

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6574159号
(P6574159)

(45) 発行日 令和1年9月11日(2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日(2019.8.23)

| | |
|--------------|----------------------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 |
| HO4W 48/16 | (2009.01) HO4W 48/16 1 3 4 |
| HO4W 16/32 | (2009.01) HO4W 16/32 |
| HO4W 88/06 | (2009.01) HO4W 88/06 |
| HO4W 64/00 | (2009.01) HO4W 64/00 1 7 1 |
| | HO4W 48/16 1 3 3 |

請求項の数 10 (全 22 頁)

| | |
|-----------|------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-236917 (P2016-236917) |
| (22) 出願日 | 平成28年12月6日 (2016.12.6) |
| (65) 公開番号 | 特開2018-93428 (P2018-93428A) |
| (43) 公開日 | 平成30年6月14日 (2018.6.14) |
| 審査請求日 | 令和1年7月2日 (2019.7.2) |

(出願人による申告) 平成28年度、総務省、第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発の委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

早期審査対象出願

| | |
|-----------|---|
| (73) 特許権者 | 000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地 |
| (74) 代理人 | 110002000 特許業務法人栄光特許事務所 |
| (72) 発明者 | 加藤 修 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |
| (72) 発明者 | 志水 紀之 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |
| (72) 発明者 | 吉野 正哲 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】無線端末及び無線基地局割当方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の無線通信方式が混在して利用されるネットワークを介して、複数の無線基地局との間で通信可能な無線端末であって、

それぞれの前記無線基地局との間の過去の通信時における、少なくとも前記無線端末の位置情報と前記無線基地局に関する情報とを通信履歴として蓄積する蓄積部と、

前記無線端末の位置情報を取得する取得部と、

取得された前記無線端末の位置情報と前記蓄積部に蓄積された前記通信履歴とに基づいて、前記複数の無線基地局から、データ通信に用いる無線基地局としての接続基地局を導出する導出部と、

導出された前記接続基地局との間で前記データ通信を行う通信部と、を備え、

前記無線端末の位置情報は、緯度、経度及び高度を有し、

前記導出部は、前記緯度、経度及び高度のうち、前記高度を優先して、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報とに基づく距離を導出し、前記距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、

無線端末。

【請求項2】

前記導出部は、前記距離が所定の閾値以下である場合に、前記所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、

請求項1に記載の無線端末。

【請求項3】

前記蓄積部は、前記接続基地局との間のデータ通信量の情報を前記通信履歴として更に蓄積し、

前記導出部は、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報に基づく距離が小さい所定数の通信履歴の中で、前記データ通信量が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、

請求項1に記載の無線端末。

【請求項4】

導出された前記接続基地局との間で前記データ通信が行われると、前記データ通信に関する前記接続基地局に関する情報を、取得された前記無線端末の位置情報に対応付けた通信履歴として前記蓄積部に蓄積する更新部、を更に備える、

請求項1に記載の無線端末。

【請求項5】

前記蓄積部は、前記接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数の情報を前記通信履歴として更に蓄積し、

前記導出部は、前記通信履歴に含まれる前記無線周波数の情報を用いて、前記接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数を導出し、

前記通信部は、導出された前記無線周波数を用いて、導出された前記接続基地局との間で前記データ通信を行う、

請求項1に記載の無線端末。

【請求項6】

前記導出部は、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報に基づく距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局及び無線周波数を優先して前記接続基地局及び前記無線周波数を導出する、

請求項5に記載の無線端末。

【請求項7】

前記導出部は、前記距離が所定の閾値以下である場合に、前記所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局及び無線周波数を優先して前記接続基地局及び前記無線周波数を導出する、

請求項6に記載の無線端末。

【請求項8】

前記蓄積部は、前記接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数の情報を前記接続基地局との間のデータ通信量の情報を前記通信履歴として更に蓄積し、

前記導出部は、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報に基づく距離が小さい所定数の通信履歴の中で、前記データ通信量が多い無線基地局及び無線周波数を優先して前記接続基地局及び前記無線周波数を導出する、

請求項1に記載の無線端末。

【請求項9】

導出された前記接続基地局との間で前記データ通信が行われると、前記データ通信に関する前記接続基地局に関する情報を及前記無線周波数の情報を、取得された前記無線端末の位置情報に対応付けた通信履歴として前記蓄積部に蓄積する更新部、を更に備える、

請求項5に記載の無線端末。

【請求項10】

複数の無線通信方式が混在して利用されるネットワークを介して、複数の無線基地局との間で通信可能な無線端末における無線基地局割当方法であって、

それぞれの前記無線基地局との間の過去の通信時における、少なくとも前記無線端末の位置情報と前記無線基地局に関する情報を通信履歴として蓄積部に蓄積するステップと、

前記無線端末の位置情報を取得するステップと、

10

20

30

40

50

取得された前記無線端末の位置情報と前記蓄積部に蓄積された前記通信履歴とに基づいて、前記複数の無線基地局から、データ通信に用いる無線基地局としての接続基地局を導出するステップと、

導出された前記接続基地局との間で前記データ通信を行うステップと、を有し、

前記無線端末の位置情報は、緯度、経度及び高度を有し、

前記接続基地局を導出するステップは、前記緯度、経度及び高度のうち、前記高度を優先して、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報とに基づく距離を導出し、前記距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、

無線基地局割当方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、無線通信時の通信相手となる無線基地局を決定して割り当てる無線端末及び無線基地局割当方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、スマートフォンやタブレット端末型コンピュータに代表される通信可能な携帯移動端末の通信履歴に基づいて、携帯移動端末を所持したユーザの利用した移動手段（例えばバスや鉄道の路線）を推定する技術が存在する（例えば特許文献1参照）。特許文献1では、路線推定装置は、移動端末が通信を行った位置と例えば鉄道路線の位置との距離の代表値（例えば平均値）に基づいて、移動端末を所持したユーザの使用路線を推定する。

20

【0003】

また近年、無線端末と無線基地局装置とがネットワークに接続された無線通信システムにおいて、比較的セル半径の小さいスモールセルと比較的セル半径の大きいマクロセルとが面的に重畳したヘテロジニアスネットワークの検討がなされている。このヘテロジニアスネットワークでは、マクロセルでのスループット（bps）に比較してスモールセルのスループット（bps）は桁違いに大きいことが想定される。

【0004】

例えばマクロセルがLTE（Long Term Evolution）であり、セルスループットを300Mbpsとする。マクロセルに接続する無線端末数が100だとすると1端末あたりのスループットは3Mbpsとなる。一方、スモールセルが5G（第5世代移動通信システム）であり、セルスループットを10Gbpsとする。スモールセルに接続する無線端末数が100でも1端末あたりのスループットは100Mbps、スモールセルに接続する無線端末数が10なら1端末あたりのスループットは1Gbps、スモールセルに接続する無線端末数が2なら1端末あたりのスループットは5Gbpsとなり、マクロセルに比べて桁違いに大きい。従って、ヘテロジニアスネットワークでは、動き回る無線端末を極力、スモールセルに接続することが望まれる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0005】

【特許文献1】特開2016-134731号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

無線端末は、無線通信する際、自己が無線接続する通信相手となる無線基地局と、また必要に応じて自己が無線通信に用いる無線周波数（言い換えると、キャリア周波数又は無線チャネル）を決定して割り当てる。しかし、上述した特許文献1では、携帯移動端末の通信履歴を用いて、無線端末が無線通信する際に必要となる無線基地局や無線周波数を決定する事は考慮されていないので、そのような決定を行う事が困難である。

50

【 0 0 0 7 】

また、上述したヘテロジニアスネットワークにおいて、スマートセルエリアの全エリアに対する比率は小さく、動き回る無線端末が各位置における最適セル（言い換えると、高速なスループットが得られるスマートセル）への接続機会を逃す確率は、セル選択に要する時間が長い程、増大してしまう。そこで、ヘテロジニアスネットワークのカバーエリア全体をあるサイズのエリヤブロックに区切り、無線端末の位置をエリヤブロック番号に対応付けし、エリヤブロック番号毎の通信履歴を用いて最適セルへの接続を試みる方式が提案されている。無線端末は、例えば自己の現在の位置情報及びエリヤブロック番号毎に保存した通信履歴を基に、その位置及びエリヤブロックにおいて過去に接続して無線通信を実行した無線基地局を検索する。

10

【 0 0 0 8 】

しかし、この方式ではエリヤブロックが大きければ（例えば $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ ）エリヤブロック毎の通信履歴を多く蓄積できるが、無線端末の現在のピンポイントの位置での接続に最も適した基地局（言い換えると、セル）を見誤る確率が大きくなる。一方で、エリヤブロックが小さければ（例えば $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ）エリヤブロック数が膨大となり、通信履歴の蓄積が過度に細分化されるためエリヤブロック毎の通信履歴が過少になり、同様に無線端末の現在のピンポイントの位置での接続に最も適した基地局（言い換えると、セル）を選択することが困難となる。従って、無線端末の位置精度（測位精度）及び位置特定所要時間への要求も高くなる。更に、上述方式では、エリヤブロックの大小に拘わらず、ヘテロジニアスネットワークのカバーエリア全体をエリヤブロックに分割するための事前作業量も膨大となる。

20

【 0 0 0 9 】

本開示は、上述した従来の事情に鑑みて案出され、自己の現在位置における通信履歴に基づいて、無線通信の接続要求時に通信相手となる無線基地局を決定して割り当て、最適なセルへの接続確率の劣化を抑制する無線端末及び無線基地局割当方法を提供する。

【課題を解決するための手段】**【 0 0 1 0 】**

本開示は、複数の無線通信方式が混在して利用されるネットワークを介して、複数の無線基地局との間で通信可能な無線端末であって、それぞれの前記無線基地局との間の過去の通信時における、少なくとも前記無線端末の位置情報と前記無線基地局に関する情報を通信履歴として蓄積する蓄積部と、前記無線端末の位置情報を取得する取得部と、取得された前記無線端末の位置情報と前記蓄積部に蓄積された前記通信履歴とに基づいて、前記複数の無線基地局から、データ通信に用いる無線基地局としての接続基地局を導出する導出部と、導出された前記接続基地局との間で前記データ通信を行う通信部と、を備え、前記無線端末の位置情報は、緯度、経度及び高度を有し、前記導出部は、前記緯度、経度及び高度のうち、前記高度を優先して、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報に基づく距離を導出し、前記距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、無線端末を提供する。

30

【 0 0 1 1 】

また、本開示は、複数の無線通信方式が混在して利用されるネットワークを介して、複数の無線基地局との間で通信可能な無線端末における無線基地局割当方法であって、それぞれの前記無線基地局との間の過去の通信時における、少なくとも前記無線端末の位置情報と前記無線基地局に関する情報を通信履歴として蓄積するステップと、前記無線端末の位置情報を取得するステップと、取得された前記無線端末の位置情報と前記蓄積部に蓄積された前記通信履歴とに基づいて、前記複数の無線基地局から、データ通信に用いる無線基地局としての接続基地局を導出するステップと、導出された前記接続基地局との間で前記データ通信を行うステップと、を有し、前記無線端末の位置情報は、緯度、経度及び高度を有し、前記接続基地局を導出するステップは、前記緯度、経度及び高度のうち、前記高度を優先して、取得された前記無線端末の位置情報と前記通信履歴に含まれる前記無線端末の位置情報に基づく距離を導出し、前記距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する

40

50

る前記無線端末の位置情報とに基づく距離を導出し、前記距離が小さい所定数の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して前記接続基地局を導出する、無線基地局割当方法を提供する。

【発明の効果】

【0012】

本開示によれば、自己の現在位置における通信履歴に基づいて、無線通信の接続要求時に通信相手となる無線基地局を決定して割り当てできるので、最適なセルへの接続確率の劣化を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本実施の形態の無線通信システムにより構成されるヘテロジニアネットワークの一例を示す模式図

10

【図2】本実施の形態の無線端末の内部構成の一例を詳細に示すブロック図

【図3】無線端末の位置毎の通信履歴を保持した累計通信履歴テーブルT1の一例を示す模式図

【図4】上位n個の距離Diと無線資源（無線基地局 - 無線周波数）との対応関係を示す上位通信履歴テーブルT2の一例を示す模式図

【図5】本実施の形態の無線端末に通信接続要求が発生した場合の動作手順の一例を詳細に説明するフローチャート

【図6】本実施の形態の無線端末に通信接続要求が発生した場合の動作手順の一例を詳細に説明するフローチャート

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、適宜図面を参照しながら、本開示に係る無線端末及び無線基地局割当方法を具体的に開示した本実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になることを避け、当業者の理解を容易にするためである。なお、添付図面及び以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるものであって、これらにより特許請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

30

【0015】

図1は、本実施の形態の無線通信システム10により構成されるヘテロジニアネットワーク20の一例を示す模式図である。無線通信システム10は、少なくとも一つの無線端末100及び複数の無線基地局200を含む構成である。無線端末100とそれぞれの無線基地局200とは、無線通信回線を介して接続される。なお図1では、説明を簡単にするために、無線端末100は1台のみ図示され、図1紙面の左右方向にX軸、同紙面の上下方向にY軸、X軸及びY軸とともに垂直な方向にZ軸方向が規定される。

【0016】

無線通信システム10は、無線端末100が無線通信の際に接続する通信相手となるそれぞれの無線基地局200が異なる無線規格方式に準拠した無線通信をそれぞれ実行可能なヘテロジニアネットワーク20を構成する。無線端末100は、無線基地局200との間で通信する。つまり、ヘテロジニアネットワーク20では、複数の異なる無線通信方式（例えば無線アクセス技術（RAT：Radio Access Technology）やセル半径）に対応した複数の無線基地局200が混在する。ヘテロジニアネットワーク20では、例えば複数種類の無線規格が混在することを含め、セル半径の異なる無線基地局200が面的に重畠している。RATは、例えば無線通信規格、無線周波数の情報を含む。

40

【0017】

ヘテロジニアネットワーク20は、C/U分離型のネットワークでなくてもよいし、C/U分離型のネットワークであってもよい。本実施の形態では、C/U分離型ではないネットワークを例示する。つまり、無線通信システム10では、制御データに係る通信と

50

ユーザデータに係る通信とが同じ無線基地局 200 により実施される。

【0018】

無線基地局 200 は、マクロセル無線基地局 200A と、スマートセル無線基地局 200B とを含む。無線端末 100 は、マクロセル無線基地局 200A 及びスマートセル無線基地局 200B のいずれとの間においても、制御データを通信し、ユーザデータを通信する。制御データは、C (Control) - Plane に係るデータを含む。ユーザデータは、U (User) - Plane に係るデータを含む。ユーザデータは、例えば画像データ（例えば動画、静止画）、音声データを含み、データ量の多いデータを含み得る。

【0019】

C - plane は、無線通信における呼接続や無線資源割当の制御データを通信するための通信プロトコルである。U - plane は、無線端末 100 と無線基地局 200 との間で、割り当てられた無線資源を使用して実際に通信（例えば映像通信、音声通信、データ通信）するための通信プロトコルである。10

【0020】

マクロセル無線基地局 200A のセル半径は、例えば 1 km ~ 数 km であり、比較的大きい。マクロセル無線基地局 200A が採用可能な RAT は、例えば 1 種類（例えば LTE）である。セル半径は、無線基地局 200 の最大伝送距離に相当する。

【0021】

スマートセル無線基地局 200B のセル半径は、例えば 10 m ~ 100 m であり、比較的小さい。スマートセル無線基地局 200B が採用可能な RAT は、多様であり、複数種類存在する。なお例えば、山間部、砂漠地帯、森林地帯においてセル半径が 100 m 以上であってもよいし、マクロセル無線基地局 200A のセル半径よりも大きいことも考えられる。つまり、ここでは、マクロセル無線基地局 200A、スマートセル無線基地局 200B の区別は、セル半径の大きさを意識していない。20

【0022】

図 1 では、「MBS」() がマクロセル無線基地局 200A を示し、「SBS」() がスマートセル無線基地局 200B を示し、「T」が無線端末 100 を示す。マクロセル無線基地局 200A を囲む線が、そのマクロセル無線基地局 200A による通信可能範囲を示す。スマートセル無線基地局 200B を囲む線が、そのスマートセル無線基地局 200B による通信可能範囲を示す。無線基地局 200 の通信可能範囲は、例えば無線基地局 200 の位置とセル半径に応じて定まる。30

【0023】

無線端末 100 及び無線基地局 200 は、それぞれが採用可能な RAT（例えば無線通信規格、無線周波数）から無線通信に用いる RAT を設定し、設定された RAT を用いて無線通信する。それぞれの無線端末 100 及び無線基地局 200 は、1 つ以上の RAT を採用可能である。

【0024】

無線通信規格は、例えば LTE (Long Term Evolution)、無線 LAN (Local Area Network)、DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication)、3G (第 3 世代移動通信システム)、4G (第 4 世代移動通信システム)、5G (第 5 世代移動通信システム) を含む。40

【0025】

RAT の具体的な情報として、例えば以下の RAT 1 ~ RAT 5 を含む。RAT 1 は、例えば無線周波数帯が 700 MHz ~ 3 GHz の LTE である。RAT 2 は、例えば無線周波数帯が 15 GHz の LTE - Advanced である。RAT 3 は、例えば無線周波数帯が 5 GHz の無線 LAN 通信である。RAT 4 は、例えば無線周波数帯が 15 GHz 帯の無線通信方式であり、第 5 世代移動通信方式である。RAT 5 は、例えば無線周波数帯が 60 GHz 帯の無線通信方式（例えばミリ波通信）（例えば WiGig）である。

【0026】

図 2 は、本実施の形態の無線端末 100 の内部構成の一例を詳細に示すブロック図であ50

る。無線端末 100 は、プロセッサ 150、メモリ 160、GPS (Global Positioning System) アンテナ 101、GPS 受信部 102、送信アンテナ 108、受信アンテナ 109、BLE (Bluetooth (登録商標) Low Energy) アンテナ 121 及び BLE 受信部 122 を含む構成である。

【0027】

プロセッサ 150 は、メモリ 160 と協働して、各種処理や制御を行う。具体的には、プロセッサ 150 は、メモリ 160 に保持されたプログラム及びデータを参照し、そのプログラムを実行することにより、以下の各部の機能を実現する。この各部は、位置情報生成部 103、基地局導出部 104、無線資源割当管理部 105、送信パケット生成部 106、無線送信部 107、無線受信部 110、受信パケット復号部 111 を含む。

10

【0028】

メモリ 160 は、例えば無線端末 100 の処理時に用いられるワークメモリとしての RAM (Random Access Memory) と、無線端末 100 の動作を規定したプログラム及びデータを格納する ROM (Read Only Memory) とを有する。RAM には、各種データや情報が一時的に保存される。ROM には、無線端末 100 の動作（例えば、本実施の形態に係る無線基地局割当方法として行われるべき処理（ステップ））を規定したプログラムが書き込まれている。

【0029】

また、蓄積部の一例としてのメモリ 160 は、後述する累計通信履歴テーブル T1 や、上位通信履歴テーブル T2 を保存する。なお図 1 では、メモリ 160 は、プロセッサ 150 とは別構成として示されているが、プロセッサ 150 に内蔵されてもよい。メモリ 160 は、一次記憶装置とともに、二次記憶装置を含んでもよい。

20

【0030】

GPS アンテナ 101 は、複数（例えば 3 つ又は 4 つ）の GPS 衛星 50 から発信された時刻及び各 GPS 衛星 50 の位置（座標）を示す複数の信号を受信して GPS 受信部 102 に出力する。それぞれの GPS 衛星 50 は、時刻及び各 GPS 衛星 50 の位置（座標）を示す信号を発信する。

【0031】

取得部の一例としての GPS 受信部 102 は、GPS アンテナ 101 により受信された複数の信号に基づいて、GPS 受信部 102 の位置情報（つまり、無線端末 100 自身の位置情報（自己の位置情報））を算出して取得する。この算出により得られた位置の情報は、例えば屋外に位置する無線端末 100 の現在位置を示す。なお、GPS 受信部 102 は、プロセッサ 150 内に設けられても構わない。GPS 受信部 102 は、算出により得られた無線端末 100 の位置情報をプロセッサ 150 に出力する。なお、GPS 受信部 102 の位置情報の算出は、GPS 受信部 102 の代わりに、プロセッサ 150 の位置情報生成部 103 により行われてもよい。この場合、位置情報生成部 103 には、GPS アンテナ 101 が受信した複数の信号に含まれる時刻及び各 GPS 衛星 50 の位置を示す情報が、GPS 受信部 102 を介して入力される。

30

【0032】

ここで、無線端末 100 が屋外に位置する場合には、上述した複数の GPS 衛星 50 からの信号に基づいて算出された無線端末 100 の位置情報の信頼性は相当に高い。しかし、無線端末 100 が屋内（例えば建物内又は地下街とするがこれらに限定されない。以下同様。）、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合には、上述した複数の GPS 衛星 50 からの信号に基づいて算出された無線端末 100 の位置情報は一定の誤差を含む場合がある。このように、無線端末 100 が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合には、無線端末 100 は、屋内に設置された複数の BLE ビーコン 60 から発信された時刻及び各 BLE ビーコン 60 の位置（座標）を示す複数の信号に基づいて、現在の無線端末 100 自身の位置情報（自己の位置情報）を算出して取得する。無線端末 100 は、例えば BLE ビーコン 60 からの信号の受信電界強度（RSSI : Received Signal Strength Indicator）が所定の閾値より大きいと判断した場合には、屋内、又は屋外と屋内と

40

50

の境界付近に位置すると判断し、複数のBLEビーコン60から発信された信号に基づいて、自己の位置情報を算出する。なお、無線端末100が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置すると判断する方法は、上述した受信電界強度と所定の閾値との比較結果に基づく方法に限定されない。

【0033】

BLEアンテナ121は、複数（例えば2つ）のBLEビーコン60から発信された時刻及び各BLEビーコン60の位置（座標）を示す複数の信号を受信してBLE受信部122に出力する。それぞれのBLEビーコン60は、時刻及び各BLEビーコン60の位置（座標）を示す信号を発信する。また、それぞれのBLEビーコン60間の距離は既知である。それぞれの無線端末100は、それぞれのBLEビーコン60間の距離情報を予め取得していてもよいし、直接又はネットワーク（不図示）を介して外部装置（不図示。例えば他の無線端末、距離情報管理サーバ）から取得してもよい。

【0034】

取得部の一例としてのBLE受信部122は、BLEアンテナ121により受信された複数の信号に基づいて、例えば三角測量法を用いてBLE受信部122の位置情報（つまり、無線端末100自身の位置情報（自己の位置情報））を算出して取得する。この算出により得られた位置の情報は、屋内又は屋外と屋内との境界付近に位置する無線端末100の現在位置を示す。

【0035】

なお、BLE受信部122は、BLEアンテナ121により受信された複数の信号と公知の方法（例えばPDR（Pedestrian Dead Reckoning）やPMM（Pedestrian Map Matching））とを組み合わせ用い、無線端末100の屋内、又は屋外と屋内との境界付近における位置情報を算出してよい。

【0036】

ここで、それぞれのBLEビーコン60の設置位置は、緯度、経度及び高度の情報を有すると言えるので、無線端末100が屋外に位置する場合と同様に、無線端末100が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合でも、屋外での位置情報の取得方法は屋内に拡張できて、緯度、経度及び高度と同様の位置情報を取得できる。なお、BLE受信部122は、プロセッサ150内に設けられても構わない。BLE受信部122は、算出により得られた無線端末100の位置情報をプロセッサ150に出力する。なお、BLE受信部122の位置情報の算出は、BLE受信部122の代わりに、プロセッサ150の位置情報生成部103により行われてもよい。この場合、位置情報生成部103には、BLEアンテナ121が受信した複数の信号に含まれる時刻及び各BLEビーコン60の位置を示す情報が、BLE受信部122を介して入力される。

【0037】

図3は、無線端末100の位置毎の通信履歴を保持した累計通信履歴テーブルT1の一例を示す模式図である。累計通信履歴テーブルT1は、無線端末100が複数の無線基地局200のうちいずれかの無線基地局（以下、「接続基地局」ともいう）との間で過去に無線通信した時の累計の通信履歴（通信実績）の情報を保持する。接続基地局は、無線端末100と通信接続された無線基地局200である。この累計通信履歴テーブルT1は、それぞれの無線端末100のメモリ160に保持される。

【0038】

累計通信履歴テーブルT1が保持する通信履歴は、例えば無線端末100が接続基地局との間で無線通信した時の順番（順序i）を示す情報と、その無線通信時の無線端末100の位置（緯度X、経度Y、高度Z）を示す情報と、接続基地局の識別番号mを示す情報及び無線周波数n（キャリア周波数）を示す情報とを対応付けて有する。例えば第1回目の接続基地局との間の通信接続時では、無線端末100は、位置（X1、Y1、Z1）に存在しており、番号3の接続基地局との間で、番号1の無線周波数（キャリア周波数）を用いて無線通信を行ったことを意味する。接続基地局（無線基地局）及び無線周波数（キャリア周波数）の各番号は、図1に示すヘテロジニアスネットワーク20を利用する各無

10

20

30

40

50

線端末 100においてそれぞれ既知であり、例えばメモリ 160に予め保持されている。図3では、過去の累計として、例えば100回分の通信履歴が示されている。なお、過去の累計として、例えば300回分の通信履歴が使用されてもよい。

【0039】

なお、図3では示されていないが、通信履歴は、接続基地局が採用するRAT（例えばLTE）、接続基地局との通信回数（無線接続回数）、及び接続基地局との通信に係る通信量（通信データ量）の情報を含んでもよい。

【0040】

本実施の形態では、無線端末100と接続基地局との通信履歴は累計通信履歴テーブルT1としてメモリ160に管理される。また、後述する基地局導出部104により導出された接続基地局との間で通信接続がトライされて成功すると、通信履歴は更新部の一例としての無線資源割当管理部105によって更新される（例えば後述する図6のステップS12参照）。

10

【0041】

位置情報生成部103は、例えば無線端末100が屋外に位置する場合には、GPS受信部102からの情報を基に、無線端末100の位置情報（つまり、現在の無線端末100の位置情報）を生成して基地局導出部104に出力する。位置情報生成部103は、例えば無線端末100が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合には、BLE受信部122からの情報を基に、無線端末100の位置情報（つまり、現在の無線端末100の位置情報）を生成して基地局導出部104に出力する。

20

【0042】

導出部の一例としての基地局導出部104は、位置情報生成部103により生成された無線端末100の位置情報（つまり、無線端末100の現在の位置情報）と、メモリ160の累計通信履歴テーブルT1に基づいて、ヘテロジニアスネットワーク20内の複数の無線基地局200から、データ（例えば制御データ、ユーザデータ）の通信に用いる候補の接続基地局及び無線周波数を導出する。基地局導出部104は、無線資源（例えば、（1）無線基地局の識別番号、又は（2）無線基地局の識別番号及び無線周波数（キャリア周波数）の識別番号）の導出結果を無線資源割当管理部105に出力する。

【0043】

具体的には、基地局導出部104は、無線端末100の現在の位置情報と通信履歴の無線端末100の位置情報とに基づく距離Diが小さい所定数（k：既定値）の通信履歴の中で、無線通信に割り当てた回数が多い無線基地局（接続基地局）及び無線周波数から優先して接続基地局及び無線周波数を導出する。

30

【0044】

図4は、上位n個の距離Diと無線資源（無線基地局・無線周波数）との対応関係を示す上位通信履歴テーブルT2の一例を示す模式図である。上位通信履歴テーブルT2は、基地局導出部104により生成される。上位通信履歴テーブルT2は、累計通信履歴テーブルT1の通信履歴の中で、無線端末100の現在の位置情報と過去の接続基地局との間で無線通信を行った時の無線端末100の位置情報との間の距離Diが小さい上位所定数（k）個の通信履歴が抽出されたものである。この上位通信履歴テーブルT2は、それぞれの無線端末100のメモリ160に保持される。

40

【0045】

上位通信履歴テーブルT2が保持する通信履歴は、例えば無線端末100が接続基地局との間で無線通信した時の順番（順序i）を示す情報と、その無線通信時の無線端末100の位置（緯度X、経度Y、高度Z）と現在の無線端末100の位置（緯度X、経度Y、高度Z）との間の距離Diを示す情報と、接続基地局の識別番号mを示す情報及び無線周波数n（キャリア周波数）を示す情報とを対応付けて有する。図4では、所定数（k）は10の例が示されている。つまり、距離Di「0.07」が最小値（つまり、無線端末100の現在の位置に最も近い、過去の通信実績がある位置）であり、距離Di「0.89」が最大値（つまり、上位10個の通信履歴の中で、無線端末100の現在の位置から最

50

も離れた、過去の通信実績がある位置)である。例えば、距離 D_i が最も小さい「0.07」の時に、無線端末 100 は番号 3 の接続基地局との間で、番号 2 の無線周波数(キャリア周波数)を用いて無線通信を行ったことを意味する。同様に、距離 D_i が最も大きい「0.89」の時に、無線端末 100 は番号 3 の接続基地局との間で、番号 2 の無線周波数(キャリア周波数)を用いて無線通信を行ったことを意味する。

【0046】

なお、累計通信履歴テーブル T1、上位通信履歴テーブル T2 は、上り回線 21 用と下り回線 22 用とで別個に設けられてもよいし、共通して設けられてもよい。また、累計通信履歴テーブル T1、上位通信履歴テーブル T2 に保持される無線基地局 200 が採用可能な RAT は、無線端末 100 も採用可能な RAT である。

10

【0047】

なお、上り回線 21 は、無線端末 100 から無線基地局 200 に向かう無線回線である。下り回線 22 は、無線基地局 200 から無線端末 100 に向かう無線回線である。無線回線は、様々な公衆回線、携帯電話回線、広域無線回線等を広く含む。

【0048】

ここで、図 3 及び図 4 を参照して基地局導出部 104 が接続基地局及び無線周波数を導出(算出)する例を具体的に説明する。図 3 により、過去に 100 回分の通信履歴が累計通信履歴テーブル T1 に保持されており、無線端末 100 に 101 回目の通信接続の要求が位置(Xk、Yk、Zk)にて発生したとする。

20

【0049】

基地局導出部 104 は、図 3 の累計通信履歴テーブル T1 を参照し、無線端末 100 の現在の位置(Xk、Yk、Zk)と通信履歴の無線端末 100 の位置(Xi、Yi、Zi)とに基づく距離 D_i を、数式(1)に従って算出する。ここでは、 $i = 1 \sim 100$ となる。なお、距離 D_i の算出例は数式(1)のハミング距離に限定されず、数式(2)のユークリッド距離であってもよい。

【0050】

【数 1】

$$D_i = |X_k - X_i| + |Y_k - Y_i| + |Z_k - Z_i| \dots (1)$$

30

【0051】

【数 2】

$$D_i = \sqrt{(X_k - X_i)^2 + (Y_k - Y_i)^2 + (Z_k - Z_i)^2} \dots (2)$$

【0052】

基地局導出部 104 は、数式(1)又は数式(2)により算出したそれぞれの距離 D_i の中で、上位 10(例えば $n = 10$ の場合)個の順序 i と、接続基地局の識別番号 m を示す情報及び無線周波数 n (キャリア周波数)を示す情報を抽出することで、図 4 の上位通信履歴テーブル T2 を生成する。図 4 の上位通信履歴テーブル T2 により、無線資源(例えば接続基地局の識別番号 - 無線周波数の識別番号)として、無線資源(3-2)が 4 回、無線資源(2-1)が 3 回、無線資源(9-2)が 1 回、無線資源(7-3)が 1 回、無線資源(4-2)が 1 回、使用(割り当て)されたことが判明可能となる。

40

【0053】

そこで、基地局導出部 104 は、101 回目の新たな通信接続の要求に対し、割り当てるべき無線資源の優先順位として、無線資源(3-2) 無線資源(2-1) 無線資源(9-2) 無線資源(7-3) 無線資源(4-2) と決定(導出)する。このように割り当てるべき無線資源の候補の優先順位が決定されるが、現在の無線端末 100 にとって、必ずしも無線資源(3-2)がベストな無線資源の候補とならないことも想定される。これは、ヘテロジニアスネットワーク 20 内に存在する他の無線端末によって、無線資

50

源（3-2）が占有されていることがあり得るためである。重要なのは、基地局導出部104によって、割り当てるべき無線資源の優先順位が絞り込まれたことである。

【0054】

ここで、無線資源（9-2）、無線資源（7-3）、無線資源（4-2）の順は、距離 D_i が小さい順に対応している。これにより、基地局導出部104は、無線端末100の過去の無線通信の実績が多い順に接続基地局及び無線周波数を割り当て可能となり、無線端末100の現在の位置においてより安定した通信環境の中で快適にデータ通信を行い易くできる。

【0055】

ここでは、基地局導出部104は、無線資源の候補として、接続基地局の識別番号 m を示す情報と無線周波数 n （キャリア周波数）を示す情報との両方を抽出すると説明したが、例えば接続基地局の識別番号 m を示す情報のみを抽出してもよく、以下同様である。つまり、以下の説明において、無線資源には、（1）接続基地局の識別番号 m を示す情報と無線周波数 n （キャリア周波数）を示す情報との両方、（2）接続基地局の識別番号 m を示す情報のみの2パターンが含まれるとする。

10

【0056】

なお、基地局導出部104は、数式（1）や数式（2）のように、3次元要素を有する距離 D_i を算出しているが、数式（1）や数式（2）におけるZ座標を考慮に入れない2次元要素を有する距離 D_i を算出してもよい。これにより、距離 D_i として2次元要素のみを考慮すればいい場合（例えば過去の全ての無線通信時と同じ高度の位置で新たに通信接続を要求する時）には、上位通信履歴テーブルT2を生成する時の基地局導出部104の計算負荷が軽減される。

20

【0057】

なお、基地局導出部104は、上述した距離 D_i の算出において、累計通信履歴テーブルT1の全ての通信履歴を用いて上位通信履歴テーブルT2を生成したが、累計通信履歴テーブルT1のうち所定数（例えば10又は30）のみの通信履歴を用いて上位通信履歴テーブルT2を生成してもよい。これにより、上位通信履歴テーブルT2を生成する時の基地局導出部104の計算負荷が軽減される。

【0058】

また、基地局導出部104は、無線端末100に新たな通信接続の要求が発生した時点の時間帯と同一の時間帯における通信履歴から所定数個の通信履歴を用いて上位通信履歴テーブルT2を生成してもよい。これにより、基地局導出部104は、例えば昼間の時間帯や夜間の時間帯のように、時間帯毎に異なる通信環境に応じた通信履歴を有する上位通信履歴テーブルT2を生成できる。

30

【0059】

また、基地局導出部104は、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} （既定値）以下となる通信履歴のみから所定数（k）個の通信履歴を抽出することで、上位通信履歴テーブルT2を生成してもよい。これにより、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} より大きい通信履歴（言い換えると、無線端末100の過去の無線通信時の位置と現在の位置とが大きく離れている場合の通信履歴）を排除して上位通信履歴テーブルT2の生成が可能となるので、無線端末100は、現在の位置の周囲に設けられたネットワーク環境に沿う、より適切な無線資源の割り当てを行うことができる。

40

【0060】

なお、基地局導出部104は、上位通信履歴テーブルT2の中で無線資源（接続基地局の識別番号 - 無線周波数の識別番号）の割り当て回数が多い接続基地局及び無線周波数を優先して接続基地局及び無線周波数を導出すると説明したが、導出方法はこれに限定されない。例えば、基地局導出部104は、上位通信履歴テーブルT2の通信履歴に通信データ量が含まれている場合に、この通信データ量（言い換えると、送受信データバイト数）が多い接続基地局及び無線周波数を優先して接続基地局及び無線周波数を導出してもよい。これにより、無線端末100は、例えばヘテロジニアスネットワーク20に5G（第5

50

世代移動通信システム)のような高速なスループットが得られるスマートセル(言い換えると、通信データ量が多い可能性が高いセル)を提供可能な接続基地局及び無線周波数を優先して割り当てることが可能となり、快適な通信データ量を行い易くなる。

【0061】

(請求項11の効果)

なお、基地局導出部104は、距離Diの算出時に、無線端末100の位置(緯度、経度、高度)のうち特定の要因(例えば高度)に重み付け係数を乗じてもよい(式(3)参照)。式(3)において、|Zk - Zi|の係数の10はあくまで重み付け係数の一例である。無線端末100の位置情報の中で緯度や経度が同じでも、高度が異なると通信環境が大きく異なる場合がある。このような場合、高度に上述した重み付け係数(例えば10)を考慮(具体的には、乗算)することで、基地局導出部104は、無線端末100の現在の位置に相応しい通信環境を提供可能な接続基地局及び無線周波数を導出することができる。

【0062】

【数3】

$$Di = |Xk - Xi| + |Yk - Yi| + 10 |Zk - Zi| \dots (3)$$

【0063】

無線資源割当管理部105は、基地局導出部104から出力された無線資源の導出結果を取得する。この無線資源の導出結果には、基地局導出部104により導出された無線資源としての接続基地局及び無線周波数の優先順位の他に、例えば候補の接続基地局と無線端末100との間で使われている無線通信規格が何であるかという情報や、周波数帯域に関する情報が含まれてもよい。

【0064】

無線資源割当管理部105は、接続基地局と協働して、接続基地局との無線通信に用いられる無線資源を割り当て、管理する。この無線資源は、例えば無線通信に使用される無線周波数、無線周波数のリソースブロック(RB:Resource Block)を含む。リソースブロックは、例えば無線周波数(例えばサブキャリア周波数)の周波数軸及び時間軸(例えばタイムスロット)で分割された、無線周波数の割り当ての単位を指す。

【0065】

無線資源割当管理部105は、無線周波数の割り当て候補のリソースブロックが割り当て可能か否かを、接続基地局に問い合わせる。接続基地局では、無線周波数の割り当て候補に基づいて、この無線周波数のリソースブロックの割り当て状況を検索し、リソースブロックが割り当て可能か否かを判定し、判定結果を無線端末100へ送信する。無線資源割当管理部105は、この判定結果を参照し、割り当て候補の無線周波数のリソースブロックが割り当て可能か否かを判定する。判定結果は、例えばリソースブロックの割り当て可否の情報や、リソースブロックを割り当て可能な場合に割り当てられる無線周波数のリソースブロックの情報を含む。

【0066】

無線資源割当管理部105は、上述判定結果に基づいて、接続基地局との通信に用いる無線周波数の未割り当てのリソースブロックを割り当てる。また、無線資源割当管理部105は、リソースブロックの割り当てるとともに、AMC(Adaptive Modulation and Coding)を指定してもよい。

【0067】

なお、無線資源割当管理部105は、割当候補の無線周波数を割当不可能な場合、無線周波数を次の優先順位のものに変更し、その次の優先順位の割当候補の無線周波数から新たに無線周波数を選定する。無線資源割当管理部105は、接続基地局に対してリソースブロックを割当可能な無線周波数が存在しない場合、接続基地局を次の優先順位のものに変更し、その次の優先順位の割当候補の接続基地局から新たに接続基地局を選定する。

10

20

30

40

50

【0068】

また、無線資源割当管理部105は、送信パケット生成部106又は受信パケット復号部11から無線資源の使用履歴の情報を取得する。この使用履歴の情報は、例えば無線端末100と無線通信した接続基地局の情報と、その接続基地局との通信に使用された無線周波数の情報と、この無線周波数を用いて通信された通信量の情報とが含まれる。更新部の一例としての無線資源割当管理部105は、例えば取得された使用履歴の情報に含まれる無線周波数と一致する累計通信履歴テーブルT1の無線周波数に対して、使用履歴の情報に含まれる通信量を加算し、累計通信履歴テーブルT1を更新してもよい。

【0069】

無線資源割当管理部105は、割り当てられた無線資源の情報、つまり接続基地局との通信に用いる無線周波数及びリソースブロックの情報を、無線送信部107又は無線受信部110へ送る。この場合、無線資源割当管理部105は、割り当てられた上り回線21用の無線資源の情報を無線送信部107へ送る。また、無線資源割当管理部105は、割り当てられた下り回線22用の無線資源の情報を、無線受信部110へ送る。

10

【0070】

送信パケット生成部106は、入力されるアップリンクデータ(UL Data)を用いて、無線基地局200へ送信されるパケット(送信パケット)を生成する。送信パケットは、上り回線21のデータを含む。上り回線21のデータ(例えば制御データ、ユーザデータ)は、例えばメモリ160、記憶装置等の外部装置(不図示)、各種ソフトウェアの処理部(不図示)から得られる。

20

【0071】

送信パケット生成部106は、送信パケットの通信に係る無線資源の使用履歴の情報を、無線資源割当管理部105へ送る。

【0072】

通信部の一例としての無線送信部107は、送信パケット生成部106により生成された送信パケットを、無線資源割当管理部105により割り当てられた無線資源を用いて、送信アンテナ108及び上り回線21を介して、無線資源割当管理部105から指示された接続基地局に送信する。

【0073】

通信部の一例としての無線受信部110は、接続基地局からのパケット(受信パケット)を、無線資源割当管理部105により割り当てられた無線資源を用いて、下り回線22及び受信アンテナ109を介して受信する。

30

【0074】

受信パケット復号部111は、無線受信部110により受信された受信パケットを復号して復号データを得る。復号データは、下り回線22のデータを含む。下り回線22のデータ(例えば制御データ、ユーザデータ)は、例えばメモリ160、記憶装置や表示装置等の外部装置(不図示)、各種ソフトウェアの処理部(不図示)に渡される。

【0075】

また、下り回線22のデータは、公知の方法で選定された接続候補基地局の情報が含まれる場合がある。この接続候補基地局の情報は、無線資源割当管理部105へ送られる。

40

【0076】

また、下り回線22のデータは、無線資源の割り当てに関する制御情報を含むことがある。この制御情報は、無線資源割当管理部105へ送られる。この制御情報は、例えば接続基地局によりリソースブロックを割当可能か否かが判定された判定結果が含まれる。

【0077】

また、受信パケット復号部111は、受信パケットの通信に係る無線資源の使用履歴の情報を、無線資源割当管理部105へ送る。

【0078】

次に、本実施の形態の無線通信システム10の無線端末100に新たな通信接続要求が発生した時の動作手順について、図5及び図6を参照して説明する。

50

【 0 0 7 9 】

図5及び図6は、本実施の形態の無線端末100に通信接続要求が発生した場合の動作手順の一例を詳細に説明するフローチャートである。図5及び図6では、説明を簡単にするために、無線端末100が屋外に位置する場合を例示して説明するが、無線端末100が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合でも同様である。

【 0 0 8 0 】

図5において、無線端末100の無線受信部110又は無線送信部107は、新たな接続要求が発生したか否かを判定する(S1)。この接続要求は、例えば無線端末100から無線基地局200への接続要求、又は無線基地局200から無線端末100への接続要求を含む。例えば、無線端末100がコンテンツサーバ(不図示)上の動画データを取得して再生する場合、無線端末100から無線基地局200への接続要求が発生する。例えば、他の無線端末から無線端末100へ電話がかかってくる場合、いずれかの無線基地局200から無線端末100への接続要求が発生する。

10

【 0 0 8 1 】

GPS受信部102は、GPSアンテナ101により受信された複数の信号に基づいて、GPS受信部102の位置情報(つまり、無線端末100自身の位置情報(自己の位置情報))を算出して取得する(S2)。GPS受信部102は、算出により得られた無線端末100の位置情報をプロセッサ150に出力する。位置情報生成部103は、例えば無線端末100が屋外に位置する場合には、GPS受信部102からの情報を基に、無線端末100の位置情報(つまり、現在の無線端末100の位置情報)を生成して基地局導出部104に出力する。

20

【 0 0 8 2 】

基地局導出部104は、メモリ160の累計通信履歴テーブルT1を参照し(S3)、ステップS2で得られた無線端末100の現在の位置情報とステップS3で得られた通信履歴の無線端末100の位置情報とに基づく距離Diを、数式(1)~数式(3)のうちいずれか(例えば数式(1))に従って算出する(S4)。いずれの数式が使用されるかは、それぞれの無線端末100において予め設定される。基地局導出部104は、無線端末100の現在の位置情報と通信履歴の無線端末100の位置情報とに基づく距離Diが小さい所定数(k:既定値)の通信履歴を抽出して取得する(S5)。ステップS5により抽出された結果は、例えば図4に示す上位通信履歴テーブルT2である。

30

【 0 0 8 3 】

基地局導出部104は、ステップS5において抽出された上位n個全ての通信履歴に対応するそれぞれの距離Diが所定の閾値Dthより大きいかどうかを判定する(S6)。所定の閾値Dthは例えば300(メートル)である。上位n個全ての通信履歴に対応するそれぞれの距離Diが所定の閾値Dthより大きい訳では無い場合には(S6、NO)、基地局導出部104は、距離Di所定の閾値Dthを満たす通信履歴に含まれる無線資源(無線基地局、無線周波数(キャリア周波数))を把握(認識)する(S7)。

【 0 0 8 4 】

図6において、ステップS7の後、基地局導出部104は、ヘテロジニアスネットワーク20内の複数の無線基地局200の中で、データ(例えば制御データ、ユーザデータ)の通信をトライすべき候補となる接続基地局及び無線周波数の優先順位を決定する(S8)。無線資源割当管理部105は、ステップS8において決定された優先順位の中で、最も優先順位の高い無線資源(接続基地局の識別番号-無線周波数の識別番号)を無線送信部107及び無線受信部110に割り当て、その接続基地局への通信接続をトライする(S9)。例えば、送信パケット生成部106は、上り回線21のデータを含む送信パケットを生成する。無線送信部107は、決定された接続基地局へ、送信パケットを無線送信する。また、例えば、無線受信部110は、決定された接続基地局から、受信パケットを無線受信する。受信パケット復号部111は、受信パケットを復号し、下り回線22のデータを得る。

40

【 0 0 8 5 】

50

つまり、無線端末 100 は、通信接続をトライする候補の接続基地局に対し、無線端末 100 との無線通信において無線周波数のリソースブロックの割り当てが可能であるか否かを問い合わせる。接続基地局は、無線端末 100 からの問い合わせに対し、無線周波数のリソースブロックの割り当てが可能であると判断した場合に、通信接続に成功した旨のメッセージを無線端末 100 に送信する。

【0086】

通信接続が成功した場合 (S10、YES)、無線端末 100 の無線送信部 107 や無線受信部 110 は、その接続基地局との間でデータ (例えば制御データ、ユーザデータ) の通信を行う (S11)。更に、更新部の一例としての無線資源割当管理部 105 は、通信接続が成功した接続基地局との間の通信履歴 (具体的には、少なくとも接続基地局である無線基地局 200 の識別番号、及び無線周波数 (キャリア周波数) の識別番号) を、累計通信履歴テーブル T1 に書き込むことで更新する (S12)。
10

【0087】

なお、ステップ S10 やステップ S19 の通信接続のトライは、双方向通信でも、送信又は受信のいずれか一方でもよい。従って、ステップ S12 の累計通信履歴テーブル T1 の更新についても、送信時又は受信時のいずれか一方でもよい。

【0088】

ここで、通信が終了すれば (S13、YES)、無線端末 100 の処理は終了する。

【0089】

一方、通信が終了しなくて (S13、NO)、かつ無線端末 100 に新たな通信接続の要求があった場合には (S14、YES)、無線端末 100 の処理はステップ 2 に戻る。なお、無線通信中に無線端末 100 が移動する等で、現在接続中の接続基地局 (無線基地局 200) との間の通信回線状況が劣化した場合には、ステップ S14 のように、無線端末 100 は、新たな通信接続の要求を発生する。
20

【0090】

また、通信が終了しなくて (S13、NO)、かつ無線端末 100 に新たな通信接続の要求がなかった場合 (S14、NO)、無線端末 100 はステップ S11 において通信を開始した接続基地局 (無線基地局 200) との間の通信を継続する (S11)。

【0091】

また、ステップ S10 において通信接続が失敗した場合 (S10、NO)、基地局導出部 104 は、最初に抽出した n 個の通信履歴の中から通信接続が失敗した通信履歴を除外する (S15)。ステップ S15 の後、基地局導出部 104 は、ステップ S15 において除外 (取り除かれた) 残り全ての通信履歴 (例えば (n - 1) 個の通信履歴) に対応するそれぞれの距離 Di が所定の閾値 Dth より大きいかどうかを判定する (S6)。このステップ S6 以降の処理は同様となるので、詳細な説明を省略する。
30

【0092】

また、基地局導出部 104 は、ステップ S5 において抽出された上位 n 個全ての通信履歴に対応するそれぞれの距離 Di が所定の閾値 Dth より大きいと判定した場合には (S6、NO)、公知の方法により、自己 (無線端末 100) の近傍の、通信接続が可能となり得る無線基地局 200 の候補を探索 (セルサーチ) する (S16)。この場合、基地局導出部 104 は、無線端末 100 の近傍に所在する無線基地局 200 の探索結果に基づいて、接続候補となり得る無線基地局を決定する。
40

【0093】

この公知の方法では、例えば基地局導出部 104 が、RAT1 ~ 5 を使用する無線基地局 200 を順に探し、無線送信部 107 が、探索の結果を所定の基地局へ通知する。所定の基地局は、通知された探索の結果に応じて、接続候補となり得る無線基地局を選定し、その無線基地局の情報を無線端末 100 へ送信する。基地局導出部 104 は、無線受信部 110 により受信され、受信パケット復号部 111 により復号された受信パケットから接続候補となり得る無線基地局の情報を取得し、接続候補の無線基地局として決定する。

【0094】

なお、ここでは公知の方法として、セルサーチ結果を所定の無線基地局に通知して、所定の無線基地局が接続候補となり得る無線基地局の情報を無線端末100に伝達することを例示した。この代わりに、セルサーチ結果を所定の無線基地局に通知せずに、無線端末100が自ら、セルサーチ結果を基に接続候補となり得る無線基地局を決定してもよい。ステップS16において接続可能性のある無線資源を有する無線基地局200が存在しない場合には(S17、NO)、無線端末100に接続可能な無線基地局200が存在しないことになるため、無線端末100は通信不可となり処理が終了する。

【0095】

ステップS16において接続可能性のある無線資源を有する無線基地局200が存在する場合(S17、YES)、基地局導出部104は、この無線基地局200を接続候補基地局として決定する。なお、接続候補となり得る無線基地局は、1つだけ決定されてもよいし、複数決定されてもよい。また、接続候補基地局が複数決定される場合、基地局導出部104は、複数の接続候補基地局の優先順位を設定してもよい。例えば、基地局導出部104は、通信量の多い接続候補基地局の優先順位を高く設定する。

10

【0096】

接続候補となり得る無線基地局が決定されると、無線資源割当管理部105は、決定された無線基地局が1つである場合、この無線基地局200を接続基地局に選定する。また、無線資源割当管理部105は、決定された接続候補となり得る無線基地局が複数存在する場合、複数の接続候補となり得る無線基地局のうちの1つを選定する。例えば、無線資源割当管理部105は、過去の通信において通信量が最多である接続候補基地局を、接続基地局に選定してもよい。

20

【0097】

無線資源割当管理部105は、接続候補となり得る無線基地局との通信に用いる無線資源を割り当て、その無線基地局への通信接続をトライする(S18)。無線資源の割り当ては、公知の方法により行われる。公知の方法では、例えば無線端末100又は接続候補となり得る無線基地局により、無線周波数毎の回線品質(干渉量)が測定され、無線端末100と接続候補となり得る無線基地局との通信に使用される無線周波数が割り当られる。

【0098】

ステップS18に関して、具体的には、無線端末100は、通信接続をトライする候補の接続基地局に対し、無線端末100との無線通信において無線周波数のリソースブロックの割り当てが可能であるか否かを問い合わせる。接続基地局は、無線端末100からの問い合わせに対し、無線周波数のリソースブロックの割り当てが可能であると判断した場合に、通信接続に成功した旨のメッセージを無線端末100に送信する。

30

【0099】

通信接続が成功した場合(S19、YES)、無線端末100の無線送信部107や無線受信部110は、その接続基地局との間でデータ(例えば制御データ、ユーザデータ)の通信を行う(S11)。一方、通信接続が失敗した場合(S19、NO)、無線端末100に接続可能な無線基地局200が存在しないことになるため、無線端末100は通信不可となり処理が終了する。

40

【0100】

以上により、本実施の形態の無線通信システム10において、無線端末100は、複数の無線通信方式が混在して利用されるヘテロジニアスネットワーク20を介して、複数の無線基地局200との間で通信可能である。無線端末100は、それぞれの無線基地局200との間の過去の通信時における、少なくとも無線端末100の位置情報と無線基地局200に関する情報(例えば、少なくとも接続基地局の識別番号)とを通信履歴として蓄積し、現在の無線端末100の位置情報を取得する。無線端末100は、現在の無線端末100の位置情報と過去の通信履歴とに基づいて、複数の無線基地局200から、データ通信に用いる無線基地局としての接続基地局を導出し、その接続基地局との間でデータ通信を行う。

50

【0101】

これにより、無線端末100は、自己の現在位置における過去の通信履歴に基づいて、新たな無線通信の接続要求時に通信相手となる無線基地局を決定して割り当てできるので、最適なセルへの接続確率の劣化を抑制できる。従って、無線端末100は、いずれかの無線基地局200を接続基地局として導出できるので、例えば公知の方法で無線基地局200を検索（セルサーチ、Discovery）する必要がない。つまり、無線端末100は、採用可能な無線通信方式（RAT）を順次スキャンし、無線端末100の近傍に位置する無線基地局200を検索する必要がない。この場合、無線端末100は、ヘテロジニアスネットワークに存在するRATの数と同数分のセルサーチを行う必要がない。そのため、無線端末100は、接続先の無線基地局200を探索するための処理負荷及び処理時間 10 を低減できる。

【0102】

また、例えば上述したように、従来技術として、ヘテロジニアスネットワークのカバーエリア全体をあるサイズのエリアブロックに区切り、無線端末100の位置をエリアブロック番号に対応付けし、エリアブロック番号毎の通信履歴を用いて最適セルへの接続を試みる方式が提案されている。しかしこの方式では、エリアブロックの大小に拘わらず、ヘテロジニアスネットワークのカバーエリア全体をエリアブロックに分割するための事前作業量も膨大であり、無線端末のメモリ容量も増大してしまう。一方、本実施の形態では、無線端末100は、新たな通信接続を要求する際に、現在の無線端末100の位置と過去の通信履歴に含まれる無線端末100の位置に基づいて、データ通信に適する無線基地局200（接続基地局）を導出できる。このため、本実施の形態では、上述した提案方式に比べて、ヘテロジニアスネットワークのカバーエリア全体をエリアブロック（例えば3次元の位置情報を考慮したエリアブロック）に区切るという事前の煩雑な作業も必要無く、無線端末100のメモリ160の容量増大も無い。 20

【0103】

また、無線端末100は、現在の無線端末100の位置情報と過去の通信履歴に含まれる無線端末100の位置情報とに基づく距離 D_i が小さい所定数(k)個の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して接続基地局を導出する。これにより、無線端末100は、距離 D_i が小さい（言い換えると、現在の位置と過去の無線通信時の位置とが近い）時の通信履歴の中で使用回数が多かった無線基地局を接続基地局として通信でき、現在の位置において通信実績のある適切な接続基地局と安定的に通信を行うことができる。 30

【0104】

また、無線端末100は、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} 以下である場合に、過去の所定数(k)個の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局を優先して接続基地局を導出する。これにより、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} より大きい通信履歴（言い換えると、無線端末100の過去の無線通信時の位置と現在の位置とが大きく離れている場合の通信履歴）を排除して上位通信履歴テーブルT2の生成が可能となるので、無線端末100は、現在の位置の周囲に設けられたネットワーク環境に沿う、より適切な無線資源（例えば無線基地局の識別番号）の割り当てを行うことができる。 40

【0105】

また、無線端末100は、接続基地局との間のデータ通信量の情報を通信履歴として更に蓄積し、距離 D_i が小さい所定数(k)個の過去の通信履歴の中で、データ通信量が多い無線基地局を優先して接続基地局を導出する。これにより、例えばヘテロジニアスネットワーク20に5G（第5世代移動通信システム）のような高速なスループットが得られるスマートセル（言い換えると、通信データ量が多い可能性が高いセル）を提供可能な接続基地局を優先して割り当てることが可能となり、快適な通信データ量を行い易くなる。

【0106】

また、無線端末100は、導出された接続基地局との間でデータ通信が行われると、データ通信に関する接続基地局に関する情報を、現在の無線端末100の位置情報に対応付 50

けた通信履歴としてメモリ160に蓄積する。これにより、無線端末100は、無線通信を実際に行つたことの通信実績として、その通信相手である接続基地局の識別番号を通信時の位置と対応付けた通信履歴をメモリ160に蓄積して学習できる。

【0107】

また、無線端末100は、接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数の情報を通信履歴として更に蓄積し、通信履歴に含まれる無線周波数の情報を用いて、接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数を導出する。無線端末100は、導出された無線周波数を用いて、導出された接続基地局との間でデータ通信を行う。これにより、無線端末100は、無線資源として、接続基地局の識別番号だけでなく、無線通信時の無線周波数（キャリア周波数）の識別番号も位置情報と対応付けて管理できるので、新たな通信接続の要求があった時に適切な接続基地局及び無線周波数を導出でき、無駄なく迅速に通信を行うことができる。10

【0108】

また、無線端末100は、距離 D_i が小さい所定数(k)個の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局及び無線周波数を優先して接続基地局及び無線周波数を導出する。これにより、無線端末100は、距離 D_i が小さい（言い換えると、現在の位置と過去の無線通信時の位置とが近い）時の通信履歴の中で使用回数が多かった無線周波数を用いて、現在の位置において通信実績のある適切な接続基地局と安定的に通信を行うことができる。20

【0109】

また、無線端末100は、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} 以下である場合に、所定数(k)個の過去の通信履歴の中で、割り当て回数が多い無線基地局及び無線周波数を優先して接続基地局及び無線周波数を導出する。これにより、距離 D_i が所定の閾値 D_{th} より大きい通信履歴（言い換えると、無線端末100の過去の無線通信時の位置と現在の位置とが大きく離れている場合の通信履歴）を排除して上位通信履歴テーブルT2の生成が可能となるので、無線端末100は、現在の位置の周囲に設けられたネットワーク環境に沿う、より適切な無線資源（例えば無線基地局の識別番号及び無線周波数の識別番号）の割り当てを行うことができる。20

【0110】

また、無線端末100は、接続基地局との間のデータ通信に用いる無線周波数の情報と接続基地局との間のデータ通信量の情報を通信履歴として更に蓄積し、距離 D_i が小さい所定数(k)個の通信履歴の中で、データ通信量が多い無線基地局及び無線周波数を優先して接続基地局及び無線周波数を導出する。これにより、例えばヘテロジニアスネットワーク20に5G（第5世代移動通信システム）のような高速なスループットが得られるスマートセル（言い換えると、通信データ量が多い可能性が高いセル）を提供可能な接続基地局及び無線周波数を優先して割り当てることが可能となり、快適な通信データ量を行い易くなる。30

【0111】

また、無線端末100は、導出された接続基地局との間でデータ通信が行われると、データ通信に関する接続基地局に関する情報を、現在の無線端末100の位置情報に対応付けた通信履歴としてメモリ160に蓄積する。これにより、無線端末100は、無線通信を実際に行つたことの通信実績として、その通信相手である接続基地局の識別番号及び無線周波数の識別番号を通信時の位置と対応付けた通信履歴をメモリ160に蓄積して学習できる。40

【0112】

また、無線端末100の位置情報は例えば屋外で有効な（緯度、経度、高度）の情報の組み合わせであり、無線端末100は、緯度、経度及び高度のうち、例えば高度を優先して距離 D_i を導出する。無線端末100の位置情報の中で緯度や経度が同じでも、高度が異なると通信環境が大きく異なる場合がある。従って、無線端末100は、高度を優先して距離 D_i を算出することで、自己の現在の位置に相応しい通信環境を提供可能な接続基50

地局及び無線周波数を導出することができる。

【0113】

また、本実施の形態では、無線端末100が屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合に、無線端末100の位置情報は、屋内に設置された複数のB L E ビーコン60からの相対的な距離によって求められる位置情報であってもよい。これにより、無線端末100は、屋外に位置する場合には例えばG P S 受信部102により算出される（緯度、経度、高度）の情報で位置を特定できる上、一方、屋内、又は屋外と屋内との境界付近に位置する場合には例えばB L E 受信部122により算出される、B L E ビーコン60からの相対距離の情報で位置を特定できる。

【0114】

10

以上、図面を参照しながら各種の実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されることは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述実施形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0115】

本開示は、自己の現在位置における通信履歴に基づいて、無線通信の接続要求時に通信相手となる無線基地局を決定して割り当て、最適なセルへの接続確率の劣化を抑制する無線端末及び無線基地局割当方法として有用である。

20

【符号の説明】

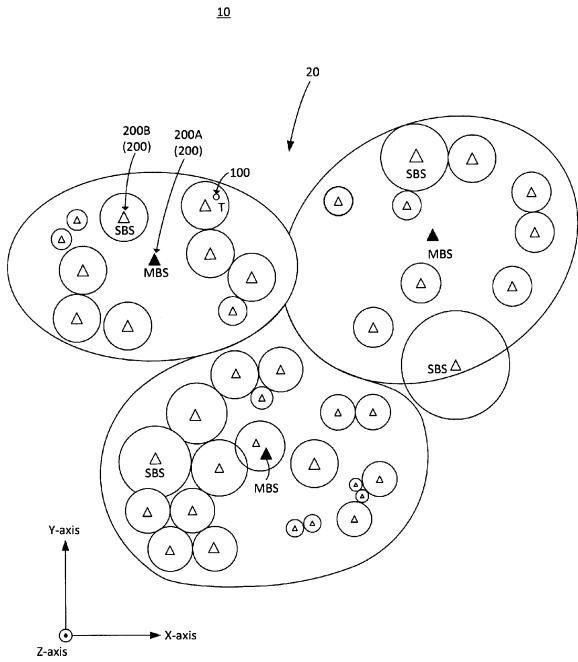
【0116】

- 10 無線通信システム
- 20 ヘテロジニアスネットワーク
- 21 上り回線（アップリンク）
- 22 下り回線（ダウンリンク）
- 50 G P S 衛星
- 60 B L E ビーコン
- 100 無線端末
- 101 G P S アンテナ
- 102 G P S 受信部
- 103 位置情報生成部
- 104 基地局導出部
- 105 無線資源割当管理部
- 106 送信パケット生成部
- 107 無線送信部
- 108 送信アンテナ
- 109 受信アンテナ
- 110 無線受信部
- 111 受信パケット復号部
- 121 B L E アンテナ
- 122 B L E 受信部
- 150 プロセッサ
- 160 メモリ
- 200 無線基地局
- T1 累計通信履歴テーブル
- T2 上位通信履歴テーブル

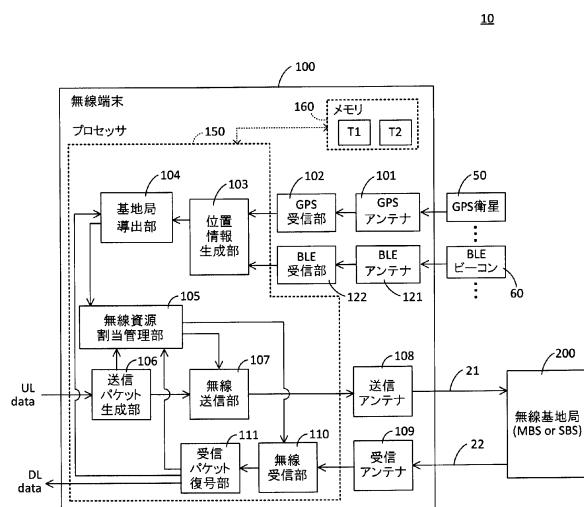
30

40

【図1】



【図2】



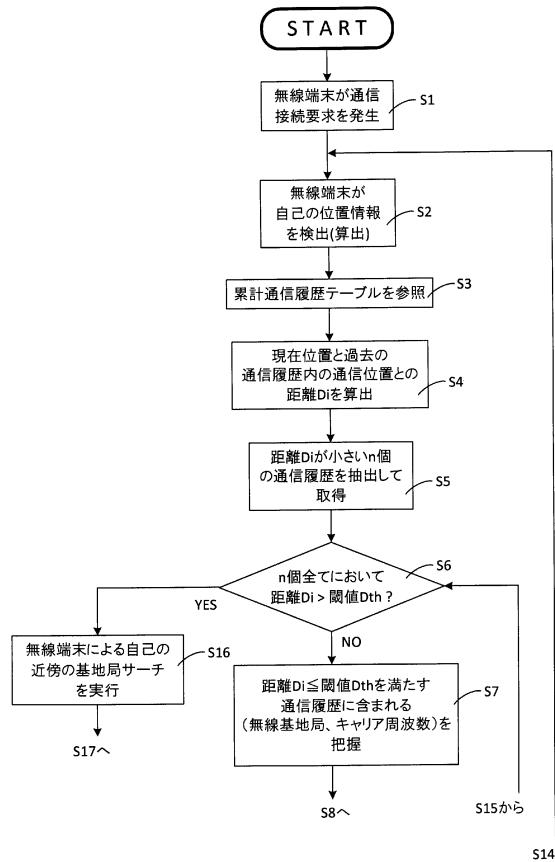
【図3】

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ... | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|--|--|--|---|
| (X,Y,Z) | (X ₁ , Y ₁ , Z ₁) | (X ₂ , Y ₂ , Z ₂) | (X ₃ , Y ₃ , Z ₃) | (X ₄ , Y ₄ , Z ₄) | (X ₅ , Y ₅ , Z ₅) | (X ₆ , Y ₆ , Z ₆) | (X ₇ , Y ₇ , Z ₇) | (X ₈ , Y ₈ , Z ₈) | ... | (X ₉₇ , Y ₉₇ , Z ₉₇) | (X ₉₈ , Y ₉₈ , Z ₉₈) | (X ₉₉ , Y ₉₉ , Z ₉₉) | (X ₁₀₀ , Y ₁₀₀ , Z ₁₀₀) |
| m-n | 3-1 | 3-2 | 6-2 | 8-2 | 1-4 | 2-3 | 2-1 | 4-2 | ... | 3-2 | 3-4 | 6-2 | 6-1 |

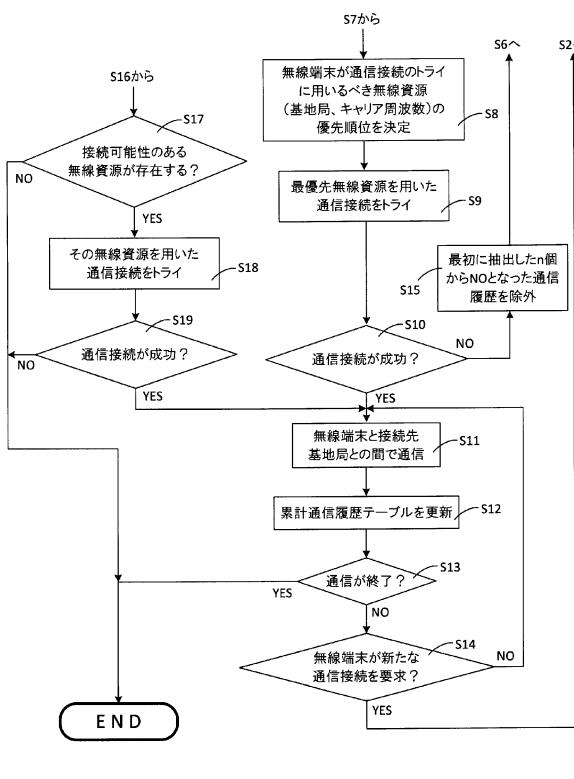
【図4】

| i | 2 | 7 | 43 | 18 | 20 | 97 | 55 | 8 | 44 | 99 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| D _i | 0.07 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.29 | 0.30 | 0.47 | 0.89 |
| m-n | 3-2 | 2-1 | 9-2 | 7-3 | 2-1 | 3-2 | 2-1 | 4-2 | 3-2 | 3-2 |

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 青山 恭弘
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 大濱 宏之

(56)参考文献 国際公開第2016/170719 (WO, A1)
国際公開第2013/121670 (WO, A1)
特開2013-21516 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B 7 / 24 - 7 / 26
H 04 W 4 / 00 - 99 / 00
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
 S A W G 1 - 2
 C T W G 1、 4