

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7674287号
(P7674287)

(45)発行日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(24)登録日 令和7年4月28日(2025.4.28)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 W 64/00 (2009.01)	H 0 4 W 64/00 1 4 0
H 0 4 W 16/26 (2009.01)	H 0 4 W 16/26
G 0 1 S 5/06 (2006.01)	G 0 1 S 5/06

請求項の数 10 (全14頁)

(21)出願番号	特願2022-22189(P2022-22189)	(73)特許権者	000208891 K D D I 株式会社 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号
(22)出願日	令和4年2月16日(2022.2.16)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2023-119339(P2023-119339 A)	(72)発明者	小林 龍司 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 K D D I 株式会社内
(43)公開日	令和5年8月28日(2023.8.28)	(72)発明者	柴山 昌也 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号 K D D I 株式会社内
審査請求日	令和6年4月2日(2024.4.2)	審査官	岡本 正紀

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置推定精度の向上のための中継装置、ネットワークノード、制御方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

中継装置であって、

端末装置から受信した無線信号を基地局装置へ中継する中継手段と、

第1の系列を用いて生成された所定の参照信号を前記端末装置から受信した場合に、当該第1の系列に対応する第2の系列であって、前記端末装置が前記所定の参照信号を生成する際に使用されることがない前記第2の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の参照信号を前記基地局装置へ中継するように前記中継手段を制御する制御手段と、
を有し、

前記中継手段は、前記所定の参照信号と異なる信号が前記端末装置から受信された場合に、当該信号の復調処理を実行することなく増幅して前記基地局装置へ転送する、ことを特徴とする中継装置。

10

【請求項2】

前記第1の系列は、所定の系列に対して第1のシフト量だけサイクリックシフトを施して得られる系列または前記所定の系列そのものであり、前記第2の系列は、前記第1のシフト量として使用されることがない第2のシフト量だけ前記所定の系列に対してサイクリックシフトを施して得られる系列である、ことを特徴とする請求項1に記載の中継装置。

【請求項3】

前記第2のシフト量は、前記第1の系列を生成する際に使用可能な前記第1のシフト量の最大値を超えるシフト量を前記第1のシフト量に加算して得られる大きさを有する、こ

20

とを特徴とする請求項 2 に記載の中継装置。

【請求項 4】

前記第 1 のシフト量および前記第 2 のシフト量のパターンの数は、直交周波数分割多重 (OFDM) のシンボルに付加されるサイクリックプリフィクスの長さに基づいて設定される、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の中継装置。

【請求項 5】

前記所定の参照信号は、サウンディング参照信号 (SRS) である、ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の中継装置。

【請求項 6】

ネットワークノードであって、
端末装置から送出された所定の信号が基地局装置において検出されたタイミングを取得する取得手段と、

前記タイミングに基づいて前記端末装置の位置を推定する推定手段と、

を有し、

前記推定手段は、

第 1 の系列を用いて生成された前記所定の信号が前記基地局装置において検出された場合に、取得された前記タイミングを用いて前記端末装置の位置を推定し、

前記第 1 の系列に対応する第 2 の系列であって、前記端末装置が前記所定の信号を生成する際に使用されることがない前記第 2 の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の信号が前記基地局装置において検出された場合に、中継装置における中継処理に関連する時間だけ、取得された前記タイミングより早く前記所定の信号が到来したこととなるように前記タイミングが補正された補正後のタイミングを用いて、前記端末装置の位置を推定する、

ことを特徴とするネットワークノード。

【請求項 7】

端末装置から受信した無線信号を基地局装置へ中継する中継手段を有する中継装置によって実行される制御方法であって、

第 1 の系列を用いて生成された所定の参照信号を前記端末装置から受信した場合に、当該第 1 の系列に対応する第 2 の系列であって、前記端末装置が前記所定の参照信号を生成する際に使用されることがない前記第 2 の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の参照信号を前記基地局装置へ中継するように前記中継手段を制御することを含み、

前記中継装置は、前記所定の参照信号と異なる信号が前記端末装置から受信された場合に、当該信号の復調処理を実行することなく増幅して前記基地局装置へ転送する、制御方法。

【請求項 8】

ネットワークノードによって実行される制御方法であって、

端末装置から送出された所定の信号が基地局装置において検出されたタイミングを取得することと、

前記タイミングに基づいて前記端末装置の位置の推定を行うことと、

を含み、

前記推定において、

第 1 の系列を用いて生成された前記所定の信号が前記基地局装置において検出された場合に、記録された前記タイミングを用いて前記端末装置の位置を推定し、

前記第 1 の系列に対応する第 2 の系列であって、前記端末装置が前記所定の信号を生成する際に使用されることがない前記第 2 の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の信号が前記基地局装置において検出された場合に、中継装置における中継処理に関連する時間だけ、記録された前記タイミングより早く前記所定の信号が到来したこととなるように前記タイミングが補正された補正後のタイミングを用いて、前記端末装置の位置を推定する、

ことを特徴とする制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

コンピュータを、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の中継装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 6 に記載のネットワークノードとして機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中継装置を用いた無線通信システムにおける位置推定技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

セルラ通信システムでは、端末装置の位置を特定することにより、その位置に応じた通信サービスをその端末装置に提供することができる。端末装置は、例えば、全地球航法衛星システム（GNSS）を用いて、人工衛星から送出された電波を測定することにより自装置の位置を特定し、基地局装置を介してその情報をネットワークに通知しうる。一方で、端末装置がGNSSによる測位を使用できない場合や、GNSSによる測位機能を無効化している場合などが生じうる。このような場合、例えば、端末装置から送出された電波を複数の基地局装置が測定し、その電波が到達したタイミング（伝搬時間）に基づいて、端末装置の位置を推定する手法を使用することができる。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

セルラ通信システムでは、通信可能エリアを増やすために、基地局装置又は端末装置から到来した電波を増幅して出力する中継装置（例えば無線レピータ）が使用されうる。中継装置が使用される場合、その中継装置内部での中継動作によって、端末装置から送出された電波が基地局装置へ到達するまでの遅延が長期化してしまいうる。この遅延により、基地局装置から見て端末装置が実際よりも遠方に存在すると判定してしまい、その結果、測位誤差が大きくなってしまいうる。

【課題を解決するための手段】

30

【0004】

本発明は、中継装置が使用される無線通信システムにおける測位精度を向上させる技術を提供する。

【0005】

本発明の一態様による中継装置は、端末装置から受信した無線信号を基地局装置へ中継する中継手段と、第 1 の系列を用いて生成された所定の参照信号を前記端末装置から受信した場合に、当該第 1 の系列に対応する第 2 の系列であって、前記端末装置が前記所定の参照信号を生成する際に使用されることがない前記第 2 の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の参照信号を前記基地局装置へ中継するように前記中継手段を制御する制御手段と、を有し、前記中継手段は、前記所定の参照信号と異なる信号が前記端末装置から受信された場合に、当該信号の復調処理を実行することなく増幅して前記基地局装置へ転送する。

40

【0006】

本発明の一態様によるネットワークノードは、端末装置から送出された所定の信号が基地局装置において検出されたタイミングを取得する取得手段と、前記タイミングに基づいて前記端末装置の位置を推定する推定手段と、を有し、前記推定手段は、第 1 の系列を用いて生成された前記所定の信号が前記基地局装置において検出された場合に、取得された前記タイミングを用いて前記端末装置の位置を推定し、前記第 1 の系列に対応する第 2 の系列であって、前記端末装置が前記所定の信号を生成する際に使用されることがない前記第 2 の系列を用いて生成される信号に対応する前記所定の信号が前記基地局装置において

50

検出された場合に、中継装置における中継処理に関連する時間だけ、取得された前記タイミングより早く前記所定の信号が到来したことになるように前記タイミングが補正された補正後のタイミングを用いて、前記端末装置の位置を推定する。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、中継装置が使用される無線通信システムにおける測位精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】無線通信システムの構成例を示す図である。

10

【図2】SRSSの中継処理の例を説明する図である。

【図3】中継装置およびネットワークノードのハードウェア構成例を示す図である。

【図4】中継装置の機能構成例を示す図である。

【図5】ネットワークノードの機能構成例を示す図である。

【図6】無線通信システムにおいて実行される処理の流れの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴のうち二つ以上の特徴は任意に組み合わせられてもよい。また、同一若しくは同様の構成には同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

20

【0010】

(システム構成)

図1に、本実施形態に係る無線通信システムの構成例を示す。本無線通信システムは、端末装置が基地局装置と接続して無線通信を行うロングタームエボリューション(LTE)や第5世代(5G)のセルラ通信規格に準拠したセルラ通信システムでありうる。なお、本無線通信システムは、セル端や不感地帯における無線品質を向上させるために中継装置を採用しているものとする。なお、図1では、基地局装置101~基地局装置103と端末装置111とが存在し、例えば基地局装置103の通信を中継するために中継装置121が用意されている例を示している。端末装置111は、基地局装置101~基地局装置103のいずれかと接続して通信を実行可能に構成されている。なお、端末装置111は、基地局装置103と接続する際には、中継装置121を介して接続を確立する。なお、中継装置121は、例えば、到来した信号に対して復調等を行わずに増幅して出力する非再生中継装置(無線レピータ)でありうる。

30

【0011】

本無線通信システムでは、各基地局装置において、端末装置111から送出された所定の参照信号を検出して、その検出したタイミングに基づいて、端末装置111の位置を推定する。例えば、端末装置111から送出された所定の参照信号が基地局装置101~基地局装置103のそれぞれにおいて検出され、その検出されたタイミングが、いずれかの基地局装置又はこれらの基地局装置とは別個に用意された測位サーバなどのネットワークノードに集約される。そして、ネットワークノードは、例えば3つ以上の基地局装置において検出されたタイミングに基づいて、各基地局装置における所定の参照信号の受信タイミングの差に基づいて、端末装置111の位置を推定することができる。

40

【0012】

一方で、基地局装置103は、端末装置111から送出された所定の参照信号を、中継装置121を介して受信する。このため、例えば中継装置121による増幅および出力などの処理遅延によって、端末装置111から送出された所定の参照信号が基地局装置103において受信されるまでの時間が、中継装置121を介した基地局装置103と端末装置111との間の電波の伝搬経路の長さに対応しなくなり、端末装置111の位置の推定

50

結果の誤差が大きくなってしまふ。一方で、所定の参照信号が中継装置 1 2 1 を介して基地局装置 1 0 3 に到達したことをネットワークノードが認識することが可能であれば、中継装置 1 2 1 における処理遅延の分だけ早く所定の参照信号が基地局装置 1 0 3 に到達したものと、基地局装置 1 0 3 における所定の参照信号の受信タイミングを補正することができる。この補正後のタイミングが、中継装置 1 2 1 を介した基地局装置 1 0 3 と端末装置 1 1 1 との間の電波の伝搬経路の長さに対応するタイミングとなる。この場合、ネットワークノードは、例えば、その補正後のタイミングにおいて端末装置 1 1 1 からの所定の参照信号が基地局装置 1 0 3 に直接到達したものと扱って位置推定を行う。また、ネットワークノードは、例えば、補正後のタイミングを、基地局装置 1 0 3 と中継装置 1 2 1 との間の距離に対応する時間だけさらに早めたタイミングに補正して、その再補正後のタイミングにおいて中継装置 1 2 1 に所定の参照信号が到達したものと扱う。そして、ネットワークノードは、基地局装置 1 0 1、基地局装置 1 0 2、及び中継装置 1 2 1 における受信タイミングの差に基づいて端末装置 1 1 1 の位置推定を行うことにより、位置推定精度を向上させることができる。

10

【 0 0 1 3 】

一方で、中継装置 1 2 1 が到来した無線信号を増幅して復調せずに送出するように構成される無線レピータである場合、基地局装置 1 0 3 に到達した信号が、端末装置 1 1 1 から直接到達したものであるか中継装置 1 2 1 を介して到達したものが区別可能でない。このため、ネットワークノードは、受信タイミングの適切な補正を行うことができない。本実施形態では、このような事情に鑑み、中継装置 1 2 1 の処理によって、基地局装置 1 0 3 に到達した信号が、端末装置 1 1 1 から直接到達した信号であるか、中継装置 1 2 1 を介して到達した信号であるかを判別可能とし、受信タイミングの適切な補正を行うことを可能とする。

20

【 0 0 1 4 】

本実施形態の中継装置 1 2 1 は、端末装置 1 1 1 から所定の参照信号を受信した場合には、そのまま増幅して出力するのではなく、所定の処理を実行した後の信号を基地局装置 1 0 3 に向けて送信する。例えば、端末装置 1 1 1 から送出される所定の参照信号は、ネットワーク側から端末装置 1 1 1 に対して指定した第 1 の系列を用いて生成される。この場合、基地局装置 1 0 3 は、その所定の参照信号が所定電力レベル以上で到来した場合には、その第 1 の系列を用いて、その所定の参照信号を検出することができる。本実施形態では、中継装置 1 2 1 も、第 1 の系列を用いて、その所定の参照信号を検出することができるようにする。そして、中継装置 1 2 1 は、この第 1 の系列を用いて生成された所定の参照信号を受信した場合には、その第 1 の系列に対応すると共に第 1 の系列とは異なる第 2 の系列を用いて生成された所定の参照信号を基地局装置 1 0 3 へ中継する。ここで、第 2 の系列は、端末装置 1 1 1 によって所定の参照信号が送信される際には使用されない系列でありうる。これによれば、基地局装置 1 0 3 は、第 1 の系列を用いて所定の参照信号を検出した場合には、その所定の参照信号が端末装置 1 1 1 から直接到達したものと判定し、第 2 の系列を用いて所定の参照信号を検出した場合には、その所定の参照信号が中継装置 1 2 1 を介して到達したものと判定することができる。

30

【 0 0 1 5 】

なお、端末装置 1 1 1 が所定の参照信号を送信する際には、例えばネットワーク側から通知された第 1 の系列を使用するが、この第 1 の系列として使用可能な系列は複数のパターンを有する。例えば、所定の参照信号がサウンディング参照信号 (S R S) である場合、端末装置 1 1 1 は、事前に用意された所定の系列をそのまま第 1 の系列として用いるか、又は、その所定の系列に対して所定のシフト量だけサイクリックシフトを施した系列を第 1 の系列として使用する。なお、サイクリックシフトとは、所定の系列の先頭位置を変更し、その先頭位置より前に存在する部分系列を系列の末尾に付加することによって得られる。例えば、それぞれのシンボルに 0 ~ 9 9 のインデクスが付された長さ 1 0 0 の系列に対して、シフト量 1 0 のサイクリックシフトを施すことにより、先頭位置が 1 0 となり、インデクスが 9 9 のシンボルの後に、インデクスが 0 ~ 9 の部分系列が付加され

40

50

た系列が得られる。ここで、SRSは、所定数のサブキャリアごとに送信されるが、2サブキャリアごとにSRSが送信される場合、8通りのシフト量が規定されており、そのシフト量にそれぞれ対応する8通りの系列が第1の系列として使用されうる。これに対して、中継装置121は、その8通りの系列のいずれとも異なる系列を第2の系列として使用しうる。例えば8通りの第1の系列にそれぞれ対応する8通りの第2の系列が用意されうる。そして、中継装置121は、端末装置111から受信した参照信号がその8通りの第1の系列のうちのいずれを用いて生成されたかを特定し、その特定した系列に対応する系列を第2の系列の中から特定して、その特定した第2の系列を用いて所定の参照信号を生成して基地局装置103へ転送しうる。なお、第2の系列は、第1の系列を生成する際に使用される所定の系列とは無関係の系列でありうる。また、第2の系列は、一例において、第1の系列を生成する際に使用される所定の系列と直交する系列でありうる。第1の系列として使用可能な複数の系列のそれぞれに対応する第2の系列を用意しておくことにより、基地局装置103において検出された所定の参照信号が、第1の系列として使用可能な複数の系列のいずれに対応するものであるか、そして、どの端末装置によって送信された所定の参照信号に対応するかを特定することができるようになる。

10

【0016】

なお、上述のように、所定の参照信号はSRSでありうる。この場合に、第1の系列が上述のように所定の系列そのもの又はその所定の系列に対して第1のシフト量だけサイクリックシフトを施して得られる系列である。この場合、その第1のシフト量として取りえない第2のシフト量だけ、所定の系列に対してサイクリックシフトを施して得られる系列を第2の系列としうる。例えば、第1のシフト量が、0、10、20、30、及び40である場合に、第2のシフト量が50、60、70、80、及び90に設定されうる。この場合、例えば、(第1のシフト量+50)が第2のシフト量として用いられうる。なお、中継装置121は、受信したSRSに対応する第1のシフト量から第2のシフト量を特定し、その第2のシフト量に対応する系列を用いて新たにSRSを生成しうる。ただし、この場合、中継装置121は、受信したSRSにおける受信品質などが反映された形式で、すなわち、端末装置111から受信したSRSの特性を失わせない形式で、新規に生成したSRSを変形して基地局装置103へ送しうる。なお、中継装置121は、受信したSRSに対して対応するシフト量のサイクリックシフトを施すことにより、その受信したSRSを変形して、新規にSRSを生成することなく、第2のシフト量に対応するSRSを基地局装置103へ送信するようにしてもよい。

20

30

【0017】

既知の系列を用いた相関検出により算出された値のピークを検出することにより、その既知の系列を用いた所定の信号が送信されたことが検出される。これに対して、所定の系列に対してサイクリックシフトを施すことにより別の系列が生成される場合、その別の系列を用いて生成された所定の信号に対しても、その所定の系列による相関検出を行った際に、シフト量に対応する時間だけずれたタイミングでピークが発生しうる。このとき、所定の系列による相関検出のピークが発生するタイミングのずれが、1つのOFDM(直交周波数分割多重)シンボルに対して付加されるサイクリックプリフィクスの範囲内に含まれる場合、いずれのシフト量に対応するかの判定に誤りが生じうる。すなわち、ある系列によって生成されたOFDMシンボルに対して、一定の遅延波が発生することが想定されており、そのためにサイクリックプリフィクスが付加されるため、その系列を用いて相関検出を行った場合、そのサイクリックプリフィクスの範囲内で遅延波に対応するピークが検出される。一方で、その系列に対してサイクリックシフトを施すことによって得られる異なる系列を用いて相関検出を行った場合、タイミングがずれてピークが発生する。この時に、サイクリックシフトのシフト量が十分に大きくない場合、そのタイミングのずれが大きくなく、例えば、遅延波と同様のタイミングでピークが発生してしまうことがある。この場合、出現したピークがサイクリックシフト前の系列に対応するのか、サイクリックシフト後の系列に対応するのかが判別できなくなってしまう。このため、本実施形態では、ピーク出現タイミングのずれが、SRSのサイクリックプリフィクスの長さを超えるよ

40

50

うに、シフト量が設定されうる。なお、このシフト量は、2つの第2の系列の間関係にも適用されうる。

【0018】

なお、このようなシフト量は、例えばサイクリックプリフィクスの長さに基づいて特定され、一例において最大で14個のシフト量のパターンを得ることができる。これを利用して、例えば、上述の端末装置111から送出されるSRSにおいては、14個のパターンのうちの7個（又はそれ以下）を第1のシフト量として使用し、中継装置121によって転送されるSRSにおいては、14個のパターンのうちの残りの7個（又はそれ以下）を第2のシフト量として使用することができる。例えば、14個のパターンにそれぞれインデクス0～13を付して、第1のシフト量として、インデクス0～6のパターンを使用し、第2のシフト量として、「第1のシフト量のインデクス+7」のパターンを使用するようにしうる。これにより、インデクス0～6のシフト量のパターンに対応する第1の系列を用いて生成された参照信号が検出された場合は、その信号が端末装置111から直接到来した信号であり、インデクス7～13のシフト量のパターンに対応する第2の系列を用いて生成された参照信号が検出された場合は、その信号が中継装置121によって中継された信号であると判定することが可能となる。なお、例えば、第1のシフト量の最大値を超えるシフト量をその第1のシフト量に加算したシフト量を、第2のシフト量としてもよい。すなわち、第1のシフト量の最大値を超えるシフト量の系列に対応する所定の参照信号が検出された場合、その信号は中継装置121によって中継された信号であると判定されるようにしてもよい。

【0019】

中継装置121がこのような処理を行う場合の動作の概要を図2に示す。なお、ここでは、インデクスが0～ $X-1$ ($X \leq 6$)の系列が第1の系列として使用されるものとし、インデクスが $X \sim 2X-1$ の系列が第2の系列として使用されるものとする。なお、インデクス0～ $2X-1$ は、一例において、それぞれ異なるシフト量に対応しうる。この場合、第1の系列及び第2の系列が、同じ所定の系列に対してそれぞれ異なるシフト量だけサイクリックシフトを施して得られる系列として生成される。また、第1の系列と第2の系列は、それぞれ異なる所定の系列に対してサイクリックシフトを施して得られる系列であってもよい。また、第1の系列の範囲内では又は第2の系列の範囲内で異なるインデクスに対応する系列が、サイクリックシフトの関係にない相互に無関係の系列であってもよい。なお、図2では、所定の参照信号として、サウンディング参照信号(SRS)が使用されるものとし、第1の系列及び第2の系列は共通の所定の系列に対して異なるシフト量のサイクリックシフトを施すことによって得られる系列であるものとする。

【0020】

図2において、端末装置111及び端末装置112が、中継装置121を介して基地局装置103と通信可能な位置に存在し、端末装置113が、基地局装置103と直接通信可能な位置に存在するものとする。このとき、各端末装置に対しては、例えば接続中の基地局装置から、SRSの生成の際に使用すべき系列として、インデクスが0～ $X-1$ の第1の系列を生成可能とする情報（例えば、第1のシフト量）がそれぞれ通知されうる。また、各中継装置に対しては、インデクスが0～ $X-1$ の第1の系列にそれぞれ対応する第2の系列を生成可能とする情報（例えば、第2のシフト量や、第1のシフト量に対して加算されるべきシフト量など）が、通信の中継対象の基地局装置から通知されうる。そして、端末装置111はインデクスが「1」の系列を、端末装置112はインデクスが「5」の系列を、端末装置113はインデクスが「3」の系列を、それぞれ用いて、SRSを生成して送出する。このとき、端末装置113から送出されたSRSは、基地局装置103にそのまま直接到達する。基地局装置103は、インデクスが「1」～「 $X-1$ 」の系列をそれぞれ用いてSRSの検出処理を実行することにより、インデクスが「3」の系列を用いて生成された端末装置113からのSRSを検出することができる。これにより、基地局装置103は、端末装置113からのSRSは直接到来したものであり、中継装置121を介していないことを特定することができる。

【 0 0 2 1 】

一方、端末装置 1 1 1 及び端末装置 1 1 2 から送出された S R S は、中継装置 1 2 1 において中継される。この場合、中継装置 1 2 1 は、端末装置 1 1 1 から受信した S R S がインデクス「 1 」の第 1 の系列を用いて生成されたものであるため、インデクス「 1 」に対応するインデクス「 1 + X 」の第 2 の系列に対応する S R S を基地局装置 1 0 3 へ転送する。なお、中継装置 1 2 1 は、インデクス「 1 + X 」の第 2 の系列を用いて S R S を生成し、又は、インデクス「 X 」に対応するシフト量だけサイクリックシフトを施すことにより、受信した S R S を変形し、その生成又は変形した S R S を出力する。また、中継装置 1 2 1 は、同様にして、端末装置 1 1 2 から受信した S R S がインデクス「 5 」の第 1 の系列を用いて生成されたものであるため、インデクス「 5 」に対応するインデクス「 5 + X 」の第 2 の系列に対応する S R S を基地局装置 1 0 3 へ転送する。基地局装置 1 0 3 は、インデクスが「 X 」～「 2 X - 1 」の系列をそれぞれ用いて S R S の検出処理を実行することにより、インデクスが「 1 + X 」や「 5 + X 」の系列に対応する S R S を検出することができる。基地局装置 1 0 3 は、インデクスが「 1 + X 」の系列に対応する S R S を検出すると、その S R S が中継装置 1 2 1 を介して受信されたものであることを特定することができる。また、基地局装置 1 0 3 は、インデクスが「 1 + X 」の第 2 の系列に対応する S R S を検出した場合、その S R S は、インデクスが「 1 」の第 1 の系列に対応することを特定することができる。そして、インデクスが「 1 」の第 1 の系列を用いるように設定されているのが端末装置 1 1 1 であるため、基地局装置 1 0 3 は、その S R S が端末装置 1 1 1 から送出されて、中継装置 1 2 1 を介して受信されたことを特定することができる。同様に、基地局装置 1 0 3 は、インデクスが「 5 + X 」の系列に対応する S R S を検出すると、その S R S が、端末装置 1 1 2 から送出されて、中継装置 1 2 1 を介して受信されたものであることを特定することができる。そして、基地局装置 1 0 3 又は測位を実行するネットワークノードは、中継装置 1 2 1 を介して S R S が実際に受信された受信タイミングを、中継装置 1 2 1 による処理遅延の時間分だけ早いタイミングであったものとして扱う（受信タイミングを補正する）ことにより、端末装置 1 1 1 及び端末装置 1 1 2 の測位精度を向上させることができる。

10

20

【 0 0 2 2 】

なお、上述の S R S は、所定の参照信号の一例であり、別の参照信号が用いられてもよい。例えば、位置測定のために新規に定義された参照信号が用いられてもよい。また、第 1 の系列及び第 2 の系列は、所定の系列に対してサイクリックシフトを施して生成される系列でなくてもよい。すなわち、基地局装置において検出可能であるように所定の候補の中から選択された系列によって所定の参照信号が生成され、かつ、第 1 の系列と第 2 の系列とが相互に異なり、かつ、第 1 の系列と第 2 の系列とが 1 対 1 でマッピングされる関係であれば足りる。

30

【 0 0 2 3 】

なお、中継装置 1 2 1 は、上述の処理を実行するために、少なくとも所定の参照信号を特定し、その所定の参照信号を変形及び増幅して出力する機能を有する。例えば、中継装置 1 2 1 は、受信した所定の参照信号についての復調処理を実行して第 1 の系列を特定し、その第 1 の系列に対してさらにサイクリックシフトを施すことによって、第 2 の系列を生成して、その第 2 の系列に基づく所定の参照信号を再生して中継しうる。なお、中継装置 1 2 1 は、受信した所定の参照信号が生成される際に用いられた第 1 の系列を特定した場合に、第 1 の系列に対応する第 2 の系列を用いて別途用意した所定の参照信号を、受信した参照信号に代えて基地局装置 1 0 3 へ送信するようにしうる。なお、中継装置 1 2 1 は、所定の参照信号の受信タイミングから所定時間経過後に、変形後の又は別途用意した第 2 の系列に基づく所定の参照信号を出力するように構成されうる。

40

【 0 0 2 4 】

また、中継装置 1 2 1 は、所定の参照信号と異なる信号に対しては、無線レピータとして、その信号の復調処理を実行することなく増幅して基地局装置 1 0 3 へ転送しうる。すなわち、中継装置 1 2 1 は、所定の参照信号に対して上述の処理を実行するための機能を

50

有し、他の信号に対しては非再生中継を実行する無線レピータとして機能しうる。

【0025】

(装置構成)

図3は、中継装置121のハードウェア構成例を示す図である。中継装置121は、一例において、プロセッサ301、ROM302、RAM303、記憶装置304、及び通信回路305を含んで構成される。プロセッサ301は、汎用のCPU(中央演算装置)や、ASIC(特定用途向け集積回路)等の、1つ以上の処理回路を含んで構成されるコンピュータであり、ROM302や記憶装置304に記憶されているプログラムを読み出して実行することにより、装置の全体の処理や、上述の各処理を実行する。ROM302は、中継装置121が実行する処理に関するプログラムや各種パラメータ等の情報を記憶する読み出し専用メモリである。RAM303は、プロセッサ301がプログラムを実行する際のワークスペースとして機能し、また、一時的な情報を記憶するランダムアクセスメモリである。記憶装置304は、例えば着脱可能な外部記憶装置等によって構成される。通信回路305は、例えば、LTEや5Gの無線通信の回路によって構成される。なお、図2では、1つの通信回路305が図示されているが、中継装置121は、複数の通信回路を有しうる。例えば、中継装置121は、LTE用および5G用の無線通信回路とアンテナを有しうる。

10

【0026】

なお、端末装置111の位置を推定するネットワークノード(例えばいずれかの基地局装置又は測位サーバ)も、図3と同様のハードウェア構成を有しうる。

20

【0027】

図4は、中継装置121の機能構成例を示す図である。中継装置121は、例えば、中継処理部401、SRS検出部402、及びSRS変形部403を含む。なお、これらの機能部は、例えば、プロセッサ301が、ROM302や記憶装置304に記憶されたプログラムを実行することによって実装されうる。ただし、これに限られず、例えばこれらの機能部の一部または全部が専用のハードウェアを用いて実装されてもよい。なお、中継装置121が実行すべき処理については上述したため、ここでは中継装置121の機能構成を大まかに概説するにとどめる。

【0028】

中継処理部401は、端末装置111から受信した信号を増幅して基地局装置103へ送信し、また、基地局装置103から受信した信号を増幅して端末装置111へ送信する。中継装置121は例えば非再生中継装置(無線レピータ)であり、中継処理部401は、SRSなどの測位に用いる所定の参照信号以外の信号を復調・復号を行うことなく増幅して(必要に応じて周波数変換して)出力するように構成される。なお、中継装置121が再生中継装置である場合、中継処理部401は、受信した信号を復調・復号して、それにより得られたデータ系列を符号化・変調して無線信号を再生して出力するように構成されうる。

30

【0029】

SRS検出部402は、SRS(所定の参照信号)が送信されうる周波数および時間リソースにおいて、SRSの検出処理を実行する。SRS検出部402は、例えば、その周波数および時間リソースにおいて、端末装置111がSRSを生成する際に使用されうる第1の系列を用いて相関検出を実行し、相関値にピークが出現した場合に、SRSが到来したと判定しうる。SRS変形部403は、SRS検出部402によってSRSが検出された場合に、そのSRSを、中継装置121を介してSRSが到達したことを基地局装置103が特定可能な形式に変形する。例えば、SRS変形部403は、受信したSRSに対応する第1の系列に対して所定のシフト量だけサイクリックシフトを施して、端末装置111がSRSの送信に使用することがない第2の系列に対応するSRSを出力しうる。なお、SRS変形部403は、例えば、SRS検出部402においてSRSの検出に使用された第1の系列に対応する第2の系列を用いて、SRSを新たに生成してもよい。SRS変形部403によって出力された変形後の又は新たに生成されたSRSは、中継処理部

40

50

401を介して、基地局装置103へ送信される。

【0030】

図5は、端末装置111の位置を推定するネットワークノードの機能構成例を示す図である。ネットワークノードは、例えば、タイミング情報取得部501と、位置推定部502とを含む。なお、これらの機能部は、例えば、プロセッサ301が、ROM302や記憶装置304に記憶されたプログラムを実行することによって実装されうる。ただし、これに限られず、例えばこれらの機能部の一部または全部が専用のハードウェアを用いて実装されてもよい。

【0031】

タイミング情報取得部501は、各基地局装置において、端末装置からのSR S（所定の参照信号）が検出されたタイミングに関する情報を取得する。タイミング情報取得部501は、例えば、端末装置111から直接SR Sを受信した基地局から、実際にSR Sを受信したタイミングを示す情報を取得する。また、タイミング情報取得部501は、例えば、端末装置111から中継装置121を介してSR Sを受信した基地局から、中継装置121における中継処理に関連する時間だけ、実際にSR Sが受信されたタイミングより早くそのSR Sが到来したこととなるように補正されたタイミングを示す情報を取得する。なお、タイミング情報取得部501は、端末装置111から中継装置121を介してSR Sを受信した基地局から、実際にSR Sを受信したタイミングを示す情報と、中継装置121を介してそのSR Sが受信されたことを特定可能な情報とを取得してもよい。この場合、タイミング情報取得部501によって、中継装置121における中継処理に関連する時間だけ、実際にSR Sが受信されたタイミングより早くそのSR Sが到来したこととなるようにタイミングを補正して、補正後のタイミング情報を取得しうる。なお、中継装置121における中継処理に関連する時間は、中継処理そのものに要する時間でありうるが、それだけに限られない。例えば、端末装置111の位置から基地局装置の位置までの直線距離と、中継装置121を介してSR Sが受信される場合の端末装置111から基地局装置までの経路の距離との経路差の期待値に対応する時間が、中継処理に関連する時間として含まれてもよい。例えば、中継装置121によって通信が中継される端末装置の少なくとも一部について事前にGNSS等を用いて位置を測定しておき、その結果の分布から、経路差の期待値が特定されうる。一例において、中継装置121による中継を経てSR Sが受信された場合には、この経路差の期待値分だけ実際の受信タイミングより早くSR Sが基地局装置に到達したこととなるように、タイミングの補正が行われうる。

【0032】

位置推定部502は、例えば、到来時間差(TDOA)に基づく測位を実行する。すなわち、位置推定部502は、タイミング情報取得部501によって複数の(例えば3つの)基地局装置から取得された、端末装置111からのSR Sの受信タイミング差に基づいて、端末装置111の位置を推定する。なお、位置推定部502は、SR Sが中継装置121による中継を介さずに基地局装置に到達した場合には実際にSR Sが受信されたタイミングを用いて、中継装置121による中継を介して受信された場合には上述のようにして得られる補正後のタイミングを用いて、TDOAに基づく位置推定を実行する。

【0033】

(処理の流れ)

続いて、図6を用いて、無線通信システムにおいて実行される処理の流れの例について説明する。なお、この例では、各基地局装置において、SR Sを受信した際に、そのSR Sが中継装置121を介して受信されたか否かを判定し、中継装置121を介して受信された場合に受信タイミングの補正を行うまでの処理について説明する。すなわち、ネットワークノードが端末装置111の位置推定を実際に行う際の処理については、中継装置121を介して受信されたSR Sについて補正後のタイミングを用いて位置推定を行う点のみが従来と異なるため、ここでの説明については省略する。

【0034】

図6の例では、端末装置111が、第1の系列(例えばインデクス n ($0 \leq n < N$))

10

20

30

40

50

)の系列)を用いてSR Sを生成し、周囲に向けて送出する(S 6 0 1)。基地局装置101及び基地局装置102は、SR Sの検出処理を実行することにより、インデクスnの系列に対応するSR Sが受信されたことを認識し、このSR Sは中継装置による中継が行われておらず、中継処理により遅延の影響がないと判定する(S 6 0 2)。このため、基地局装置101及び基地局装置102は、受信タイミングの補正処理を実行しない。一方で、基地局装置103は、中継装置121を介してSR Sを受信することとなる。この場合、中継装置121は、インデクスnの第1の系列を用いて生成されたSR Sを受信したことに応じて、そのSR Sを変形して又はそのインデクスnに対応するインデクスn + Xの第2の系列を用いて新たにSR Sを生成して、基地局装置103へその変形後又は生成されたSR Sを送信する(S 6 0 3)。基地局装置103は、SR Sの検出処理を実行することにより、インデクスn + Xの系列に対応するSR Sが受信されたことを認識する。基地局装置103は、これにより、検出されたSR Sに対して中継装置121による中継が行われており、中継処理により遅延の影響があると判定する(S 6 0 4)。そして、基地局装置103は、中継処理による遅延分だけ、受信タイミングが早かったものとして扱うために、受信タイミングの補正を行う(S 6 0 5)。

10

【0035】

一例において、基地局装置101～基地局装置102はSR Sを実際に受信したタイミングを所定のネットワークノード(例えば、いずれかの基地局装置又は測位用のサーバなど)へ提供し、また、基地局装置103は、補正後の受信タイミングをそのネットワークノードへ提供する。そして、ネットワークノードは、提供されたSR Sの受信タイミングの情報に基づいて、受信時間差に基づいて端末装置111の位置を推定しうる。また、基地局装置101～103は、SR Sを実際に受信したタイミングを示す情報と、そのSR Sを検出する際に使用した系列を示す情報とをネットワークノードに提供し、ネットワークノードは、それらの情報に基づいて、タイミングの補正を行うか否かを決定し、端末装置111の位置推定を実行しうる。

20

【0036】

このように、本実施形態では、中継装置121による中継処理に起因した遅延の影響を取り除いて端末装置111からのSR Sの受信タイミングが特定されるため、端末装置111の位置の推定精度を向上させることができる。よって、国連が主導する持続可能な開発目標(SDGs)の目標9「レジリエントなインフラを整備し、持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る」に貢献することが可能となる。

30

【0037】

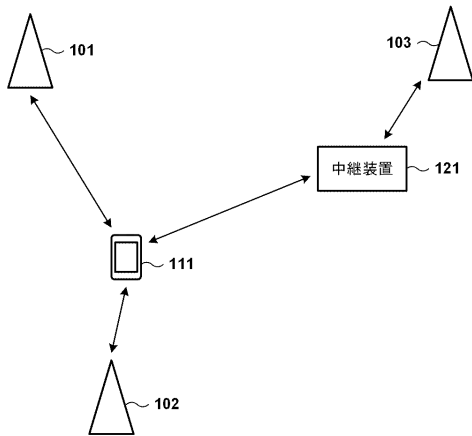
発明は上記の実施形態に制限されるものではなく、発明の要旨の範囲内で、種々の変形・変更が可能である。

40

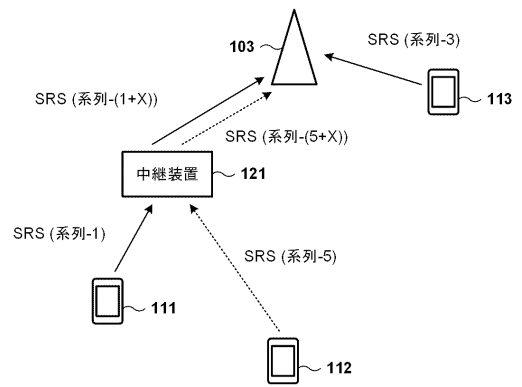
50

【図面】

【図 1】

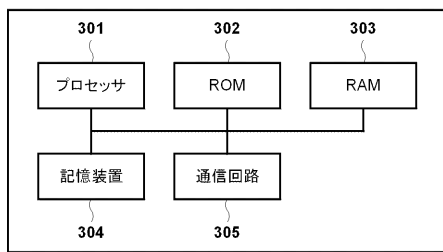


【図 2】



10

【図 3】



【図 4】



20

30

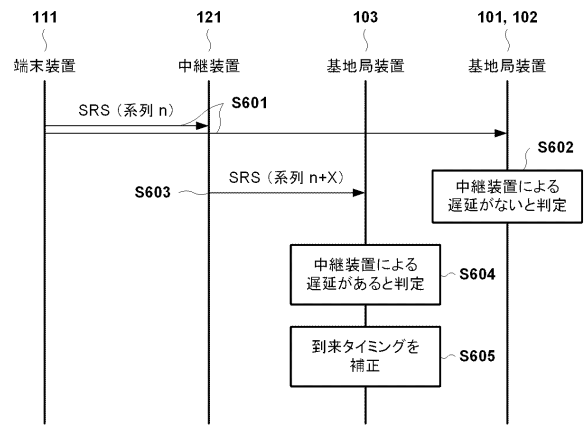
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2012 - 070366 (JP, A)
特開 2009 - 194566 (JP, A)
特表 2018 - 538729 (JP, A)
特表 2015 - 534768 (JP, A)
特開 2012 - 147182 (JP, A)
米国特許出願公開第 2020 / 0296680 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
G01S 5/06