

(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5月16日(16.05.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/100799 A1

(51) 国際特許分類:

H04W 16/18 (2009.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2022/041707

(22) 国際出願日:

2022年11月9日(09.11.2022)

(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: 中平俊朗 (NAKAHIRA, Toshiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 村

山 大輔 (MURAYAMA, Daisuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 高谷 聡 (TAKATANI, So); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 守山 貴庸 (MORIYAMA, Takatsune); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

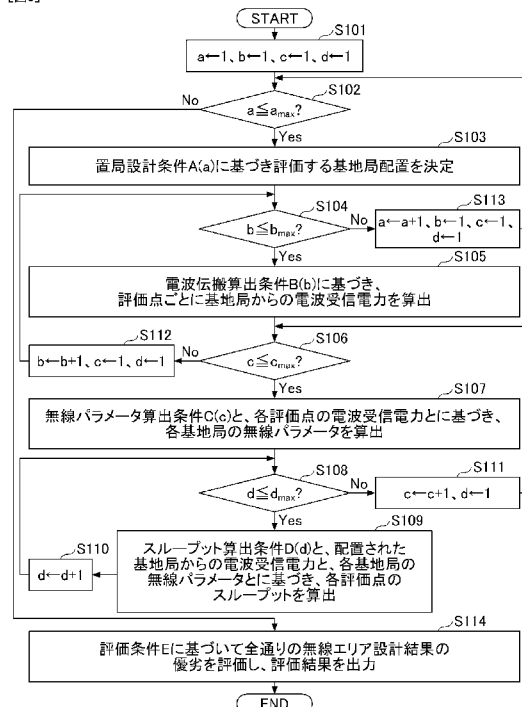
(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadahige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: WIRELESS AREA DESIGN ASSISTANCE DEVICE, WIRELESS AREA DESIGN ASSISTANCE METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 無線エリア設計支援装置、無線エリア設計支援方法及びプログラム

[図3]



S103... DETERMINE BASE STATION ARRANGEMENT ON BASIS OF STATION PLACEMENT DESIGN CONDITION A(a)
S105... CALCULATE RECEIVED RADIO WAVE POWER FROM BASE STATION FOR EACH EVALUATION POINT, ON BASIS OF RADIO WAVE PROPAGATION CALCULATION CONDITION B(b)
S107... CALCULATE WIRELESS PARAMETER OF EACH BASE STATION ON BASIS OF WIRELESS PARAMETER CALCULATION CONDITION C(c) AND RECEIVED RADIO WAVE POWER AT EACH EVALUATION POINT
S109... CALCULATE THROUGHPUT OF EACH EVALUATION POINT ON BASIS OF THROUGHPUT CALCULATION CONDITION D(d), RECEIVED RADIO WAVE POWER FROM ARRANGED BASE STATION, AND WIRELESS PARAMETER OF EACH BASE STATION
S114... EVALUATE RELATIVE MERITS AND DEMERITS OF WIRELESS AREA DESIGN RESULT FOR ALL LAYOUTS ON BASIS OF EVALUATION CONDITION E AND OUTPUT EVALUATION RESULTS

(57) Abstract: This wireless area design assistance device enables wireless area design in consideration of communication quality or cost by having: a received power calculation unit that, in regard to base station arrangement relating to wireless communication, calculates, for each of a plurality of layouts having mutually different numbers of base stations, received power with respect to one or more points when base stations are arranged in accordance with the layout; a wireless parameter calculation unit that, on the basis of a prescribed condition, calculates, for each of the layouts, a wireless parameter



BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, 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))

set to a base station pertaining to the layout; a throughput calculation unit that, on the basis of the received power and the wireless parameter, calculates, for each of the layouts, an estimated value of throughput at the one or more points; and an evaluation unit that, on the basis of the number of base stations and/or the estimated value, evaluates the relative merits and demerits of the plurality of layouts.

(57) 要約: 無線エリア設計支援装置は、無線通信に関する基地局の配置について相互に基地局の数が異なる複数通りのレイアウトごとに、1以上の地点について、当該レイアウトに従って基地局が配置された場合の受信電力を算出する受信電力算出部と、前記レイアウトごとに、当該レイアウトに係る基地局に対して設定する無線パラメータを所定の条件に基づいて算出する無線パラメータ算出部と、前記レイアウトごとに、前記受信電力及び前記無線パラメータに基づいて、前記1以上の地点におけるスループットの推定値を算出するスループット算出部と、前記基地局の数及び前記推定値の少なくともいずれか一方に基づいて前記複数通りのレイアウトの優劣を評価する評価部と、を有することで、通信品質又はコストを考慮した無線エリア設計を可能とする。

明 細 書

発明の名称：

無線エリア設計支援装置、無線エリア設計支援方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、無線エリア設計支援装置、無線エリア設計支援方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 無線通信システムのカバーエリア構築のため、基地局配置（設置場所やアンテナ方向）を決める置局設計が行われる。置局設計では、基地局配置を選定した上で、サービスエリアのシミュレーションを行うことがあり、実験式による推定（非特許文献1）や、レイトレーシング法（非特許文献2）などの方法が用いられる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：“移動通信における置局設計”、NTT DoCoMoテクニカルジャーナル vol.2 no.4、[online]、インターネット<https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol2_4/vol2_4_035jp.pdf>

非特許文献2：“電波伝搬推定のための遺伝的アルゴリズムを用いたレイトレーシング方”、NTT DoCoMoテクニカルジャーナル vol.15 no.3、[online]、インターネット<https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol15_3/vol15_3_020jp.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 無線システムの新たな利用形態として、工場等でのビジネス向けの利用拡大が今後見込まれている。コンシューマ向けのベストエフォート型サービスとは異なり、ビジネス向けサービスでは、要求する通信スループットを満た

せるような無線エリア設計が求められると考えられるが、基地局配置を選定した上でサービスエリアのシミュレーションを行う従来技術では、要求する通信スループットを満たすか否かに基づいた無線基地局の置局設計を行えないことが課題となっていた。また、機器コストの考慮も行えなかった。

[0005] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、通信品質又はコストを考慮した無線エリア設計を可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] そこで上記課題を解決するため、無線エリア設計支援装置は、無線通信に関する基地局の配置について相互に基地局の数が異なる複数通りのレイアウトごとに、1以上の地点について、当該レイアウトに従って基地局が配置された場合の受信電力を算出するように構成されている受信電力算出部と、前記レイアウトごとに、当該レイアウトに係る基地局に対して設定する無線パラメータを所定の条件に基づいて算出するように構成されている無線パラメータ算出部と、前記レイアウトごとに、前記受信電力及び前記無線パラメータに基づいて、前記1以上の地点におけるスループットの推定値を算出するように構成されているスループット算出部と、前記基地局の数及び前記推定値の少なくともいずれか一方に基づいて前記複数通りのレイアウトの優劣を評価するように構成されている評価部と、を有する。

発明の効果

[0007] 通信品質又はコストを考慮した無線エリア設計を可能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施の形態における無線エリア設計支援装置10のハードウェア構成例を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態における無線エリア設計支援装置10の機能構成例を示す図である。

[図3]第1の実施の形態における無線エリア設計処理の処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。

[図4] 置局設計条件 A の一例を示す図である。

[図5] 電波伝搬算出条件 B の一例を示す図である。

[図6] 無線パラメータ算出条件 C の一例を示す図である。

[図7] スループット算出条件 D の一例を示す図である。

[図8] 第 2 の実施の形態における無線エリア設計処理の処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明の実施の形態における無線エリア設計支援装置 10 のハードウェア構成例を示す図である。図 1 の無線エリア設計支援装置 10 は、それぞれバス B で相互に接続されているドライブ装置 100、補助記憶装置 102、メモリ装置 103、プロセッサ 104、及びインタフェース装置 105 等を有する。

[0010] 無線エリア設計支援装置 10 での処理を実現するプログラムは、CD-ROM 等の記録媒体 101 によって提供される。プログラムを記憶した記録媒体 101 がドライブ装置 100 にセットされると、プログラムが記録媒体 101 からドライブ装置 100 を介して補助記憶装置 102 にインストールされる。但し、プログラムのインストールは必ずしも記録媒体 101 より行う必要はなく、ネットワークを介して他のコンピュータよりダウンロードするようにしてもよい。補助記憶装置 102 は、インストールされたプログラムを格納すると共に、必要なファイルやデータ等を格納する。

[0011] メモリ装置 103 は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置 102 からプログラムを読み出して格納する。プロセッサ 104 は、CPU 若しくは GPU (Graphics Processing Unit)、又は CPU 及び GPU であり、メモリ装置 103 に格納されたプログラムに従って無線エリア設計支援装置 10 に係る機能を実行する。インタフェース装置 105 は、ネットワークに接続するためのインタフェースとして用いられる。

[0012] 図 2 は、本発明の実施の形態における無線エリア設計支援装置 10 の機能構成例を示す図である。図 2 において、無線エリア設計支援装置 10 は、置

局設計部 11、受信電力算出部 12、無線パラメータ算出部 13、スループット算出部 14 及び評価部 15 等を有する。これら各部は、無線エリア設計支援装置 10 にインストールされた 1 以上のプログラムが、プロセッサ 104 に実行させる処理により実現される。

[0013] 以下、無線エリア設計支援装置 10 が実行する処理手順について説明する。図 3 は、無線エリア設計処理の処理手順の一例を説明するためのフローチャートである。なお、本実施の形態において、置局設計とは、無線システムのカバーエリア構築のため、基地局の配置（設置場所やアンテナ方向）を決めることをいい、無線エリア設計とは、置局設計に加えて基地局に対して設定される無線パラメータ（送信出力、チャネル等）を決めることをいう。

[0014] ステップ S101 において、置局設計部 11 は、変数 a 、 b 、 c 及び d のそれぞれに 1 を代入する。

[0015] 続いて、置局設計部 11 は、 a の値が a_{max} 以下であるか否かを判定する（S102）。 a_{max} は a の上限値であり、予め設定される。

[0016] a の値が a_{max} 以下である場合（S102 で Yes）、置局設計部 11 は、置局設計条件 A (a) に基づき、対象エリアに対する基地局の配置について、評価対象とする基地局配置（基地局のレイアウト）を決定する（S103）。対象エリアとは、無線エリアの設計の対象とされている地理的範囲をいう。また、置局設計条件とは、置局設計における制約条件を示す情報である。

[0017] 図 4 は、置局設計条件 A の一例を示す図である。図 4 に示されるように、置局設計条件 A は、複数通りの置局設計条件を含む。上記の a_{max} は、置局設計条件 A が含む置局設計条件の総数である。置局設計条件 A (a) とは、置局設計条件 A のうち a 番目の（index が a である）置局設計条件を示す。図 4 には、基地局台数が置局設計条件の構成要素として例示されている。すなわち、図 4 には、基地局台数が相互に異なる複数通りの基地局条件が示されている。基地局台数は、配置する基地局の数である。置局設計条件は、基地局台数以外の項目を含んでもよい。例えば、置局設計条件は、基地局の

向き（アンテナの方向）、システムの種別、無線基地局装置の情報、対象エリア内で無線基地局を配置可能な場所、対象エリアの広さ及び形状、構造物の範囲（位置）及び材質等の項目を含んでもよい。これらの項目のうち、各置局設計条件において有効な項目が異なってもよい。

[0018] なお、置局設計条件に基づく（置局設計を満たす）基地局配置の決定は、公知技術に基づいて行われればよい。

[0019] 続いて、受信電力算出部12は、 b の値が b_{max} 以下であるか否かを判定する（S104）。 b_{max} は b の上限値であり、予め設定される。

[0020] b の値が b_{max} 以下である場合（S104でYes）、受信電力算出部12は、電波伝搬算出条件B（ b ）に基づき、対象エリアの1以上の評価点のそれぞれについていずれか1つの基地局からの電波受信電力を算する（S105）。評価点とは、対象エリアにおいて無線通信が可能であることが要求される場所として予め設定された地点をいう。例えば、端末の利用が想定される場所が評価点として設定される。

[0021] 評価点ごとにいずれか1つの基地局からの電波受信電力が算出されるため、1つの評価点に対して1つの電波受信電力が算出される。例えば、受信電力算出部12は、評価点ごとに、全ての基地局からの電波受信電力を算出し、そのうちの1つの電波受信電力を選択する。或る評価点について選択される電波受信電力は、例えば、当該評価点について算出された電波受信電力のうちの最大値であってもよい。又は、基地局間において無線通信方式が混在している場合には、無線通信方式に優先順位を設け、当該優先順位が考慮された1つの電波受信電力が選択されてもよい。評価点ごとに1つの電波受信電力が選択されることで、評価点ごとに接続先の基地局が選択されることになる。

[0022] なお、電波受信電力の算出に際し、対象エリアにおける各基地局の配置位置は、現時点までで最後に実行されたステップS103において決定された配置位置である。また、電波伝搬算出条件とは、基地局からの電波受信電力の算出方法に関する条件である。

[0023] 図5は、電波伝搬算出条件Bの一例を示す図である。図5に示されるように、電波伝搬算出条件Bは、複数通りの電波伝搬算出方法を含む。上記の b_{max} は、電波伝搬算出条件Bが含む電波伝搬算出方法の総数である。電波伝搬算出条件B（b）とは、電波伝搬算出条件Bのうちb番目の（indexがbである）電波伝搬算出方法を示す。

[0024] 続いて、無線パラメータ算出部13は、cの値が c_{max} 以下であるか否かを判定する（S106）。 c_{max} はcの上限値であり、予め設定される。

[0025] cの値が c_{max} 以下である場合（S106でYes）、無線パラメータ算出部13は、無線パラメータ算出条件C（c）と、各評価点における基地局からの電波受信電力（の最大値）とに基づき、各基地局に設定する無線パラメータを算出する（S107）。

[0026] 図6は、無線パラメータ算出条件Cの一例を示す図である。図6に示されるように、無線パラメータ算出条件Cは、複数通りの利用可能チャネルを含む。上記の c_{max} は、無線パラメータ算出条件Cが含む利用可能チャネルの総数である無線パラメータ算出条件C（c）とは、無線パラメータ算出条件Cのうちc番目の（indexがcである）利用可能チャネルを示す。

[0027] 無線パラメータ算出部13は、無線パラメータ算出条件C（c）が示す利用可能チャネルの範囲の中から各基地局に割り当てる周波数チャネルを算出する。

[0028] 続いて、スループット算出部14は、dの値が d_{max} 以下であるか否かを判定する（S108）。 d_{max} はdの上限値であり、予め設定される。

[0029] dの値が d_{max} 以下である場合（S108でYes）、スループット算出部14は、スループット算出条件D（d）と、各評価点の電波受信電力と、各基地局の無線パラメータとに基づき、各評価点について当該評価点の接続先の基地局との間の無線リンクのスループットの推定値を算出する（S109）。スループット算出条件Dとは、スループットの推定値を算出するための条件である。

[0030] 図7は、スループット算出条件Dの一例を示す図である。図7に示される

ように、スループット算出条件Dは、スループットの推定値を算出するための条件として複数通りの条件を含む。上記の d_{max} は、スループット算出条件Dが含むスループット算出条件の総数であるスループット算出条件D (d) とは、スループット算出条件Dのうちd番目の (indexがdである) スループット算出条件を示す。図7の例において、スループット算出条件は、「通信方向」、「プロトコル」及び「トラヒック量」等を含む。ここで、通信方向が「上り・下り混在」とは、上りと下りのトラヒックを同時に印加した場合の上り、下りそれぞれのスループットの推定値を算出することを意味する。また、「トラヒック量」は、無線リンクに印加するトラヒックの値である。算出されるスループットの推定値は、実際に流れることが推定されるデータ量 (例えば、シミュレーションによって得られる値) である。

[0031] 続いて、スループット算出部14は、dに1を加算して (S110)、ステップS108へ戻る。その結果、dの値が d_{max} を超えると (S108でNo)、スループット算出部14は、cに1を加算すると共にdに1を代入して (S111)、ステップS106へ戻る。その結果、cの値が c_{max} を超えると (S106でNo)、無線パラメータ算出部13は、bに1を加算すると共にc及びdに1を代入して (S112)、ステップS104へ戻る。その結果、bの値が b_{max} を超えると (S104でNo)、受信電力算出部12は、aに1を加算すると共にb、c及びdに1を代入して (S113)、ステップS102へ戻る。その結果、aの値が a_{max} を超えると (S102でNo)、ステップS114へ進む。すなわち、置局設計条件と、電波伝搬算出方法と、無線パラメータ算出条件と、スループット算出条件との全ての (全通りの) 組み合わせについて、基地局配置結果 (S103)、各評価点における電波受信電力の算出結果 (S105)、各基地局の無線パラメータの算出結果 (S107)、及び各評価点のスループットの推定値の算出結果 (S109) の組み合わせ (以下、「無線エリア設計結果」という。) が得られた上で、ステップS114が実行される。

[0032] ステップS114において、評価部15は、評価条件Eに基づいて、全通

りの無線エリア設計結果の優劣を評価し、評価結果を出力する。評価条件Eとは、以下2つの条件に基づいて基地局配置結果を段階的に絞り込むための情報をいう。

(1) 通信品質満足度が目標値以上

(2) 機器の合計コストが最小

ここで、通信品質満足度とは、評価点ごとにスループットに対して予め設定されている閾値に対する充足度合いを示す指標である。例えば、スループットの推定値を当該目標値によって除した値（0以上1以下の値）が通信品質満足度とされてもよい。通信品質満足度の目標値とは、通信品質満足度に対して設定されている閾値をいう。

[0033] また、機器の合計コストは、例えば、必要となる基地局の数とアンテナの数の組み合わせに基づいて算出されてもよい。

[0034] なお、上記(1)及び(2)のうちのいずれか一方のみに基づいて基地局配置結果が絞り込まれてもよい。また、通信品質満足度や機器の合計コストは、複数条件を逐次的に評価することで、段階的に評価されてもよい。例えば、(1)に基づいて絞り込んだ後で、(2)に基づいて一つの基地局配置結果が選択されてもよい。

[0035] 例えば、評価部15は、上記の(1)及び(2)に基づいて選択される1組の無線エリア設計結果（基地局配置結果、当該基地局配置結果に係る電波受信電力、無線パラメータ及びスループットの推定値）を出力する。

[0036] 上述したように、第1の実施の形態によれば、通信品質目標値に対する満足度と機器コストに基づいた無線エリア設計を効率的に行うことができる。すなわち、通信品質又はコストを考慮した無線エリア設計を可能とすることができる。

[0037] 次に、第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態では第1の実施の形態と異なる点について説明する。第2の実施の形態において特に言及されない点については、第1の実施の形態と同様でもよい。

[0038] 図8は、第2の実施の形態における無線エリア設計処理の処理手順の一例

を説明するためのフローチャートである。

[0039] ステップS201において、受信電力算出部12は、変数 i に1を代入する。

[0040] 続いて、受信電力算出部12は、対象エリアに対する基地局の配置位置に関する複数の候補（以下、「基地局候補」という。）の集合（以下、「基地局候補パターン」という。）を算出する（S202）。例えば、対象エリアが長方形の形状でモデル化されている場合であれば、受信電力算出部12は、 x 軸（例えば、長辺側の軸）及び y 軸（例えば、短辺側の軸）方向にそれぞれ等間隔となるように、各候補の座標を算出してもよい。又は、受信電力算出部12は、ランダムに各候補の座標を算出してもよい。又は、対象エリアにおける基地局の配置に関する制約条件（配置不可能な場所等）が考慮されて各候補の座標が算出されてもよい。又は、他の方法によって各候補の座標が算出されてもよいし、各候補の座標は所与の値であってもよい。

[0041] 続いて、受信電力算出部12は、対象エリアにおける評価点ごとに、各基地局候補に基地局が配置された場合の電波受信電力を算出する（S203）。したがって、1つの評価点に対し基地局候補数分の電波受信電力が算出される。なお、基地局候補からの評価点における電波受信電力の算出方法は、図3のステップS105における基地局からの評価点における電波受信電力の算出方法と同様でよい。但し、ここでは、予め設定された所定の1つの電波伝搬算出条件に基づいて電波受信電力が算出される。当該電波伝搬算出条件は、電波伝搬算出条件Bを構成するいずれかの電波伝搬算出条件であってもよいし、そうでなくてもよい。

[0042] 続いて、置局設計部11は、変数 i の値が i_{max} 以下であるか否かを判定する（S204）。 i_{max} は、通信品質満足度の目標を満たす無線エリア設計結果を探索する回数の上限值であり、予め設定される。

[0043] 変数 i の値が i_{max} 以下である場合（S204でYes）、置局設計部11は、 i 台の基地局の配置位置（ i 台の基地局のレイアウト）を基地局候補パタンの中から決定する（S205）。すなわち、 i 個の基地局候補が基地局

の配置先として選択される。以下、選択された基地局候補を「選択基地局候補」という。また、選択基地局候補の集合を「基地局配置結果」という。なお、 i 台の基地局の配置位置の選択は、置局設計条件 A の中で基地局数が i 台である置局設計条件に基づいて行われてもよい。

[0044] 続いて、置局設計部 11 は、評価点ごとに、当該評価点において接続先とする 1 つの選択基地局候補（以下、「接続先候補」という。）を決定する（S206）。或る評価点の接続先候補は、例えば、当該評価点について算出された電波受信電力が最大である選択基地局候補であってもよい。又は、基地局間において無線通信方式が混在している場合には、無線通信方式に優先順位を設け、当該優先順位が考慮されて 1 つの選択基地局候補が決定されてもよい。

[0045] 続いて、無線パラメータ算出部 13 は、予め設定された所定の 1 つの無線パラメータ算出条件と、各評価点における接続先候補からの電波受信電力とに基づき、各接続先候補に係る基地局に対する無線パラメータを算出する（S207）。所定の無線パラメータ算出条件は、無線パラメータ算出条件 C（図 6）のうちのいずれかの無線パラメータ算出条件であってもよいし、他の条件であってもよい。

[0046] 続いて、スループット算出部 14 は、予め設定された所定の 1 つのスループット算出条件と、各評価点の電波受信電力と、各接続先候補に係る基地局の無線パラメータとに基づき、各評価点について接続先候補に係る基地局との間の無線リンクのスループットの推定値を算出する（S208）。所定の 1 つのスループット算出条件は、スループット算出条件 D（図 7）のうちのいずれかの条件であってもよいし、他の条件であってもよい。

[0047] 続いて、評価部 15 は、各評価点のスループットの推定値に基づいて、各評価点の通信品質満足度を算出する（S209）。通信品質満足度の定義は、第 1 の実施の形態と同様でよい。

[0048] 続いて、評価部 15 は、通信品質満足度が目標値以上である評価点の割合が閾値以上であるか否かを判定する（S210）。例えば、当該閾値が 10

0%であれば、全ての評価点において通信品質満足度が目標値以上であるか否かが判定される。

[0049] 通信品質満足度が目標値以上である評価点の割合が閾値以上である場合（S 2 1 0でYes）、評価部15は、現時点での基地局配置結果、各評価点の電波受信電力、無線パラメータ及びスループットの推定値の組み合わせを無線エリア設計結果として出力する（S 2 1 2）。

[0050] 通信品質満足度が目標値以上である評価点の割合が閾値未満である場合（S 2 1 0でNo）、評価部15は、 i に1を加算する（S 2 1 1）。この場合、ステップS 2 0 4以降が再実行される。ステップS 2 0 4以降が繰り返されることで、複数通りの置局配置結果（相互に基地局の数が異なる複数通りのレイアウト）に基づく無線エリア設計について、機器コスト及び通信品質満足度に基づいて優劣が評価される。すなわち、基地局の数が少ない場合の方が優先して（先の順序で）評価されるため、機器コストが低い方が高く評価される。

[0051] ステップS 2 0 4以降の繰り返しの結果、 i が i_{max} を超えた場合（S 2 1 1でNo）、ステップS 2 1 2は実行されずに図8の処理手順は終了する。

[0052] 上述したように、第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態とは異なって網羅的に無線エリア設計は探索されないものの、第1の実施の形態に対して効率的に無線エリア設計を探索することができる。また、第1の実施の形態と同様に、通信品質又はコストを考慮した無線エリア設計を可能とすることができる。

[0053] なお、上記各実施の形態において、複数の無線システムや方式を混在させてもよい。

[0054] 以上、本発明の実施の形態について詳述したが、本発明は斯かる特定の実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

符号の説明

[0055] 10 無線エリア設計支援装置

1 1	置局設計部
1 2	受信電力算出部
1 3	無線パラメータ算出部
1 4	スループット算出部
1 5	評価部
1 0 0	ドライブ装置
1 0 1	記録媒体
1 0 2	補助記憶装置
1 0 3	メモリ装置
1 0 4	プロセッサ
1 0 5	インタフェース装置
B	バス

請求の範囲

- [請求項1] 無線通信に関する基地局の配置について相互に基地局の数が異なる複数通りのレイアウトごとに、1以上の地点について、当該レイアウトに従って基地局が配置された場合の受信電力を算出するように構成されている受信電力算出部と、
- 前記レイアウトごとに、当該レイアウトに係る基地局に対して設定する無線パラメータを所定の条件に基づいて算出するように構成されている無線パラメータ算出部と、
- 前記レイアウトごとに、前記受信電力及び前記無線パラメータに基づいて、前記1以上の地点におけるスループットの推定値を算出するように構成されているスループット算出部と、
- 前記基地局の数及び前記推定値の少なくともいずれか一方に基づいて前記複数通りのレイアウトの優劣を評価するように構成されている評価部と、
- を有することを特徴とする無線エリア設計支援装置。
- [請求項2] 前記受信電力算出部は、前記レイアウトごとに、複数通りの条件に基づいて複数通りの前記受信電力を算出するように構成されており、
- 前記無線パラメータ算出部は、前記レイアウトごとに、複数通りの条件に基づいて複数通りの前記無線パラメータを算出するように構成されており、
- 前記スループット算出部は、前記レイアウトごとに、複数通りの条件に基づいて複数通りの前記推定値を算出するように構成されており、
- 前記評価部は、前記複数通りのレイアウト、前記複数通りの前記受信電力、前記複数通りの前記無線パラメータ、及び前記複数通りの前記推定値の組み合わせについて、前記優劣を評価するように構成されている、
- ことを特徴とする請求項1記載の無線エリア設計支援装置。

[請求項3] 前記無線パラメータは、周波数チャネルを含む、
ことを特徴とする請求項1又は2記載の無線エリア設計支援装置。

[請求項4] 無線通信に関する基地局の配置について相互に基地局の数が異なる
複数通りのレイアウトごとに、1以上の地点について、当該レイアウト
に従って基地局が配置された場合の受信電力を算出する受信電力算
出手順と、

前記レイアウトごとに、当該レイアウトに係る基地局に対して設定
する無線パラメータを所定の条件に基づいて算出する無線パラメータ
算出手順と、

前記レイアウトごとに、前記受信電力及び前記無線パラメータに基
づいて、前記1以上の地点におけるスループットの推定値を算出する
スループット算出手順と、

前記基地局の数及び前記推定値の少なくともいずれか一方に基づい
て前記複数通りのレイアウトの優劣を評価する評価手順と、
をコンピュータが実行することを特徴とする無線エリア設計支援方法
。

[請求項5] 無線通信に関する基地局の配置について相互に基地局の数が異なる
複数通りのレイアウトごとに、1以上の地点について、当該レイアウト
に従って基地局が配置された場合の受信電力を算出する受信電力算
出手順と、

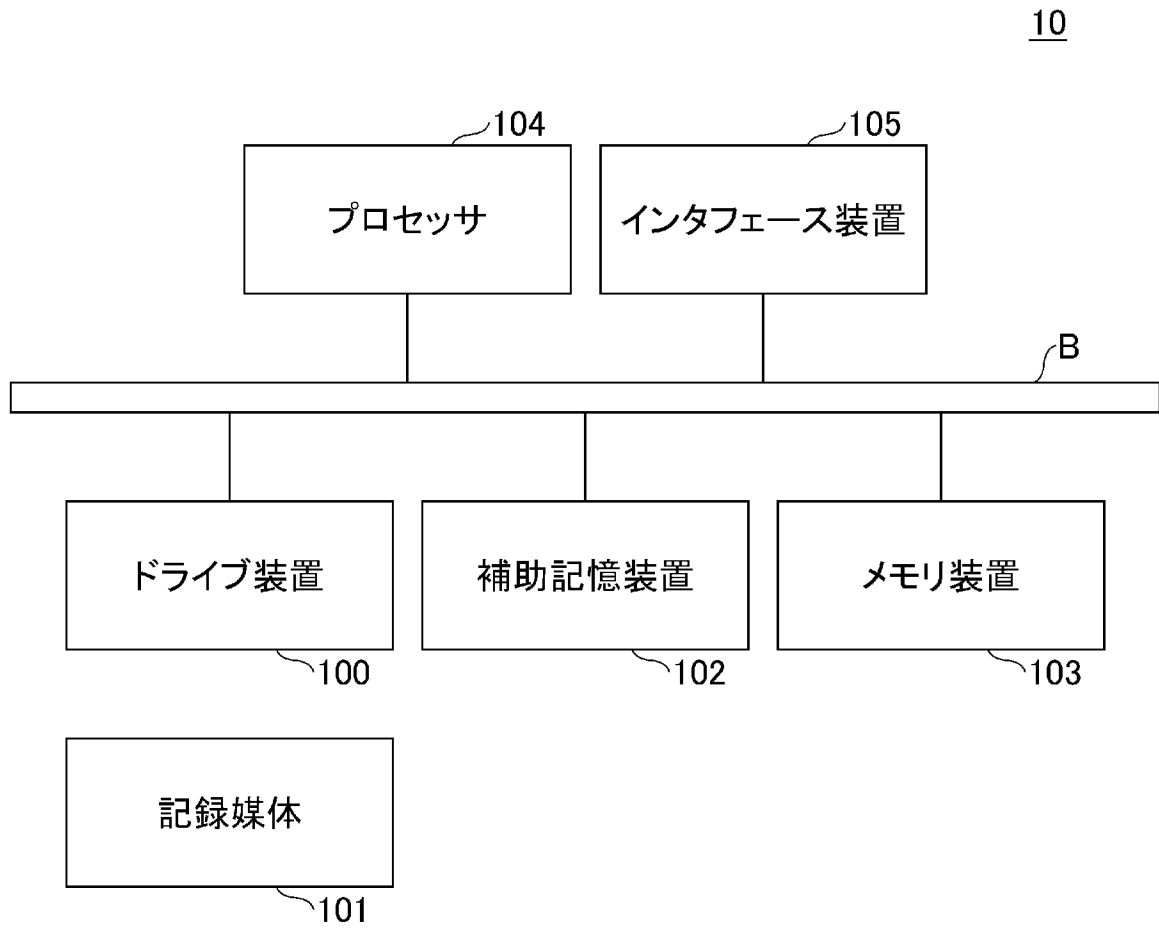
前記レイアウトごとに、当該レイアウトに係る基地局に対して設定
する無線パラメータを所定の条件に基づいて算出する無線パラメータ
算出手順と、

前記レイアウトごとに、前記受信電力及び前記無線パラメータに基
づいて、前記1以上の地点におけるスループットの推定値を算出する
スループット算出手順と、

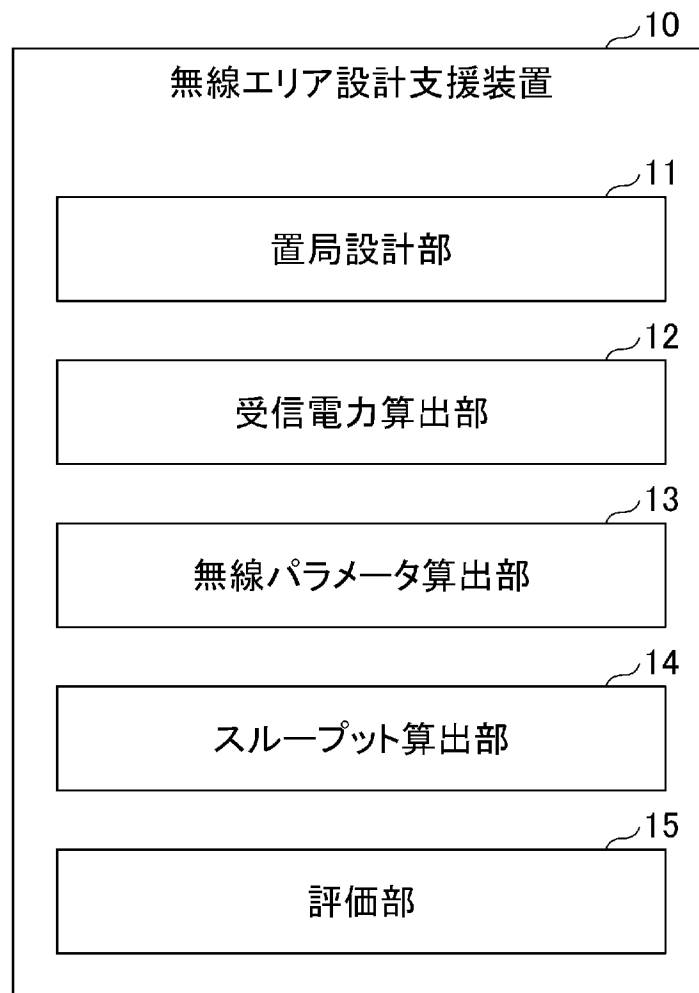
前記基地局の数及び前記推定値の少なくともいずれか一方に基づい
て前記複数通りのレイアウトの優劣を評価する評価手順と、

をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

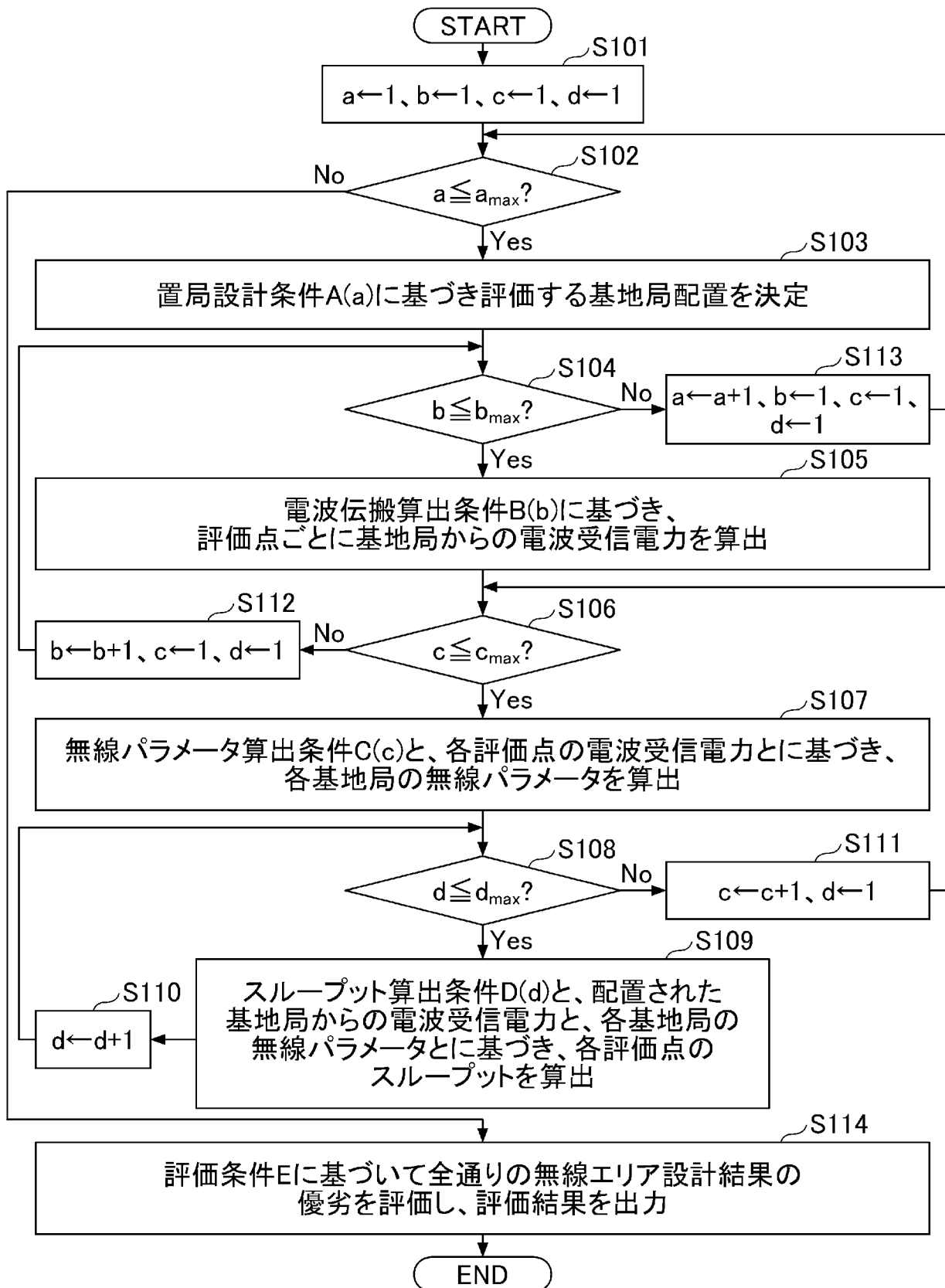
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

index	基地局数(台)	...
1	1	...
2	2	...
3	3	...
...	...	...

[図5]

index	電波伝搬算出方法	...
1	モデル式a	...
2	モデル式b	...
3	レイトレース(パラメータ α)	...
4	レイトレース(パラメータ β)	...
...	...	...

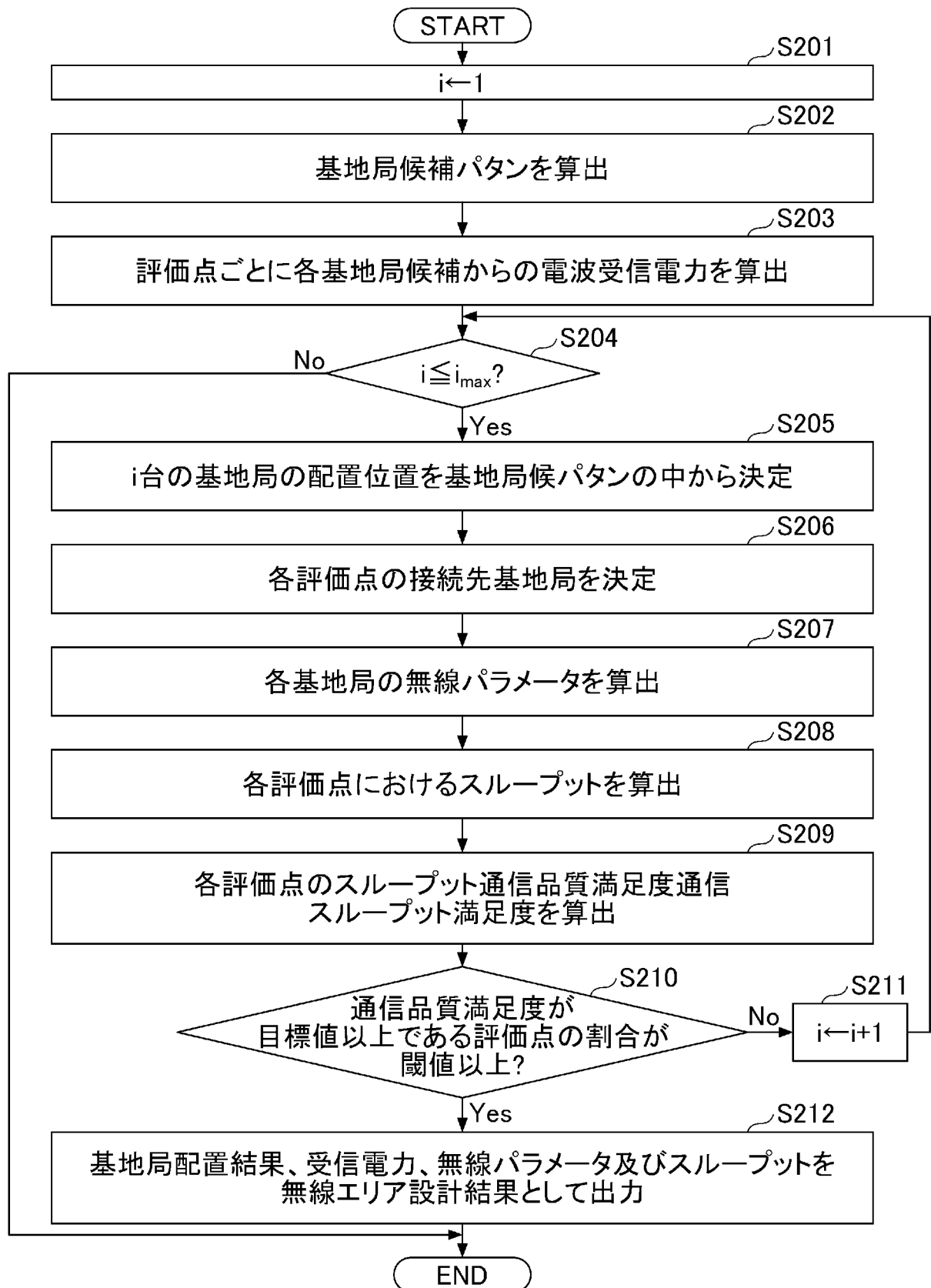
[図6]

index	利用可能チャネル	...
1	屋内チャネル全て	...
2	屋外チャネル全て	...
3	特定チャネル(a, b, c, ...)	...
...	...	...

[図7]

index	通信方向	プロトコル	トラヒック量	...
1	下り	TCP	飽和	...
2	上り	UDP	飽和	...
3	上り・下り混在	TCP	10 Mbps/リンク	...
...	...	...	...	...

[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04W 16/18**(2009.01)i

FI: H04W16/18

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)

H04B7/24-7/26; H04W4/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2020-170928 A (NIPPON TELEGR. & TELEPH. CORP.) 15 October 2020 (2020-10-15) paragraphs [0016]-[0056], fig. 1-11	1-5
Y	JP 2013-042202 A (KDDI CORP.) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraphs [0036]-[0056]	1-5
A	JP 2020-120161 A (NIPPON TELEGR. & TELEPH. CORP.) 06 August 2020 (2020-08-06) entire text	1-5
A	WO 2014/073706 A1 (NIPPON TELEGR. & TELEPH. CORP.) 15 May 2014 (2014-05-15) entire text	1-5

☐ 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

12 January 2023

Date of mailing of the international search report

24 January 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/041707

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-170928	A	15 October 2020	US 2022/0217545 A1 paragraphs [0028]-[0074], fig. 1-11 WO 2020/203497 A1	
JP	2013-042202	A	28 February 2013	(Family: none)	
JP	2020-120161	A	06 August 2020	US 2022/0078630 A1 entire text WO 2020/149291 A1	
WO	2014/073706	A1	15 May 2014	US 2015/0289142 A1 entire text JP 2016-158305 A EP 2905983 A1 CN 104756532 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04W 16/18(2009.01)i FI: H04W16/18										
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）） H04B7/24-7/26; H04W4/00-99/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
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	JP 2020-170928 A（日本電信電話株式会社）15.10.2020（2020-10-15） 段落[0016]-[0056], 図1-図11	1-5								
Y	JP 2013-042202 A（KDDI株式会社）28.02.2013（2013-02-28） 段落[0036]-[0056]	1-5								
A	JP 2020-120161 A（日本電信電話株式会社）06.08.2020（2020-08-06） 全文	1-5								
A	WO 2014/073706 A1（日本電信電話株式会社）15.05.2014（2014-05-15） 全文	1-5								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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	“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 12.01.2023		国際調査報告の発送日 24.01.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 伊藤 嘉彦 5J 1793 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/JP2022/041707

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-170928	A	15.10.2020	US 2022/0217545 A1 段落[0028]-[0074], 図1-図11 WO 2020/203497 A1	
JP	2013-042202	A	28.02.2013	(ファミリーなし)	
JP	2020-120161	A	06.08.2020	US 2022/0078630 A1 全文 WO 2020/149291 A1	
WO	2014/073706	A1	15.05.2014	US 2015/0289142 A1 全文 JP 2016-158305 A EP 2905983 A1 CN 104756532 A	