

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6062559号  
(P6062559)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 11/08 (2006. 01)	GO 1 S 11/08
GO 1 S 5/14 (2006. 01)	GO 1 S 5/14
GO 1 S 13/76 (2006. 01)	GO 1 S 13/76
HO 4 W 64/00 (2009. 01)	HO 4 W 64/00 1 7 1

請求項の数 46 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2015-537759 (P2015-537759)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成25年10月14日 (2013. 10. 14)		クォアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-503492 (P2016-503492A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成28年2月4日 (2016. 2. 4)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/064850		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02014/062575		ハウス・ドライブ 5775
(87) 国際公開日	平成26年4月24日 (2014. 4. 24)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成28年4月4日 (2016. 4. 4)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	13/656, 398	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成24年10月19日 (2012. 10. 19)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100158805
早期審査対象出願			弁理士 井関 守三
		(74) 代理人	100194814
			弁理士 奥村 元宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 OFDMによって採用されるサブキャリアのサブセットに基づく屋内無線測距

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、前記方法は、

第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから第1のOFDM信号を受信することと、

過半数未満の前記OFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために、前記第1のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することと

を備え、前記あいまいさを解決することは、

前記第1のトランシーバにおいて、第3のトランシーバから第2のOFDM信号を受信することと、

第2の複数の可能な距離を備える第2の自己相関結果を与えるために、前記第2のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、前記第2の自己相関

10

20

結果からの前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断することとを備える、方法。

【請求項 2】

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信すること

をさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択することが、最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することとを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットがパイロット信号を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットが既知の信号を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットが知り得る信号を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 4 のトランシーバから第 3 の OFDM 信号を受信することと、

第 3 の複数の可能な距離を備える第 3 の自己相関結果を与えるために前記第 3 の OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと

をさらに備え、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの前記距離と、前記第 2 の自己相関結果からの前記第 2 の複数の可能な距離のうちの前記距離と、前記第 3 の自己相関結果からの前記第 3 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断することを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、少なくとも 2 つの距離の交点を見つけることを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、最近の位置推定値を使用することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、少なくとも 3 つの距離の交点を見つけることを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、最近の位置推定値に基づく距離を選択することを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバが同期クロックを有する、請求項 1 に記載の方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 13】

前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバが非同期クロックを有する、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 14】

前記第1のトランシーバが第1のアクセスポイントを備え、前記第2のトランシーバが第2のアクセスポイントを備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記第1のトランシーバがアクセスポイントを備え、前記第2のトランシーバがモバイルデバイスを備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 16】

前記第1のトランシーバがモバイルデバイスを備え、前記第2のトランシーバがアクセスポイントを備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 17】

前記第1のトランシーバが第1のモバイルデバイスを備え、前記第2のトランシーバが第2のモバイルデバイスを備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記複数の可能な距離をサーバに報告することをさらに備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 19】

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットは、2つのOFDMサブキャリアのみを備える、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 20】

直交周波数分割多重(OFDM)サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第2のトランシーバから第1のOFDM信号を受信し、第3のトランシーバから第2のOFDM信号を受信するように構成された第1のトランシーバと、

前記第1のトランシーバに結合されたプロセッサとを備え、前記プロセッサは、

過半数未満の前記OFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために、前記第1のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することとを行うように構成され、前記プロセッサが、

第2の複数の可能な距離を備える第2の自己相関結果を与えるために、前記第2のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、前記第2の自己相関結果からの前記第2の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断することとを行うように構成されることによって、前記あいまいさを解決するように構成された、モバイルデバイス。

## 【請求項 21】

前記プロセッサが、

前記第1のトランシーバから、前記第2のトランシーバに送信OFDM信号を送信するようにさらに構成され、

ここにおいて、前記第2のトランシーバから受信された、前記第1のOFDM信号が、前記第2のトランシーバにおいて前記送信OFDM信号を受信したことに応答して前記第2のトランシーバによって送られる、請求項20に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 2 2】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するようにさらに構成された前記プロセッサが、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、

最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと

を行うように構成された、請求項 2 0 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 2 3】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するように構成された前記プロセッサが、最近の位置推定値に基づく距離を選択するように構成された、請求項 2 0 に記載のモバイルデバイス。

10

## 【請求項 2 4】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから第 1 の OFDM 信号を受信するための手段と、

過半数未満の前記 OFDM サブキャリアを備える少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択するための手段と、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために、前記第 1 の OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させるための手段と、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、

20

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するための手段と

を備え、前記あいまいさを解決するための前記手段は、

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 3 のトランシーバから第 2 の OFDM 信号を受信するための手段と、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 2 の自己相関結果を与えるために、前記第 2 の OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させるための手段と

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、前記第 2 の自己相関結果からの前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断するための手段とを備える、モバイルデバイス。

30

## 【請求項 2 5】

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するための手段をさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 2 4 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 2 6】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するための前記手段が、

40

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択するための手段と、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択するための手段と  
を備える、請求項 2 4 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 2 7】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するための前記手段が、最近の位置推定値に基づく距離を選択するための手段を備える、請求項 2 4 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 2 8】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記

50

憶されたプログラムコードを含む非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記プログラムコードは、

第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから第1のOFDM信号を受信することと、

過半数未満の前記OFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために、前記第1のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、

10

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することとを行うためのコードを備え、前記あいまいさを解決するためのコードは、

前記第1のトランシーバにおいて、第3のトランシーバから第2のOFDM信号を受信することと、

第2の複数の可能な距離を備える第2の自己相関結果を与えるために、前記第2のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、前記第2の自己相関結果からの前記第2の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断することとを行うためのコードを備える、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

20

【請求項29】

前記第1のトランシーバから、前記第2のトランシーバに送信OFDM信号を送信するためのコードをさらに備え、

ここにおいて、前記第2のトランシーバから受信された、前記第1のOFDM信号が、前記第2のトランシーバにおいて前記送信OFDM信号を受信したことに応答して前記第2のトランシーバによって送られる、請求項28に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項30】

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを選択するためのコードが、最低使用可能周波数を有する第1のサブキャリアを選択することと、最高使用可能周波数を有する第2のサブキャリアを選択することとを行うためのコードを備える、請求項28に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

30

【請求項31】

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するためのコードが、最近の位置推定値に基づく距離を選択するためのコードを備える、請求項28に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項32】

直交周波数分割多重(OFDM)サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、前記方法は、

第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから第1のOFDM信号を受信することと、

40

少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、

複数の可能な距離を備える自己相関結果を与えるために、前記第1のOFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと

最近の位置推定値を使用して、単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することと

を備える、方法。

【請求項33】

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットが、OFDMサブキャリアの総数の10%未満の数を備える、請求項32に記載の方法。

50

## 【請求項 3 4】

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信することをさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 3 2 に記載の方法。

## 【請求項 3 5】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択することが、  
最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと  
中間使用可能周波数を有する第 3 のサブキャリアを選択することと  
を備える、請求項 3 2 に記載の方法。

10

## 【請求項 3 6】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 2 のトランシーバから第 1 の OFDM 信号を受信するように構成された第 1 のトランシーバと、

前記第 1 のトランシーバに結合されたプロセッサと  
を備え、前記プロセッサは、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択することと、  
複数の可能な距離を備える自己相関結果を与えるために、前記第 1 の OFDM 信号の  
少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと  
最近の位置推定値を使用して単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあ  
いまいさを解決することと  
を行うように構成された、モバイルデバイス。

20

## 【請求項 3 7】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットが、OFDM サブキャリアの総数の 10 % 未満の数を備える、請求項 3 6 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 3 8】

前記プロセッサが、  
前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するようにさらに構成され、

30

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 3 6 に記載のモバイルデバイス。

## 【請求項 3 9】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するように構成された前記プロセッサが、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと、  
中間使用可能周波数を有する第 3 のサブキャリアを選択することと  
を行うように構成された、請求項 3 6 に記載のモバイルデバイス。

40

## 【請求項 4 0】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから第 1 の OFDM 信号を受信するための手段と、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択するための手段と、  
複数の可能な距離を備える自己相関結果を与えるために、前記第 1 の OFDM 信号の少  
なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させるための手段

50

と、

最近の位置推定値を使用して、単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するための手段と  
を備える、モバイルデバイス。

【請求項 4 1】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットが、OFDM サブキャリアの総数の 10 % 未満の数を備える、請求項 4 0 に記載のモバイルデバイス。

【請求項 4 2】

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するための手段をさらに備え、

10

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号を受信するための前記手段が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 4 0 に記載のモバイルデバイス。

【請求項 4 3】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するための前記手段が、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択するための手段と、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択するための手段と、  
中間使用可能周波数を有する第 3 のサブキャリアを選択するための手段と  
を備える、請求項 4 0 に記載のモバイルデバイス。

20

【請求項 4 4】

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記憶されたプログラムコードを含む非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記プログラムコードは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから第 1 の OFDM 信号を受信することと、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択することと、  
複数の可能な距離を備える自己相関結果を与えるために、前記第 1 の OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関させることと、

30

最近の位置推定値を使用して、単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することと

を行うためのコードを備える、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 4 5】

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するためのコードをさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記第 1 の OFDM 信号を受信するための前記コードが、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、請求項 4 4 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

40

【請求項 4 6】

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するためのコードが、  
最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと、  
中間使用可能周波数を有する第 3 のサブキャリアを選択することと  
を行うためのコードを備える、請求項 4 4 に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

50

[0001] 本出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、2012年10月19日に出願された、「Indoor radio ranging based on a subset of subcarriers employed by orthogonal frequency division multiplexing (OFDM)」と題する米国出願第13/656,398号の優先権を主張する。

【0002】

[0003] 本開示は、一般に、ワイヤレス位置推定のためのシステム、装置および方法に関し、より詳細には、OFDMサブキャリアのサブセットの自己相関に基づく屋内測距に関する。

【背景技術】

【0003】

10

[0005] 移動局は、GPSを使用して、移動局の現在位置を見つけ、良好なフィックスを行い得る。しかしながら、屋内では、GPS信号が遮断され、良好なGPSフィックスが当てにならないかまたは不可能である。移動局は、(たとえば、加速度計、ジャイロメータおよび磁力計から)内部センサーに切り替え、移動局が最新の良好なフィックスからのくらい遠くに、どの方向に移動したかを判断し得る。代替的に、移動局は、近くのワイヤレスアクセスポイント(AP)からのRSSIおよび/またはRTT測定値を記録し得る。RSSI測定値は測距のために使用され得るが、得られた距離は、50~100フィートの高度の不確実性を有する。RTT測定値は、より低い程度の不確実性を与えるが、その不確実性は、依然として10~50フィートであり得る。3つ以上のAPまでの距離を推定することによって、移動局は、そのロケーションを推定するために三辺測量を使用し得るが、上記程度の不確実性は残る。

20

【0004】

[0006] 必要なものは、より高い精度で移動局の距離と位置とを判断するための方法である。

【発明の概要】

【0005】

[0007] 送信機と受信機との間の距離のセットを判断するためのシステム、装置および方法が開示される。距離のセットは、OFDM信号からの追加のサブキャリアを使用すること、第1のロケーションにおける受信機(たとえば、ローカルユニットまたは第1のトランシーバ)の最新の知る位置を使用すること、および/あるいは2つ、3つまたはそれ以上の送信機(たとえば、リモートユニットあるいは1つまたは複数の第2のトランシーバ)までの距離を見つけることによって、単一のあいまいでない距離に変換され得る。その距離は、受信機のロケーションを見つけるために他の距離とともに処理され得る。

30

【0006】

[0008] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重(OFDM)サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、本方法は、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、過半数未満のOFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることと、ここにおいて、自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を備える、方法が開示される。

40

【0007】

[0009] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重(OFDM)サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、本モバイルデバイスは、第1のトランシーバと、第1のトランシーバに結合されたプロセッサとを備え、プロセッサは、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、過半数未満のOFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも2つのO

50



FDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることと、ここにおいて、自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を行うように構成された、モバイルデバイスが開示される。

【0008】

[0010] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、本モバイルデバイスは、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信するための手段と、過半数未満のOFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択するための手段と、少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させるための手段と、ここにおいて、自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を備える、モバイルデバイスが開示される。

10

【0009】

[0011] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記憶されたプログラムコードを含む不揮発性コンピュータ可読記憶媒体であって、プログラムコードは、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、過半数未満のOFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることと、ここにおいて、自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を行うためのコードを備える、不揮発性コンピュータ可読記憶媒体が開示される。

20

【0010】

[0012] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、本方法は、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、ある距離を備える自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることとを備える、方法が開示される。

【0011】

30

[0013] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、本モバイルデバイスは、第1のトランシーバと、第1のトランシーバに結合されたプロセッサとを備え、プロセッサは、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、ある距離を備える自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることとを行うように構成された、モバイルデバイスが開示される。

【0012】

[0014] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、本モバイルデバイスは、第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信するための手段と、少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択するための手段と、ある距離を備える自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させるための手段とを備える、モバイルデバイスが開示される。

40

【0013】

[0015] いくつかの態様によれば、直交周波数分割多重（OFDM）サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記憶されたプログラムコードを含む不揮発性コンピュータ可読記憶媒体であって、プログラムコードは、第1のトランシーバにおいて、第2のト

50

ランシーバから受信OFDM信号を受信することと、少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、ある距離を備える自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させることを行うためのコードを備える、不揮発性コンピュータ可読記憶媒体が開示される。

【0014】

【0016】 様々な態様が例として図示され説明される、以下の発明を実施するための形態から、当業者には他の態様が容易に明らかになることを理解されたい。図面および発明を実施するための形態は、本質的に例示的なものと見なされるべきであり、限定的なものとは見なされるべきではない。

【0015】

【0017】 本発明の実施形態について、図面を参照しながら、単に例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】【0018】 第1のロケーションにおける第1の受信機（たとえば、第1のランシーバまたはローカルユニット）が一方向移動時間（OWTT：one-way travel time）を生成するためにOFDM信号をキャプチャする、互いに同期された、第1の受信機と第2のロケーションにおける第2の送信機（たとえば、第2のランシーバまたはリモートユニット）とを示す図。

【図2】【0019】 ラウンドトリップ時間（RRT）を生成するためにOFDM信号を送信および受信するための、第1のロケーションにおける第1のランシーバ（たとえば、ローカルユニット）と第2のロケーションにおける第2のランシーバ（たとえば、リモートユニット）とを示す図。

【図3】【0020】 周波数領域におけるOFDM信号を示す図。

【図4】【0021】 OFDM信号からの単一のサブキャリアを示す図。

【図5】【0022】 OFDM信号の単一のサブキャリアの自己相関からの結果を示す図。

【図6】【0023】 本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号からの2つのサブキャリアの選択を示す図。

【図7】【0024】 本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の2つのサブキャリアの自己相関からの結果を示す図。

【図8】【0025】 本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号からの3つのサブキャリアの選択を示す図。

【図9】【0026】 本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の3つのサブキャリアの自己相関からの結果を示す図。

【図10】【0027】 OFDM信号のすべてのサブキャリアの自己相関からの結果を示す図。

【図11】【0028】 本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の2つ～数個のサブキャリアの自己相関を使用する、移動局とアクセスポイントとの間など、2つのランシーバ間のいくつかの可能な距離を示す図。

【図12】本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の2つ～数個のサブキャリアの自己相関を使用する、移動局とアクセスポイントとの間など、2つのランシーバ間のいくつかの可能な距離を示す図。

【図13】【0029】 位置推定のためのOFDMサブキャリアの自己相関から生成された距離円の様々な交点を示す図。

【図14】位置推定のためのOFDMサブキャリアの自己相関から生成された距離円の様々な交点を示す図。

【図15】【0030】 本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す図。

【図16】本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す図。

【図17】本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の

10

20

30

40

50

構成を示す図。

【図 1 8】本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す図。

【図 1 9】本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す図。

【図 2 0】本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す図。

【図 2 1】[0031] OFDMサブキャリアに基づく無線測距のための方法を示す図。

【図 2 2】[0032] 本発明のいくつかの実施形態による、トランシーバの可能な構成を示す図。

【図 2 3】本発明のいくつかの実施形態による、トランシーバの可能な構成を示す図。

【図 2 4】[0033] モバイルデバイスの位置推定値を判断するための方法を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

[0034] 添付の図面とともに以下に示す発明を実施するための形態は、本開示の様々な態様を説明するものであり、本開示が実施され得る唯一の態様を表すものではない。本開示で説明する各態様は、本開示の例または説明として与えられるにすぎず、必ずしも他の態様よりも好適であるまたは有利であると解釈されるべきであるとは限らない。発明を実施するための形態は、本開示の完全な理解を与えるための具体的な詳細を含む。ただし、本開示はこれらの具体的な詳細なしに実施され得ることが当業者には明らかであろう。場合によっては、本開示の概念を不明瞭にしないように、よく知られている構造およびデバイスをブロック図の形式で示す。頭字語および他の記述的専門用語は、単に便宜のためにおよび明瞭にするために使用され得、本発明の範囲を限定するものではない。

【0018】

[0035] 本明細書で説明する位置判断技法は、ワイヤレスワイドエリアネットワーク(WWAN)、ワイヤレスローカルエリアネットワーク(WLAN)、ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク(WPAN)などの様々なワイヤレス通信ネットワークに関連して実装され得る。「ネットワーク」および「システム」という用語は、しばしば互換的に使用される。WWANは、符号分割多元接続(CDMA)ネットワーク、時分割多元接続(TDMA)ネットワーク、周波数分割多元接続(FDMA)ネットワーク、直交周波数分割多元接続(OFDMA)ネットワーク、シングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)ネットワーク、ロングタームエボリューション(LTE)などであり得る。CDMAネットワークは、cdma2000、広帯域CDMA(W-CDMA(登録商標))などの1つまたは複数の無線アクセス技術(RAT)を実装し得る。cdma2000は、IS-95、IS-2000、およびIS-856規格を含む。TDMAネットワークは、モバイル通信用グローバルシステム(GSM(登録商標): Global System for Mobile Communications)、デジタルアドバンスドモバイルフォンシステム(D-AMPS: Digital Advanced Mobile Phone System)、または何らかの他のRATを実装し得る。GSMおよびW-CDMAは、「第3世代パートナーシッププロジェクト」(3GPP: 3rd Generation Partnership Project)と称する団体からの文書に記載されている。cdma2000は、「第3世代パートナーシッププロジェクト2」(3GPP2: 3rd Generation Partnership Project 2)と称する団体からの文書に記載されている。3GPPおよび3GPP2の文書は公的に入手可能である。WLANは、IEEE802.11xネットワークであり得、WPANは、Bluetooth(登録商標)ネットワーク、IEEE802.15xネットワーク、または何らかの他のタイプのネットワークであり得る。本技法はまた、WWAN、WLAN、および/またはWPANの任意の組合せに関して実装され得る。

【0019】

[0036] 衛星測位システム(SPS)は、一般に、送信機から受信された信号に少なくとも部分的に基づいて地球上または地球上空のエンティティのロケーションをそれらのエ

10

20

30

40

50

ンティティが判断できるように配置された送信機のシステムを含む。そのような送信機は、一般に、設定された数のチップの反復擬似ランダム雑音（PN）コードでマークされた信号を送信し、地上制御局、ユーザ機器および／またはスペースビークル上に配置され得る。特定の例では、そのような送信機は地球周回軌道衛星ビークル（SV）上に配置され得る。たとえば、全地球測位システム（GPS）、Galileo、GLONASS、またはCompassなどのグローバルナビゲーション衛星システム（GNSS：Global Navigation Satellite System）のコンスタレーション中のSVは、（たとえば、GPSの場合のように各衛星について異なるPNコードを使用して、またはGLONASSの場合のように異なる周波数上の同じコードを使用して）コンスタレーション中の他のSVによって送信されたPNコードとは区別可能であるPNコードでマーキングされた信号を送信し得る。いくつかの態様によれば、本明細書で提示する技法は、SPSのためのグローバルシステム（たとえば、GNSS）に限定されない。たとえば、本明細書で提供する技法は、たとえば、日本の準天頂衛星システム（QZSS：Quasi-Zenith Satellite System）、インドのインド地域航法衛星システム（IRNSS：Indian Regional Navigational Satellite System）、中国のBeidouなどの様々な地域システム、ならびに／あるいは1つまたは複数の全地球および／または地域航法衛星システムに関連付けられ得るか、または場合によってはそれらのシステムとともに使用することが可能であり得る様々なオーグメンテーションシステム（たとえば、衛星ベースオーグメンテーションシステム（SBAS：Satellite Based Augmentation System））に適用され得るか、または場合によってはそれらのシステムにおいて使用することが可能であり得る。限定ではなく例として、SBASは、たとえば、ワイドエリアオーグメンテーションシステム（WAAS：Wide Area Augmentation System）、欧州静止ナビゲーションオーバーレイサービス（EGNOS：European Geostationary Navigation Overlay Service）、多機能衛星オーグメンテーションシステム（MSAS：Multi-functional Satellite Augmentation System）、GPS支援ジオオーグメンテッドナビゲーションまたはGPSおよびジオオーグメンテッドナビゲーションシステム（GAGAN：GPS Aided Geo Augmented NavigationまたはGPS and Geo Augmented Navigation system）など、完全性情報、差分補正などを与える（1つまたは複数の）オーグメンテーションシステムを含み得る。したがって、本明細書で使用するSPSは、1つまたは複数の全地球および／または地域航法衛星システムならびに／あるいはオーグメンテーションシステムの任意の組合せを含み得、SPS信号は、SPS信号、SPS様の信号、および／またはそのような1つまたは複数のSPSに関連する他の信号を含み得る。

#### 【0020】

[0037] セルラー電話、モバイルフォンまたは他のワイヤレス通信デバイス、パーソナル通信システム（PCS：personal communication system）デバイス、パーソナルナビゲーションデバイス（PND：personal navigation device）、個人情報マネージャ（PIM：Personal Information Manager）、携帯情報端末（PDA）、ラップトップ、あるいはワイヤレス通信および／またはナビゲーション信号を受信することが可能である他の好適なモバイルデバイスなど、移動局（MS）またはユーザ機器（UE）と呼ばれることがある、本明細書で使用するモバイルデバイス。また、「移動局」という用語は、衛星信号受信、支援データ受信、および／または位置に関係する処理が当該デバイスで発生するかパーソナルナビゲーションデバイス（PND）で発生するかにかかわらず、短距離ワイヤレス、赤外線、ワイヤライン接続、または他の接続などによってPNDと通信するデバイスを含むものとする。また、「移動局」は、衛星信号受信、支援データ受信、および／または位置に関係する処理が当該デバイスで発生するか、サーバで発生するか、またはネットワークに関連する別のデバイスで発生するかにかかわらず、インターネット、WiFi（登録商標）、または他のネットワークなどを介してサーバとの通信が可能である、ワイヤレス通信デバイス、コンピュータ、ラップトップなどを含む、すべてのデバイスを含むものとする。上記の任意の動作可能な組合せも「モバイルデバイス」と見なされる。

#### 【0021】

[0038] 以下の開示は、最初に基地局またはアクセスポイントとモバイルデバイスとの間のいくつかの(あいまいな)距離のセットを見つけることによって正確な距離を見つけることに関する。そのセットからのいくつかの距離のうちの1つが、我々が求めている正確な距離測定値である。上記いくつかの距離は、OFDM信号からの2つ以上のサブキャリアの自己相関の結果から来る。

【0022】

[0039] RSSI(受信信号強度インジケータ)測距が広く使用されてきたが、そのようなRSSI測距は、あまりに多くの不確実性を残す。従来のRTT(ラウンドトリップ時間)測距は、RSSI測距よりも少ない不確実性を有するが、依然としてあまりに多くの不確実性を有するである。(図4に示す)単一のサブキャリアを使用する自己相関は、(図5に示す)幅広い自己相関結果と、不確実性があまりに多い位置推定値とを生じる。(図3に示す)サブキャリアのすべてを使用する自己相関は、不確実性がほとんどない(図10に示す)自己相関結果を生じるが、OFDM信号全体のすべてのサブキャリアが位置特定のために使用されることを必要とする。位置特定のためにサブキャリアのすべてを使用することは、ユーザデータと情報とのために著しくより少ない容量を残す。

【0023】

[0040] 本明細書で説明する実施形態は、依然としてユーザデータのために大部分のサブキャリアを残しながら、このあいまいさを解決する。実施形態は、単一の距離を判断するために自己相関結果におけるこのあいまいさを解決する。いくつかの実施形態は、OFDM信号の2つ以上のサブキャリアの自己相関に基づいて距離を計算する。一般に、その距離は、アクセスポイントと移動局との間で判断されるが、アクセスポイントトランシーバとモバイルデバイストランシーバの様々な組合せが可能である(たとえば、図15~図20参照)。

【0024】

[0041] いくつかの実施形態では、プロセッサが、様々な距離(たとえば、 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ または $R_6$ )で、不確実性がほとんどないが、あいまいさがある、自己相関結果(たとえば、図7参照)を有する2つのサブキャリア(たとえば、図6参照)を使用する自己相関を実施する。とはいえ、そのあいまいさは解決され得る。

【0025】

[0042] いくつかの実施形態では、プロセッサが、3つのサブキャリア(たとえば、図8参照)を使用する自己相関を実施し、不確実性がほとんどなく、あいまいさがより少ない、自己相関結果(たとえば、図9参照)を生じる( $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ )。

【0026】

[0043] いくつかの実施形態では、プロセッサが、既知の信号(たとえば、パイロット信号)または知り得る信号(たとえば、復調されたデータ)を送信する2つ以上のサブキャリアを選択する。プロセッサは、選択されたサブキャリアを用いて自動補正を実施する。フィルタ処理によってもたらされる位相異常は、中心から等しく離間したサブキャリアのペアを選択することによって排除され得、したがって、等しいが反対の位相誤差を有するこれらのサブキャリアは互いを打ち消すであろう。

【0027】

[0044] いくつかの実施形態では、プロセッサが、いくつかの方法で、すなわち、(1)交点の解を見つけるための三辺測量(たとえば、図14参照)、(2)最新の既知の位置推定値に最も近い(1つまたは複数の)距離円上の点を使用して(たとえば、図11および図13参照)、(3)3つ以上のサブキャリアを使用して(たとえば、図8および図9参照)、および/または(4)可能な距離を屋内エリアの物理的制限によって制限して(たとえば、アクセスポイントが、わずか50フィート半径にサーブを与え、したがって、可能な距離がこのカバレッジエリアによって制限される)、上記で説明したあいまいさ問題を解決する。

【0028】

[0045] 図1に、第1のロケーションにおける第1の受信機(たとえば、第1のトラン

シーバ100またはローカルユニット)が一方向移動時間(OWTT)を生成するためにOFDM信号をキャプチャする、互いに同期された、第1の受信機と第2のロケーションとしての第2の送信機(たとえば、第2のトランシーバ200またはリモートユニット)とを示す。第1の受信機および第2の送信機は、便宜上、一方のユニットが受信機を含み、他方のユニットが送信機を含むが、「第1の」および「第2の」として互いに参照される。第1の受信機と第2の送信機が同期されるシステムは、そのクロックが同期されることを意味する。第1の受信機は、受信機と送信機の両方(たとえば、第1のトランシーバ100)を含み得、モバイルデバイス300またはアクセスポイント400であり得る。同様に、第2の送信機も、受信機と送信機の両方(たとえば、第2のトランシーバ200)を含み得、モバイルデバイス300またはアクセスポイント400のいずれかであり得る。第1の受信機と第2の送信機が時間同期される場合、測距は、OWTTを計算することによって実施され得る。

#### 【0029】

[0046] 図2に、ラウンドトリップ時間(RRT)を生成するためにOFDM信号を送信および受信するための、第1のロケーションにおける第1のトランシーバ100(たとえば、ローカルユニット)と第2のロケーションにおける第2のトランシーバ200(たとえば、リモートユニット)とを示す。RRTの使用は、同期クロックを有することまたは非同期クロックを有することのいずれとも無関係である。この場合も、第1のトランシーバ100および第2のトランシーバ200は、かなりの、2つのモバイルデバイス300、2つのアクセスポイント400、モバイルデバイス300およびアクセスポイント400、またはアクセスポイント400およびモバイルデバイス300であり得る。第1のトランシーバ100と第2のトランシーバ200が時間同期されるかどうか無関係の、測距は、RRTを計算することによって実施され得る。すなわち、RRTは、その同期または非同期システムとともに使用していることがある。

#### 【0030】

[0047] 図3に、周波数領域におけるOFDM信号を示す。OFDM信号はいくつかのサブキャリアを含む。サブキャリアのための電力スペクトル密度(PSD: power spectral density)が、dB W/Hz(ヘルツ当たりの1ワットに対するデシベル)の単位で $P_r(f)$ によって表される。IEEE 802.11a/g規格に従うOFDM信号は、合計64個のサブキャリアを含み、そのうち、4個が、トレーニングおよびトラッキングのためのパイロット信号であり、48個がユーザデータを搬送し、12個が、シンボル間干渉(ISI: inter-symbol interference)を少なくするためのガードサブキャリアである。

#### 【0031】

[0048] 図4に、OFDM信号からの単一のサブキャリアを示す。単一のサブキャリアは、OFDM信号の送信機と受信機との間の距離を判断するために選択され、自己相関ユニットに適用され得る。スペクトル中のどこで単一のサブキャリアが選択されるかは重要ではない。ただし、単一のサブキャリアを使用する自己相関は、幅広い自己相関結果を生じ、したがって不確実性が大きい位置推定値を生じる。図5に、OFDM信号の単一のサブキャリアの自己相関からの結果を示す。自己相関は、OFDM信号が受信された時間を表す、幅広い三角形を生じる。幅広い三角形はあいまいではないが(ただ1つのOFDM信号到着時間が見つけられることを意味する)、三角形は広い(測距精度が不十分であることを意味する)。図示のケースでは、OFDM信号は、最大自己相関値が見つけられる時間「0」に受信されたが、自己相関は、約4000ns(ナノ秒)まで、0の大きさまで逓減(taper down)しない。

#### 【0032】

[0049] 図6に、本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号からの2つのサブキャリアの選択を示す。図3に示された他のサブキャリアが、OFDM信号中に存在するが、明快のためにここでは示されていない。この場合も、サブキャリアのための電力スペクトル密度(PSD)が、dB W/Hzの単位で $P_r(f)$ によって表される。2つの

選択されたサブキャリアは、OFDM信号の中心を中心として対称的ロケーションにおいて選択され得る。OFDM信号の中心は、便宜上0MHzにおいて示されている。2つのサブキャリアは、パイロットチャネル、既知の信号または知り得る信号であり得る。2つのサブキャリアは、IEEE 802.11a/g/nの実装形態によって使用されるOFDM信号について上端および下端（たとえば、+8MHzおよび-8MHz）において離間され得る。いくつかの実施形態は、最低使用可能周波数を有する第1のサブキャリアと、最高使用可能周波数を有する第2のサブキャリアとを選択する。

#### 【0033】

[0050] 図7に、本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の2つのサブキャリアの自己相関からの結果を示す。2つのサブキャリアの自己相関は、複数のピークを供給し、各個々のピークは、時間オフセットが増加するにつれて、急速に逓減する（taper off）。2つのサブキャリアの自己相関は、各可能な距離について極めて鋭いが、どの距離を選択すべきかに関してあいまいである。すなわち、いくつかの別個の可能な遅延時間、すなわち距離（ $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、...）が可能であるが、各々が不確実性について極めて低い値を有する。図示の自己相関結果では、（等価な20個の距離値に関連する）20個の可能な遅延。特定の距離 $R_i$ が $\pm 35$  ns内にあり、したがって極めて確実であるのに十分幸運であり、これは、単一のサブキャリアの自己相関から生じる $\pm 4000$  nsの不確実性に勝る大きい改善である。残念ながら、時間オフセットはあいまいであり、このあいまいさを解決するために追加情報が必要である。

#### 【0034】

[0051] いくつかの実施形態では、プロセスが、第1のロケーションにおける（たとえばローカルユニット中の）第1のトランシーバ100において、第2のロケーションにおける（たとえば、リモートユニット中の）第2のトランシーバ200から受信OFDM信号を受信する。過半数未満のOFDMサブキャリアを備える少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットが選択される。たとえば、48個のユーザデータOFDMサブキャリアからの（10%未満または約5つのOFDMサブキャリアなどの）2つ~10個のOFDMサブキャリアが選択される。過半数未満のOFDMサブキャリアを選択することによって、過半数のOFDMサブキャリアが、ユーザデータを搬送するために使用され得る。自己相関させるステップが、少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセット内のサブキャリアペアからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために受信OFDM信号の少なくとも2つのOFDMサブキャリアのサブセットを自己相関させ、ここにおいて、自己相関結果は複数の可能な距離を備える。いくつかの実施形態では、第1のトランシーバ100が、第2のトランシーバ200に第1の送信OFDM信号を送信し、それに応じて第2のトランシーバ200は、第1のトランシーバ100に第2の送信OFDM信号を返送する。

#### 【0035】

[0052] 図8に、本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号からの3つのサブキャリアの選択を示す。3つのサブキャリアは、上記で説明する上端サブキャリアおよび下端サブキャリア、ならびに中間サブキャリアを含み得る。受信機における位相誤差を打ち消すために、上側サブキャリアおよび下側サブキャリアは、中心から等しい距離（distance）において選択され得、中間サブキャリアは、中心自体において選択され得る。3つのサブキャリアは、2つのサブキャリアを使用することからの改善を有する自己相関を提供する。図9に、本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の3つのサブキャリアの自己相関からの結果を示す。示された図では、10個の可能な時間オフセットが約1200 ns内に示されており、各々が $\pm 35$  nsの不確実性を有する。この場合も、各時間オフセットが可能な距離（ $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、...）を表す。図8の自己相関を図6の自己相関と比較すると、自己相関に対する1つのサブキャリアの増加により、可能な距離値が半数になり、したがってあいまいさが低減されることが示される。

#### 【0036】

[0053] 図10に、OFDM信号のすべてのサブキャリアの自己相関からの結果を示す

。すべてのサブキャリアを使用することは、あいまいさが無い単一の極めて鋭いピークを示す自己相関を生じる。ただし、この場合、測距は、自己相関においてサブキャリアのすべてを使用し、ユーザデータのための空いているサブキャリアを残さない。

【0037】

[0054] 要約すれば、単一のサブキャリア（すなわち、単一のサブチャネル）を選択することは、極めて広い時間オフセット（すなわち、大きい不確実性）を生じる。2つのサブキャリアを選択することは、あいまいな距離（すなわち、2つ以上の可能な距離）を生じるが、より良く定義されたまたはより鋭い距離を生じる（すなわち、より低い不確実性を有する）。3つのサブキャリアを選択することは、可能な距離のあいまいさを改善する（すなわち、さらにより低い不確実性を有する）。すべてのサブキャリアを選択することは、鋭いピークを生じ、あいまいさを取り除くが、ユーザデータのためのキャリアを残さない。いくつかの場合には、選択されたサブチャネルは、場合によってはユーザデータのために使用可能である。他の場合には、選択されたサブチャネルは、既知のプリアンブルおよび/またはパイロットサブチャネルを有し、したがって、ユーザ帯域幅が減少されない。したがって、使用すべきサブキャリアの数を選択するとき、平衡が使用され得る（たとえば、パイロットサブチャネル、ユーザデータサブチャネル、および/または、プリアンブルなどの既知のまたは知り得るデータをもつサブチャネルのタイムスライス）。サブキャリアの数を増加させることは、あいまいさを低減するが、ユーザデータのために使用可能なサブキャリアの数を減少させるか、あるいは既知のまたは知り得るサブチャネルが使用されることを必要とすることもある。実験結果は、2つ、3つ、4つ、5つまたは6つのサブキャリアを選択することが、正しく正確な距離を取得する際の重要性と、ユーザデータの帯域幅の重要性との間の平衡をとることを示し得る。いくつかの実施形態では、プリアンブルなど、既知の信号を有するサブチャネルのタイムスライスが選択される。このようにすると、ユーザデータサブチャネルはユーザデータを搬送することから除外されない。あいまいさを減少させるために、選択されたサブキャリアの数を増加させる代わりに、以下の説明では他の方法が使用される。

【0038】

[0055] 図11および図12に、本発明のいくつかの実施形態による、OFDM信号の2つ～数個の間のサブキャリアの自己相関を使用する、移動局とアクセスポイントとの間など、2つのトランシーバ間のいくつかの可能な距離を示す。第1のロケーションにおける（たとえばローカルユニット中の）第1のトランシーバ100および第2のロケーションにおける（たとえば、リモートユニット中の）第2のトランシーバ200は、Xによってマークされた実際の位置においてそれぞれ示されている。第1のトランシーバ100、たとえば、モバイルデバイス300の（最近の位置推定値と呼ばれることがある）最新の既知の位置が、しきい値時間期間内で円とともにXとして示されている。

【0039】

[0056] 複数のサブキャリアの自己相関が、第1のトランシーバ100と第2のトランシーバ200との間の可能な距離のセット（ $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ など）を生じる。すなわち、第1のトランシーバ100と第2のトランシーバ200との間の距離は、 $R_1$ 、 $R_2$ または $R_3$ などであり得る。可能な距離のセットを示す1つの方法は、第2のトランシーバ200を中心とした各判断された距離（たとえば、 $R_1$ 、 $R_2$ または $R_3$ ）について半径をもつ距離円を用いた方法である。

【0040】

[0057] このあいまいさを解決するために、可能な距離の数を1つに低減する第1の手段が、各距離によって作成される円に第1のトランシーバ100の最新の既知の位置を適合させることによる手段である。最新の既知の位置に対して距離円に最も近い点、最も近い距離を選択するために使用され得る。言い換えれば、第1のトランシーバ100の最新の既知の位置と第2のトランシーバ200との間の距離が判断される。判断された最新の既知の距離に最も近い、可能な距離のセットからの距離が選択される。

【0041】



【0058】 距離あいまいさを低減するための第2の手段が、2つ以上のリモートユニットまでの可能な距離を判断することと、距離円の最良の交点を見つけることとによる手段である。図13および図14に、位置推定のためのOFDMサブキャリアの自己相関から生成された距離円の様々な交点を示す。図13では、2つの第2のトランシーバ200が、それらの判断された距離円とともに示されている。2つの第2のトランシーバ200を用いたシステムでは、あいまいさは、少なくとも2つの距離の交点を見つけることによって自己相関結果において解決される。すなわち、あいまいさを解決することは、(1)各自己相関結果からの複数の可能な距離のうちのある距離によって形成される距離円と、(2)第2の自己相関結果第2の複数の可能な距離のうちのある距離によって形成される距離円との間の交点を判断するために自己相関結果を使用する。小さい円が、距離円の各交点において示されている。最新の既知の位置が各交点と比較され得る。最新の既知の位置に最も近い交点が、第1のトランシーバ100の現在位置として選択され得る。さらに、キャリア位相あいまいさ(phase ambiguity)を解決するために、よく知られている最小2乗あいまいさ無相関調整(LAMBDA: least-squares ambiguity de-correlation adjustment)方法が使用され得る。

10

#### 【0042】

【0059】 図14では、3つの第2のトランシーバ200が、距離円のそれらの別個のセットとともに示されている。3つの第2のトランシーバ200を用いた実施形態では、自己相関結果におけるあいまいさを解決することは、少なくとも3つの距離の交点を見つけることを備える。すなわち、自己相関結果におけるあいまいさを解決することは、(1)自己相関結果からの複数の可能な距離のうちのある距離と、(2)第2の自己相関結果第2の複数の可能な距離のうちのある距離と、(3)第3の自己相関結果第3の複数の可能な距離のうちのある距離との交点を判断することを備える。

20

#### 【0043】

【0060】 3つの距離円が、第1のトランシーバ100がどこに位置するかを識別する1つの点において交差し得る。代替的に、2つ以上の三方向交点が見つけれられた場合、第1のトランシーバ100の最新の知る位置は、三方向交点のうちどの1つが第1のトランシーバ100の正しい位置推定値であるかを判断するために使用され得る。同様に交点あいまいさを低減するために、1つまたは複数の追加の第2のトランシーバ200が使用され得る。

30

#### 【0044】

【0061】 図15、図16、図17、図18、図19および図20に、本発明のいくつかの実施形態による、様々なアクセスポイントおよび移動局の構成を示す。図15では、モバイルデバイス300が、第1のロケーションにおける第1のトランシーバ100として働き、複数のアクセスポイント400が、それぞれ、対応する第2のロケーションにおける第2のトランシーバ200として働く。この例では、アクセスポイント400のロケーションは既知であり、モバイルデバイス300のロケーションを判断するために使用される。モバイルデバイス300は、第1のアクセスポイント400に第1の送信OFDM信号を送り、逆に第1の受信OFDM信号を受信し、第1の受信OFDM信号は、可能な距離の第1のセットを判断するために使用される。また、モバイルデバイス300は、第2のアクセスポイント400に第2の送信OFDM信号を送り、逆に第2の受信OFDM信号を受信し、第2の受信OFDM信号は、可能な距離の第2のセットを判断するために使用される。最終的に、モバイルデバイス300は、第3のアクセスポイント400に第3の送信OFDM信号を送り、逆に第3の受信OFDM信号を受信し、第3の受信OFDM信号は、可能な距離の第3のセットを判断するために使用される。距離は距離円として表され得、3つの距離円の交点が、モバイルデバイス300の現在ロケーションを表し得る。

40

#### 【0045】

【0062】 モバイルデバイス300が、アクセスポイント400までの可能な距離を判断することの代わりに、アクセスポイント400が、モバイルデバイス300までの可能な

50

距離を判断し得る。図 16 では、3つのアクセスポイント 400 は、それぞれおよび別個に、第 2 のロケーションにおける第 2 のトランシーバ 200 として働くモバイルデバイス 300 までの可能な距離のセットを判断する、対応する第 1 のロケーションにおける第 1 のトランシーバ 100 として働く。サーバ 500、またはサーバとして働くアクセスポイント 400 が、各アクセスポイント 400 によって判断された距離の様々なセットを収集する。サーバ 500 は、次いで、各アクセスポイント 400 からの距離のセットによって生成された距離円間の 1 つまたは複数の交点を判断する。2 つ以上の交点が判断された場合、たとえば、最新の既知の位置を使用して、最良の交点が、モバイルデバイス 300 の現在ロケーションとして選択される。

【0046】

[0063] 図 17 は図 15 と同様であるが、モバイルデバイス 300 はアクセスポイント 400 によって置き換えられ、アクセスポイント 400 はモバイルデバイス 300 によって置き換えられる。アクセスポイント 400 は、第 1 のロケーションにおける第 1 のトランシーバ 100 として働き、複数のモバイルデバイス 300 が、それぞれ、対応する第 2 のロケーションにおける第 2 のトランシーバ 200 として働く。この例では、モバイルデバイス 300 のロケーションは既知であり、アクセスポイント 400 のロケーションを判断するために使用される。アクセスポイント 400 は、第 1 のモバイルデバイス 300 に第 1 の送信 OFDM 信号を送り、逆に第 1 の受信 OFDM 信号を受信し、第 1 の受信 OFDM 信号は、可能な距離の第 1 のセットを判断するために使用される。また、アクセスポイント 400 は、第 2 のモバイルデバイス 300 に第 2 の送信 OFDM 信号を送り、逆に第 2 の受信 OFDM 信号を受信し、第 2 の受信 OFDM 信号は、可能な距離の第 2 のセットを判断するために使用される。最終的に、アクセスポイント 400 は、第 3 のモバイルデバイス 300 に第 3 の送信 OFDM 信号を送り、逆に第 3 の受信 OFDM 信号を受信し、第 3 の受信 OFDM 信号は、可能な距離の第 3 のセットを判断するために使用される。可能な距離のセットからの 3 つの距離円の交点が、アクセスポイント 400 の現在ロケーションを表し得る。

【0047】

[0064] 図 18 は図 16 と同様であるが、モバイルデバイス 300 は、この場合もアクセスポイント 400 によって置き換えられ、アクセスポイント 400 はモバイルデバイス 300 によって置き換えられる。3つのモバイルデバイス 300 は、それぞれおよび別個に、第 2 のロケーションにおける第 2 のトランシーバ 200 として働くアクセスポイント 400 までの可能な距離のセットを判断する、対応する第 1 のロケーションにおける第 1 のトランシーバ 100 として働く。サーバ 500 が、各アクセスモバイルデバイス 300 によって判断された距離の様々なセットを収集する。サーバ 500 は、次いで、各モバイルデバイス 300 からの距離のセットによって生成された距離円間の 1 つまたは複数の交点を判断する。2 つ以上の交点が判断するである場合、たとえば、あいまいさを解決するための RTT または RSSI 方法を使用して、最良の交点が、アクセスポイント 400 のロケーションとして選択される。

【0048】

[0065] 図 19 も図 16 と同様であるが、ネットワークは同期ネットワークである。すなわち、モバイルデバイス 300 はアクセスポイント 400 に同期される。アクセスポイント 400 は、モバイルデバイス 300 までの距離のセットを別個に判断する。第 1 のアクセスポイント 400 が、信号を送信するようにモバイルデバイス 300 に命令し、その信号は、距離内のアクセスポイント 400 のすべてによって受信される。第 2 および第 3 のアクセスポイント 400 は、モバイルデバイス 300 からの信号を受動的にリッスンする。アクセスポイント 400 は、次いで、距離円の最良の交点を判断するために、可能な距離のセットをサーバ 500 に転送する。

【0049】

[0066] 図 20 では、中心にあるアクセスポイント 400 は、第 1 のロケーションにおける第 1 のトランシーバ 100 として働く自己位置特定アクセスポイント 400 である。

周囲のアクセスポイント４００は、それぞれ対応する第２のロケーションにおける第２のトランシーバ２００として働く。自己位置特定アクセスポイント４００は、各第２のトランシーバ２００までの可能な距離のセットを判断するために、受信された信号の自己相関を使用する。第１のトランシーバ１００として働くアクセスポイント４００は、次いで、可能な距離のセットによって形成される距離円の最良の交点を見つける。同様に、距離円の最良の交点を判断することから第１のトランシーバ１００をオフロードするために、サーバ５００が使用され得る。

#### 【００５０】

[0067] 図２１に、ＯＦＤＭサブキャリアに基づく無線測距のための方法６００を示す。６１０において、プロセッサが、第１のトランシーバ１００（たとえば、第１のロケーションにおけるローカルユニット中のローカルトランシーバ）から、第２のトランシーバ２００（たとえば、第２のロケーションにおけるリモートユニット中のリモートトランシーバ）に送信ＯＦＤＭ信号を送信する。６２０において、第２のトランシーバ２００は、送信ＯＦＤＭ信号に対応する第１のトランシーバ１００からの受信ＯＦＤＭ信号を受信する。６３０において、プロセッサは、２つのＯＦＤＭサブキャリアのサブセットを選択する。６４０において、プロセッサは、複数の可能な距離を備える自己相関結果を与えるために受信ＯＦＤＭ信号の２つのＯＦＤＭサブキャリアのサブセットを自己相関させる。６５０において、プロセッサは、ある距離を判断するために自己相関結果におけるあいまいさを解決する。

#### 【００５１】

[0068] 図２２および図２３に、本発明のいくつかの実施形態による、トランシーバの可能な構成を示す。図２２では、第１のトランシーバ１００が、随意的ＯＦＤＭ送信機７０２と、ＯＦＤＭ受信機７０４と、プロセッサ７０６とを含む。随意的ＯＦＤＭ送信機７０２は、ＯＦＤＭ信号を送信するように１つまたは複数の第２のトランシーバ２００に命令し得る。プロセッサ７０６は、ソフトウェアでおよび／またはハードウェアで実装され得る、モジュールを含む。それらのモジュールは、サブキャリア選択器７０６、自己相関器（auto-correlator）７０８、およびあいまいさ解決器（ambiguity resolver）７１０を含む。

#### 【００５２】

[0069] サブキャリア選択器７０６は２つのサブキャリアを選択する。たとえば、サブキャリア選択器７０６は、第１および最後のパイロット信号のハードコードされた選択を有し得る。自己相関器７０８は、受信機からＯＦＤＭ信号を受信するように結合される。自己相関器７０８は、サブキャリア選択器７０６によって識別されたサブキャリアについて受信ＯＦＤＭ信号に対して自己相関を実施する。自己相関器７０８は、可能な距離のセットを定義する自己相関を生じる。あいまいさ解決器７１０は、上記で説明した方法のうちの１つを使用することによって距離のセットを単一の距離に低減する。図２３では、第１のトランシーバ１００が、上記で説明したように、随意的ＯＦＤＭ送信機７０２と、ＯＦＤＭ受信機７０４と、プロセッサ７０６とを含むが、プロセッサ７０６はあいまいさ解決器７１０を含まない。あいまいさは、上記で説明したように３つ以上のサブキャリアを選択し、それによって最良の交点を見つけることによって、解決される。図２２および図２３に示された第１のトランシーバ１００によって与えられる距離は、第１のトランシーバ１００の位置推定値を判断するために三辺測量を使用し得る。

#### 【００５３】

[0070] 図２４に、モバイルデバイスの位置推定値を判断するための方法を示す。プロセスは、第１のトランシーバ１００から対応する１つまたは複数の第２のトランシーバ２００までの可能な距離の１つまたは複数のセットを受信する。各第２のトランシーバ２００は、その第２のトランシーバ２００と第１のトランシーバ１００との間の可能な距離の異なるセットを与える。プロセスは、第１のトランシーバ１００の１つまたは複数の最新の既知の位置をも受信する。プロセッサ（たとえば、ローカルデバイス１００、リモートデバイス２００、モバイルデバイス３００、アクセスポイント４００またはサーバ５００

中のプロセッサ)が、(1)可能な距離の2つ以上のセット、ならびに/または(2)可能な距離の少なくとも1つのセット、およびローカルデバイス100の最新の既知の位置推定値に基づいて、位置を推定する。プロセッサは、次いで、第1のトランシーバ100の位置推定値を後続の適用例、たとえば、ディスプレイに与えるか、または第1のトランシーバ100の位置を記録する。

#### 【0054】

[0071] 本明細書で説明した方法は、適用例に応じて様々な手段によって実装され得る。たとえば、これらの方法は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの任意の組合せで実装され得る。ハードウェア実装の場合、処理ユニットは、1つまたは複数の特定用途向け集積回路(ASIC)、デジタル信号プロセッサ(DSP)、デジタル信号処理デバイス(DSPD)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、電子デバイス、本明細書で説明した機能を実施するように設計された他の電子ユニット、またはそれらの組合せの内部に実装され得る。

#### 【0055】

[0072] ファームウェアおよび/またはソフトウェア実装の場合、本方法は、本明細書で説明した機能を実施するモジュール(たとえば、プロシージャ、関数など)を用いて実装され得る。命令を有形に実施するいかなる機械可読媒体も、本明細書で説明した方法を実装する際に使用され得る。たとえば、ソフトウェアコードは、メモリに記憶され、プロセッサユニットによって実行され得る。メモリは、プロセッサユニットの内部またはプロセッサユニットの外部に実装され得る。本明細書で使用する「メモリ」という用語は、長期メモリ、短期メモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、または他のメモリのいずれかのタイプを指し、メモリの特定のタイプまたはメモリの数、あるいはメモリが記憶される媒体のタイプに限定されるべきではない。

#### 【0056】

[0073] ファームウェアおよび/またはソフトウェアで実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとしてコンピュータ可読媒体上に記憶され得る。例としては、データ構造で符号化されたコンピュータ可読媒体、およびコンピュータプログラムで符号化されたコンピュータ可読媒体がある。コンピュータ可読媒体は物理的コンピュータ記憶媒体を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされ得る任意の利用可能な媒体であり得る。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM(登録商標)、CD-ROMまたは他の光ディスク(disk)ストレージ、磁気ディスク(disk)ストレージまたは他の磁気ストレージデバイス、あるいは命令またはデータ構造の形態で所望のプログラムコードを記憶するために使用され得、コンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体を備えることができ、本明細書で使用するディスク(disk)およびディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク(disk)およびBlu-ray(登録商標)ディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は、通常、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、データをレーザーで光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。

#### 【0057】

[0074] コンピュータ可読媒体上での記憶に加えて、命令および/またはデータは、通信装置中に含まれる伝送媒体上の信号として与えられ得る。たとえば、通信装置は、命令とデータとを示す信号を有するトランシーバを含み得る。命令およびデータは、1つまたは複数のプロセッサに、特許請求の範囲で概説する機能を実装させるように構成される。すなわち、通信装置は、開示する機能を実施するための情報を示す信号をもつ伝送媒体を含む。初めに、通信装置中に含まれる伝送媒体は、開示する機能を実施するための情報の第1の部分を含み得、次に、通信装置中に含まれる伝送媒体は、開示する機能を実施するための情報の第2の部分を含み得る。

## 【 0 0 5 8 】

[0075] 開示する態様の前述の説明は、当業者が本開示を実施または使用できるように与えたものである。これらの態様への様々な修正は当業者には容易に明らかになり、本明細書で定義した一般原理は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく他の態様に適用され得る。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

## [ C 1 ]

直交周波数分割多重 ( O F D M ) サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、前記方法は、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 O F D M 信号を受信することと、

過半数未満の前記 O F D M サブキャリアを備える少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために前記受信 O F D M 信号の少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を備える、方法。

## [ C 2 ]

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 O F D M 信号を送信することをさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 O F D M 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 O F D M 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 1 に記載の方法。

## [ C 3 ]

少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを選択することが、  
最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと  
を備える、C 1 に記載の方法。

## [ C 4 ]

少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットがパイロット信号を備える、C 1 に記載の方法。

## [ C 5 ]

少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットが既知の信号を備える、C 1 に記載の方法。

## [ C 6 ]

少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットが未知であるが判断可能な信号を備える、C 1 に記載の方法。

## [ C 7 ]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することをさらに備える、C 1 に記載の方法。

## [ C 8 ]

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 3 のトランシーバから第 2 の受信 O F D M 信号を受信することと、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 2 の自己相関結果を与えるために前記第 2 の受信 O F D M 信号の少なくとも 2 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと

をさらに備え、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、  
前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 2 の自己相関結果前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断す

10

20

30

40

50

ることを備える、C 7 に記載の方法。

[ C 9 ]

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 4 のトランシーバから第 3 の受信 OFDM 信号を受信することと、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 3 の自己相関結果を与えるために前記第 3 の受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと

をさらに備え、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 2 の自己相関結果前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 3 の自己相関結果第 3 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断することを備える、C 8 に記載の方法。

[ C 1 0 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、少なくとも 2 つの距離の交点を見つけることを備える、C 7 に記載の方法。

[ C 1 1 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、最近の位置推定値を使用することをさらに備える、C 1 0 に記載の方法。

[ C 1 2 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、少なくとも 3 つの距離の交点を見つけることを備える、C 7 に記載の方法。

[ C 1 3 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決することが、最近の位置推定値に基づく距離を選択することを備える、C 7 に記載の方法。

[ C 1 4 ]

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバが同期クロックを有する、C 1 に記載の方法。

[ C 1 5 ]

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバが非同期クロックを有する、C 1 に記載の方法。

[ C 1 6 ]

前記第 1 のトランシーバが第 1 のアクセスポイントを備え、前記第 2 のトランシーバが第 2 のアクセスポイントを備える、C 1 に記載の方法。

[ C 1 7 ]

前記第 1 のトランシーバがアクセスポイントを備え、前記第 2 のトランシーバが移動局を備える、C 1 に記載の方法。

[ C 1 8 ]

前記第 1 のトランシーバが移動局を備え、前記第 2 のトランシーバがアクセスポイントを備える、C 1 に記載の方法。

[ C 1 9 ]

前記第 1 のトランシーバが第 1 の移動局を備え、前記第 2 のトランシーバが第 2 の移動局を備える、C 1 に記載の方法。

[ C 2 0 ]

前記複数の可能な距離をサーバに報告することをさらに備える、C 1 に記載の方法。

[ C 2 1 ]

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバと、

前記第 1 のトランシーバに結合されたプロセッサと

10

20

30

40

50

を備え、前記プロセッサは、

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 OFDM 信号を受信することと、

過半数未満の前記 OFDM サブキャリアを備える少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために前記受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を行うように構成された、モバイルデバイス。

[ C 2 2 ]

前記プロセッサが、

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するようにさらに構成され、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 2 1 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 3 ]

前記プロセッサが、少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するようにさらに構成され、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、

最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと  
を行うように構成された、C 2 1 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 4 ]

前記プロセッサが、単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するようにさらに構成された、C 2 1 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 5 ]

前記プロセッサが、

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 3 のトランシーバから第 2 の受信 OFDM 信号を受信することと、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 2 の自己相関結果を与えるために前記第 2 の受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと

を行うようにさらに構成され、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するように構成された前記プロセッサが、

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 2 の自己相関結果前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断するように構成された、C 2 4 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 6 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するように構成された前記プロセッサが、少なくとも 2 つの距離の交点を見つけるように構成された、C 2 5 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 7 ]

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 OFDM 信号を受信するための手段と、

過半数未満の前記 OFDM サブキャリアを備える少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択するための手段と、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する

10

20

30

40

50

自己相関結果を与えるために前記受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関するための手段と、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を備える、モバイルデバイス。

[ C 2 8 ]

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するための手段をさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 2 7 に記載のモバイルデバイス。

[ C 2 9 ]

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するための前記手段が、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択するための手段と、

最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択するための手段と

を備える、C 2 7 に記載のモバイルデバイス。

[ C 3 0 ]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するための手段をさらに備える、C 2 7 に記載のモバイルデバイス。

[ C 3 1 ]

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 3 のトランシーバから第 2 の受信 OFDM 信号を受信するための手段と、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 2 の自己相関結果を与えるために前記第 2 の受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関するための手段と

をさらに備え、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するための前記手段が、

前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 2 の自己相関結果前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断するための手段を備える、C 3 0 に記載のモバイルデバイス。

[ C 3 2 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するための前記手段が、少なくとも 2 つの距離の交点を見つけるための手段を備える、C 3 1 に記載のモバイルデバイス。

[ C 3 3 ]

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記憶されたプログラムコードを含む不揮発性コンピュータ可読記憶媒体であって、前記プログラムコードは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 OFDM 信号を受信することと、

過半数未満の前記 OFDM サブキャリアを備える少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択することと、

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットからのビート周波数を有する自己相関結果を与えるために前記受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと、ここにおいて、前記自己相関結果が複数の可能な距離を備える、を行うためのコードを備える、不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[ C 3 4 ]

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信するためのコードをさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 OFDM 信号が、前

10

20

30

40

50



記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 3 3 に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[ C 3 5 ]

少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択するためのコードが、  
最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと  
を行うためのコードを備える、C 3 3 に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[ C 3 6 ]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するためのコードをさらに備える、C 3 3 に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

10

[ C 3 7 ]

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 3 のトランシーバから第 2 の受信 OFDM 信号を受信することと、

第 2 の複数の可能な距離を備える第 2 の自己相関結果を与えるために前記第 2 の受信 OFDM 信号の少なくとも 2 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと

を行うためのコードをさらに備え、

ここにおいて、前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するためのコードが、  
前記自己相関結果からの前記複数の可能な距離のうちの距離と、

前記第 2 の自己相関結果前記第 2 の複数の可能な距離のうちの距離との交点を判断するためのコードを備える、C 3 6 に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

20

[ C 3 8 ]

前記自己相関結果における前記あいまいさを解決するためのコードが、少なくとも 2 つの距離の交点を見つけるためのコードを備える、C 3 7 に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[ C 3 9 ]

直交周波数分割多重 (OFDM) サブキャリアに基づく無線測距のための方法であって、前記方法は、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 OFDM 信号を受信することと、

30

少なくとも 3 つの OFDM サブキャリアのサブセットを選択することと、

距離を備える自己相関結果を与えるために前記受信 OFDM 信号の少なくとも 3 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと  
を備える、方法。

[ C 4 0 ]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決することをさらに備える、C 3 9 に記載の方法。

[ C 4 1 ]

少なくとも 3 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットが、OFDM サブキャリアの総数の 10 % 未満の数を備える、C 3 9 に記載の方法。

40

[ C 4 2 ]

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 OFDM 信号を送信することをさらに備え、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 OFDM 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 OFDM 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 3 9 に記載の方法。

[ C 4 3 ]

少なくとも 3 つの OFDM サブキャリアの前記サブセットを選択することが、  
最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、  
最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと

50

を備える、C 3 9 に記載の方法。

[ C 4 4 ]

直交周波数分割多重 ( O F D M ) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバと、

前記第 1 のトランシーバに結合されたプロセッサと

を備え、前記プロセッサは、

前記第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 O F D M 信号を受信することと、

少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアのサブセットを選択することと、

距離を備える自己相関結果を与えるために前記受信 O F D M 信号の少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを自己相関することと  
を行うように構成された、モバイルデバイス。

10

[ C 4 5 ]

前記プロセッサが、単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するようにさらに構成された、C 4 4 に記載のモバイルデバイス。

[ C 4 6 ]

少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットが、O F D M サブキャリアの総数の 1 0 % 未満の数を備える、C 4 4 に記載のモバイルデバイス。

[ C 4 7 ]

前記プロセッサが、

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 O F D M 信号を送信するようにさらに構成され、

ここにおいて、前記第 2 のトランシーバから受信された、前記受信 O F D M 信号が、前記第 2 のトランシーバにおいて前記送信 O F D M 信号を受信したことに応答して前記第 2 のトランシーバによって送られる、C 4 4 に記載のモバイルデバイス。

20

[ C 4 8 ]

少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを選択するように構成された前記プロセッサが、

最低使用可能周波数を有する第 1 のサブキャリアを選択することと、

最高使用可能周波数を有する第 2 のサブキャリアを選択することと、

中間使用可能周波数を有する第 3 のサブキャリアを選択することと

を行うように構成された、C 4 4 に記載のモバイルデバイス。

30

[ C 4 9 ]

直交周波数分割多重 ( O F D M ) サブキャリアに基づく無線測距のためのモバイルデバイスであって、前記モバイルデバイスは、

第 1 のトランシーバにおいて、第 2 のトランシーバから受信 O F D M 信号を受信するための手段と、

少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアのサブセットを選択するための手段と、

距離を備える自己相関結果を与えるために前記受信 O F D M 信号の少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットを自己相関するための手段と  
を備える、モバイルデバイス。

40

[ C 5 0 ]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するための手段をさらに備える、C 4 9 に記載のモバイルデバイス。

[ C 5 1 ]

少なくとも 3 つの O F D M サブキャリアの前記サブセットが、O F D M サブキャリアの総数の 1 0 % 未満の数を備える、C 4 9 に記載のモバイルデバイス。

[ C 5 2 ]

前記第 1 のトランシーバから、前記第 2 のトランシーバに送信 O F D M 信号を送信する

50

ための手段をさらに備え、

ここにおいて、前記第2のトランシーバから受信された、OFDM信号を受信するための前記手段が、前記第2のトランシーバにおいて前記送信OFDM信号を受信したことに応答して前記第2のトランシーバによって送られる、C49に記載のモバイルデバイス。

[C53]

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを選択するための前記手段が、

最低使用可能周波数を有する第1のサブキャリアを選択するための手段と、

最高使用可能周波数を有する第2のサブキャリアを選択するための手段と、

中間使用可能周波数を有する第3のサブキャリアを選択するための手段と

を備える、C49に記載のモバイルデバイス。

[C54]

直交周波数分割多重(OFDM)サブキャリアに基づく無線測距のための、その上に記憶されたプログラムコードを含む不揮発性コンピュータ可読記憶媒体であって、前記プログラムコードは、

第1のトランシーバにおいて、第2のトランシーバから受信OFDM信号を受信することと、

少なくとも3つのOFDMサブキャリアのサブセットを選択することと、

距離を備える自己相関結果を与えるために前記受信OFDM信号の少なくとも3つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを自己相関することと

を行うためのコードを備える、不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[C55]

単一の距離を判断するために前記自己相関結果におけるあいまいさを解決するためのコードをさらに備える、C54に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[C56]

前記第1のトランシーバから、前記第2のトランシーバに送信OFDM信号を送信するためのコードをさらに備え、

ここにおいて、前記第2のトランシーバから受信された、受信OFDM信号のための前記コードが、前記第2のトランシーバにおいて前記送信OFDM信号を受信したことに応答して前記第2のトランシーバによって送られる、C54に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

[C57]

少なくとも2つのOFDMサブキャリアの前記サブセットを選択するためのコードが、

最低使用可能周波数を有する第1のサブキャリアを選択することと、

最高使用可能周波数を有する第2のサブキャリアを選択することと、

中間使用可能周波数を有する第3のサブキャリアを選択することと

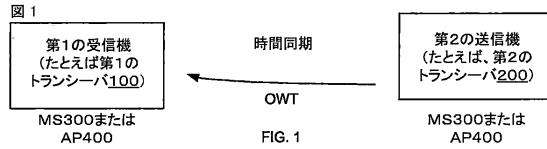
を行うためのコードを備える、C54に記載の不揮発性コンピュータ可読記憶媒体。

10

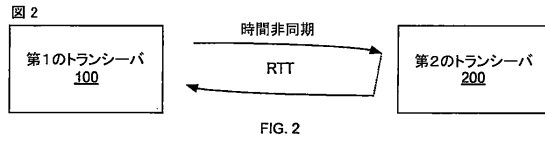
20

30

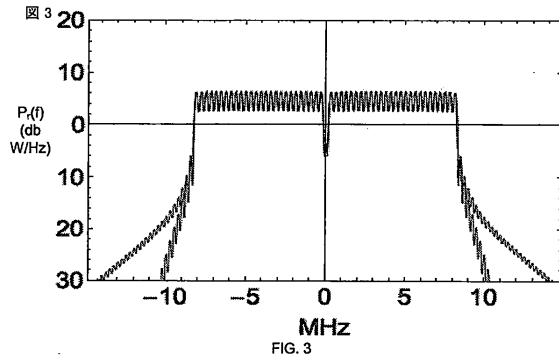
【図 1】



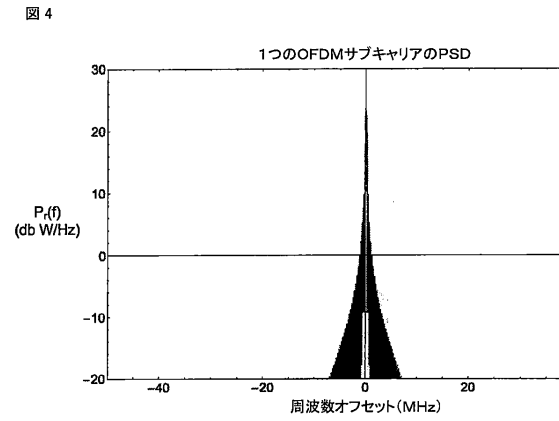
【図 2】



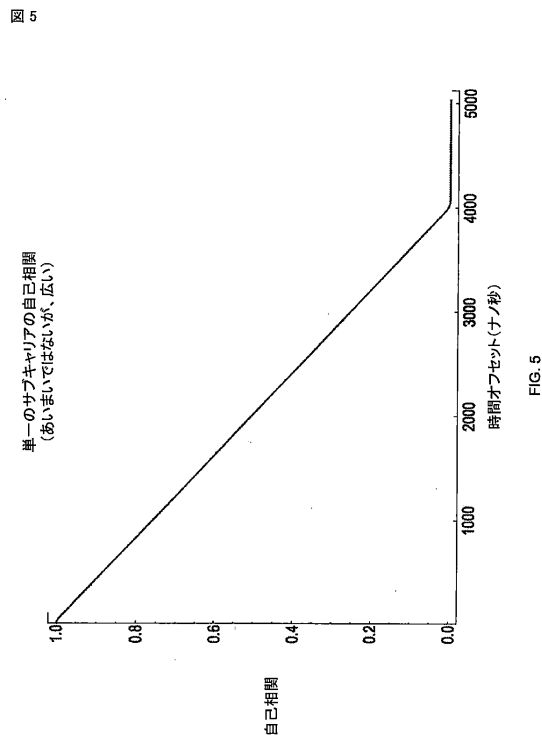
【図 3】



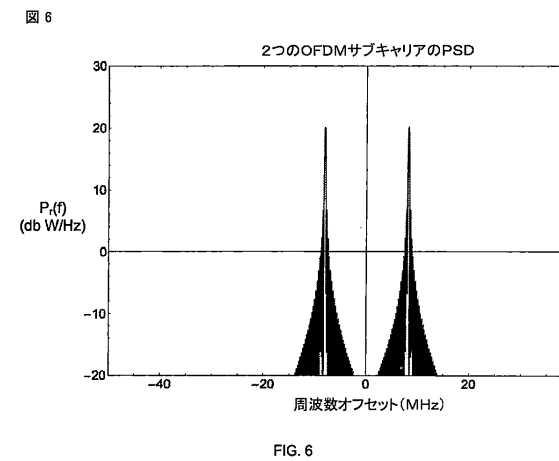
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

図 7

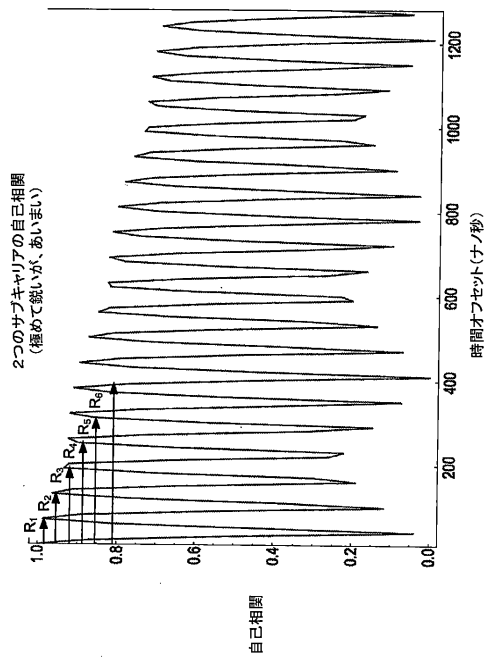


FIG. 7

【図 8】

図 8

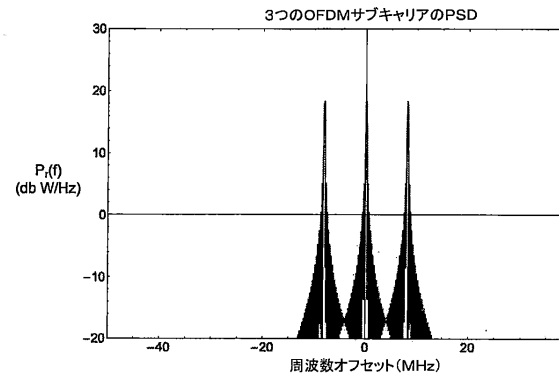


FIG. 8

【図 9】

図 9

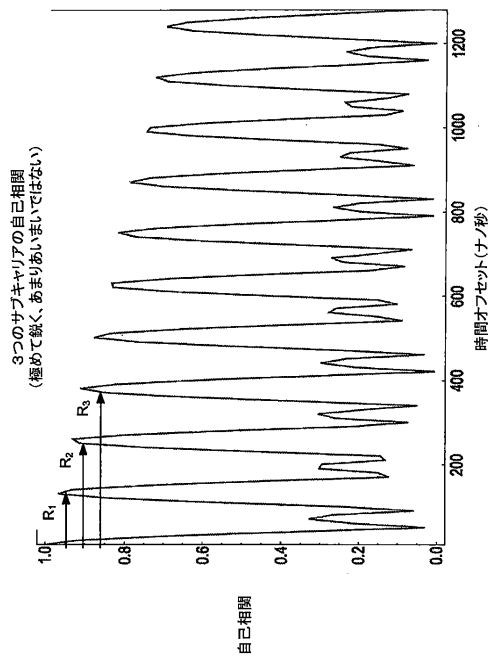


FIG. 9

【図 10】

図 10

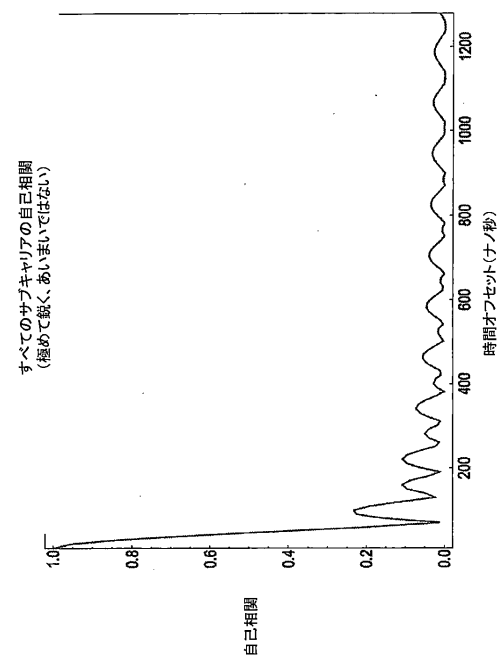


FIG. 10

## 【図 1 1】

図 11

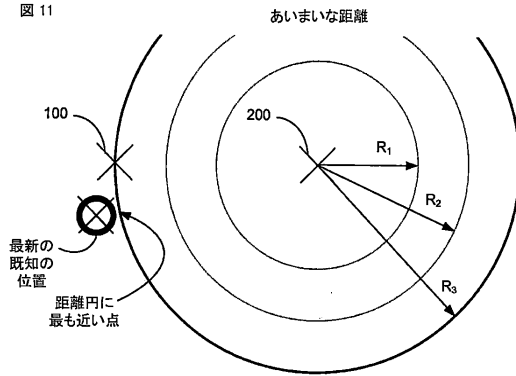


FIG. 11

## 【図 1 2】

図 12

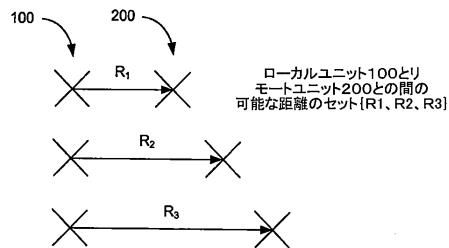


FIG. 12

## 【図 1 4】

図 14

ローカルユニット100が、いくつかのリモートユニット200までの別個の距離を判断することによってローカルユニット100の位置を判断する (APロケーションを知っている場合は絶対ロケーション推定値、未知のAPロケーションの場合は相対ロケーション推定値)

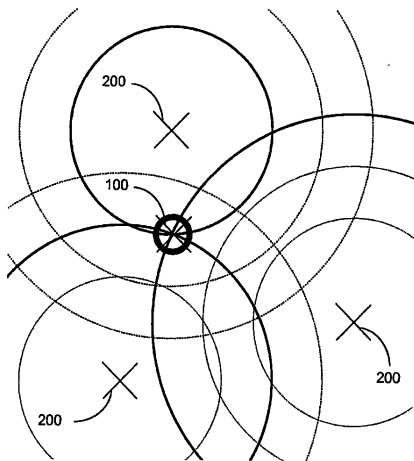


FIG. 14

## 【図 1 3】

図 13

ローカルユニット100が、いくつかのリモートユニット200までの別個の距離を判断することによってローカルユニット100の位置を判断する (APロケーションを知っている場合は絶対ロケーション推定値、未知のAPロケーションの場合は相対ロケーション推定値)

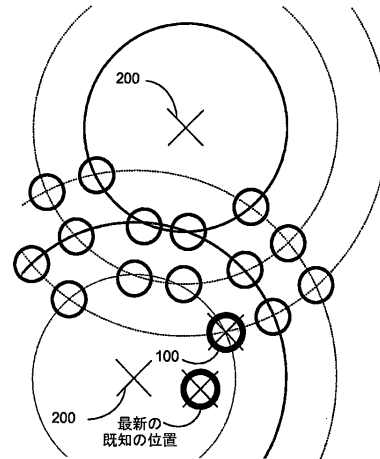


FIG. 13

## 【図 1 5】

図 15

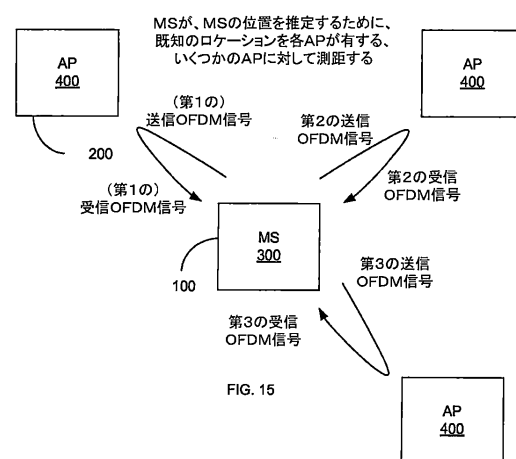


FIG. 15

【図 16】

図 16

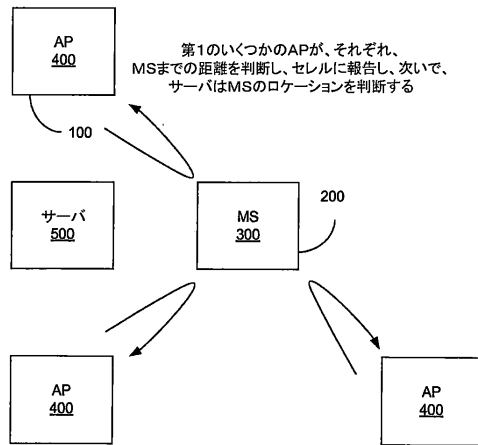


FIG. 16

【図 17】

図 17

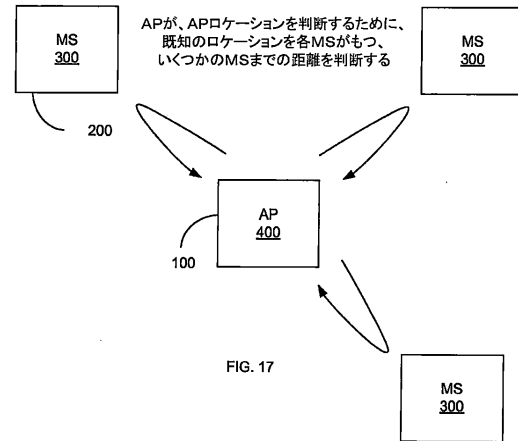


FIG. 17

【図 18】

図 18

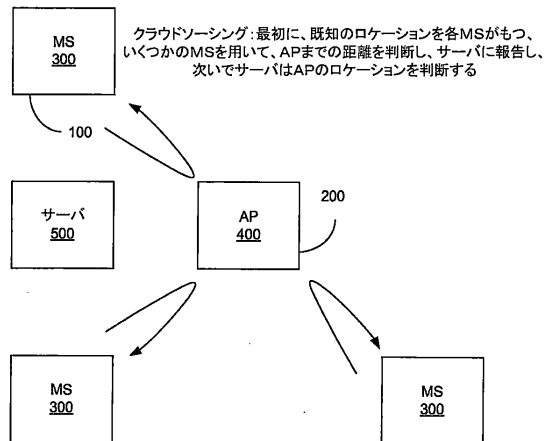


FIG. 18

【図 19】

図 19

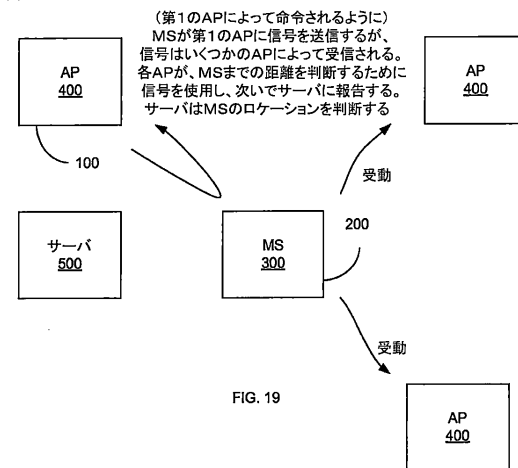
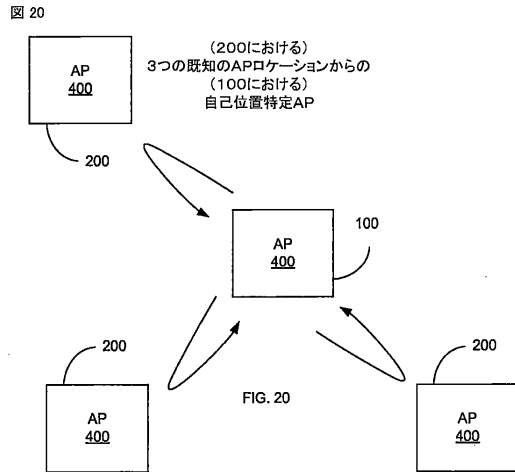
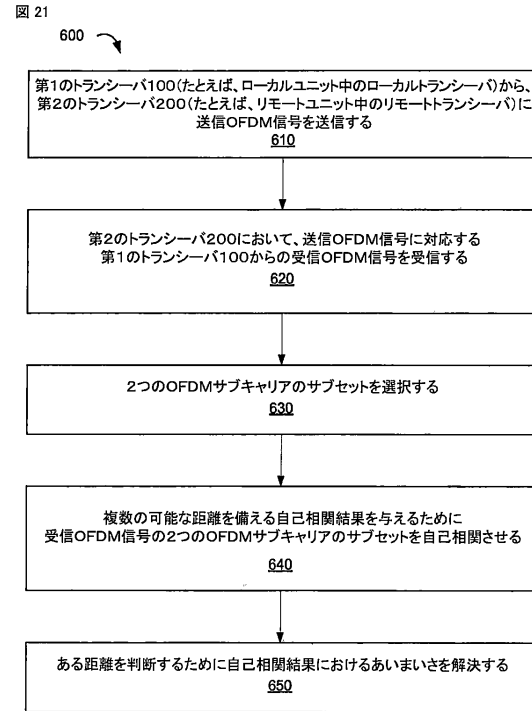


FIG. 19

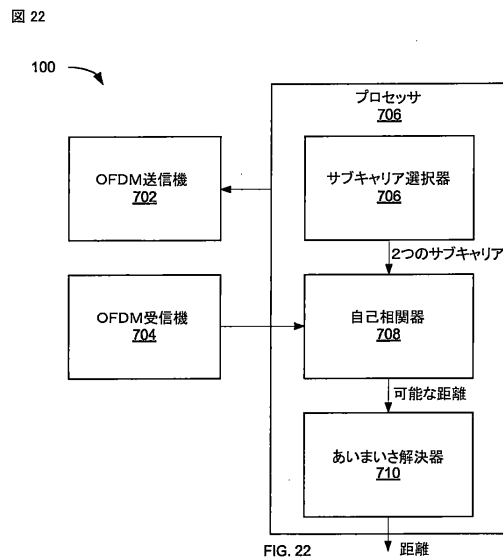
【図 20】



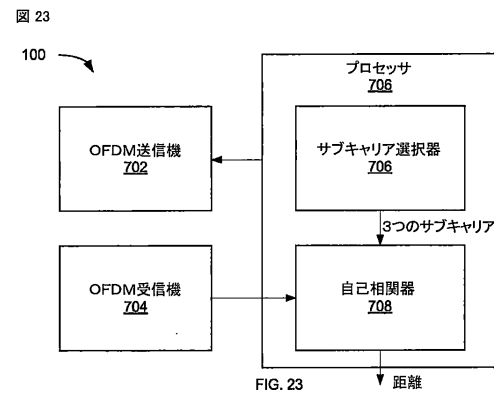
【図 21】



【図 22】



【図 23】





## 【図 24】

図 24

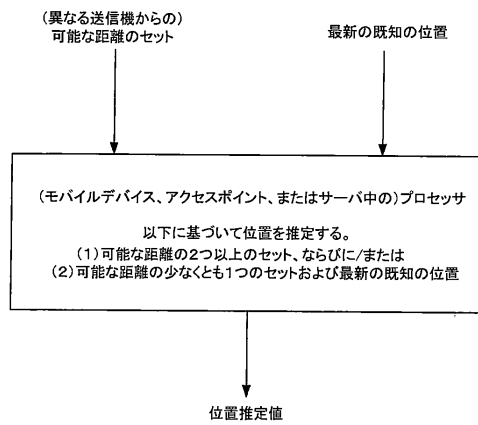


FIG. 24

---

フロントページの続き

(72)発明者 エンジ、パー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ガリン、ライオネル・ジャック

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

審査官 中村 説志

(56)参考文献 特表2012-507719(JP,A)

特表2011-530948(JP,A)

特表2008-512960(JP,A)

特表2005-509166(JP,A)

米国特許出願公開第2010/0149032(US,A1)

土屋淳、外1名、「新訂版 やさしいGPS測量」, 社団法人日本測量協会, 1997年 4月10日, p.190-193

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00 - 5/14

G01S11/00 - 11/16

G01S19/00 - 19/55

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00