(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)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/100256 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/JP2021/043921

(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).

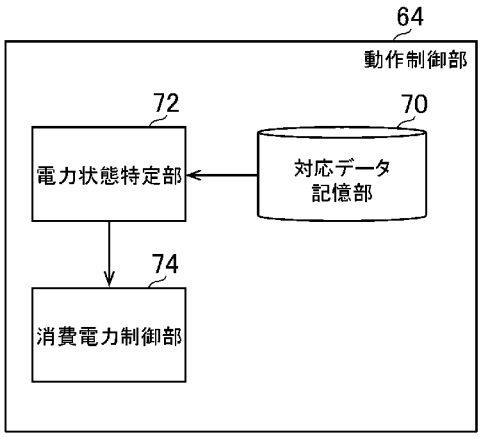
(74) 代理人: 弁理士法人はるか国際特許事務所 (**HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS**); 〒1020085 東京都千代田区六番町３ 六番町ＳＫビル５階 Tokyo (JP).

(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, 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.

(54) **Title:** POWER CONSUMPTION CONTROL SYSTEM AND POWER CONSUMPTION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称： 消費電力制御システム及び消費電力制御方法

[図8]



64... OPERATION CONTROL UNIT
70... CORRESPONDENCE DATA STORAGE UNIT
72... POWER STATE SPECIFICATION UNIT
74... POWER CONSUMPTION CONTROL UNIT

(57) **Abstract:** Provided are a power consumption control system and a power consumption control method capable of performing power consumption control with high responsiveness to changes in the degree of operation while ensuring communication performance. On the basis of correspondence data, indicating the correspondence between a degree of operation and a performance index value relating to at least one software element, for each of a plurality of power states that a processor can adopt, a power state identification unit (72) identifies one of the power states in which a given target relating to the performance index value is achieved in the degree of operation that is a result of prediction. A power consumption control unit (74) causes the processor executing the at least one software element to operate in the specified power state.

WO 2023/100256 A1

[続葉有]

(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)）

(57) 要約：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消費電力制御システム及び消費電力制御方法を提供する。電力状態特定部（７２）は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、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に基づいて、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のいずれかを特定する。消費電力制御部（７４）は、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。

明　細　書

発明の名称 ： 消費電力制御システム及び消費電力制御方法

技術分野

[0001]　本発明は、消費電力制御システム及び消費電力制御方法に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、急激なトラフィックの増加が生じた部分通信エリアの仮想ノードの稼働数を増大させることで、リソース不足のために通信速度が低下することを抑制することが記載されている。また、特許文献１には、急激なトラフィックの減少が生じた部分通信エリアの仮想ノードの稼働数を減少させることで、サーバの消費電力が増大することを抑制することが記載されている。

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に記載の技術では、部分通信エリアの稼働度合に応じて仮想ノードの稼働数を増減させているため、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ない。

[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消費電力制御システム及び消費電力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、本発明に係る消費電力制御システムは、通信システム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手段と、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

、前記少なくとも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に基づいて、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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のいずれかを特定する電力状態特定手段と、前記少なくとも１つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを、特定される前記電力状態で動作させる消費電力制御手段と、を含む。

[0007] 本発明の一態様では、前記電力状態特定手段は、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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する。

[0008] また、本発明の一態様では、前記性能指標値は、平均処理時間の値、又は、平均パケット廃棄率の値である。

[0009] また、本発明の一態様では、前記電力状態特定手段は、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、稼働度合と平均処理時間の値との対応を示す前記対応データに基づいて、前記予測の結果である前記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、前記電力状態特定手段は、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、稼働度合と平均パケット廃棄率の値との対応を示す前記対応データに基づいて、前記予測の結果である前記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、前記消費電力制御手段は、前記第１状態又は前記第２状態のうち消費電力が高い方の電力状態で前記少なくとも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る。

[0010] また、本発明の一態様では、前記稼働度合は、前記少なくとも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又は収容人数である。

[0011] また、本発明の一態様では、前記ソフトウェア要素は、ＤＵである。

[0012] また、本発明の一態様では、前記電力状態は、Ｐ－ｓｔａｔｅである。

[0013] また、本発明に係る消費電力制御方法は、通信システム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ステップと、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、前記少なくとも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に基づいて、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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のいずれかを特定するステップと、前記少なくとも１つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを、特定される前記電力状態で動作させるステップと、を含む。

図面の簡単な説明

[0014] [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

[0015] 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。

[0016] 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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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。

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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、ＲＡＮ３２、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。

[0027] 本実施形態では、ＮＯＳ３０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、ＮＯＳ３０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。

[0028] 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、ＵＥ２０を利用するユーザに提供されることとなる。

[0029] 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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] そして、ＮＯＳ３０は、例えば、所定の単位時間ｔ１（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ｔ１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ｔ１間隔で、当該単位時間ｔ１における収容人数、トラフィック量、及び、当該単位時間ｔ１に対応付けられる時刻（例えば、当該単位時間ｔ１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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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Ｒｘｙ（τ）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Ｒｘｙ（τ）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Ｒｘｙ（τ）を算出してもよい。なお、相互相関係数Ｒｘｙ（τ）は、複数のラグτごとに、算出される。

[0051] 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Ｒｘｙ（τ）の一例を模式的に示す図である。

[0052] 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。

[0053] 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Ｒｍａｘ、及び、相互相関係数の値が最大値Ｒｍａｘであるときのラグτの値ｔを特定することとする。

[0054] 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Ｒｍａｘ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Ｒｍａｘと上述の値ｔとの組合せが、（Ｒｍａｘ

，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。

[0055] 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。

[0056] 本実施形態では例えば、Ｒｍａｘの閾値ｔｈ１と、値ｔの範囲τ１～τ２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τ１～τ２の範囲であり、かつ、値ＲＭａｘが閾値ｔｈ１以上である」との条件を満たすものの数が特定される。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 例えば、閾値ｔｈ１が０．７であり、範囲τ１～τ２が、－３０～３０であるとする。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] そして、ＩＤが００３である基地局システム４０については、ＩＤが００

４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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 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ｔｈ１をより小さな値に変更する、あ

るいは、上述の範囲τ１～τ２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。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] なお、上述の分類処理において、相互相関係数の最大値Ｒｍａｘ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ｔｈ１が用いられるようにしてもよい。

[0075] 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４２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。

[0076] 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。

[0077] 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。

[0078] 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。

[0079] 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。

[0080] そして、上述のように、予測部６２は、所定の単位時間ｔ１（例えば、３

０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ｔ１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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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Ｔ１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。

[0084] 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、Ｔ１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、Ｔ１×ｐを入力値（操作量）とした動作制御を実行する。

[0085] 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。

[0086] 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４０ａに含まれるＣＰＵについては、上述の値Ｔ１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４０ｂに含まれるＣＰＵについては、上述の値Ｔ１×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。

[0087] 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、Ｐ－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４０ａ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Ｔ１に対応付けられているＰ－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４０ｂ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Ｔ１×ｐに対応付けられているＰ－ｓｔａｔｅで動作させるよう制御してもよい。

[0088] 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。

[0089] 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３０ｂを主として実装される。電力状態特定部７２は、プロセッサ３０ａを主として実装される。消費電力制御部７４は、プロセッサ３０ａ及び通信部３０ｃを主として実装される。

[0090] 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－ｓｔａｔｅであることとする。

[0091] 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。

[0092] 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－ｓｔａｔｅ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－ｓｔａｔｅデータには、Ｐ－ｓｔａｔｅ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－ｓｔａｔｅ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－ｓｔａｔｅに対応付けられる平均パケット廃棄率が示されている。

[0093] 本実施形態では例えば、ＤＵ、ＣＵ、などといった、基地局システム４０に含まれる機能ユニット（ＮＦ）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－ｓｔａｔｅのそれぞれについて、模擬環境のプロセッサが当該Ｐ－ｓｔａｔｅ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。

[0094] 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パケットについて、単位時間あたりに入力

されるパケット数を変えながら、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。

[0095] そして、このような模擬環境における負荷試験やシミュ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。

[0096] 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パケットを受信してから、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、上述の平均パケット廃棄率は、例えば、ソフトウェア要素の模擬環境が受信したパケット数に対する、廃棄されたパケット数の割合を指す。

[0097] また、対応データは、負荷試験やシミュ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。

[0098] 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。

[0099] 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。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 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。

[0105] 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。

[0106] 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Ｐ４が、ターゲットＰ－ｓｔａｔｅとして特定されてもよい。

[0107] また、対応データに基づいて、図１１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－ｓｔａｔｅがＰ３～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Ｐ３が、ターゲットＰ－ｓｔａｔｅとして特定されてもよい。

[0108] 消費電力制御部７４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４０ａ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、上述のようにして特定されるターゲットＰ－ｓｔａｔｅで動作させてもよい。

[0109] また、本実施形態において、電力状態特定部７２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。

[0110] そして、電力状態特定部７２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。

[0111] 上述の場合は、Ｐ４が第１状態に相当し、Ｐ３が第２状態に相当する。ここで、第２状態であるＰ３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Ｐ４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。

[0112] このことを踏まえ、消費電力制御部７４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４０ａ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、第１状態であるＰ４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。

[0113] 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７４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。

[0114] また、上述の消費電力制御は、フォロワー基地局システム４０ｂにも適用可能である。

[0115] 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、及び、当該フォロワー基地局システム４０ｂに係る上述の比率ｐに基づいて、ＤＵ１個あたりの単位時間あたりのトラフィック量Ｔ３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４０ｂに含まれるＤＵの数が３個である場合は、値Ｔ１×ｐ／３を、値Ｔ３として算出してもよい。

[0116] そして、上述のように値Ｔ３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４０ｂ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。

[0117] また、電力状態特定部７２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７２が、単位時間当たりのトラフィック量Ｔ２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。

[0118] 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。

[0119] 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４０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３４に含まれるソフト

ウェア要素にも適用可能である。

[0120] 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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

[0125] 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。

[0126] 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）。

[0127] 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）。

[0128] 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）。

[0129] 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）。

[0130] 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。

[0131] 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）。

[0132] 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４２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４２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）。

[0133] 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）。

[0134] 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）。

[0135] 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、Ｓ１０３に示す処理が実行されるようにしてもよい。

[0136] Ｓ１０９に示す処理で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ことが確認された場合は（Ｓ１０９：Ｙ）、本処理例に示す処理は終了される。

[0137] 次に、本実施形態に係るＮＯＳ３０で行われる基地局システム４０の動作制御に係る処理の流れの一例を、図１３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７０に対応データが予め記憶されていることとする。

[0138] Ｓ２０１～Ｓ２０５に示す処理は、例えば、複数の基地局システム群４２のそれぞれについて独立に実行される。

[0139] まず、予測部６２は、所定の単位時間ｔ１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（Ｓ２０１）。

[0140] 予測タイミングが到来すると、予測部６２は、直近の単位時間ｔ１で取得された、当該基地局システム群４２のリーダ基地局システム４０ａについてのパラメータデータに基づいて、次の単位時間ｔ１における当該リーダ基地局システム４０ａのトラフィック量Ｔ１を予測する（Ｓ２０２）。

[0141] そして、電力状態特定部７２が、当該リーダ基地局システム４０ａのターゲットＰ－ｓｔａｔｅを特定する（Ｓ２０３）。Ｓ２０３に示す処理では、例えば、Ｓ２０２に示す処理で特定されたトラフィック量Ｔ１に基づいて、当該リーダ基地局システム４０ａのターゲットＰ－ｓｔａｔｅが特定される。

[0142] そして、電力状態特定部７２が、当該基地局システム群４２に含まれる１又は複数のフォロワー基地局システム４０ｂのそれぞれについてのターゲットＰ－ｓｔａｔｅを特定する（Ｓ２０４）。Ｓ２０４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４０ｂのそれぞれについて、Ｓ２０２に示す処理で特定されたトラフィック量Ｔ１と、当該フォロワー基地

局システム４０ｂについてＳ１０８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。

[0143] 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で動作するよう制御される。

[0144] 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。

[0145] 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。

[0146] 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] 通信システム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手段と、

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、前記少なくとも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に基づいて、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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のいずれかを特定する電力状態特定手段と、

前記少なくとも１つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを、特定される前記電力状態で動作させる消費電力制御手段と、

を含むことを特徴とする消費電力制御システム。

[請求項2] 前記電力状態特定手段は、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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する、

ことを特徴とする請求項１に記載の消費電力制御システム。

[請求項3] 前記性能指標値は、平均処理時間の値、又は、平均パケット廃棄率の値である、

ことを特徴とする請求項１又は２に記載の消費電力制御システム。

[請求項4] 前記電力状態特定手段は、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、稼働度合と平均処理時間の値との対応を示す前記対応データに基づいて、前記予測の結果である前記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、

前記電力状態特定手段は、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、稼働度合と平均パケット廃棄率の値との対応を示す前記対応データに基づいて、前記予測の結果である前記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、

前記消費電力制御手段は、前記第１状態又は前記第２状態のうち消費電力が高い方の電力状態で前記少なくとも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る、

ことを特徴とする請求項１に記載の消費電力制御システム。

[請求項5] 前記稼働度合は、前記少なくとも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消費電力制御システム。

[請求項6] 前記ソフトウェア要素は、ＤＵである、

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消費電力制御システム。

[請求項7] 前記電力状態は、Ｐ－ｓｔａｔｅである、

ことを特徴とする請求項１から６のいずれか一項に記載の消費電力制御システム。

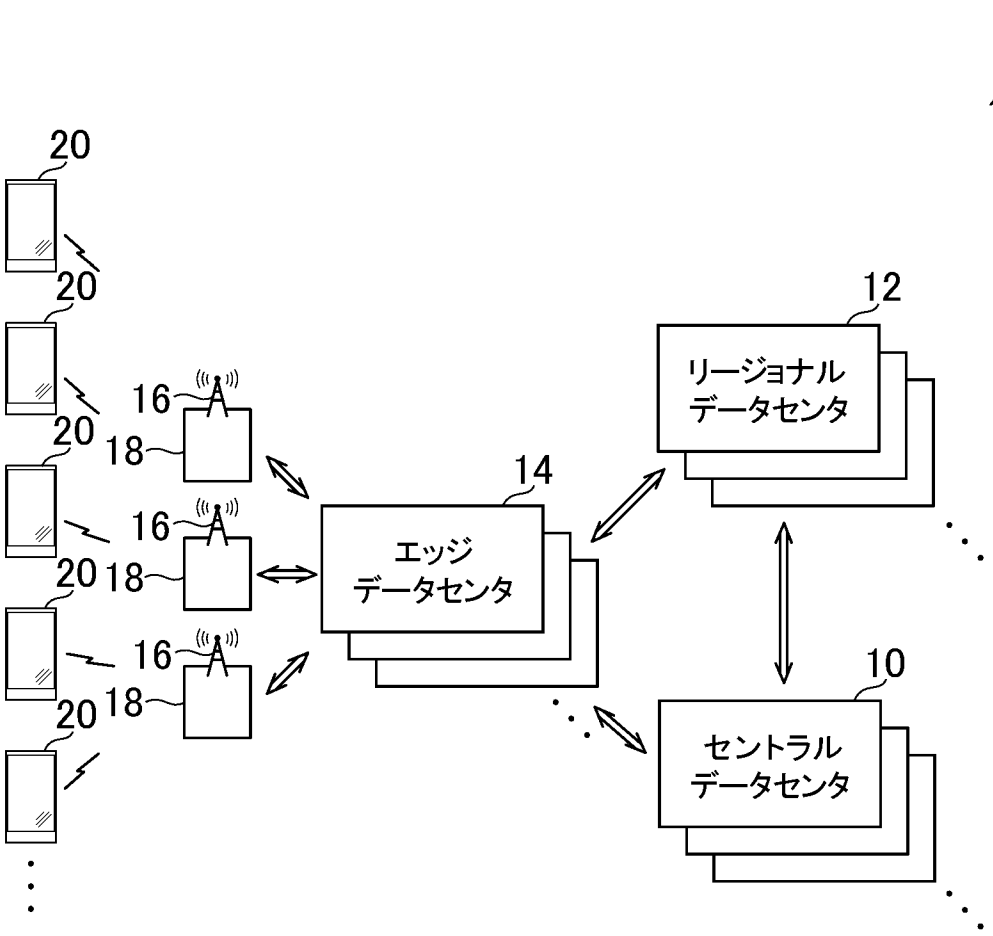
[請求項8] 通信システムに含まれる少なくとも１つのソフトウェア要素の稼働度合を予測するステップと、

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、前記少なくとも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に基づいて、前記予測の結果である前記稼働度合において前記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のいずれかを特定するステップと、

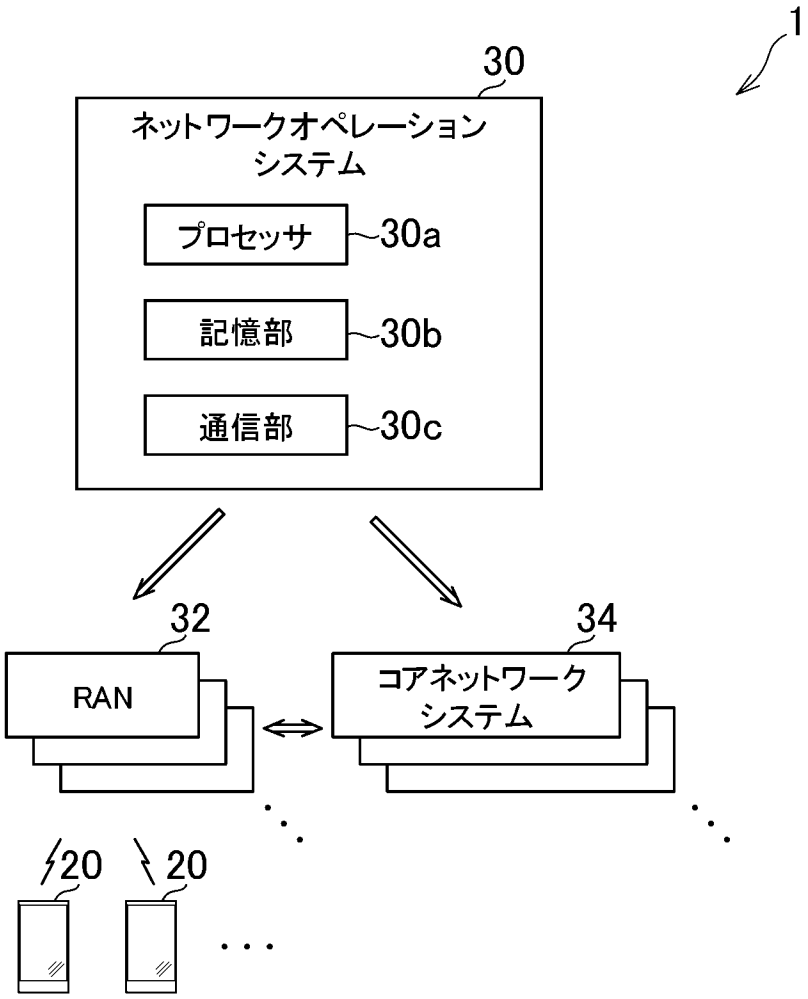
前記少なくとも１つのソフトウェア要素を実行するプロセッサを、特定される前記電力状態で動作させるステップと、

を含むことを特徴とする消費電力制御方法。

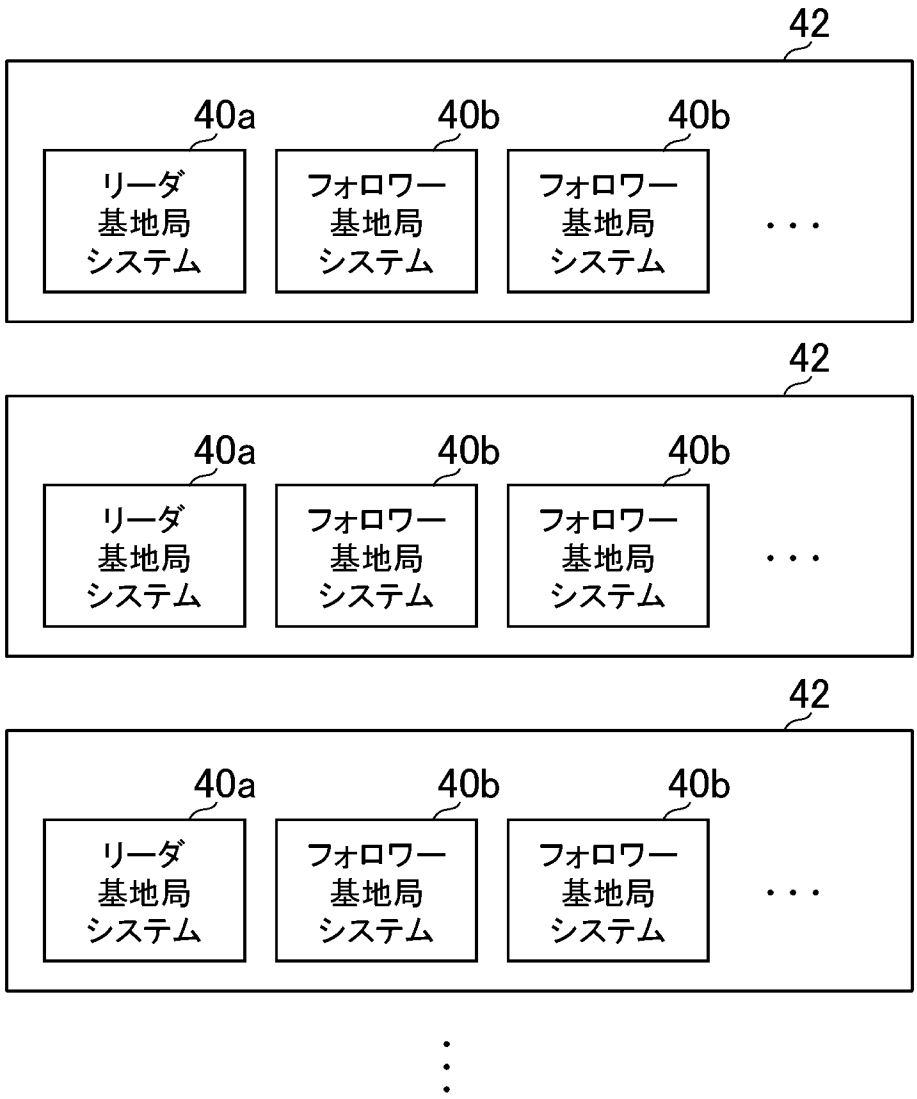
[図1]


1
20
20
20
20
20
16
18
16
18
16
18
14
エッジ
データセンタ
12
リージョナル
データセンタ
10
セントラル
データセンタ

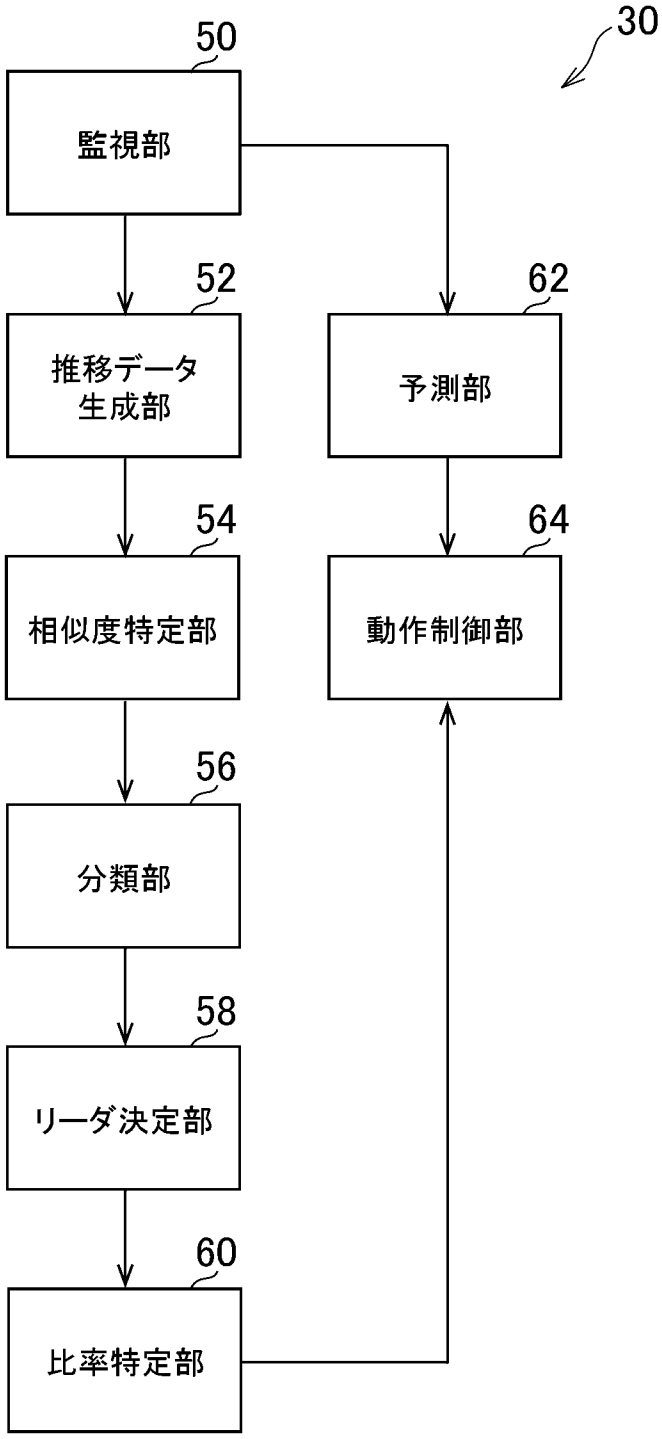
[図2]


1
30
ネットワークオペレーション
システム
プロセッサ
30a
記憶部
30b
通信部
30c
32
RAN
34
コアネットワーク
システム
20
20

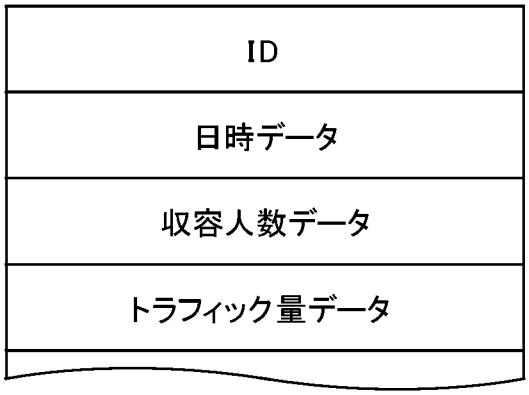
[図3]


42
40a
40b
40b
リーダ
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
・・・
42
40a
40b
40b
リーダ
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
・・・
42
40a
40b
40b
リーダ
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
フォロワー
基地局
システム
・・・

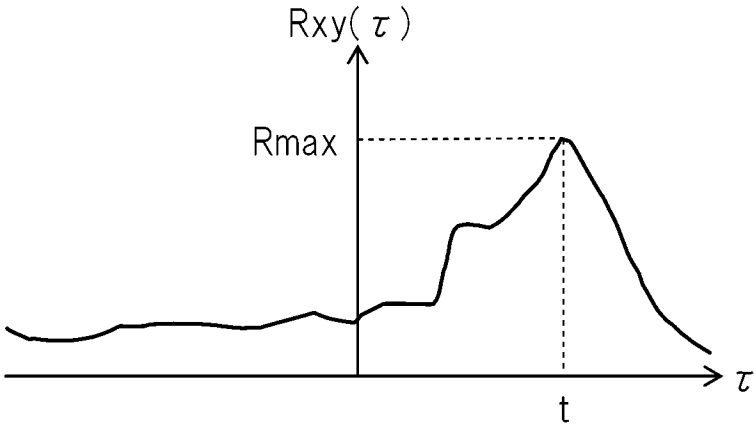
[図4]


30
50
監視部
52
推移データ
生成部
54
相似度特定部
56
分類部
58
リーダ決定部
60
比率特定部
62
予測部
64
動作制御部

[図5]



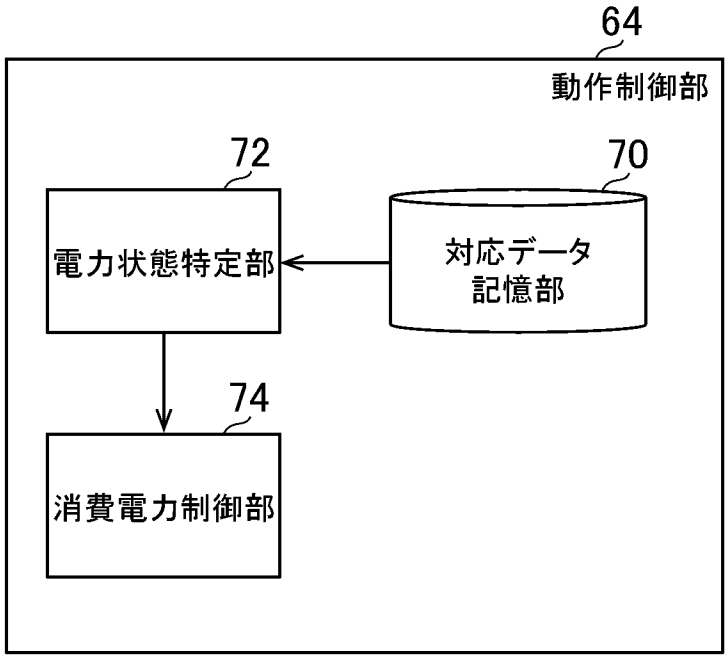
[図6]



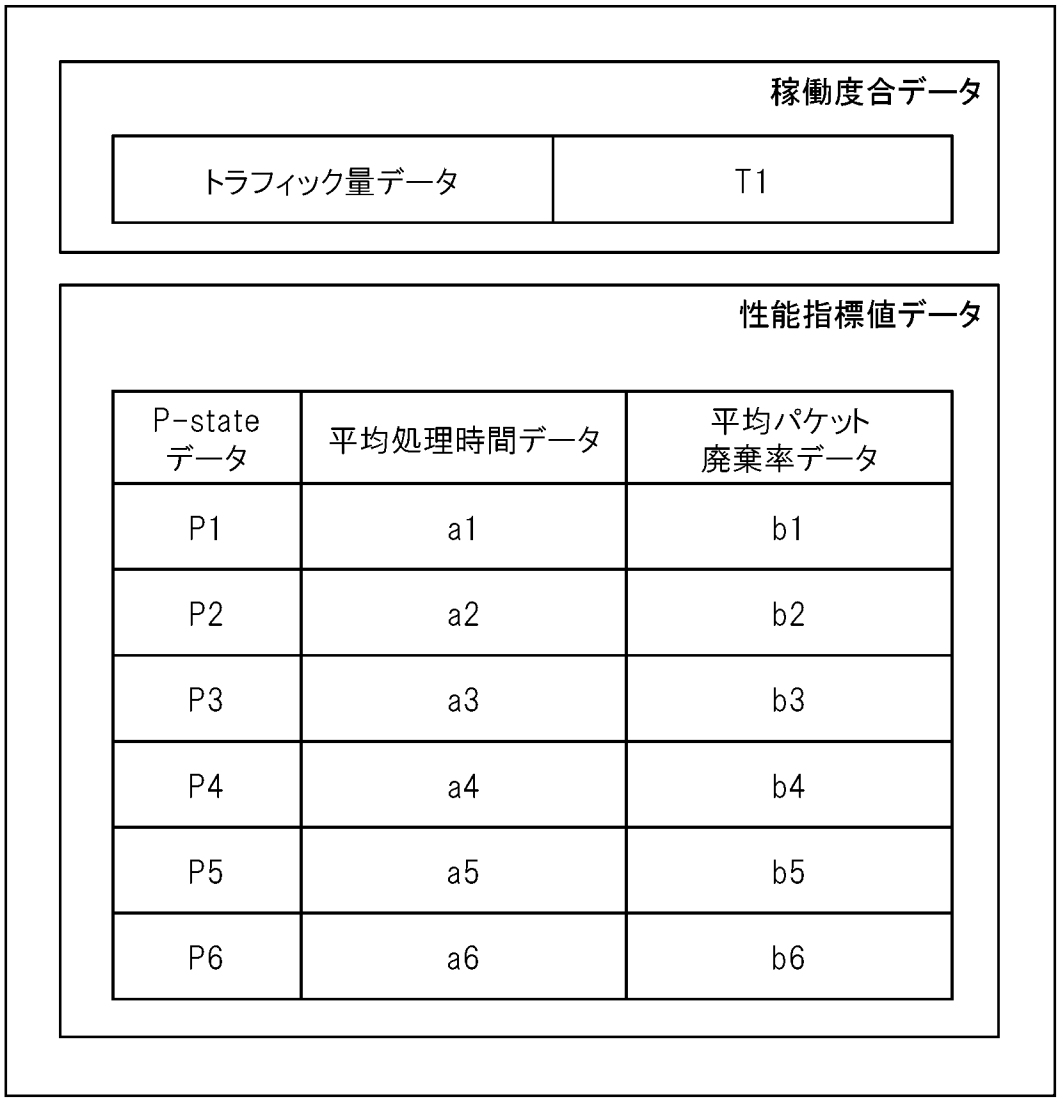
[図7]

	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)	

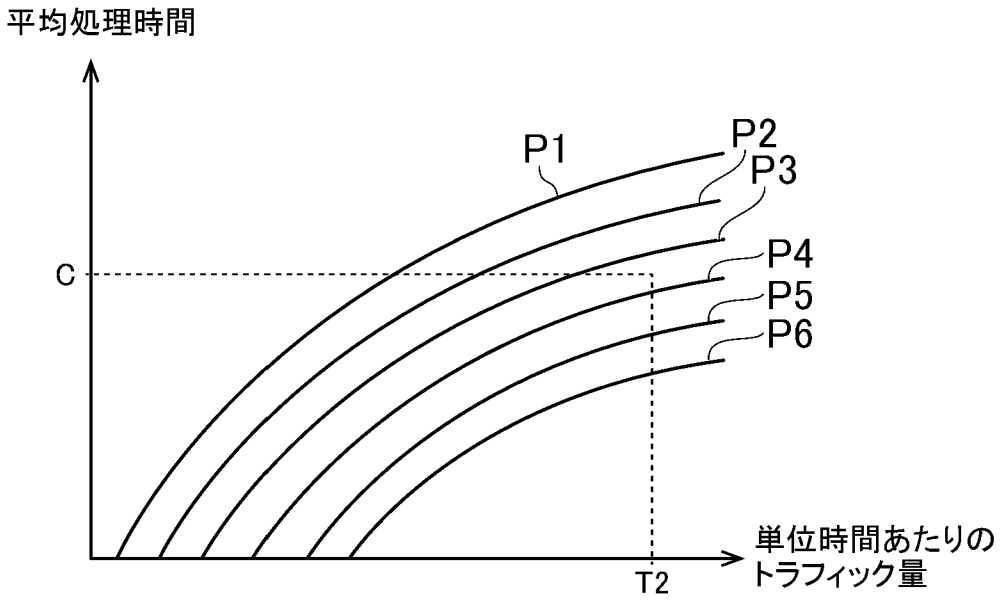
[図8]



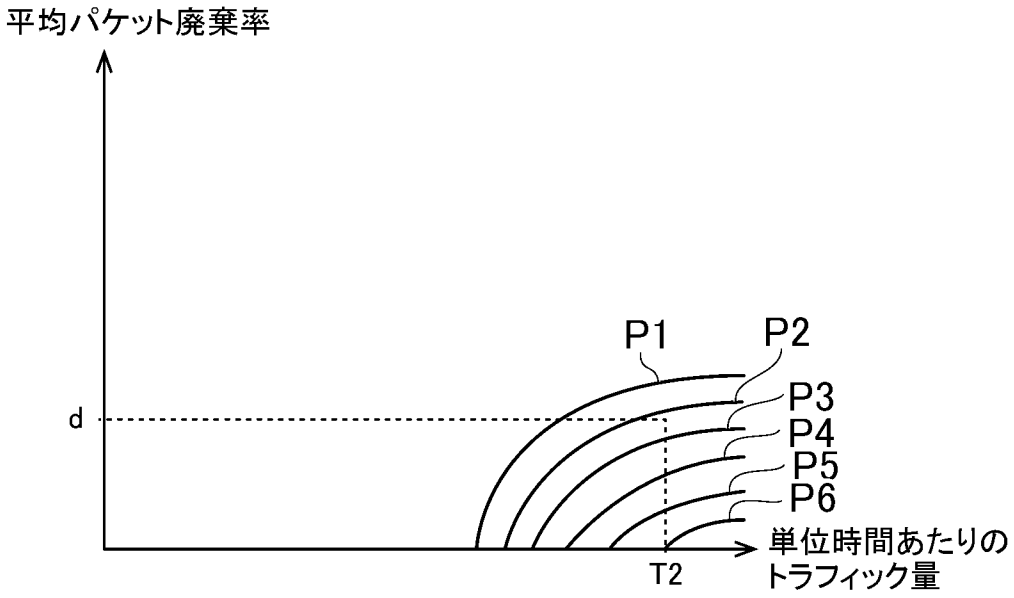
[図9]


稼働度合データ
トラフィック量データ
T1
性能指標値データ
P-state データ
平均処理時間データ
平均パケット 廃棄率データ
P1
a1
b1
P2
a2
b2
P3
a3
b3
P4
a4
b4
P5
a5
b5
P6
a6
b6

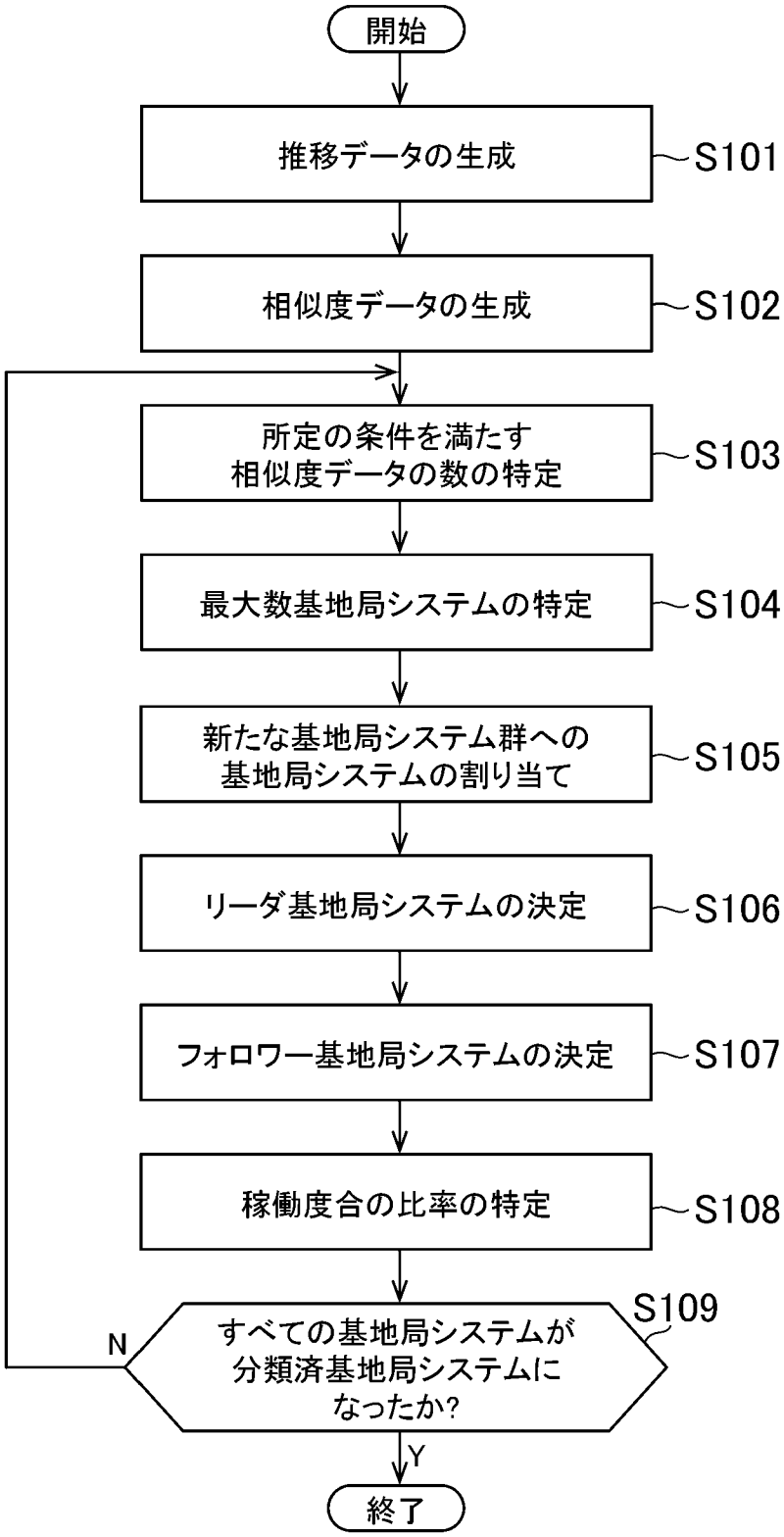
[図10]


平均処理時間
P1
P2
P3
P4
P5
P6
C
T2
単位時間あたりの
トラフィック量

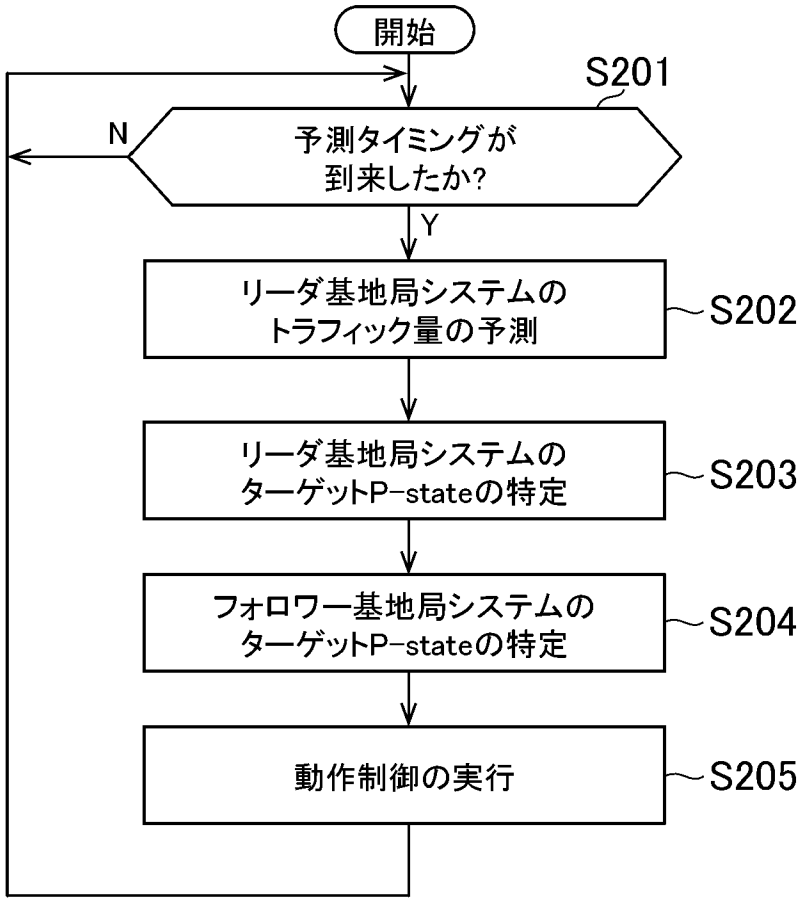
[図11]


平均パケット廃棄率
P1
P2
P3
P4
P5
P6
d
T2
単位時間あたりの
トラフィック量

[図12]


開始
推移データの生成
S101
相似度データの生成
S102
所定の条件を満たす
相似度データの数の特定
S103
最大数基地局システムの特定
S104
新たな基地局システム群への
基地局システムの割り当て
S105
リーダ基地局システムの決定
S106
フォロワー基地局システムの決定
S107
稼働度合の比率の特定
S108
すべての基地局システムが
分類済基地局システムに
なったか?
S109
N
Y
終了

[図13]


開始
S201
予測タイミングが
到来したか?
N
Y
リーダ基地局システムの
トラフィック量の予測
S202
リーダ基地局システムの
ターゲットP-stateの特定
S203
フォロワー基地局システムの
ターゲットP-stateの特定
S204
動作制御の実行
S205

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/043921

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)

H04W88/08; H04W52/02

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.
X	WO 2011/136267 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 03 November 2011 (2011-11-03) paragraphs [0128]-[0173], fig. 14-16	1-3, 5-8
A	paragraphs [0128]-[0173], fig. 14-16	4
A	JP 2017-163439 A (NEC CORP) 14 September 2017 (2017-09-14) entire text, all drawings	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	Date of mailing of the international search report
22 February 2022	**08 March 2022**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/043921

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2011/136267 A1	03 November 2011	(Family: none)	
JP 2017-163439 A	14 September 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/043921

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））

H04W88/08; H04W52/02

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
X	WO 2011/136267 A1 (三菱電機株式会社) 03.11.2011 (2011-11-03) 段落0128-0173, 図14-16	1-3,5-8
A	段落0128-0173, 図14-16	4
A	JP 2017-163439 A (日本電気株式会社) 14.09.2017 (2017-09-14) 全文, 全図	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	国際調査報告の発送日
22.02.2022	08.03.2022

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）
西巻　正臣 5J 5886
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/JP2021/043921

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2011/136267 A1	03.11.2011	（ファミリーなし）	
JP 2017-163439 A	14.09.2017	（ファミリーなし）	