

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-505080  
(P2011-505080A)

(43) 公表日 平成23年2月17日(2011.2.17)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
HO4W 92/10 (2009.01) HO4Q 7/00 686 5K067

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 60 頁)

(21) 出願番号	特願2010-511142 (P2010-511142)	(71) 出願人	598036300
(86) (22) 出願日	平成19年12月20日 (2007.12.20)		テレフォンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)
(85) 翻訳文提出日	平成22年2月8日 (2010.2.8)		スウェーデン国 スtockホルム エスー 164 83
(86) 国際出願番号	PCT/SE2007/051054	(74) 代理人	100095957
(87) 国際公開番号	W02009/008793		弁理士 亀谷 美明
(87) 国際公開日	平成21年1月15日 (2009.1.15)	(74) 代理人	100096389
(31) 優先権主張番号	11/760,659		弁理士 金本 哲男
(32) 優先日	平成19年6月8日 (2007.6.8)	(74) 代理人	100101557
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 萩原 康司
		(74) 代理人	100128587
			弁理士 松本 一騎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遅延ドップラ移動が行われた署名列の検出における複雑性低減の方法および装置

(57) 【要約】

チャンネル上の無線信号において署名列が用いられ、受信局によって検出される。署名列は、基本列の遅延 ドップラ移動で形成される列の集合から選択する。部分列集合を用いると、例えば、検出メトリックをより効率よく計算することが容易になるなど、署名列の検出が単純化される。単純化された検出部は、慎重な列割当戦略を用いる代数的技術(離散フーリエ変換(DFT))を用いる。効果的な変形例として、長さの等しい正弦曲線のセグメントで表すことができる基本列のある類については、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントには過去のアウトプットを再び用いることにより、複雑性をさらに低減させることも達成可能である。

【選択図】 図 1 0

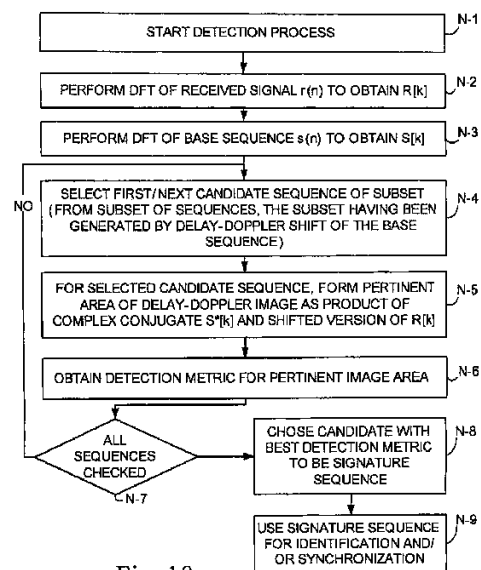


Fig. 10

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無線受信部 ( 3 0 ) の動作方法であって、  
 遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、候補列となるべき 1 つを選択し、  
 前記無線受信部 ( 3 0 ) が受信した受信信号に対する遅延 ドップラ像に関する検出メ  
 トリックを得て、  
 前記検出メトリックを用いて、前記候補列が前記受信信号において署名列として受信さ  
 れたのが判定することを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

( 1 ) 前記候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、( 2 ) 前記受  
 信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって  
 、前記遅延 ドップラ像を得ることをさらに特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

10

## 【請求項 3】

列集合の部分集合から前記候補列を選択することをさらに特徴とし、  
 前記列集合は前記基本列の遅延 ドップラ移動によって得られ、前記部分集合は前記集  
 合の列を等間隔に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記候補列となるべく次々と選択された複数の列の各々について、前記候補列それぞ  
 れが関する前記遅延 ドップラ像の領域に関する前記検出メトリックを得て、  
 最良の検出メトリックを有する特定の前記候補列を前記署名列として選択することをさ  
 らに特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 5】

列集合の部分集合から前記候補列を選択することさらに特徴とし、  
 前記列集合は前記基本列の遅延 ドップラ移動によって得られ、前記基本列は、周波数  
 ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むことを特徴とする、請  
 求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 6】

( 1 ) 離散フーリエ変換 ( D F T ) を用いて、任意のドップラオフセット ( ) およ  
 び任意の遅延オフセット ( ) について D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形  
 成し、

30

( 2 ) 前記周波数ホッピングパターンに整合する前記任意の遅延オフセットに対する前  
 記配列における要素の和をとることによって、前記任意の遅延オフセットに対する遅延  
 ドップラ像の少なくとも一部を判定し、

( 3 ) 前の遅延オフセットの D F T ウィンドウセグメントの前記配列から、次の遅延オ  
 フセットに対する D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を得て、

( 4 ) 目下の前記遅延オフセットに対する前記配列における要素の和をとることによ  
 って、前記周波数ホッピングパターンに整合する目下の前記任意の遅延オフセットに対  
 する前記遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定し、

( 5 ) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて前記遅延 ドッ  
 プラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作 ( 3 ) および動  
 作 ( 4 ) を反復し、

40

( 6 ) 全遅延 ドップラオフセットについて前記遅延 ドップラ像の部分が判定される  
 まで、次の連続するドップラオフセットについて動作 ( 1 ) から動作 ( 5 ) までを反復し  
 、

( 7 ) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する前記候補遅延 ドップラ添字に対する  
 前記遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定し、

( 8 ) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、前  
 記署名列となるべき、前記最良の検出メトリックを有する前記候補遅延 ドップラ添字に  
 対応する候補列を判定することをさらに特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

50

動作(3)として、1サンプル分だけ前記DFTウィンドウセグメントをスライドさせることをさらに特徴とする、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記候補列としては、Lの倍数であるドップラ添字を含み、長さが $N = LQ$ であり、正弦曲線のセグメントをL個含むものであり、各セグメントの長さがQであるものを選択することをさらに特徴とする、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

前記候補列としては、任意のドップラオフセットの部分集合となるものを選択することをさらに特徴とする、請求項6に記載の方法。

【請求項10】

前記基本列としては、理想コストス列となるものを選択することをさらに特徴とする、請求項5に記載の方法。

【請求項11】

前記候補列が前記署名列であると判定される場合、前記候補列を前記署名列として用いて、前記受信信号を含む無線信号を送信した局を識別することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項12】

前記候補列が前記署名列であると判定される場合、前記候補列を前記署名列として用いて、前記受信信号を含む無線信号を送信した局との同期を行うことをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項13】

チャンネルによる無線送信と併せて署名列を検出する送信装置(70)であって、前記署名列を含む前記無線信号から受信信号を得る送受信部(72)と、遅延ドップラ移動が行われた複数の列のうち、前記署名列としての評価を行う候補列となるべき1つを選択する仮定列選択部(90)と、前記受信信号に基づいて遅延ドップラ像を形成する像形成部(82)と、前記遅延ドップラ像に関する検出メトリックを計算し、前記候補列が前記受信信号において署名列として受信されたか判定するメトリック解析部(840)とを有することを特徴とする送信装置(70)。

【請求項14】

前記像形成部(82)は、(1)前記候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2)受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、前記受信信号に基づいて遅延ドップラ像を形成する、請求項13に記載の装置。

【請求項15】

前記仮定列選択部(90)は列集合の部分集合から前記候補列を選択し、前記列集合は前記基本列の遅延ドップラ移動によって得られ、前記部分集合は前記集合の列を等間隔に有することを特徴とする、請求項13に記載の装置。

【請求項16】

前記メトリック解析部(840)は、前記候補列となるべく次々と選択される複数の列の各々について、対応する前記候補列に関する前記遅延ドップラ像の領域に関する前記検出メトリックを得て、さらに、最良の検出メトリックを有する特定の前記候補列を前記署名列として選択する、請求項13に記載の装置。

【請求項17】

前記像形成部(82)は、(1)離散フーリエ変換(DFT)を使用して用いて、任意のドップラオフセット( )および任意の遅延オフセット( )についてDFTウィンドウセグメントの2次元配列を形成する動作と、(2)前記周波数ホッピングパターンに整合する前記任意の遅延オフセットに対する前記配列における要素の和をとることによって、前記任意の遅延オフセットに対する遅延

10

20

30

40

50

ドップラ像の少なくとも一部を判定する動作と、

(3) 前の遅延オフセットの DFT ウィンドウセグメントの前記配列から、次の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を得る動作と、

(4) 目下の前記遅延オフセットに対する前記配列における要素の和をとることによって、前記周波数ホッピングパターンに整合する目下の前記任意の遅延オフセットに対する前記遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定する動作と、

(5) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて前記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作(3)および動作(4)を反復する動作と、

(6) 全遅延 ドップラオフセットについて前記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続するドップラオフセットについて動作(1)から動作(5)までを反復する動作と、

を行う処理を含む、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 7】

(7) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する前記候補遅延 ドップラ添字に対する前記遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定し、

(8) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、前記署名列となるべき、前記最良の検出メトリックを有する前記候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定する

メトリック解析部(84)をさらに有することを特徴とする、請求項 17 に記載の装置

【請求項 19】

前記処理は、動作(3)として、1 サンプル分だけ前記 DFT ウィンドウセグメントをスライドさせることをさらに行う、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 20】

前記処理は、前記候補列として、L の倍数であるドップラ添字を含み、長さが  $N = LQ$  であり、正弦曲線のセグメントを L 個含むものであり、各セグメントの長さが Q であるものを選択する動作をさらに行う、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 21】

前記処理は、前記候補列として、任意のドップラオフセットの部分集合となるものを選択する、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 22】

前記処理は、さらに、前記基本列として、理想コストス列となるものを選択する、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 23】

署名列活用部をさらに有することを特徴とし、

前記署名列活用部は、前記受信信号を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備える、

請求項 13 に記載の装置。

【請求項 24】

署名列活用部(76)をさらに有することを特徴とし、

前記署名列活用部(76)は、前記送受信装置(70)と前記署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との同期を促進する同期装置を備える、請求項 13 に記載の装置

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線電気通信に関し、特に無線インタフェースによって送信された情報の検出に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来のセルラ無線システムにおいて、無線端末は、無線アクセスネットワーク（RAN：radio access network）を介して1または2以上のコアネットワークと通信を行う。無線端末は、移動終端を有する携帯電話（「セルラ」電話）やノート型パーソナルコンピュータなどの移動局（「ユーザ装置（UE：user equipment unit）」または「移動端末」と呼ぶこともある）とすることができるものであり、したがって、例えば、無線アクセスネットワークと音声通信および/またはデータ通信を行うポータブル移動体装置、ポケット移動体装置、ハンドヘルド移動体装置、コンピュータ内蔵移動体装置、車両搭載移動体装置とすることができる。また、無線端末は、例えば無線ローカルループなどの一部となる固定セルラ装置/端末のような固定無線装置とすることも可能である。

10

## 【 0 0 0 3 】

無線アクセスネットワーク（RAN）は、複数のセル領域に分割される地理的領域をカバーし、各セル領域は基地局によりサービスが行われる。セルとは、基地局サイトにおける無線基地局装置が無線カバー範囲を提供する地理的領域である。各セルは、一意の識別子によって識別される。この一意の識別子は該当セル内でブロードキャストされる。基地局は、エアインタフェース（例えば高周波）によって基地局の範囲内の無線端末と通信を行う。従来、無線アクセスネットワークにおいては、いくつかの基地局が（例えば地上通信線やマイクロ波によって）無線ネットワーク制御装置（RNC：radio network controller）に接続されている。無線ネットワーク制御装置は、基地局制御装置（BSC：base station controller）と呼ぶこともあるが、無線ネットワーク制御装置に接続された複数の基地局の様々な活動を監督し、調整するものである。従来、無線ネットワーク制御装置は1または2以上のコアネットワークに接続される。

20

## 【 0 0 0 4 】

このように、無線通信は、エアインタフェースまたは無線インタフェースによる送信局から受信局への情報の送信に関する。例えば、移動送信局（例えば移動局）は基地局などの受信部へアップリンクチャネルでメッセージを送信できる。逆に、基地局の形態の送信部は、1つの移動局の受信部へ、さらには複数の移動局の受信部へ、ダウンリンクチャネルでメッセージを送信できる。

30

## 【 0 0 0 5 】

例えば、局間送信には、ある特定のサンプル列が含まれる。このような列を用いて、ある特定の送信局の識別、および/または、ある局の送信部と別の局の受信部との間の同期を行う。ある局においてこのような目的で用いられるとき、かかる列は「署名列」として知られる。例えば、基地局は、ある送信に含める特定の署名列を有することが可能であり、移動局が信号を受信し得る他の基地局から当該基地局を判別することができる。同様に、移動局には、少なくとも一時的に（例えば、接続ごと、特定のセル内にいる間など）ある署名列を割り当てることも可能であり、基地局ノードへのアップリンクの無線送信に署名列が含まれていると、基地局ノードは、送信が基地局ノードのセル内の他の移動局ではなく上記移動局から発信されたものであると判定することができる。

40

## 【 0 0 0 6 】

時間周波数選択性チャネルの出力において、署名列  $s[n]$  に対応する受信信号は数式（1）によって与えられる。

## 【 0 0 0 7 】

## 【 数 1 】

$$r[n] = \sum_{\tau=0}^{\tau_{\max}-1} \sum_{\nu=0}^{\nu_{\max}-1} h[\tau, \nu] s[n-\tau] e^{j \frac{2\pi\nu n}{N}} + z[n],$$

(1)

数式（1）において、 $z[n]$  は加法性ホワイトガウスノイズ（AWGN：Additive

50

ive White Gaussian Noise)であり、 $h[n]$ は $(0 < n < \text{max})$ という支えの下でのチャネルの遅延 ドップラ応答である。最大遅延 ドップラ拡散 $(\text{max}, \text{max})$ は、たいてい、列長Nのごく一部である。

【0008】

従来、署名列の検出は、一般に受信信号と送信署名列の仮定との間の内積に関する尤度メトリックを計算することで得られる。 $r[n]$ を受信信号、 $s[n]$ を仮定署名列として用いると、従来の判定メトリックの例は数式(2)によって与えられる。

【0009】

【数2】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n]s^*[n]$$

(2)

数式(2)において、Nは列長である。チャネルが時間分散的である場合、またはタイミングオフセットが未知である場合、数式(3)によって様々なラグについて内積を評価する。

【0010】

【数3】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n]s^*[n-\tau]$$

(3)

さらに、チャネルが周波数分散的である場合、または周波数オフセットが未知である場合、数式(4)に示すようなドップラ周波数の複数の仮定について内積を評価する必要がある。

【0011】

【数4】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n]s^*[n-\tau]e^{-j\frac{2\pi\nu n}{N}}$$

(4)

【0012】

これらの内積、つまり相関の計算は、署名列の各仮定、例えば各候補や各推測について行う必要がある。2006年3月27～31日ギリシア共和国アテネにおけるエリクソン提案の「EUTRAランダムアクセスプリアンブルデザイン」TSGRANWG1#44bis.R106998(参照により本明細書に組み入れる)に示すランダムアクセスなどの応用における多くの通信装置を識別するために、署名列集合に共通構造がない場合には特に、計算の複雑性は非常に高くなる場合がある。

【0013】

良好な署名列集合は、適当に選択した単一の基本列へ円遅延 ドップラ移動を人工的に導入することによって、当該基本列から得ることが可能である。したがって、列を検出することは、チャネル誘導遅延 ドップラ移動の存在下で当該列に割り当てられた人工的導入の遅延 ドップラ移動を検出することとなり、数式(4)に与えられる単一の2次元遅延 ドップラ相関子によって行うことができる。

【0014】

入手可能なチャネル情報が最大遅延 ドップラ拡散 $(\text{max}, \text{max})$ のみであるとすると、単一の列を最適に検出するためには、数式(6)において生成される尤度関数を評価する。

【0015】

10

20

30

40

50

【数 5】

$$\gamma = \sum_{\tau=0}^{\tau_{\max}-1} \sum_{\nu=0}^{\nu_{\max}-1} |I[\tau, \nu]|^2,$$

(6)

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau] e^{-\frac{j2\pi\nu n}{N}}$$

10

(7)

数式(6)において、数式(7)は、 $0 < \tau < N$ 、 $0 < \nu < N$ について定義された遅延  
ドップラ像である。そして、数式(6)のメトリックを、署名列についてのあり得る仮  
定ごとに評価し、閾値と比較し、ユーザがシステムに存在するかどうか判定する。

【0016】

同時に出願がなされた米国特許出願第11/760654、題名「NOVEL SIGNATURE SEQUENCES AND METHODS FOR TIME FREQUENCY SELECTIVE CHANNEL (時間-周波数選択的チャネルのための新たな署名列および方法)」に提案の実施形態の一例では、特別に構成した列集合の一要素である一意の署名列が各ユーザに割り当てられる。この特別な列集合は、長さNの同一基本列から得られるものである。しかしながら、この集合の署名列は、異なる局に割り当てられ、基本列を一意の遅延ドップラ移動(好ましくは一意の円遅延ドップラ移動)で移動させたものである点で異なる。したがって、署名列は数式(8)によって実証される。

20

【0017】

【数 6】

$$s_{l,m}[n] = s[n - l\tau_d] e^{-\frac{2\pi m \nu_d n}{N}},$$

(8)

数式(8)において、 $(\tau_d, \nu_d)$ は、得られた列の対の間の最小遅延ドップラ距離であり、 $(l, m)$ は、ユーザに、例えば局に、割り当てられた一意の識別添字である。このように人工的に導いた移動の最小遅延ドップラ距離が、チャンネルが導入する最大移動 $(\tau_{\max}, \nu_{\max})$ よりも大きい限り、チャンネルを通過した後も複数の列を判別することが可能である。

30

【0018】

列識別はチャンネルの遅延ドップラ拡散に組み入れられるため、遅延ドップラ移動が行われた列に対する検出メトリックを計算するには、まずは数式(7)によって与えられる遅延ドップラ像を評価し、次に数式(9)に示すような「 $l, m$ 」の全仮定に対して適当な領域についてアウトプットを合計する。

40

【0019】

【数 7】

$$\gamma[l, m] = \sum_{\tau=l\tau_d}^{\tau_d+\tau_{\max}-1} \sum_{\nu=m\nu_d}^{\nu_d+\nu_{\max}-1} |I[\tau, \nu]|^2.$$

(9)

【0020】

任意の列集合について、全過程に対する数式(9)の検出メトリックの計算は、非常に複雑となることがある。特別に構成され、遅延ドップラ移動が行われた列集合では、記

50

憶部に記憶すべき基本列が1つのみとなるため、計算は、構造上、より単純なものとなる。

【0021】

面における全ての点について、数式(7)において与えられる遅延 ドップラ像を強引に直接計算する場合、長さNのDFTをN個とる。加えて、DFTの前の遅延添字ごとにN回乗算を行う。したがって、Nが2のべきであるとする、およそ、 $N(N + N \log_2 N)$ の乗算には遅延 ドップラ像全体の評価が必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

したがって、改善された署名列検出の複雑性削減方法、装置、システム、技術が必要であり、それが本発明の課題である。

【課題を解決するための手段】

【0023】

当該技術の観点は、チャンネル上の無線信号に用いる署名列の活用および/または検出に関する。基本列の遅延 ドップラ移動によって形成した列集合から選択された列の部分集合から、署名列を選択する。部分列集合を用いると、例えば検出部についてより単純な構造を用いることが容易になるなど、署名列の検出が単純化される。このように、当該技術の第1の観点は、特別に構成した遅延 ドップラ移動が行われた列集合の $N^2$ 個の列の部分集合の選択に関してあり、検出メトリックをより効率よく研鑽することが容易になる。(第1の観点が容易にする)当該技術の第2の観点は、慎重な列割当戦略を用いる代数的技術(離散フーリエ変換(DFT: Discrete Fourier Transform)など)の実施に関する。効果的な変形例として、長さの等しい正弦曲線のセグメントで表すことができる基本列のある類については、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントには過去のアウトプットを再び用いることにより、複雑性をさらに低減させることも達成可能である。

【0024】

このように、当該技術の第1の観点は、列集合の部分集合から候補列を選択することを含む。列集合は、基本列の遅延 ドップラ移動によって得られるものである。一実施形態例および一モード例では、部分集合は集合の列を等間隔に含む。

【0025】

当該技術の第2の観点は、無線受信部の動作方法を包含する。当該方法は、遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、候補列となるべき1つを選択することと、無線受信部が受信した受信信号に対する遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを得ることと、検出メトリックを用いて、候補列が受信信号において署名列として受信されたのか判定することを含む。

【0026】

一実施形態において、当該方法は、(1)候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2)受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、遅延 ドップラ像を得ることをさらに含む。

【0027】

一実施形態において、当該方法は、候補列となるべく次々と選択された複数の列の各々について、候補列それぞれに関する遅延 ドップラ像の領域に関する検出メトリックを得ることと、最良の検出メトリックを有する特定の候補列を署名列として選択することとをさらに含む。

【0028】

一実施形態において、候補列は、署名列であると判定されると、受信信号を含む無線信号を送信した局を識別するために署名列として用いられる。

【0029】

一実施形態において、候補列は、署名列であると判定されると、受信信号に含まれる無

10

20

30

40

50



線信号を送信した局との同期のために署名列として用いられる。

【 0 0 3 0 】

また、第2の観点、チャネル上の無線信号と併せて署名列を検出する送受信装置を包含する。一実施形態例において、送受信装置は、送受信部と、仮定（または候補）列選択部と、像形成部と、メトリック解析部とを備える。送受信部は、署名列を含む無線信号から受信信号を得る構成を有する。仮定列選択部は、遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、署名列として評価する候補列となるべき1つを選択する構成を有する。像形成部は、受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。メトリック解析部は、遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを計算し、候補列が受信信号において署名列として受信されたか判定する構成を有する。

10

【 0 0 3 1 】

一実施形態において、像形成部は、(1) 候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2) 受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。

【 0 0 3 2 】

前記仮定列選択部は列集合の部分集合から候補列を選択する構成を有し、列集合は基本列の遅延 ドップラ移動によって得られる。一実施形態において、部分集合は集合の列を等間隔に含む。

【 0 0 3 3 】

メトリック解析部は、候補列となるべく次々と選択される複数の列の各々について、対応する候補列に関する遅延 ドップラ像の領域に関する検出メトリックを得る構成を有し、最良の検出メトリックを有する特定の候補列を署名列として選択する構成をさらに有する。

20

【 0 0 3 4 】

送受信装置は署名列活用部76をさらに備えてもよい。一実施形態例では、署名列活用部は、署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備える。別の実施形態または同一の実施形態において、署名列活用部は、代替的または追加的に、送受信装置と署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との間の同期を促進する同期装置を備える。

30

【 0 0 3 5 】

効果的な変形例によれば、基本列としては、周波数ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むものを選択する。つまり、基本列はホッピングパターンを有し、列集合は遅延 ドップラ移動によって生成され、さらに集合から部分集合が選択される。基本列に周波数ホッピングパターンを用いると、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることによって、複雑性がさらに低減されるという利益がある。

【 0 0 3 6 】

周波数ホッピングパターンを活用する変形例は、一意の手法で2次元遅延 ドップラ像配列を得る構成を有する装置および動作を含む。遅延 ドップラ像上の各点（あるいはピクセル）は、その座標である遅延 ドップラ添字を有する。各署名列は基本列に遅延 ドップラ移動を行ったものであるため、各署名をこの一意の移動で表す（つまり添字をつける）のが便宜的である場合がある。遅延 ドップラ像配列は複数の領域を含み、各領域は一意の候補列に対応し、したがって一意の遅延添字 と一意のドップラ添字 とを有する。各領域は、遅延 ドップラ像の複数の部分領域あるいはDFTウィンドウセグメントをさらに含む。各部分領域（例えばDFTウィンドウセグメント）は、同領域の左下の部分領域を基準として遅延 ドップラオフセット（ $\tau$ ,  $\nu$ ）で記述する。このように、周波数ホッピングパターンを活用するこの変形例は、以下を行う構成を有する装置および動作をさらに含む。

40

【 0 0 3 7 】

50

( 1 ) 離散フーリエ変換 ( D F T ) を使用して用いて、任意のドップラオフセット ( ) および任意の遅延オフセット ( ) について D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成

【 0 0 3 8 】

( 2 ) 周波数ホッピングパターンに整合する任意の遅延オフセットに対する配列における要素の和をとることによって、任意の遅延オフセットに対する遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定

【 0 0 3 9 】

( 3 ) 前の遅延オフセットの D F T ウィンドウセグメントの配列から、次の遅延オフセットに対する D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を取得

【 0 0 4 0 】

( 4 ) 目下の遅延オフセットに対する配列における要素の和をとることによって、周波数ホッピングパターンに整合する目下の任意の遅延オフセットに対する遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定

【 0 0 4 1 】

( 5 ) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作 ( 3 ) および動作 ( 4 ) を反復

【 0 0 4 2 】

( 6 ) 全遅延 ドップラオフセットについて遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続するドップラオフセットについて動作 ( 1 ) から動作 ( 5 ) までを反復

【 0 0 4 3 】

( 7 ) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する候補遅延 ドップラ添字に対する遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定

【 0 0 4 4 】

( 8 ) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、署名列となるべき、最良の検出メトリックを有する候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定

【 0 0 4 5 】

このように、一実施形態においては、1 サンプル分だけ D F T ウィンドウセグメントをスライドさせることによって、遅延 ドップラ像 ( 例えば D F T ウィンドウセグメント ) を計算する。サンプルとは、離散信号が定義される最小単位である。

【 0 0 4 6 】

候補列としては、L の倍数であるドップラ添字を含み、長さが  $N = L Q$  であり、正弦曲線のセグメントを L 個含むものであり、各セグメントの長さが Q であるものを選択する。例えば、候補列としては、任意のドップラオフセット の部分集合となるものを選択してもよい。ある実施形態においては、基本列として、理想コストス列となるものを選択すると、評価する必要のある の数がほんの少数となるため、効果的である場合もある。

【 0 0 4 7 】

本発明における上述およびその他の課題、特徴、効果については、より具体的な以下の発明を実施するための形態から明らかとなろう。発明を実施するための形態は添付図面に示すとおりのものであり、添付図面においては数図にわたり参照符号が同一部分を示している。図面は必ずしも寸法どおりのものではなく、本発明の原理を示す上で強調をしてある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 図 1 は無線アクセスネットワークの概略図であり、1 または 2 以上の無線端末が送信する署名列を判定する列検出部を備える基地局ノードを示している。

【 図 2 】 図 2 は無線アクセスネットワークの概略図であり、1 または 2 以上の基地局ノードが送信する署名列を判定する列検出部を備える無線端末を示している。

10

20

30

40

50

- 【図 3】図 3 は、第 1 の実施形態に係る受信局の一例の概略図である。
- 【図 4】図 4 は、 $N = 255$  における  $m$  列の曖昧度関数を示す三次元グラフである。
- 【図 5】図 5 は、異なる遅延 ドップラ移動の列が 2 つシステムに存在する一例を示す 3 次元グラフである。
- 【図 6】図 6 は、図 3 の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。
- 【図 7】図 7 は、等間隔の列集合を示す概略図である。
- 【図 8】図 8 は、円移動の場合と円ではない場合とを比較して示した概略図である。
- 【図 9】図 9 は、第 2 の実施形態に係る受信局の一例の概略図である。
- 【図 10】図 10 は、図 9 の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。 10
- 【図 11】図 11 は、任意の の部分に制限される周波数ホッピング列に対する列割当の一例の概略図である。
- 【図 12】図 12 は、別の実施形態例に係る受信局の一例の概略図である。
- 【図 13】図 13 は、図 12 の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。
- 【図 14】図 14 は、任意の における時間 周波数ホッピングパターンについて遅延 ドップラ相関部が行う移動の一例の概略図である。
- 【図 15】図 15 は、遅延 ドップラ像を説明するために便利なグリッドの概略図である。 20
- 【図 16】図 16 は、 $u = 6$  とした長さ  $N = 29$  の Z a d o f f C h u 列の曖昧度関数を示す三次元グラフである。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0049】
- 以下の説明では、本発明について完全な理解を得るべくして、あるアーキテクチャ、インタフェース、技術などの具体的詳細を示すのだが、それは解説を目的としたものであり、限定を目的としたものではない。しかしながら、当業者であれば、かかる具体的詳細とは異なる他の実施形態でも本発明を実施することが可能であることは明らかであろう。つまり、本明細書において明確に説明したり図示したりしていなくとも、本発明の原理を具現化するものであり、本発明の本質、範囲内に含まれる様々な構成について、当業者であれば想到することが可能であるということである。ある例において、余計な詳細で本発明の説明が不明瞭とならないよう、周知の装置、回路、方法についての詳細な説明は省略する。本明細書において、本発明の原理、観点、実施形態、その具体例について述べた記載はすべて、その構造的均等物も機能的均等物も包含するものであると意図している。加えて、かかる均等物には、現時点で周知の均等物のみならず、将来開発される均等物、すなわち構造に拘らず同一の機能を行ういかなる開発要素も包含されることを意図している。 30
- 【0050】
- したがって、当業者であれば、例えば、このブロック図は当該技術の原理を具現化する例示的回路の概念図を表したものである場合があるということを理解するであろう。同様に、いかなるフローチャート、状態遷移図、擬似コードなども、コンピュータやプロセッサを明示してあるか否かに拘らず、実質的にはコンピュータ読取可能媒体において表され、コンピュータ読取可能媒体としてコンピュータやプロセッサが実行することが可能であると理解するであろう。 40
- 【0051】
- 様々な観点において、当該技術は、チャネルを通じた無線送信に使用する署名列の活用および/または検出に関する。図 1、図 2 に、署名列の使用例を表した 2 つの具体例を示すが、上記に限られない。
- 【0052】
- 図 1 は、基地局ノード 28 と無線端末 30<sub>1</sub> ~ 30<sub>k</sub> とを備える無線アクセスネットワーク 24 において署名列を用いた第 1 のシナリオ例を示す。基地局ノード 28 や別のネッ 50

トワークノードは列割当管理部 3 2 を備える。また、任意に、列割当管理部 3 2 は署名列生成部 3 3 を備えるものとするができる。基地局ノード 2 8 は、1 または 2 以上の送信部 3 4 をさらに備える。各送信部 3 4 は送信部 3 6 と受信部 3 8 とを備える。受信部 3 8 は署名列検出部 4 0 を備える。

#### 【 0 0 5 3 】

各無線端末 3 0 は、アンテナ 4 5 へ接続される送受信部 4 4 を備える。また、各送受信部 4 4 は送信部 4 6 と受信部 4 8 とを備える。各無線端末 3 0 は、署名列記憶部 5 0 をさらに備える。

#### 【 0 0 5 4 】

列割当管理部 3 2 は、無線端末 3 0<sub>1</sub> ~ 3 0<sub>k</sub> の各々に署名列（好ましくは一意列）を割り当てるものである。署名列はたいてい一時的に割り当てる。例えば、コール集合アップの際に無線端末 3 0 の関わる接続期間だけ署名列を割り当てる。また場合によっては、基地局ノード 2 8 がサービスを行うセルに無線端末 3 0 が存在する間、署名列を割り当てる。署名列は、ある無線端末 3 0 に対して割り当てられると、基地局ノード 2 8 の送信部 3 6 がエアインタフェース 4 2 によってその無線端末 3 0 へ送信する。例えば、図 1 では、無線端末 3 0<sub>1</sub> に対する一意署名列の割当および送信を矢印 5 2<sub>1</sub> で、無線端末 3 0<sub>2</sub> に対する一意署名列の割当および送信を矢印 5 2<sub>2</sub> で、また以下同様に表している。各無線端末 3 0 は、割り当てられた署名列を受信すると、署名列記憶部 5 0 に記憶する。

#### 【 0 0 5 5 】

さらに図 1 では、無線端末 3 0<sub>2</sub> から基地局ノード 2 8 へのメッセージつまり無線信号の生成および送信を矢印 5 4 で表している。矢印 5 4 で示した当該メッセージは、無線端末 3 0<sub>2</sub> の署名列を含むものである。そのため、メッセージに含めるために、無線端末 3 0<sub>2</sub> に割り当てられた署名列を署名列記憶部 5 0 から取り出す。メッセージ（無線端末 3 0<sub>2</sub> に対する署名列を含む）は、無線端末 3 0<sub>2</sub> の送信部 4 6 がエアインタフェース 4 2 によって基地局ノード 2 8 へ送信する。基地局ノード 2 8 では、受信部 3 8 を備える列検出部 4 0 が受信信号を解析し、メッセージに含まれた署名列を検出する。そして、列検出部 4 0 が検出した署名列は、例えば矢印 5 4 のメッセージを発信した無線端末の判定など、いくつかある目的のうちいずれかに用いる。基地局ノード 2 8 は、従来、複数の無線端末からメッセージを受信するものであり、かかるメッセージは本質的には同時に受信することが可能である。したがって、署名列は、あるメッセージがどの無線端末から送信されたのか判別するのに必要な要因となり得る。受信信号において署名列が検出されると、署名列記憶部 5 0 は、列割当管理部 3 2 と協議の上で、メッセージを送信した無線端末 3 0 の識別子を得ることができる。別の実施形態では、矢印 5 4 で表したメッセージに含まれる署名列を代替的または追加的に用いて、基地局ノード 2 8 と無線端末 3 0<sub>2</sub> との間の同期を行うことも可能である。

#### 【 0 0 5 6 】

図 2 は、署名列を用いた第 2 のシナリオ例を示しており、簡素化のため本質的に同一の無線アクセスネットワーク 2 4 を示してある。そのため、図 1、図 2 の両方に共通した構成要素は同じ参照符号を有している。図 2 では、従来、無線アクセスネットワーク 2 4 は複数の基地局ノードを備えるということを示しており、例えば基地局ノード 2 8<sub>1</sub> と基地局ノード 2 8<sub>2</sub> とを備えている。無線基地局ネットワーク 2 4 は 2 以上の基地局ノードを備えることが可能であるが、かかるノードは図 2 では簡素化のため 2 つしか示していないということを理解されたい。図 2 では、基地局ノードに対する関連または割当が行われた（好ましくは一意の）署名列が記憶される署名列記憶部 5 6 を、各基地局ノード 2 8 がさらに備えることを示している。また、代表的なものである図 2 の無線端末 3 0 は、列検出部 5 8 と基地局列テーブル 5 9 とをさらに備える。基地局列テーブル 5 9 は、署名列と基地局ノードとの関連をそれぞれ記憶する。例えば、基地局ノード 2 8<sub>1</sub> に対する署名列は、基地局ノード 2 8<sub>1</sub> と関連させて記憶し、地局ノード 2 8<sub>2</sub> に対する署名列は、基地局ノード 2 8<sub>2</sub> と関連させて記憶する。例えば、基地局列テーブル 5 9 は、ある署名列と割当てられた基地局ノードと関連させる記憶部に記憶されるテーブルとすることも可能であ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 5 7 】

図 2 のシナリオでは、基地局ノード 2 8<sub>1</sub> などの基地局ノードは、矢印 6 0 で表すように、メッセージつまり無線信号をエアインタフェース 4 2 によって無線端末 3 0 へ送信する。矢印 6 0 のメッセージには、基地局ノード 2 8<sub>1</sub> に割当てられ、基地局ノード 2 8<sub>1</sub> の署名列記憶部 5 6 に記憶された署名列が含まれる。無線端末 3 0 の送受信部 4 4 によって受信されると、受信された矢印 6 0 のメッセージは、列検出部 5 8 が解析し、含まれる署名列を取得する。矢印 6 0 のメッセージに含まれる署名列を列検出部 5 8 が検出すると、基地局列テーブル 5 9 と協議の上で、どの基地局ノード 2 8 からメッセージが発信されたのか判定する。

10

【 0 0 5 8 】

次に、署名列の内容と用法について議論する。用法としては、図 1 のシナリオにおける基地局ノード 2 8 の列検出部 4 0 や、図 2 のシナリオにおける無線端末 3 0 の列検出部 5 8 などの列検出部が受信信号に含まれる署名列を用いることが挙げられる。列検出部 4 0 および列検出部 5 8 が別々の局にあるということ以外、列検出部 4 0 および列検出部 5 8 の構造および動作は本質的には同一である。したがって、今後「受信局」といえば、文脈で示していない限り総称であり、ゆえに基地局ノード 2 8、無線端末 3 0 のどちらにも使用可能なものであるということも理解されたい。同様に、今後「列検出部」といえば、文脈で示していない限り総称であり、ゆえに列検出部 4 0、列検出部 5 8 のどちらにも使用可能なものであるということも理解されたい。

20

【 0 0 5 9 】

図 3 は、第 1 の実施形態例に係る受信局 7 0 を示している。受信局 7 0 は、RF 受信フロントエンド 7 2 ( またの名を送受信部 7 2 ) と、列検出部 7 4 と、列活用装置 7 6 とを備える。RF 受信フロントエンド 7 2 は、アンテナ 7 8 に接続され、例えば増幅やフィルタリングなどの従来のフロントエンド処理を行う。RF 受信フロントエンド 7 2 は、列検出部 7 4 への第 1 の入力として、受信信号  $r[n]$  を出力する。

【 0 0 6 0 】

列検出部 7 4 は、列管理部 8 0 と、像形成部 8 2 と、メトリック解析部 8 4 とを備える。列管理部 8 0 は、基本列記憶部 8 6 あるいは基本列リポジトリ 8 6 と、列集合生成部 8 8 と、列候補選択部 9 0 とを備える。基本列記憶部 8 6 に記憶される基本列  $s[n]$  は、列検出部 7 4 への第 2 の入力として適用される。

30

【 0 0 6 1 】

ある観点では、当該技術は、チャネルによる無線送信に用いる署名列の活用および/または検出に関する。署名列は、基本列の遅延 ドップラ移動によって形成される列集合から選択する。基本列は基本列記憶部 8 6 に記憶する。基本列は、例えば  $m$  列とすることができる。列集合生成部 8 8 は基本列を用いて、後述の手法例により、当該基本列の遅延 ドップラ移動によって列集合を生成する。列集合生成部 8 8 が形成する列集合は、基本列の円遅延 ドップラ移動によって形成することが好ましいが、上記に限定されない。

【 0 0 6 2 】

基本列は、長さ  $N$  の任意の基本列  $s[n]$  とすることができる。この基本列から、数式 ( 8 ) にしたがって基本列に円遅延 ドップラ移動を導入することによって、列集合生成部 8 8 は列集合を得る。

40

【 0 0 6 3 】

【 数 8 】

$$s_{l,m}[n] = s[n - l\tau_d] e^{j \frac{2\pi m v_d n}{N}}$$

( 8 )

数式 ( 8 ) において、(  $\tau_d$ ,  $v_d$  ) は、得られる列の対の間の最小遅延 ドップラ距離であり、(  $l$ ,  $m$  ) は、得られる列に関連する一意の識別添字である。列集合における周波数分解能は  $1/N$  である。したがって、この列は、2007年1月12日出願の米国

50

特許仮出願第60/884703号、題名「A NOVEL SIGNATURE SEQUENCE DESIGN FOR TIME FREQUENCY SELECTIVE CHANNEL (新しい時間周波数選択性チャネル用署名列設計)」に記載の列とは異なるものである。上記米国特許仮出願に記載の列は、長さMの複数のセグメントに分割されるものであり、周波数分解能が1/Mである。

【0064】

選択した基本列が理想曖昧度関数を有している場合、最小遅延 ドップラ距離 ( $\tau_d, \nu_d$ ) がチャネルの最大遅延 ドップラ拡散 ( $\tau_{max}, \nu_{max}$ ) よりも大きい限り、集合の各列を、時間周波数選択性チャネルを通過した後でも一意に識別することができる。以下、そのような理想列の具体例を開示する。

10

【0065】

BPSK ( $\pm 1$ ) 変調したm列  $s[n]$  には、積  $s[n]s^*[n-k]$  がゼロ以外の整数  $k$  に対する別のm列となるという特別な性質がある。さらに、m列の離散フーリエ変換 (DFT: Discrete Fourier Transform) は、数式(10)によって与えられる。

【0066】

【数9】

$$\left| \sum_{n=0}^{N-1} s[n] e^{-j \frac{2\pi nk}{N}} \right| = \begin{cases} 1, k=0 \\ \sqrt{N+1}, k \neq 0 \end{cases}$$

20

(10)

したがって、m列の曖昧度関数は、 $N = 255$  として図4に示したように、理想であるゼロ遅延およびゼロドップラ付近の2軸を除き、数式(10)に規定するような副極対主極比を有する。

【0067】

【数10】

$$\frac{X_s[0,0]}{|X_s[\tau,\nu]|} = \frac{N}{\sqrt{(N+1)}}$$

30

(11)

つまり、長さNのm列から得られる  $N^2$  個の異なる列の集合における列対の間の相互相関はいずれも最大で

$$\sqrt{N+1}$$

であり、したがって本質的には Z ad o f f C h u 列集合の相互相関と同一であるが、周波数曖昧度はない。これは、最大相互相関が

$$\sqrt{2N}$$

である好ましいm列の対から得られる  $N+2$  個の G o l d 列に対するより良好な代替手段でもある。

40

【0068】

数式(6)から、時間周波数選択性チャネルによって、遅延ドップラ領域における曖昧度主極が拡大されることがわかる。図5は、別々の遅延ドップラ移動の2つの列がシステムに存在する一例を示している。視覚的には、複数の列の遅延ドップラ像フットプリントが互いに重ならない限り、一意に判別および識別可能である。したがって、曖昧度の無い利用可能な列の数は、 $N^2 / (\tau_{max} \times \nu_{max})$  という制限を受ける。実際には、時に、システムにおける装置の最大数の数倍を十分カバーするだけの長さの列長を選択し、列の部分集合が隣接する複数のシステムで再使用可能とするのが望ましいこともある。

【0069】

列集合生成部88が行う列集合生成を説明したが、ここで図6に着目することにする。

50

図6は、列検出部74を有する受信局70を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的、基本的な動作またはステップを示している。図6の方法例は、受信した無線信号から受信信号 $r[n]$ を送受信装置が取得する動作6-1を含む。図3は、受信信号 $r[n]$ がRF受信フロントエンド72から像形成部82への第1の入力として適用されることを示したものである。

【0070】

動作6-2は、(上述の手法で基本列記憶部86から列集合生成部88が生成した)列集合から候補列を選択し、署名列として評価することに関する。列集合生成部88が生成した列集合を含む列それぞれを候補列または「仮定」列として活用し、集合のうちいずれの列が受信信号 $r[n]$ のパターンに整合するかを評価または判定を行う。

10

【0071】

動作6-3は、基本列および受信信号を用いて、候補列に対する像領域について遅延ドップラ像を形成することを含む。遅延ドップラ像の形成は、基本列記憶部86から基本列 $s[n]$ を第2の入力として受信する像形成部82が行う。

【0072】

動作6-4は、メトリック解析部84が候補列に対する像領域についてメトリックを計算することを含む。メトリックは、候補列として試行を行う集合の各列について計算する。各候補列に対する像の部分は、候補ごとに異なる。

【0073】

動作6-5は、メトリックを用いて、署名列が候補列であるか判定することを含む。本質的には、動作6-5は、メトリック解析部84が、候補列について計算したメトリックを、受信信号 $r[n]$ のパターンと候補列との間の整合を示す閾値または所定値と比較することを含む。整合した場合、候補列は受信信号に含まれた署名列であるということである。

20

【0074】

選択動作6-6で示したように、当該方法は、列活用装置76が相当する受信局70の装置または機能が署名列を使用することをさらに含むことも可能である。そのため、図6には副動作6-6-1と副動作6-6-2とを示してある。副動作6-6-1、副動作6-6-2については、いずれかのみ行うか、合わせて行うか選択することができる。副動作6-6-1は、署名列を用いて、無線信号を送信した別の送受信装置を識別することを含む。例えば、図1のシナリオでは、副動作6-6-1は、基地局ノード28が署名列を用いて、どの無線端末30が無線信号を送信したか識別することを含む。図2のシナリオでは、副動作6-6-1は、無線端末30が署名列を用いて、どの基地局ノード28が無線信号を送信したか識別することを含む。副動作6-6-2は、署名列を用いて、無線信号を送信する別の送受信装置と同期を行うことを含む。

30

【0075】

メトリック解析部84は、メトリックの展開に、一般化尤度関数を用いる。得られたチャネル情報が最大遅延ドップラ拡散( $\tau_{\max}$ ,  $\nu_{\max}$ )のみとすると、単一の列を検出するには、 $[1, m]$ の全仮定について、数式(12)の一般化尤度関数を評価するのが最適である。

40

【0076】

【数11】

$$\gamma[l, m] = \sum_{\tau=l\tau_d}^{l\tau_d+\tau_{\max}} \sum_{\nu=m\nu_d}^{-1m\nu_d+\nu_{\max}-1} |I[\tau, \nu]|^2$$

(12)

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau] e^{j2\pi\nu n/N}$$

50

(13)

## 【0077】

数式(12)において、数式(13)は、 $0 < N$ 、 $0 < N$ において定義される遅延 ドップラ像である。したがって、像形成部82は、数式(13)にしたがって遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。本質的には、メトリック解析部84は、本質的に候補列に対する像の部分における数の和をとったものである数を形成することにより、メトリックを計算する。メトリック解析部84は、対数尤度が最大である仮定(例えば候補列)を、送信された列として用いる。図3に示したように、メトリック解析部84は、署名列として選択した候補列を列活用装置76へ出力する。加えて、付随的な興味として、メトリック解析部84は、時間オフセット推定値および周波数オフセット推定値の形態で出力を提供することも可能である。

10

## 【0078】

数式(12)において与えられるメトリックは、システムにまさに1つ列が存在する場合にしか最適ではないとしても、適切な正規化および閾値化を用いれば、複数の列の検出にも使用可能である。

## 【0079】

したがって、図3の実施形態例は、時間 周波数選択性無線チャンネルに適した新しい署名列の設計に関する。表現は違うが、ある実施形態例において、図3の実施形態例および図6の方法例は、長さNの適当な基本列を選択すること(特にm列が好ましい選択である)と、数式(8)で記述される円遅延 ドップラ移動を導入することによって $N^2$ 個の列の集合を(例えば列集合生成部88を用いて)形成することと、チャンネルの最大遅延 ドップラ拡散よりも大きくなるように最小遅延 ドップラ距離( $d_r$ ,  $d_f$ )を選択することと、一意添字対(1, m)を有する列を各装置に割当てることとについて、それらに関するか、またはそれらを含む。したがって、数式(12)を参照するとわかるように、2次元遅延 ドップラ相関子を用いて、送信装置を識別し、検出することができる。

20

## 【0080】

図1の署名列生成部33などによる局へ割当てする署名列の生成は、列集合生成部88が生成する列集合の形成について上述した手法と本質的に同一の手法で行われるということを理解されたい。

30

## 【0081】

図3の実施形態例および図6の方法例は、従来の実施形態よりも多くの効果がある。かかる効果として、本質的なものとしては、周波数の曖昧度がないこと(時間 周波数選択性チャンネルに対して完全である)、集合における列の数が多い( $N^2$ 個)ため、多くの局での使用が容易になること、いかなるラグのいかなる列対の間の相互相関も理想であり均一であることが挙げられる。

## 【0082】

以上、円遅延 ドップラ移動の導入について説明した。図8は、円移動の場合と円移動ではない場合との対比を示している。

## 【0083】

ここで説明するさらなる実施形態は、例えば、より単純な検出部の構造の使用を容易にすることによって、署名列の検出を単純化する部分列集合を(列集合生成部が生成した列集合から)得ることに関する。したがって、上記さらなる実施形態の第1の観点は、特別に構成した遅延 ドップラ移動が行われた列集合の部分集合である $N^2$ 個の列を選択し、検出メトリックをより効率良く計算することを容易にするということに関する。(第1の観点が容易にする)上記さらなる実施形態の第2の観点は、非常に慎重な列割当戦略を用いる代数的技術(離散フーリエ変換(DFT)など)の実施に関する。効果的な変形例として、長さの等しい正弦曲線のセグメントで表すことができる基本列のある類については、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントには過去のアウトプットを再び用いることにより、複雑性をさらに低減させることも達成可能で

40

50



ある。

【 0 0 8 4 】

このように、次の実施形態例における当該技術の第1の観点は、列集合の部分集合から候補列を選択することに関する。ここで、列集合は（例えば本質的には上述の手法で）基本列の遅延 ドップラ移動によって得られるものである。一実施形態例および一モード例において、部分集合は集合の列を等間隔に含むのが好ましい。これについて、集合の列が等間隔であるということがどういうことか、図7に示してある。図7のx軸は遅延 に対応し、図7のy軸はドップラ（周波数） に対応する。したがって、図7の各ドップラ周波数値 は列を表す。しかしながら、図7は、一実施形態例によれば、限られた等間隔の列（図7における濃い水平線に対応）のみが部分列集合として選択されるということを示している。

10

【 0 0 8 5 】

特別に構成した集合から選択した部分列集合が、ドップラ添字については小さな部分集合しか含まず、有効なドップラ添字の各々において利用可能な全ての遅延添字を含む場合には、周波数領域において検出メトリックを計算すると、より効率が良いことがある。  $r[n] = r[n] \exp\{-j2\pi n/N\}$  という表記を導入すると、数式(6)を数式(14)に書き換えることができる。

【 0 0 8 6 】

【 数 1 2 】

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau] e^{-\frac{j2\pi\nu n}{N}}$$

$$= \sum_{n=0}^{N-1} r_\nu[n] s^*[n-\tau] = r_\nu[\tau] \otimes s^*[\tau]$$

20

(14)

数式(14)は、 $r[n]$  と  $s^*[n]$  との間の(円)畳み込みを示している。数式(14)の遅延 についてDFTをとると、数式(15)が与えられる。

【 0 0 8 7 】

【 数 1 3 】

$$F\{I[\tau, \nu]\} = \sum_{\tau=0}^{N-1} I[\tau, \nu] e^{-\frac{j2\pi\nu\tau}{N}}$$

$$= F\{r_\nu[\tau]\} F\{s^*[\tau]\} = R[k-\nu] S^*[k]$$

30

(15)

数式(15)において、 $R[k]$  および  $S[k]$  は、それぞれ  $r[n]$  および  $s[n]$  のDFTである。したがって、任意のドップラ添字 について、遅延 ドップラ像を、離散周波数領域において計算し、数式(16)で示されるような逆DFT(IDFT)を用いて遅延領域へ変換し直すことができる。

40

【 0 0 8 8 】

【 数 1 4 】

$$I[\tau, \nu] = F^{-1}\{R[k-\nu] S^*[k]\}$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} R[k-\nu] S^*[k] e^{\frac{j2\pi\nu k}{N}}$$

(16)

【 0 0 8 9 】

図9は、チャネル上の無線信号と併せて署名列を検出し、遅延 ドップラ像に関する検

50

出メトリックを周波数領域で計算し、受信信号において署名列として候補列が受信されたか判定する構成を有する送受信装置 70 (9) または受信局の実施形態例を示している。受信局 / 送受信装置 70 (9) は、送受信部または RF フロントエンド 72 と、仮定 (あるいは候補) 列選択部 90 (9) と、像形成部 82 (9) と、メトリック解析部 84 とを備える。図 3 の送受信装置 70 の構成要素または装置と同一または同様の参照符号を付した受信局 / 送受信装置 70 (9) の構成要素または装置は、特にここで明記してあったり、文脈から明らかであったりしない限り、同一または同様の機能を有すると理解されたい。

#### 【0090】

送受信装置 70 (9) の送受信部または RF フロントエンド 72 は、署名列を含む無線信号から受信信号を得る構成を有する。送受信部または RF フロントエンド 72 は、アンテナ 78 に接続され、例えば、増幅およびフィルタリングなどの従来のフロントエンド処理を行う。RF 受信フロントエンド 72 は、列検出部 74 (9) への第 1 の入力として受信信号  $r[n]$  を出力する。

10

#### 【0091】

列検出部 74 (9) は、列管理部 80 (9) と、像形成部 82 (9) と、メトリック解析部 84 とを備える。列管理部 80 (9) は、基本列記憶部あるいはリポジトリ 86 と、列集合生成部 88 と、候補列選択部 90 と、部分集合生成部 100 とを備える。基本列記憶部 86 に記憶された基本列  $s[n]$  は、列検出部 74 (9) への第 2 の入力として適用される。列集合生成部 88 は、(例えば図 3 を参照して) 上述した手法で、基本列記憶部 86 に記憶された基本列から部分集合を得る。部分集合生成部 100 は、上記部分列集合から、部分列集合を、特に像形成部 82 が形成する遅延 ドブブラ像に関する検出メトリックの周波数領域における計算を容易にする部分列集合を抽出して、受信信号において署名列として候補列が受信されたか判定する。

20

#### 【0092】

候補列選択部 90 (9) は、またの名を仮定列選択部ともいい、(部分集合生成部 100 が形成した) 部分集合の列を 1 つ 1 つ選択して、署名列としての評価のための候補列とする構成を有する。つまり、図示する実施形態例では、部分集合の複数の列は、候補列選択部 90 (9) が 1 つ 1 つ個別に次々と選択して、候補列とする。それにより、メトリック解析部 84 は、そのようにして次々と選択した列ごとに、候補列それぞれに対する遅延 ドブブラ像の領域について、対応する検出メトリックを得ることができる。

30

#### 【0093】

像形成部 82 (9) は、受信信号に基づいて遅延 ドブブラ像を形成する構成を有する。図 9 に示した実施形態例では、像形成部 82 (9) は、(1) 候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2) 受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、受信信号に基づいて遅延 ドブブラ像を形成する。このために、像形成部 82 (9) は離散フーリエ変換装置 102 と複素共役形成部 104 とを備える。ここで、離散フーリエ変換装置 102 は、基本列記憶部 86 から基本列  $s[n]$  を受信し、変換された列  $S[k]$  を出力する。また、複素共役形成部 104 は、変換された入力の複素共役  $S^*[k]$  を形成して、乗算部 106 への第 1 の入力として用いる。像形成部 82 (9) は、離散フーリエ変換装置 112 と列移動部 114 とをさらに備える。離散フーリエ変換装置 112 は、RF 受信フロントエンド 72 から受信信号  $r[n]$  を受信し、変換された列  $R[k]$  を出力する。列移動部 114 は、変換された列  $R[k]$  の円移動を形成可能であり、移動した可能性もある変換された列  $R[k]$  を乗算部 106 の第 2 の入力に用いる。乗算部 106 はこのようにして  $R[k]$  と  $S^*[k]$  との積を形成し、積  $R[k]S^*[k]$  を逆離散フーリエ変換装置 118 の入力部へ出力する。逆離散フーリエ変換装置 118 は、遅延 ドブブラ像を計算するために、式 (16) を評価する構成を有する。

40

#### 【0094】

メトリック解析部 84 は、周波数領域の少なくとも一部において、遅延 ドブブラ像に

50

対する検出メトリックを計算する構成を有し、受信信号における署名列として候補列が受信されたか判定する。メトリック解析部 84 は、数式 (12) にしたがって候補 (部分) 列ごとに検出メトリックを計算する構成を有する。以下説明するように、メトリック解析部 84 は、候補 (部分) 列ごとにメトリックを計算すると、最良の検出メトリックを有する候補 (部分) 列を署名列として選択する構成を有する。

#### 【0095】

図 9 の送受信装置例 70 (9) は署名列活用部 76 をさらに備える。一実施形態例では、署名列活用部 76 は、署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備える。例えば、図 1 のシナリオでは、基地局ノードの列活用装置 76 は、署名列を用いて、どの無線端末 30 が無線信号を送信したか識別する。別の実施形態または同一の実施形態において、署名列活用部 76 は、代替的または追加的に、送受信装置と署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との間の同期を促進する同期装置を備える。

10

#### 【0096】

図 10 は、列検出部 74 (9) を有する受信局 70 (9) を備える無線ネットワークの動作方法例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示している。動作 10 1 は署名列検出処理の開始を表している。署名列検出処理は、例えば、受信した無線信号から送受信装置 70 (9) が受信信号  $r[n]$  を得ると開始するものとすることができる。図 9 は、RF 受信フロントエンド 72 から像形成部 82 (9) へ、特に離散フーリエ変換装置 112 への第 1 の入力として受信信号  $r[n]$  を用いることを示している。

#### 【0097】

動作 10 2 は、(離散フーリエ変換装置 112 が) 受信信号  $r[n]$  に離散フーリエ変換を行って、変換された列  $R[k]$  を得ることを表している。動作 10 3 は、(離散フーリエ変換装置 122 が) 基本列記憶部 86 から得られた基本列  $s[n]$  に離散フーリエ変換を行うことを示している。

20

#### 【0098】

動作 10 4 は、候補列選択部 90 (9) が署名列としての評価する候補列を選択することに関する。特に、動作 10 4 から始まるループ (以下「当該ループ」という) の第 1 の実行では、動作 10 4 は、部分集合生成部 100 が生成した部分集合における第 1 の候補列を選択することに関する。動作 10 - 4 から始まる当該ループの後続の実行では、部分集合から次の候補列を評価のために選択する。このように、1 つ 1 つ、部分列集合を含む列を候補列あるいは「仮定」列として用いて、部分集合のどの列が受信信号  $r[n]$  のパターンに整合するか評価または判定する。部分列は、部分集合生成部 100 が列集合から生成する (列集合生成部 88 が上述の手法で基本列記憶部 86 から生成する)。

30

#### 【0099】

動作 10 5 は、当該ループのある実行において着目の選択した候補列について、複素共役  $S^*[k]$  と  $R[k]$  に移動を行ったものとの積として、遅延 ドブブラ像の関連する領域を形成することを含む。図 9 からわかるように、複素共役  $S^*[k]$  は複素共役形成部 104 の出力として得るものであり、 $R[k]$  に移動を行ったものは列移動部 114 から得るものである。複素共役  $S^*[k]$  と  $R[k]$  に移動を行ったものとの乗算は、乗算部 106 が行い、逆離散フーリエ変換装置 118 へ出力される。逆離散フーリエ変換装置 118 は、数式 (16) にしたがって遅延 ドブブラ像を形成する。

40

#### 【0100】

動作 10 6 は、遅延 ドブブラ像の関連領域について、例えば当該ループの目下の実行中に評価されている候補部分列に関する遅延 ドブブラ像の領域について、メトリック解析部 84 が検出メトリックを得ることを含む。メトリック解析部 84 は、例えば数式 (12) を用いて検出メトリックを判定する。

#### 【0101】

動作 10 7 は、部分集合の全列についてそれぞれ像領域が形成され検出メトリックが計算されたか判定するチェックに関する。部分集合において像形成およびメトリック評価を行う列がまだある場合、動作 10 4 に分岐して戻って当該ループの実行を行う。部分

50

集合の全列についてメトリックを計算した後、動作 1008 として、メトリック解析部 84 は、最良の検出メトリックを有する候補を受信信号に対する署名列として選択する。

【0102】

動作 1009 は、上述のように、識別子としてまたは同期のために署名列を用いるという送受信装置 70 (9) の選択動作を示している。

【0103】

このように、着目領域に対する遅延 ドブプラ像の計算は以下に関する。

1. 時間領域の受信サンプル  $r[n]$  を周波数領域の  $R[k]$  に変換する長さ  $N$  の DFT

2. ドブプラ添字 ごとに、

(a)  $k = 0, 1, \dots, N - 1$  についての数式 (15) における  $N$  個の乗算

(b) 数式 (16) における長さ  $N$  の IDFT

10

【0104】

遅延 ドブプラ像の評価に加えて、検出部 (例えばメトリック解析部 84) は、仮定ごとに対応領域について像の大きさの和をとる必要がある。これは、遅延 ドブプラ像の計算に関して多数の乗算よりも大いに単純な演算である。乗算の数は、おおよそ  $N + N \log_2 N$  にドブプラ点の数を乗じたものである。

【0105】

したがって、以上では、遅延 ドブプラ移動が行われた署名列の検出の複雑性を低減する方法を複数開示した。以下に、オペレーション例のステップの動作例を要約する。

1. ドブプラ添字のほんの小さな部分集合と有効なドブプラ添字それぞれにおける入手可能な全遅延添字とを含む列集合を選択

2. 列検出部 74 (9) が、基本列  $s[n]$  の DFT である  $S[k]$  を計算し、記憶

3. 列検出部 74 (9) が、受信サンプル  $r[n]$  の DFT である  $R[k]$  を計算し、記憶

4. 像形成部 82 (9) が、数式 (16) にしたがって  $S[k]$  の複素共役と  $R[k]$  に移動を行ったものとの間の積の IDFT として遅延 ドブプラ像を計算

5. メトリック解析部 84 が、数式 (12) にしたがって遅延 ドブプラ像の大きさから検出メトリックを計算

20

【0106】

その結果、遅延 ドブプラ像の全体に  $N(N + N \log_2 N)$  個の乗算を行うのではなく、ドブプラ添字ごとに  $N + N \log_2 N$  個の乗算を行うこととなる。

30

【0107】

図 9 の「部分集合」の実施形態の一変形例では、基本列の特別な類を用いて、部分集合を選択する列集合を生成することにより、複雑性をさらに低減させるような効果も得られる。特に、基本列の特別な類とは、長さの等しい正弦曲線のセグメントにより表すことのできるものである。長さの等しい正弦曲線のセグメントにより表すことのできる基本列を用いることにより、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることが容易になる。

【0108】

理想 Costas (コスタス) 列などの周波数ホッピングセグメントを含む列の特別な構造 (2005 年 12 月 2 日出願の米国特許出願第 11/292415 号、題名「HOPPING PILOT PATTERN FOR TELECOMMUNICATIONS (通信用ホッピングパイロットパターン)」(参照することによりその全てを本明細書に取り入れることとする) において活用されている) は、複雑性をさらに低減させることを可能にする。ここで、正弦曲線の  $L$  個のセグメントからなる長さ  $N = LQ$  の列を考える。長さ  $Q$  のそれぞれは数式 (17) に示すようなものとなる。

40

【0109】

【数 1 5】

$$s[n] = \sum_{l=0}^{L-1} p[n-lQ] e^{j \frac{2\pi v_1 (n-lQ)}{Q}},$$

(17)

$$p[n] = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq n < Q \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(18)

数式 (17) において、項  $p[n]$  は数式 (18) により定義される。数式 (17) において、 $v_1$  は、0 から  $Q - 1$  までの範囲の任意のホッピングパターンとすることが可能である。 $v_1$  が、ある特性を有する  $Q$  個の連続する整数  $\{0, \dots, Q - 1\}$  の一意な順列である、という特別な場合が Costas 列である。

【0 1 1 0】

列の正弦曲線の構造を用いるために、遅延 ドブブラ添字を数式 (19) に分解することができる。

【0 1 1 1】

【数 1 6】

$$[r, v] = [iQ + \delta_r, mL + \delta_v],$$

10

20

(19)

数式 (19) では、 $0 \leq i < L$ 、 $0 \leq \delta_r < Q$ 、 $0 \leq m < Q$ 、 $0 \leq \delta_v < L$  である。そして、遅延 ドブブラ像は数式 (20) で与えられる。

【0 1 1 2】

【数 1 7】

$$\begin{aligned} I[iQ + \delta_r, mL + \delta_v] &= \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n - (iQ + \delta_r)] e^{-j \frac{2\pi(mL + \delta_v)n}{N}} \\ &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_r}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} r[n + (l+i)Q + \delta_r] e^{-j \frac{2\pi \delta_v (n + (l+i)Q + \delta_r)}{N}} e^{-j \frac{2\pi(m + v_1)n}{Q}} \\ &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_r}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} \tilde{r}[n, l + i, \delta_r, \delta_v] e^{-j \frac{2\pi(m + v_1)n}{Q}}, \end{aligned}$$

30

(20)

$$\tilde{r}[n, l, \delta_r, \delta_v] = r[n'] e^{-j \frac{2\pi \delta_v n'}{N}} \Big|_{n'=n+lQ+\delta_r}$$

40

(21)

数式 20 において、数式 (21) は、 $0 \leq n < Q$  について定義される添字  $n$  の列である。そして、任意の  $(l, \delta_r)$  について、数式 (22) で示すように、 $0 \leq l < L$  の全てに対する時間添字  $n$  について、 $r[n, l, \delta_r, \delta_v]$  の長さ  $Q$  の DFT を計算する。

【0 1 1 3】

【数 1 8】

$$\begin{aligned} \tilde{R}[k, l, \delta_\tau, \delta_\nu] &= F_Q \{ \tilde{r}[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu] \} \\ &= \sum_{n=0}^{Q-1} r[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu] e^{-j \frac{2\pi kn}{Q}} \end{aligned} \tag{22}$$

$$\begin{aligned} I[iQ + \delta_\tau, mL + \delta_\nu] &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} \tilde{r}[n, l+i, \delta_\tau, \delta_\nu] e^{-j \frac{2\pi(m+\nu)n}{Q}} \\ &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{R}[(m+\nu) \bmod Q, (l+i) \bmod L, \delta_\tau, \delta_\nu] \end{aligned} \tag{23}$$

任意の ( , ) を条件とする ( i , m ) の全組合せに対する遅延 ドップラ相関は、RにおけるL個のメトリックの対応部分集合を選択して和をとることによって評価可能である、ということを示している。計算では任意の ( , ) に対するL回の長さQのDFTをとるため、遅延 ドップラ平面上の全点を評価するための乗算の総数は、Qが2のべきであることすると、およそ  $L \times Q \times (L Q L \log_2 Q) = N^2 L \log_2 Q$  となる。

【0 1 1 4】

最終的に、数式(22)を注意深く検討すると、DFTは添字が上がるにつれてスライドするウィンドウについて行うものであるということがわかる。したがって、数式(24)のスライディングDFTを用いることによって、複雑性をさらに低減することができる。

【0 1 1 5】

【数 1 9】

$$\tilde{R}[k, l, \delta_\tau + 1, \delta_\nu] = e^{j \frac{2\pi k}{Q}} (\tilde{R}[k, l, \delta_\tau, \delta_\nu] + \tilde{r}[0, l+1, \delta_\tau, \delta_\nu] - \tilde{r}[0, l, \delta_\tau, \delta_\nu]) \tag{24}$$

つまり、重複する前のセグメントのDFTから、加算および位相回転の単純な演算によって、ウィンドウ化したセグメントのDFTを得ることができる。必要な計算は、全てについて長さQのN回のスライディングDFTを行うこと、またはおよそ  $N \times Q \times L = N^2$  個の乗算を行うことと等しい。図11に示すように列割当てが任意の部分集合に制限されている場合には、ほんの少数の を評価して、チャンネルのドップラ拡散をカバーすることしか必要ではない。

【0 1 1 6】

効果的な変形例によれば、基本列としては、周波数ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むものを選択する。選択された基本列(周波数ホッピングパターンを有する)から上述した遅延 ドップラ移動により列集合を生成し、そして列集合からさらに部分集合を選択する。基本列に周波数ホッピングパターンを用いると、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることによって、複雑性がさらに低減されるという利益がある。

【0 1 1 7】

図12は、送受信装置70(12)または受信局の実施形態例を示しているが、例えば、周波数ホッピング列を用いて候補列を形成する点や、周波数ホッピング列使用を活用する像形成部82(12)が単純化されている点などが図9の受信局とは異なる。送受信装置70(12)は列検出部74(12)を備え、列検出部74(12)は像形成部82(12)とメトリック解析部84(12)とを備える。図9の送受信装置70(9)の構成

要素または装置と同一または同様の参照符号を付した受信局/送受信装置 70 (12) の構成要素または装置は、特にここで明記してあったり、文脈から明らかであったりしない限り、同一または同様の機能を有すると理解されたい。

【0118】

図 13 は、受信局 70 (12) を備える無線ネットワークの動作方法例に関する代表的で基本的な動作またはステップ、特に像形成部 82 (12) およびメトリック解析部 84 (12) が行う動作を示している。ある実施形態例では、動作 13<sub>1</sub> から動作 13<sub>5</sub> は像形成部 82 (12) が行い、動作 13<sub>6</sub> から動作 13<sub>7</sub> はメトリック解析部 84 (12) が行うものとするのが可能である。

【0119】

図 13 の動作は、図 14 および図 15 を参照することによっても理解される。図 15 は、遅延 ドブプラ像を説明するのに便利なもので、水平軸または遅延 ( ) 軸と、垂直軸またはドブプラ ( ) 軸とを有している。図 15 は、特に、例えば領域 A<sub>1</sub> から領域 A<sub>16</sub> までの 16 個の矩形領域 A を網掛したグリッドを示しており、各領域 A はそれぞれ異なる候補列に対する像領域に対応している。16 個の領域 A を有する図 15 のグリッドは例示用であり、他のシナリオにおいて与えられる領域はもっと多かたり、もっと少なかたりする (したがって候補列がもっと多かたり、もっと少なかたりする) こともあるということを理解されたい。さらに、図 15 の各領域 A は、矩形のパターンで配置されて領域を形成するさらに小さい部分領域 D を含む。図 15 に示す例において、領域 A<sub>1</sub> ごとに 12 個の部分領域が形成されている。例えば、領域 A<sub>1</sub> は部分領域 D<sub>1,1,1</sub> から D<sub>1,4,3</sub> を、領域 A<sub>2</sub> は部分領域 D<sub>2,1,1</sub> から D<sub>2,4,3</sub> を有しており、以下同様である。他のシナリオでは部分領域の数が異なってもよく (例えば、多くても少なくてもよい)、ここで選択した 12 個という数は単に例示用である。したがって、各領域 A の部分領域 D は添数の対で呼ばれる。ここで、対のうち第 1 の添数は遅延 ( ) 軸に沿った相対位置に対応し、対のうち第 2 の添数はドブプラ ( ) 軸に沿った相対位置に対応し、共に各領域 A の左下の部分領域を基準とする。そのように呼ばれることから、各部分領域は、各領域 A の左下の部分領域に対するオフセット ( , ) で参照するものであることが理解されるであろう。

【0120】

このように、遅延 ドブプラ像上の各点 (あるいはピクセル) は遅延 ドブプラ添字を有するが、それはその座標なのである。各署名列は基本列に遅延 ドブプラ移動を行ったものであるため、各署名をこの一意の移動で表す (つまり添字をつける) のが便宜的である場合がある。上述したように、遅延 ドブプラ像配列は複数の領域 D を含み、各領域 D は一意の候補列に対応し、したがって一意の遅延添字 と一意のドブプラ添字 とを有する。各領域 D は複数の部分領域 D<sub>X</sub> をさらに含む。各部分領域 D<sub>X</sub> は、同領域の左下の部分領域を基準として遅延 ドブプラオフセット ( , ) で記述する。

【0121】

動作 13<sub>1</sub> において、離散フーリエ変換 (DFT) を用いて、数式 (22) にしたがって任意の遅延 ドブプラオフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元時間周波数配列を形成する処理が開始される。各セグメントは、図 14 の下半分における四角形で表してある。動作 13<sub>1</sub> は、特に、任意のドブプラオフセット = 1 および任意の遅延オフセット = 1 に対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成することを含む。

【0122】

動作 13<sub>2</sub> は、図 14 で説明する手法で周波数ホッピングパターンと整合する任意の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列の要素の和をとることによって、任意の遅延オフセットについて遅延 ドブプラ像の少なくとも一部を判定することを含む。つまり、図 15 の領域 A<sub>1</sub> ~ 領域 A<sub>16</sub> のそれぞれについて、例えば領域 A<sub>1</sub> には部分領域 D<sub>1,1,1</sub>、領域 A<sub>2</sub> には部分領域 D<sub>2,1,1</sub>、... 以下同様...、領域 D<sub>16</sub> には部分領域 D<sub>16,1,1</sub> というふうに、第 1 の部分領域に対する遅延 ドブプラ

10

20

30

40

50

像を 軸に沿って形成する。

【0123】

動作13-3は、数式(24)にしたがって、スライディングDFTを用いて、前の遅延オフセットのDFTウィンドウの2次元配列から、次の遅延オフセットに対するDFTウィンドウセグメントの次の2次元配列を導くことを含む。

【0124】

動作13-4は、図14で説明する手法で周波数ホッピングパターンに整合する目下の遅延オフセットに対するDFTウィンドウセグメントの2次元配列の要素の和をとることによって、目下の任意の遅延オフセットについて遅延ドブプラ像の少なくとも一部を判定することを含む。つまり、次の遅延オフセット(ここでは目下の遅延オフセット)が  $\tau = 2$  であれば、例えば領域A1には部分領域  $D_{1,2,1}$ 、領域A2には部分領域  $D_{2,2,1}$ 、...以下同様...、領域D16には部分領域  $D_{16,2,1}$  というふうに、第2の部分領域に対する遅延ドブプラ像を 軸に沿って形成する。

10

【0125】

動作13-5は、任意のドブプラオフセットの全ての遅延オフセットについて遅延ドブプラ像の部分を判定するまで、連続する次の遅延オフセットについて動作13-3および動作13-4を繰り返すことを含む。つまり、ドブプラオフセットが  $\tau = 1$  である場合には、 $\tau = 1$ 、 $\tau = 2$ 、 $\tau = 3$ 、 $\tau = 4$  についてそれぞれ動作13-3および動作13-4を行う。すなわち、動作13-3および13-4の次の反復において、例えば領域A1には部分領域  $D_{1,3,1}$ 、領域A2には部分領域  $D_{2,3,1}$ 、...以下同様...、領域D16には部分領域  $D_{16,3,1}$  というふうに、各領域Aに対して第3の部分領域を 軸に沿って形成するという意味である。また、動作13-3および動作13-4のさらなる反復では、例えば領域A1には部分領域  $D_{1,4,1}$ 、領域A2には部分領域  $D_{2,4,1}$ 、...以下同様...、領域D16には部分領域  $D_{16,4,1}$  というふうに、各領域Aについて第4の部分領域を 軸に沿って形成する。

20

【0126】

動作13-6は、候補列に関する遅延ドブプラ像内の全ての部分領域を判定するまで、連続する全てのドブプラオフセットについて動作13-1から動作13-5までを繰り返すことを含む。つまり、図15のシナリオ例において、動作13-6が第1に関するは、ドブプラオフセット  $\tau = 2$  について動作13-1から動作13-5までを繰り返し、16個の領域各々に対して部分領域  $D_{X,1,2}$  ~ 部分領域  $D_{X,4,2}$  の遅延ドブプラ像を次々と形成することである。ドブプラオフセットの値は3つあり得るため、動作13-6がさらに関するは、ドブプラオフセット  $\tau = 3$  について動作13-1から動作13-5までを繰り返し、16個の領域各々に対して部分領域  $D_{X,1,3}$  ~  $D_{X,4,3}$  の遅延ドブプラ像を次々と形成することである。

30

【0127】

動作13-7は、候補の遅延ドブプラ添字のそれぞれについて、即ち各候補列について、対応する候補の遅延ドブプラ添字についての遅延ドブプラ像の部分に対する検出メトリックを判定することを含む。言い換えれば、メトリック解析部は、図15の各領域Aに対して、即ち、領域A1について1つのメトリック、領域A2について他のメトリックなどのように、検出メトリックを計算する。

40

【0128】

動作13-8は、どの候補の遅延ドブプラ添字が最良の検出メトリックを有しているかを判定すること、したがって、署名列とすべき最良の検出メトリックを有する候補遅延ドブプラ添字に対応する候補列を判定することを含む。

【0129】

選択する候補列については、Lの倍数であるドブプラ遅延添字を含むものであって、長さが  $N = LQ$  であり、正弦曲線のセグメントをL個含むものとして、各セグメントは長さがQであることが可能である。例えば、理想Costas列となるように候補列を選択することも可能である。実施形態によっては、任意の周波数オフセットの部分集

50



合に制限をかけて、評価する必要のある をほんの少ない数にすることが効果的である場合もある。

【0130】

図14は、任意の(しかし不特定の)オフセット において $Q = 6$ および $L = 7$ とした時間 周波数ホッピングパターンについて、遅延 ドップラ相関部の選抜の観点のうちの一例(例えば列検出部74(12)の選抜の観点)を示している。全範囲について遅延 ドップラ像を評価するには、図14に示したものと同一の演算を $L = 7$ の ( $= 0, \dots, 6$ )値各々について行う必要がある。最初に、まずは受信サンプル $r[n]$ を $-2n/N$ だけ位相回転する。 $= 0$ において、図14の上半分に示したように、連続する7個の長さ6のセグメント各々について、長さ6のDFTを行う(図13の動作13 1参照)。得られる周波数領域サンプル配列は、数式(23)にしたがって任意の ( $,$ )における( $i, m$ )の全ての組合せについて遅延 ドップラ像を評価するのに必要な全ての値を含む(図13の動作13 2参照)。図13の動作13 3および動作13 4で示したように、DFTウィンドウを1サンプル分だけ右に円スライドさせることにより、図14の下半分に示すように  $= 1$ について同一の処理を行う。新たなウィンドウ位置に対するDFTは新たなサンプルから直接計算することができるとはいえ、数式(24)に示すとおり、前のウィンドウのDFTから得るほうが効率がよい。

10

【0131】

遅延 ドップラ像 $I[ , ]$ を所望の領域について評価すると、動作13 6のように、数式(12)にしたがって、遅延 ドップラ像の大きさの和をとることによって複数の仮定について検出メトリックを計算することができる。

20

【0132】

このように、時間 周波数ホッピングパターンについて、当該方法が関するのは以下である。

1. 図Qの例で示したように、Lの倍数であり、場合によってオフセット を有するドップラ添字のみを含む列集合を選抜

2. 検出部74(12)が、任意の および任意の について、数式(19)によってグリッド形状の遅延 ドップラ像を評価。この評価に含まれるのは以下。

(a) 任意の ( $,$ )について、DFTを用いて、数式(22)にしたがって2次元時間 周波数配列を計算(図13の動作13 1参照)

30

(b) 数式(23)にしたがって、時間 周波数ホッピングパターンに整合する配列の要素の和をとることによって、グリッドの遅延 ドップラ像を計算(図13の動作13 2参照)

(c) 数式(24)にしたがって、スライディングDFTを用いて、前の遅延オフセットに対応する配列から遅延オフセット について2次元時間 周波数配列を計算(図13の動作13 3および動作13 4参照)

3. 数式(12)にしたがって遅延 ドップラ像の大きさから検出メトリックを計算(図13の動作13 6参照)

【0133】

検出部74(12)が必要とする乗算は、ドップラオフセットごとにNのみであり、直接計算と比較して、乗算の低減における因数は $1 + \log_2 N$ であることが効果的である。

40

【0134】

なお、ここで説明した様々な構成要素の機能はプロセッサやコントローラによって行うことが可能であることを理解されたい。例えば、ここで説明した列管理部、像形成部、メトリック解析部の様々な実施形態の機能を(別々にまたは組合せて)含む列検出部の様々な実施形態の機能を、1または2条のプロセッサおよび/または1または2以上のコントローラによって行うことが可能である。「プロセッサ」または「コントローラ」の機能は、専用のハードウェアを用いて提供してもよいし、あるいはソフトウェアを実行可能なハードウェアを適切なソフトウェアと関連させて用いて提供してもよい。プロセッサで提供

50

する場合、単一の専用プロセッサや単一の共有プロセッサ、あるいはそれぞれ独立の複数のプロセッサによって機能を提供することが可能であり、複数のプロセッサのうちいくつかを共有型としたり、分散型としたりすることも可能である。また、「プロセッサ」または「コントローラ」という言葉の明示的に用いた場合、ソフトウェアを実行可能なハードウェアを排他的に示すものであると解釈すべきではなく、デジタル信号プロセッサ(DSP: digital signal processor)ハードウェア、ソフトウェアを記憶する読出専用メモリ(ROM: read only memory)、ランダムアクセスメモリ(RAM: random access memory)、不揮発性記憶装置を含むものであるが、上記に限定されない。

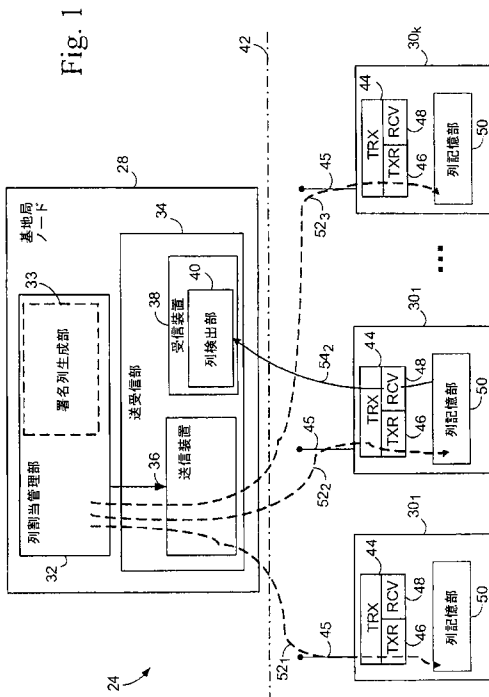
【0135】

上記説明には多くの具体性が含まれているが、かかる具体性については、本発明の範囲を限定するものとして解釈すべきものではなく、本発明における現在では好適である実施形態について単に説明したものであるとして解釈すべきである。したがって、当業者であれば明らかであろう他の実施形態も、本発明の範囲に完全に包含されている。要素について単数形で示した場合、「1つ、ただ1つ」と明示していない限り、そのような意味ではなく、「1または2以上」を意味するものであると意図している。上述した好適な実施形態の構造的均等物、化学的均等物、機能的均等物について、当業者に周知のものはすべて、参照することによって明確に本明細書に組み入れることとし、本明細書に包含されるものであると意図している。また、あるデバイスまたは装置にとって、本発明が解決しようとする課題を必ずしも全て解決することは必要なことではないということも、ここに包含しておこう。さらに、本開示におけるいかなる要素、構成要素、方法ステップも、特許請求の範囲において明示してある否かに拘らず、公に供することを意図してはいない。

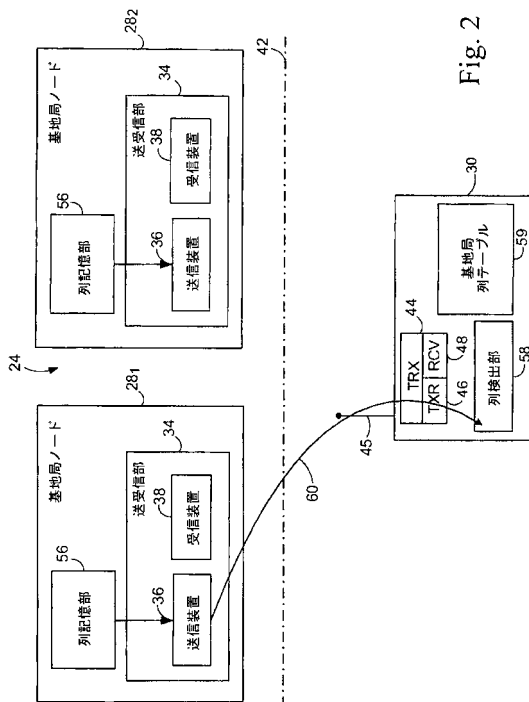
10

20

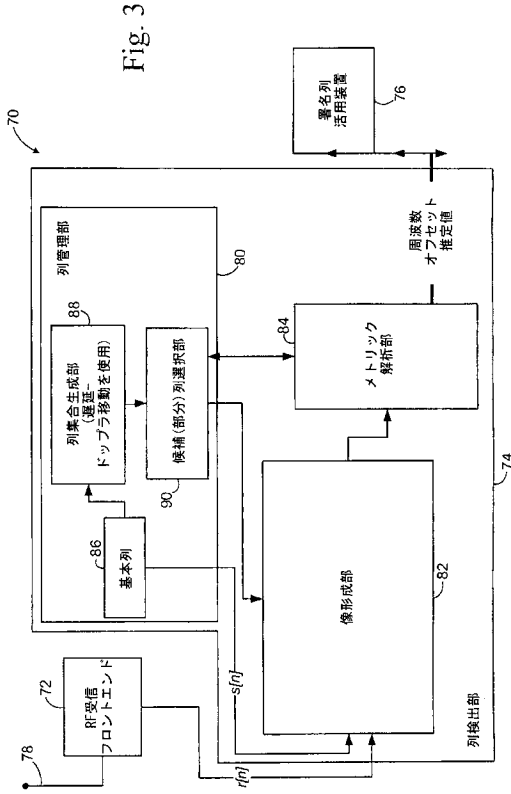
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

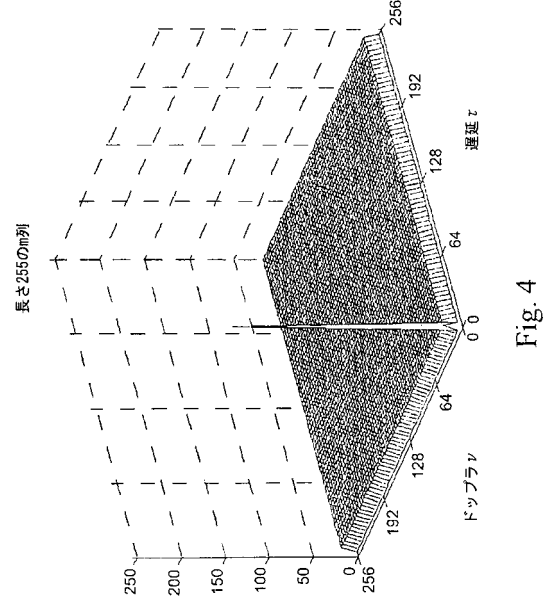


Fig. 4

【図5】

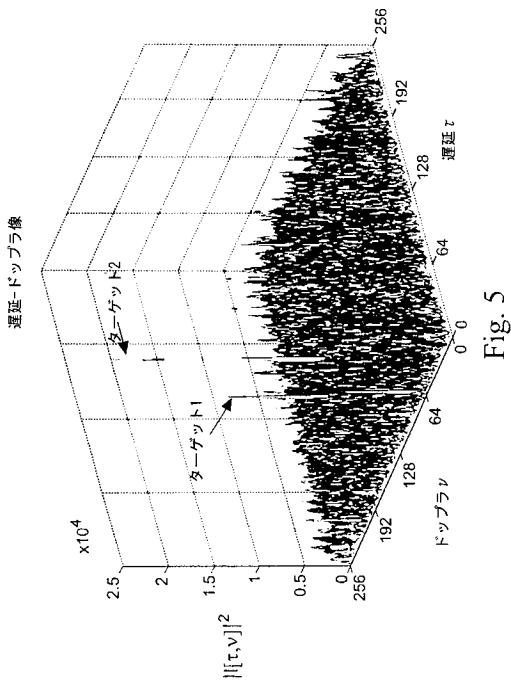


Fig. 5

【図6】

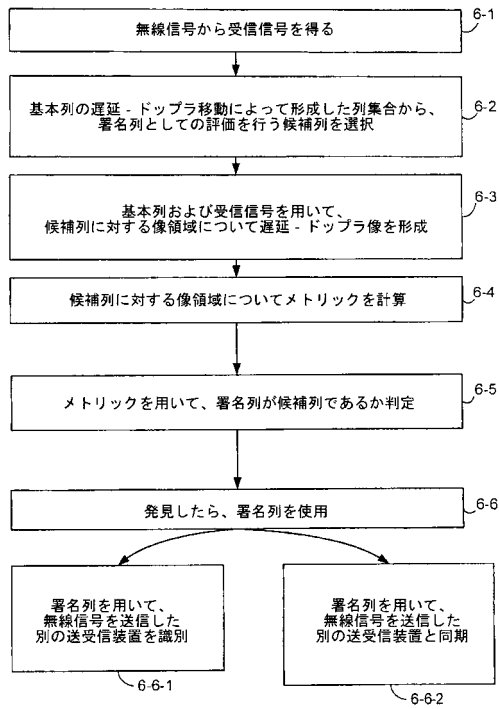


Fig. 6

【 図 7 】

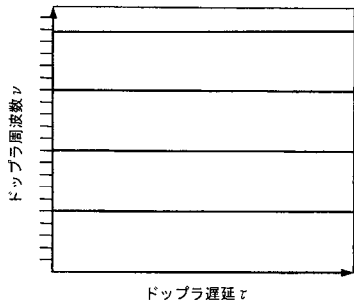


Fig. 7

【 図 8 】

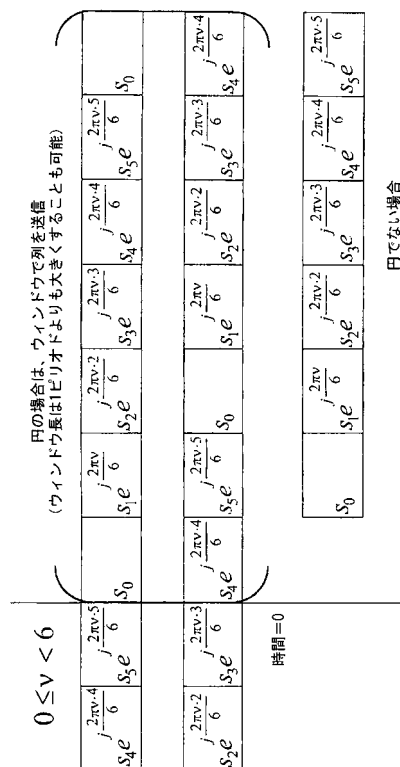


Fig. 8

【 図 9 】

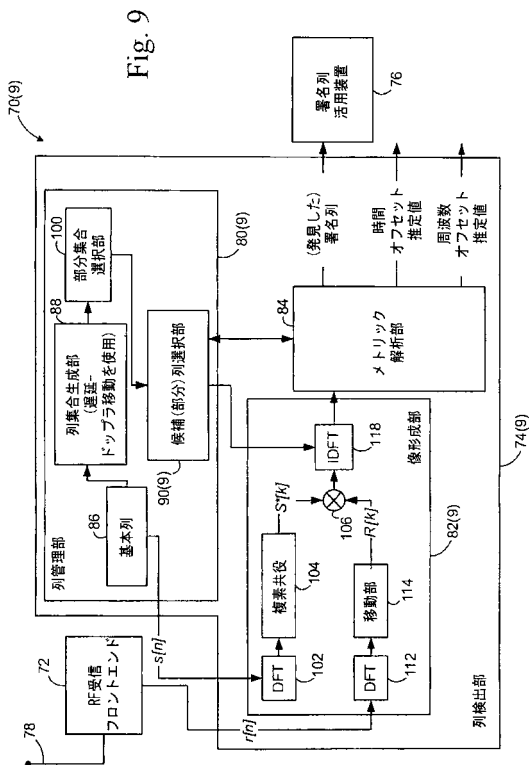


Fig. 9

【 図 10 】

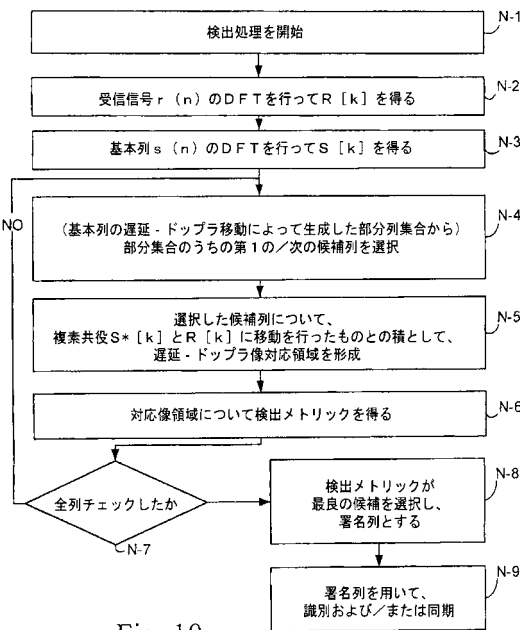


Fig. 10

【 図 1 1 】

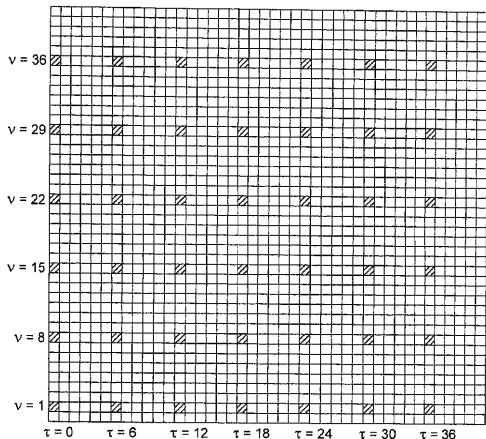


Fig. 11

【 図 1 2 】

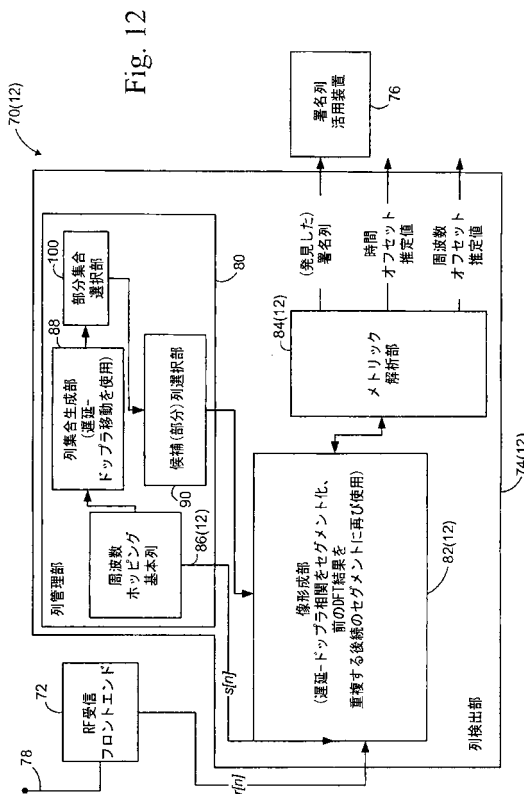


Fig. 12

【 図 1 3 】

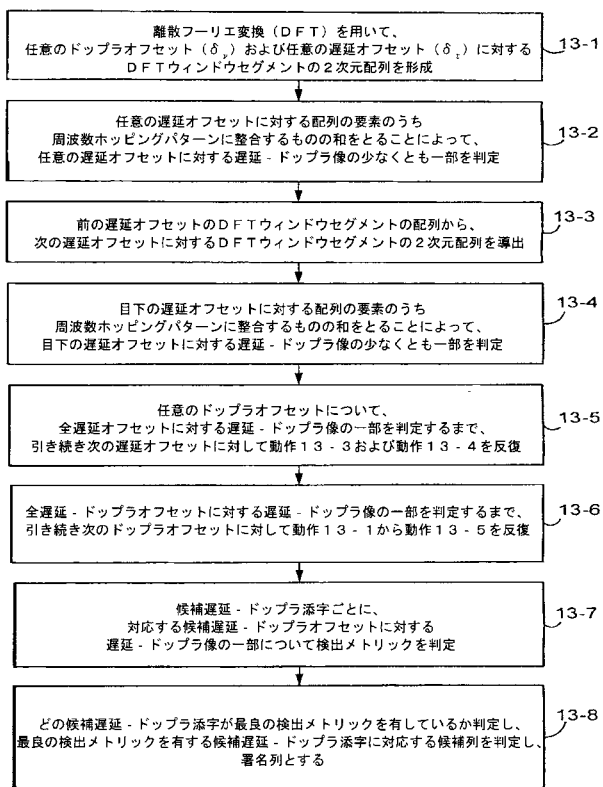


Fig. 13

【 図 1 4 】

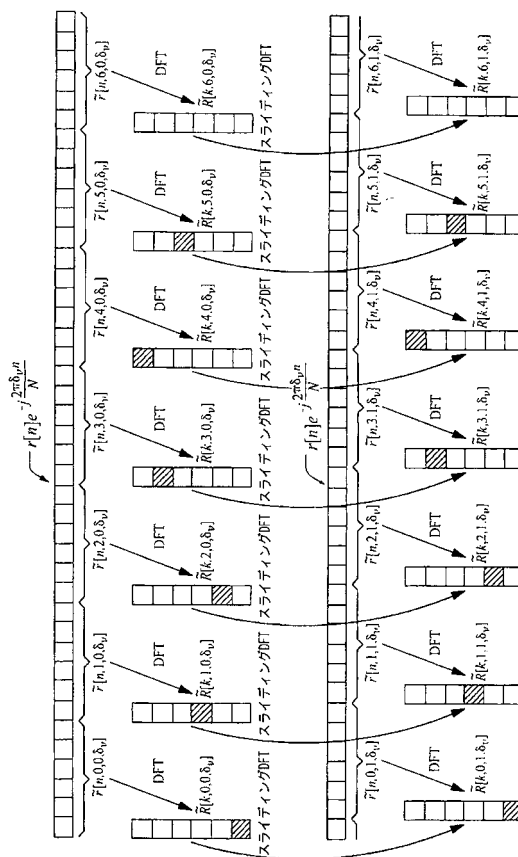


Fig. 14

【 図 1 5 】

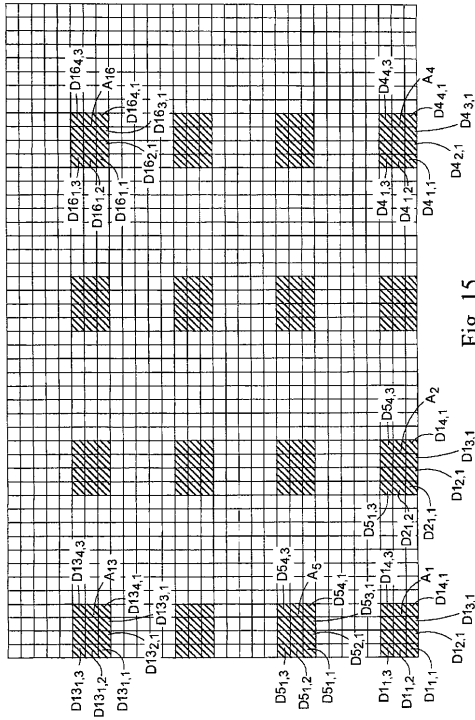


Fig. 15

【 図 1 6 】

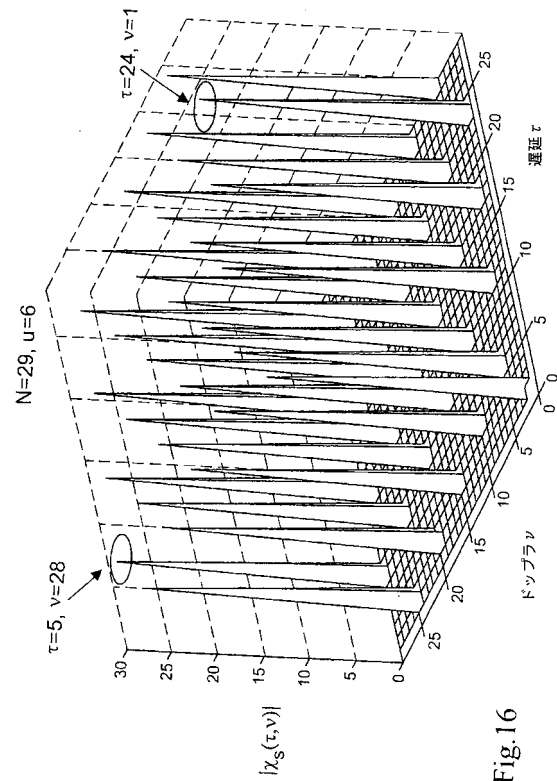


Fig. 16

【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成22年2月9日 (2010.2.9)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

無線受信部 ( 3 0 ) の動作方法であって、

遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、候補列となるべき1つを選択し、

前記無線受信部 ( 3 0 ) が受信した受信信号に対する遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを得て、

前記検出メトリックを用いて、前記候補列が前記受信信号において署名列として受信されたのが判定することを特徴とする方法。

【 請求項 2 】

( 1 ) 前記候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、( 2 ) 前記受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、前記遅延 ドップラ像を得ることをさらに特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【 請求項 3 】

列集合の部分集合から前記候補列を選択することをさらに特徴とし、

前記列集合は前記基本列の遅延 ドップラ移動によって得られ、前記部分集合は前記集合の列を等間隔に含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【 請求項 4 】

前記候補列となるべく次々と選択された複数の列の各々について、前記候補列それぞれ

が関する前記遅延 ドップラ像の領域に関する前記検出メトリックを得て、

最良の検出メトリックを有する特定の前記候補列を前記署名列として選択することをさらに特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

列集合の部分集合から前記候補列を選択することさらに特徴とし、

前記列集合は前記基本列の遅延 ドップラ移動によって得られ、前記基本列は、周波数ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

(1) 離散フーリエ変換 (DFT) を用いて、任意のドップラオフセット ( ) および任意の遅延オフセット ( ) について DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成し、

(2) 前記周波数ホッピングパターンに整合する前記任意の遅延オフセットに対する前記配列における要素の和をとることによって、前記任意の遅延オフセットに対する遅延ドップラ像の少なくとも一部を判定し、

(3) 前の遅延オフセットの DFT ウィンドウセグメントの前記配列から、次の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を得て、

(4) 目下の前記遅延オフセットに対する前記配列における要素の和をとることによって、前記周波数ホッピングパターンに整合する目下の前記任意の遅延オフセットに対する前記遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定し、

(5) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて前記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作 (3) および動作 (4) を反復し、

(6) 全遅延 ドップラオフセットについて前記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続するドップラオフセットについて動作 (1) から動作 (5) までを反復し、

(7) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する前記候補遅延 ドップラ添字に対する前記遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定し、

(8) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、前記署名列となるべき、前記最良の検出メトリックを有する前記候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定することをさらに特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

動作 (3) として、1 サンプル分だけ前記 DFT ウィンドウセグメントをスライドさせることをさらに特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記候補列としては、L の倍数であるドップラ添字を含み、長さが  $N = LQ$  であり、正弦曲線のセグメントを L 個含むものであり、各セグメントの長さが Q であるものを選択することをさらに特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記候補列としては、任意のドップラオフセット の部分集合となるものを選択することをさらに特徴とする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記基本列としては、理想コストス列となるものを選択することをさらに特徴とする、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 11】

前記候補列が前記署名列であると判定される場合、前記候補列を前記署名列として用いて、前記受信信号を含む無線信号を送信した局を識別することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記候補列が前記署名列であると判定される場合、前記候補列を前記署名列として用い

て、前記受信信号を含む無線信号を送信した局との同期を行うことをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項13】

チャンネルによる無線送信と併せて署名列を検出する送信装置(70)であって、前記署名列を含む前記無線信号から受信信号を得る送受信部(72)と、遅延ドップラ移動が行われた複数の列のうち、前記署名列としての評価を行う候補列となるべき1つを選択する仮定列選択部(90)と、前記受信信号に基づいて遅延ドップラ像を形成する像形成部(82)と、前記遅延ドップラ像に関する検出メトリックを計算し、前記候補列が前記受信信号において署名列として受信されたか判定するメトリック解析部(84)とを有することを特徴とする送信装置(70)。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】遅延ドップラ移動が行われた署名列の検出における複雑性低減の方法および装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線電気通信に関し、特に無線インタフェースによって送信された情報の検出に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のセルラ無線システムにおいて、無線端末は、無線アクセスネットワーク(RAN: radio access network)を介して1または2以上のコアネットワークと通信を行う。無線端末は、移動終端を有する携帯電話(「セルラ」電話)やノート型パーソナルコンピュータなどの移動局(「ユーザ装置(UE: user equipment unit)」または「移動端末」と呼ぶこともある)とすることができるものであり、したがって、例えば、無線アクセスネットワークと音声通信および/またはデータ通信を行うポータブル移動体装置、ポケット移動体装置、ハンドヘルド移動体装置、コンピュータ内蔵移動体装置、車両搭載移動体装置とすることができる。また、無線端末は、例えば無線ローカルループなどの一部となる固定セルラ装置/端末のような固定無線装置とすることも可能である。

【0003】

無線アクセスネットワーク(RAN)は、複数のセル領域に分割される地理的領域をカバーし、各セル領域は基地局によりサービスが行われる。セルとは、基地局サイトにおける無線基地局装置が無線カバー範囲を提供する地理的領域である。各セルは、一意の識別子によって識別される。この一意の識別子は該当セル内でブロードキャストされる。基地局は、エアインタフェース(例えば高周波)によって基地局の範囲内の無線端末と通信を行う。従来、無線アクセスネットワークにおいては、いくつかの基地局が(例えば地上通信線やマイクロ波によって)無線ネットワーク制御装置(RNC: radio network controller)に接続されている。無線ネットワーク制御装置は、基地局制御装置(BSC: base station controller)と呼ぶこともあるが、無線ネットワーク制御装置に接続された複数の基地局の様々な活動を監督し、調整するものである。従来、無線ネットワーク制御装置は1または2以上のコアネットワークに接続される。

【0004】

このように、無線通信は、エアインタフェースまたは無線インタフェースによる送信局



から受信局への情報の送信に関する。例えば、移動送信局（例えば移動局）は基地局などの受信部へアップリンクチャネルでメッセージを送信できる。逆に、基地局の形態の送信部は、1つの移動局の受信部へ、さらには複数の移動局の受信部へ、ダウンリンクチャネルでメッセージを送信できる。

【0005】

例えば、局間送信には、ある特定のサンプル列が含まれる。このような列を用いて、ある特定の送信局の識別、および/または、ある局の送信部と別の局の受信部との間の同期を行う。ある局においてこのような目的で用いられるとき、かかる列は「署名列」として知られる。例えば、基地局は、ある送信に含める特定の署名列を有することが可能であり、移動局が信号を受信し得る他の基地局から当該基地局を判別することができる。同様に、移動局には、少なくとも一時的に（例えば、接続ごと、特定のセル内にいる間など）ある署名列を割り当てることも可能であり、基地局ノードへのアップリンクの無線送信に署名列が含まれていると、基地局ノードは、送信が基地局ノードのセル内の他の移動局ではなく上記移動局から発信されたものであると判定することができる。

【0006】

時間 周波数選択性チャネルの出力において、署名列  $s[n]$  に対応する受信信号は数式(1)によって与えられる。

【0007】

【数1】

$$r[n] = \sum_{\tau=0}^{\tau_{\max}-1} \sum_{v=0}^{v_{\max}-1} h[\tau, v] s[n-\tau] e^{j \frac{2\pi v n}{N}} + z[n],$$

(1)

数式(1)において、 $z[n]$ は加法性ホワイトガウスノイズ(AWGN: Additive White Gaussian Noise)であり、 $h[\tau, v]$ は( $0 < \tau_{\max}, 0 < v_{\max}$ )という支えの下でのチャネルの遅延 ドップラ応答である。最大遅延 ドップラ拡散( $\tau_{\max}, v_{\max}$ )は、たいてい、列長Nのごく一部である。

【0008】

従来、署名列の検出は、一般に受信信号と送信署名列の仮定との間の内積に関する尤度メトリックを計算することで得られる。 $r[n]$ を受信信号、 $s[n]$ を仮定署名列として用いると、従来の判定メトリックの例は数式(2)によって与えられる。

【0009】

【数2】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n]$$

(2)

数式(2)において、Nは列長である。チャネルが時間分散的である場合、またはタイミングオフセットが未知である場合、数式(3)によって様々なラグ について内積を評価する。

【0010】

【数3】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau]$$

(3)

さらに、チャネルが周波数分散的である場合、または周波数オフセットが未知である場合、数式(4)に示すようなドップラ周波数 の複数の仮定について内積を評価する必要がある。

【 0 0 1 1 】

【 数 4 】

$$\gamma = \sum_{n=0}^{N-1} r[n]s^*[n-\tau]e^{-j\frac{2\pi n\tau}{N}}$$

(4)

【 0 0 1 2 】

これらの内積、つまり相関の計算は、署名列の各仮定、例えば各候補や各推測について行う必要がある。2006年3月27～31日ギリシア共和国アテネにおけるエリクソン提案の「E U T R A ランダムアクセスプリアンブルデザイン」T S G R A N W G 1 # 4 4 b i s . R 1 0 6 9 9 8 ( 参照により本明細書に組み入れる ) に示すランダムアクセスなどの応用における多くの通信装置を識別するために、署名列集合に共通構造がない場合には特に、計算の複雑性は非常に高くなる場合がある。

【 0 0 1 3 】

良好な署名列集合は、適当に選択した単一の基本列へ円遅延 ドップラ移動を人工的に導入することによって、当該基本列から得ることが可能である。したがって、列を検出することは、チャネル誘導遅延 ドップラ移動の存在下で当該列に割り当てられた人工的導入の遅延 ドップラ移動を検出することとなり、数式(4)に与えられる単一の2次元遅延 ドップラ相関子によって行うことができる。

【 0 0 1 4 】

入手可能なチャネル情報が最大遅延 ドップラ拡散 (  $\tau_{\max}$ ,  $\nu_{\max}$  ) のみであるとすると、単一の列を最適に検出するためには、数式(6)において生成される尤度関数を評価する。

【 0 0 1 5 】

【 数 5 】

$$\gamma = \sum_{\tau=0}^{\tau_{\max}-1} \sum_{\nu=0}^{\nu_{\max}-1} |I[\tau, \nu]|^2,$$

(6)

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n]s^*[n-\tau]e^{-j\frac{2\pi n\nu}{N}}$$

(7)

数式(6)において、数式(7)は、 $0 < \tau < N$ ,  $0 < \nu < N$ について定義された遅延 ドップラ像である。そして、数式(6)のメトリックを、署名列についてのあり得る仮定ごとに評価し、閾値と比較し、ユーザがシステムに存在するかどうか判定する。

【 0 0 1 6 】

同時に出願がなされた米国特許出願第11/760654、題名「NOVEL SIGNATURE SEQUENCES AND METHODS FOR TIME FREQUENCY SELECTIVE CHANNEL (時間-周波数選択的チャネルのための新たな署名列および方法)」に提案の実施形態の一例では、特別に構成した列集合の一要素である一意の署名列が各ユーザに割り当てられる。この特別な列集合は、長さNの同一基本列から得られるものである。しかしながら、この集合の署名列は、異なる局に割り当てられ、基本列を一意の遅延 ドップラ移動 ( 好ましくは一意の円遅延 ドップラ移動 ) で移動させたものである点で異なる。したがって、署名列は数式(8)によって実証される。

【 0 0 1 7 】

【数 6】

$$s_{l,m}[n] = s[n - l\tau_d] e^{-\frac{2\pi m v_d n}{N}},$$

(8)

数式(8)において、 $(l, m)$  は、得られた列の対の間の最小遅延 ドップラ距離であり、 $(1, m)$  は、ユーザに、例えば局に、割り当てられた一意の識別添字である。このように人工的に導いた移動の最小遅延 ドップラ距離が、チャンネルが導入する最大移動 $(m_{max}, m_{max})$  よりも大きい限り、チャンネルを通過した後でも複数の列を判別することが可能である。

【0018】

列識別はチャンネルの遅延 ドップラ拡散に組み入れられるため、遅延 ドップラ移動が行われた列に対する検出メトリックを計算するには、まずは数式(7)によって与えられる遅延 ドップラ像を評価し、次に数式(9)に示すような「 $l, m$ 」の全仮定に対して適当な領域についてアウトプットを合計する。

【0019】

【数 7】

$$\gamma[l, m] = \sum_{\tau=l\tau_d}^{l\tau_d + \tau_{max} - 1} \sum_{v=mv_d}^{-1} |\tau[\tau, v]|^2.$$

(9)

【0020】

任意の列集合について、全過程に対する数式(9)の検出メトリックの計算は、非常に複雑となることがある。特別に構成され、遅延 ドップラ移動が行われた列集合では、記憶部に記憶すべき基本列が1つのみとなるため、計算は、構造上、より単純なものとなる。

【0021】

面における全ての点について、数式(7)において与えられる遅延 ドップラ像を強引に直接計算する場合、長さNのDFTをN個とる。加えて、DFTの前の遅延添字ごとにN回乗算を行う。したがって、Nが2のべきであるとする、おおよそ、 $N(N + N \log_2 N)$ の乗算には遅延 ドップラ像全体の評価が必要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

したがって、改善された署名列検出の複雑性削減方法、装置、システム、技術が必要であり、それが本発明の課題である。

【課題を解決するための手段】

【0023】

当該技術の観点は、チャンネル上の無線信号に用いる署名列の活用および/または検出に関する。基本列の遅延 ドップラ移動によって形成した列集合から選択された列の部分集合から、署名列を選択する。部分列集合を用いると、例えば検出部についてより単純な構造を用いることが容易になるなど、署名列の検出が単純化される。このように、当該技術の第1の観点は、特別に構成した遅延 ドップラ移動が行われた列集合の $N^2$ 個の列の部分集合の選択に関しており、検出メトリックをより効率よく研鑽することが容易になる。(第1の観点が容易にする)当該技術の第2の観点は、慎重な列割当戦略を用いる代数的技術(離散フーリエ変換(DFT: Discrete Fourier Transform)など)の実施に関する。効果的な変形例として、長さの等しい正弦曲線のセグメントで表すことができる基本列のある類については、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントには過去のアウトプットを再び用いることによ

り、複雑性をさらに低減させることも達成可能である。

【0024】

このように、当該技術の第1の観点は、列集合の部分集合から候補列を選択することを含む。列集合は、基本列の遅延 ドップラ移動によって得られるものである。一実施形態例および一モード例では、部分集合は集合の列を等間隔に含む。

【0025】

当該技術の第2の観点は、無線受信部の動作方法を包含する。当該方法は、遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、候補列となるべき1つを選択することと、無線受信部が受信した受信信号に対する遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを得ることと、検出メトリックを用いて、候補列が受信信号において署名列として受信されたのか判定することとを含む。

【0026】

一実施形態において、当該方法は、(1)候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2)受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、遅延 ドップラ像を得ることをさらに含む。

【0027】

一実施形態において、当該方法は、候補列となるべく次々と選択された複数の列の各々について、候補列それぞれに関する遅延 ドップラ像の領域に関する検出メトリックを得ることと、最良の検出メトリックを有する特定の候補列を署名列として選択することとをさらに含む。

【0028】

一実施形態において、候補列は、署名列であると判定されると、受信信号を含む無線信号を送信した局を識別するために署名列として用いられる。

【0029】

一実施形態において、候補列は、署名列であると判定されると、受信信号に含まれる無線信号を送信した局との同期のために署名列として用いられる。

【0030】

また、第2の観点は、チャンネル上の無線信号と併せて署名列を検出する送受信装置を包含する。一実施形態例において、送受信装置は、送受信部と、仮定(または候補)列選択部と、像形成部と、メトリック解析部とを備える。送受信部は、署名列を含む無線信号から受信信号を得る構成を有する。仮定列選択部は、遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、署名列として評価する候補列となるべき1つを選択する構成を有する。像形成部は、受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。メトリック解析部は、遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを計算し、候補列が受信信号において署名列として受信されたか判定する構成を有する。

【0031】

一実施形態において、像形成部は、(1)候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2)受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。

【0032】

前記仮定列選択部は列集合の部分集合から候補列を選択する構成を有し、列集合は基本列の遅延 ドップラ移動によって得られる。一実施形態において、部分集合は集合の列を等間隔に含む。

【0033】

メトリック解析部は、候補列となるべく次々と選択される複数の列の各々について、対応する候補列に関する遅延 ドップラ像の領域に関する検出メトリックを得る構成を有し、最良の検出メトリックを有する特定の候補列を署名列として選択する構成をさらに有する。

【0034】

送受信装置は署名列活用部 76 をさらに備えてもよい。一実施形態例では、署名列活用部は、署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備える。別の実施形態または同一の実施形態において、署名列活用部は、代替的または追加的に、送受信装置と署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との間の同期を促進する同期装置を備える。

【0035】

効果的な変形例によれば、基本列としては、周波数ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むものを選択する。つまり、基本列はホッピングパターンを有し、列集合は遅延 ドップラ移動によって生成され、さらに集合から部分集合が選択される。基本列に周波数ホッピングパターンを用いると、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることによって、複雑性がさらに低減されるという利益がある。

【0036】

周波数ホッピングパターンを活用する変形例は、一意の手法で 2 次元遅延 ドップラ像配列を得る構成を有する装置および動作を含む。遅延 ドップラ像上の各点（あるいはピクセル）は、その座標である遅延 ドップラ添字を有する。各署名列は基本列に遅延 ドップラ移動を行ったものであるため、各署名をこの一意の移動で表す（つまり添字をつける）のが便宜的である場合がある。遅延 ドップラ像配列は複数の領域を含み、各領域は一意の候補列に対応し、したがって一意の遅延添字 と一意のドップラ添字 とを有する。各領域は、遅延 ドップラ像の複数の部分領域あるいは DFT ウィンドウセグメントをさらに含む。各部分領域（例えば DFT ウィンドウセグメント）は、同領域の左下の部分領域を基準として遅延 ドップラオフセット（ $\tau, \nu$ ）で記述する。このように、周波数ホッピングパターンを活用するこの変形例は、以下を行う構成を有する装置および動作をさらに含む。

【0037】

(1) 離散フーリエ変換 (DFT) を使用して用いて、任意のドップラオフセット（ $\nu$ ）および任意の遅延オフセット（ $\tau$ ）について DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成

【0038】

(2) 周波数ホッピングパターンに整合する任意の遅延オフセットに対する配列における要素の和をとることによって、任意の遅延オフセットに対する遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定

【0039】

(3) 前の遅延オフセットの DFT ウィンドウセグメントの配列から、次の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を取得

【0040】

(4) 目下の遅延オフセットに対する配列における要素の和をとることによって、周波数ホッピングパターンに整合する目下の任意の遅延オフセットに対する遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定

【0041】

(5) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作 (3) および動作 (4) を反復

【0042】

(6) 全遅延 ドップラオフセットについて遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続するドップラオフセットについて動作 (1) から動作 (5) までを反復

【0043】

(7) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する候補遅延 ドップラ添字に対する遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定

【0044】

(8) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、署名列となるべき、最良の検出メトリックを有する候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定

【0045】

このように、一実施形態においては、1サンプル分だけDFTウィンドウセグメントをスライドさせることによって、遅延 ドップラ像(例えばDFTウィンドウセグメント)を計算する。サンプルとは、離散信号が定義される最小単位である。

【0046】

候補列としては、Lの倍数であるドップラ添字を含み、長さが $N = LQ$ であり、正弦曲線のセグメントをL個含むものであり、各セグメントの長さがQであるものを選択する。例えば、候補列としては、任意のドップラオフセットの部分集合となるものを選択してもよい。ある実施形態においては、基本列として、理想コストス列となるものを選択すると、評価する必要のある の数がほんの少数となるため、効果的である場合もある。

【0047】

本発明における上述およびその他の課題、特徴、効果については、より具体的な以下の発明を実施するための形態から明らかとなる。発明を実施するための形態は添付図面に示すとおりのものであり、添付図面においては数図にわたり参照符号が同一部分を示している。図面は必ずしも寸法どおりのものではなく、本発明の原理を示す上で強調をしてある。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】図1は無線アクセスネットワークの概略図であり、1または2以上の無線端末が送信する署名列を判定する列検出部を備える基地局ノードを示している。

【図2】図2は無線アクセスネットワークの概略図であり、1または2以上の基地局ノードが送信する署名列を判定する列検出部を備える無線端末を示している。

【図3】図3は、第1の実施形態に係る受信局の一例の概略図である。

【図4】図4は、 $N = 255$ におけるm列の曖昧度関数を示す三次元グラフである。

【図5】図5は、異なる遅延 ドップラ移動の列が2つシステムに存在する一例を示す3次元グラフである。

【図6】図6は、図3の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。

【図7】図7は、等間隔の列集合を示す概略図である。

【図8】図8は、円移動の場合と円ではない場合とを比較して示した概略図である。

【図9】図9は、第2の実施形態に係る受信局の一例の概略図である。

【図10】図10は、図9の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。

【図11】図11は、任意の の部分に制限される周波数ホッピング列に対する列割当の一例の概略図である。

【図12】図12は、別の実施形態例に係る受信局の一例の概略図である。

【図13】図13は、図12の受信局を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示すフローチャートである。

【図14】図14は、任意の における時間 周波数ホッピングパターンについて遅延 ドップラ相関部が行う移動の一例の概略図である。

【図15】図15は、遅延 ドップラ像を説明するために便利なグリッドの概略図である。

【図16】図16は、 $u = 6$ とした長さ $N = 29$ のZadoff-Chu列の曖昧度関数を示す三次元グラフである。

【発明を実施するための形態】

【0049】

以下の説明では、本発明について完全な理解を得るべくして、あるアーキテクチャ、イ

ンタフェース、技術などの具体的詳細を示すのだが、それは解説を目的としたものであり、限定を目的としたものではない。しかしながら、当業者であれば、かかる具体的詳細とは異なる他の実施形態でも本発明を実施することが可能であることは明らかであろう。つまり、本明細書において明確に説明したり図示したりしていなくとも、本発明の原理を具現化するものであり、本発明の本質、範囲内に含まれる様々な構成について、当業者であれば想到することが可能であるということである。ある例において、余計な詳細で本発明の説明が不明瞭とならないよう、周知の装置、回路、方法についての詳細な説明は省略する。本明細書において、本発明の原理、観点、実施形態、その具体例について述べた記載はすべて、その構造的均等物も機能的均等物も包含するものであると意図している。加えて、かかる均等物には、現時点で周知の均等物のみならず、将来開発される均等物、すなわち構造に拘らず同一の機能を行ういかなる開発要素も包含されることを意図している。

【0050】

したがって、当業者であれば、例えば、このブロック図は当該技術の原理を具現化する例示的回路の概念図を表したものである場合があるということを理解するであろう。同様に、いかなるフローチャート、状態遷移図、擬似コードなども、コンピュータやプロセッサを明示してあるか否かに拘らず、実質的にはコンピュータ読取可能媒体において表され、コンピュータ読取可能媒体としてコンピュータやプロセッサが実行することが可能であると理解するであろう。

【0051】

様々な観点において、当該技術は、チャンネルを通じた無線送信に使用する署名列の活用および/または検出に関する。図1、図2に、署名列の使用例を表した2つの具体例を示すが、上記に限られない。

【0052】

図1は、基地局ノード28と無線端末30<sub>1</sub>~30<sub>k</sub>とを備える無線アクセスネットワーク24において署名列を用いた第1のシナリオ例を示す。基地局ノード28や別のネットワークノードは列割当管理部32を備える。また、任意に、列割当管理部32は署名列生成部33を備えるものとするができる。基地局ノード28は、1または2以上の送信部34をさらに備える。各送信部34は送信部36と受信部38とを備える。受信部38は署名列検出部40を備える。

【0053】

各無線端末30は、アンテナ45へ接続される送受信部44を備える。また、各送受信部44は送信部46と受信部48とを備える。各無線端末30は、署名列記憶部50をさらに備える。

【0054】

列割当管理部32は、無線端末30<sub>1</sub>~30<sub>k</sub>の各々に署名列(好ましくは一意列)を割り当てるものである。署名列はたいてい一時的に割り当てる。例えば、コール集合アップの際に無線端末30の関わる接続期間だけ署名列を割り当てる。また場合によっては、基地局ノード28がサービスを行うセルに無線端末30が存在する間、署名列を割り当てる。署名列は、ある無線端末30に対して割り当てられると、基地局ノード28の送信部36がエアインタフェース42によってその無線端末30へ送信する。例えば、図1では、無線端末30<sub>1</sub>に対する一意署名列の割当および送信を矢印52<sub>1</sub>で、無線端末30<sub>2</sub>に対する一意署名列の割当および送信を矢印52<sub>2</sub>で、また以下同様に表している。各無線端末30は、割り当てられた署名列を受信すると、署名列記憶部50に記憶する。

【0055】

さらに図1では、無線端末30<sub>2</sub>から基地局ノード28へのメッセージつまり無線信号の生成および送信を矢印54で表している。矢印54で示した当該メッセージは、無線端末30<sub>2</sub>の署名列を含むものである。そのため、メッセージに含めるために、無線端末30<sub>2</sub>に割り当てられた署名列を署名列記憶部50から取り出す。メッセージ(無線端末30<sub>2</sub>に対する署名列を含む)は、無線端末30<sub>2</sub>の送信部46がエアインタフェース42によって基地局ノード28へ送信する。基地局ノード28では、受信部38を備える列検

出部 40 が受信信号を解析し、メッセージに含まれた署名列を検出する。そして、列検出部 40 が検出した署名列は、例えば矢印 54 のメッセージを発信した無線端末の判定など、いくつかある目的のうちのいずれかに用いる。基地局ノード 28 は、従来、複数の無線端末からメッセージを受信するものであり、かかるメッセージは本質的には同時に受信することが可能である。したがって、署名列は、あるメッセージがどの無線端末から送信されたのか判別するのに必要な要因となり得る。受信信号において署名列が検出されると、署名列記憶部 50 は、列割当管理部 32 と協議の上で、メッセージを送信した無線端末 30 の識別子を得ることができる。別の実施形態では、矢印 54 で表したメッセージに含まれる署名列を代替的または追加的に用いて、基地局ノード 28 と無線端末 30<sub>2</sub> との間の同期を行うことも可能である。

#### 【0056】

図 2 は、署名列を用いた第 2 のシナリオ例を示しており、簡素化のため本質的に同一の無線アクセスネットワーク 24 を示してある。そのため、図 1、図 2 の両方に共通した構成要素は同じ参照符号を有している。図 2 では、従来、無線アクセスネットワーク 24 は複数の基地局ノードを備えるということを示しており、例えば基地局ノード 28<sub>1</sub> と基地局ノード 28<sub>2</sub> とを備えている。無線基地局ネットワーク 24 は 2 以上の基地局ノードを備えることが可能であるが、かかるノードは図 2 では簡素化のため 2 つしか示していないということを理解されたい。図 2 では、基地局ノードに対する関連または割当が行われた（好ましくは一意の）署名列が記憶される署名列記憶部 56 を、各基地局ノード 28 がさらに備えることを示している。また、代表的なものである図 2 の無線端末 30 は、列検出部 58 と基地局列テーブル 59 とをさらに備える。基地局列テーブル 59 は、署名列と基地局ノードとの関連をそれぞれ記憶する。例えば、基地局ノード 28<sub>1</sub> に対する署名列は、基地局ノード 28<sub>1</sub> と関連させて記憶し、地局ノード 28<sub>2</sub> に対する署名列は、基地局ノード 28<sub>2</sub> と関連させて記憶する。例えば、基地局列テーブル 59 は、ある署名列と割当てられた基地局ノードと関連させる記憶部に記憶されるテーブルとすることも可能である。

#### 【0057】

図 2 のシナリオでは、基地局ノード 28<sub>1</sub> などの基地局ノードは、矢印 60 で表すように、メッセージつまり無線信号をエアインタフェース 42 によって無線端末 30 へ送信する。矢印 60 のメッセージには、基地局ノード 28<sub>1</sub> に割当てられ、基地局ノード 28<sub>1</sub> の署名列記憶部 56 に記憶された署名列が含まれる。無線端末 30 の送受信部 44 によって受信されると、受信された矢印 60 のメッセージは、列検出部 58 が解析し、含まれる署名列を取得する。矢印 60 のメッセージに含まれる署名列を列検出部 58 が検出すると、基地局列テーブル 59 と協議の上で、どの基地局ノード 28 からメッセージが発信されたのか判定する。

#### 【0058】

次に、署名列の内容と用法について議論する。用法としては、図 1 のシナリオにおける基地局ノード 28 の列検出部 40 や、図 2 のシナリオにおける無線端末 30 の列検出部 58 などの列検出部が受信信号に含まれる署名列を用いることが挙げられる。列検出部 40 および列検出部 58 が別々の局にあるということ以外、列検出部 40 および列検出部 58 の構造および動作は本質的には同一である。したがって、今後「受信局」といえば、文脈で示していない限り総称であり、ゆえに基地局ノード 28、無線端末 30 のどちらにも使用可能なものであるということも理解されたい。同様に、今後「列検出部」といえば、文脈で示していない限り総称であり、ゆえに列検出部 40、列検出部 58 のどちらにも使用可能なものであるということも理解されたい。

#### 【0059】

図 3 は、第 1 の実施形態例に係る受信局 70 を示している。受信局 70 は、RF 受信フロントエンド 72（またの名を送受信部 72）と、列検出部 74 と、列活用装置 76 とを備える。RF 受信フロントエンド 72 は、アンテナ 78 に接続され、例えば増幅やフィルタリングなどの従来のフロントエンド処理を行う。RF 受信フロントエンド 72 は、列検



出部 74 への第 1 の入力として、受信信号  $r[n]$  を出力する。

【0060】

列検出部 74 は、列管理部 80 と、像形成部 82 と、メトリック解析部 84 とを備える。列管理部 80 は、基本列記憶部 86 あるいは基本列リポジトリ 86 と、列集合生成部 88 と、列候補選択部 90 とを備える。基本列記憶部 86 に記憶される基本列  $s[n]$  は、列検出部 74 への第 2 の入力として適用される。

【0061】

ある観点では、当該技術は、チャネルによる無線送信に用いる署名列の活用および/または検出に関する。署名列は、基本列の遅延 ドップラ移動によって形成される列集合から選択する。基本列は基本列記憶部 86 に記憶する。基本列は、例えば  $m$  列とすることができる。列集合生成部 88 は基本列を用いて、後述の手法例により、当該基本列の遅延 ドップラ移動によって列集合を生成する。列集合生成部 88 が形成する列集合は、基本列の円遅延 ドップラ移動によって形成することが好ましいが、上記に限定されない。

【0062】

基本列は、長さ  $N$  の任意の基本列  $s[n]$  とすることができる。この基本列から、数式 (8) にしたがって基本列に円遅延 ドップラ移動を導入することによって、列集合生成部 88 は列集合を得る。

【0063】

【数 8】

$$s_{l,m}[n] = s[n - l\tau_d] e^{j \frac{2\pi m \tau_d n}{N}}$$

(8)

数式 (8) において、 $(\tau_d, \tau_d)$  は、得られる列の対の間の最小遅延 ドップラ距離であり、 $(l, m)$  は、得られる列に関連する一意の識別添字である。列集合における周波数分解能は  $1/N$  である。したがって、この列は、2007 年 1 月 12 日出願の米国特許仮出願第 60/884703 号、題名「A NOVEL SIGNATURE SEQUENCE DESIGN FOR TIME FREQUENCY SELECTIVE CHANNEL (新しい時間 周波数選択性チャネル用署名列設計)」に記載の列とは異なるものである。上記米国特許仮出願に記載の列は、長さ  $M$  の複数のセグメントに分割されるものであり、周波数分解能が  $1/M$  である。

【0064】

選択した基本列が理想曖昧度関数を有している場合、最小遅延 ドップラ距離  $(\tau_d, \tau_d)$  がチャネルの最大遅延 ドップラ拡散  $(\tau_{max}, \tau_{max})$  よりも大きい限り、集合の各列を、時間 周波数選択性チャネルを通過した後でも一意に識別することができる。以下、そのような理想列の具体例を開示する。

【0065】

BPSK ( $\pm 1$ ) 変調した  $m$  列  $s[n]$  には、積  $s[n] s^*[n - ]$  がゼロ以外の整数 に対する別の  $m$  列となるという特別な性質がある。さらに、 $m$  列の離散フーリエ変換 (DFT: Discrete Fourier Transform) は、数式 (10) によって与えられる。

【0066】

【数 9】

$$\left| \sum_{n=0}^{N-1} s[n] e^{-j \frac{2\pi nk}{N}} \right| = \begin{cases} 1, k=0 \\ \sqrt{N+1}, k \neq 0 \end{cases}$$

(10)

したがって、 $m$  列の曖昧度関数は、 $N = 255$  として図 4 に示したように、理想であるゼロ遅延およびゼロドップラ付近の 2 軸を除き、数式 (10) に規定するような副極対主極比を有する。

【 0 0 6 7 】

【 数 1 0 】

$$\frac{X_s[0,0]}{X_s[r,v]} = \frac{N}{\sqrt{(N+1)}}$$

(11)

つまり、長さ  $N$  の  $m$  列から得られる  $N^2$  個の異なる列の集合における列対の間の相互相関はいずれも最大で

$$\sqrt{N+1}$$

であり、したがって本質的には Z a d o f f C h u 列集合の相互相関と同一であるが、周波数曖昧度はない。これは、最大相互相関が

$$\sqrt{2N}$$

である好ましい  $m$  列の対から得られる  $N + 2$  個の G o l d 列に対するより良好な代替手段でもある。

【 0 0 6 8 】

数式 ( 6 ) から、時間 周波数選択性チャネルによって、遅延 ドップラ領域における曖昧度主極が拡大されることがわかる。図 5 は、別々の遅延 ドップラ移動の 2 つの列がシステムに存在する一例を示している。視覚的には、複数の列の遅延 ドップラ像フットプリントが互いに重ならない限り、一意に判別および識別可能である。したがって、曖昧度の無い利用可能な列の数は、 $N^2 / ( \max \times \max )$  という制限を受ける。実際には、時に、システムにおける装置の最大数の数倍を十分カバーするだけの長さの列長を選択し、列の部分集合が隣接する複数のシステムで再使用可能とするのが望ましいこともある。

【 0 0 6 9 】

列集合生成部 8 8 が行う列集合生成を説明したが、ここで図 6 に着目することにする。図 6 は、列検出部 7 4 を有する受信局 7 0 を備える無線ネットワークの動作方法の一例に関する代表的、基本的な動作またはステップを示している。図 6 の方法例は、受信した無線信号から受信信号  $r [ n ]$  を送受信装置が取得する動作 6 1 を含む。図 3 は、受信信号  $r [ n ]$  が R F 受信フロントエンド 7 2 から像形成部 8 2 への第 1 の入力として適用されることを示したものである。

【 0 0 7 0 】

動作 6 2 は、( 上述の手法で基本列記憶部 8 6 から列集合生成部 8 8 が生成した ) 列集合から候補列を選択し、署名列として評価することに関する。列集合生成部 8 8 が生成した列集合を含む列それぞれを候補列または「仮定」列として活用し、集合のうちいずれの列が受信信号  $r [ n ]$  のパターンに整合するかを評価または判定を行う。

【 0 0 7 1 】

動作 6 3 は、基本列および受信信号を用いて、候補列に対する像領域について遅延 ドップラ像を形成することを含む。遅延 ドップラ像の形成は、基本列記憶部 8 6 から基本列  $s [ n ]$  を第 2 の入力として受信する像形成部 8 2 が行う。

【 0 0 7 2 】

動作 6 4 は、メトリック解析部 8 4 が候補列に対する像領域についてメトリックを計算することを含む。メトリックは、候補列として試行を行う集合の各列について計算する。各候補列に対する像の部分は、候補ごとに異なる。

【 0 0 7 3 】

動作 6 5 は、メトリックを用いて、署名列が候補列であるか判定することを含む。本質的には、動作 6 5 は、メトリック解析部 8 4 が、候補列について計算したメトリックを、受信信号  $r [ n ]$  のパターンと候補列との間の整合を示す閾値または所定値と比較することを含む。整合した場合、候補列は受信信号に含まれた署名列であるということである。

【 0 0 7 4 】

選択動作 6 6 で示したように、当該方法は、列活用装置 7 6 が相当する受信局 7 0 の装置または機能が署名列を使用することをさらに含むことも可能である。そのため、図 6 には副動作 6 6 1 と副動作 6 6 2 とを示してある。副動作 6 6 1、副動作 6 6 2 については、いずれかのみ行うか、合わせて行うか選択することができる。副動作 6 6 1 は、署名列を用いて、無線信号を送信した別の送受信装置を識別することを含む。例えば、図 1 のシナリオでは、副動作 6 6 1 は、基地局ノード 2 8 が署名列を用いて、どの無線端末 3 0 が無線信号を送信したか識別することを含む。図 2 のシナリオでは、副動作 6 6 1 は、無線端末 3 0 が署名列を用いて、どの基地局ノード 2 8 が無線信号を送信したか識別することを含む。副動作 6 6 2 は、署名列を用いて、無線信号を送信する別の送受信装置と同期を行うことを含む。

【 0 0 7 5 】

メトリック解析部 8 4 は、メトリックの展開に、一般化尤度関数を用いる。得られたチャネル情報が最大遅延 ドップラ拡散 ( $\tau_{\max}$ ,  $\nu_{\max}$ ) のみとすると、単一の列を検出するには、[ 1, m ] の全仮定について、数式 ( 1 2 ) の一般化尤度関数を評価するのが最適である。

【 0 0 7 6 】

【 数 1 1 】

$$\gamma[l, m] = \sum_{\tau=l\tau_d}^{l\tau_d+\tau_{\max}} \sum_{\nu=m\nu_d}^{-m\nu_d+\nu_{\max}-1} |I[\tau, \nu]|^2$$

(12)

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau] e^{j\frac{2\pi\nu n}{N}}$$

(13)

【 0 0 7 7 】

数式 ( 1 2 ) において、数式 ( 1 3 ) は、 $0 < N$ ,  $0 < N$  において定義される遅延 ドップラ像である。したがって、像形成部 8 2 は、数式 ( 1 3 ) にしたがって遅延 ドップラ像を形成する構成を有する。本質的には、メトリック解析部 8 4 は、本質的に候補列に対する像の部分における数の和をとったものである数を形成することにより、メトリックを計算する。メトリック解析部 8 4 は、対数尤度が最大である仮定 (例えば候補列) を、送信された列として用いる。図 3 に示したように、メトリック解析部 8 4 は、署名列として選択した候補列を列活用装置 7 6 へ出力する。加えて、付随的な興味として、メトリック解析部 8 4 は、時間オフセット推定値および周波数オフセット推定値の形態で出力を提供することも可能である。

【 0 0 7 8 】

数式 ( 1 2 ) において与えられるメトリックは、システムにまさに 1 つ列が存在する場合にしか最適ではないとしても、適切な正規化および閾値化を用いれば、複数の列の検出にも使用可能である。

【 0 0 7 9 】

したがって、図 3 の実施形態例は、時間 周波数選択性無線チャネルに適した新しい署名列の設計に関する。表現は違うが、ある実施形態例において、図 3 の実施形態例および図 6 の方法例は、長さ N の適当な基本列を選択すること (特に m 列が好ましい選択である) と、数式 ( 8 ) で記述される円遅延 ドップラ移動を導入することによって  $N^2$  個の列の集合を (例えば列集合生成部 8 8 を用いて) 形成することと、チャネルの最大遅延 ドップラ拡散よりも大きくなるように最小遅延 ドップラ距離 ( $\tau_d$ ,  $\nu_d$ ) を選択することと、一意添字対 ( 1, m ) を有する列を各装置に割り当てることとについて、それらに関するか、またはそれらを含む。したがって、数式 ( 1 2 ) を参照するとわかるように、2

次元遅延 ドップラ相関子を用いて、送信装置を識別し、検出することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 の署名列生成部 3 3 などによる局へ割当てする署名列の生成は、列集合生成部 8 8 が生成する列集合の形成について上述した手法と本質的に同一の手法で行われるということを理解されたい。

【 0 0 8 1 】

図 3 の実施形態例および図 6 の方法例は、従来の実施形態よりも多くの効果がある。かかる効果として、本質的なものとしては、周波数の曖昧度がなく（時間 周波数選択性チャネルに対して完全である）、集合における列の数が多い（ $N^2$  個）ため、多くの局での使用が容易になること、いかなるラグのいかなる列対の間の相互相関も理想であり均一であることが挙げられる。

【 0 0 8 2 】

以上、円遅延 ドップラ移動の導入について説明した。図 8 は、円移動の場合と円移動ではない場合との対比を示している。

【 0 0 8 3 】

ここで説明するさらなる実施形態は、例えば、より単純な検出部の構造の使用を容易にすることによって、署名列の検出を単純化する部分列集合を（列集合生成部が生成した列集合から）得ることに関する。したがって、上記さらなる実施形態の第 1 の観点は、特別に構成した遅延 ドップラ移動が行われた列集合の部分集合である  $N^2$  個の列を選択し、検出メトリックをより効率良く計算することを容易にするということに関する。（第 1 の観点が容易にする）上記さらなる実施形態の第 2 の観点は、非常に慎重な列割当戦略を用いる代数的技術（離散フーリエ変換（DFT）など）の実施に関する。効果的な変形例として、長さの等しい正弦曲線のセグメントで表すことができる基本列のある類については、場合によって遅延 ドップラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントには過去のアウトプットを再び用いることにより、複雑性をさらに低減させることも達成可能である。

【 0 0 8 4 】

このように、次の実施形態例における当該技術の第 1 の観点は、列集合の部分集合から候補列を選択することに関する。ここで、列集合は（例えば本質的には上述の手法で）基本列の遅延 ドップラ移動によって得られるものである。一実施形態例および一モード例において、部分集合は集合の列を等間隔に含むのが好ましい。これについて、集合の列が等間隔であるということがどういうことか、図 7 に示してある。図 7 の x 軸は遅延 に対応し、図 7 の y 軸はドップラ（周波数） に対応する。したがって、図 7 の各ドップラ周波数値 は列を表す。しかしながら、図 7 は、一実施形態例によれば、限られた等間隔の列（図 7 における濃い水平線に対応）のみが部分列集合として選択されるということを示している。

【 0 0 8 5 】

特別に構成した集合から選択した部分列集合が、ドップラ添字については小さな部分集合しか含まず、有効なドップラ添字の各々において利用可能な全ての遅延添字を含む場合には、周波数領域において検出メトリックを計算すると、より効率が良いことがある。

$[n] = r[n] \exp\{-j 2\pi n / N\}$  という表記を導入すると、数式 (6) を数式 (14) に書き換えることができる。

【 0 0 8 6 】

【 数 1 2 】

$$I[\tau, \nu] = \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^*[n-\tau] e^{-j 2\pi \nu n / N}$$

$$= \sum_{n=0}^{N-1} r_\nu[n] s^*[n-\tau] = r_\nu[\tau] \otimes s^*[\tau]$$

(14)

数式(14)は、 $r[n]$ と $s^*[n]$ との間の(円)畳み込みを示している。数式(14)の遅延についてDFTをとると、数式(15)が与えられる。

【0087】

【数13】

$$F\{I[\tau, v]\} = \sum_{r=0}^{N-1} I[\tau, v] e^{-\frac{j2\pi r k}{N}}$$

$$= F\{r_v[\tau]\} F\{s^*[\tau]\} = R[k-v] S^*[k],$$

(15)

数式(15)において、 $R[k]$ および $S[k]$ は、それぞれ $r[n]$ および $s[n]$ のDFTである。したがって、任意のドップラ添字について、遅延ドップラ像を、離散周波数領域において計算し、数式(16)で示されるような逆DFT(IDFT)を用いて遅延領域へ変換し直すことができる。

【0088】

【数14】

$$I[\tau, v] = F^{-1}\{R[k-v] S^*[k]\}$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} R[k-v] S^*[k] e^{\frac{j2\pi r k}{N}}.$$

(16)

【0089】

図9は、チャンネル上の無線信号と併せて署名列を検出し、遅延ドップラ像に関する検出メトリックを周波数領域で計算し、受信信号において署名列として候補列が受信されたか判定する構成を有する送受信装置70(9)または受信局の実施形態例を示している。受信局/送受信装置70(9)は、送受信部またはRFフロントエンド72と、仮定(あるいは候補)列選択部90(9)と、像形成部82(9)と、メトリック解析部84とを備える。図3の送受信装置70の構成要素または装置と同一または同様の参照符号を付した受信局/送受信装置70(9)の構成要素または装置は、特にここで明記してあつたり、文脈から明らかであつたりしない限り、同一または同様の機能を有すると理解されたい。

【0090】

送受信装置70(9)の送受信部またはRFフロントエンド72は、署名列を含む無線信号から受信信号を得る構成を有する。送受信部またはRFフロントエンド72は、アンテナ78に接続され、例えば、増幅およびフィルタリングなどの従来のフロントエンド処理を行う。RF受信フロントエンド72は、列検出部74(9)への第1の入力として受信信号 $r[n]$ を出力する。

【0091】

列検出部74(9)は、列管理部80(9)と、像形成部82(9)と、メトリック解析部84とを備える。列管理部80(9)は、基本列記憶部あるいはリポジトリ86と、列集合生成部88と、候補列選択部90と、部分集合生成部100とを備える。基本列記憶部86に記憶された基本列 $s[n]$ は、列検出部74(9)への第2の入力として適用される。列集合生成部88は、(例えば図3を参照して)上述した手法で、基本列記憶部86に記憶された基本列から部分集合を得る。部分集合生成部100は、上記部分列集合から、部分列集合を、特に像形成部82が形成する遅延ドップラ像に関する検出メトリックの周波数領域における計算を容易にする部分列集合を抽出して、受信信号において署名列として候補列が受信されたか判定する。

【0092】

候補列選択部 90 (9) は、またの名を仮定列選択部ともいい、(部分集合生成部 100 が形成した)部分集合の列を 1 つ 1 つ選択して、署名列としての評価のための候補列とする構成を有する。つまり、図示する実施形態例では、部分集合の複数の列は、候補列選択部 90 (9) が 1 つ 1 つ個別に次々と選択して、候補列とする。それにより、メトリック解析部 84 は、そのようにして次々と選択した列ごとに、候補列それぞれに対する遅延ドップラ像の領域について、対応する検出メトリックを得ることができる。

#### 【0093】

像形成部 82 (9) は、受信信号に基づいて遅延ドップラ像を形成する構成を有する。図 9 に示した実施形態例では、像形成部 82 (9) は、(1) 候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、(2) 受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、受信信号に基づいて遅延ドップラ像を形成する。このために、像形成部 82 (9) は離散フーリエ変換装置 102 と複素共役形成部 104 とを備える。ここで、離散フーリエ変換装置 102 は、基本列記憶部 86 から基本列  $s[n]$  を受信し、変換された列  $S[k]$  を出力する。また、複素共役形成部 104 は、変換された入力の複素共役  $S^*[k]$  を形成して、乗算部 106 への第 1 の入力として用いる。像形成部 82 (9) は、離散フーリエ変換装置 112 と列移動部 114 とをさらに備える。離散フーリエ変換装置 112 は、RF 受信フロントエンド 72 から受信信号  $r[n]$  を受信し、変換された列  $R[k]$  を出力する。列移動部 114 は、変換された列  $R[k]$  の円移動を形成可能であり、移動した可能性もある変換された列  $R[k]$  を乗算部 106 の第 2 の入力に用いる。乗算部 106 はこのようにして  $R[k]$  と  $S^*[k]$  との積を形成し、積  $R[k]S^*[k]$  を逆離散フーリエ変換装置 118 の入力部へ出力する。逆離散フーリエ変換装置 118 は、遅延ドップラ像を計算するために、式 (16) を評価する構成を有する。

#### 【0094】

メトリック解析部 84 は、周波数領域の少なくとも一部において、遅延ドップラ像に対する検出メトリックを計算する構成を有し、受信信号における署名列として候補列が受信されたか判定する。メトリック解析部 84 は、数式 (12) にしたがって候補(部分)列ごとに検出メトリックを計算する構成を有する。以下説明するように、メトリック解析部 84 は、候補(部分)列ごとにメトリックを計算すると、最良の検出メトリックを有する候補(部分)列を署名列として選択する構成を有する。

#### 【0095】

図 9 の送受信装置例 70 (9) は署名列活用部 76 をさらに備える。一実施形態例では、署名列活用部 76 は、署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備える。例えば、図 1 のシナリオでは、基地局ノードの列活用装置 76 は、署名列を用いて、どの無線端末 30 が無線信号を送信したか識別する。別の実施形態または同一の実施形態において、署名列活用部 76 は、代替的または追加的に、送受信装置と署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との間の同期を促進する同期装置を備える。

#### 【0096】

図 10 は、列検出部 74 (9) を有する受信局 70 (9) を備える無線ネットワークの動作方法例に関する代表的で基本的な動作またはステップを示している。動作 10-1 は署名列検出処理の開始を表している。署名列検出処理は、例えば、受信した無線信号から送受信装置 70 (9) が受信信号  $r[n]$  を得ると開始するものとして示している。図 9 は、RF 受信フロントエンド 72 から像形成部 82 (9) へ、特に離散フーリエ変換装置 112 への第 1 の入力として受信信号  $r[n]$  を用いることを示している。

#### 【0097】

動作 10-2 は、(離散フーリエ変換装置 112 が) 受信信号  $r[n]$  に離散フーリエ変換を行って、変換された列  $R[k]$  を得ることを表している。動作 10-3 は、(離散フーリエ変換装置 122 が) 基本列記憶部 86 から得られた基本列  $s[n]$  に離散フーリエ変換を行うことを示している。

#### 【0098】

動作 10 4 は、候補列選択部 90 (9) が署名列としての評価する候補列を選択することに関する。特に、動作 10 4 から始まるループ (以下「当該ループ」という) の第 1 の実行では、動作 10 4 は、部分集合生成部 100 が生成した部分集合における第 1 の候補列を選択することに関する。動作 10 4 から始まる当該ループの後続の実行では、部分集合から次の候補列を評価のために選択する。このように、1 つ 1 つ、部分列集合を含む列を候補列あるいは「仮定」列として用いて、部分集合のどの列が受信信号  $r[n]$  のパターンに整合するか評価または判定する。部分列は、部分集合生成部 100 が列集合から生成する (列集合生成部 88 が上述の手法で基本列記憶部 86 から生成する)。

#### 【0099】

動作 10 5 は、当該ループのある実行において着目の選択した候補列について、複素共役  $S^*[k]$  と  $R[k]$  に移動を行ったものとの積として、遅延 ドブプラ像の関連する領域を形成することを含む。図 9 からわかるように、複素共役  $S^*[k]$  は複素共役形成部 104 の出力として得るものであり、 $R[k]$  に移動を行ったものは列移動部 114 から得るものである。複素共役  $S^*[k]$  と  $R[k]$  に移動を行ったものとの乗算は、乗算部 106 が行い、逆離散フーリエ変換装置 118 へ出力される。逆離散フーリエ変換装置 118 は、数式 (16) にしたがって遅延 ドブプラ像を形成する。

#### 【0100】

動作 10 6 は、遅延 ドブプラ像の関連領域について、例えば当該ループの目下の実行中に評価されている候補部分列に関する遅延 ドブプラ像の領域について、メトリック解析部 84 が検出メトリックを得ることを含む。メトリック解析部 84 は、例えば数式 (12) を用いて検出メトリックを判定する。

#### 【0101】

動作 10 7 は、部分集合の全列についてそれぞれ像領域が形成され検出メトリックが計算されたか判定するチェックに関する。部分集合において像形成およびメトリック評価を行う列がまだある場合、動作 10 4 に分岐して戻って当該ループの実行を行う。部分集合の全列についてメトリックを計算した後、動作 10 8 として、メトリック解析部 84 は、最良の検出メトリックを有する候補を受信信号に対する署名列として選択する。

#### 【0102】

動作 10 9 は、上述のように、識別子としてまたは同期のために署名列を用いるという送受信装置 70 (9) の選択動作を示している。

#### 【0103】

このように、着目領域に対する遅延 ドブプラ像の計算は以下に関する。

1. 時間領域の受信サンプル  $r[n]$  を周波数領域の  $R[k]$  に変換する長さ  $N$  の DFT
2. ドブプラ添字  $k$  ごとの、
  - (a)  $k = 0, 1, \dots, N - 1$  についての数式 (15) における  $N$  個の乗算
  - (b) 数式 (16) における長さ  $N$  の IDFT

#### 【0104】

遅延 ドブプラ像の評価に加えて、検出部 (例えばメトリック解析部 84) は、仮定ごとに対応領域について像の大きさの和をとる必要がある。これは、遅延 ドブプラ像の計算に関して多数の乗算よりも大いに単純な演算である。乗算の数は、おおよそ  $N + N \log_2 N$  にドブプラ点の数を乗じたものである。

#### 【0105】

したがって、以上では、遅延 ドブプラ移動が行われた署名列の検出の複雑性を低減する方法を複数開示した。以下に、オペレーション例のステップの動作例を要約する。

1. ドブプラ添字のほんの小さな部分集合と有効なドブプラ添字それぞれにおける入手可能な全遅延添字とを含む列集合を選択
2. 列検出部 74 (9) が、基本列  $s[n]$  の DFT である  $S[k]$  を計算し、記憶
3. 列検出部 74 (9) が、受信サンプル  $r[n]$  の DFT である  $R[k]$  を計算し、記憶
4. 像形成部 82 (9) が、数式 (16) にしたがって  $S[k]$  の複素共役と  $R[k]$  に

移動を行ったものとの間の積の I D F T として遅延 ドップラ像を計算

5 . メトリック解析部 8 4 が、数式 ( 1 2 ) にしたがって遅延 ドップラ像の大きさから検出メトリックを計算

【 0 1 0 6 】

その結果、遅延 ドップラ像の全体に  $N ( N + N \log_2 N )$  個の乗算を行うのではなく、ドップラ添字ごとに  $N + N \log_2 N$  個の乗算を行うこととなる。

【 0 1 0 7 】

図 9 の「部分集合」の実施形態の一変形例では、基本列の特別な類を用いて、部分集合を選択する列集合を生成することにより、複雑性をさらに低減させるような効果も得られる。特に、基本列の特別な類とは、長さの等しい正弦曲線のセグメントにより表すことのできるものである。長さの等しい正弦曲線のセグメントにより表すことのできる基本列を用いることにより、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることが容易になる。

【 0 1 0 8 】

理想 C o s t a s ( コスタス ) 列などの周波数ホッピングセグメントを含む列の特別な構造 ( 2 0 0 5 年 1 2 月 2 日出願の米国特許出願第 1 1 / 2 9 2 4 1 5 号、題名「 H O P P I N G P I L O T P A T T E R N F O R T E L E C O M M U N I C A T I O N S ( 通信用ホッピングパイロットパターン ) 」 ( 参照することによりその全てを本明細書に取り入れることとする ) において活用されている ) は、複雑性をさらに低減させることを可能にする。ここで、正弦曲線の  $L$  個のセグメントからなる長さ  $N = L Q$  の列を考える。長さ  $Q$  のそれぞれは数式 ( 1 7 ) に示すようなものとなる。

【 0 0 0 0 】

【 数 1 5 】

$$s[n] = \sum_{l=0}^{L-1} p[n-lQ] e^{j \frac{2\pi \nu_l (n-lQ)}{Q}},$$

(17)

$$p[n] = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq n < Q \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(18)

数式 ( 1 7 ) において、項  $p [ n ]$  は数式 ( 1 8 ) により定義される。数式 ( 1 7 ) において、 $\nu_l$  は、0 から  $Q - 1$  までの範囲の任意のホッピングパターンとすることが可能である。 $\nu_l$  が、ある特性を有する  $Q$  個の連続する整数  $\{ 0, \dots, Q - 1 \}$  の一意な順列である、という特別な場合が C o s t a s 列である。

【 0 1 1 0 】

列の正弦曲線の構造を用いるために、遅延 ドップラ添字を数式 ( 1 9 ) に分解することができる。

【 0 1 1 1 】

【 数 1 6 】

$$[\tau, \nu] = [iQ + \delta_\tau, mL + \delta_\nu]$$

(19)

数式 ( 1 9 ) では、 $0 \leq i < L$ 、 $0 \leq m < Q$ 、 $0 \leq \delta_\tau < Q$ 、 $0 \leq \delta_\nu < L$  である。そして、遅延 ドップラ像は数式 ( 2 0 ) で与えられる。

【 0 1 1 2 】

【 数 1 7 】



$$\begin{aligned}
 I[iQ + \delta_\tau, mL + \delta_\nu] &= \sum_{n=0}^{N-1} r[n] s^* [n - (iQ + \delta_\tau)] e^{-j \frac{2\pi(mL + \delta_\nu)n}{N}} \\
 &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} r[n + (l+i)Q + \delta_\tau] e^{-j \frac{2\pi \delta_\nu (n + (l+i)Q + \delta_\tau)}{N}} e^{-j \frac{2\pi(m + \nu_l)n}{Q}} \\
 &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} \tilde{r}[n, l + i, \delta_\tau, \delta_\nu] e^{-j \frac{2\pi(m + \nu_l)n}{Q}},
 \end{aligned}$$

(20)

$$\tilde{r}[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu] = r[n'] e^{-j \frac{2\pi \delta_\nu n'}{N}} \Big|_{n' = n + lQ + \delta_\tau}$$

(21)

数式 20 において、数式 (21) は、 $0 \leq n < Q$  について定義される添字  $n$  の列である。そして、任意の  $(i, m)$  について、数式 (22) で示すように、 $0 \leq l < L$  の全てに対する時間添字  $n$  について、 $r[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu]$  の長さ  $Q$  の DFT を計算する。

【0113】

【数18】

$$\begin{aligned}
 \tilde{R}[k, l, \delta_\tau, \delta_\nu] &= F_Q \{ \tilde{r}[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu] \} \\
 &= \sum_{n=0}^{Q-1} r[n, l, \delta_\tau, \delta_\nu] e^{-j \frac{2\pi kn}{Q}}
 \end{aligned}$$

(22)

$$\begin{aligned}
 I[iQ + \delta_\tau, mL + \delta_\nu] &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \sum_{n=0}^{Q-1} \tilde{r}[n, l + i, \delta_\tau, \delta_\nu] e^{-j \frac{2\pi(m + \nu_l)n}{Q}} \\
 &= e^{-j \frac{2\pi m \delta_\tau}{Q}} \sum_{l=0}^{L-1} \tilde{R}[(m + \nu_l) \bmod Q, (l + i) \bmod L, \delta_\tau, \delta_\nu]
 \end{aligned}$$

(23)

任意の  $(i, m)$  を条件とする  $(i, m)$  の全組合せに対する遅延 ドップラ相関は、 $R$  における  $L$  個のメトリックの対応部分集合を選択して和をとることによって評価可能である、ということを数式 (23) は示している。計算では任意の  $(i, m)$  に対する  $L$  回の長さ  $Q$  の DFT をとるため、遅延 ドップラ平面上の全点を評価するための乗算の総数は、 $Q$  が 2 のべきであることすると、およそ  $L \times Q \times (LQ \log_2 Q) = N^2 \log_2 Q$  となる。

【0114】

最終的に、数式 (22) を注意深く検討すると、DFT は添字  $k$  が上がるにつれてスライドするウィンドウについて行うものであるということがわかる。したがって、数式 (24) のスライディング DFT を用いることによって、複雑性をさらに低減することができる。

【0115】

【数19】

$$\tilde{R}[k, l, \delta_\tau + 1, \delta_\nu] = e^{j \frac{2\pi k}{Q}} (\tilde{R}[k, l, \delta_\tau, \delta_\nu] + \tilde{r}[0, l + 1, \delta_\tau, \delta_\nu] - \tilde{r}[0, l, \delta_\tau, \delta_\nu])$$

(24)

つまり、重複する前のセグメントの DFT から、加算および位相回転の単純な演算によって、ウィンドウ化したセグメントの DFT を得ることができる。必要な計算は、全てについて長さ  $Q$  の  $N$  回のスライディング DFT を行うこと、またはおおよそ  $N \times Q \times L = N^2$  個の乗算を行うことと等しい。図 11 に示すように列割当てが任意の部分集合に制限されている場合には、ほんの少数の を評価して、チャンネルのドブブラ拡散をカバーすることしか必要ではない。

#### 【0116】

効果的な変形例によれば、基本列としては、周波数ホッピングセグメントを有する周波数ホッピングパターンを含むものを選択する。選択された基本列（周波数ホッピングパターンを有する）から上述した遅延 ドブブラ移動により列集合を生成し、そして列集合からさらに部分集合を選択する。基本列に周波数ホッピングパターンを用いると、場合によって遅延 ドブブラ相関をセグメント化し、重複する後続のセグメントに過去の結果を再び用いることによって、複雑性がさらに低減されるという利益がある。

#### 【0117】

図 12 は、送受信装置 70 (12) または受信局の実施形態例を示しているが、例えば、周波数ホッピング列を用いて候補列を形成する点や、周波数ホッピング列使用を活用する像形成部 82 (12) が単純化されている点などが図 9 の受信局とは異なる。送受信装置 70 (12) は列検出部 74 (12) を備え、列検出部 74 (12) は像形成部 82 (12) とメトリック解析部 84 (12) とを備える。図 9 の送受信装置 70 (9) の構成要素または装置と同一または同様の参照符号を付した受信局 / 送受信装置 70 (12) の構成要素または装置は、特にここで明記してあったり、文脈から明らかであったりしない限り、同一または同様の機能を有すると理解されたい。

#### 【0118】

図 13 は、受信局 70 (12) を備える無線ネットワークの動作方法例に関する代表的で基本的な動作またはステップ、特に像形成部 82 (12) およびメトリック解析部 84 (12) が行う動作を示している。ある実施形態例では、動作 13<sub>1</sub> から動作 13<sub>5</sub> は像形成部 82 (12) が行い、動作 13<sub>6</sub> から動作 13<sub>7</sub> はメトリック解析部 84 (12) が行うものとするのが可能である。

#### 【0119】

図 13 の動作は、図 14 および図 15 を参照することによっても理解される。図 15 は、遅延 ドブブラ像を説明するのに便利なもので、水平軸または遅延 ( ) 軸と、垂直軸またはドブブラ ( ) 軸とを有している。図 15 は、特に、例えば領域 A<sub>1</sub> から領域 A<sub>16</sub> までの 16 個の矩形領域 A を網掛したグリッドを示しており、各領域 A はそれぞれ異なる候補列に対する像領域に対応している。16 個の領域 A を有する図 15 のグリッドは例示用であり、他のシナリオにおいて与えられる領域はもっと多かたり、もっと少なかたりする（したがって候補列がもっと多かたり、もっと少なかたりする）こともあるということを理解されたい。さらに、図 15 の各領域 A は、矩形のパターンで配置されて領域を形成するさらに小さい部分領域 D を含む。図 15 に示す例において、領域 A<sub>1</sub> ごとに 12 個の部分領域が形成されている。例えば、領域 A<sub>1</sub> は部分領域 D<sub>1,1,1</sub> から D<sub>1,4,3</sub> を、領域 A<sub>2</sub> は部分領域 D<sub>2,1,1</sub> から D<sub>2,4,3</sub> を有しており、以下同様である。他のシナリオでは部分領域の数が異なってもよく（例えば、多くても少なくともよい）、ここで選択した 12 個という数は単に例示用である。したがって、各領域 A の部分領域 D は添数の対で呼ばれる。ここで、対のうち第 1 の添数は遅延 ( ) 軸に沿った相対位置に対応し、対のうち第 2 の添数はドブブラ ( ) 軸に沿った相対位置に対応し、共に各領域 A の左下の部分領域を基準とする。そのように呼ばれることから、各部分領域は、各領域 A の左下の部分領域に対するオフセット ( , ) で参照するものであることが理解されるであろう。

#### 【0120】

このように、遅延 ドブブラ像上の各点（あるいはピクセル）は遅延 ドブブラ添字を有するが、それはその座標なのである。各署名列は基本列に遅延 ドブブラ移動を行った

ものであるため、各署名をこの一意の移動で表す（つまり添字をつける）のが便宜的である場合がある。上述したように、遅延 ドブプラ像配列は複数の領域  $D$  を含み、各領域  $D$  は一意の候補列に対応し、したがって一意の遅延添字 と一意のドブプラ添字 とを有する。各領域  $D$  は複数の部分領域  $D_X$  をさらに含む。各部分領域  $D_X$  は、同領域の左下の部分領域を基準として遅延 ドブプラオフセット（ $\tau_x, \tau_y$ ）で記述する。

【0121】

動作 13-1 において、離散フーリエ変換（DFT）を用いて、数式（22）にしたがって任意の遅延 ドブプラオフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元時間周波数配列を形成する処理が開始される。各セグメントは、図 14 の下半分における四角形で表してある。動作 13-1 は、特に、任意のドブプラオフセット  $\tau_x = 1$  および任意の遅延オフセット  $\tau_y = 1$  に対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成することを含む。

【0122】

動作 13-2 は、図 14 で説明する手法で周波数ホッピングパターンと整合する任意の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列の要素の和をとることによって、任意の遅延オフセットについて遅延 ドブプラ像の少なくとも一部を判定することを含む。つまり、図 15 の領域  $A_1 \sim$  領域  $A_{16}$  のそれぞれについて、例えば領域  $A_1$  には部分領域  $D_{1,1}$ 、領域  $A_2$  には部分領域  $D_{2,1}$ 、……以下同様……、領域  $D_{16}$  には部分領域  $D_{16,1}$  というふうに、第 1 の部分領域に対する遅延 ドブプラ像を  $\tau_x$  軸に沿って形成する。

【0123】

動作 13-3 は、数式（24）にしたがって、スライディング DFT を用いて、前の遅延オフセットの DFT ウィンドウの 2 次元配列から、次の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの次の 2 次元配列を導くことを含む。

【0124】

動作 13-4 は、図 14 で説明する手法で周波数ホッピングパターンに整合する目下の遅延オフセットに対する DFT ウィンドウセグメントの 2 次元配列の要素の和をとることによって、目下の任意の遅延オフセットについて遅延 ドブプラ像の少なくとも一部を判定することを含む。つまり、次の遅延オフセット（ここでは目下の遅延オフセット）が  $\tau_x = 2$  であれば、例えば領域  $A_1$  には部分領域  $D_{1,2}$ 、領域  $A_2$  には部分領域  $D_{2,2}$ 、……以下同様……、領域  $D_{16}$  には部分領域  $D_{16,2}$  というふうに、第 2 の部分領域に対する遅延 ドブプラ像を  $\tau_x$  軸に沿って形成する。

【0125】

動作 13-5 は、任意のドブプラオフセットの全ての遅延オフセットについて遅延ドブプラ像の部分の判定するまで、連続する次の遅延オフセットについて動作 13-3 および動作 13-4 を繰り返すことを含む。つまり、ドブプラオフセットが  $\tau_x = 1$  である場合には、 $\tau_x = 1$ 、 $\tau_x = 2$ 、 $\tau_x = 3$ 、 $\tau_x = 4$  についてそれぞれ動作 13-3 および動作 13-4 を行う。すなわち、動作 13-3 および 13-4 の次の反復において、例えば領域  $A_1$  には部分領域  $D_{1,3}$ 、領域  $A_2$  には部分領域  $D_{2,3}$ 、……以下同様……、領域  $D_{16}$  には部分領域  $D_{16,3}$  というふうに、各領域  $A$  に対して第 3 の部分領域を  $\tau_x$  軸に沿って形成するという意味である。また、動作 13-3 および動作 13-4 のさらなる反復では、例えば領域  $A_1$  には部分領域  $D_{1,4}$ 、領域  $A_2$  には部分領域  $D_{2,4}$ 、……以下同様……、領域  $D_{16}$  には部分領域  $D_{16,4}$  というふうに、各領域  $A$  について第 4 の部分領域を  $\tau_x$  軸に沿って形成する。

【0126】

動作 13-6 は、候補列に関する遅延 ドブプラ像内の全ての部分領域を判定するまで、連続する全てのドブプラオフセットについて動作 13-1 から動作 13-5 までを繰り返すことを含む。つまり、図 15 のシナリオ例において、動作 13-6 が第 1 に関するは、ドブプラオフセット  $\tau_x = 2$  について動作 13-1 から動作 13-5 までを繰り返し、16 個の領域各々に対して部分領域  $D_{X,1} \sim$  部分領域  $D_{X,2}$  の遅延 ドブプラ像を

次々と形成することである。ドップラオフセットの値は3つあり得るため、動作13 6がさらに関するは、ドップラオフセット = 3について動作13 1から動作13 5までを繰返し、16個の領域各々に対して部分領域  $DX_{1,3} \sim DX_{4,3}$  の遅延 ドップラ像を次々と形成することである。

【0127】

動作13 7は、候補の遅延 ドップラ添字のそれぞれについて、即ち各候補列について、対応する候補の遅延 ドップラ添字についての遅延 ドップラ像の部分に対する検出メトリックを判定することを含む。言い換えれば、メトリック解析部は、図15の各領域Aに対して、即ち、領域A<sub>1</sub>について1つのメトリック、領域A<sub>2</sub>について他のメトリックなどのように、検出メトリックを計算する。

【0128】

動作13 8は、どの候補の遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているかを判定すること、したがって、署名列とすべき最良の検出メトリックを有する候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定することを含む。

【0129】

選択する候補列については、Lの倍数であるドップラ遅延添字を含むものであって、長さが  $N = LQ$  であり、正弦曲線のセグメントをL個含むものとして、各セグメントは長さがQであることが可能である。例えば、理想Costas列となるように候補列を選択することも可能である。実施形態によっては、任意の周波数オフセットの部分集合に制限をかけて、評価する必要のある をほんの少ない数にすることが効果的である場合もある。

【0130】

図14は、任意の(しかし不特定の)オフセット において  $Q = 6$  および  $L = 7$  とした時間 周波数ホッピングパターンについて、遅延 ドップラ相関部の選抜の観点のうちの一例(例えば列検出部74(12)の選抜の観点)を示している。全範囲について遅延 ドップラ像を評価するには、図14に示したものと同一の演算を  $L = 7$  の ( = 0, ..., 6 ) 値各々について行う必要がある。最初に、まずは受信サンプル  $r[n]$  を  $-2n/N$  だけ位相回転する。 = 0 において、図14の上半分に示したように、連続する7個の長さ6のセグメント各々について、長さ6のDFTを行う(図13の動作13 1参照)。得られる周波数領域サンプル配列は、数式(23)にしたがって任意の ( , ) における ( i , m ) の全ての組合せについて遅延 ドップラ像を評価するのに必要な全ての値を含む(図13の動作13 2参照)。図13の動作13 3および動作13 4で示したように、DFTウィンドウを1サンプル分だけ右に円スライドさせることにより、図14の下半分に示すように = 1 について同一の処理を行う。新たなウィンドウ位置に対するDFTは新たなサンプルから直接計算することができるとはいえ、数式(24)に示すとおり、前のウィンドウのDFTから得るほうが効率がよい。

【0131】

遅延 ドップラ像  $I[ , ]$  を所望の領域について評価すると、動作13 6のように、数式(12)にしたがって、遅延 ドップラ像の大きさの和をとることによって複数の仮定について検出メトリックを計算することができる。

【0132】

このように、時間 周波数ホッピングパターンについて、当該方法が関するのは以下である。

1. 図Qの例で示したように、Lの倍数であり、場合によってオフセット を有するドップラ添字のみを含む列集合を選択
2. 検出部74(12)が、任意の および任意の について、数式(19)によってグリッド形状の遅延 ドップラ像を評価。この評価に含まれるのは以下。
  - (a) 任意の ( , ) について、DFTを用いて、数式(22)にしたがって2次元時間 周波数配列を計算(図13の動作13 1参照)
  - (b) 数式(23)にしたがって、時間 周波数ホッピングパターンに整合する配列

の要素の和をとることによって、グリッドの遅延 ドップラ像を計算（図 1 3 の動作 1 3 2 参照）

c) 数式 (2 4) にしたがって、スライディング D F T を用いて、前の遅延オフセットに対応する配列から遅延オフセット について 2 次元時間 周波数配列を計算（図 1 3 の動作 1 3 3 および動作 1 3 4 参照）

3. 数式 (1 2) にしたがって遅延 ドップラ像の大きさから検出メトリックを計算（図 1 3 の動作 1 3 6 参照）

【 0 1 3 3 】

検出部 7 4 ( 1 2 ) が必要とする乗算は、ドップラオフセットごとに N のみであり、直接計算と比較して、乗算の低減における因数は  $1 + \log_2 N$  であることが効果的である。

【 0 1 3 4 】

ここで実施形態は、チャンネルによる無線送信と併せて署名列を検出する送信装置 7 0 を開示する。上記送信装置 7 0 は、上記署名列を含む上記無線信号から受信信号を得る送受信部 7 2 と、遅延 ドップラ移動が行われた複数の列のうち、上記署名列としての評価を行う候補列となるべき 1 つを選択する仮定列選択部 9 0 と、上記受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成する像形成部 8 2 と、上記遅延 ドップラ像に関する検出メトリックを計算し、上記候補列が上記受信信号において署名列として受信されたか判定するメトリック解析部 8 4 とを備える。

上記像形成部 8 2 は、( 1 ) 上記候補列が得られた基本列の離散フーリエ変換の複素共役、と、( 2 ) 受信信号の離散フーリエ変換のもの、との積の逆離散フーリエ変換を判定することによって、上記受信信号に基づいて遅延 ドップラ像を形成してもよい。

上記仮定列選択部 9 0 は列集合の部分集合から上記候補列を選択し、上記列集合は上記基本列の遅延 ドップラ移動によって得られ、上記部分集合は上記集合の列を等間隔に有することを特徴としていてもよい。

上記メトリック解析部 8 4 は、上記候補列となるべく次々と選択される複数の列の各々について、対応する上記候補列に関する上記遅延 ドップラ像の領域に関する上記検出メトリックを得て、さらに、最良の検出メトリックを有する特定の上記候補列を上記署名列として選択してもよい。

上記像形成部 8 2 は、

( 1 ) 離散フーリエ変換 ( D F T ) を使用して用いて、任意のドップラオフセット ( ) および任意の遅延オフセット ( ) について D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を形成する動作と、

( 2 ) 上記周波数ホッピングパターンに整合する上記任意の遅延オフセットに対する上記配列における要素の和をとることによって、上記任意の遅延オフセットに対する遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定する動作と、

( 3 ) 前の遅延オフセットの D F T ウィンドウセグメントの上記配列から、次の遅延オフセットに対する D F T ウィンドウセグメントの 2 次元配列を得る動作と、

( 4 ) 目下の上記遅延オフセットに対する上記配列における要素の和をとることによって、上記周波数ホッピングパターンに整合する目下の上記任意の遅延オフセットに対する上記遅延 ドップラ像の少なくとも一部を判定する動作と、

( 5 ) 任意のドップラオフセットに対する全遅延オフセットについて上記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続する遅延オフセットについて動作 ( 3 ) および動作 ( 4 ) を反復する動作と、

( 6 ) 全遅延 ドップラオフセットについて上記遅延 ドップラ像の部分が判定されるまで、次の連続するドップラオフセットについて動作 ( 1 ) から動作 ( 5 ) までを反復する動作と、

を行う処理を含んでもよい。

上記メトリック解析部 8 4 は、

( 7 ) 候補遅延 ドップラ添字ごとに、対応する上記候補遅延 ドップラ添字に対する

上記遅延 ドップラ像の部分について検出メトリックを判定し、

( 8 ) どの候補遅延 ドップラ添字が最良の検出メトリックを有しているか判定し、上記署名列となるべき、上記最良の検出メトリックを有する上記候補遅延 ドップラ添字に対応する候補列を判定してもよい。

上記処理は、動作 ( 3 ) として、1 サンプル分だけ上記 D F T ウィンドウセグメントをスライドさせることをさらに行ってもよい。

上記処理は、上記候補列として、L の倍数であるドップラ添字を含み、長さが  $N = L Q$  であり、正弦曲線のセグメントを L 個含むものであり、各セグメントの長さが Q であるものを選択する動作をさらに行ってもよい。

上記処理は、上記候補列として、任意のドップラオフセット の部分集合となるものを選択してもよい。

上記処理は、さらに、上記基本列として、理想コストス列となるものを選択してもよい。

上記装置は、署名列活用部をさらに備えてもよく、上記署名列活用部は、上記受信信号を含む無線信号を送信した別の送受信装置を識別する識別装置を備えてもよい。

上記装置は、署名列活用部 7 6 をさらに備えてもよく、上記署名列活用部 7 6 は、上記送受信装置 7 0 と上記署名列を含む無線信号を送信した別の送受信装置との同期を促進する同期装置を備えてもよい。

#### 【 0 1 3 5 】

なお、ここで説明した様々な構成要素の機能はプロセッサやコントローラによって行うことが可能であることを理解されたい。例えば、ここで説明した列管理部、像形成部、メトリック解析部の様々な実施形態の機能を ( 別々にまたは組合せて ) 含む列検出部の様々な実施形態の機能を、1 または 2 条のプロセッサおよび / または 1 または 2 以上のコントローラによって行うことが可能である。「プロセッサ」または「コントローラ」の機能は、専用のハードウェアを用いて提供してもよいし、あるいはソフトウェアを実行可能なハードウェアを適切なソフトウェアと関連させて用いて提供してもよい。プロセッサで提供する場合、単一の専用プロセッサや単一の共有プロセッサ、あるいはそれぞれ独立の複数のプロセッサによって機能を提供することが可能であり、複数のプロセッサのうちいくつかを共有型としたり、分散型としたりすることも可能である。また、「プロセッサ」または「コントローラ」という言葉の明示的に用いた場合、ソフトウェアを実行可能なハードウェアを排他的に示すものであると解釈すべきではなく、デジタル信号プロセッサ ( D S P : d i g i t a l s i g n a l p r o c e s s o r ) ハードウェア、ソフトウェアを記憶する読出専用メモリ ( R O M : r e a d o n l y m e m o r y ) 、ランダムアクセスメモリ ( R A M : r a n d o m a c c e s s m e m o r y ) 、不揮発性記憶装置を含むものであるが、上記に限定されない。

#### 【 0 1 3 6 】

上記説明には多くの具体性が含まれているが、かかる具体性については、本発明の範囲を限定するものとして解釈すべきものではなく、本発明における現在では好適である実施形態について単に説明したものであるとして解釈すべきである。したがって、当業者であれば明らかであろう他の実施形態も、本発明の範囲に完全に包含されている。要素について単数形で示した場合、「1つ、ただ1つ」と明示していない限り、そのような意味ではなく、「1または2以上」を意味するものであると意図している。上述した好適な実施形態の構造的均等物、化学的均等物、機能的均等物について、当業者に周知のものはすべて、参照することによって明確に本明細書に組み入れることとし、本明細書に包含されるものであると意図している。また、あるデバイスまたは装置にとって、本発明が解決しようとする課題を必ずしも全て解決することは必要なことではないということも、ここに包含しておこう。さらに、本開示におけるいかなる要素、構成要素、方法ステップも、特許請求の範囲において明示してある否かに拘らず、公に供することを意図してはいない。

【 国際調査報告 】

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/SE2007/051054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC: see extra sheet According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC: H04B, H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-INTERNAL, WPI DATA, PAJ, INSPEC, INTERNET		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	GUEY, J-C: 'Synchronization Signal Design for OFDM Based On Time-Frequency Hopping Patterns', ICC'07, IEEE International Conference on Communications, pp.4329-4334, 24-28 June 2007, see page 4329, right column; page 4331, left column; page 4333, right column, figure 3 and abstract	1-24
	--	
A	EP 1489808 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO, LTD), 22 December 2004 (22.12.2004), figures 1-6,9,10, claims 1-6, abstract	1-24
	--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
27 November 2008		28-11-2008
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Omar Al-Askary /LR Telephone No. +46 8 782 25 00

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2008)

**CORRECTED**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/SE2007/051054

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (July 2008)

**CORRECTED**



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/SE2007/051054

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RAGHAVENDRA, M R ET AL: 'Exploiting hopping pilots for parametric channel estimation in OFDM systems', Signal Processing Letters, IEEE, vol.12, no.11, pp. 737-740, Nov. 2005, page 737, right column, line 35 - page 738, right column, line 10, section II.C and abstract  -----	1-24

**CORRECTED**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/SE2007/051054
--

**International patent classification (IPC)****H04L 27/26** (2006.01)**H04B 1/713** (2006.01)**Download your patent documents at [www.prv.se](http://www.prv.se)**

The cited patent documents can be downloaded at [www.prv.se](http://www.prv.se) by following the links:

- In English/Searches and advisory services/Cited documents (service in English) or
- e-tjänster/anförda dokument (service in Swedish).

Use the application number as username.

The password is **GYKFMDKJXL**.

Paper copies can be ordered at a cost of 50 SEK per copy from PRV InterPat (telephone number 08-782 28 85).

Cited literature, if any, will be enclosed in paper form.

**CORRECTED**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

01/11/2008

International application No.

PCT/SE2007/051054

EP	1489808	A2	22/12/2004	AU	2004247167	A,B	23/12/2004
				CA	2529270	A	23/12/2004
				CN	1806406	A	19/07/2006
				JP	2006527965	T	07/12/2006
				KR	20040111206	A	31/12/2004
				RU	2313909	C	27/12/2007
				RU	2005139554	A	27/05/2006
				US	20040257979	A	23/12/2004
				WO	2004112292	A	23/12/2004

---

**CORRECTED**

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ゲイ、ジャン - チン

アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 27519 ケアリー ユナイテッドステイツ 103  
ウェッジメアー ストリート

Fターム(参考) 5K067 AA33 AA42 BB04 BB21 FF05 HH21 HH24 HH36