい。
- [0120] また、本実施形態における動作制御は、消費電力制御には限定されない。例えば、本実施形態において、ネットワークスライスに割り当てる収容人数等のキャパシティの制御や、ネットワークスライスに割り当てるリソース量の制御などが行われるようにしてもよい。
- [0121] また、本実施形態において、通信システム1に含まれる複数の基地局システム群42が特定された後も、フォロワー基地局システム40bの監視が行われても構わない。
- [0122] ここで、本実施形態に係るNOS30で行われる基地局システム40のグルーピングに係る処理の流れの一例を、図12に例示するフロー図を参照しながら説明する。
- [0123] 本処理例では、監視部50による監視によって、通信システム1に含まれる複数の基地局システム40についてのパラメータデータの取得が行われ、推移データ生成部52にパラメータデータが蓄積されていることとする。
- [0124] また、本処理例では、いずれかの基地局システム群42に分類された基地局システム40を、分類済基地局システムと呼び、いずれの基地局システム群42にも分類されていない基地局システム40を、未分類基地局システムと呼ぶこととする。初期状態では、すべての基地局システム40が、未分類基地局システムである。
- [0125] まず、推移データ生成部52が、複数の未分類基地局システムのそれぞれについての、所定の時間範囲についての推移データを生成する（S101）。
- [0126] そして、相似度特定部54が、S101に示す処理で生成された推移デー

タに基づいて、基地局システム40の対ごとに、当該対に対応付けられる相
似度データを生成する（S102）。

[0127] そして、分類部56が、複数の未分類基地局システムのそれぞれについて
、他の未分類基地局システムとの組合せに係る相似度データのうち、上述の
所定の条件を満たすものの数を特定する（S103）。

[0128] そして、分類部56が、S103に示す処理で特定された数が最も多い未
分類基地局システムを、最大数基地局システムとして特定する（S104）
。

[0129] そして、分類部56が、新たな基地局システム群42に、S104に示す
処理で特定された最大数基地局システム、及び、当該最大数基地局システム
との関係で上述の所定の条件を満たす1又は複数の未分類基地局システムを
割り当てる（S105）。このようにして新たな基地局システム群42に割
り当てられた未分類基地局システムは、分類済基地局システムとなる。

[0130] そして、リーダ決定部58が、S104に示す処理で特定された最大数基
地局システムを、S105に示す処理で未分類基地局システムの割り当てが
行われた基地局システム群42におけるリーダ基地局システム40aとして
決定する（S106）。

[0131] そして、リーダ決定部58が、S105に示す処理で基地局システム群4
2に割り当てられた残りの基地局システム40を、当該基地局システム群4
2におけるフォロワー基地局システム40bとして決定する（S107）。

[0132] そして、比率特定部60が、S107に示す処理で決定されたフォロワー
基地局システム40bのそれぞれについて、S106に示す処理で決定され
たリーダ基地局システム40aの稼働度合に対する当該フォロワー基地局シ
ステム40bの稼働度合の比率 p を特定する（S108）。

[0133] そして、分類部56が、すべての基地局システム40が分類済基地局シ
ステムになったか否かを確認する（S109）。

[0134] すべての基地局システム40が分類済基地局システムになっていない場合
は（S109：N）、S103に示す処理に戻る。このとき、S103に示

す処理における所定の条件を変更してから、S 1 0 3 に示す処理が実行されるようにしてもよい。

[0135] S 1 0 9 に示す処理ですべての基地局システム 4 0 が分類済基地局システムになったことが確認された場合は (S 1 0 9 : Y)、本処理例に示す処理は終了される。

[0136] 次に、本実施形態に係る N O S 3 0 で行われる基地局システム 4 0 の動作制御に係る処理の流れの一例を、図 1 3 に例示するフロー図を参照しながら説明する。本処理例では、対応データ記憶部 7 0 に対応データが予め記憶されていることとする。

[0137] S 2 0 1 ~ S 2 0 5 に示す処理は、例えば、複数の基地局システム群 4 2 のそれぞれについて独立に実行される。

[0138] まず、予測部 6 2 は、所定の単位時間 t 1 間隔で発生する予測タイミングが到来するまで待機する (S 2 0 1)。

[0139] 予測タイミングが到来すると、予測部 6 2 は、直近の単位時間 t 1 で取得された、当該基地局システム群 4 2 のリーダ基地局システム 4 0 a についてのパラメータデータに基づいて、次の単位時間 t 1 における当該リーダ基地局システム 4 0 a のトラフィック量 T 1 を予測する (S 2 0 2)。

[0140] そして、電力状態特定部 7 2 が、当該リーダ基地局システム 4 0 a のターゲット $P - s t a t e$ を特定する (S 2 0 3)。S 2 0 3 に示す処理では、例えば、S 2 0 2 に示す処理で特定されたトラフィック量 T 1 に基づいて、当該リーダ基地局システム 4 0 a のターゲット $P - s t a t e$ が特定される。

[0141] そして、電力状態特定部 7 2 が、当該基地局システム群 4 2 に含まれる 1 又は複数のフォロワー基地局システム 4 0 b のそれぞれについてのターゲット $P - s t a t e$ を特定する (S 2 0 4)。S 2 0 4 に示す処理では、例えば、1 又は複数のフォロワー基地局システム 4 0 b のそれぞれについて、S 2 0 2 に示す処理で特定されたトラフィック量 T 1 と、当該フォロワー基地局システム 4 0 b について S 1 0 8 に示す処理で特定された比率 p と、に基

づいて、当該フォロワー基地局システム40bのターゲットP-stateが特定される。

[0142] そして、消費電力制御部74が、当該基地局システム群42に含まれる基地局システム40のそれぞれについての動作制御を実行して(S205)、S201に示す処理に戻る。S205に示す処理では、例えば、リーダ基地局システム40aについては、当該リーダ基地局システム40aに含まれるサーバのCPUがS203に示す処理で特定されたターゲットP-stateで動作するように制御される。また、フォロワー基地局システム40bについては、当該フォロワー基地局システム40bに含まれるサーバのCPUがS204に示す処理で当該フォロワー基地局システム40bについて特定されたターゲットP-stateで動作するように制御される。

[0143] 本実施形態では、基地局システム群42に含まれるリーダ基地局システム40aだけが稼働度合の予測対象となり、フォロワー基地局システム40bについては稼働度合の予測がされない。このようにして本実施形態によれば、通信システム1の処理負荷を抑制できることとなる。

[0144] また、本実施形態では、P-state等の電力状態を制御することによる消費電力制御が行われている。そのため、本実施形態によれば、通信性能を確保しつつ、稼働度合の変化に対して即応性の高い消費電力制御を行うことができることとなる。

[0145] なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の基地局システムのそれぞれの稼働度合の推移を示す推移データに基づいて、前記基地局システムの対ごとに、稼働度合の推移の相似度を特定する相似度特定手段と、
- 前記基地局システムの対ごとに特定される前記相似度に基づいて、前記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類する分類手段と、
- 前記基地局システム群に含まれるリーダ基地局システムの稼働度合に対する、当該基地局システム群に含まれるフォロワー基地局システムの稼働度合の比率を特定する比率特定手段と、
- 前記リーダ基地局システムの稼働度合を予測する予測手段と、
- 前記予測の結果である稼働度合に基づいて、前記リーダ基地局システムの動作制御を実行するリーダ動作制御手段と、
- 前記予測の結果である稼働度合と、前記比率と、に基づいて、前記フォロワー基地局システムの動作制御を実行するフォロワー動作制御手段と、
- を含むことを特徴とする制御システム。
- [請求項2] 前記基地局システム群に含まれる複数の基地局システムのうちから、当該基地局システムとの間の前記相似度が所定の大きさよりも大きい他の基地局システムの数の多さに基づいて、前記リーダ基地局システムを決定するリーダ決定手段、をさらに含む、
- ことを特徴とする請求項1に記載の制御システム。
- [請求項3] 前記相似度特定手段は、稼働度合を示す値の相互相関係数の代表値を、前記相似度として特定する、
- ことを特徴とする請求項1又は2に記載の制御システム。
- [請求項4] 前記分類手段は、前記相互相関係数の代表値と、前記相互相関係数が最大値をとるラグと、に基づいて、前記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類する、

ことを特徴とする請求項3に記載の制御システム。

[請求項5] 前記基地局システムの前記稼働度合は、当該基地局システムがカバーするエリアにおけるトラフィック量又は収容人数である、

ことを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項6] 前記リーダ動作制御手段は、前記リーダ基地局システムの消費電力制御を実行し、

前記フォロワー動作制御手段は、前記フォロワー基地局システムの消費電力制御を実行する、

ことを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項7] 複数の基地局システムのそれぞれの稼働度合の推移を示す推移データに基づいて、前記基地局システムの対ごとに、稼働度合の推移の相似度を特定するステップと、

前記基地局システムの対ごとに特定される前記相似度に基づいて、前記複数の前記基地局システムを複数の基地局システム群に分類するステップと、

前記基地局システム群に含まれるリーダ基地局システムの稼働度合に対する、当該基地局システム群に含まれるフォロワー基地局システムの稼働度合の比率を特定するステップと、

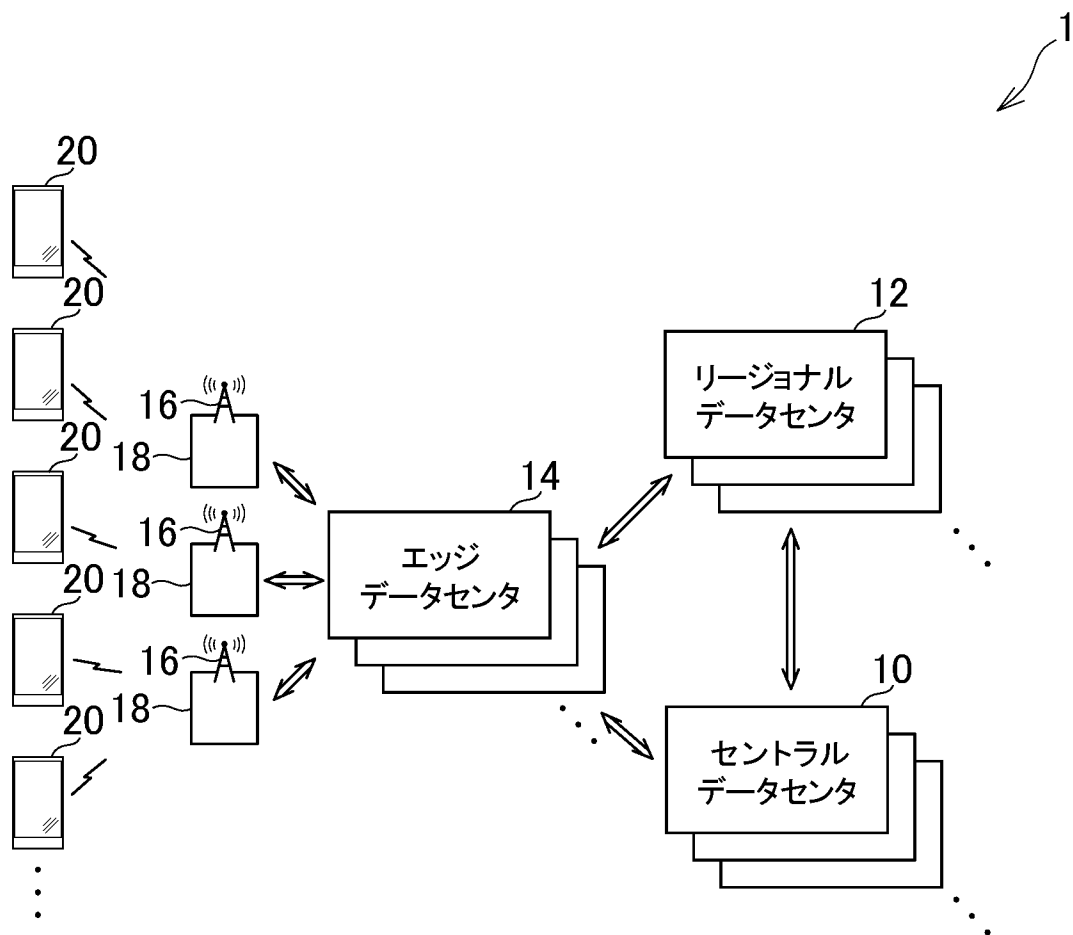
前記リーダ基地局システムの稼働度合を予測するステップと、

前記予測の結果である稼働度合に基づいて、前記リーダ基地局システムの動作制御を実行するステップと、

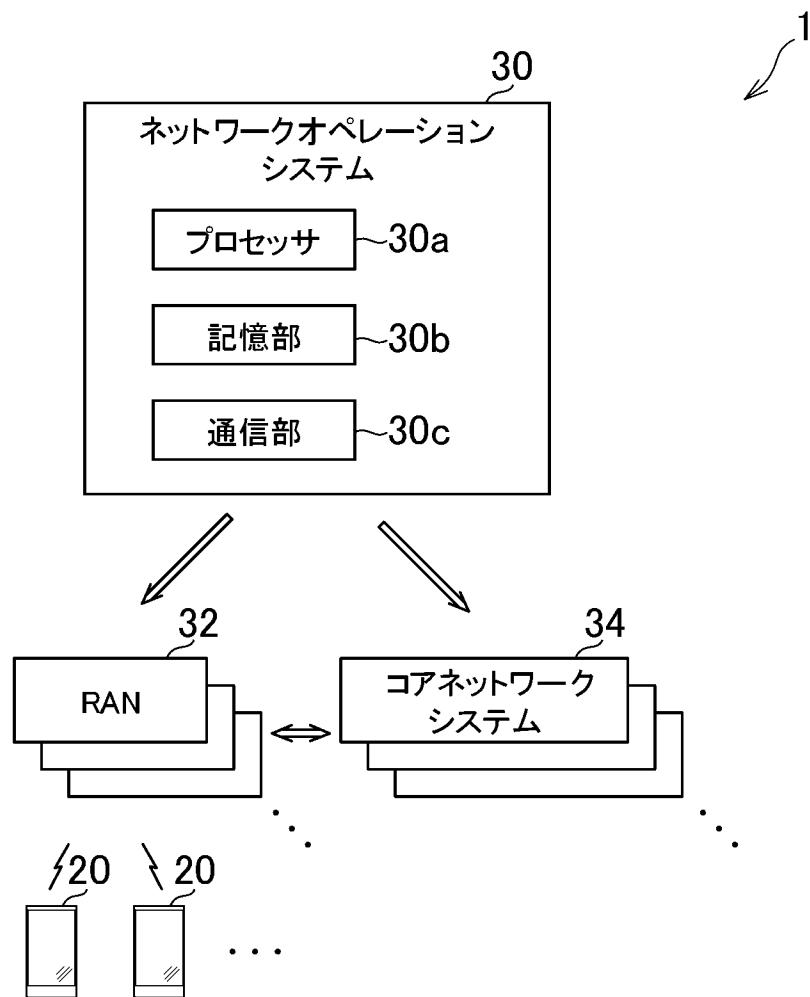
前記予測の結果である稼働度合と、前記比率と、に基づいて、前記フォロワー基地局システムの動作制御を実行するステップと、

を含むことを特徴とする制御方法。

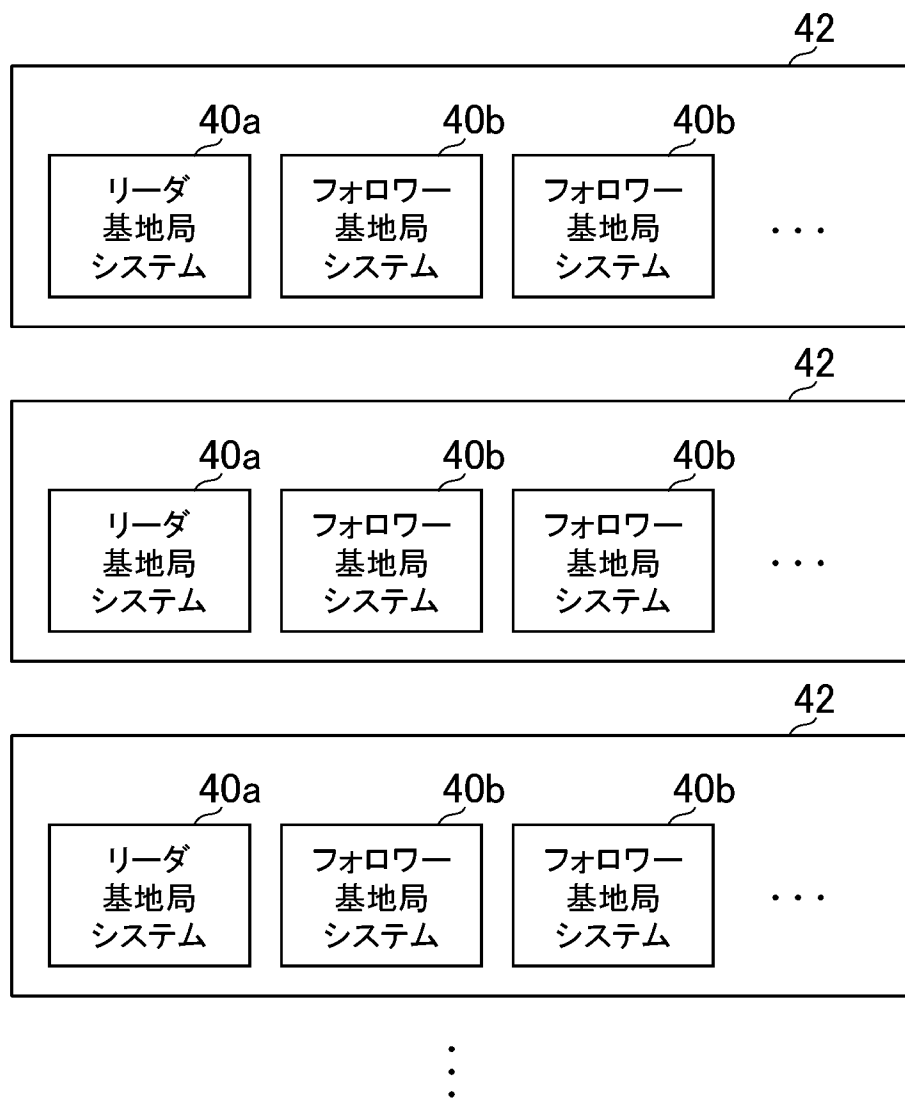
[図1]



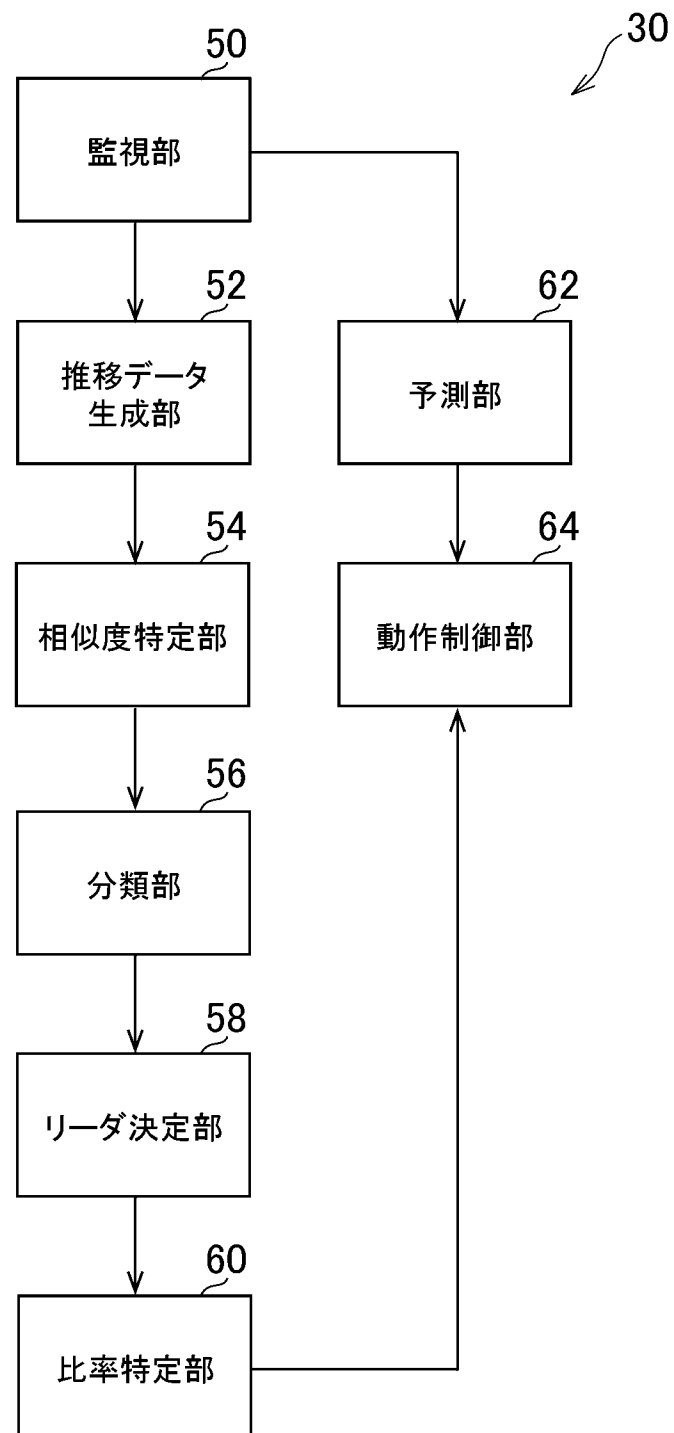
[図2]



[図3]



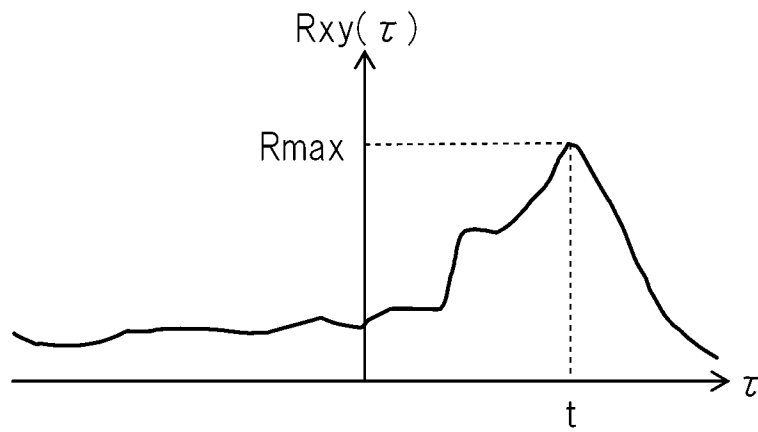
[図4]



[図5]

ID
日時データ
収容人数データ
トラフィック量データ

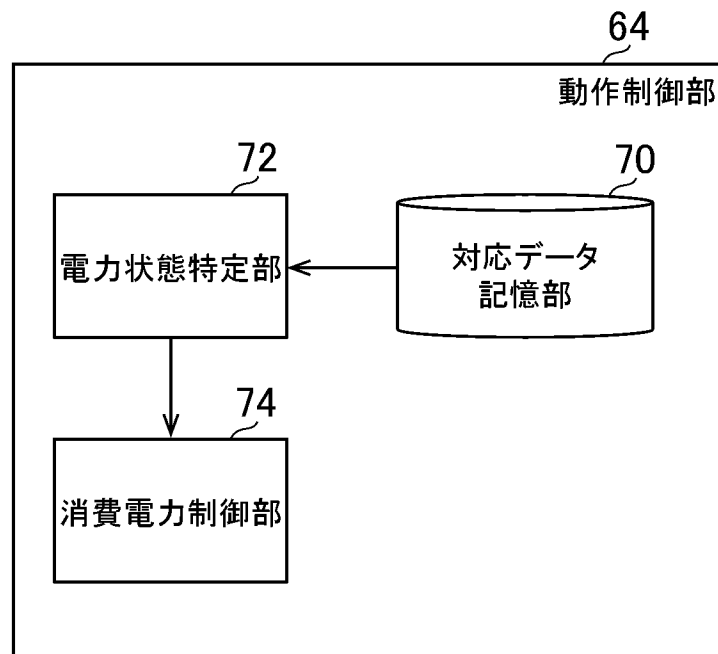
[図6]



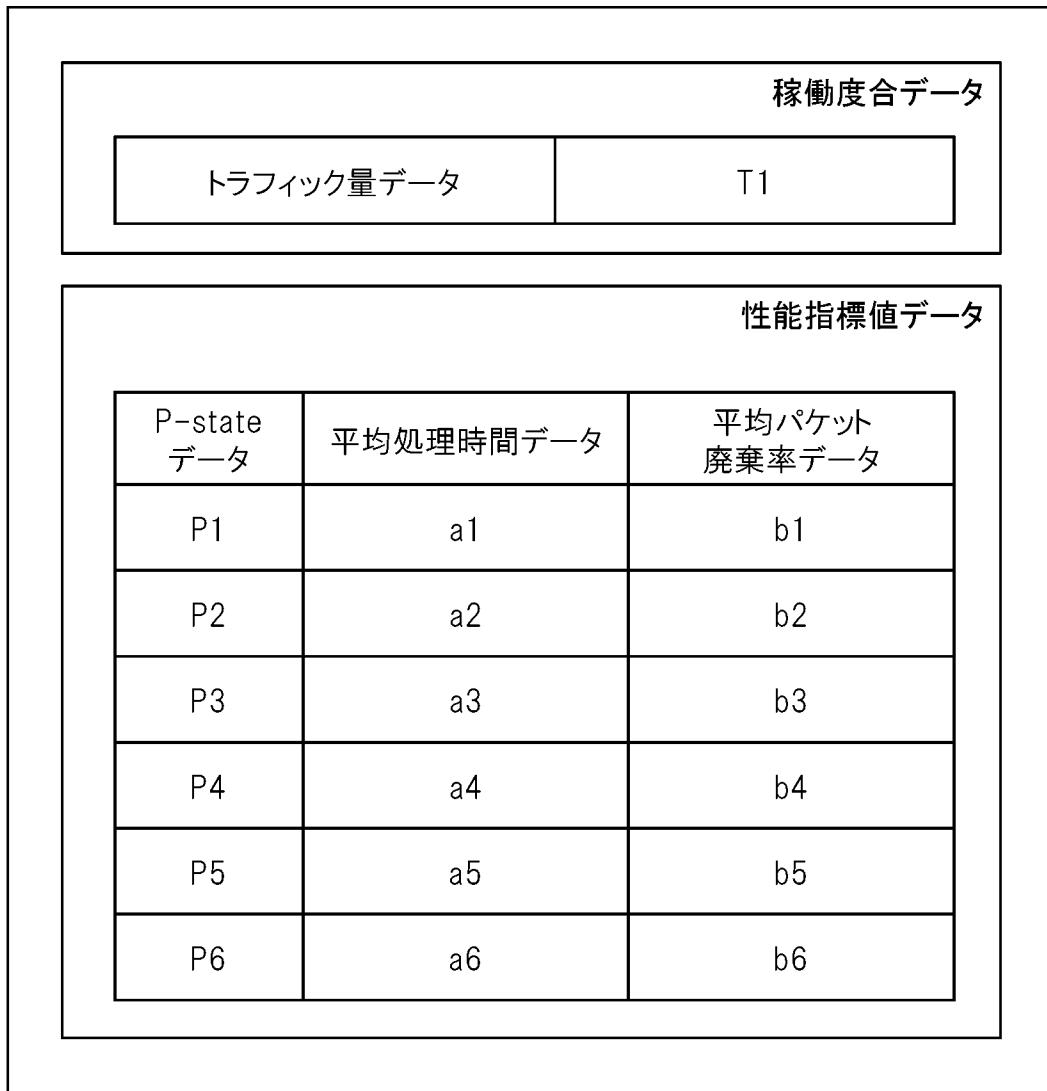
[図7]

	001	002	003	004	005	006	
001		(0.1,50)	(0.3,-40)	(0.6,20)	(0.2,-10)	(0.9,5)	
002	(0.1,-50)		(0.5,-20)	(0.7,10)	(0.5,25)	(0.1,50)	
003	(0.3,40)	(0.5,20)		(0.8,15)	(0.5,30)	(0.7,-40)	
004	(0.6,-20)	(0.7,-10)	(0.8,-15)		(0.9,-20)	(0.1,70)	
005	(0.2,10)	(0.5,-25)	(0.5,-30)	(0.9,20)		(0.4,70)	
006	(0.9,-5)	(0.1,-50)	(0.7,40)	(0.1,-70)	(0.4,-70)		

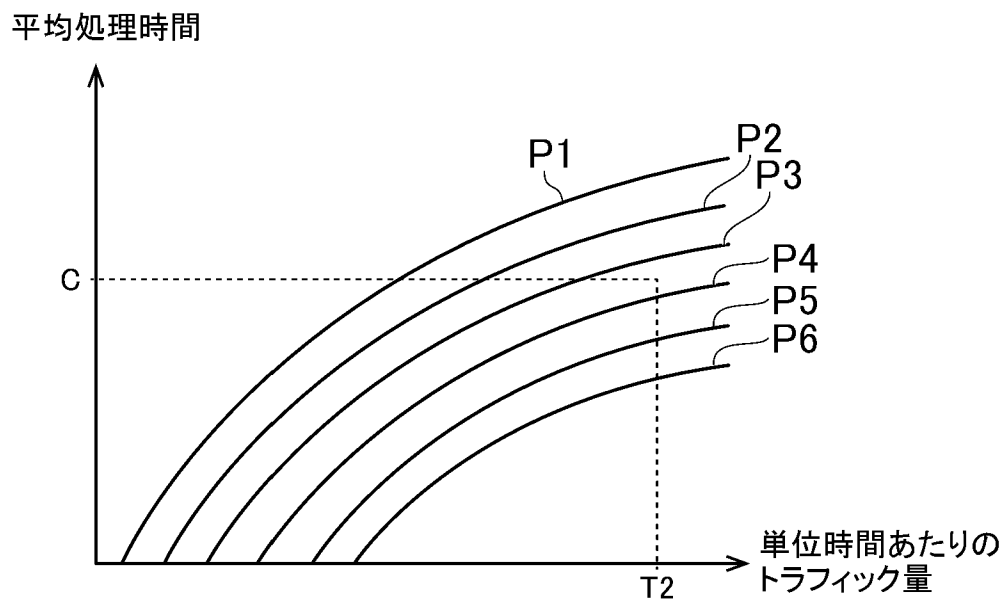
[図8]



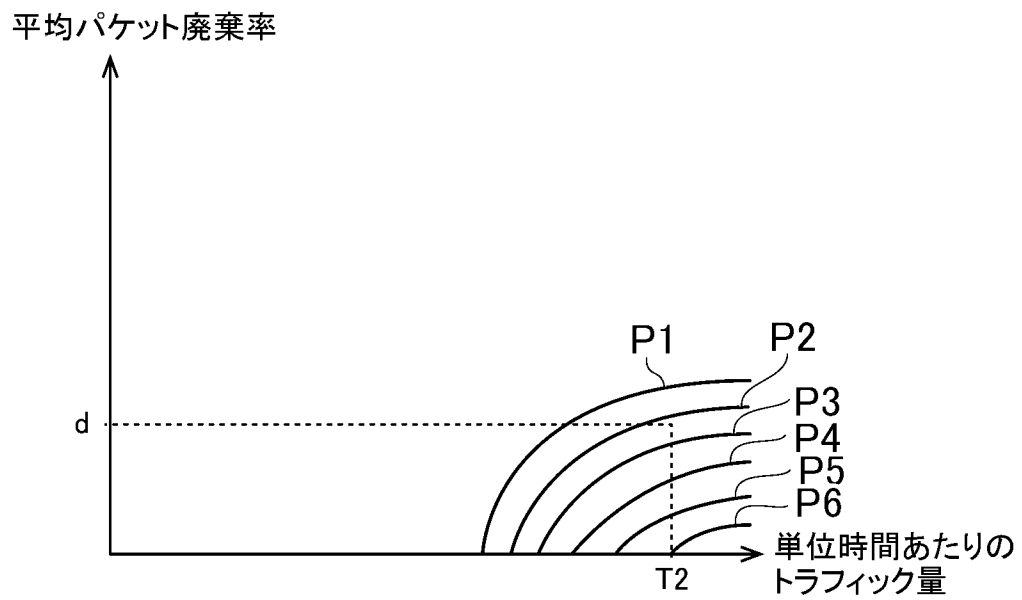
[図9]



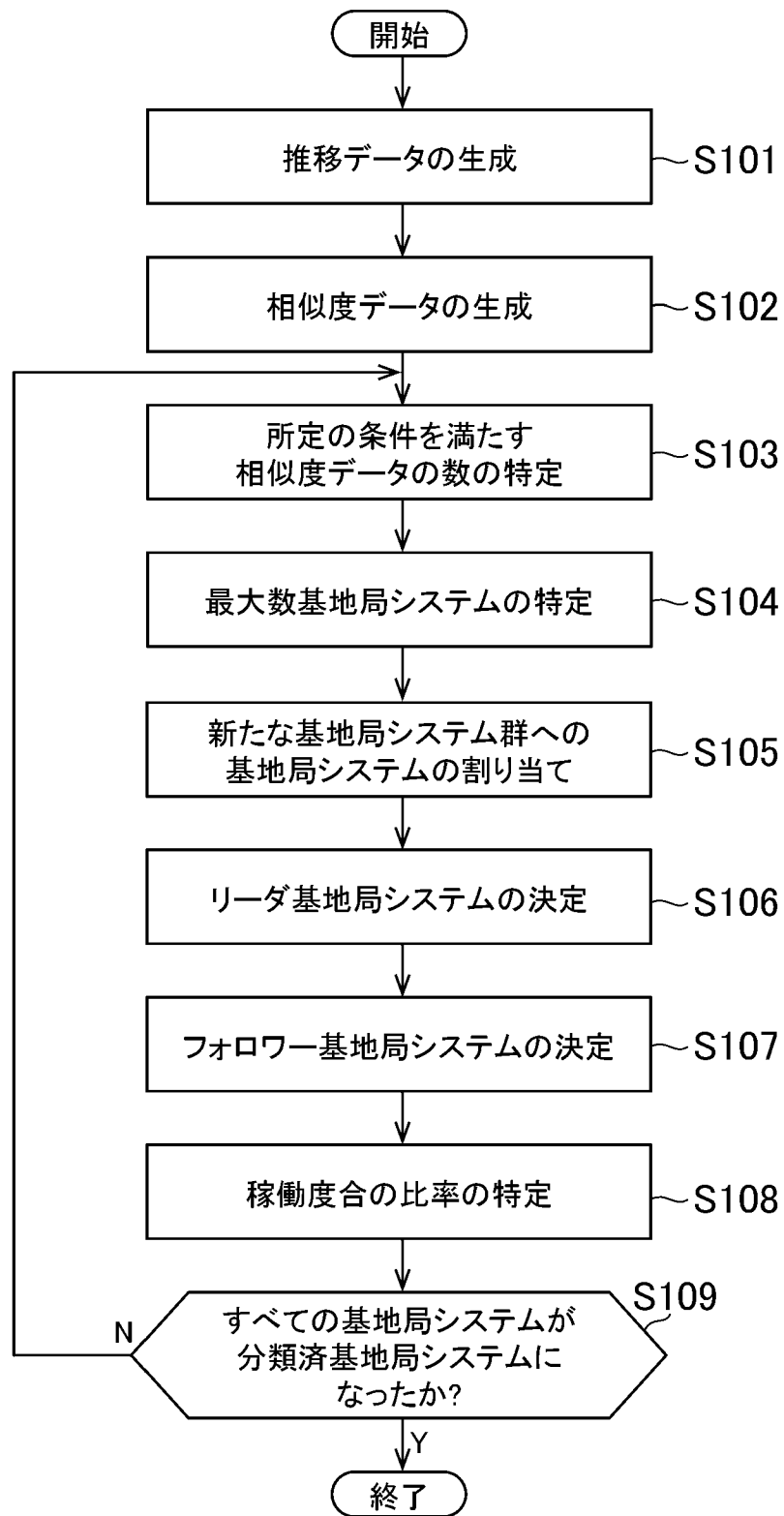
[図10]



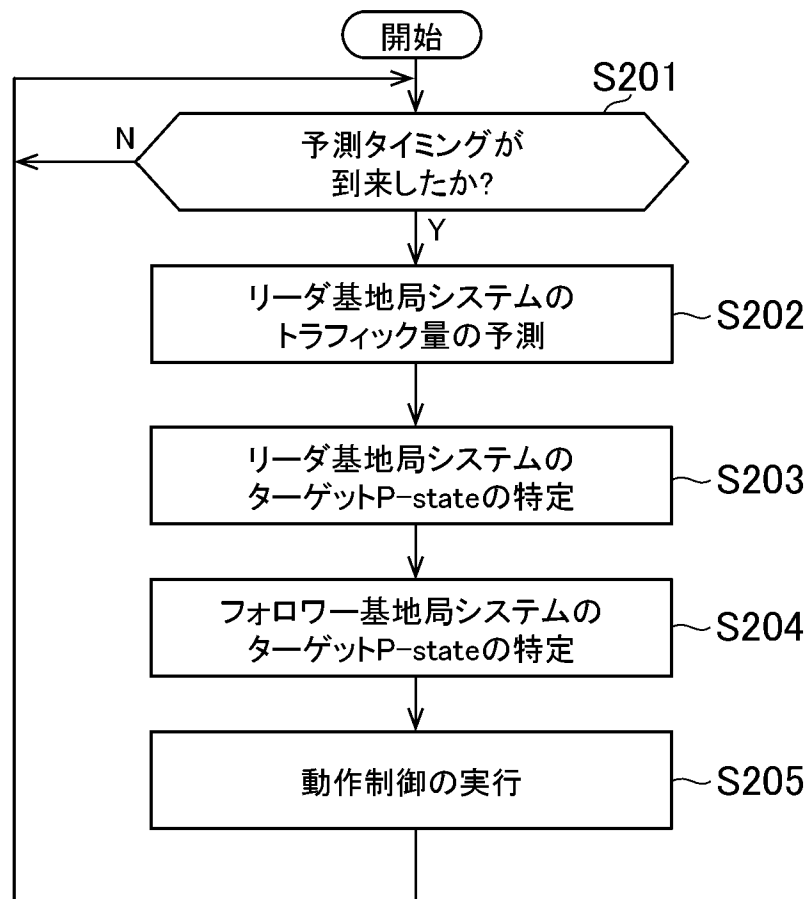
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/043918

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04W 88/08**(2009.01)i; **H04W 52/02**(2009.01)i

FI: H04W88/08; H04W52/02

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)

H04W4/00-99/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2014-107801 A (FUJITSU LTD) 09 June 2014 (2014-06-09) paragraph [0006], fig. 1	1-7
A	US 2019/0253930 A1 (NEC CORPORATION) 15 August 2019 (2019-08-15) paragraphs [0126]-[0127], fig. 1-4	1-7
A	JP 2013-197704 A (KDDI CORP) 30 September 2013 (2013-09-30) paragraphs [0030]-[0036], fig. 1	1-7
A	US 2018/0070262 A1 (NEC CORPORATION) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0097]-[0100]	1-7
A	JP 2016-5099 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 12 January 2016 (2016-01-12) paragraph [0012]	1-7

☐ 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

09 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 February 2022

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/JP2021/043918

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-107801	A	09 June 2014	(Family: none)	
US	2019/0253930	A1	15 August 2019	WO	2018/016043 A1
JP	2013-197704	A	30 September 2013	(Family: none)	
US	2018/0070262	A1	08 March 2018	JP	2018-201233 A
				JP	2019-195218 A
				US	2020/0229025 A1
				WO	2016/148001 A1
JP	2016-5099	A	12 January 2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 88/08(2009.01)i; H04W 52/02(2009.01)i FI: H04W88/08; H04W52/02		
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）） H04W4/00-99/00		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 2014-107801 A（富士通株式会社）09.06.2014（2014-06-09） 段落0006, 図1	1-7
A	US 2019/0253930 A1（NEC CORPORATION）15.08.2019（2019-08-15） 段落0126-0127, 図1-4	1-7
A	JP 2013-197704 A（KDDI株式会社）30.09.2013（2013-09-30） 段落0030-0036, 図1	1-7
A	US 2018/0070262 A1（NEC CORPORATION）08.03.2018（2018-03-08） 段落0097-0100	1-7
A	JP 2016-5099 A（日本電信電話株式会社）12.01.2016（2016-01-12） 段落0012	1-7
☐ 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 09.02.2022		国際調査報告の発送日 22.02.2022
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） 大橋 達也 5J 4688 電話番号 03-3581-1101 内線 3534

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/JP2021/043918

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-107801	A	09.06.2014	(ファミリーなし)	
US	2019/0253930	A1	15.08.2019	WO	2018/016043 A1
JP	2013-197704	A	30.09.2013	(ファミリーなし)	
US	2018/0070262	A1	08.03.2018	JP	2018-201233 A
				JP	2019-195218 A
				US	2020/0229025 A1
				WO	2016/148001 A1
JP	2016-5099	A	12.01.2016	(ファミリーなし)	