

(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8月10日(10.08.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/148829 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 40/12 (2009.01) *H04W 84/06* (2009.01)
H04W 40/34 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/003881
- (22) 国際出願日: 2022年2月1日(01.02.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加納 寿美(KANO, Hisayoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NT

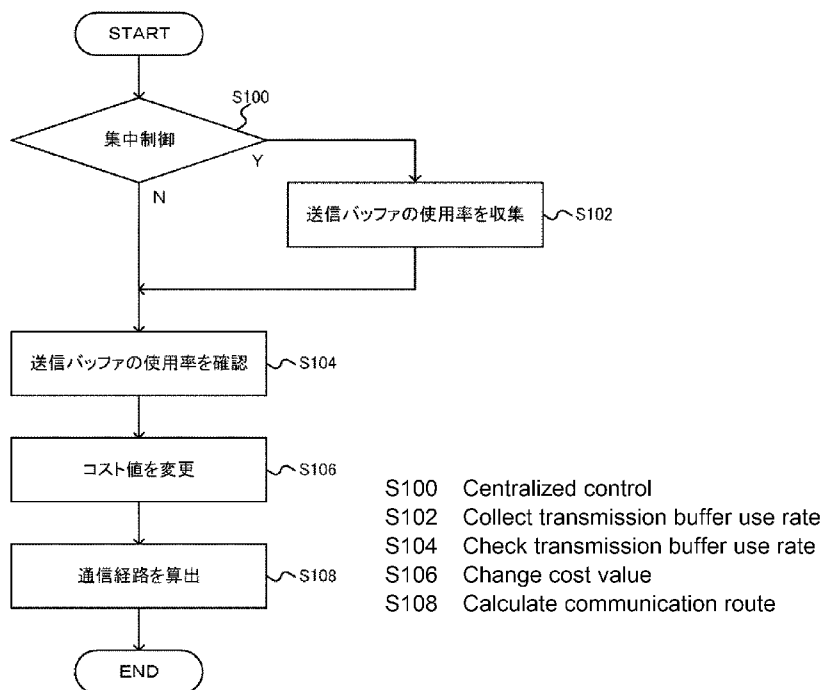
T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松井 宗大 (MATSUI, Munehiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NT T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 阿部 順一(ABE, Junichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NT T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 山下 史洋(YAMASHITA, Fumihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NT T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番22号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION METHOD AND WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線通信方法及び無線通信システム

[図4]



(57) Abstract: A wireless communication method according to one embodiment of the present invention is for transmitting, by a plurality of node stations that are movable and are equipped with transmission buffers, data via switchable wireless communication routes, the method comprising: an acquisition step for acquiring, for each change in communication status, correspondence information sets corresponding to the data amounts transmitted by the respective node stations; a changing step for changing, on the basis of the acquired correspondence information sets, a cost value per unit of link



WO 2023/148829 A1

(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.

(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))

speed between the plurality of node stations; a calculation step for calculating cost values between the plurality of node stations by using the changed cost value; and a determination step for determining a route in which the total calculated cost values becomes minimum, as a communication route.

(57) 要約 : 一実施形態にかかる無線通信方法は、送信バッファを備えて移動する複数のノード局が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送する無線通信方法において、ノード局それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得する取得工程と、取得した対応情報それぞれに基づいて、複数のノード局間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更する変更工程と、変更したコスト値を用いて、複数のノード局間のコスト値を算出する算出工程と、算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定する決定工程とを含む。

明 細 書

発明の名称：無線通信方法及び無線通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信方法及び無線通信システムに関する。

背景技術

[0002] 近年では、モバイル通信システムが発展し、地上の大部分においてモバイルサービスを楽しむことができるようになってきている。また、今後に商用化が期待される第5世代（Beyond 5G）又は第6世代のモバイル通信システムにおける要求条件の1つとして、超カバレッジ化がある。

[0003] 超カバレッジ化とは、山岳、海上、及び空中など、既存の基地局を敷設するコストが高価である場合、又は基地局の敷設が困難な場所などへサービスエリアを拡大することである。また、自然災害などに対する国土強靱化も必要とされており、地上災害に強い通信システムの登場が望まれている。

[0004] このような無線通信システムを実現するために、静止衛星・中軌道衛星（MEO：Medium Earth Orbit）・低軌道衛星（LEO：Low Earth Orbit）・高高度疑似衛星（HAPS：High Altitude Platform Station）、無人飛行体（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）、及びドローンなどを用いた非地上ネットワーク（NTN：Non Terrestrial Network）が脚光を浴びている（例えば、非特許文献1参照）。

[0005] NTNでは、衛星及びHAPSは、互いに通信リンクを接続してネットワークを形成し、さらに地上基地局を介して地上のモバイルネットワークと接続している。衛星及びHAPSは、モバイル基地局機能を搭載している。

[0006] そして、端末局が送信したトラフィックの packets は、ルーティング機能によって地上基地局と接続している衛星及びHAPSに packets 転送され、インターネット網に送られる。インターネット網から他の端末局へ送信される packets も、ルーティング機能によって同様な処理が行われる。

先行技術文献

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：多田祐太、外3名、「階層型衛星ネットワークにおける効率的な経路制御に関する一考察」、信学技報、電子情報通信学会、2010年、pp.45-50

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] NTNなどのように、通信リンクごとに遅延及び速度に大きな差異があるネットワークでは、リンクごとのコスト値を算出して経路を決定する手法が検討されている。例えば、NTNにおいて通信経路を決定する場合、通信リンクごと算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として選択する。
- [0009] しかしながら、衛星及びHAPSなどで使用される高周波数帯の無線通信では、降雨減衰などによって通信状況が変動すると、一部の低コスト値のリンクにトラフィックが集中し、輻輳が生じ得るといった問題があった。
- [0010] 本発明は、上述した課題を鑑みてなされたものであり、複数の無線通信装置間の通信状況が変動しても、特定の通信経路にトラフィックが集中することを低減しつつ、効率的に無線通信を行うことができる無線通信方法及び無線通信システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の一実施形態にかかる無線通信方法は、送信バッファを備えて移動する複数のノード局が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送する無線通信方法において、前記ノード局それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得する取得工程と、取得した前記対応情報それぞれに基づいて、複数の前記ノード局間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更する変更工程と、変更したコスト値を用いて、複数の前記ノード局間のコスト値を算出する算出工程と、算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定する決定工程とを含むことを

特徴とする。

[0012] また、本発明の一実施形態にかかる無線通信システムは、送信バッファを備えて移動する複数のノード局が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送する無線通信システムにおいて、前記ノード局それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得する取得部と、前記取得部が取得した前記対応情報それぞれに基づいて、複数の前記ノード局間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更する変更部と、前記変更部が変更したコスト値を用いて、複数の前記ノード局間のコスト値を算出する算出部と、前記算出部が算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定する決定部とを有することを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、複数の無線通信装置間の通信状況が変動しても、特定の通信経路にトラフィックが集中することを低減しつつ、効率的に無線通信を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]一実施形態にかかる無線通信システムの構成例を示す図である。
[図2]ノード局の構成例を示す図である。
[図3]ルート制御部の構成例を示す図である。
[図4]一実施形態にかかる無線通信システムの第1動作例を示すフローチャートである。
[図5]一実施形態にかかる無線通信システムの第1動作例を示す図である。
[図6]一実施形態にかかる無線通信システムの第2動作例を示すフローチャートである。
[図7]一実施形態にかかる無線通信システムの第2動作例を示す図である。
[図8]一実施形態にかかる無線通信システムの第3動作例を示すフローチャートである。
[図9]一実施形態にかかる無線通信システムの第4動作例を示すフローチャートである。

[図10]一実施形態にかかる無線通信システムの第4動作例を示す図である。

[図11]一実施形態にかかる無線通信システムにおけるネットワーク制御装置の変形例の構成を例示する図である。

[図12]無線通信システムの構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] まず、本発明がなされるに至った背景について、図12を用いて説明する。図12は、無線通信システム1の構成例を示す図である。図12に示すように、無線通信システム1は、例えば基地局（地上基地局）2-1～2-5、及び、ノード局3-1～3-5を備え、複数の端末局（地上端末局）4-1～4-4がそれぞれ接続可能にされている。

[0016] ノード局3-1～3-5は、無人飛行体又は衛星などの非地上で移動する無線通信装置であり、それぞれモバイル基地局機能を備えて、例えば通信リンクa～fを接続してNTNを構成している。

[0017] 無線通信システム1は、通信経路を決定するときに、通信リンクごとに算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として選択する。コスト値は、下式(1)によって算出される。例えば、リンク速度、リンク遅延は、ユーザが設定する固定値である。

[0018] [数1]

$$\frac{\text{速度の基準値}}{\text{リンク速度}} + \frac{\text{リンク遅延}}{\text{遅延の基準値}} \quad \dots(1)$$

[0019] 例えば、速度の基準値を100Mbpsとした場合、10Mbpsの通信リンクのコスト値は”10”、100Mbpsの通信リンクのコスト値は”1”となる。つまり、10Mbpsの通信リンクは、単位リンク速度（例えば1Mbps）当たりのコスト値が100Mbpsの通信リンクの10倍となる。そして、無線通信システム1は、より高速な通信リンクを選択する。

[0020] また、遅延の基準値を1sとした場合、遅延が10msの通信リンクのコスト値は”100”、100msの通信リンクのコストは”10”となる。そして、無線通信システム1は、より低遅延の通信リンクを選択する。

- [0021] このように、無線通信システム 1 は、上式 (1) によりコスト値を算出し、高速かつ低遅延の通信リンクを通信経路として選択しやすくなるように構成されている。
- [0022] 図 1 2 に示した例では、例えば通信リンク a のコスト値は” 1 ”、通信リンク b のコスト値は” 2 ”、通信リンク c のコスト値は” 4 ”、通信リンク d のコスト値は” 1 ”、通信リンク e のコスト値は” 3 0 ”、通信リンク f のコスト値は” 3 0 ” であるとする。
- [0023] 例えば、無線通信システム 1 は、基地局 2 - 1 とノード局 3 - 1 との通信リンク (フィーダリンク)、及び、基地局 2 - 2 とノード局 3 - 2 との通信リンク (フィーダリンク) がそれぞれ雨雲などによって遮断された場合 (通信不可となった場合)、基地局 (地上基地局) と通信可能なフィーダリンクを有するノード局にトラフィック (データ) を転送する。
- [0024] このとき、無線通信システム 1 は、コスト値の合計が最小となる通信経路を選択する。つまり、端末局 4 - 1 は、コスト値の合計が最小の 3 (= 1 + 2) となる通信リンク a, b を介して基地局 2 - 4 に接続される。端末局 4 - 2 は、コスト値の合計が最小の 2 となる通信リンク b を介して基地局 2 - 4 に接続される。
- [0025] したがって、通信リンク b には、端末局 4 - 1 からのトラフィックと、端末局 4 - 2 からのトラフィックが集中することになり、輻輳が生じ得る。
- [0026] そこで、以下に説明する一実施形態にかかる無線通信システム 1 a は、複数の無線通信装置間の通信状況が変動しても、特定の通信経路にトラフィックが集中することを低減しつつ、効率的に無線通信を行うことができるように構成されている。
- [0027] 図 1 は、一実施形態にかかる無線通信システム 1 a の構成例を示す図である。図 1 に示すように一実施形態にかかる無線通信システム 1 a は、例えば複数の基地局 (地上基地局) 5、及び複数のノード局 6 を備え、複数の端末局 (地上端末局) 7 がそれぞれ接続可能にされている。
- [0028] ノード局 6 は、静止衛星 (GEO)、中軌道衛星 (MEO)、低軌道衛星

(LEO)、高高度疑似衛星(HAPS)、ドローン、無人飛行体(UAV)、又は航空機などである。

[0029] ノード局6それぞれは、通信リンクを互いに接続し、基地局5とも通信リンクを接続し、ノード局の種別ごとにネットワークを形成している。例えばノード局ネットワークAは、静止衛星である複数のノード局6を含み、ノード局ネットワークBは、無人飛行体である複数のノード局6を含む。

[0030] また、複数の基地局5それぞれは、モバイルネットワーク10を介してネットワーク制御装置8及びインターネット網12に接続されている。ネットワーク制御装置8は、各ノード局6などからモバイルネットワーク10を介して情報を取得する。ネットワーク制御装置8は、定期的に情報を取得してもよいし、フィーダリンク切断などのイベントが発生したときに、ノード局6から情報を受信してもよい。

[0031] なお、ノード局6などのように、複数ある構成のいずれかを特定する場合には、ノード局6-1、ノード局6-2、ノード局6-3・・・のように記載して区別することとする。

[0032] ノード局6それぞれは、送信バッファを備えて移動する無人飛行体又は衛星などの非地上で移動する無線通信装置であり、それぞれルーティング機能を含むモバイル基地局機能を備えて、それぞれ通信リンクを接続してNTNを構成している。

[0033] そして、無線通信システム1aは、複数のノード局6が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送するときに、通信リンクごとに算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として選択する。

[0034] 図2は、ノード局6の構成例を示す図である。図2に示すように、ノード局6は、例えば複数のノード局間通信部60、端末局間通信部61、基地局間通信部62、トラフィックモニタ63、フィーダリンク監視部64、及びルート制御部65を有する。

[0035] ノード局間通信部60は、近接する他のノード局6との間で通信リンクを接続して無線通信を行う。端末局間通信部61は、所定の通信エリア内の端

末局 7 との間で通信リンクを接続して無線通信を行う。基地局間通信部 6 2 は、所定の通信エリア内の基地局 5 との間で通信リンクを接続して無線通信を行う。

- [0036] トラフィックモニタ 6 3 は、例えば各ノード局間通信部 6 0、端末局間通信部 6 1、及び基地局間通信部 6 2 それぞれのトラフィック量などを検出し、検出したトラフィック量それぞれをルート制御部 6 5 に対して出力する。また、トラフィックモニタ 6 3 は、当該ノード局 6 の送信バッファの使用状況を測定する。
- [0037] フィーダリンク監視部 6 4 は、基地局間通信部 6 2 が行うフィーダリンクを監視し、監視したフィーダリンクの結果をルート制御部 6 5 に対して出力する。
- [0038] ルート制御部 6 5 は、例えばトラフィックモニタ 6 3 から入力されたトラフィック量及び送信バッファの使用状況それぞれ、及びフィーダリンク監視部 6 4 から入力されたフィーダリンクの結果などに基づいて、無線通信システム 1 a の複数の通信リンクそれぞれのコスト値を算出し、無線通信システム 1 a において伝送するパケット（データ）の通信経路（ルート）などを決定して制御する。
- [0039] つまり、ルート制御部 6 5 は、コスト値の計算、隣接する他のノード局 6 とのコスト値の交換、及びトラフィックの通信経路の決定を行う。
- [0040] 図 3 は、ルート制御部 6 5 の構成例を示す図である。図 3 に示すように、ルート制御部 6 5 は、例えば記憶部 6 5 0、取得部 6 5 2、算出部 6 5 4、決定部 6 5 6、及び変更部 6 5 8 を有する。
- [0041] 記憶部 6 5 0 は、メモリなどであり、例えばルート制御部 6 5 が複数の通信リンクそれぞれのコスト値を算出して通信経路を制御するために必要なデータを記憶しており、記憶しているデータを算出部 6 5 4 及び決定部 6 5 6 からのアクセスに応じて出力する。
- [0042] 取得部 6 5 2 は、トラフィックモニタ 6 3 が出力したトラフィック量及び送信バッファの使用状況それぞれ、及びフィーダリンク監視部 6 4 が出力し

たフィーダリンクの結果などを取得し、算出部654及び変更部658に対して出力する。

[0043] 例えば、取得部652は、ノード局6それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得し、算出部654及び変更部658に対して出力する。

[0044] より具体的には、取得部652は、ノード局6それぞれの送信バッファの使用率を対応情報としてそれぞれ取得する。また、取得部652は、通信経路が切替えられたことにより新たに当該ノード局6に対して入力されるデータ量を当該ノード局6が伝送するデータ量から差し引いた後のデータ量に対応情報としてそれぞれ取得してもよい。また、取得部652は、ノード局6それぞれが受信するデータのC/N（搬送波対雑音比）を対応情報としてそれぞれ取得してもよい。

[0045] 算出部654は、記憶部650が記憶しているデータ、及び、取得部652が取得した対応情報（トラフィック量など）それぞれを用いてコスト値を算出し、算出したコスト値を用いて、複数のノード局6間のコスト値を算出する。そして、算出部654は、算出した複数のノード局6間のコスト値を記憶部650及び決定部656に対して出力する。

[0046] また、算出部654は、後述する変更部658がコスト値を変更した場合には、変更部658が変更したコスト値を用いて、複数のノード局6間のコスト値を算出する。

[0047] 決定部656は、記憶部650が記憶しているデータ、及び、算出部654が算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定し、決定した通信経路を示す情報を、ノード局6を構成する各部へ出力する。

[0048] また、決定部656は、算出部654が算出した全ての通信経路のコスト値が所定の閾値以上であった場合、予め定められた特定の通信経路を特定のデータに対する通信経路として決定してもよい。

[0049] 変更部658は、取得部652が取得した対応情報それぞれに基づいて、複数のノード局6間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更し、変更した

コスト値を算出部654に対して出力する。

[0050] つまり、算出部654は、無線通信システム1aにおける通信リンクの通信状況が変動した場合、変更部658が通信状況に応じて変更したコスト値を用いて、複数のノード局6間のコスト値を算出する。そして、決定部656は、通信リンクの通信状況の変動に応じて無線通信システム1aにおける通信経路を決定する適応制御を行う。

[0051] 次に、無線通信システム1aのより具体的な動作例（第1動作例～第4動作例）について説明する。図4は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第1動作例を示すフローチャートである。

[0052] 図4に示すように、ステップ100（S100）において、無線通信システム1aは、例えばノード局6が通信経路の決定の集中制御を行うか否かを判定する。ノード局6は、集中制御を行う場合（S100：Yes）にはS102の処理に進み、集中制御を行わない場合（S100：No）にはS104の処理に進む。

[0053] ステップ102（S102）において、ノード局6は、各ノード局6から送信バッファの使用率を収集する。

[0054] ステップ104（S104）において、ノード局6は、各ノード局6の送信バッファの使用率を確認する。例えば、ノード局6は、コスト値の変更が必要となる通信状況の変動があるか否かを、各ノード局6の送信バッファの使用率を用いて確認する。

[0055] ステップ106（S106）において、ノード局6は、送信バッファの使用率に応じて、通信リンクそれぞれのコスト値を変更する。

[0056] ステップ108（S108）において、ノード局6は、変更後のコスト値を用いて、通信リンクの合計コスト値が最小となる通信経路を算出する。

[0057] 図5は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第1動作例を示す図である。図5に示すように、例えばノード局6-1は、通信リンクaにより1Gbpsのデータをノード局6-2へ送信し、ノード局6-2を介してデータをノード局6-3へ伝送する。

[0058] ノード局6は、送信バッファの使用率に応じて通信リンクのコスト値を変更する。送信バッファ使用率は、下式(2)によって算出される。

[0059] [数2]

$$\text{送信バッファ使用率} = \frac{\text{送信バッファに格納中の合計パケットサイズ}_{[byte]}}{\text{送信バッファサイズ}_{[byte]}} \quad \dots(2)$$

[0060] また、このときのコスト値は、下式(3)によって算出される。

[0061] [数3]

$$\frac{\text{リンク速度の基準値}}{\text{リンク速度} \times \left(\frac{1 - \text{ノード局の送信バッファ使用率}}{\text{ノード局への入力リンク数}} \right)} + \frac{\text{リンク遅延}}{\text{リンク遅延の基準値}} \quad \dots(3)$$

[0062] ここで、ノード局6-2への入力リンク数は1であり、バッファの使用率が75%になったとする。通信リンクaからノード局6-2へ入力可能なトラフィックは、 $1 \text{ Gbps} \times (1 - 0.75) = 0.25 \text{ Gbps}$ となる。

[0063] この場合、ノード局6-2は、通信リンクaのリンク速度を0.25 Gbpsとしてコスト値を変更する。

[0064] 図6は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第2動作例を示すフローチャートである。図6に示すように、ステップ200(S200)において、無線通信システム1aは、例えばノード局6が通信経路の決定の集中制御を行うか否かを判定する。ノード局6は、集中制御を行う場合(S200:Yes)にはS202の処理に進み、集中制御を行わない場合(S200:No)にはS204の処理に進む。

[0065] ステップ202(S202)において、ノード局6は、各ノード局6からフィードリンクの状態を収集する。

[0066] ステップ204(S204)において、ノード局6は、フィードリンクの切断を検出する。

[0067] ステップ206(S206)において、ノード局6は、合計コスト値が最小となる通信経路を算出し、通信経路を変更する。

[0068] ステップ208(S208)において、ノード局6は、新たな通信経路に含まれる通信ルートのコスト値を変更する。

[0069] 図7は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第2動作例を示す図である。図7に示すように、例えば端末局7-1は、通信リンクa, bを介して1 Gbpsのデータを基地局5-1へ伝送しようとする。このとき、無線通信システム1aは、ノード局6-1と基地局5-1とのフィーダリンク（通信リンクb）が降雨などにより通信不可である場合、通信リンクa, c, eを介する新たな通信経路に切替えを行った後、新たな通信経路に含まれる通信ルートのコスト値を変更する。この場合、端末局7-1は、ノード局6-1及びノード局6-2を介して他の基地局（基地局5-2）へデータを伝送する。

[0070] 具体的には、ノード局6は、下式（4）によってコスト値を算出する。

[0071] [数4]

$$\frac{\text{リンク速度の基準値}}{\text{リンク速度} - \text{フィーダリンクの速度}} + \frac{\text{リンク遅延}}{\text{リンク遅延の基準値}} \quad \dots(4)$$

[0072] 無線通信システム1aは、新たな通信経路に含まれる通信リンクcには、最大で通信不可となったフィーダリンクのリンク速度分（1 Gbps）のトラフィックが入力されると想定し、通信リンクcのリンク速度（5 Gbps）から1 Gbpsを減算した4 Gbpsをリンク速度として変更後のコスト値を計算する。つまり、通信リンクcのリンク速度は5 Gbpsであっても、ノード局6-2は、通信リンクcのリンク速度を5 Gbps - 1 Gbps = 4 Gbpsとしてコスト値を算出する。

[0073] 図8は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第3動作例を示すフローチャートである。図8に示すように、ステップ300（S300）において、無線通信システム1aは、フィーダリンクの受信C/N低下を検出する。

[0074] ステップ302（S302）において、ノード局6は、受信C/Nに応じてフィーダリンク速度を変更する

[0075] ステップ304（S304）において、ノード局6は、変更後のフィーダリンク速度に応じてコスト値を変更する。

- [0076] ステップ306 (S306) において、ノード局6は、変更後のコスト値を用いて、合計コスト値が最小となる通信経路を算出する。
- [0077] つまり、無線通信システム1aは、第3動作例において、フィードリンクの受信C/Nに応じてリンク速度を適応制御（降雨などにより受信C/Nが低下したときは、リンク速度を低下させて通信を継続させる）し、変更後のリンク速度に応じてコスト値を計算する。
- [0078] 図9は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第4動作例を示すフローチャートである。図9に示すように、ステップ400 (400) において、無線通信システム1aは、合計コスト値が最小となる通信経路を算出する。
- [0079] ステップ402 (S402) において、ノード局6は、合計コスト値の最小値が所定の閾値以上であるか否かを判定する。ノード局6は、合計コスト値の最小値が所定の閾値以上である場合 (S402: Yes) にはS404の処理に進み、合計コスト値の最小値が所定の閾値未満である場合 (S402: No) にはS408の処理に進む。
- [0080] ステップ404 (S404) において、ノード局6は、合計コスト値の最小値が所定の閾値以上である通信経路による伝送するルーティング対象のデータが予め定められた特定トラフィックに該当するか否かを判定する。ノード局6は、データが特定トラフィックに該当する場合 (S404: Yes) にはS406の処理に進み、データが特定トラフィックに該当しない場合 (S404: No) にはS408の処理に進む。
- [0081] ステップ406 (S406) において、ノード局6は、特定トラフィックに該当するデータを伝送する通信経路を、コスト値によらず、予め定められた固定通信経路に決定する。
- [0082] ステップ208 (S208) において、ノード局6は、特定トラフィックに該当しないデータを伝送する通信経路を、コスト値が最小である通信経路に決定する。
- [0083] 図10は、一実施形態にかかる無線通信システム1aの第4動作例を示す

図である。無線通信システム 1 a は、合計コスト値に閾値を設定し、いずれの通信経路も合計コスト値が所定の閾値以上である場合、いずれの通信経路も混雑していると想定する。そして、無線通信システム 1 a は、コスト値によらず、予め定められた固定通信経路を用いて特定トラフィックを通信させる。

[0084] 図 10 に示した例において、ノード局 6-1 と基地局 5-1 の通信リンク、ノード局 6-2 と基地局 5-2 の通信リンク、及びノード局 6-3 と基地局 5-3 の通信リンクがそれぞれ雨雲などによって通信不可であるとする。

[0085] このとき、無線通信システム 1 a は、端末局 7-1 が送信するデータを伝送するために、通信可能な基地局 5-4 又は基地局 5-5 のいずれかに向けてデータを転送する。例えば、通信リンク a, b を用いる通信経路 X、通信リンク c, d を用いる通信経路 Y、及び通信リンク e, f を用いる通信経路 Z がデータの転送に使用可能である。

[0086] 例えば、通信経路 X、Y、Z それぞれの合計コスト値を以下の通りとする。

通信経路 X : 20

通信経路 Y : 18

通信経路 Z : 40

[0087] また、通信経路に対する合計コスト値の閾値が 15 であるとする。ここで、端末局 7-1 が送信するデータが予め定められた特定トラフィックに該当する場合、無線通信システム 1 a は、合計コスト値が最小である通信経路 Y の合計コスト値 18 が閾値 15 を超過しているため、合計コスト値によらず、予め定められた固定通信経路 Z を、端末局 7-1 が送信するデータの通信経路として決定する。

[0088] なお、ノード局 6 は、特定トラフィックであるか否かを、端末局 7 からの QCI (QoS Class Identifier) などを用いて決定する。また、無線通信システム 1 a は、上述した第 1 動作例～第 4 動作例までの動作を組み合わせて動作するように構成されてもよい。

- [0089] 次に、無線通信システム1aの変形例について説明する。図11は、一実施形態にかかる無線通信システム1aにおけるネットワーク制御装置8の変形例（ネットワーク制御装置8a）の構成を例示する図である。
- [0090] ネットワーク制御装置8aは、例えば収集部80及びルート制御部65を有する。収集部80は、モバイルネットワーク10を介して伝送されるデータを収集し、ルート制御部65に対して出力する。収集部80が収集するデータは、上述したノード局6が取得するデータと同様である。
- [0091] 例えば、収集部80は、各ノード局6が取得した送信バッファの使用状況や、フィードリンク状態を収集する。
- [0092] また、ネットワーク制御装置8aは、ノード局6が備えるルート制御部65と同様の機能（図3参照）を有し、無線通信システム1aにおける通信経路を適応制御する。したがって、無線通信システム1aは、ネットワーク制御装置8aが通信経路を適応制御する機能を備えていれば、ノード局6それぞれが通信経路を適応制御する機能を備えていなくてもよい。
- [0093] このように、無線通信システム1aは、ノード局6それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得し、取得した対応情報それぞれに基づいて、複数のノード局6間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更するので、複数の基地局5、ノード局6、及び端末局7などの無線通信装置間の通信状況が変動しても、特定の通信経路にトラフィックが集中することを低減しつつ、効率的に無線通信を行うことができる。
- [0094] なお、基地局5、ノード局6、端末局7、及びネットワーク制御装置8、8aがそれぞれ有する各機能は、それぞれ一部又は全部がPLD（Programmable Logic Device）やFPGA（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアによって構成されてもよいし、CPU等のプロセッサが実行するプログラムとして構成されてもよい。
- [0095] 例えば、本発明にかかる無線通信システム1aは、コンピュータとプログラムを用いて実現することができ、プログラムを記憶媒体に記録することも

、ネットワークを通して提供することも可能である。

符号の説明

[0096] 1, 1 a . . . 無線通信システム、2, 5 . . . 基地局、3, 6 . . . ノード局、4, 7 . . . 端末局、8, 8 a . . . ネットワーク制御装置、10 . . . モバイルネットワーク、12 . . . インターネット網、60 . . . ノード局間通信部、61 . . . 端末局間通信部、62 . . . 基地局間通信部、63 . . . トラフィックモニタ、64 . . . フィーダリンク監視部、65 . . . ルート制御部、80 . . . 収集部、650 . . . 記憶部、652 . . . 取得部、654 . . . 算出部、656 . . . 決定部、658 . . . 変更部

請求の範囲

- [請求項1] 送信バッファを備えて移動する複数のノード局が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送する無線通信方法において、
前記ノード局それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得する取得工程と、
取得した前記対応情報それぞれに基づいて、複数の前記ノード局間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更する変更工程と、
変更したコスト値を用いて、複数の前記ノード局間のコスト値を算出する算出工程と、
算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定する決定工程と
を含むことを特徴とする無線通信方法。
- [請求項2] 前記取得工程では、
前記ノード局それぞれの送信バッファの使用率を前記対応情報としてそれぞれ取得すること
を特徴とする請求項1に記載の無線通信方法。
- [請求項3] 前記取得工程では、
通信経路が切替えられたことにより新たに前記ノード局に対して入力されるデータ量を前記ノード局が伝送するデータ量から差し引いた後のデータ量を前記対応情報としてそれぞれ取得すること
を特徴とする請求項1又は2に記載の無線通信方法。
- [請求項4] 前記取得工程では、
前記ノード局それぞれが受信するデータのC/Nを前記対応情報としてそれぞれ取得すること
を特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の無線通信方法。
- [請求項5] 前記決定工程では、
前記算出工程により算出した全ての通信経路のコスト値が所定の閾値以上であった場合、予め定められた特定の通信経路を特定のデータ

に対する通信経路として決定すること

を特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の無線通信方法。

[請求項6]

送信バッファを備えて移動する複数のノード局が切替可能な無線の通信経路を介してデータを伝送する無線通信システムにおいて、

前記ノード局それぞれが伝送するデータ量に対応する対応情報を通信状況が変動するごとにそれぞれ取得する取得部と、

前記取得部が取得した前記対応情報それぞれに基づいて、複数の前記ノード局間の単位リンク速度当たりのコスト値を変更する変更部と、

、

前記変更部が変更したコスト値を用いて、複数の前記ノード局間のコスト値を算出する算出部と、

前記算出部が算出したコスト値の合計が最小となる経路を通信経路として決定する決定部と

を有することを特徴とする無線通信システム。

[請求項7]

前記取得部は、

前記ノード局それぞれの送信バッファの使用率、前記ノード局それぞれが受信するデータの C/N、及び、通信経路が切替えられたことにより新たに前記ノード局に対して入力されるデータ量を前記ノード局が伝送するデータ量から差し引いた後のデータ量の少なくともいずれかを、前記対応情報としてそれぞれ取得すること

を特徴とする請求項 6 に記載の無線通信システム。

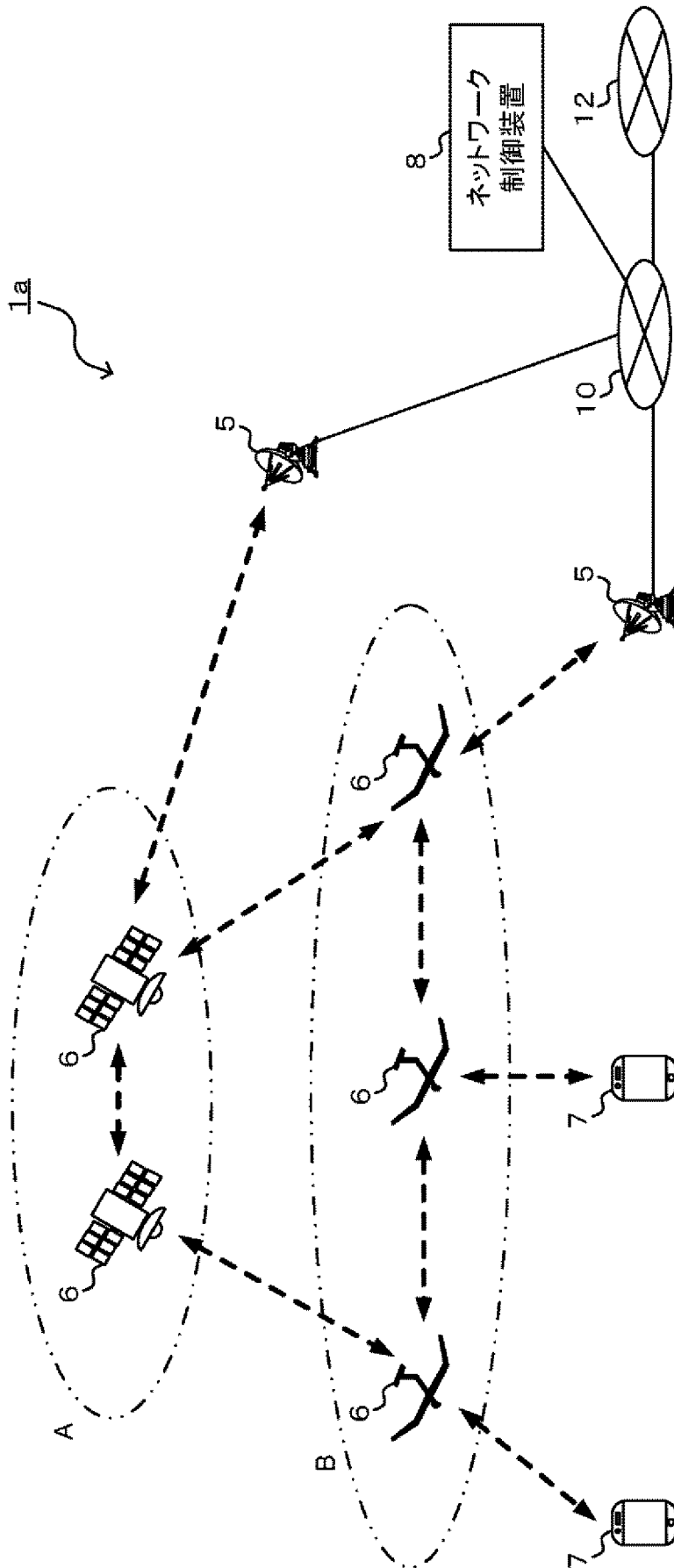
[請求項8]

前記決定部は、

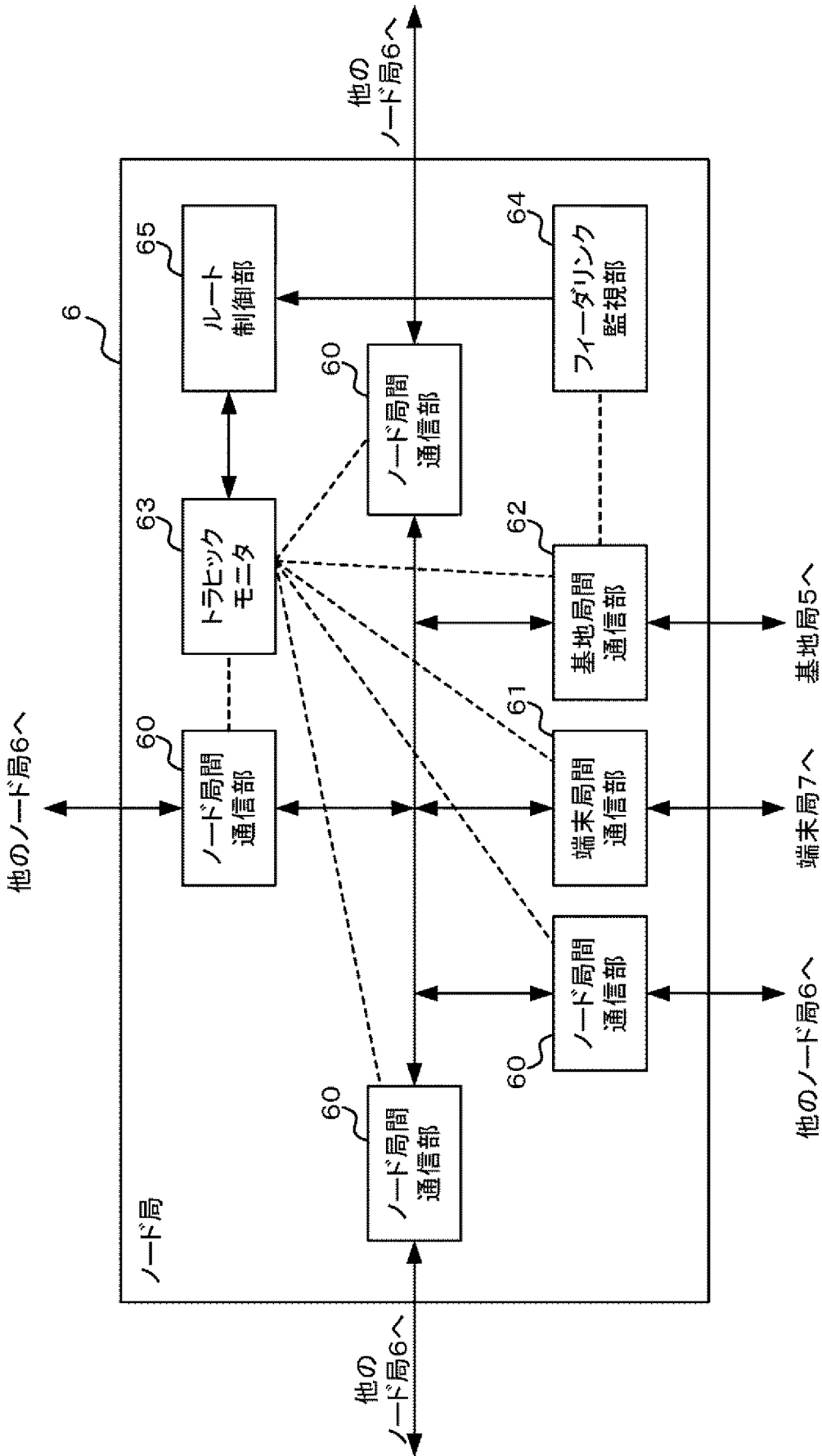
前記算出部が算出した全ての通信経路のコスト値が所定の閾値以上であった場合、予め定められた特定の通信経路を特定のデータに対する通信経路として決定すること

を特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の無線通信システム。

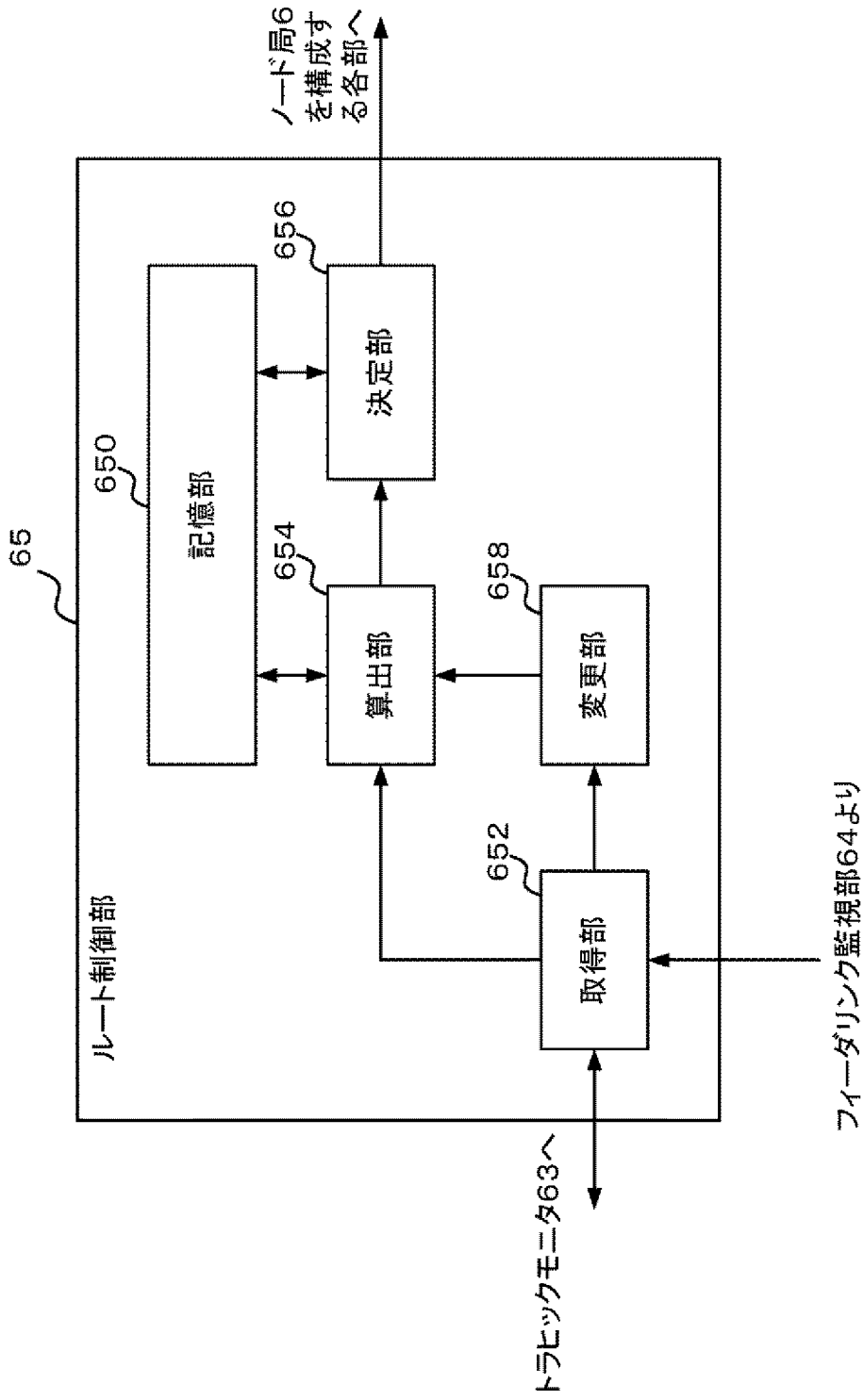
[図1]



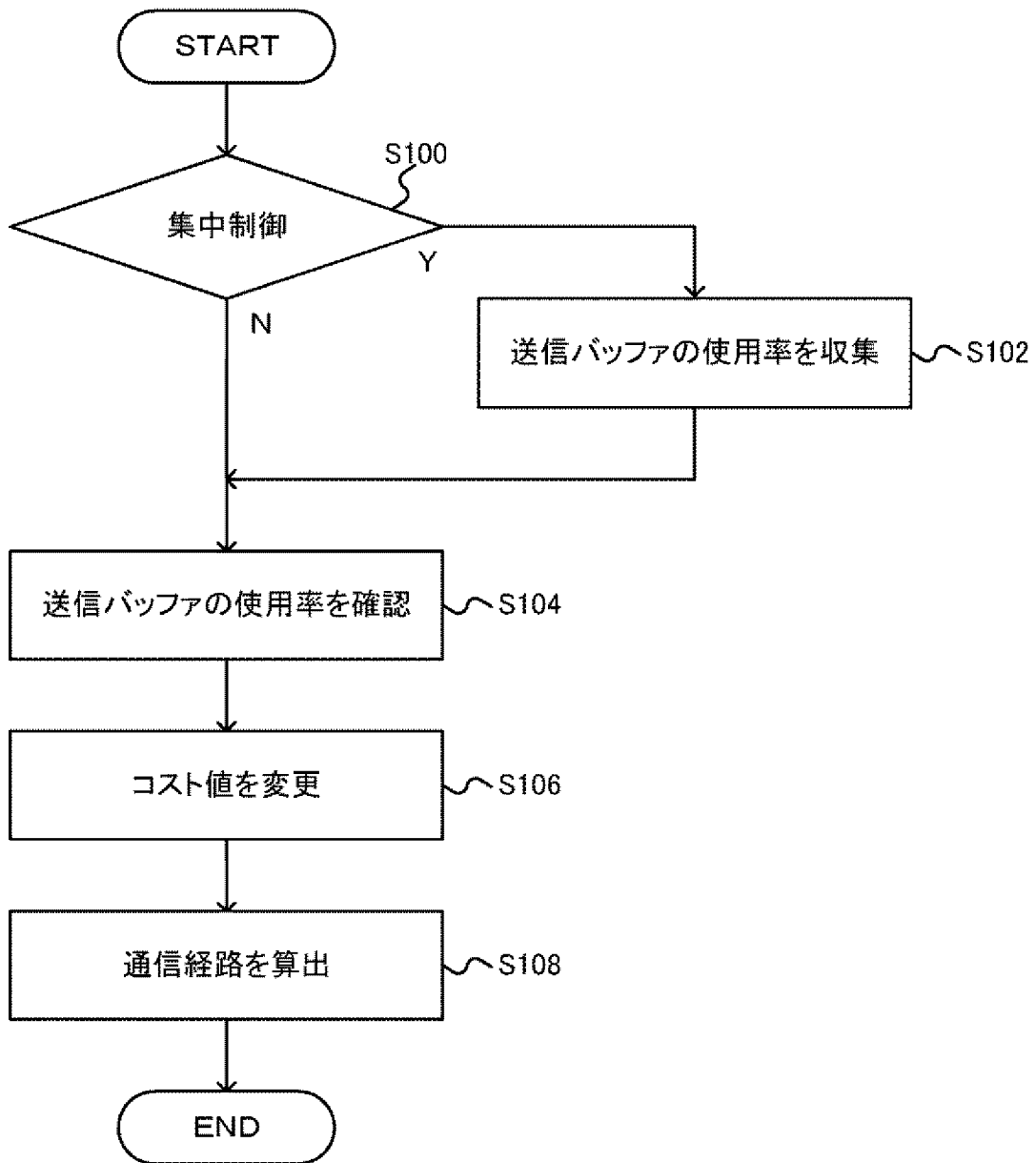
[図2]



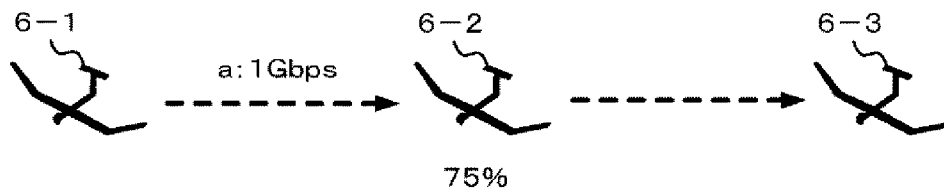
[図3]



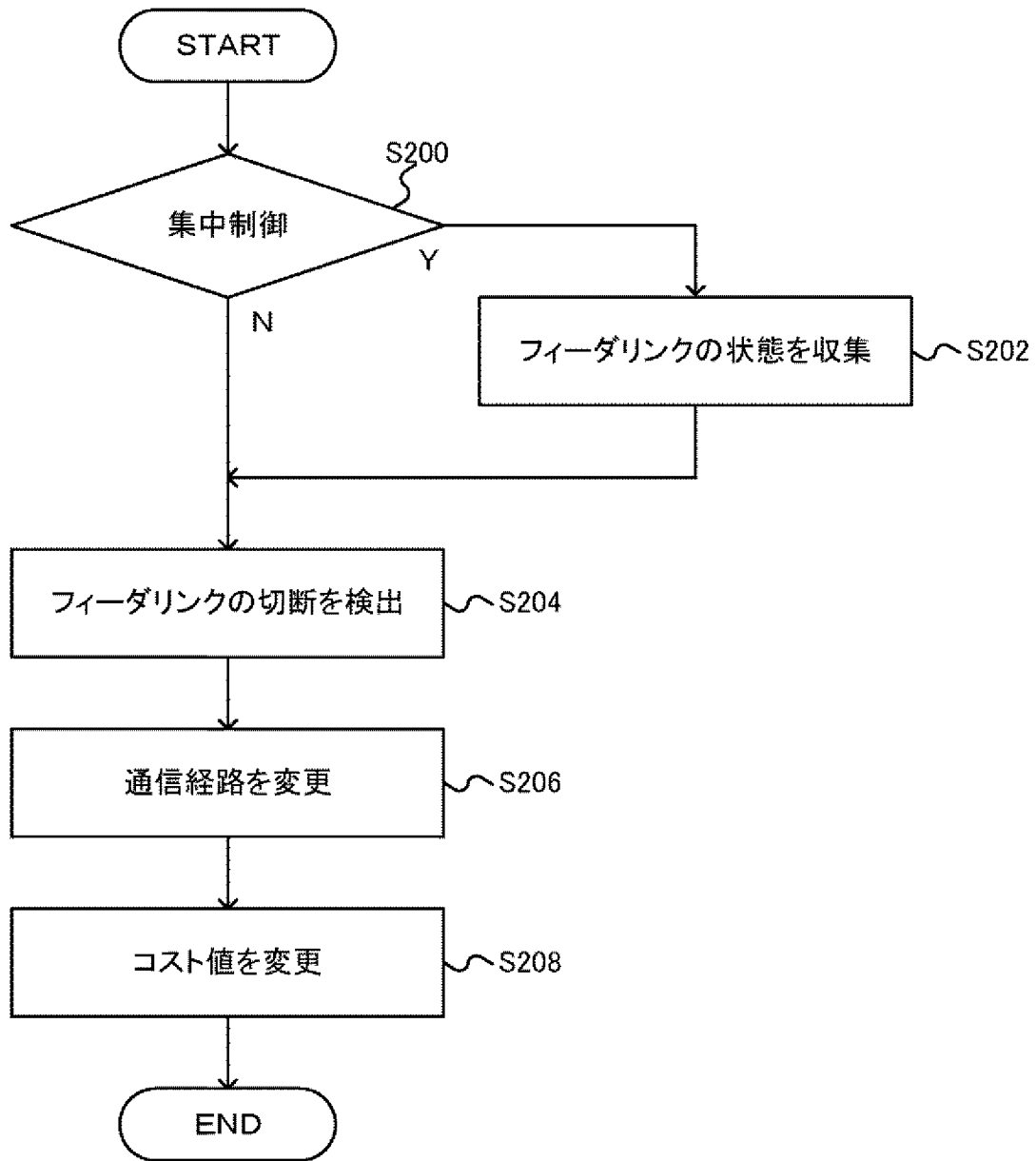
[図4]



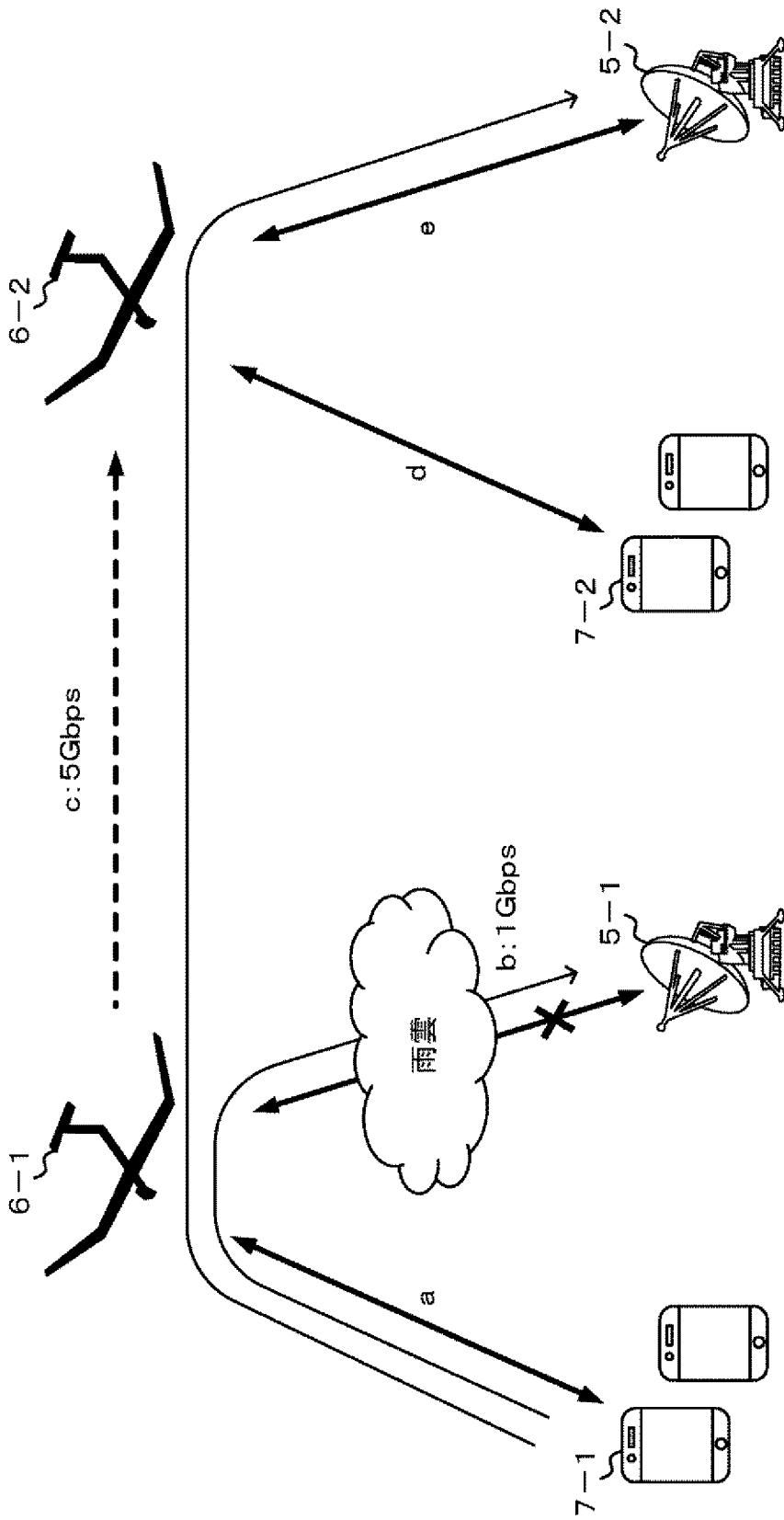
[図5]



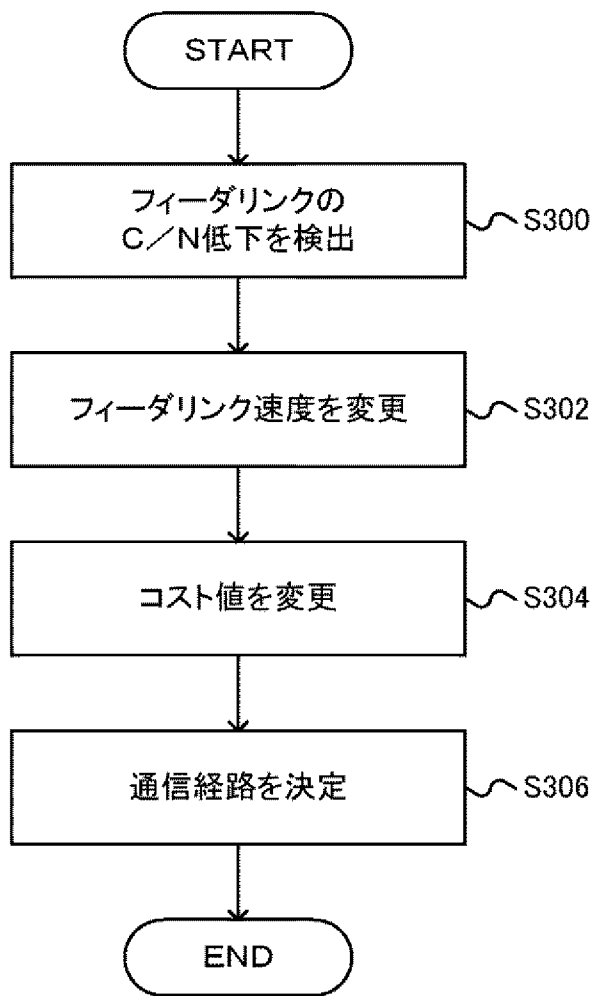
[図6]



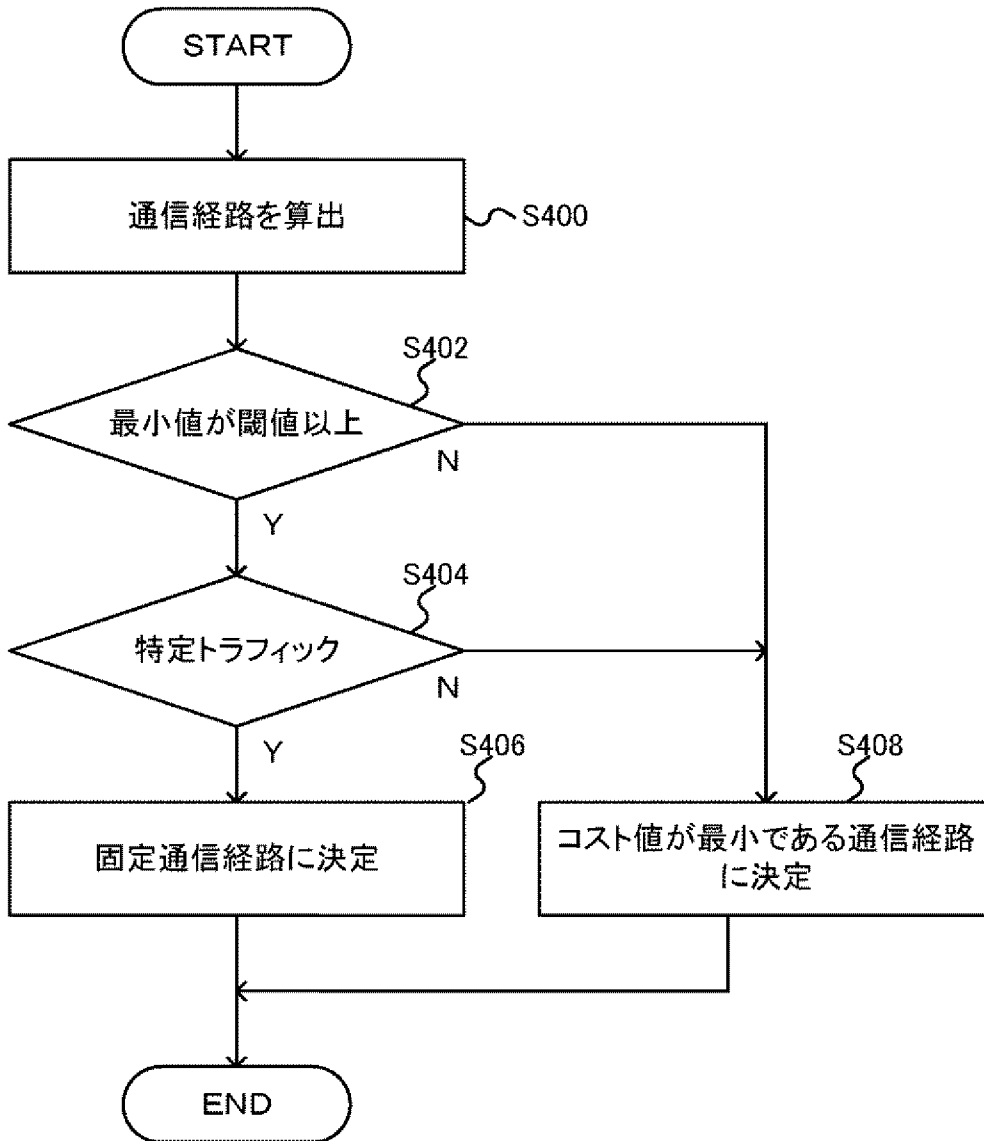
[図7]



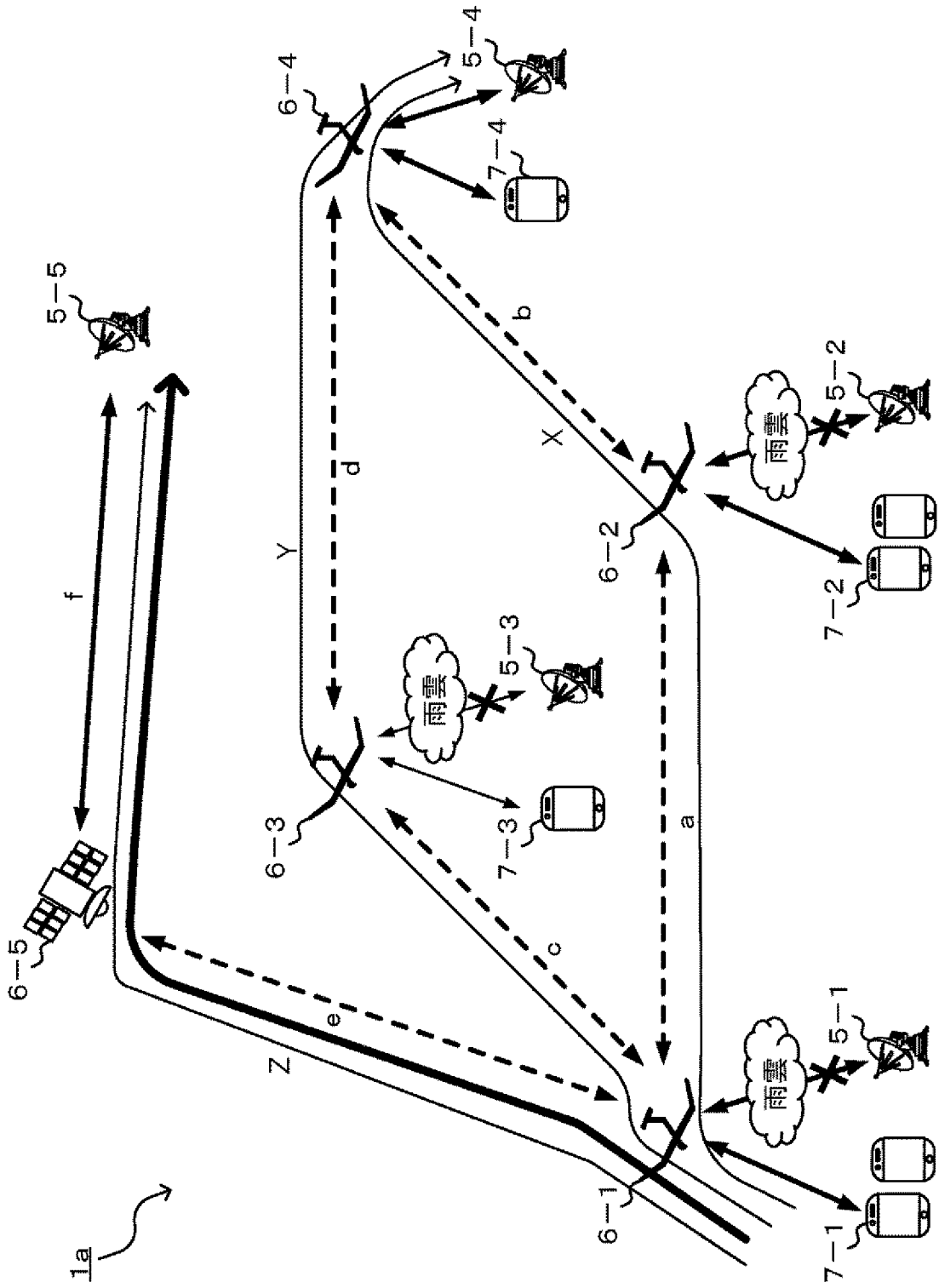
[図8]



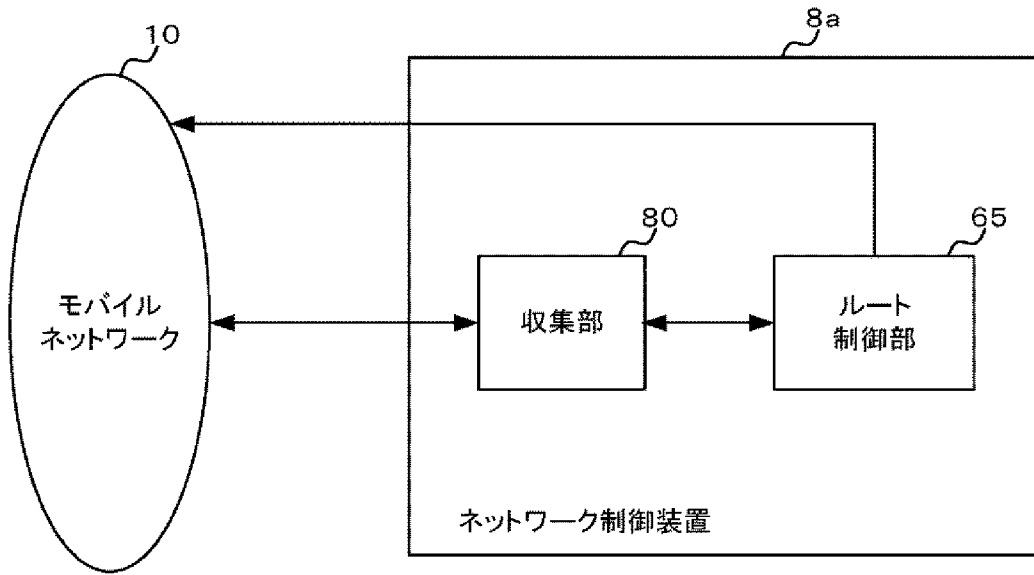
[図9]



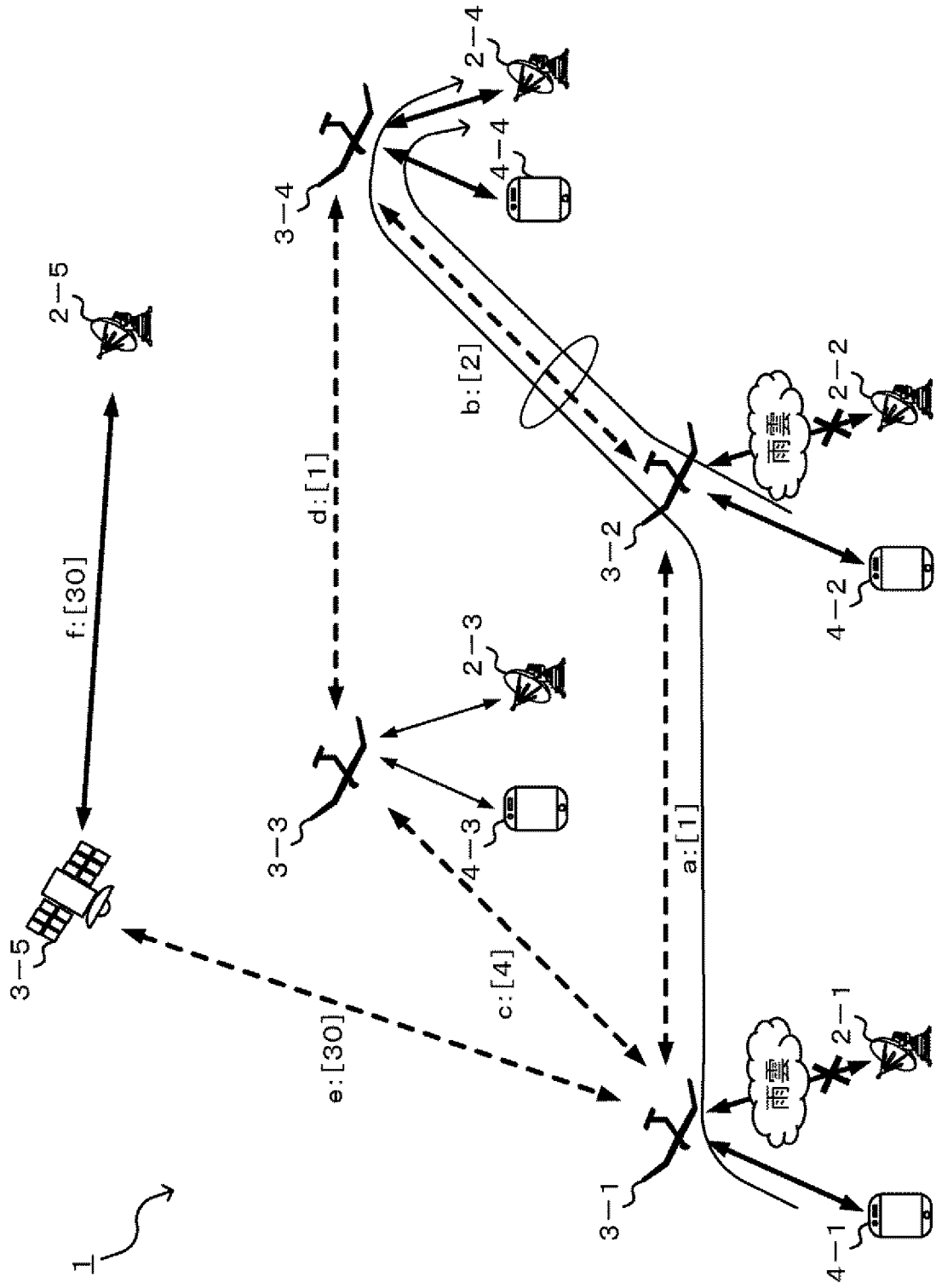
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/003881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04W 40/12</i> (2009.01)i; <i>H04W 40/34</i> (2009.01)i; <i>H04W 84/06</i> (2009.01)i FI: H04W40/12 110; H04W84/06; H04W40/34		
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) H04W40/12; H04W40/34; H04W84/06		
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	吉田和真, 階層型衛星ネットワークにおける宛先の輻輳状態を考慮した経路制御に関する検討, 電子情報通信学会技術研究発表, vol. 112, no. 51, 17 May 2012, (YOSHIDA, Kazuma. A Study on a Route Control Method to Avoid Congestion in the Destination Area for Two-Layered Satellite Networks. IEICE Technical Report.) pages 23-28	1-8
A	JP 2010-178145 A (OKI ELECTRIC IND. CO., LTD.) 12 August 2010 (2010-08-12) entire text, all drawings	1-8
A	JP 2002-64550 A (NIPPON TELEGR. & TELEPH. CORP.) 28 February 2002 (2002-02-28) entire text, all drawings	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 April 2022		Date of mailing of the international search report 19 April 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/JP2022/003881

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-178145	A	12 August 2010	US 2010/0195560 A1 whole document	
JP	2002-64550	A	28 February 2002	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 40/12(2009.01)i; H04W 40/34(2009.01)i; H04W 84/06(2009.01)i FI: H04W40/12 110; H04W84/06; H04W40/34		
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）） H04W40/12; H04W40/34; H04W84/06 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	吉田 和真 Kazuma YOSHIDA, 階層型衛星ネットワークにおける宛先の輻輳状態を考慮した経路制御に関する検討 A Study on a Route Control Method to Avoid Congestion in the Destination Area for Two-Layered Satellite Networks, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 112 No. 51 IEICE Technical Report, 2012.05.17 Pages 23-28	1-8
A	JP 2010-178145 A (沖電気工業株式会社) 12.08.2010 (2010-08-12) 全文全文	1-8
A	JP 2002-64550 A (日本電信電話株式会社) 28.02.2002 (2002-02-28) 全文全文	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	“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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 “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	12.04.2022	国際調査報告の発送日 19.04.2022
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） ▲高▼木 裕子 5J 5884 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/JP2022/003881

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-178145 A	12.08.2010	US 2010/0195560 A1 Whole document	
JP 2002-64550 A	28.02.2002	(ファミリーなし)	