

(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)



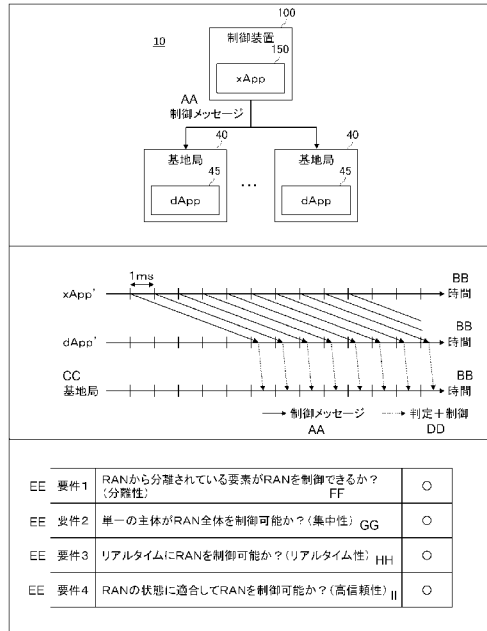
(10) 国際公開番号
WO 2024/257853 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 88/12 (2009.01) H04W 28/18 (2009.01)
H04W 24/02 (2009.01) H04W 92/12 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/021661
- (22) 国際出願日: 2024年6月14日(14.06.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-098844 2023年6月16日(16.06.2023) JP
- (71) 出願人: ソフトバンク株式会社(SOFTBANK CORP.) [JP/JP]; 〒1057529 東京都港区海岸一丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 川井 雄登(KAWAI Yuto); 〒1057529 東京都港区海岸一丁目7番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 R Y U K A 国際特許事務所(RYUKA & PARTNERS); 〒1631522 東京都新宿区西新宿1-6-1 新宿エルタワー22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, 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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CONTROL SYSTEM, CONTROL DEVICE, CONTROL UNIT, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御システム、制御装置、制御ユニット、及びプログラム

[図6]



(57) Abstract: The present invention provides a control system provided with: a control device that controls a plurality of base stations disposed in a RAN; and a control unit that is installed in one base station among the plurality of base stations and that controls the one base station. The control device has: a prediction unit that predicts the state of the RAN at a prediction timing after the lapse of a transmission time, which is a time until data arrives at the one base station from the control device, from a generation start timing at which the generation of a control message for controlling the

[続葉有]



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))

one base station is started; a generation unit that generates the control message on the basis of the predicted state of the RAN; and a transmission unit that transmits the control message to the one base station. The control unit has: a reception unit that receives the control message from the control device; an acquisition unit that acquires the state of the RAN at a reception timing at which the reception unit has received the control message; and a processing unit that executes processing related to the control of the one base station on the basis of the control message and the state of the RAN acquired by the acquisition unit.

(57) 要約: RAN内に配置されている複数の基地局を制御する制御装置と、複数の基地局のうちの一の基地局に搭載され、且つ、一の基地局を制御する制御ユニットとを備え、制御装置は、一の基地局を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが制御装置から一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、RANの状態を予測する予測部と、予測されたRANの状態に基づいて、制御メッセージを生成する生成部と、一の基地局に制御メッセージを送信する送信部とを有し、制御ユニットは、制御装置から制御メッセージを受信する受信部と、受信部が制御メッセージを受信した受信タイミングにおけるRANの状態を取得する取得部と、制御メッセージと、取得部によって取得されたRANの状態とに基づいて、一の基地局の制御に関連する処理を実行する処理部とを有する、制御システムを提供する。

明 細 書

発明の名称：

制御システム、制御装置、制御ユニット、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、制御システム、制御装置、制御ユニット、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、O-RAN (Open Radio Access Network) 仕様のRAN (Radio Access Network) において、基地局機能配置の実行を適切に制御する基地局機能配置制御装置が記載されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[特許文献1] 特開2022-165659号公報

一般的開示

[0003] 本発明の一実施態様によれば、制御システムが提供される。前記制御システムは、RAN内に配置されている複数の基地局を制御する制御装置を備えてよい。前記制御システムは、前記複数の基地局のうちの一の基地局に搭載され、且つ、前記一の基地局を制御する制御ユニットを備えてよい。前記制御装置は、前記一の基地局を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記RANの状態を予測する予測部と、前記予測部によって予測された前記RANの前記状態に基づいて、前記制御メッセージを生成する生成部と、前記一の基地局に前記制御メッセージを送信する送信部とを有してよい。前記制御ユニットは、前記制御装置から前記制御メッセージを受信する受信部と、前記受信部が前記制御メッセージを受信した受信タイミングにおける前記RANの状態を取

得する取得部と、前記制御メッセージと、前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態とに基づいて、前記一の基地局の制御に関連する処理を実行する処理部とを有してよい。

[0004] 前記制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定し、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合していると判定した場合に、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行してよい。

[0005] 前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合していないと判定した場合に、前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合するように前記一の基地局の制御内容を決定し、決定した制御内容に従って前記一の基地局を制御する処理を実行してよい。

[0006] 前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合していないと判定した場合に、前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合するように前記制御メッセージを修正し、修正した前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記 R A N の機能に不具合が発生しないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、Q o S を保証できない通信端末が発生しないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記 R A N のスペクトル効率が許容されている下限値を下回らないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記 R A N 内で輻輳が発生しないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記一の基地局に搭載されているアンテナによって出力されるビームと他のビームとの間で干渉が発生しないように、前記制

御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記一の基地局の処理負荷が上限値を超えないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記RANの機能が破綻しないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、予め定められた数より多くの通信端末と前記一の基地局との間の無線通信接続が切断されないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記一の基地局によって形成されている無線通信エリア内の通信端末の総数に対する前記一の基地局との間の無線通信接続が切断される通信端末の割合が予め定められた割合より高くないように、前記制御メッセージを修正してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記一の基地局に搭載されているプロセッサ又はメモリが熱暴走しないように、前記制御メッセージを修正してよい。

[0007] 前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態において前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行した場合に、前記RANの機能に不具合が発生するか否かを判定することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御するとQoSを保証できない通信端末が発生すると判定した場合に、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると前記RANのスペクトル効率が許容されている下限値を下回ると判定した場合に、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると前記RAN内で輻輳が発生すると判定した場合、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処

理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると前記一の基地局に搭載されているアンテナによって出力されるビームと他のビームとの間で干渉が発生すると判定した場合に、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると前記一の基地局の処理負荷が上限値を超えると判定した場合に、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると前記RANの機能が破綻すると判定した場合に、前記RANの機能に不具合が発生すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると、予め定められた数より多くの通信端末と前記一の基地局との間の無線通信接続が切断されると判定した場合に、前記RANの機能が破綻すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると、前記一の基地局によって形成されている無線通信エリア内の通信端末の総数に対する前記一の基地局との間の無線通信接続が切断される通信端末の割合が予め定められた割合より高くなると判定した場合に、前記RANの機能が破綻すると判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御すると、前記一の基地局に搭載されているプロセッサ又はメモリが熱暴走すると判定した場合に、前記RANの機能が破綻すると判定してよい。

[0008] 前記いずれかの制御システムにおいて、前記生成部は、前記予測部が前記RANの前記状態を予測した予測結果を含む前記制御メッセージを生成してよく、前記処理部は、前記制御メッセージに含まれる前記予測結果によって示される前記RANの前記状態と、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態とを照合することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定して

よい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記予測部は、前記一の基地局と複数の通信端末のそれぞれとの間の各通信のトラフィック量の合計である合計トラフィック量の状態を含む前記RANの状態を予測してよく、前記処理部は、前記予測部によって予測された合計トラフィック量と前記取得部によって取得された前記RANの状態に含まれる合計トラフィック量との間の合計トラフィック量誤差が、予め定められた合計トラフィック量誤差閾値より小さい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの状態に適合していると判定してよく、前記合計トラフィック量誤差が、前記合計トラフィック量誤差閾値より大きい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの状態に適合していないと判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記予測部は、前記一の基地局と複数の通信端末のそれぞれとの間の各通信のトラフィック量の平均である平均トラフィック量の状態を含む前記RANの状態を予測してよく、前記処理部は、前記予測部によって予測された平均トラフィック量と前記取得部によって取得された前記RANの状態に含まれる平均トラフィック量との間の平均トラフィック量誤差が、予め定められた平均トラフィック量誤差閾値より小さい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの状態に適合していると判定してよく、前記平均トラフィック量誤差が、前記平均トラフィック量誤差閾値より大きい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの状態に適合していないと判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記予測部は、前記一の基地局に搭載されているプロセッサの使用率の状態を含む前記RANの状態を予測してよく、前記処理部は、前記予測部によって予測された前記プロセッサの使用率と、前記取得部によって取得された前記RANの状態に含まれる前記プロセッサの使用率との間のプロセッサ使用率誤差が、予め定められたプロセッサ使用率誤差閾値より小さい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの状態に適合していると判定してよく、前記プロセッサ使用率誤差が、前記プロセッサ使用率誤差閾値より大きい

い場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の状態に適合していないと判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記予測部は、前記一の基地局に搭載されているメモリの使用率の状態を含む前記 R A N の状態を予測してよく、前記処理部は、前記予測部によって予測された前記メモリの使用率と、前記取得部によって取得された前記メモリの使用率との間のメモリ使用率誤差が、予め定められたメモリ使用率誤差閾値より小さい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の状態に適合していると判定してよく、前記メモリ使用率誤差が、前記メモリ使用率誤差閾値より大きい場合、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の状態に適合していないと判定してよい。

[0009] 前記いずれかの制御システムにおいて、前記生成部は、前記一の基地局によって形成されている無線通信エリア内の通信端末に割り当てられる無線リソースを示す無線リソース情報を含む前記制御メッセージを生成してよく、前記処理部は、前記制御メッセージに含まれる前記無線リソース情報によって示される前記無線リソースを前記通信端末に割り当てる処理が前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定してよい。前記いずれかの制御システムにおいて、前記生成部は、前記一の基地局に搭載されているアンテナを制御するアンテナ制御情報を含む制御メッセージを生成してよく、前記処理部は、前記制御メッセージに含まれる前記アンテナ制御情報に従って前記一の基地局に搭載されている前記アンテナを用いてビームフォーミングする処理が前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定してよい。

[0010] 前記いずれかの制御システムは、基準タイミングで前記情報取得部によって取得された、前記 R A N の状態を示す R A N 状態情報と、前記基準タイミ

ングまでの経過時間が予め定められた経過時間より短い、前記情報取得部によって取得された複数のRAN状態情報とを含む学習データを格納する学習データ格納部と、前記学習データ格納部に格納されている複数の前記学習データを教師データとして用いて、予測タイミングまでの経過期間が予め定められた経過時間より短い、前記情報取得部によって取得された複数のRAN状態情報から、当該予測タイミングにおける前記RANの状態を推定する推定モデルを機械学習により生成するモデル生成部とをさらに備えてよく、前記予測部は、前記モデル生成部によって生成された前記推定モデルを用いて、前記予測タイミングまでの経過期間が前記予め定められた経過時間より短い、前記情報取得部によって取得された複数のRAN状態情報から、前記予測タイミングにおける前記RANの前記状態を予測してもよい。

[0011] 本発明の一実施態様によれば、RAN内に配置されている複数の基地局を制御する制御装置が提供される。前記制御装置は、前記複数の基地局のうちの一の基地局を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記RANの状態を予測する予測部を備えてよい。前記制御装置は、前記予測部によって予測された前記RANの前記状態に基づいて、前記制御メッセージを生成する生成部を備えてよい。前記制御装置は、前記一の基地局に前記制御メッセージを送信する送信部を備えてよい。

[0012] 本発明の一実施態様によれば、コンピュータを、前記制御装置として機能させるためのプログラムが提供される。

[0013] 本発明の一実施態様によれば、RAN内に配置されている複数の基地局のうちの一の基地局に搭載され、且つ、前記一の基地局を制御する制御ユニットが提供される。前記制御ユニットは、前記複数の基地局を制御する制御装置から、前記一の基地局を制御する制御メッセージを受信する受信部であって、前記制御メッセージは、前記制御装置が前記制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局

に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記制御装置によって予測された前記RANの状態に基づいて生成される、受信部を備えてよい。前記制御ユニットは、前記受信部が前記制御メッセージを受信した受信タイミングにおける前記RANの状態を取得する取得部を備えてよい。前記制御ユニットは、前記制御メッセージと、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態とに基づいて、前記一の基地局の制御に関連する処理を実行する処理部を備えてよい。

[0014] 前記制御ユニットにおいて、前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定し、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合していると判定した場合に、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行してよい。

[0015] 本発明の一実施態様によれば、コンピュータを、前記制御ユニットとして機能させるためのプログラムが提供される。

[0016] 尚、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]システム10の一例を概略的に示す。

[図2]従来技術のシステム12がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。

[図3]従来技術のシステム14がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。

[図4]従来技術のシステム16がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。

[図5]システム18がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。

[図6]システム10がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図で

ある。

[図7]制御装置100の機能構成の一例を概略的に示す。

[図8]制御ユニット42の機能構成の一例を概略的に示す。

[図9]システム10の処理の流れの一例を説明するための説明図である。

[図10]制御装置100又は制御ユニット42として機能するコンピュータ1200のハードウェア構成の一例を概略的に示す。

発明を実施するための形態

[0018] RANと分離された中央要素から、リアルタイム（Real Time：RT）に信頼性のあるRANの制御を行えることが望ましい。本実施形態に係るシステムによれば、例えば、RANと分離された中央要素である制御装置が、Near-RT RIC（RAN Intelligent Controller）のフレームワーク上で各種情報の分析や制御をするためのxApp（Near-RT RIC Application）を実行することによって、現在時刻から制御装置によって送信されるデータが分散要素であるgNB（next generation NodeB）に到達するまでに必要な伝送遅延時間が経過した後の到達時刻におけるRANの状況を予測し、予測結果に基づいて制御メッセージを生成し、生成した制御メッセージをgNBに送信する。そして、gNBが、分散型コンピューティングの仕組みを利用したdApp（decentralized Application）を実行することによって、制御装置から受信した制御メッセージが当該制御メッセージの受信時刻におけるRANの状況に合うか否かを判断し、判断結果に基づいて必要に応じて制御メッセージを調整した上でgNBの各種機能を制御する。

[0019] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

[0020] 図1は、システム10の一例を概略的に示す。システム10は、制御装置

100を備えてよい。システム10は、複数の基地局40を備えてよい。

[0021] 制御装置100は、RAN内に配置されている基地局40を制御する。制御装置100は、例えば、RAN内に配置されている複数の基地局40を制御する。

[0022] 制御装置100は、例えば、基地局40によって形成されている無線通信エリア内の通信端末200に割り当てられる無線リソースを制御することによって、基地局40を制御する。制御装置100は、例えば、基地局40に搭載されたアンテナが無線通信エリアを形成するために出力するビームを制御することによって、基地局40を制御する。基地局40は、複数のアンテナを搭載していてもよい。

[0023] 制御装置100は、例えば、制御対象の基地局40に対して当該基地局40の各種機能を制御するための情報を送信することによって、当該基地局40を制御する。制御装置100は、例えば、コアネットワーク20を介して、当該情報を当該基地局40に送信する。当該基地局40は、制御装置100から受信した当該情報に基づいて各種機能を制御してよい。

[0024] コアネットワーク20は、例えば、5G (5th Generation) 通信システムに準拠する。コアネットワーク20は、6G (6th Generation) 通信システム以降の移動体通信システムに準拠してもよい。コアネットワーク20は、3G (3rd Generation) 通信システムやLTE (Long Term Evolution) 通信システムに準拠してもよい。ここでは、コアネットワーク20が5G通信システムに準拠する場合を主に説明する。

[0025] RANは、例えば、O-RANである。O-RANとは、標準仕様で規定されたインタフェースを介して、異なるベンダの装置間の相互接続が可能なRANである。O-RANのインタフェースの標準仕様は、例えば、O-RAN Allianceによって規定されている。

[0026] 制御装置100は、例えば、RANの無線リソースの最適化やRAN運用の自動化等を行うRICのNear-RT-RICに対応する。尚、RIC

は、Near-RT-RICの他に、Non-RT-RICを備えてよい。

[0027] 制御装置100は、例えば、RANを制御する。制御装置100は、例えば、RANに配置されている複数の基地局40のうちの少なくとも1つの基地局40を制御することによって、RANを制御する。

[0028] 制御装置100は、例えば、RANの状態に基づいて、RANを制御する。RANの状態は、RAN内に配置されている複数の基地局40のそれぞれの状態を含んでよい。よって、RAN内に配置されている複数の基地局40のうちの一の基地局40の状態は、RANの局所的な状態であるといえる。

[0029] 通信端末200は、基地局40と無線通信可能であればどのような通信端末であってもよい。例えば、通信端末200は、スマートフォン等の携帯電話である。通信端末200は、タブレット端末及びPC (Personal Computer) 等であってもよい。通信端末200は、いわゆるIoT (Internet of Thing) デバイスであってもよい。通信端末200は、いわゆるIoE (Internet of Everything) に該当するあらゆるものを含み得る。

[0030] RANの制御の性能を決める主要な要件として、以下の4つの要件が挙げられる。1つ目の要件は、RANから分離されている要素がRANを制御できること (=分離性) である (分離性の要件を「要件1」と記載する場合がある)。2つ目の要件は、単一の主体がRAN全体を制御可能であること (=集中性) である (集中性の要件を「要件2」と記載する場合がある)。3つ目の要件は、リアルタイムにRANを制御可能であること (=リアルタイム性) である (リアルタイム性の要件を「要件3」と記載する場合がある)。4つ目の要件は、RANの状態に適合してRANを制御可能であること (=高信頼性) である (高信頼性の要件を「要件4」と記載する場合がある)。

[0031] ここでは、図2～図6を用いて、(1) 各システムの構成、(2) 各システムにおいてRANを制御する場合の時間的な流れ、及び(3) 各システムにおいてRANを制御した場合に要件1～要件4のそれぞれを満たすか否か

、を主に説明する。

[0032] 図2は、従来技術のシステム12がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。図2に示されるように、システム12は、複数の基地局50を備える。

[0033] 基地局50は、自機の各種機能を制御する制御内容を判断する判断部と、基地局50の各種機能の制御を実行する実行部とを有する。判断部は、基地局50の状態に基づいて制御内容を判断する。尚、判断部及び実行部は、基地局50に予め組み込まれている機能である。

[0034] 図2に示されるように、判断部は、約1msの時間間隔で制御内容を判断し、制御内容を示す制御指示を実行部に送信する。実行部は、判断部から受信した制御指示によって示される制御内容に従って基地局50の各種機能の制御を実行する。

[0035] システム12によれば、判断部が、約1msの時間間隔で送信可能な制御指示を実行部に送信することにより実行部に基地局50を制御させることによって、RANを制御する。よって、各基地局50が約1msの時間間隔で制御内容を判断できるので、システム12は要件3を満たす。

[0036] また、システム12によれば、各基地局50が、自機の状態に基づいて制御内容を判断して各種機能の制御を実行することによって、RANを制御する。よって、各基地局50が自機の状態に適合するように自機を制御できるので、システム12は要件4を満たす。

[0037] 一方で、システム12によれば、RAN内に配置されている各基地局50でしかRANを制御できない。よって、RANから分離されている要素がRANを制御できないので、システム12は要件1を満たさない。

[0038] また、システム12によれば、分散要素である各基地局50が、自機を制御することによって、RANを制御する。よって、単一の主体がRAN全体を制御できないので、システム12は要件2を満たさない。

[0039] 以上より、システム12は、要件3及び要件4を満たすが、要件1及び要件2を満たさない。さらに、基地局50の判断部及び実行部は予め基地局5

0に組み込まれている機能であるので、システム12は、RANの制御に対するカスタマイズ性を有していない。尚、システム12が要件1～要件4の各要件を満たすか否かをまとめた表が図2に示されているので、参照されたい。

[0040] 図3は、従来技術のシステム14がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。図3に示されるように、システム14は、制御装置300及び複数の基地局60を備える。

[0041] 制御装置300は、xApp350を実行することによって、各種機能を実行する。制御装置300は、例えば、RANの状態に基づいて、RANの制御に関するポリシーを生成する。

[0042] 基地局60は、基地局60の各種機能を制御する制御内容を判断する判断部と、基地局60の各種機能の制御を実行する実行部とを有する。判断部は、制御装置300から受信したポリシーに従って、基地局60の状態に基づいて制御内容を判断する。尚、判断部及び実行部は、予め基地局60に組み込まれている機能である。

[0043] 図3に示されるように、制御装置300は、xApp350を実行することによって、約1sの時間間隔でポリシーを生成し、生成したポリシーを基地局60に送信する。判断部は、制御装置300から受信したポリシーに従って約1msの時間間隔で制御内容を判断し、制御内容を示す制御指示を実行部に送信する。実行部は、判断部から受信した制御指示によって示される制御内容に従って基地局60の各種機能の制御を実行する。

[0044] システム14によれば、制御装置300が、RAN内に配置されている各基地局60にポリシーに従って自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、RANから分離されている要素である制御装置300がRANを制御できるので、システム14は要件1を満たす。

[0045] また、システム14によれば、中央要素である制御装置300が、分散要素である各基地局60にポリシーに従って自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、単一の主体である制御装置300がRAN全体

を制御できるので、システム 14 は要件 2 を満たす。

[0046] また、システム 14 によれば、制御装置 300 が、各基地局 60 にポリシーに従って自機の状態に基づいて自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、制御装置 300 が各基地局 60 の状態に適合するように各基地局 60 に自機を制御させることができるので、システム 14 は要件 4 を満たす。

[0047] 一方で、システム 14 によれば、制御装置 300 が、約 1 s の時間間隔で送信可能なポリシーを基地局 60 に送信することにより基地局 60 に自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、制御装置 300 が約 1 s の時間間隔でしかポリシーを生成できないので、システム 14 は要件 3 を満たさない。

[0048] 以上より、システム 14 は、要件 1、要件 2 及び要件 4 の要件を満たすが、要件 3 を満たさない。尚、システム 14 が要件 1～要件 4 の各要件を満たすか否かをまとめた表が図 3 に示されているので、参照されたい。

[0049] 図 4 は、従来技術のシステム 16 が RAN を制御する場合の一例を説明するための説明図である。図 4 に示されるように、システム 16 は、制御装置 400 及び複数の基地局 70 を備える。

[0050] 制御装置 400 は、xApp 450 を実行することによって、各種機能を実行してよい。制御装置 400 は、例えば、RAN の状態に基づいて、RAN の制御に関するポリシーを生成する。

[0051] 基地局 70 は、dApp 75 を実行することによって、各種機能を実行する。基地局 70 は、例えば、制御装置 400 から受信したポリシーに従って自機の状態に基づいて自機の各種機能を制御する制御内容を判断して自機を制御する。

[0052] 図 4 に示されるように、制御装置 400 は、xApp 450 を実行することによって、約 1 s の時間間隔でポリシーを生成し、生成したポリシーを基地局 70 に送信する。基地局 70 は、dApp 75 を実行することによって、制御装置 400 から受信したポリシーに従って約 1 ms の時間間隔で制御

内容を判断して自機を制御する。

[0053] システム 16 によれば、制御装置 400 が、RAN 内に配置されている各基地局 70 にポリシーに従って自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、RAN から分離されている要素である制御装置 400 が RAN を制御できるので、システム 16 は要件 1 を満たす。

[0054] また、システム 16 によれば、制御装置 400 が、各基地局 70 にポリシーに従って自機の状態に基づいて自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、制御装置 400 が各基地局 70 の状態に適合するように各基地局 70 に自機を制御させることができるので、システム 16 は要件 4 を満たす。

[0055] ここで、基地局 60 を基準とした場合及び制御装置 400 を基準とした場合の 2 つの場合で、システム 16 が要件 2 及び要件 3 を満たすか否かについて説明する。最初に、基地局 60 を基準とした場合にシステム 16 が要件 2 及び要件 3 を満たすか否かについて説明する。

[0056] 各基地局 70 は、制御装置 400 から受信したポリシーに従って約 1 ms の時間間隔で制御内容を判断して自機を制御することによって、RAN を制御する。よって、各基地局 70 が約 1 ms の時間間隔で制御内容を判断できるので、システム 16 は要件 3 を満たす。

[0057] 一方、分散要素である各基地局 70 が、制御装置 400 から受信したポリシーに従って自機を制御することによって、RAN を制御する。よって、単一の主体が RAN 全体を制御できないので、システム 16 は要件 2 を満たさない。

[0058] 次に、制御装置 400 を基準とした場合にシステム 16 が要件 2 及び要件 3 を満たすか否かについて説明する。

[0059] 中央要素である制御装置 400 は、分散要素である各基地局 70 にポリシーに従って自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、単一の主体である制御装置 400 が RAN 全体を制御できるので、システム 16 は要件 2 を満たす。

[0060] 一方で、制御装置400は、約1sの時間間隔で送信可能なポリシーを基地局70に送信することにより基地局70に自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、制御装置400が約1sの時間間隔でしかポリシーを生成できないので、システム14は要件3を満たさない。

[0061] 以上より、システム16は、要件1～要件4の全てを同時に満たさない。尚、システム16が要件1～要件4の各要件を満たすか否かをまとめた表が図4に示されているので、参照されたい。

[0062] 図5は、システム18がRANを制御する場合の一例を説明するための説明図である。図5に示されるように、システム18は、制御装置500及び複数の基地局80を備える。

[0063] 制御装置500は、xApp550を実行することによって、各種機能を実行してよい。制御装置500は、例えば、基地局80を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが制御装置500から基地局80に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおけるRANの状態を予測し、予測したRANの状態に基づいて制御メッセージを生成する。制御装置500は、生成した制御メッセージを基地局80に送信する。

[0064] 基地局80は、制御装置500から制御メッセージを受信する。基地局80は、受信した制御メッセージに従って自機を制御する。

[0065] 図5に示されるように、制御装置500は、xApp550を実行することによって、約1msの時間間隔で制御メッセージを生成し、生成した制御メッセージを基地局80に送信する。基地局80は、制御装置500から受信した制御メッセージに従って自機を制御する。

[0066] システム18によれば、制御装置500が、RAN内に配置されている各基地局80に制御メッセージに従って自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、RANから分離されている要素である制御装置500がRANを制御できるので、システム18は要件1を満たす。

[0067] また、システム18によれば、中央要素である制御装置500が、分散要

素である各基地局 80 に制御メッセージに従って自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、単一の主体である制御装置 500 が RAN 全体を制御できるので、システム 18 は要件 2 を満たす。

[0068] また、システム 18 によれば、制御装置 500 は、約 1 ms の時間間隔で生成可能な制御メッセージを各基地局 80 に送信することにより各基地局 80 に自機を制御させることによって、RAN を制御する。よって、制御装置 500 が約 1 ms の時間間隔で各基地局 80 に対する制御メッセージを生成できるので、システム 18 は要件 3 を満たす。

[0069] 一方で、システム 18 によれば、制御装置 500 は、予測タイミングにおける RAN の状態を予測した予測結果に基づいて生成した制御メッセージに従って各基地局 80 に自機を制御させることによって、RAN を制御する。制御装置 500 によって予測された予測タイミングにおける RAN の状態は、基地局 80 が制御装置 500 から制御メッセージを受信したときの受信タイミングにおける RAN の実際の状態とは異なる可能性がある。これは、制御メッセージが、受信タイミングにおける RAN の実際の状態に適合していない恐れがあることを意味する。しかしながら、各基地局 80 は、制御装置 500 から受信した制御メッセージが受信タイミングにおける RAN の実際の状態に適合しているか否かを判定できない。よって、制御装置 500 が各基地局 80 に送信する制御メッセージが受信タイミングにおける RAN の実際の状態に適合していない恐れがあり、且つ、各基地局 80 が、制御メッセージが受信タイミングにおける RAN の実際の状態に適合しているか否かを判定できないので、システム 18 は要件 4 を満たさない。

[0070] 以上より、システム 18 は、要件 1、要件 2 及び要件 3 の要件を満たすが、要件 4 を満たさない。尚、システム 18 が要件 1～要件 4 の各要件を満たすか否かをまとめた表が図 5 に示されているので、参照されたい。

[0071] 図 6 は、システム 10 が RAN を制御する場合の一例を説明するための説明図である。システム 10 の構成については、図 1 の説明において前述されているのでここでは説明しない。

- [0072] 制御装置100は、xApp150を実行することによって、各種機能を実行してよい。制御装置100は、例えば、基地局40を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが制御装置100から基地局40に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおけるRANの状態を予測し、予測タイミングにおけるRANの予測状態に基づいて制御メッセージを生成する。制御装置100は、生成した制御メッセージを基地局40に送信する。
- [0073] 尚、タイミングは、基準時刻の前後に時間的な幅を有してよい。例えば、生成開始タイミングは、制御装置100が制御メッセージの生成を実際に開始する生成開始時刻の前後に時間的な幅を有してもよい。
- [0074] 基地局40は、dApp45を実行することによって、各種機能を実行してよい。基地局40は、例えば、制御装置100から制御メッセージを受信する。次に、基地局40は、制御装置100から制御メッセージを受信した受信タイミングにおけるRANの実際の状態を取得する。その後、基地局40は、受信した制御メッセージと、取得したRANの実際の状態とに基づいて、自機の制御に関連する処理を実行する。dApp45は、制御ユニットの一例であってよい。
- [0075] 例えば、基地局40は、制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合しているか否かを判定する。その後、基地局40は、判定結果に応じて、自機を制御してよい。例えば、基地局40は、制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合している場合、制御装置100から受信した制御メッセージに従って自機を制御する。一方で、基地局40は、制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合していない場合、受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合するように自機の制御内容を決定し、決定した制御内容に従って自機を制御してよい。また、基地局40は、制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合していない場合、受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合するように制御メッセージを修正し、修正した制御

メッセージに従って自機を制御してもよい。

[0076] 図6に示されるように、制御装置100は、xApp150を実行することによって、約1msの時間間隔で制御メッセージを生成し、生成した制御メッセージを基地局40に送信する。基地局40は、dApp45を実行することによって、制御装置100から受信した制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合しているか否かを判定し、判定結果に応じて自機を制御する。

[0077] 本実施形態に係るシステム10によれば、制御装置100が、RAN内に配置されている各基地局40に制御メッセージに基づいて自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、RANから分離されている要素である制御装置100がRANを制御できるので、本実施形態に係るシステム10は要件1を満たす。

[0078] また、本実施形態に係るシステム10によれば、中央要素である制御装置100が、分散要素である各基地局40に制御メッセージに基づいて自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、単一の主体である制御装置100がRAN全体を制御できるので、本実施形態に係るシステム10は要件2を満たす。

[0079] また、本実施形態に係るシステム10によれば、制御装置100は、約1msの時間間隔で生成可能な制御メッセージを各基地局40に送信することにより各基地局40に自機を制御させることによって、RANを制御する。よって、制御装置100が約1msの時間間隔で各基地局40に対する制御メッセージを生成できるので、本実施形態に係るシステム10は要件3を満たす。

[0080] さらに、本実施形態に係るシステム10によれば、各基地局40は、制御装置100から受信した制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合しているか否かを判定し、判定結果に応じて自機を制御する。これにより、仮に、制御メッセージが受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合していない場合でも、各基地局40は、自機の制御内容を

決定することによって又は制御メッセージを修正することによって、受信タイミングにおけるRANの実際の状態に適合するように自機を制御できる。よって、本実施形態に係るシステム10は要件4を満たす。

[0081] 以上より、本実施形態に係るシステム10は、要件1～要件4の全てを同時に満たす。したがって、本実施形態に係るシステム10は、高性能なRANの制御を実現できる。尚、本実施形態に係るシステム10が要件1～要件4の各要件を満たすか否かをまとめた表が図6に示されているので、参照されたい。

[0082] 尚、図5に示される制御装置500は、制御装置100と同様に、予測タイミングにおけるRANの状態を予測し、予測したRANの状態に基づいて制御メッセージを生成し、生成した制御メッセージを各基地局80に送信する。したがって、制御装置500は、本発明に係る制御装置の一態様に含まれるものとする。

[0083] 図7は、制御装置100の機能構成の一例を概略的に示す。制御装置100は、情報格納部102、情報取得部104、予測部106、生成部108、送信部110、学習データ格納部112、モデル生成部114、モデル格納部116、及びモデル取得部118を備えてよい。尚、制御装置100これらの全ての構成を含むことは必須とは限らない。

[0084] 情報格納部102は、各種情報を格納する。情報格納部102は、例えば、RAN内に配置されている複数の基地局40を示す基地局情報を格納する。基地局情報は、例えば、基地局40の設置位置を示す設置位置情報を含む。基地局情報は、基地局40の性能を示す性能情報を含む。基地局情報は、基地局40に関するその他の任意の情報を含んでもよい。

[0085] 情報取得部104は、各種情報を取得する。情報取得部104は、例えば、基地局40等の外部装置から各種情報を受信することによって、各種情報を取得する。情報取得部104は、制御装置100が有する入力部で制御装置100のユーザからの入力を受け付けることによって、各種情報を取得する。制御装置100のユーザは、例えば、RANの管理者である。情報取得

部 104 は、取得した各種情報を情報格納部 102 に格納してよい。

[0086] 情報取得部 104 は、RANの状態を取得する。情報取得部 104 は、取得したRANの状態をRAN状態情報として情報格納部 102 に格納してよい。

[0087] RANの状態は、例えば、RAN内に配置されている少なくとも1つの基地局40の状態を含む。RANの状態は、例えば、RAN内に配置されている全ての基地局40の状態を含む。

[0088] 基地局40の状態は、例えば、基地局40によって通信端末200に割り当てられている無線リソースの状態を含む。無線リソースは、例えば、リソースブロック単位で通信端末200に割り当てられている。

[0089] 基地局40の状態は、例えば、基地局40と通信端末200との間に形成されているチャネルの状態を含む。チャネルの状態は、例えば、信号がチャネルを経由して基地局40と通信端末200との間で伝送される場合に当該信号が受ける減衰量の状態を含む。チャネルの状態は、当該信号がチャネルを経由して基地局40と通信端末200との間で伝送される場合に当該信号が受ける位相回転量の状態を含んでもよい。

[0090] 基地局40の状態は、例えば、基地局40と通信端末200との間の通信のトラフィック量の状態を含む。基地局40と通信端末200との間の通信のトラフィック量の状態は、例えば、基地局40と複数の通信端末200のそれぞれとの間の各通信のトラフィック量の合計である合計トラフィック量の状態を含む。基地局40と通信端末200との間の通信のトラフィック量の状態は、基地局40と複数の通信端末200のそれぞれとの間の各通信のトラフィック量の平均である平均トラフィック量の状態を含んでもよい。

[0091] 基地局40の状態は、例えば、基地局40に搭載されているアンテナによって出力されているビームの状態を含む。ビームの状態は、例えば、ビームの出力パワーの状態を含む。ビームの状態は、例えば、ビームの出力方向の状態を含む。ビームの状態は、例えば、ビームの周波数の状態を含む。ビームの状態は、ビームの位相の状態を含んでもよい。

- [0092] 基地局40の状態は、基地局40の処理負荷の状態を含んでもよい。基地局40の処理負荷の状態は、例えば、基地局40に搭載されているプロセッサの使用率の状態を含む。基地局40の処理負荷の状態は、例えば、基地局40に搭載されているメモリの使用率の状態を含む。基地局40の処理負荷の状態は、基地局40の各種機能を制御するために用いられるその他の任意の構成要素の使用率の状態を含んでもよい。
- [0093] RANの状態は、例えば、通信端末200の状態を含む。通信端末200の状態は、例えば、通信端末200が要求するQoS (Quality of Service) の状態を含む。通信端末200の状態は、例えば、通信端末200によって許容される遅延の状態を含む。通信端末200の状態は、通信端末200によって許容されるジッタの状態を含む。通信端末200の状態は、通信端末200によって許容されるパケット損失率の状態を含んでもよい。
- [0094] RANの状態は、RAN内に配置されている基地局40の設置位置を含む予め定められた範囲のエリアにおける天気の状態を含んでもよい。RANの状態は、当該エリアにおける人流の状態を含んでもよい。
- [0095] 予測部106は、複数の基地局40が配置されているRANの状態を予測する。予測部106は、例えば、予測タイミングにおけるRANの状態を予測する。
- [0096] 予測部106は、例えば、定期的にRANの状態を予測する。予測部106は、例えば、1msの時間間隔でRANの状態を予測する。予測部106は、その他の任意の時間間隔でRANの状態を予測してもよい。
- [0097] 予測部106は、例えば、情報格納部102に格納されているRAN状態情報に基づいて、RANの状態を予測する。予測部106は、例えば、生成開始タイミングまでの経過時間が予め定められた経過時間より短いRAN状態情報に基づいて、RANの状態を予測する。予め定められた経過時間は、例えば、10sである。
- [0098] 予測部106は、例えば、基地局40と通信端末200との間の通信のト

ラフィック量の状態を予測することによって、RANの状態を予測する。予測部106は、例えば、開始タイミングまでの経過時間が予め定められた時間より短い当該トラフィック量に基づいて当該トラフィック量の推移を予測することによって、当該トラフィック量の状態を予測する。

[0099] 予測部106は、例えば、基地局40と通信端末200との間に形成されているチャネルに対するチャネルの状態を予測することによって、RANの状態を予測する。予測部106は、例えば、チャネル推定を実行することによって、チャネルの状態を予測する。

[0100] 予測部106は、例えば、基地局40に搭載されているアンテナによって出力されているビームの状態を予測することによって、RANの状態を予測する。予測部106は、例えば、基地局40によって形成されている無線通信エリア内の電波の伝搬特性を予測することによって、ビームの状態を予測する。

[0101] 予測部106は、基地局40の処理負荷の状態を予測することによって、RANの状態を予測してもよい。予測部106は、例えば、開始タイミングまでの経過時間が予め定められた時間より短い基地局40の処理負荷に基づいて基地局40の処理負荷の推移を予測することによって、基地局40の処理負荷の状態を予測する。

[0102] 生成部108は、制御対象の基地局40を制御するための情報を生成する。生成部108は、例えば、制御メッセージを生成する。生成部108は、例えば、予測部106によって予測された予測タイミングにおけるRANの状態に基づいて、制御メッセージを生成する。生成部108は、情報取得部104がRANの状態を取得した取得タイミングにおけるRANの状態に基づいて、制御メッセージを生成してもよい。

[0103] 制御メッセージは、例えば、通信端末200に割り当てられる無線リソースを示す無線リソース情報を含む。無線リソース情報は、例えば、通信端末200に割り当てられるリソースブロックを示すリソースブロックを含む。制御メッセージは、例えば、基地局40に搭載されているアンテナを制御す

るアンテナ制御情報を含む。アンテナ制御情報は、例えば、アンテナが出力するビームの出力パワーを制御する出力パワー制御情報を含む。アンテナ制御情報は、例えば、アンテナが出力するビームの出力方向を制御する出力方向制御情報を含む。アンテナ制御情報は、例えば、アンテナが出力するビームの周波数の状態を制御する周波数制御情報を含む。アンテナ制御情報は、アンテナが出力するビームの位相を制御する位相制御情報を含んでもよい。制御メッセージは、予測部 106 が RAN の状態を予測した予測結果を含んでもよい。

[0104] 生成部 108 は、例えば、通信端末 200 が要求する QoS を保証するように、制御メッセージを生成する。生成部 108 は、例えば、RAN に割り当てられた帯域幅において伝送可能なデータの総量であるスペクトル効率が最大となるように、制御メッセージを生成する。生成部 108 は、基地局 40 が基地局 40 に搭載されているアンテナを用いてビームフォーミングを実行するように、制御メッセージを生成してもよい。

[0105] 生成部 108 は、ポリシーを生成する機能を有してもよい。この場合、生成部 108 は、制御装置 300 や制御装置 400 がポリシーを生成する場合と同様にして、ポリシーを生成してよい。

[0106] 送信部 110 は、制御対象の基地局 40 に、生成部 108 によって生成された制御メッセージを送信する。送信部 110 は、例えば、コアネットワーク 20 を介して、基地局 40 に制御メッセージを送信する。送信部 110 は、例えば、O-RAN Alliance によって規定されている E2 インタフェースを通じて、基地局 40 に制御メッセージを送信する。

[0107] 学習データ格納部 112 は、学習データを格納する。学習データは、例えば、基準タイミングで情報取得部 104 によって取得された RAN 状態情報と、基準タイミングまでの経過時間が予め定められた経過時間より短い、情報取得部 104 によって取得された複数の RAN 状態情報とを含む。

[0108] モデル生成部 114 は、予測タイミングにおける RAN の状態を推定する推定モデルを機械学習により生成する。モデル生成部 114 は、例えば、学

習データ格納部 112 に格納されている複数の学習データを教師データとして用いて、予測タイミングまでの経過期間が予め定められた経過時間より短い、情報取得部 104 によって取得された複数の RAN 状態情報から、予測タイミングにおける RAN の状態を推定する推定モデルを機械学習により生成する。モデル生成部 114 は、生成した推定モデルをモデル格納部 116 に格納してよい。

[0109] モデル取得部 118 は、予測タイミングにおける RAN の状態を推定する推定モデルを取得する。モデル取得部 118 は、例えば、モデル生成部 114 によって生成された推定モデルと同様のモデルを取得する。モデル取得部 118 は、取得した推定モデルをモデル格納部 116 に格納してよい。

[0110] 予測部 106 は、モデル格納部 116 に格納されている推定モデルを用いて、RAN の状態を予測してもよい。予測部 106 は、例えば、当該推定モデルを用いて、予測タイミングまでの経過期間が予め定められた経過時間より短い、情報取得部 104 によって取得された複数の RAN 状態情報から、予測タイミングにおける RAN の状態を予測する。

[0111] 図 8 は、制御ユニット 42 の機能構成の一例を概略的に示す。制御ユニット 42 は、RAN 内に配置されている複数の基地局 40 のうちの一の基地局 40 に搭載され、且つ、当該一の基地局 40 を制御する。制御ユニット 42 は、CPU 等のハードウェアとして実装されてもよく、dApp 45 等のソフトウェアとして実装されてもよい。制御ユニット 42 は、受信部 44、取得部 46、及び処理部 48 を備えてよい。尚、制御ユニット 42 これらの全ての構成を含むことは必須とは限らない。

[0112] 受信部 44 は、各種情報を受信する。受信部 44 は、例えば、制御装置 100 から、制御ユニット 42 を搭載する一の基地局 40 を制御する制御メッセージを受信する。受信部 44 は、例えば、コアネットワーク 20 を介して、制御装置 100 から制御メッセージを受信する。受信部 44 は、例えば、E2 インタフェースを通じて、制御装置 100 から制御メッセージを受信する。

- [0113] 取得部46は、RANの状態を取得する。取得部46は、例えば、受信タイミングにおけるRANの状態を取得する。
- [0114] 取得部46は、例えば、制御ユニット42を搭載する一の基地局40の状態を取得することによって、RANの状態を取得する。取得部46は、RAN内に配置されている複数の基地局40のうちの当該一の基地局40とは異なる他の基地局40の状態をさらに取得することによって、RANの状態を取得してもよい。取得部46は、例えば、他の基地局40から他の基地局40のRAN状態情報を受信することによって、他の基地局40のRAN状態を取得する。取得部46は、制御装置100から他の基地局40のRAN状態情報を受信することによって、他の基地局40のRAN状態を取得してもよい。
- [0115] 処理部48は、制御ユニット42を搭載する一の基地局40の制御に関連する処理を実行する。処理部48は、例えば、受信部44によって受信された制御メッセージと、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態とに基づいて、当該一の基地局40の制御に関連する処理を実行する。
- [0116] 処理部48は、例えば、制御メッセージが、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに含まれる無線リソース情報によって示される無線リソースを通信端末200に割り当てる処理が受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定することによって、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに含まれるアンテナ制御情報に従って当該一の基地局40に搭載されているアンテナを用いてビームフォーミングする処理が受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定することによって、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定する。

[0117] 処理部48は、制御メッセージに含まれる予測結果によって示される予測タイミングで制御装置100によって予測されたRANの状態と、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態とを照合することによって、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定してもよい。処理部48は、例えば、予測タイミングで制御装置100によって予測された合計トラフィック量と受信タイミングで取得部46によって取得された合計トラフィック量との間の合計トラフィック量誤差が、予め定められた合計トラフィック量誤差閾値より小さい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定する。一方で、処理部48は、合計トラフィック量誤差が、合計トラフィック量誤差閾値より大きい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定する。処理部48は、例えば、予測タイミングで制御装置100によって予測された平均トラフィック量と受信タイミングで取得部46によって取得された平均トラフィック量との間の平均トラフィック量誤差が、予め定められた平均トラフィック量誤差閾値より小さい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定する。一方で、処理部48は、平均トラフィック量誤差が、平均トラフィック量誤差閾値より大きい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定する。

[0118] 処理部48は、例えば、予測タイミングで制御装置100によって予測された当該一の基地局40に搭載されているプロセッサの使用率と、受信タイミングで取得部46によって取得された当該一の基地局40に搭載されているプロセッサの使用率との間のプロセッサ使用率誤差が、予め定められたプロセッサ使用率誤差閾値より小さい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定する。一方で、処理部48は、プロセッサ使用率誤差が、プロセッサ使用率誤差閾

値より大きい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定する。処理部48は、例えば、予測タイミングで制御装置100によって予測された当該一の基地局40に搭載されているメモリの使用率と、受信タイミングで取得部46によって取得された当該一の基地局40に搭載されているメモリの使用率との間のメモリ使用率誤差が、予め定められたメモリ使用率誤差閾値より小さい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定する。一方で、処理部48は、メモリ使用率誤差が、メモリ使用率誤差閾値より大きい場合、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定する。

[0119] 処理部48は、例えば、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態において制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御する処理を実行した場合に、RANの機能に不具合が発生するか否かを判定することによって、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定する。この場合、処理部48は、RANの機能に不具合が発生しないと判定した場合に制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定し、RANの機能に不具合が発生すると判定した場合に制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定してよい。

[0120] 処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御するとQoSを保証できない通信端末200が発生すると判定した場合に、RANの機能に不具合が発生すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御するとRANのスペクトル効率が許容されている下限値を下回ると判定した場合に、RANの機能に不具合が発生すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御するとRAN内で輻輳が発生すると判定した場

合、RANの機能に不具合が発生すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると当該一の基地局40に搭載されているアンテナによって出力されるビームと他のビームとの間で干渉が発生すると判定した場合に、RANの機能に不具合が発生すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると当該一の基地局40の処理負荷が上限値を超えると判定した場合に、RANの機能に不具合が発生すると判定する。

[0121] 処理部48は、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御するとRANの機能が破綻すると判定した場合に、RANの機能に不具合が発生すると判定してもよい。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると、予め定められた数より多くの通信端末200と当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断されると判定した場合に、RANの機能が破綻すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると、当該一の基地局40によって形成されている無線通信エリア内の通信端末200の総数に対する当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断される通信端末200の割合が予め定められた割合より高くなると判定した場合に、RANの機能が破綻すると判定する。処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると、当該一の基地局40の処理能力を超える処理量の処理作業が発生し、その結果、当該一の基地局40が当該処理作業を処理する際に発生する処理遅延が、予め定められた許容処理遅延より長くなると判定した場合に、RANの機能が破綻すると判定する。処理部48は、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御すると、当該一の基地局40に搭載されているプロセッサやメモリ等の構成要素が熱暴走すると判定した場合に、RANの機能が破綻すると判定してもよい。

[0122] 例えば、処理部48は、制御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していると判定した場合に、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御する。一方で、処理部48は、制

御メッセージが受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合していないと判定した場合に、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御することを拒否する。

[0123] 処理部48は、例えば、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御することを拒否した場合、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合するように当該一の基地局40の制御内容を決定し、決定した制御内容に従って当該一の基地局40を制御する。この場合、処理部48は、制御メッセージを破棄してよい。

[0124] 処理部48は、例えば、RANの機能に不具合が発生しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、例えば、QoSを保証できない通信端末200が発生しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、例えば、RANのスペクトル効率が許容されている下限値を下回らないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、RAN内で輻輳が発生しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、当該一の基地局40に搭載されているアンテナによって出力されるビームと他のビームとの間で干渉が発生しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、当該一の基地局40の処理負荷が上限値を超えないように、当該一の基地局40の制御内容を決定してもよい。

[0125] 処理部48は、RANの機能が破綻しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定してもよい。処理部48は、例えば、予め定められた数より多くの通信端末200と当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断されないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、例えば、当該一の基地局40によって形成されている無線通信エリア内の通信端末200の総数に対する当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断される通信端末200の割合が予め定められた割合より高くないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。処理部48は、例えば、当該一の基地局40による処理作業の処理量が当該一の基地局40の処理能力

を超えないように、当該一の基地局40の制御内容を決定する。この場合、処理部48は、当該一の基地局40で処理しない処理作業を、RAN内に配置されている他の基地局40にオフロードしてよい。処理部48は、当該一の基地局40に搭載されているプロセッサやメモリ等の構成要素が熱暴走しないように、当該一の基地局40の制御内容を決定してもよい。

[0126] 処理部48は、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御することを拒否した場合、受信タイミングで取得部46によって取得されたRANの状態に適合するように制御メッセージを修正してもよい。この場合、処理部48は、修正した制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御してよい。

[0127] 処理部48は、例えば、RANの機能に不具合が発生しないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、例えば、QoSを保証できない通信端末200が発生しないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、例えば、RANのスペクトル効率が許容されている下限値を下回らないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、RAN内で輻輳が発生しないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、当該一の基地局40に搭載されているアンテナによって出力されるビームと他のビームとの間で干渉が発生しないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、当該一の基地局40の処理負荷が上限値を超えないように、制御メッセージを修正してもよい。

[0128] 処理部48は、RANの機能が破綻しないように、制御メッセージを修正してもよい。処理部48は、例えば、予め定められた数より多くの通信端末200と当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断されないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、例えば、当該一の基地局40によって形成されている無線通信エリア内の通信端末200の総数に対する当該一の基地局40との間の無線通信接続が切断される通信端末200の割合が予め定められた割合より高くないように、制御メッセージを修正する。処理部48は、例えば、当該一の基地局40による処理作業の処理量が当

該一の基地局40の処理能力を超えないように、制御メッセージを修正する。この場合、処理部48は、当該一の基地局40で処理しない処理作業を、RAN内に配置されている他の基地局40にオフロードしてよい。処理部48は、当該一の基地局40に搭載されているプロセッサやメモリ等の構成要素が熱暴走しないように、制御メッセージを修正してもよい。

[0129] 処理部48は、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御することを拒否した場合、RANの機能に不具合が発生しないことを条件として、当該一の基地局40を制御しなくてもよい。処理部48は、制御メッセージに従って当該一の基地局40を制御することを拒否した場合、RANの機能が破綻しないことを条件として、当該一の基地局40を制御しなくてもよい。

[0130] 図9は、システム10の処理の流れの一例を説明するための説明図である。ここでは、制御装置100がRANの状態を予測していない状態を開始状態として説明する。

[0131] ステップ（ステップをSと省略して記載する場合がある。）102において、予測部106は、予測タイミングにおけるRANの状態を予測する。S104において、生成部108は、S102で予測部106によって予測されたRANの状態に基づいて、制御メッセージを生成する。S106において、送信部110は、E2インタフェースを通じて、S104で生成部108によって生成された制御メッセージを、制御ユニット42を搭載する基地局40に送信する。

[0132] S108において、取得部46は、S106で受信部44が制御装置100からE2インタフェースを通じて制御メッセージを受信した受信タイミングにおけるRANの状態を取得する。S110において、処理部48は、S106で受信部44によって受信された制御メッセージと、S108で取得部46によって取得されたRANの状態とに基づいて、制御メッセージがS108で取得部46によって取得されたRANの状態に適合しているか否かを判定する判定処理を実行する。S112において、処理部48は、S11

0の判定処理による判定結果に基づいて、制御ユニット42を搭載する基地局40を制御する制御処理を実行する。

[0133] 図10は、制御装置100又は制御ユニット42として機能するコンピュータ1200のハードウェア構成の一例を概略的に示す。コンピュータ1200にインストールされたプログラムは、コンピュータ1200を、上記実施形態に係る装置の1又は複数の「部」として機能させ、又はコンピュータ1200に、上記実施形態に係る装置に関連付けられるオペレーション又は当該1又は複数の「部」を実行させることができ、及び／又はコンピュータ1200に、上記実施形態に係るプロセス又は当該プロセスの段階を実行させることができる。そのようなプログラムは、コンピュータ1200に、本明細書に記載のフローチャート及びブロック図のブロックのうちのいくつか又はすべてに関連付けられた特定のオペレーションを実行させるべく、CPU1212によって実行されてよい。

[0134] 本実施形態によるコンピュータ1200は、CPU1212、RAM1214、及びグラフィックコントローラ1216を含み、それらはホストコントローラ1210によって相互に接続されている。コンピュータ1200はまた、通信インタフェース1222、記憶装置1224、DVDドライブ1226、及びICカードドライブのような入出力ユニットを含み、それらは入出力コントローラ1220を介してホストコントローラ1210に接続されている。DVDドライブ1226は、DVD-ROMドライブ及びDVD-RAMドライブ等であってよい。記憶装置1224は、ハードディスクドライブ及びソリッドステートドライブ等であってよい。コンピュータ1200はまた、ROM1230及びキーボード1242のようなレガシの入出力ユニットを含み、それらは入出力チップ1240を介して入出力コントローラ1220に接続されている。

[0135] CPU1212は、ROM1230及びRAM1214内に格納されたプログラムに従い動作し、それにより各ユニットを制御する。グラフィックコントローラ1216は、RAM1214内に提供されるフレームバッファ等

又はそれ自体の中に、CPU 1212によって生成されるイメージデータを取得し、イメージデータがディスプレイデバイス1218上に表示されるようにする。

[0136] 通信インタフェース1222は、ネットワークを介して他の電子デバイスと通信する。記憶装置1224は、コンピュータ1200内のCPU 1212によって使用されるプログラム及びデータを格納する。DVDドライブ1226は、プログラム又はデータをDVD-ROM 1227等から読み取り、記憶装置1224に提供する。ICカードドライブは、プログラム及びデータをICカードから読み取り、及び／又はプログラム及びデータをICカードに書き込む。

[0137] ROM 1230はその中に、アクティブ化時にコンピュータ1200によって実行されるブートプログラム等、及び／又はコンピュータ1200のハードウェアに依存するプログラムを格納する。入出力チップ1240はまた、様々な入出力ユニットをUSBポート、パラレルポート、シリアルポート、キーボードポート、マウスポート等を介して、入出力コントローラ1220に接続してよい。

[0138] プログラムは、DVD-ROM 1227又はICカードのようなコンピュータ可読記憶媒体によって提供される。プログラムは、コンピュータ可読記憶媒体から読み取られ、コンピュータ可読記憶媒体の例でもある記憶装置1224、RAM 1214、又はROM 1230にインストールされ、CPU 1212によって実行される。これらのプログラム内に記述される情報処理は、コンピュータ1200に読み取られ、プログラムと、上記様々なタイプのハードウェアリソースとの間の連携をもたらす。装置又は方法が、コンピュータ1200の使用に従い情報のオペレーション又は処理を実現することによって構成されてよい。

[0139] 例えば、通信がコンピュータ1200及び外部デバイス間で実行される場合、CPU 1212は、RAM 1214にロードされた通信プログラムを実行し、通信プログラムに記述された処理に基づいて、通信インタフェース1

222に対し、通信処理を命令してよい。通信インタフェース1222は、CPU1212の制御の下、RAM1214、記憶装置1224、DVD-ROM1227、又はICカードのような記録媒体内に提供される送信バッファ領域に格納された送信データを読み取り、読み取られた送信データをネットワークに送信し、又はネットワークから受信した受信データを記録媒体上に提供される受信バッファ領域等へ書き込む。

[0140] また、CPU1212は、記憶装置1224、DVDドライブ1226（DVD-ROM1227）、ICカード等のような外部記録媒体に格納されたファイル又はデータベースの全部又は必要な部分がRAM1214に読み取られるようにし、RAM1214上のデータに対し様々なタイプの処理を実行してよい。CPU1212は次に、処理されたデータを外部記録媒体にライトバックしてよい。

[0141] 様々なタイプのプログラム、データ、テーブル、及びデータベースのような様々なタイプの情報が記録媒体に格納され、情報処理を受けてよい。CPU1212は、RAM1214から読み取られたデータに対し、本開示の随所に記載され、プログラムの命令シーケンスによって指定される様々なタイプのオペレーション、情報処理、条件判断、条件分岐、無条件分岐、情報の検索／置換等を含む、様々なタイプの処理を実行してよく、結果をRAM1214に対しライトバックする。また、CPU1212は、記録媒体内のファイル、データベース等における情報を検索してよい。例えば、各々が第2の属性の属性値に関連付けられた第1の属性の属性値を有する複数のエントリが記録媒体内に格納される場合、CPU1212は、当該複数のエントリの中から、第1の属性の属性値が指定されている条件に一致するエントリを検索し、当該エントリ内に格納された第2の属性の属性値を読み取り、それにより予め定められた条件を満たす第1の属性に関連付けられた第2の属性の属性値を取得してよい。

[0142] 上で説明したプログラム又はソフトウェアモジュールは、コンピュータ1200上又はコンピュータ1200近傍のコンピュータ可読記憶媒体に格納

されてよい。また、専用通信ネットワーク又はインターネットに接続されたサーバシステム内に提供されるハードディスク又はRAMのような記録媒体が、コンピュータ可読記憶媒体として使用可能であり、それによりプログラムを、ネットワークを介してコンピュータ1200に提供する。

[0143] 本実施形態におけるフローチャート及びブロック図におけるブロックは、オペレーションが実行されるプロセスの段階又はオペレーションを実行する役割を持つ装置の「部」を表わしてよい。特定の段階及び「部」が、専用回路、コンピュータ可読記憶媒体上に格納されるコンピュータ可読命令と共に供給されるプログラマブル回路、及び／又はコンピュータ可読記憶媒体上に格納されるコンピュータ可読命令と共に供給されるプロセッサによって実装されてよい。専用回路は、デジタル及び／又はアナログハードウェア回路を含んでよく、集積回路（IC）及び／又はディスクリート回路を含んでよい。プログラマブル回路は、例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、及びプログラマブルロジックアレイ（PLA）等のような、論理積、論理和、排他的論理和、否定論理積、否定論理和、及び他の論理演算、フリップフロップ、レジスタ、並びにメモリエlementを含む、再構成可能なハードウェア回路を含んでよい。

[0144] コンピュータ可読記憶媒体は、適切なデバイスによって実行される命令を格納可能な任意の有形なデバイスを含んでよく、その結果、そこに格納される命令を有するコンピュータ可読記憶媒体は、フローチャート又はブロック図で指定されたオペレーションを実行するための手段を作成すべく実行され得る命令を含む、製品を備えることになる。コンピュータ可読記憶媒体の例としては、電子記憶媒体、磁気記憶媒体、光記憶媒体、電磁記憶媒体、半導体記憶媒体等が含まれてよい。コンピュータ可読記憶媒体のより具体的な例としては、フロッピー（登録商標）ディスク、ディスケット、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ（RAM）、リードオンリメモリ（ROM）、消去可能プログラマブルリードオンリメモリ（EPROM又はフラッシュメモリ）、電氣的消去可能プログラマブルリードオンリメモリ（EEPROM

）、静的ランダムアクセスメモリ（SRAM）、コンパクトディスクリードオンリメモリ（CD-ROM）、デジタル多用途ディスク（DVD）、ブルーレイ（登録商標）ディスク、メモリスティック、集積回路カード等が含まれてよい。

[0145] コンピュータ可読命令は、アセンブラ命令、命令セットアーキテクチャ（ISA）命令、マシン命令、マシン依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、又はSmalltalk（登録商標）、JAVA（登録商標）、C++等のようなオブジェクト指向プログラミング言語、及び「C」プログラミング言語又は同様のプログラミング言語のような従来の手続型プログラミング言語を含む、1又は複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述されたソースコード又はオブジェクトコードのいずれかを含んでよい。

[0146] コンピュータ可読命令は、汎用コンピュータ、特殊目的のコンピュータ、若しくは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサ、又はプログラマブル回路が、フローチャート又はブロック図で指定されたオペレーションを実行するための手段を生成するために当該コンピュータ可読命令を実行すべく、ローカルに又はローカルエリアネットワーク（LAN）、インターネット等のようなワイドエリアネットワーク（WAN）を介して、汎用コンピュータ、特殊目的のコンピュータ、若しくは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサ、又はプログラマブル回路に提供されてよい。プロセッサの例としては、コンピュータプロセッサ、処理ユニット、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ等を含む。

[0147] 以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

[0148] 請求の範囲、明細書、及び図面中において示した装置、システム、プログラム、及び方法における動作、手順、ステップ、及び段階などの各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」などと明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。請求の範囲、明細書、及び図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」などを用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

符号の説明

[0149] 10 システム、12 システム、14 システム、16 システム、18 システム、20 コアネットワーク、40 基地局、42 制御ユニット、44 受信部、45 dApp、46 取得部、48 処理部、50 基地局、60 基地局、70 基地局、75 dApp、80 基地局、100 制御装置、102 情報格納部、104 情報取得部、106 予測部、108 生成部、110 送信部、112 学習データ格納部、114 モデル生成部、116 モデル格納部、118 モデル取得部、150 xApp、200 通信端末、300 制御装置、350 xApp、400 制御装置、450 xApp、500 制御装置、550 xApp、1200 コンピュータ、1210 ホストコントローラ、1212 CPU、1214 RAM、1216 グラフィックコントローラ、1218 ディスプレイデバイス、1220 入出力コントローラ、1222 通信インタフェース、1224 記憶装置、1226 DVDドライブ、1227 DVD-ROM、1230 ROM、1240 入出力チップ、1242 キーボード

請求の範囲

- [請求項1] R A N (R a d i o A c c e s s N e t w o r k) 内に配置されている複数の基地局を制御する制御装置と、
- 前記複数の基地局のうちの一の基地局に搭載され、且つ、前記一の基地局を制御する制御ユニットと
- を備え、
- 前記制御装置は、
- 前記一の基地局を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記 R A N の状態を予測する予測部と、
- 前記予測部によって予測された前記 R A N の前記状態に基づいて、前記制御メッセージを生成する生成部と、
- 前記一の基地局に前記制御メッセージを送信する送信部と
- を有し、
- 前記制御ユニットは、
- 前記制御装置から前記制御メッセージを受信する受信部と、
- 前記受信部が前記制御メッセージを受信した受信タイミングにおける前記 R A N の状態を取得する取得部と、
- 前記制御メッセージと、前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態とに基づいて、前記一の基地局の制御に関連する処理を実行する処理部と
- を有する、制御システム。
- [請求項2] 前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定し、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合していると判定した場合に、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行する、請求項 1 に記載の制御システム。

- [請求項3] 前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合していないと判定した場合に、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合するように前記一の基地局の制御内容を決定し、決定した制御内容に従って前記一の基地局を制御する処理を実行する、請求項2に記載の制御システム。
- [請求項4] 前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合していないと判定した場合に、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合するように前記制御メッセージを修正し、修正した前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行する、請求項2に記載の制御システム。
- [請求項5] 前記処理部は、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態において前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行した場合に、前記RANの機能に不具合が発生するか否かを判定することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定する、請求項2から4のいずれか一項に記載の制御システム。
- [請求項6] 前記生成部は、前記予測部が前記RANの前記状態を予測した予測結果を含む前記制御メッセージを生成し、
前記処理部は、前記制御メッセージに含まれる前記予測結果によって示される前記RANの前記状態と、前記取得部によって取得された前記RANの前記状態とを照合することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定する、請求項2から4のいずれか一項に記載の制御システム。
- [請求項7] 前記生成部は、前記一の基地局によって形成されている無線通信エリア内の通信端末に割り当てられる無線リソースを示す無線リソース情報を含む前記制御メッセージを生成し、

前記処理部は、前記制御メッセージに含まれる前記無線リソース情報によって示される前記無線リソースを前記通信端末に割り当てる処理が前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定することによって、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記RANの前記状態に適合しているか否かを判定する、請求項2から4のいずれか一項に記載の制御システム。

[請求項8] RAN内に配置されている複数の基地局を制御する制御装置であって、

前記複数の基地局のうちの一の基地局を制御する制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記RANの状態を予測する予測部と、

前記予測部によって予測された前記RANの前記状態に基づいて、前記制御メッセージを生成する生成部と、

前記一の基地局に前記制御メッセージを送信する送信部とを備える、制御装置。

[請求項9] コンピュータを、請求項8に記載の制御装置として機能させるためのプログラム。

[請求項10] RAN内に配置されている複数の基地局のうちの一の基地局に搭載され、且つ、前記一の基地局を制御する制御ユニットであって、

前記複数の基地局を制御する制御装置から、前記一の基地局を制御する制御メッセージを受信する受信部であって、前記制御メッセージは、前記制御装置が前記制御メッセージの生成を開始する生成開始タイミングから、データが前記制御装置から前記一の基地局に到達するまでの伝送時間が経過した後の予測タイミングにおける、前記制御装置によって予測された前記RANの状態に基づいて生成される、受信部と、

前記受信部が前記制御メッセージを受信した受信タイミングにおけ

る前記 R A N の状態を取得する取得部と、

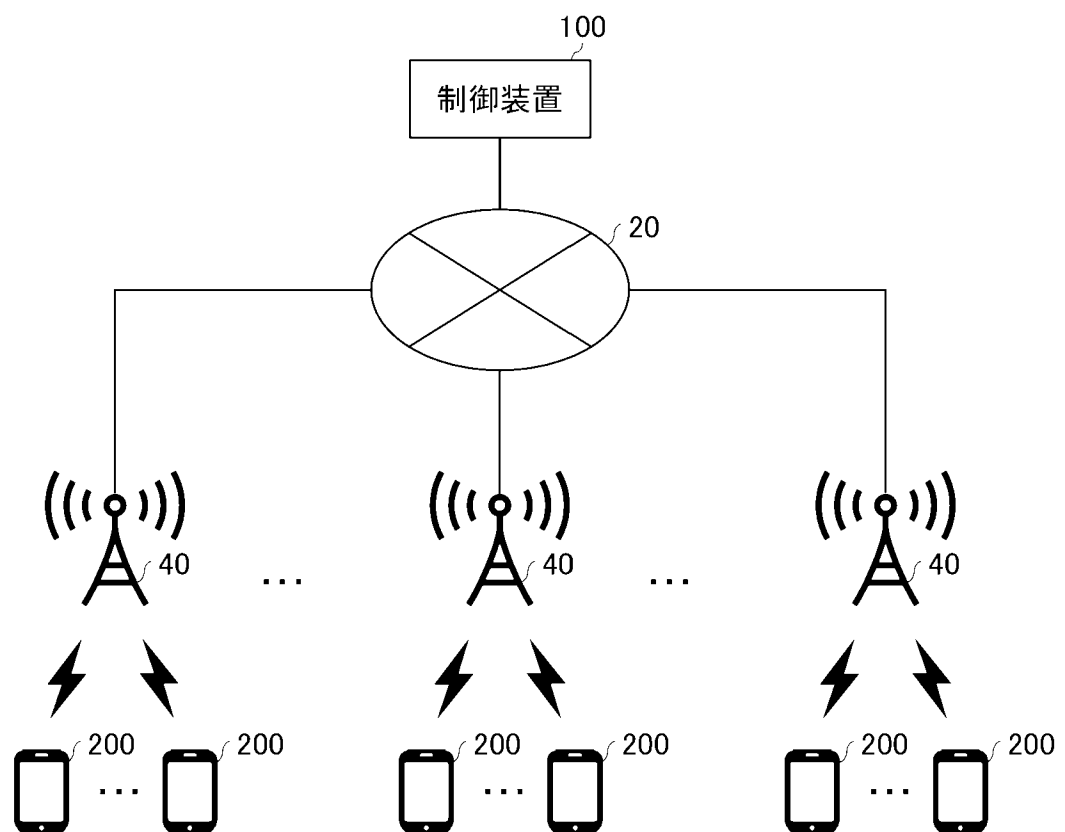
前記制御メッセージと、前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態とに基づいて、前記一の基地局の制御に関連する処理を実行する処理部と

を備える、制御ユニット。

[請求項11] 前記処理部は、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合しているか否かを判定し、前記制御メッセージが前記取得部によって取得された前記 R A N の前記状態に適合していると判定した場合に、前記制御メッセージに従って前記一の基地局を制御する処理を実行する、請求項 1 0 に記載の制御ユニット。

[請求項12] コンピュータを、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の制御ユニットとして機能させるためのプログラム。

[図1]

10

[図2]

従来技術(Legacy RAN)

12

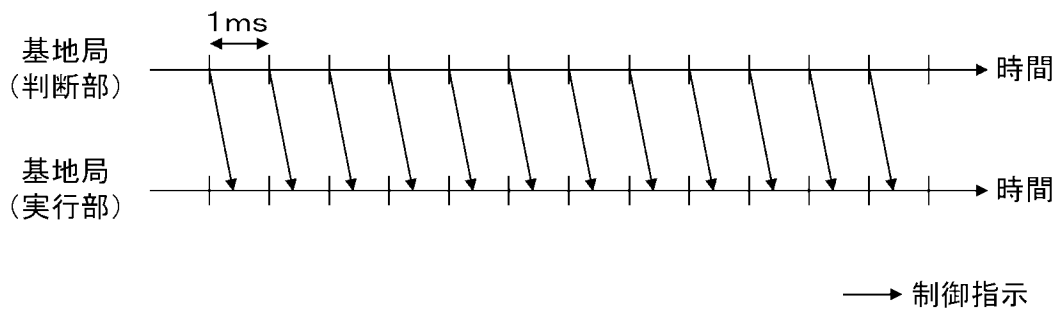
50

基地局

...

50

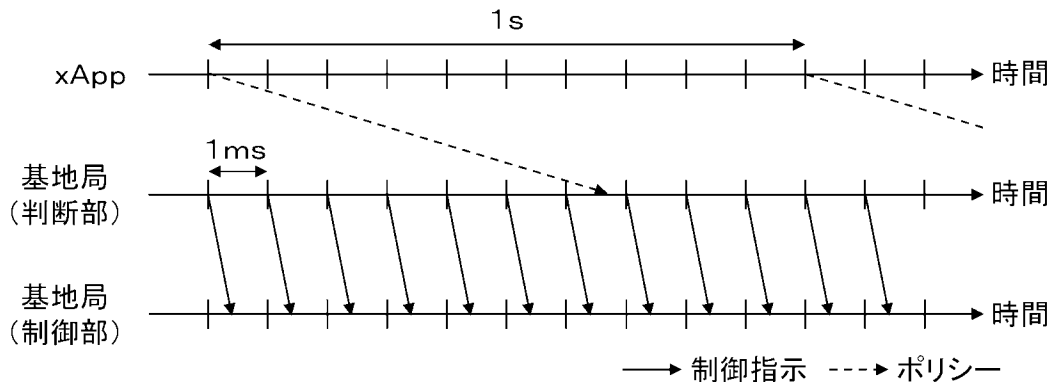
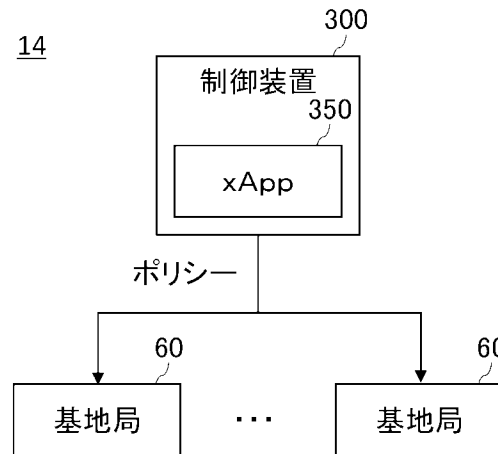
基地局



要件1	RANから分離されている要素がRANを制御できるか？ (分離性)	×
要件2	単一の主体がRAN全体を制御可能か？(集中性)	×
要件3	リアルタイムにRANを制御可能か？(リアルタイム性)	○
要件4	RANの状態に適合してRANを制御可能か？(高信頼性)	○

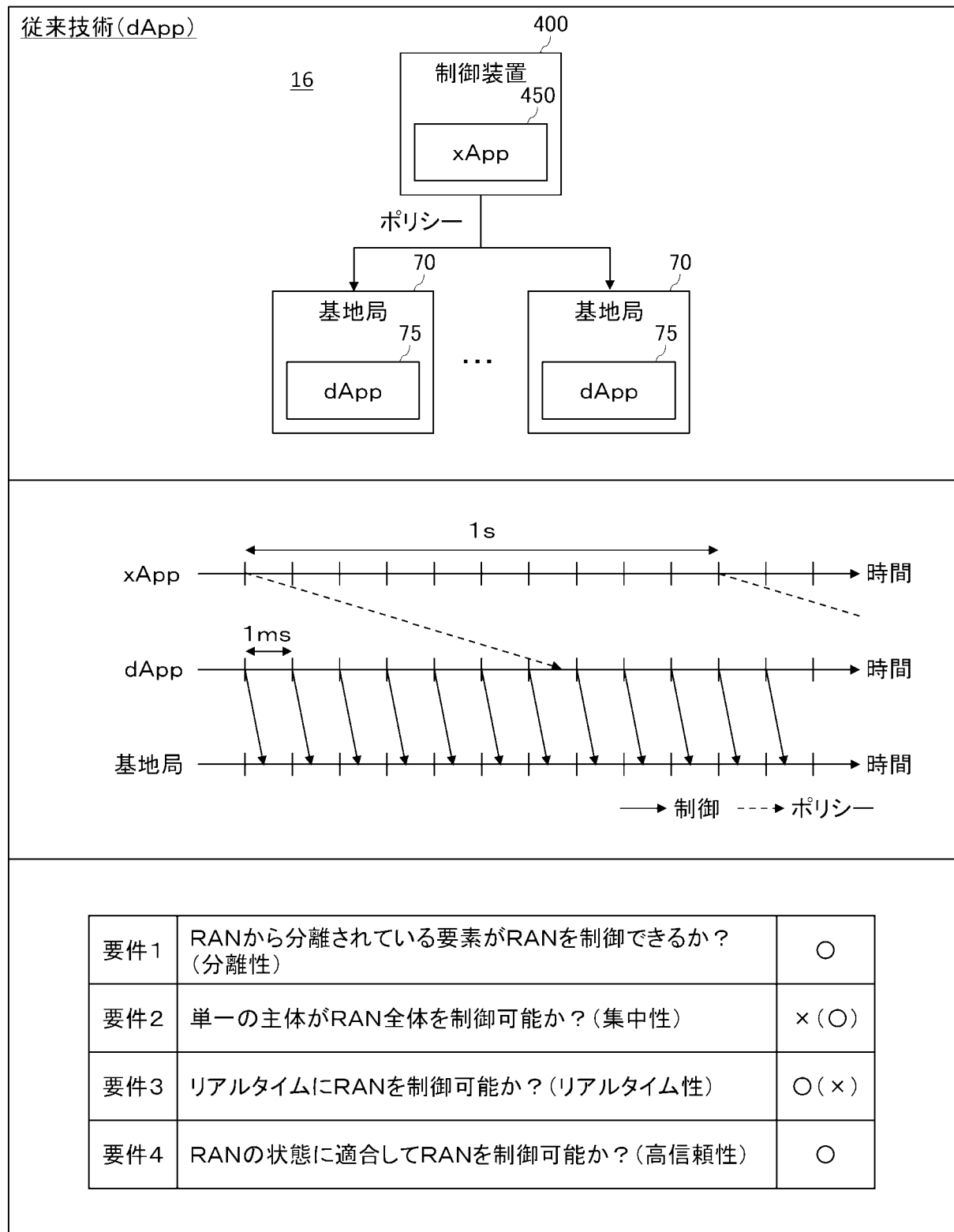
[図3]

従来技術(O-RAN)

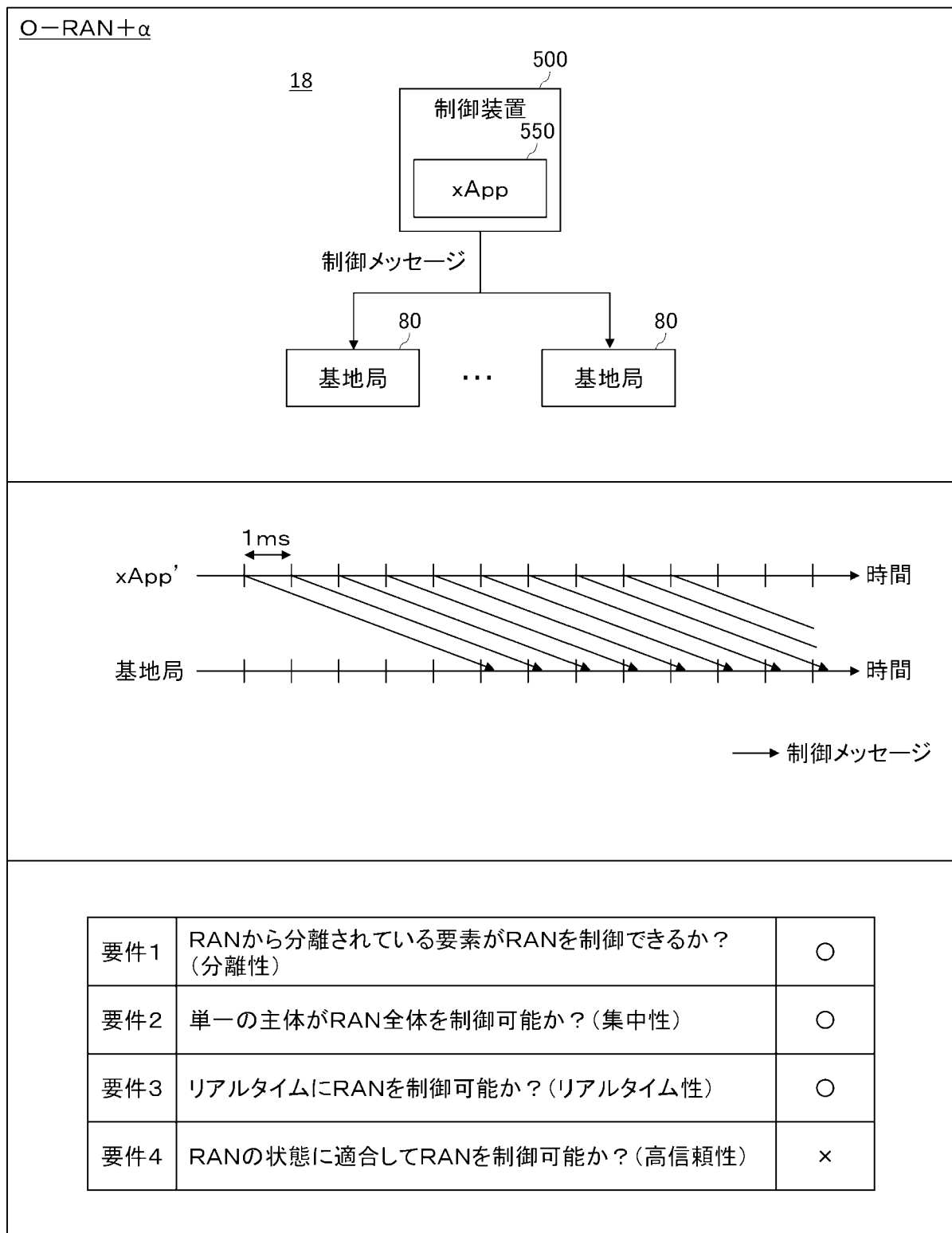


要件1	RANから分離されている要素がRANを制御できるか？ (分離性)	○
要件2	単一の主体がRAN全体を制御可能か？(集中性)	○
要件3	リアルタイムにRANを制御可能か？(リアルタイム性)	×
要件4	RANの状態に適合してRANを制御可能か？(高信頼性)	○

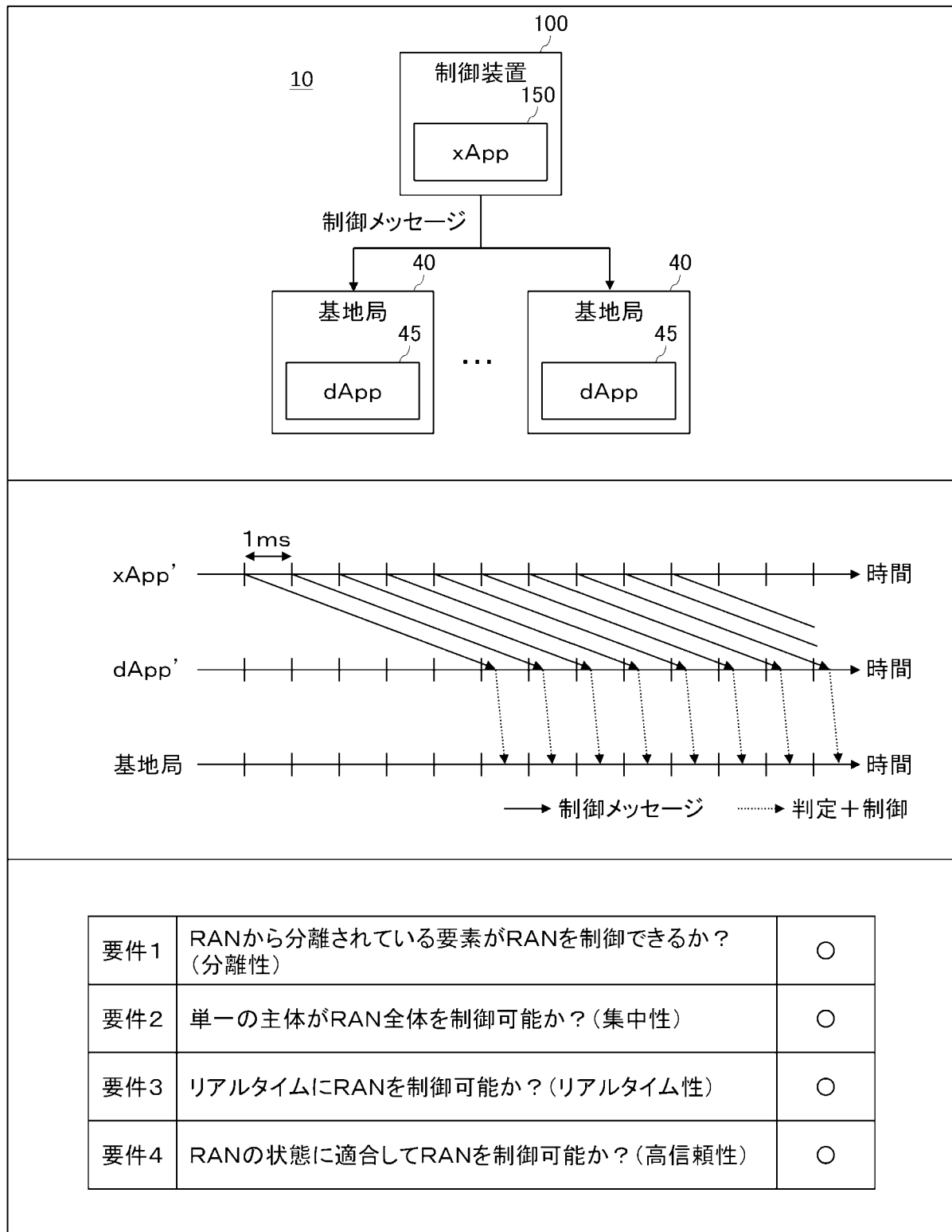
[図4]



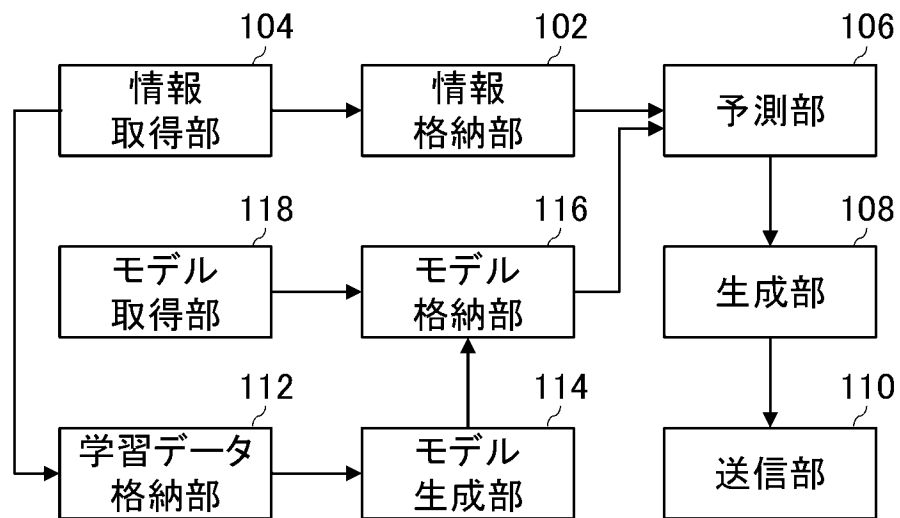
[図5]



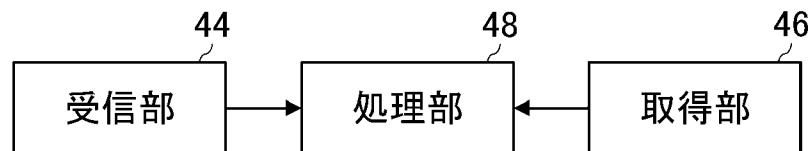
[図6]



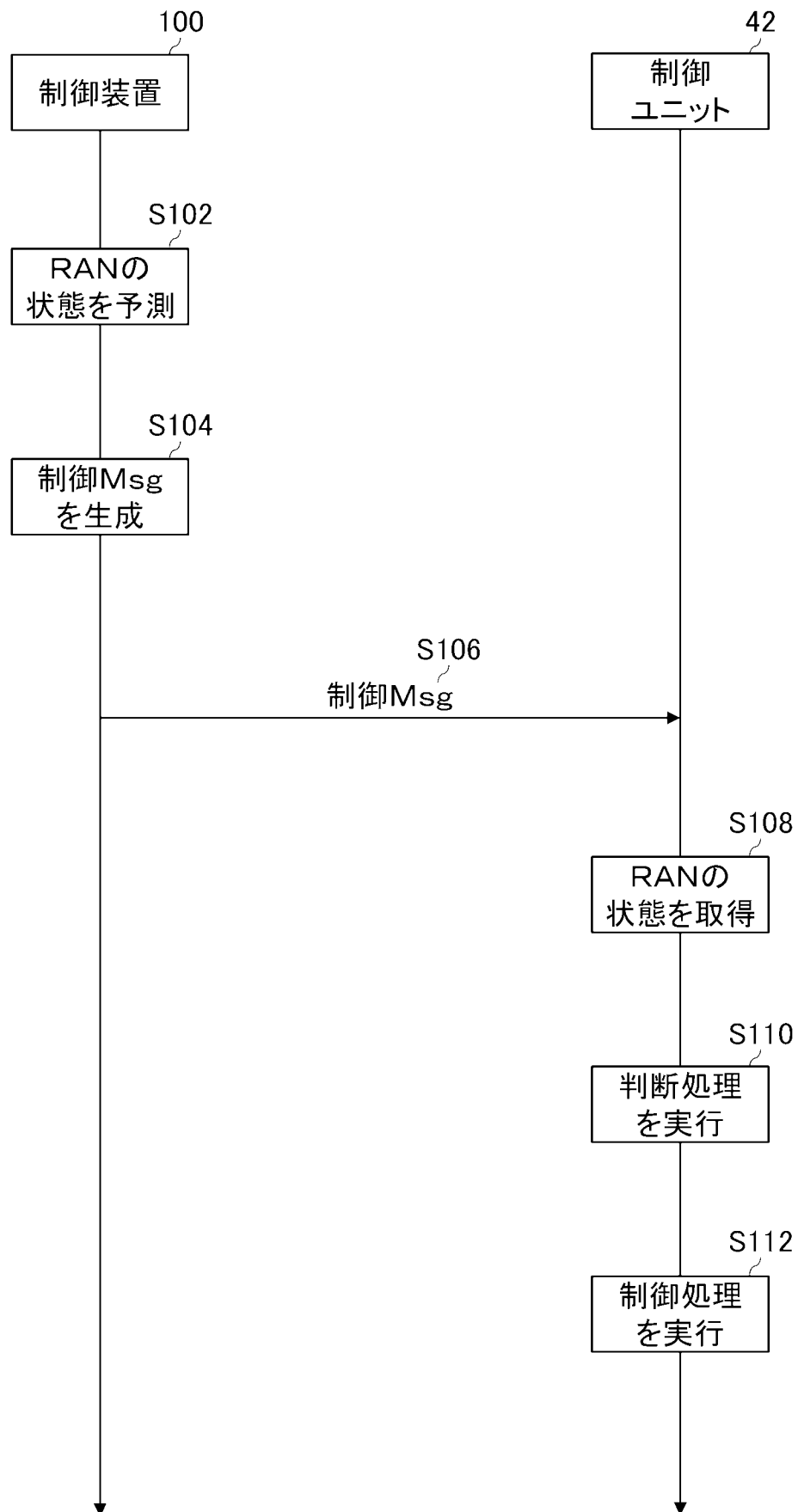
[図7]

100

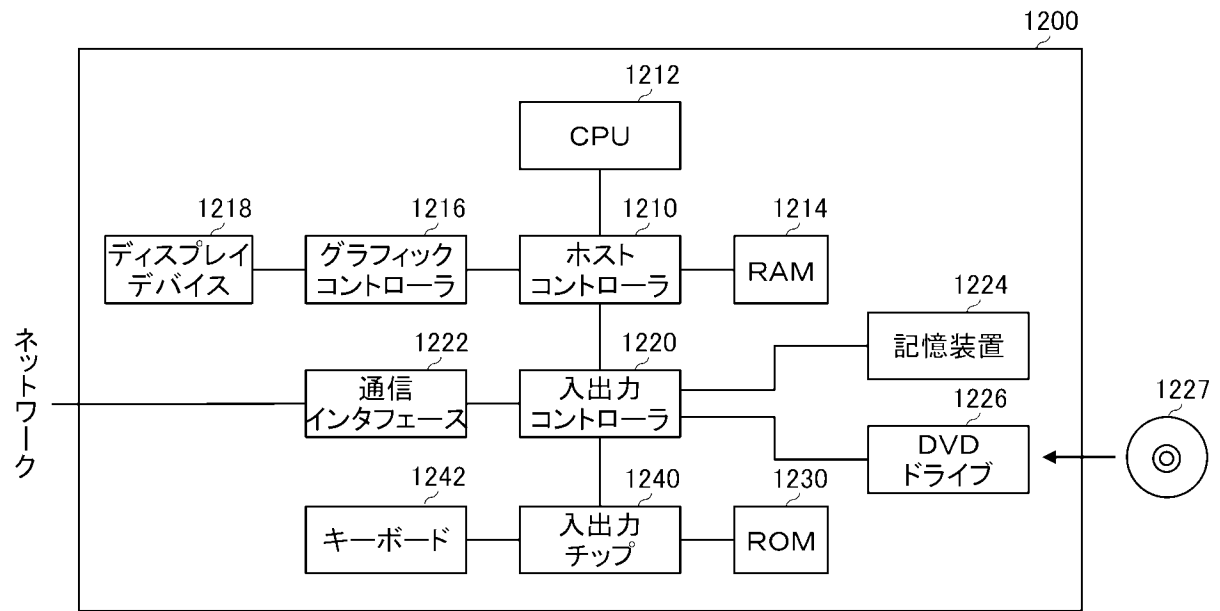
[図8]

42

[図9]

10

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/021661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04W 88/12**(2009.01)i; **H04W 24/02**(2009.01)i; **H04W 28/18**(2009.01)i; **H04W 92/12**(2009.01)i

FI: H04W88/12; H04W24/02; H04W28/18 110; H04W92/12

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)

H04W88/12; H04W24/02; H04W28/18; H04W92/12

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 1971-2024

Registered utility model specifications of Japan 1996-2024

Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
Y	桂川太一 他, 無線アクセスネットワークのオープン化とインテリジェント化 RAN インテリジェント化に向けた取り組み, [online], NTT DOCOMO Technical Journal, 30 April 2022, vol. 30, no. 1, pages 27-36, Internet <URL: https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol30_1/vol30_1_005jp.pdf >, [retrieved on 16 July 2024], non-official translation (KATSURAGAWA, Taichi et al., Making radio access networks more open and intelligent: how to make RAN intelligent) pp. 27-36	1-12
Y	WO 2014/103434 A1 (NEC CORPORATION) 03 July 2014 (2014-07-03) paragraphs [0028], [0147], [0196], [0204]	1-12
A	O to RAN Working Group 2 AI/ML workflow description and requirements, [online], O to RAN.WG2.AI/ML-v01.03, O-RAN ALLIANCE e.V., 31 October 2021, pages 1-58, Internet<URL: https://specifications.o-ran.org/download?id=158 >, [retrieved on 2024.07.16] pp. 1-58	1-12
P, A	WO 2023/172292 A2 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 14 September 2023 (2023-09-14) entire text, all drawings	1-12



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

16 July 2024

Date of mailing of the international search report

30 July 2024

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/JP2024/021661

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014/103434	A1	03 July 2014	(Family: none)	
WO	2023/172292	A2	14 September 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H04W 88/12(2009.01)i; H04W 24/02(2009.01)i; H04W 28/18(2009.01)i; H04W 92/12(2009.01)i
FI: H04W88/12; H04W24/02; H04W28/18 110; H04W92/12

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））
H04W88/12; H04W24/02; H04W28/18; H04W92/12

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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
Y	桂川太一 他, 無線アクセスネットワークのオープン化とインテリジェント化 RANインテリジェント化に向けた取り組み [online], NTT DOCOMOテクニカル・ ジャーナル, 2022.04.30, Vol.30, No.1, pages 27-36, [検索日2024.07.16], Internet<URL:https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/ technical_journal/bn/vol30_1/vol30_1_005jp.pdf> pages 27-36	1-12
Y	WO 2014/103434 A1 (日本電気株式会社) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 段落[0028], [0147], [0196], [0204]	1-12
A	0-RAN Working Group 2 AI/ML workflow description and requirements [online], 0-RAN.WG2.AI.ML-v01.03, 0-RAN ALLIANCE e.V., 2021.10.31, pages 1-58, [検索日 2024.07.16], Internet<URL:https://specifications.o-ran.org/download?id=158> pages 1-58	1-12
P, A	WO 2023/172292 A2 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 14.09.2023 (2023 - 09 - 14) 全文全図	1-12

☐ 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

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

16.07.2024

国際調査報告の発送日

30.07.2024

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）

前田 典之 5J 9073

電話番号 03-3581-1101 内線 3533

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/JP2024/021661

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/103434	A1	03.07.2014	(ファミリーなし)	
WO	2023/172292	A2	14.09.2023	(ファミリーなし)	