

(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2010-538546
(P2010-538546A)

(43) 公表日 平成22年12月9日(2010.12.9)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4J	15/00	5K022
HO4B 7/04	(2006.01)	HO4B	7/04	5K159

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 46 頁)

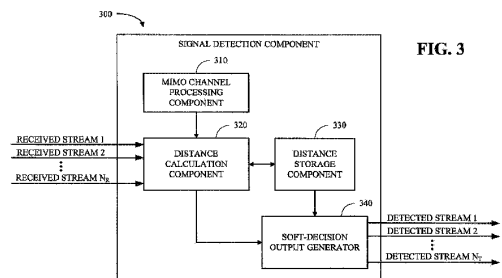
(21) 出願番号	特願2010-523143 (P2010-523143)	(71) 出願人	595020643 クアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(86) (22) 出願日	平成20年8月28日 (2008.8.28)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(85) 翻訳文提出日	平成22年5月6日 (2010.5.6)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/074695	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(87) 国際公開番号	W02009/029730	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(87) 国際公開日	平成21年3月5日 (2009.3.5)		
(31) 優先権主張番号	11/849,025		
(32) 優先日	平成19年8月31日 (2007.8.31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多入力多出力システムのための近軟判定出力最尤検出

(57) 【要約】

MIMO通信システムのために低複雑度軟判定出力検出を行うシステムおよび方法が説明されている。一連の送信ストリームのそれぞれについて距離メトリックを取得するために空間ストリーム毎に配置点の集合にわたってループを実行することができ、これに対して、MIMOチャネル行列および準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の送信ストリームに対する値を推定できる。使用可能なMIMOアルゴリズムの例として、Per-Stream List Detection (PSLD)、Lattice-Reduced Detection (LRD)、およびGuided-Mアルゴリズムが挙げられる。性能は、MIMOチャネル行列を前処理し、および/または拡張メトリック使用(EMU)の技術を利用することによってさらに改善できる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

多入力多出力 (MIMO) 通信システムにおける送信空間ストリームの集合に対する軟判定出力値を生成するための方法であって、

準最適な MIMO アルゴリズムの少なくとも一部に基づいて他の送信ストリームに対する値を推定するために各送信空間ストリームについて複数の配置点にわたってループを実行することと、

距離メトリックの集合を該各送信空間ストリームに対する該複数の配置点の値として決定することと、

距離メトリックの該集合の少なくとも一部に基づいて該各送信ストリームに対する軟判定出力を生成することを含む方法。

10

【請求項 2】

前記準最適な MIMO アルゴリズムは、少なくとも、Per-Stream List Detection (PSLD) に基づく請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

少なくとも PSLD に基づく前記準最適な MIMO アルゴリズムは、逐次的干渉計算を伴うゼロ強制を含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の配置点にわたるループの実行は、

スケーリング係数およびシフト係数のうちの少なくとも一方を、送信空間ストリームの前記集合が受信される際に使用される実効 MIMO チャンネルを表すチャンネル行列に適用して該チャンネル行列内の各要素を複素整数に変換することを含み、

20

前記準最適な MIMO アルゴリズムは、Lattice-Reduced Detection (LRD) に少なくとも基づく請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記複数の配置点にわたるループの実行は、

準最適な MIMO Guided-M アルゴリズムを使用して他の送信ストリームに対する所定の数の推定された候補値を取得するために各送信空間ストリームに対する前記複数の配置点にわたってループを実行することと、

配置点の該集合にわたって該各送信ストリームに対する各距離メトリックを最小にする該各他の送信ストリームに対する推定された候補値を選択することを含む請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 6】

送信空間ストリームの前記集合が受信される際に使用される実効 MIMO チャンネルを表すチャンネル行列を分解することをさらに備え、前記複数の配置点にわたって前記ループを実行することは、前記分解されたチャンネル行列を使用して他の送信ストリームに対する値を推定するために各送信空間ストリームに対する前記複数の配置点にわたってループを実行することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記チャンネル行列を前記分解することは、QR 分解を前記チャンネル行列に対し実行することを含む請求項 6 に記載の方法。

40

【請求項 8】

送信ストリームの前記集合に対する配置点の集合について初期距離メトリックを格納することをさらに備え、距離メトリックの前記集合を前記決定することは、

距離メトリックを、送信空間ストリームの各集合に対する該複数の配置点の値および他の送信ストリームに対する対応する推定値として決定することと、

送信空間ストリームの各集合および他の送信ストリームに対する対応する推定値に対する距離メトリックを、送信空間ストリームの該各集合および他の送信ストリームに対する対応する推定値に対するより高い格納されている距離メトリックの代わりに格納することを含み、

50

前記軟判定出力を生成することは、該格納されている距離メトリックの少なくとも一部に基づいて該各送信ストリームに対する軟判定出力を生成することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記生成された軟判定出力の少なくとも一部に基づいて前記各送信ストリームに対する硬判定出力を生成することをさらに備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記各送信ストリームに含まれる 1 つの送信ストリームに対する最小距離メトリックを探索することによって前記各送信ストリームに対する硬判定出力を生成することと、

逆配置マッピングの少なくとも一部に基づいて前記送信ストリームに対する硬判定出力および他の各送信ストリームに対する対応する推定値を取得することとをさらに備える請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 11】

距離メトリックの前記集合は、前記送信空間ストリームの推定値をそれぞれ表す軟判定入力値を備える請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記軟判定入力値は、外部符号を使用して復号器によって生成される請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

距離メトリックの前記集合を前記決定することは、距離メトリックの前記集合を近似 1^1 ノルム、 1^1 ノルム、 1^2 ノルム、および 1^1 ノルムのうちの少なくとも 1 つを使用して前記各送信空間ストリームに対する前記複数の配置点の値として決定することを含む請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 14】

前記各送信ストリームに対する軟判定出力を前記生成することは、距離メトリックの前記集合の少なくとも一部に基づいて前記送信ストリーム内の各ビットに対する対数尤度比を計算することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記各送信空間ストリームは、位相偏移変調 (PSK) を使用して変調される請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 16】

前記各送信空間ストリームは、直交振幅変調 (QAM) を使用して変調される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

送信空間ストリームの前記集合は、直交周波数分割多重 (OFDM) を使用して複数の副搬送波の間で割り当てられ、

前記ループを実行することは、各副搬送波に割り当てられた各送信空間ストリームについて複数の配置点にわたってループを実行することを含み、

距離メトリックの前記集合を前記決定することは、各副搬送波に割り当てられた各送信空間ストリームについて距離メトリックを決定することを含み、

40

軟判定出力を前記生成することは、各副搬送波に割り当てられた各送信空間ストリームについて軟判定出力を生成することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記複数の配置点にわたって前記ループを実行することは、ゼロ強制および最小 2 乗平均誤差アルゴリズムの 1 つまたは複数に基づきループを実行することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

前記複数の配置点にわたって前記ループを実行することは、送信空間ストリームの前記集合の各部分集合について、前記準最適な MIMO アルゴリズムに基づき前記各部分集合に含まれない送信ストリームに対する値を推定するために前記複数の配置点にわたってル

50

ープを実行することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

無線通信装置であって、

受信ストリームの集合に関係するデータおよび受信ストリームの前記集合に対応する送信ストリームの集合が伝送された際に用いられるチャンネルに対応する行列を格納するメモリと、

該行列および準最適な M I M O アルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定し、該決定された距離メトリックの対数尤度比として各送信ストリームに対する軟判定出力を生成するために該各送信ストリームに対する 1 つまたは複数の配置点にわたってループを実行するように構成されたプロセッサとを備える無線装置。

10

【請求項 21】

前記プロセッサは、前記行列および `Per - Stream List Detection (PSLD)` に基づく準最適な M I M O アルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定するために各送信ストリームに対する 1 つまたは複数の配置点にわたってループを実行するようにさらに構成される請求項 20 に記載の無線通信装置。

【請求項 22】

前記プロセッサは、

スケーリング演算およびシフト演算のうち少なくとも 1 つを前記行列に対して実行し、前記行列を複素整数表現に変換し、

20

前記行列および `Lattice - Reduced Detection (LRD)` に基づく準最適な M I M O アルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定するために各送信ストリームに対する 1 つまたは複数の配置点にわたってループを実行するようにさらに構成される請求項 20 に記載の無線通信装置。

【請求項 23】

前記プロセッサは、

前記行列および `M I M O Guided - M` アルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する所定の数の推定された候補値を取得するために各送信空間ストリームについて 1 つまたは複数の配置点にわたってループを実行し、

30

配置点の該集合にわたって該各送信ストリームについて最小の対応する距離メトリックを有する該各他の送信ストリームに対する推定された候補値を選択するようにさらに構成される請求項 20 に記載の無線装置。

【請求項 24】

前記プロセッサは、

行列分解技術を使用して前記行列を処理し、

前記処理された行列および準最適な M I M O アルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定するために各送信ストリームに対する 1 つまたは複数の配置点にわたってループを実行するようにさらに構成される請求項 20 に記載の無線通信装置。

40

【請求項 25】

前記プロセッサは、QR 分解を使用して前記行列を処理するようにさらに構成される請求項 24 に記載の無線通信装置。

【請求項 26】

前記メモリは、前記 1 つまたは複数の配置点にわたって送信ストリームの前記集合に対する距離メトリックを格納するために各配列に関係するデータをさらに格納し、

前記プロセッサは、

該各配列内の前記 1 つまたは複数の配置点にわたって送信ストリームの前記集合に対する初期距離メトリックを格納し、

50

他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定するために該各送信ストリームに対する前記1つまたは複数の配置点にわたってループを実行し、

該各配列内のより高い対応する格納されている距離メトリックの代わりに各送信ストリームの集合および該他の送信ストリームに対する推定値について該各配列内に対応する距離メトリックを格納し、

該各送信ストリームに対する軟判定出力を、該格納されている距離メトリックの対数尤度比として生成するようにさらに構成される請求項20に記載の無線通信装置。

【請求項27】

前記プロセッサは、前記決定された距離メトリックに基づき前記各送信ストリームに対し硬判定出力を生成するようにさらに構成される請求項20に記載の無線通信装置。

10

【請求項28】

前記メモリは、受信ストリームの前記集合に対する軟判定入力値に関係するデータをさらに格納する請求項20に記載の無線通信装置。

【請求項29】

前記プロセッサは、近似 1^{-1} ノルム、 1^{-1} ノルム、 1^{-2} ノルム、および 1^{-1} ノルムのうちの少なくとも1つを使用して距離メトリックを決定するようにさらに構成される請求項20に記載の無線通信装置。

【請求項30】

前記受信ストリームは、PSKおよびQAMのうちの1つまたは複数を使用して変調される請求項20に記載の無線通信装置。

20

【請求項31】

前記メモリは、OFDMに基づいて受信ストリームを割り当てられている各周波数の副搬送波に関係するデータをさらに格納し、

前記プロセッサは、該各周波数の副搬送波について各送信ストリームに対する軟判定出力を生成するようにさらに構成される請求項20に記載の無線通信装置。

【請求項32】

請求項20に記載の前記無線通信装置を備える無線通信システムにおけるマルチユーザー検出を容易にするシステム。

【請求項33】

一連の送信ストリームに対する低複雑度近軟判定出力最尤検出を行う通信システム装置であって、

30

準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定するために各送信ストリームに対する配置点の集合にわたってループを実行するための手段と、

配置点の該集合にわたって該各送信ストリームに対する距離メトリックを決定するための手段と、

該決定された距離メトリックに基づいて該送信ストリーム内の各ビットに対する軟判定出力を取得するための手段とを備える通信システム装置。

【請求項34】

前記準最適なMIMOアルゴリズムは、少なくとも、Per-Stream List Detection (PSLD)に基づく請求項33に記載の通信システム装置。

40

【請求項35】

配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段は、

チャンネル行列にスケーリングおよびシフトを実行して該チャンネル行列内の各要素を複素整数に変換するための手段と、

該チャンネル行列およびLattice-Reduced Detection (LRD)に基づく準最適なMIMOアルゴリズムを使用して前記他の要素を推定するために各送信ストリームについて配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段とを備える請求項33に記載の通信システム装置。

【請求項36】

配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段は、

50

準最適なMIMO Guided-Mアルゴリズムを使用して前記他の要素に対する推定された候補値を生成するために各送信ストリームについて配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段と、

配置点の前記集合にわたって該送信ストリームに対する各距離メトリックを最小にする前記各他の要素に対する各推定候補値を選択するための手段とを備える請求項33に記載の通信システム装置。

【請求項37】

QR分解の少なくとも一部に基づいてチャネル行列を処理するための手段をさらに備え、配置点の前記集合にわたってループを実行するための前記手段は、該チャネル行列および前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定するために各送信ストリームに対する配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段を備える請求項33に記載の通信システム装置。

10

【請求項38】

前記一連の送信ストリームにそれぞれ対応する配置点の前記集合について初期距離メトリックを格納するための手段をさらに備え、

距離メトリックを決定するための前記手段は、

配置点の前記集合にわたって前記各送信ストリームおよび各推定される他の要素に対する距離メトリックを決定するための手段と、

対応するより高い格納されている距離メトリックの代わりに送信空間ストリームの各集合および推定された他の要素に対する距離メトリックを格納するための手段とを備え、

20

軟判定出力を取得するための前記手段は、該格納された距離メトリックに基づいて該送信ストリーム内の各ビットに対する軟判定出力を取得するための手段を備える請求項33に記載の通信システム装置。

【請求項39】

軟判定出力を取得するための前記手段は、前記決定された距離メトリックの少なくとも一部に基づいて前記送信ストリーム内の各ビットに対する対数尤度比を計算するための手段を備える請求項33に記載の通信システム装置。

【請求項40】

配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段は、ゼロ強制、逐次的干渉除去を伴うゼロ強制、および最小2乗平均誤差アルゴリズムのうちの1つまたは複数を使用して他の要素を推定するために各送信ストリームについて配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段を備える請求項33に記載の通信システム装置。

30

【請求項41】

配置点の前記集合にわたってループを実行するための前記手段は、前記一連の送信ストリームの各部分集合について、前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用して該各部分集合に含まれない送信ストリームを推定するために配置点の前記集合にわたってループを実行するための手段を備える請求項33に記載の通信システム装置。

【請求項42】

請求項33に記載の前記装置を備える多入力多出力無線通信システム。

【請求項43】

請求項33に記載の前記装置を備えるマルチモード光ファイバー通信システム。

40

【請求項44】

無線通信システムにおいて送信ストリームの集合に対する軟判定値生成のためのコンピュータ実行可能命令が格納されるコンピュータ可読媒体であって、該命令は、

送信ストリームの該集合内の各送信ストリームに対する可能な配置点の集合にわたって反復的にチャネル行列と準最適なMIMOアルゴリズムを使用して送信ストリームの該集合内の他の送信ストリームに対する対応する値を推定し、対応する距離メトリックを決定するためのコードと、

該距離メトリックに基づいて送信ストリームの該集合内の各ビットに対する軟判定出力を取得するためのコードとを備えるコンピュータ可読媒体。

50

【請求項 45】

前記チャネル行列および前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するための前記コードは、前記チャネル行列およびPer-Stream List Detection (PSLD)の少なくとも一部に基づく前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するためのコードを含む請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 46】

前記チャネル行列および前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するための前記コードは、前記チャネル行列およびLattice-Reduced Detection (LRD)の少なくとも一部に基づく前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するためのコードを含む請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

10

【請求項 47】

前記チャネル行列および前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するための前記コードは、

送信ストリームの前記集合内の各送信ストリームに対する可能な配置点の前記集合にわたって反復的に前記チャネル行列と前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用して送信ストリームの前記集合内の他の送信ストリームに対する候補値を推定するためのコードと、

少なくとも一部は、可能な配置点の前記集合にわたって前記各送信ストリームに対する各距離メトリックを最小にする該他の送信ストリームに対する各候補値を選択することによって距離メトリックを決定するためのコードとを備える請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

20

【請求項 48】

QR分解の少なくとも一部に基づいて前記チャネル行列を処理するためのコードをさらに備える請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 49】

軟判定出力を取得するための前記コードは、前記距離メトリックに基づき送信ストリームの前記集合内の各ビットに対する対数尤度比を計算するためのコードを含む請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 50】

送信ストリームの前記集合にそれぞれ対応する配列の集合に可能な配置点の前記集合に対する初期距離メトリックを格納するためのコードをさらに備え、

30

前記チャネル行列および前記準最適なMIMOアルゴリズムを使用するための前記コードは、

対応する他の送信ストリームを推定し、対応する距離メトリックを決定するために前記各送信ストリームにわたって反復を実行するためのコードと、

1つの配置点に対する1つの決定された距離メトリックを送信ストリームまたは対応する推定ストリームに対応する配列内に、該決定された距離メトリックが該配置点に対する該配列内の格納されている距離メトリックより低い場合に格納するためのコードとを含む請求項44に記載のコンピュータ可読媒体。

【請求項 51】

MIMO受信機において低複雑度軟判定出力検出のためのコンピュータ実行可能命令を実行するプロセッサであって、該命令は、

40

準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定し、対応する距離メトリックを決定するために各送信ストリームについて1つまたは複数の配置点にわたってループを実行するためのコードと、

該距離メトリックに基づいて該送信ストリーム内の各ビットに対する硬判定出力を取得するためのコードとを備えるプロセッサ。

【請求項 52】

前記命令は、前記距離メトリックに基づいて前記送信ストリーム内の各ビットに対する対数尤度比を計算することによって軟判定出力を取得するためのコードをさらに備える請求項51に記載のプロセッサ。

50

【請求項 5 3】

1つまたは複数の配置点にわたってループを実行するための前記コードは、Per - Stream List Detection、Lattice - Reduced Detection、Guided - Mアルゴリズム、ゼロ強制、および最小2乗平均誤差アルゴリズムのうち少なくとも1つに基づく準最適なMIMOアルゴリズムを使用するためのコードを含む請求項51に記載のプロセッサ。

【請求項 5 4】

前記命令は、

前記送信ストリームが受信される際に使用される実効MIMOチャネルを表すチャネル行列にQR分解を実行するためのコードをさらに備え、

10

前記配置点のうち1つまたは複数にわたってループを実行するための前記コードは、該チャネル行列および準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定し、対応する距離メトリックを決定するために各送信ストリームについて1つまたは複数の配置点にわたってループを実行することを含む請求項53に記載のプロセッサ。

【請求項 5 5】

前記配置点のうち1つまたは複数にわたってループを実行するための前記コードは、準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定し、対応する距離メトリックを決定するために各送信ストリームについて1つまたは複数の配置点にわたってループを実行するためのコードと、

20

該決定された対応する距離メトリックを該送信ストリームおよび推定された他の要素に対する各格納されている距離メトリックと比較するためのコードと、

該決定された対応する距離メトリックを、該決定された対応する距離メトリックより高い各格納されている距離メトリックの代わりに格納するためのコードとを含む請求項53に記載のプロセッサ。

【請求項 5 6】

通信システムにおける送信空間ストリームの集合に対する軟判定出力値を生成するための方法であって、

単一入力単一出力(SISO)アルゴリズムの少なくとも一部に基づいて他の送信ストリームに対する値を推定するために各送信空間ストリームに対する複数の配置点にわたってループを実行することと、

30

距離メトリックの集合を該各送信空間ストリームに対する該複数の配置点の値として決定することと、

距離メトリックの該集合の少なくとも一部に基づいて該各送信ストリームに対する軟判定出力を生成することを含む方法。

【請求項 5 7】

前記生成された軟判定出力の少なくとも一部に基づいて前記各送信ストリームに対する硬判定出力を生成することをさらに備える請求項56に記載の方法。

【請求項 5 8】

前記各送信ストリームに含まれる1つの送信ストリームに対する最小距離メトリックを探索することによって前記各送信ストリームに対する硬判定出力を生成することと、

40

逆配置マッピングの少なくとも一部に基づいて前記送信ストリームに対する硬判定出力および他の各送信ストリームに対する対応する推定値を取得することとをさらに備える請求項56に記載の方法。

【請求項 5 9】

距離メトリックの前記集合は、前記送信空間ストリームの推定値をそれぞれ表す軟判定入力値を備える請求項56に記載の方法。

【請求項 6 0】

前記軟判定入力値は、外部符号を使用して復号器によって生成される請求項59に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的に、無線通信に関するものであり、より具体的には、無線通信システムにおいて信号検出を行うための技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムが広く行き渡っているが、この通信手段があったからこそ、世界中の大半の人々が通信するようになったのである。これは、無線通信技術の最近の進歩のおかげで、音声、ビデオ、パケットデータ、ブロードキャスト、メッセージング、および通信で使用される他のサービスに関係するデータを伝送するそのようなシステムの能力が大幅に改善されたことが主因である。特に、多入力多出力(MIMO)通信システムは、複数のアンテナを使用してデータの同時送受信を行うことにより無線通信システムの能力を改善することができるため、大きな注目を集めつつある。MIMO通信システムを使用すれば、データを複数のストリームに分割して、それらを同時に送信および受信することにより、スペクトルまたは電力を著しく増やさなくてもシステム容量を改善することができる。

10

【0003】

典型的なMIMO通信システムでは、データは、データを複数のストリームに分割し、それぞれのストリーム内の複数のビットをグループ化し、ビットのそれぞれのグループを配置点にマッピングし、次いで、それぞれのストリームについてマッピングされた配置点に基づき変調搬送波としてそれらのストリームを複数の送信アンテナを介して送信することによって送信される。送信されると、データは実効MIMOチャネルを通過し、その後、結果として得られる空間ストリームが、受信機側に複数のアンテナによって受信される。次いで、従来のMIMO受信機は、さまざまな信号検出技術を用いて、受信アンテナで受信されたストリームからデータを取得する。このような技術、つまり、軟判定出力最尤検出(Soft-Output Maximum-Likelihood Detection)(SOMLD)を使用すれば、検出された送信済みビットの期待値だけでなく、期待値が正しいものである尤度も得ることができる。従来のSOMLD技術では、それぞれの送信されたストリームについて送信機によって使用されるすべての配置点にわたってループすることと、ストリーム内のそれぞれのビットの尤度を求めるためにそれぞれの配置点について距離メトリックを決定することを必要とする。しかし、従来のSOMLDで最適な距離メトリックを決定するためには、他のすべてのストリームについてすべての配置点にわたってさらなるループが必要とされ、したがって、事実上、すべてのストリームについて配置点の可能なすべての組み合わせにわたるループを必要とする。この方法は、指数関数的に増大する計算複雑度を伴うため、軟判定検出の利点を活かすことができるアプリケーションも含めて、多くのアプリケーションにとって法外に高いコストがかかる。したがって、当技術分野では、MIMO通信システムにおいて、硬判定出力検出に対し最尤検出(MLD)性能、または近MLD性能を発揮する、あるいは軟判定出力信号検出に対しSOMLD性能、または近SOMLD性能を発揮する、低複雑度技術が必要である。

20

30

【発明の概要】

【0004】

以下では、開示されている実施形態の基本的な理解が得られるように、そのような実施形態の単純化された要約を提示する。この要約は、すべての企図される実施形態の徹底的な概要ではなく、そのような実施形態の主要なまたはクリティカルな要素を同定することも、そのような実施形態の範囲を区切ることも意図されていない。後で述べる詳細な説明の前置きとして、開示される実施形態のいくつかの概念を簡略化した形式で述べることのみを目的とする。

【発明の効果】

【0005】

説明されている実施形態は、軟判定出力生成に対する最適に近い距離メトリックをもた

40

50

らすMIMO通信システムにおける最尤検出のための低複雑度の技術を提供することによって上述の問題の重大さを緩和する。より具体的には、本明細書で説明されているシステムおよび方法は、それぞれのストリームについて距離メトリックを得るために空間ストリーム毎にすべての配置点にわたってループすることができる。特定のストリームに対する計算の範囲内で他のすべてのストリームについての追加のループを実行する代わりに、MIMOチャネル行列および本明細書で説明されているようなPer-Stream List Detection (PSLD)、Lattice-Reduced Detection (LRD)、またはGuided-Mアルゴリズムなどの準最適なMIMOアルゴリズムを使用して最適に近い距離メトリックをもたらす他のストリームに対する値を推定することができる。性能は、MIMOチャネル行列を前処理し、および/または本明細書でさらに説明されているような拡張メトリック使用(Enhanced Metric Usage)(EMU)を利用することによってさらに改善できる。

10

【0006】

一態様により、多入力多出力(MIMO)通信システムにおける送信空間ストリームの集合に対する軟判定出力値を生成するための方法が本明細書において説明される。この方法は、準最適なMIMOアルゴリズムの少なくとも一部に基づいて他の送信ストリームに対する値を推定するために各送信空間ストリームについて複数の配置点にわたってループを実行することを備えることができる。方法は、距離メトリックの集合を各送信空間ストリームに対する複数の配置点の値として決定することをさらに備えることができる。それに加えて、方法は、その距離メトリックの集合の少なくとも一部に基づいて各送信スト

20

【0007】

他の態様は、受信ストリームの集合に関係するデータおよびその受信ストリームの集合に対応する送信ストリームの集合が伝送された際に用いられるチャネルに対応する行列を格納するメモリを備えることができる無線通信装置に関する。無線通信装置は、行列および準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の送信ストリームおよび対応する距離メトリックに対する推定値を決定し、決定された距離メトリックの対数尤度比として各送信ストリームに対する軟判定出力を生成するために各送信ストリームに対する1つまたは複数の配置点にわたってループを実行するように構成されたプロセッサをさらに備えることができる。

30

【0008】

さらに他の態様は、一連の送信ストリームに対する低複雑度近軟判定出力最尤検出を行う装置に関する。この装置は、準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定するために各送信ストリームに対する配置点の集合にわたってループを実行するための手段を備えることができる。それに加えて、装置は、配置点の集合にわたって各送信ストリームに対する距離メトリックを決定するための手段を備えることができる。さらに、装置は、決定された距離メトリックに基づいて送信ストリーム内の各ビットに対する軟判定出力を取得するための手段を備えることができる。

【0009】

さらに他の態様は、無線通信システム内の送信ストリームの集合に対する軟判定値生成のためのコンピュータ実行可能命令が格納されるコンピュータ可読媒体に関する。これらの命令は、送信ストリームの集合内の各送信ストリームに対する可能な配置点の集合にわたって反復的にチャネル行列と準最適なMIMOアルゴリズムを使用して送信ストリームの集合内の他の送信ストリームに対する対応する値を推定し、対応する距離メトリックを決定することを備えることができる。それに加えて、命令は、距離メトリックに基づいて送信ストリームの集合内の各ビットに対する軟判定出力を取得することを含むことができる。

40

【0010】

他の態様によれば、MIMO受信機内で低複雑度軟判定出力検出を行うためのコンピュータ実行可能命令を実行することができるプロセッサが本明細書で説明されている。命令

50

は、準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定し、対応する距離メトリックを決定するために各送信ストリームについて1つまたは複数の配置点にわたってループを実行することを含むことができる。それに加えて、命令は、距離メトリックに基づいて送信ストリーム内の各ビットに対する対数尤度比を計算することによって軟判定出力を取得することを備えることができる。

【0011】

追加の態様は、通信システムにおける送信空間ストリームの集合に対する軟判定出力値を生成するための方法に関する。この方法は、単一入力単一出力(SISO)アルゴリズムの少なくとも一部に基づいて他の送信ストリームに対する値を推定するために各送信空間ストリームに対する複数の配置点にわたってループを実行することを備えることができる。さらに、方法は、距離メトリックの集合を各送信空間ストリームに対する複数の配置点の値として決定することをさらに含むことができる。それに加えて、方法は、その距離メトリックの集合の少なくとも一部に基づいて各送信ストリームに対する軟判定出力を生成することを含むことができる。

10

【0012】

前記および関連する目的を達成するために、1つまたは複数の実施形態は、これ以降で完全に説明され、特に請求項において指摘される特徴を備える。次の説明および添付図面は、開示されている実施形態のある種の例示的態様を詳細に示す。ただし、これらの態様はさまざまな実施形態の原理を採用するさまざまな方法の少数のみを示している。さらに、開示されている実施形態はこのような態様およびその等価物すべてを含むことを意図されている。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本明細書で示されるさまざまな態様による無線多元接続通信システムの図である。

【図2】本明細書で説明されているさまざまな態様による空間データストリームの伝送および検出を容易にする多入力多出力(MIMO)無線通信システムのブロック図である。

【図3】さまざまな態様によるMIMO通信システムにおいて使用されうる例示的な信号検出コンポーネントを示す図である。

【図4】MIMO通信システムにおける低複雑度近軟判定出力最尤検出(近SOMLD)のための方法を示す流れ図である。

30

【図5】Per-Stream List Detectionアルゴリズムを使用するMIMO通信システムにおける近SOMLDのための方法を示す流れ図である。

【図6】Lattice-Reduced Detectionアルゴリズムを使用するMIMO通信システムにおける近SOMLDのための方法を示す流れ図である。

【図7】Guided-Mアルゴリズムを使用するMIMO通信システムにおける近SOMLDのための方法を示す流れ図である。

【図8】拡張メトリック使用を伴うMIMO通信システムにおける低複雑度軟判定出力検出のための方法を示す流れ図である。

【図9】本明細書で説明されている1つまたは複数の実施形態が機能しうる例示的な無線通信システムを示すブロック図である。

40

【図10】さまざまな態様による空間データストリームの変調と伝送とを協調させるシステムのブロック図である。

【図11】さまざまな態様による空間データストリームの受信と検出とを協調させるシステムのブロック図である。

【図12】さまざまな態様による近軟判定出力最尤検出を行う装置のブロック図である。

【図13】さまざまな態様によるMIMOチャネル行列の前処理および準最適なMIMOアルゴリズムの利用により近軟判定出力最尤検出を行う装置のブロック図である。

【図14】さまざまな態様による拡張メトリック使用を伴う近軟判定出力最尤検出を行う装置のブロック図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0014】

次に、さまざまな実施形態について、図面を参照しつつ説明するが、図面全体を通して、同様の符号は同様の要素を参照するのに使用される。以下の説明では、説明を目的として、1つまたは複数の態様を完全に理解できるようにする多数の具体的な詳細を述べている。しかし、そのような実施形態（1つまたは複数）を、これらの具体的な詳細なしで実践できることは明白であろう。他の場合には、1つまたは複数の実施形態の説明を容易にするために、周知の構造およびデバイスを、ブロック図形式で示す。

【0015】

本出願で使用されているように、「コンポーネント」、「モジュール」、「システム」、および同様の用語は、コンピュータ関連のエンティティ、つまりハードウェア、ファームウェア、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせ、ソフトウェア、または実行中のソフトウェアのいずれかを指すことを意図されている。例えば、コンポーネントとして、限定はしないが、プロセッサ上で実行されているプロセス、プロセッサ、オブジェクト、実行可能ファイル、実行のスレッド、プログラム、および/またはコンピュータなどがある。例えば、コンピューティングデバイスで動作するアプリケーションとそのコンピューティングデバイスとの両方を、コンポーネントとすることができる。1つまたは複数のコンポーネントは、1つのプロセスおよび/または実行スレッド内に常駐することができ、またコンポーネントは、1台のコンピュータにローカルとして配置され、および/または2台以上のコンピュータ間に分散させることも可能である。それに加えて、これらのコンポーネントは、そこにさまざまなデータ構造を格納されたさまざまなコンピュータ可読媒体から実行することができる。コンポーネントは、1つまたは複数のデータパケットを有する信号（例えば、信号によって、ローカルシステム、分散システム内で、および/または他のシステムとのインターネットなどのネットワークを介して、他方のコンポーネントとやり取りする一方のコンポーネントからのデータ）によるなど、ローカルプロセスおよび/またはリモートプロセスによって通信することができる。

【0016】

さらに、さまざまな実施形態について、無線端末および/または基地局に関連して本明細書において説明する。無線端末は、音声および/またはデータ接続性をユーザーに提供するデバイスを指すものとしてよい。無線端末は、ラップトップコンピュータまたはデスクトップコンピュータなどのコンピューティングデバイスに接続されるか、または携帯情報端末（PDA）などの自給自足型のデバイスとすることができる。無線端末は、システム、加入者ユニット、加入者局、移動局、移動体、遠隔局、アクセスポイント、遠隔端末、アクセス端末、ユーザー端末、ユーザーエージェント、ユーザーデバイス、またはユーザー装置と称されることもある。無線端末は、加入者局、無線デバイス、携帯電話、PC S 電話機、コードレス電話機、セッションイニシエーションプロトコル（SIP）電話機、無線ローカルループ（WLL）ステーション、携帯情報端末（PDA）、無線接続機能を有するハンドヘルドデバイス、または無線モデムに接続された他の処理デバイスとすることができる。基地局（例えば、アクセスポイント）は、エアインターフェース上で、1つまたは複数のセクターを通じて、無線端末と通信するアクセスネットワーク内のデバイスを指すものとしてよい。基地局は、受信されたエアインターフェースフレームをIPパケットに変換することによって、無線端末と、インターネットプロトコル（IP）ネットワークを含むものとしてよい、アクセスネットワークの残り部分との間でルーターとして働きうるものである。基地局は、エアインターフェースに対する属性の管理も協調させる。

【0017】

さらに、本明細書で説明されるさまざまな態様または特徴は、標準的なプログラミング技法および/または工学技法を使用して、方法、装置、または製造品として実装することができる。本明細書で使用されるような「製造品」という用語は、任意のコンピュータ可読デバイス、キャリア、または媒体からアクセス可能なコンピュータプログラムを包含す

10

20

30

40

50

ることが意図されている。例えば、コンピュータ可読媒体として、限定はしないが、磁気記憶装置（例えば、ハードディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気ストリップなど）、光ディスク（例えば、コンパクトディスク（CD）、デジタル多用途ディスク（DVD）など）、スマートカード、およびフラッシュメモリデバイス（例えば、カード、スティック、キードライブなど）が挙げられる。

【0018】

さまざまな実施形態が、多数のデバイス、コンポーネント、モジュール、および同様のものを備えることができるシステムに関して提示される。さまざまなシステムが、追加のデバイス、コンポーネント、モジュールなどを備えることができ、および/または図に関連して説明されているデバイス、コンポーネント、モジュールなどのすべてを含むわけではないことは理解されるであろう。これらのアプローチを組み合わせることもできる。

10

【0019】

それに加えて、さまざまな実施形態が、一般的に、無線通信システムの背景状況において本明細書で示されているが、明細書で説明されているシステムおよび方法は、有線および/または無線通信を使用することができる任意の好適なシステムおよび/またはアプリケーションと連携して使用することも理解されるであろう。例えば、本明細書で説明されているさまざまな実施形態は、IEEE 802.11nまたは類似の規格、マルチユーザー検出アプリケーション、マルチモードファイバーおよび光ファイバーアプリケーション、1G、10G、もしくは他の好適な速度で動作可能なイーサネット（登録商標）通信システムおよび/もしくはアプリケーション、および/または他の好適な通信システムもしくはアプリケーションを採用するMIMOシステムにおいて使用することができる。さらに、このようなすべてのシステムおよびアプリケーションは、本明細書に付属する請求項の範囲内にあることが意図されていることも理解されるであろう。

20

【0020】

そこで、図面を参照すると、図1は、さまざまな態様による無線多元接続通信システムの図である。一実施例では、アクセスポイント100（AP）は、複数のアンテナグループを含む。図1に示されているように、1つのアンテナグループは、アンテナ104および106を含むことができ、他のグループは、アンテナ108および110を含むことができ、さらに他のグループは、アンテナ112および114を含むことができる。図1には2つのアンテナのみがアンテナグループ毎に図示されているが、アンテナグループ毎に利用できるアンテナの本数を増減できることは理解されるであろう。他の実施例では、アクセス端末116（AT）は、アンテナ112および114と通信状態にあるものとしてことができ、その場合、アンテナ112および114は、フォワードリンク120上でアクセス端末116に情報を送信し、リバースリンク118上でアクセス端末116から情報を受信する。それに加えて、および/またはその代わりに、アクセス端末122は、アンテナ104および106と通信状態にあるものとしてことができ、その場合、アンテナ104および106は、フォワードリンク126上でアクセス端末122に情報を送信し、リバースリンク124上でアクセス端末122から情報を受信する。一態様によれば、アクセス端末116および122は、複数のアンテナを持つことができ、それらにより、各フォワードリンク120および126および/またはリバースリンク118および124を介して、アクセス端末116および122とアクセスポイント100との間に多入力多出力（MIMO）通信を確立することができる。さらに、周波数分割複信（FDD）システムでは、通信リンク118、120、124、および126は、通信に異なる周波数を使用することができる。例えば、フォワードリンク120は、リバースリンク118によって使用される周波数と異なる周波数を使用することができる。

30

40

【0021】

アンテナのそれぞれのグループおよび/またはそれらが通信するように設計されているエリアは、アクセスポイントのセクターと称することができる。一態様によれば、アンテナグループは、アクセスポイント100によってカバーされるエリアの1つのセクター内

50

にあるアクセス端末と通信するように設計されうる。フォワードリンク 120 および 126 上での通信では、アクセスポイント 100 の送信アンテナは、異なるアクセス端末 116 および 122 に対するフォワードリンクの信号対雑音比を改善するためにビーム形成を使用することができる。また、アクセスポイントがビーム形成を使用してその受信範囲内を通してランダムに散らばるアクセス端末に送信する場合は、アクセスポイントがそのすべてのアクセス端末に単一アンテナを通じて送信する場合と比べて、隣接セル内のアクセス端末への干渉が減少する。

【0022】

アクセスポイント、例えば、アクセスポイント 100 は、端末と通信するために使用される固定局であってよく、また基地局、ノード B と称することもでき、および / または他の好適な名称とすることもできる。それに加えて、アクセス端末、例えば、アクセス端末 116 または 122 は、移動端末、ユーザー装置 (UE)、無線通信デバイス、端末、無線端末とも称され、および / または他の適切な名称とすることもできる。

10

【0023】

図 2 は、本明細書で説明されているさまざまな態様による空間データストリームの伝送および検出を容易にする多入力多出力 (MIMO) 無線通信システム 200 のブロック図である。一実施例では、システム 200 は、アクセス端末 (AT) 220 と通信することができるアクセスポイント (AP) 210 を含む。簡単のためシステム 200 では、1 つの AP 210 と AT 220 しか図示されていないが、システム 200 は、AP および / または AT をいくつでも備えることができることは理解されるであろう。さらに、以下の説明は、一般的に、AP 210 から AT 220 への通信 (例えば、フォワードリンク 120 および 126 上の通信) に関するものであるが、AT 220 から AP 210 への通信 (例えば、リバースリンク 118 および 124 上の通信) のため AP 210 および / または AT 220 によって類似のコンポーネントおよび技術が採用されうることも理解されるであろう。

20

【0024】

一実施例では、AP 210 は、1 つまたは複数の AT 220 に送信するデータを生成するか、または他の何らかの方法で取得することができるデータソースデータソース 212 を備える。データソース 212 からのデータは、符号化コンポーネント 214 に送られ、そこで、MIMO 伝送を介して AT 220 に伝達するデータを処理することができる。符号化コンポーネント 214 では、アンテナ 218 を介して送信機 (TMTR) 216 によって同時伝送が行えるように AT 220 に送信すべきデータを備える一連のビットを空間ストリームにグループ化することができる。さらに、符号化コンポーネントは、位相偏移変調 (PSK)、二位相偏移変調 (BPSK)、四位相偏移変調 (QPSK)、16 点直交振幅変調 (16-QAM)、64 点直交振幅変調 (64-QAM)、および / または他の好適な変調技術などの、1 つまたは複数のデジタル変調技術を使用してそれぞれの空間ストリームを変調することができる。これに従って、それぞれのストリームを備えるデータのビットを、配置点の集合に基づき一連の変調シンボルにマッピングすることができる。それに加えて、および / またはその代わりに、1 つまたは複数の変調技術を用いてそれぞれの副搬送波を個別に変調できるように、直交周波数分割多重 (OFDM) 方式が、1 つの空間ストリームを複数の直交副搬送波に分割するために使用されうる。一連の N_T 個のアンテナ 218 を介して変調アナログ信号として AT 220 に通信するために、それぞれのストリームに対するマッピングされた変調シンボルを各送信機 216 に供給することができる。

30

40

【0025】

AT 220 において、AP 210 によって送信される信号に対応する空間ストリームは、各アンテナ 222 を介して一連の N_R 個の受信機 (RCVR) 224 によって受信されうる。一実施例では、AT 220 で受信されたストリームに対応する N_R 次元の受信ベクトル y は、

【数 1】

$$y = Hx + n \quad (1)$$

【0026】

として表すことができるが、ただし、 H は、 AP 210と AT 220との間で送信信号が通る実効MIMOチャネルを表す $NR \times NT$ 行列であり、 x は、 AP 210から送信されるストリームに対応する NT 次元送信ベクトルであり、 n は、加法的雑音を表す NR 次元ベクトルである。

10

【0027】

他の実施例では、受信機224によって受信された空間ストリームは、信号検出コンポーネント226に伝達され、信号検出コンポーネント226が、受信機224によって受信されたストリームと実効MIMOチャネルの知識とを利用して、 AP 210によって送信されたストリームを取得することができる。一態様によれば、信号検出コンポーネント226は、それぞれのビットの期待正負符号を決定することによって AP 210から受信された空間ストリーム内のビットに対する硬判定出力を決定することができる。例えば、値1を有するビットは、+1の硬判定出力によって表すことができ、値0を有するビットは、-1の硬判定出力によって表すことができる。その代わりに、信号検出コンポーネント226は、それぞれのビットに対する各期待正負符号が正しく検出された尤度、例えば、ビットが+1または-1として送られた尤度に加えてそれぞれのビットの期待正負符号を決定することによって AP 210から受信された空間ストリーム内のビットに対する軟判定出力を決定することができる。他の態様によれば、信号検出コンポーネント226は、後述のように1つまたは複数の近軟判定出力最尤検出(近SOMLD)アルゴリズムを使用することによって低複雑度軟判定出力検出を行うことができる。検出に成功した後、検出された送信ストリームが、 AT 220による使用のためデータシンク228に供給されうる。

20

【0028】

図3は、さまざまな態様によるMIMO通信システムにおいて使用されうる例示的な信号検出コンポーネント300を示すブロック図である。特定の、限定しない実施例を用いることで、信号検出コンポーネント300は、IEEE 802.11nまたは類似の規格、マルチユーザ検出アプリケーション、マルチモードファイバーアプリケーション、および/または他の好適な通信システムもしくはアプリケーションを採用するMIMOシステムにおいて使用されうる。さらに、信号検出コンポーネント300は、アクセスポイント(例えば、 AP 210)、アクセス端末(例えば、 AT 220)、および/または他の好適なエンティティなどのMIMO通信システムにおける適切なネットワークエンティティによって使用されうることは理解されるであろう。それに加えて、信号検出コンポーネント300は、関連するネットワークエンティティの内部コンポーネントであるか、または1つもしくは複数の関連するネットワークエンティティに通信可能なように接続されている外部コンポーネントとすることができる。

30

40

【0029】

一態様によれば、信号検出コンポーネント300は、空間ストリームがネットワークエンティティ(例えば、 AP 210および/または AT 220)に送信される際に通る実効MIMOチャネルに関係する情報を決定し、および/または格納することができるMIMOチャネル処理コンポーネント310を含む。一実施例では、MIMOチャネル処理コンポーネント310は、チャネル情報をMIMOチャネル行列として表すことができ、これは、式(1)で使用されているMIMOチャネル行列 H と構造上類似しているものとしてよい。特定の実施例に用いることで、MIMOチャネル処理コンポーネント310は、例えば、信号検出コンポーネント300のところで受信された1つまたは複数のパケットに付けられたプリアンプルに基づく学習を通じて、1つまたは複数のブラインドおよび

50

／または半ブラインドチャンネル推定技術を通じて、および／または他の好適な技術を用いてMIMOチャンネル行列を取得することができる。

【0030】

特定の一実施例において、MIMOチャンネル処理コンポーネント310は、信号検出に先立ってMIMOチャンネル行列に分解および／または他の適切な前処理技術を実行することができる。しかし、前処理は、MIMOチャンネル処理コンポーネント310によって実行される必要はないこと、また信号検出コンポーネント300は、MIMOチャンネル処理コンポーネント310による前処理がある場合、またはない場合に後述の1つまたは複数の技術を使用して信号検出を実行することができることは理解されるであろう。追加の特定の、限定しない実施例により、MIMOチャンネル処理コンポーネント310は、QR分解をその行列に対して実行することによりMIMOチャンネル行列を前処理することができる。QR分解を使用することによって、MIMOチャンネル処理コンポーネント310は、MIMOチャンネル行列Hを直交行列Qと上三角行列Rとの積として表すことができる。QR分解を実行した後、MIMOチャンネル処理コンポーネント310は、未処理チャンネル行列Hの代わりに、またはそれに加えて、分解されたチャンネル行列QRを1つまたは複数の適切なコンポーネントに伝達することができる。追加の一実施例において、MIMOチャンネル処理コンポーネント310は、実効MIMOチャンネルへの変更を監視し、それに応じてチャンネル行列を調節することができる。

10

【0031】

他の態様によれば、信号検出コンポーネント300は、距離計算コンポーネント320を含む。距離計算コンポーネント320は、一連の受信されたストリームを取得し、これを、一群の受信機（例えば、受信機224）および／または他の好適なコンポーネントもしくはネットワークエンティティによって伝達できる。その代わりに、距離計算コンポーネント320および／または信号検出コンポーネント300内の他のサブコンポーネントが、一連の受信されたストリームに対応する軟判定入力値を受け取ることができ、これに基づき、信号検出コンポーネント300は、後述の複数の信号検出アルゴリズムのうちの1つまたは複数のアルゴリズムに基づいて近軟判定出力最大事後確率(MAP)を実行することができる。

20

【0032】

一実施例では、距離計算コンポーネント320は、式(1)で使用されているように受信ベクトルyに対応する一連の空間ストリームを受信する。受信ベクトルy、およびMIMOチャンネル処理コンポーネント310から受信されたMIMOチャンネル行列Hに基づき、距離計算コンポーネント320は、送信ベクトルxの送信ストリームと（例えば、符号化コンポーネント214によって）それらのストリームを変調するために使用される可能なすべての配置点組み合わせとの間の距離を決定することができる。次いで、軟判定出力生成器340がこれらの決定された距離を使用して、送信ストリーム内のビットの期待値さらにはそれらの各尤度を反映する軟判定出力を決定することができる。一態様によれば、検出されたストリームに対応する軟判定出力生成器340によって生成される軟判定出力は、次いで、それらのストリームをさらに処理するために「外部符号」を利用することができる復号器（図示されていない）によって使用されうる。復号器によって使用される外部コードは、例えば、信号検出コンポーネント300を使用するエンティティへの、および／または信号検出コンポーネント300を使用するエンティティからの無線通信リンクの品質を改善するために冗長性を導入することができる誤り訂正能力を備えることができる。さらに、復号器によって使用される外部符号は、畳込み符号、低密度パリティチェック(LDPC)符号、および／または他の適切な種類の符号とすることができる。

30

40

【0033】

他の実施例では、距離計算コンポーネント320は、送信ストリームを変調するために使用される配置点の集合にわたってループを実行して送信ストリームと配置点との間の距離を決定することによる1つまたは複数の近軟判定出力最尤検出(近SOMLD)アルゴリズムを採用することができる。これらの距離は、例えば、近似 l^1 ノルム、 l^1 ノルム

50

、 1^2 ノルム、 1 ノルム、および/または他の好適な距離メトリックなどの距離メトリックを使用することによって決定されうる。従来の硬判定MLDでは、それぞれのストリームについて最適な距離メトリックを計算するには、すべてのストリームについて可能なすべての配置点にわたってループを実行する必要がある。したがって、サイズMの信号点配置を使用してそれぞれ変調された N_T 個の送信ストリームの特定の実施例では、従来のMLDは、可能な

【数2】

$$M^{N_T}$$

10

【0034】

個の配置点組み合わせに対する距離計算を必要とする。その結果、従来のMLDは、指数関数的に増大する計算複雑度を有し、多くのアプリケーションにとって極端に複雑なものとなる。QR分解を従来のMLDに適用することにより、スライシングを通じて必要な計算の最終的次元を得ることができる。しかし、そのようなアルゴリズムは、 N_T 個の送信ストリームを変調するためにサイズMの信号点配置が使用される場合に、例えば、

【数3】

$$M^{N_T-1}$$

20

【0035】

回の計算が必要なので、指数関数的複雑度を保持する。同様に、QR分解SOMLDは、それぞれのストリームが最終的次元として表され、スライシングにより見つけられるように N_T 個すべての送信ストリームにわたってループを実行する必要がある、その結果、複雑度は

【数4】

$$N_T M^{N_T-1}$$

30

【0036】

となる。対照的に、距離計算コンポーネント320は、Per-Stream List Detection (PSLD)、Lattice-Reduced Detection (LRD)、Guided-Mアルゴリズム、および/または他の適切なアルゴリズムなどの1つまたは複数の準最適なMIMOアルゴリズムを介して計算に使用される値を推定するための技術を使用することによって配置点にわたって送信ストリームに対する距離メトリックを計算することができ、これにより、可能なすべての配置点にわたってループを実行する必要はなくなる。その結果、距離計算コンポーネント320は、最適に近い距離メトリックを利用できる一方で、軟判定出力検出に対し要求される複雑度を著しく下げることができる。追加の一実施例では、距離計算コンポーネント320は、計算された距離メトリックを格納することができる距離記憶コンポーネント330と相互にやり取りすることで、信号検出コンポーネント300による距離計算および使用をさらに改善することができる。特定の実施例により、距離記憶コンポーネント330を使用して、後述のように拡張メトリック使用(EMU)を提供することができる。

40

【0037】

さらなる態様によれば、信号検出コンポーネント300は、一連の送信ストリームについて求められた距離メトリックを使用して、送信ストリーム内の個別ビットの期待値および尤度に関する軟判定出力を生成することができる軟判定出力生成器340を備えることができる。一実施例では、軟判定出力生成器340は、距離計算コンポーネント320

50

および/または距離記録コンポーネント 330 から送信ベクトル x 内のストリーム x_p に対する配置点の集合に相対的な距離メトリックを受け取ることができる。これらの距離メトリックに基づき、例えば、対数尤度比 (LLR) を使用することによって、 x_p を表すビット毎に軟判定出力値を導出することができる。一実施例において、軟判定出力生成器 340 は、

【数 5】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_p|b_k=0} d(x_p) - \min_{x_p|b_k=1} d(x_p) \right) \quad (2)$$

10

【0038】

のように x_p を表す k 番目のビット b_k に対する LLR の近似を計算することができるが、ただし、 $d(x_p)$ は、 x_p の関数としての、距離計算コンポーネント 320 および/または距離記憶コンポーネント 330 から受け取った距離メトリックであり、最小値は、それぞれ $b_k = 0$ および $b_k = 1$ である、 x_p のすべての値 (例えば、可能なすべての配置点) にわたって探索され、 σ_n^2 は、式 (1) で使用されているような加法的雑音 n の雑音分散を表す。その代わりに、軟判定出力生成器は、LLR 計算に加えて、または LLR 計算の代わりに、他の好適な軟判定技術を使用することができることは理解されるであろう。さらに、軟判定出力は、その計算後に所定の個数のビットに量子化されうる。軟判定出力が生成された後、これらは、信号検出コンポーネント 300 から出力され検出されたストリームとして提供できる。それに加えて、および/またはその代わりに、軟判定出力生成器 340 は、例えば、各軟判定出力の正負符号を決定することによって、送信ストリーム内のビット毎に硬判定出力を供給することができる。

20

【0039】

図 4 ~ 8 を参照すると、無線通信ネットワークにおける信号検出の方法が例示されている。説明を簡単にするために、方法が図に示され、一連の活動として記述されているが、方法は、活動の順序によって制限されるわけではなく、いくつかの活動は、1 つまたは複数の実施形態により、図に示され、本明細書で説明しているのと異なる順序で、および/または他の活動と同時に実行されることが理解され、認識されるであろう。例えば、当業者であれば、その代わりに方法を一連の相互に関連のある状態またはイベントとして状態図などの中に表されることが可能であることを理解し、了解するであろう。さらに、1 つまたは複数の実施形態による方法を実施するために、例示されているすべての活動が必要なわけではない。

30

【0040】

図 4 を参照すると、MIMO 通信システムにおける低複雑度近軟判定出力最尤検出 (近 SOMLD) のための方法 400 が例示されている (例えば、通信システム 200)。方法 400 は、無線通信ネットワークにおける、基地局 (例えば、AP 210)、移動端末 (例えば、AT 220)、および/または他の好適なエンティティによって実行されることが理解されるであろう。方法 400 は、ブロック 402 から開始し、前処理が MIMO システム内の送信エンティティと受信エンティティとの間の実効 MIMO チャネルを表すチャネル行列に対し (例えば、信号検出コンポーネント 300 における MIMO チャネル処理コンポーネント 310 によって) 実行される。特定の、限定しない実施例により、ブロック 402 で実行される前処理は、QR 分解を含むことができ、そこで、チャネル行列 H は、ユニタリまたは正規直交行列 Q と上三角行列 R との積 QR に分解される。その代わりに、行列 Q は、直交行列とすることもできる。しかし、QR 分解は、ブロック 402 で実行できる前処理の一例にすぎず、他の前処理および/または行列分解技術を、QR 分解に加えて、または QR 分解の代わりに実行することもできることは理解されるであろう。さらに、ブロック 402 における前処理は、オプションであり、方法 400 で実

40

50

行される必要はないことも理解されるであろう。オプションの前処理がブロック402で実行された後、方法400は、ブロック404で最初の送信ストリームについて初期化される。方法400は、ブロック406~410によって示されているように検出される各送信ストリームに対して続けることができる。一実施例では、ブロック406~410で使用される送信ストリームは、式(1)で使用されているように送信ベクトル x によって表されうる。

【0041】

一実施例では、方法400は、以下のようにブロック406~410で検出される送信ストリーム毎に続けることができる。ブロック406で、それぞれのストリームについて、配置点の集合にわたってループが実行され(例えば、信号検出コンポーネント300における距離計算コンポーネント320によって)、これにより、準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素の推定が行われる。ブロック406で推定された要素は、例えば、他の送信ストリームおよび/またはブロック408で距離メトリックを計算するために必要な他の要素とすることができる。それに加えて、配置点の集合は、方法400によって検出されるストリームを送信したMIMOシステム内のエンティティによって使用される変調シンボルの集合を表すことができる。一般的に上で説明されているように、配置点の集合に対しブロック406でストリーム毎に他の要素を推定することによって、従来のSOMLDアルゴリズムでは必要なそれぞれの送信ストリームに対する配置点の可能なすべての組み合わせにわたるループの実行が不要になる。その結果、信号検出の複雑度は、大幅に低減することができ、その一方で、最適に近い距離メトリックおよび軟判定出力の計算が可能になる。特定の、限定しない実施例により、ブロック406で使用することができる準最適なMIMOアルゴリズムとして、Per-Stream List Detection (PSLD)、Lattice-Reduced Detection (LRD)、Guided-Mアルゴリズム、ゼロ強制(ZF)、最小2乗平均誤差(MMSE)アルゴリズム、および/または他の好適なアルゴリズムが挙げられる。例示的アルゴリズムが、以下の図面および関連する説明において詳述されている。

【0042】

ブロック406でストリーム毎にループ実行が完了した後、方法400は、ブロック408に進み、そこで、現在のストリームに対する距離メトリックが、ブロック406においてループを実行する配置点に対して決定される(例えば、信号検出コンポーネント300における距離計算コンポーネント320によって)。一実施例では、距離メトリックは、ブロック402で前処理される場合も、前処理されない場合もある、送信ストリームが受信された実行MIMOチャネルを表すチャネル行列を使用することによって得られる。それに加えて、ブロック408における距離メトリックは、近似 1^1 ノルム、 1^1 ノルム、 1^2 ノルム、 1 ノルム、および/または他の好適な距離メトリックなどの距離メトリックを使用することによって決定されうる。

【0043】

ブロック408で現在のストリームに対する距離メトリックが決定された後、次いで、方法400はブロック410に進んで、さらなる送信ストリームが存在するかどうかを判定する。さらなるストリームが存在している場合、方法400は、ブロック412で次の送信ストリームに進み、前記ストリームについてブロック406~410を繰り返す。さらなる送信ストリームが存在していない場合、方法400は、(例えば、信号検出コンポーネント300における軟判定出力生成器340を介して)それぞれのストリームに対してブロック408で決定された距離メトリックに基づき軟判定出力を得ることによってブロック414で終了する。特定の、限定しない実施例により、軟判定出力は、ブロック408で計算された距離メトリックに基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットについて対数尤度比(LLR)を決定することによって414で生成されうる。しかし、軟判定出力生成のための他の技術も、ブロック414で使用できることは理解されるであろう。それに加えて、例えば、各軟判定出力の正負符号を決定することによって、硬判定出力もブロック414で生成されうることは理解されるであろう。他の実施例では、送信ストリ

10

20

30

40

50

ームに対する硬判定出力は、送信ストリームに対してブロック408で計算された距離メトリックを最小にする配置点について信号点配置逆マッピングを実行することによって生成することができる。したがって、送信ストリーム x_3 に対する硬判定出力は、ブロック408で計算された最小距離メトリック $d(x_3)$ およびその対応する値 x_3 を探索することによって決定される。決定された x_3 値に基づき、信号点配置マッピングの逆マッピングを使用して、決定された x_3 値のビットおよびブロック406でその対応する x_2 および x_1 について推定された値を得ることができる。

【0044】

図5は、Per-Stream List Detection (PSLD) アルゴリズムを使用するMIMO通信システムにおける近SOMLDのための方法500を示す。方法500は、無線通信ネットワークにおける、基地局、移動端末、および/または他の好適なエンティティによって実行される。以下の説明では、PSLDは、(例えば、AP 210における3つの送信アンテナ218からの)一連の3つの送信ストリームについて一般的に説明されている。しかし、方法500は、任意の数の送信ストリームについても同様に適用できることは理解されるであろう。さらに、以下の説明は、

【数6】

$$d = |\operatorname{Re}(y_1 - (h_{1,1} \ h_{1,2} \ h_{1,3})\mathbf{x})| + |\operatorname{Im}(y_1 - (h_{1,1} \ h_{1,2} \ h_{1,3})\mathbf{x})| + \dots \\ + |\operatorname{Re}(y_{N_r} - (h_{N_r,1} \ h_{N_r,2} \ h_{N_r,3})\mathbf{x})| + |\operatorname{Im}(y_{N_r} - (h_{N_r,1} \ h_{N_r,2} \ h_{N_r,3})\mathbf{x})| \quad (3)$$

【0045】

のように近似 l^1 ノルムが距離メトリックとして使用されているPSLDの特定の、限定しない実施例に関する。しかし、他のノルムも、距離メトリックに使用されることは理解されるであろう。

【0046】

方法500は、ブロック502から開始することができ、そこで、QR分解が実効MIMOチャネルを表すチャネル行列に対して実行され、それぞれの送信ストリームに対してQR配向(QR orientation)が生成される。一実施例では、QR分解は、Hの各行が1回だけ置換されて最後の行となるように、式(1)において使用されているチャネル行列Hの3つの置換に対してブロック502で実行される。次いで、QR分解がそれぞれの置換に対して実行され、3つのQR「配向」を得ることができる。図5における以下のブロックの説明は、一般的に、それぞれの送信ストリームについてQR配向に基づき軟判定出力を計算することに関するものであるが、ブロック502におけるQR分解は、オプションであり、方法500の一部として実行される必要はないこと、また方法500は、以下の説明と同様にして非分解チャネル行列に対しても実行できることは理解されるであろう。

【0047】

方法500は、次に、ブロック504に進み、そこで、PSLDに基づく準最適なMIMOアルゴリズムを使用する距離計算に必要な他の要素を推定するために、それぞれの送信ストリームについて、配置点の集合にわたってループが実行される。特定の、限定しない実施例により、ゼロ強制(ZF)、逐次干渉計算(Successive Interference Calculation)を伴うZF、最小2乗平均誤差(MMSE)推定、および/または他の好適な準最適なMIMOアルゴリズムを使用することによって推定を実行することができる。以下は、逐次干渉除去を伴うZFの特定の実施例に関するものであるが、ブロック504において任意の準最適なMIMOアルゴリズムを同様に使用できることは理解されるであろうし、またそのようなすべてのアルゴリズムは、本明細書に付属する請求項の範囲内に収まることを意図されていることもさらに理解されるであろう。

【0048】

受信されたMIMOベクトル y 毎に、ブロック502で生成されるような3つのQR配

10

20

30

40

50

向は、本明細書ではそれぞれ x_3 、 x_2 、および x_1 と表されている、すべての送信ストリームにわたってループを実行するために使用されうる。簡単のため、以下の説明では、 $H_{\text{permuted}} = H = QR$ として、第1の配向についてブロック504で実行される活動のみを述べ、また送信ストリーム x_3 に対する配置点の集合にわたって実行するループのみを説明する。しかし、ブロック504の説明される活動は、他の送信ストリームについても同様に実行されうることは理解されるであろう。

【0049】

一実施例では、送信ストリーム x_3 に対するブロック504における推定は、次のように進行することができる。配置点にわたってループを実行するのに先立って、式 $y' = Q(1:N_R, 1:N_T)^H y$ を使用して中間ベクトル y' が決定されうるが、ただし、 $Q(1:N_R, 1:N_T)$ は、添え字を1から N_R まで、1から N_T までとする Q における要素の集合を表す。中間ベクトル y' から、式 $y'' = y' - R(1:3, 3)x_3$ を使用して、配置点の集合にわたってループを送信ストリーム x_3 に対し実行し x_3 のそれぞれの可能な値について第2の中間ベクトル y'' を決定することができる。それぞれの配置点について決定された中間ベクトル y'' に基づき、式 $x_2 = \text{Slice}(y''_2 / r_{22})$ を使用することによって、対応する送信ストリーム x_2 が推定されうるが、ただし、 y''_2 は y'' の第2の要素であり、 $\text{Slice}()$ は、最近配置点へのスライシング演算であり、 r_{22} は R の要素 $(2, 2)$ である。次いで、 x_2 を求めることによって、ブロック506で使用できる $y''_2 - r_{22}x_2$ の l^1 ノルム近似である、 $|\text{Re}(y''_2 - r_{22}x_2)| + |\text{Im}(y''_2 - r_{22}x_2)|$ を決定することができる。これに基づき、式 $y'''_1 = y''_1 - r_{12}x_2$ を使用して第3の中間値 y'''_1 を計算することができ、またこの式から、式 $x_1 = \text{Slice}(y'''_1 / r_{11})$ を使用して送信ストリーム x_1 を推定することができる。 x_1 の推定値から、ブロック506で使用できる $y'''_1 - r_{11}x_1$ の l^1 ノルム近似である、 $|\text{Re}(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |\text{Im}(y'''_1 - r_{11}x_1)|$ を決定することができる。

【0050】

ブロック504で推定が実行された後、方法500は、ブロック506に進むことができ、そこで、配置点にわたって距離メトリックが送信ストリームについて決定される。ブロック504および506は、方法500において2つの別々の活動として示されているが、ブロック504および506において説明されている活動は、一緒に実行することができ、例えば、距離メトリックは、ブロック504においてそれぞれの配置点についてループが実行された後、ブロック506で計算することができるか、またはその代わりに、ブロック506における距離メトリックを、ブロック504でループが実行されるそれぞれのストリームについて計算することができる。特定の、限定しない実施例により、ブロック506における距離メトリック計算は、次のように実行できる。最初に、送信ストリーム x_3 について、距離メトリックを、

【数7】

$$d(x_3) = |\text{Re}(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |\text{Im}(y'''_1 - r_{11}x_1)| \\ + |\text{Re}(y''_2 - r_{22}x_2)| + |\text{Im}(y''_2 - r_{22}x_2)| \quad (4) \\ + |\text{Re}(y'_3)| + |\text{Im}(y'_3)|$$

【0051】

のように式(3)によって与えられる近似 l^1 ノルムを使用して送信ストリーム x_3 に対する可能な各配置点について計算することができる。次いで、ブロック504および506で、送信ストリーム x_2 および x_1 について類似のループおよび距離メトリックの計算を実行して、それぞれの送信ストリーム内の可能な配置点毎に距離メトリックを求めるこ

とができる。

【 0 0 5 2 】

送信ストリームに対する距離メトリックが、ブロック 5 0 6 で計算された後、方法 5 0 0 は、ブロック 5 0 6 で決定された距離メトリックの少なくとも一部に基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットについて対数尤度比 (L L R) を計算することにより軟判定出力を取得することによってブロック 5 0 8 で終わることができる。特定の実施例により、

【 数 8 】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_i|b_k=0} d(x_i) - \min_{x_i|b_k=1} d(x_i) \right) \quad (5)$$

10

【 0 0 5 3 】

のように式 (2) によって与えられる L L R 式を使用して送信ストリーム x_1 内の k 番目のビット b_k について L L R を決定することができる。それに加えて、 x 中の他の送信ストリームに対する L L R は、式 (2) および (5) で与えられる式と同様の L L R 式を使用して計算できる。

20

【 0 0 5 4 】

図 6 は、L a t t i c e - R e d u c e d D e t e c t i o n (L R D) アルゴリズムを使用する M I M O 通信システムにおける近 S O M L D のための方法 6 0 0 を示す。方法 6 0 0 は、無線通信ネットワークにおける、基地局、移動端末、および / または他の好適なエンティティによって実行されうる。以下の説明では、L R D は、(例えば、A P 2 1 0 における 3 つの送信アンテナ 2 1 8 からの) 一連の 3 つの送信ストリームについて一般的に説明されている。しかし、方法 6 0 0 は、任意の数の送信ストリームについても同様に適用できることは理解されるであろう。

【 0 0 5 5 】

方法 6 0 0 は、ブロック 6 0 2 から開始することができ、そこで、Q R 分解が実効 M I M O チャネルを表すチャネル行列に対して実行され、それぞれの送信ストリームに対して Q R 配向が生成される。一実施例では、Q R 分解は、H の各行が 1 回だけ置換されて最後の行となるように、式 (1) において使用されているチャネル行列 H の 3 つの置換に対してブロック 6 0 2 で実行されうる。次いで、Q R 分解がそれぞれの置換に対して実行され、3 つの Q R 「配向」を得ることができる。図 6 における以下のブロックの説明は、一般的に、それぞれの送信ストリームについて Q R 配向に基づき軟判定出力を計算することに関するものであるが、ブロック 6 0 2 における Q R 分解は、オプションであり、方法 6 0 0 の一部として実行される必要はないこと、また方法 6 0 0 は、以下の説明と同様にして非分解チャネル行列に対しても実行できることは理解されるであろう。

30

【 0 0 5 6 】

方法 6 0 0 は、次に、ブロック 6 0 4 に進み、そこで、スケーリングおよび / またはシフト計数が受信ベクトルに適用され、受信ベクトル中のそれぞれの要素が複素整数に変換される。これは、例えば、ブロック 6 0 6 で格子基底縮小 (L B R) を行いやすくするために実行されうる。一実施例では、ブロック 6 0 4 で使用される受信ベクトルは、受信機および / または他の好適なコンポーネントの集合から得ることができる、式 (1) で使用されるような受信ベクトル y とすることができる。一態様によれば、方法 6 0 0 で実行される L R D は、L B R に基づく。L B R の下で、行列 P は、P と P^{-1} の両方が複素整数要素のみからなり、また H' をもう 1 つの基底として、 $H' = H P$ がより高い直交性を有するように決定される。したがって、基底 H における x によって表される点 y は、基底 H' において $z = P^{-1} x$ によって表すことができ、これは、式 $y = H x = (H P) (P$

40

50

$P^{-1}x$) = $H^{-1}z$ を使用することによって表すことができる。さらに、 x が複素整数配置点を有するベクトルである場合、 P^{-1} が複素整数要素を有するので、ブロック 608 で要素推定に「 z 領域」における単純な丸めを使用することができる。

【0057】

したがって、スケーリングおよびシフトをブロック 604 で y に対し実行して、MIMO システムモデルを LBR および LRD に使用されうる複素整数表現に変換することができる。一実施例では、ベクトル y に対し以下のようにスケーリングおよびシフトを実行して、スケーリングされ、シフトされたバージョンである y_{s+s}

【数9】

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n} \\ \mathbf{y}_{s+s} &= c_{scale}\mathbf{y} + \mathbf{H}\mathbf{c}_{shift} \\ \mathbf{y}_{s+s} &= \mathbf{H}(c_{scale}\mathbf{x} + \mathbf{c}_{shift}) + c_{scale}\mathbf{n} \\ \mathbf{y}_{s+s} &= \mathbf{H}\mathbf{s} + \mathbf{n}' \end{aligned} \quad (6)$$

10

【0058】

を得ることができるが、ただし、

【数10】

$$c_{scale} = 0.5\sqrt{((M-1)/1.5)}$$

20

【0059】

で M は、検出されるストリームの伝送に使用される信号点配置のサイズであり（例えば、符号化コンポーネント 214 によって使用される $M-QAM$ 変調方式のサイズ）、 c_{shift} は、すべての要素が $-0.5 - 0.5j$ に等しい N_T 次元ベクトルである。特定の一実施例では、 x は、伝送に使用される変調方式における配置点のみからなり、その結果 s はその複素整数表現である。

30

【0060】

上記から、式 (6) の 2 行目をブロック 604 に適用して、受信ベクトルをブロック 606 で実行される LBR に適した形式に変換することができる。さらに、式 (6) によって与えられる変換の結果、準最適な MIMO 検出技術の性能が改善されうる。例えば、「単純」ゼロ強制 (ZF) MIMO 検出が、

【数11】

$$\begin{aligned} (\mathbf{HP})^{-1}\mathbf{y}_{s+s} &= (\mathbf{HP})^{-1}\mathbf{HPP}^{-1}\mathbf{s} + \mathbf{n}' \\ &= \mathbf{P}^{-1}\mathbf{s} + (\mathbf{HP})^{-1}\mathbf{n}' \end{aligned} \quad (7)$$

40

【0061】

のように y_{s+s} に $(\mathbf{HP})^{-1}$ を掛けることによって適用される。HP は、 H より直交性が高く、またその結果、 $(\mathbf{HP})^{-1}\mathbf{n}'$ は「プレーン」ZF における $H^{-1}\mathbf{n}$ と同程度の雑音増強を引き起こさない。式 (7) を使用することによって改善された性能が得られる。さらに、 $\mathbf{P}^{-1}\mathbf{s}$ は、複素整数値で構成されうるため、 z に関するスライシング演算は、単純丸め演算を使用して実行されうる。 z および s の推定値は、

50

【数 1 2】

$$\begin{aligned} \mathbf{z}_{est} &= \text{round}(\mathbf{P}^{-1}\mathbf{s} + (\mathbf{HP})^{-1}\mathbf{n}') \\ \mathbf{s}_{est} &= \mathbf{P}\mathbf{z}_{est} \end{aligned} \quad (8)$$

【0062】

のように求めることができる。

10

【0063】

当業者であれば理解するように、 z に関する信号点配置境界を考慮することが困難な場合がある。その結果、 s または x に対する推定値は、 s または x に関する信号点配置境界の外にくる可能性がある。したがって、信号点配置境界内にある配置点を得るために硬判定出力復号化に、余分なスライシングステップが必要になる。しかし、余分なスライシングステップは、例えば、式 $\mathbf{s}_{est} = \mathbf{P}\mathbf{z}_{est}$ を使用することによって、 s に関して検出を実行する性能および複雑度が改善されるので、軟判定出力復号化に常に必要というわけではないことは理解されるであろう。次いで、これに基づいて、ユークリッド距離メトリックは、

【数 1 3】

20

$$\begin{aligned} d^2 &= \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{x}_{est}\|^2 \\ &\approx \frac{1}{c_{scale}^2} \|\mathbf{y}_{s+s} - \mathbf{H}\mathbf{s}_{est}\|^2 \\ &= \frac{1}{c_{scale}^2} \|\mathbf{y}_{s+s} - \mathbf{HP}\mathbf{z}_{est}\|^2 \end{aligned} \quad (9)$$

30

【0064】

となる。

【0065】

スケーリングおよびシフトがブロック604で実行された後、方法600は、ブロック606に進むことができ、そこで、MRDに基づく準最適なMIMOアルゴリズムを使用する距離計算に必要な他の要素を推定するために、それぞれの送信ストリームについて、配置点の集合にわたってループが実行される。一実施例では、ブロック606で空間ストリーム毎にその空間ストリームの可能な配置点にわたってループが実行され、他の2つの空間ストリームを推定するために、LBRが使用される。以下の説明は、QR分解を使用して分解されたチャネル行列に対しLBRを実行することに関するものであるが、非分解チャネル行列または他の分解技術を使用して分解されたチャネル行列に対しLBRを実行するために類似の技術を利用できることは理解されるであろう。さらに、以下の説明では、一般的に、一連の3つの送信ストリームに関するものであるが、任意の数の送信ストリームを検出するために、同様の技術を利用することができることも理解されるであろう。

40

【0066】

特定の一実施例では、第1のQR配向を $\mathbf{H} = [\mathbf{h}_1 \quad \mathbf{h}_2 \quad \mathbf{h}_3]$ の正規順序に適用し、ブロック606で送信ストリーム x_3 の可能なすべての値（例えば、可能なすべての配置点）に対してループを実行することができる。次いで、第1のQR配向について、 $\mathbf{H}_{permuted} = \mathbf{H} = \mathbf{Q}\mathbf{R}$ とした場合、 \mathbf{R} の最初の2つの行にLBRを実行して、修正された \mathbf{Q} および \mathbf{R} を取得することができる、これを \mathbf{Q}_{LBR} および \mathbf{R}_{LBR} と表すことができ、こ

50

れにより $Q L R (1 : N_r, 1 : N_t) R_{L R} (1 : N_t, 1 : N_t) = H_{p e r m u t e d} P'$ となるが、ただし、 P' は、
【数 1 4】

$$P' = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 \\ p_{21} & p_{22} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{P} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{1 \times 2} & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

【0067】
の構造を有する。

【0068】

ブロック 606 で x_3 のすべての値についてループが実行されるため、LBRにより $H_{p e r m u t e d}$ の最後の列に影響を及ぼす必要はないことは理解されるであろう。

【0069】

他の特定の実施例では、 $R (1 : N_T - 1, 1 : N_T)$ 上の（例えば、 $R (1 : 2, 1 : 3)$ 上の）LBRは、以下の表 1 の擬似コードで詳しく説明されている。

【表 1】

```

(初期化)
k = 2
Q'_{LR} = Q(1:Nr, 1:Nt-1)
R'_{LR} = R(1:Nt-1, 1:Nt)
(Pは、2次元恒等行列である)
P = I_{Nt-1}

(実際のLBR)
while k <= Nt-1
for ii = k-1:-1:1
mu = round(R'_{LR}(ii, k) / R'_{LR}(ii, ii))
if mu ~= 0
R'_{LR}(1:ii, k) = R'_{LR}(1:ii, k) - mu * R'_{LR}(1:ii, ii)
P(:, k) = P(:, k) - mu * P(:, ii)
end
end
delta = 0.75
if delta * R'_{LR}(k-1, k-1)^2 > R'_{LR}(k, k)^2 + abs(R'_{LR}(k-1, k))^2
(R'_{LR}およびPの列をスワップする)
r_temp = R'_{LR}(:, k)
R'_{LR}(:, k) = R'_{LR}(:, k-1)
R'_{LR}(:, k-1) = r_temp
p_temp = P(:, k)
P(:, k) = P(:, k-1)
P(:, k-1) = p_temp
(Rがその上三角構造を維持することを確認する)
alpha = R'_{LR}(k-1, k-1)/norm(R'_{LR}(k-1:k, k-1))
beta = R'_{LR}(k, k-1)/norm(R'_{LR}(k-1:k, k-1))
G = [-alpha beta; -beta -conj(alpha)]
R'_{LR}(k-1:k, k-1:Nt) = G^H * R'_{LR}(k-1:k, k-1:Nt)
Q'_{LR}(:, k-1:k) = Q'_{LR}(:, k-1:k) * G
k = max(k-1, 2)
else
k = k+1
end
end
Q_{LR}(1:Nr, 1:Nt-1) = Q_{LR}'
R_{LR}(1:Nt-1, 1:Nt) = R_{LR}'
(Q_{LR}の3番目の列はQの3番目の列に等しい)
Q_{LR}(1:Nr, Nt) = Q(1:Nr, Nt)
(R_{LR}の3番目の行はRの3番目の行に等しい)
R_{LR}(Nt, 1:Nt) = R(Nt, 1:Nt)

```

10

20

30

表1:R(1:N_T-1, 1:N_T)上のLBRの擬似コード

40

【 0 0 7 0 】

表1の擬似コードが示しているように、変数 μ で表される回数だけ、検査が実行され、Rのターゲット列を他の列から差し引くことができる。次に、最も大きなべき乗を持つ列が一番右の列(つまり、 $(N_T - 1)$ 番目の列)かどうか判定される。最も大きなべき乗を持つ列が、一番右の列でない場合、一番右の列と最も大きなべき乗を持つ列とがスワップされる。次いで、列をスワップした後、回転行列を適用して、Rの上三角構造を維

50

持することができる。

【0071】

一実施例では、上述のLBR演算を使用することによって、ブロック606で実行されるループは以下のように進行することができる。以下の説明は、第3の送信ストリーム x_3 に対するループに関するものであるが、ループは、他の送信ストリームについてもブロック606で同様に実行されうことは理解されるであろう。最初に、

【数15】

$$\mathbf{y}_{s+s} = \mathbf{c}_{scale} \mathbf{y} + \mathbf{H}_{permuted} \mathbf{c}_{shift} \quad (11)$$

10

【0072】

で表すことができる、ブロック604で求められたスケーリングされ、シフトされた受信ベクトル y_{s+s} に基づき、式 $y' = Q_{LR}(1:N_r, 1:N_t)^H y_{s+s}$ を使用することによって、中間ベクトル y' を決定することができる。ベクトル y' に基づき、式 $y'' = y' - R_{LR}(1:3, 3) z_3$ を使用して、可能な配置点の集合にわたってループを送信ストリーム x_3 に対し実行し x_3 のそれぞれの可能な値について第2の中間ベクトル y'' を決定することができるが、ただし、 $R_{LR}(1:3, 3)$ は、 R_{LR} の3番目の列の最初の3つの要素であり、 $z_3 = c_{scale} x_3 + c_{shift}$ であり、また c_{shift} は、 c_{shift} の1つの要素である。一実施例では、 z_3 の各値は、ブロック606でループ実行に先立って事前計算されう。それぞれの配置点について決定された中間ベクトル y'' に基づき、式 $z_2 = \text{round}(y''_2 / r_{LR,22})$ を使用することによって、 z_2 に対する対応する値が推定されうが、ただし、 y''_2 は y'' の第2の要素であり、 $\text{round}()$ は、最近複素整数への丸め演算であり、 $r_{LR,22}$ は R_{LR} の要素(2,2)である。次いで、 z_2 を求めることによって、 $y''' = y'' - r_{LR,22} z_2$ の l^1 ノルム近似である、 $| \text{Re}(y'''_2 - r_{LR,22} z_2) | + | \text{Im}(y'''_2 - r_{LR,22} z_2) |$ を決定することができる。これに基づき、式 $y''''_1 = y'''_1 - r_{LR,12} z_2$ を使用して第3の中間値 y''''_1 を計算することができるが、またこの式から、式 $z_1 = \text{round}(y''''_1 / r_{LR,11})$ を使用して z_1 に対する対応する値を推定することができる。 x_1 の推定値から、ブロック606で使用できる $y''''_1 - r_{LR,11} z_1$ の l^1 ノルム近似である、 $| \text{Re}(y''''_1 - r_{LR,11} z_1) | + | \text{Im}(y''''_1 - r_{LR,11} z_1) |$ を決定することができる。

20

30

【0073】

次いで、これらの計算に基づき、送信ストリーム x_3 について、距離メトリックを、

【数16】

$$d(x_3) = | \text{Re}(y'''_1 - r_{LR,11} z_1) | + | \text{Im}(y'''_1 - r_{LR,11} z_1) | + | \text{Re}(y''_2 - r_{LR,22} z_2) | + | \text{Im}(y''_2 - r_{LR,22} z_2) | + | \text{Re}(y''_3) | + | \text{Im}(y''_3) | \quad (12)$$

40

【0074】

のように式(3)によって与えられる近似 l^1 ノルムを使用して x_3 に対する可能なそれぞれの値(例えば、可能なそれぞれの配置点)について計算することができる。次いで、ブロック606で類似のループおよび距離メトリック計算を実行して、それぞれの送信ストリームについて距離メトリックを求めることができる。

【0075】

送信ストリームに対する距離メトリックが、ブロック606で計算された後、方法600は、ブロック608で決定された距離メトリックの少なくとも一部に基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットについて対数尤度比(LLR)を計算することにより軟判定

50

出力を取得することによってブロック608で終わることができる。特定の実施例により

【数17】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_1|b_k=0} d(x_1) - \min_{x_1|b_k=1} d(x_1) \right) \quad (13)$$

【0076】

のように式(2)によって与えられるLLR式を使用して送信ストリーム x_1 内の k 番目のビット b_k についてLLRを決定することができる。それに加えて、 x 中の他の送信ストリームに対するLLRは、式(2)および(13)で与えられる式と同様のLLR式を使用して計算できる。

10

【0077】

次に図7を参照すると、Guided-Mアルゴリズムを使用するMIMO通信システムにおける近SOMLDのための方法700が示されている。方法700は、例えば、無線通信ネットワークにおける、アクセスポイント、アクセス端末、および/または他の好適なエンティティによって実行される。以下の説明では、方法700は、(例えば、AP 210における3つの送信アンテナ218からの)一連の3つの送信ストリームについて一般的に説明されている。しかし、方法700は、任意の数の送信ストリームについても同様に適用できることは理解されるであろう。

20

【0078】

方法700は、ブロック702から開始することができ、そこで、QR分解が実効MIMOチャネルを表すチャネル行列に対して実行され、それぞれの送信ストリームに対してQR配向が生成される。一実施例では、QR分解は、Hの各行が1回だけ置換されて最後の行となるように、式(1)において使用されているチャネル行列Hの3つの置換に対してブロック702で実行される。次いで、QR分解がそれぞれの置換に対して実行され、3つのQR「配向」を得ることができる。図7における以下のブロックの説明は、一般的に、それぞれの送信ストリームについてQR配向に基づき軟判定出力を計算することに関するものであるが、ブロック702におけるQR分解は、オプションであり、方法700の一部として実行される必要はないこと、また方法700は、以下の説明と同様にして非分解チャネル行列に対しても実行できることは理解されるであろう。

30

【0079】

方法700は、次に、ブロック704に進み、そこで、準最適なMIMOGuided-Mアルゴリズムを使用する距離計算に必要な他の要素に対する所定の数の候補推定値を得るために、それぞれの送信ストリームについて、配置点の集合にわたってループが実行される。当業者であれば理解できるように、完全 3×3 SOMLDは、指数関数的に増大する計算複雑度を持つ。例えば、64-QAM信号点配置に対する完全 3×3 SOMLDは、 $64 * 64$ の可能性にわたる探索を行うことが従来では必要である。言い換えると、 x_3 のすべての可能性にわたって外側ループが実行された場合、 x_3 のすべての可能性について x_2 のすべての可能性にわたる内側ループが実行される必要があり、そこからスライシングを実行して x_1 を得ることができる。対照的に、ブロック704でGuided-Mアルゴリズムを使用する場合、誘導されるという意味で第2の次元におけるM個の点のみにわたって探索を実行することによって、必要な複雑度が低減される。

40

【0080】

特定の、限定しない実施例により、ブロック704で実行されるループは、次のように進行できる。以下の説明は、一般的に、QR分解を(例えば、ブロック702で)使用して分解されたチャネル行列に対して実行できるGuided-Mアルゴリズムに関するものであり、これは、本明細書ではQRGuided-Mアルゴリズム(QRGM)と称す

50

る。しかし、非分解チャネル行列および/または他の分解技術を使用して分解されたチャネル行列についてもブロック704におけるループが同様に実行されうことは理解されるであろう。

【0081】

最初に、配置点にわたってループを実行するのに先立って、式 $y' = Q(1:N_R, 1:N_T)^H y$ を使用して中間ベクトル y' が決定されうが、ただし、 $Q(1:N_R, 1:N_T)$ は、添え字を1から N_R まで、1から N_T までとする Q における要素の集合を表す。中間ベクトル y' から、式 $y'' = y' - R(1:3, 3)x_3$ を使用して、配置点の集合にわたってループを送信ストリーム x_3 に対し実行し x_3 のそれぞれの可能な値について第2の中間ベクトル y'' を決定することができる。それぞれの配置点について決定された中間ベクトル y'' に基づき、式 $x_{2,est} = \text{Slice}(y''_2 / r_{22})$ を使用することによって、対応する送信ストリーム x_2 に対する初期候補推定値が推定されうが、ただし、 y''_2 は y'' の第2の要素であり、 $\text{Slice}()$ は、最近配置点へのスライシング演算であり、 r_{22} は R の要素 $(2, 2)$ である。次いで、 x_2 を求めることによって、 $y''_2 - r_{22}x_2$ の l^1 ノルム近似である、 $|\text{Re}(y''_2 - r_{22}x_2)| + |\text{Im}(y''_2 - r_{22}x_2)|$ を決定することができる。

10

【0082】

初期候補推定値 $x_{2,est}$ が決定された後、 $x_{2,est}$ を囲む4つの配置点の部分距離メトリックが決定されう。一実施例では、部分距離メトリックは、 $x_{2,est}$ が $\{-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\} + j * \{-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\}$ として表すことができるグリッド上にあるようにベクトル y' がスケールされると仮定することによって決定できる。この表現に基づき、4つの周囲点を $x_{2,est} + [2, 2j, -2, -2j]$ として選択できる。一実施例では、追加の検査を実行して、周囲点が信号点配置境界の外に出ないことを確認する。周囲点が得られた後、部分的距離メトリックが、中間値 $y''_2 - r_{22}x_{2,est}$ をとり、 $-r_{22}[2, 2j, -2, -2j]$ を加えて、次いで、4つの各 l^1 ノルム近似を決定することによって求めることができる。

20

【0083】

第3の中間値 y'''_1 は、点毎に式 $y'''_1 = y''_1 - r_{12}x_2$ を使用することによって $x_{2,est}$ およびその4つの周囲点について計算することができる。これらの式から、式 $x_1 = \text{Slice}(y'''_1 / r_{11})$ を使用して、送信ストリーム x_1 に対する対応する候補推定値を推定することができる。 x_1 の推定値から、それぞれの推定値に対する $y'''_1 - r_{11}x_1$ の l^1 ノルム近似である、 $|\text{Re}(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |\text{Im}(y'''_1 - r_{11}x_1)|$ を決定することができる。次いで、候補推定値のそれぞれの集合について、

30

【数18】

$$d(x_2, x_3) = |\text{Re}(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |\text{Im}(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |\text{Re}(y''_2 - r_{22}x_2)| + |\text{Im}(y''_2 - r_{22}x_2)| + |\text{Re}(y''_3)| + |\text{Im}(y''_3)| \quad (14)$$

40

【0084】

を使用して、中間距離メトリックを決定することができる。次いで、 x_2 の5つの初期候補推定値に対応する式(14)を使用して計算される距離メトリックから、最小距離メトリックを持つ推定値を新しい推定値としてとり、これを x_{2,new_est} と表すことができ、またこの新しい推定値の周りの3つの新しい点を考察することができる。例えば、 $x_{2,new_est} = x_{2,est} + 2$ である場合、新しい点は、 $x_{2,new_est} + [2, 2j, -2, -2j]$ によって決定されう。結果として $x_{2,est}$ となり、これはすでに最小距離メトリックを与えないものとして判定されているため、 $x_{2,new_est} - 2$ は使用されないことに留意されたい。次いで、さらなる検査を実行して、新

50

しい点が信号点配置境界の外に出ないことを確認することができる。新しい点の選択および検査の後、 x_1 および3つの新しい点の距離メトリックに対する対応する推定値を、 $x_{2, \text{est}}$ の周りの点に関して上記説明と同様の方法で求めることができる。 $x_{2, \text{new_est}} = x_{2, \text{est}}$ となる場合、ブロック704が終了するか、または $[2 + 2j, -2 + 2j, -2 - 2j, 2 - 2j]$ などのその集合からの $x_{2, \text{est}}$ の周りの他の4つの点を考察することができる。距離メトリックが決定された後、 $x_{2, \text{new_est}}$ は、点 $x_{2, \text{new_est}}$ およびその周囲点に対応する距離メトリックの最小値を有する点を反映するように更新することができる。次いで、上記の計算を、新しい $x_{2, \text{new_est}}$ およびその周囲点について繰り返すことができる。

【0085】

10

一実施例では、ブロック704は、 x_2 に対するM個の候補点が考察されるまで続く。この条件が満たされると、方法700はブロック706に続き、そこで、最小距離メトリックが決定された x_2 および x_1 の候補値が選択される。次いで、ブロック706で類似のループおよび距離メトリック計算を実行して、それぞれの送信ストリームについて最小距離メトリックを求めることができる。その代わりに、傾きを導き、その傾きを使用して最小距離を持つ x_2 の候補値を決定することによって、ブロック704の計算を実行することができる。そのような実施例では、 $M = 8$ としたQRGMと同様の性能を達成するために、傾きを計算する複雑さが加わるのと引き替えに、 x_2 に対する4つの点のみを評価すればよい。

【0086】

20

最小距離メトリックをブロック706で選択した後、方法700は、ブロック706で決定された最小距離メトリックの少なくとも一部に基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットについて対数尤度比(LLR)を計算することにより軟判定出力を取得することによってブロック708で終わる。特定の実施例により、

【数19】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_1|b_k=0} d(x_1) - \min_{x_1|b_k=1} d(x_1) \right) \quad (15)$$

30

【0087】

のように式(2)によって与えられるLLR式を使用して送信ストリーム x_1 内のk番目のビット b_k についてLLRを決定することができる。それに加えて、 x 中の他の送信ストリームに対するLLRは、式(2)および(15)で与えられる式と同様のLLR式を使用して計算できる。

【0088】

図8は、拡張メトリック使用(EMU)を伴うMIMO通信システムにおける低複雑度軟判定出力検出のための方法800を示している。方法800は、例えば、無線通信ネットワークにおける、アクセスポイント、アクセス端末、および/または他の好適なエンティティによって実行されうる。以下の説明では、方法800は、(例えば、AP 210における3つの送信アンテナ218からの)一連の3つの送信ストリームについて一般的に説明されている。しかし、方法800は、任意の数の送信ストリームについても同様に適用できることは理解されるであろう。EMUの背景となる一般的な考え方は、計算された距離メトリックをより効果的に使用するというものである。例えば、与えられた x_3 について求められた距離メトリックは、実際には、その x_3 に対する推定された x_1 および x_2 にも適用されることがわかる。たまたま、対応する x_2 に対する距離メトリックは、 x_2 に対するループを実行されるときに思ったほどよくないことがある。これは、例えば、 x_2 を受信する際に使用されるチャネル行列Hの列2にフェージングが生じる場合に発生しうる。したがって、 x_3 ループで推定された x_2 値に対する x_3 ループにおいて導か

40

50

れた距離メトリックを再利用することによって、ある種の距離メトリックダイバーシティ次数を得ることができる。

【0089】

以下の説明は、一般的に、PSLD（例えば、方法500によって実装されるPSLDアルゴリズム）とともに使用されるEMUに関する。しかし、EMUは、他の好適な近SOMLDアルゴリズムでも使用されうことは理解されるであろう。方法800は、ブロック802から始まり、そこで、初期距離メトリックは、一連の送信ストリームに対する各配列に配置点の集合について格納される。一実施例では、それぞれの受信されたMIMOベクトル y について、距離メトリック格納配列は、距離メトリック格納配列 $d_{store}(x_1)$ 、 $d_{store}(x_2)$ 、および $d_{store}(x_3)$ を、それぞれ、すべての x_1 、 x_2 、および x_3 について、所定の値MaxValなどの高い値に設定することによって初期化できる。

10

【0090】

次いで、方法800は、ブロック804で第1の送信ストリームについて初期化され、その後、ブロック806～810においてループが実行されう。ブロック806で、配置点の集合にわたって現在考察されているストリームに対しループを実行して、距離計算に必要な他の要素を推定し、各推定要素について距離メトリックを決定することができる。特定の、限定しない実施例により、ブロック806において以下のように送信ストリーム x_3 に対するループを実行できる。

【0091】

複数の配置点にわたってループを実行するのに先立って、式 $y' = Q(1:N_R, 1:N_T)^H y$ を使用することによって中間ベクトル y' が決定されう。中間ベクトル y' から、式 $y'' = y' - R(1:3, 3)x_3$ を使用して、配置点の集合にわたってループを送信ストリーム x_3 に対し実行し x_3 のそれぞれの可能な値について第2の中間ベクトル y'' を決定することができる。それぞれの配置点について決定された中間ベクトル y'' に基づき、式 $x_2 = SliceAndIndex(y''_2 / r_{22})$ を使用することによって、対応する送信ストリーム x_2 が推定されうが、ただし、 y''_2 は y' の第2の要素であり、 $SliceAndIndex()$ は、ブロック808で使用するための配置点の添え字も返す最近配置点へのスライシング演算であり、 r_{22} は R の要素 $(2, 2)$ である。次いで、 x_2 を求めることによって、 $y''_2 - r_{22}x_2$ の l^1 ノルム近似である、 $|Re(y''_2 - r_{22}x_2)| + |Im(y''_2 - r_{22}x_2)|$ を決定することができる。これに基づき、式 $y''' = y'' - r_{12}x_2$ を使用して第3の中間値 y''' を計算することができ、またこの式から、式 $x_1 = SliceAndIndex(y'''_1 / r_{11})$ を使用して送信ストリーム x_1 を推定することができる。 x_1 の推定値から、ブロック506で使用できる $y'''_1 - r_{11}x_1$ の l^1 ノルム近似である、 $|Re(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |Im(y'''_1 - r_{11}x_1)|$ を決定することができる。次いで、距離メトリックを、

20

30

【数20】

$$d(x_1, x_2, x_3) = |Re(y'''_1 - r_{11}x_1)| + |Im(y'''_1 - r_{11}x_1)| \\ + |Re(y''_2 - r_{22}x_2)| + |Im(y''_2 - r_{22}x_2)| \quad (16) \\ + |Re(y'''_3)| + |Im(y'''_3)|$$

40

【0092】

のように式(3)によって与えられる近似 l^1 ノルムを使用して、 x_3 の可能な配置点ならびに x_1 および x_2 のそれらの対応する推定値について計算することができる。

【0093】

距離メトリックが、ブロック806で決定された後、方法800はブロック808に進

50

むことができ、そこで、現在のストリームおよび推定された他の要素について決定された各配置点に対する距離メトリックが、現在のストリームおよび推定された他の要素に対するより高い格納されている距離メトリックの代わりに格納される。より具体的には、与えられた送信ストリーム x_3 、ならびに x_1 および x_2 に対する対応する推定値について、格納されている距離メトリック $d_{store}()$ は、

【数 2 1】

$$\begin{aligned} d_{store}(x_1) &= \min(d_{store}(x_1), d(x_1, x_2, x_3)) \\ d_{store}(x_2) &= \min(d_{store}(x_2), d(x_1, x_2, x_3)) \\ d_{store}(x_3) &= \min(d_{store}(x_3), d(x_1, x_2, x_3)) \end{aligned} \quad (17)$$

10

【0094】

のように更新することができる。

【0095】

ブロック 808 で現在のストリームに対する距離メトリックが決定された後、次いで、方法 800 はブロック 810 に進んで、さらなる送信ストリームが存在するかどうかを判定する。さらなるストリームが存在している場合、方法 800 は、ブロック 812 で次の送信ストリームに進み、前記ストリームについてブロック 806 ~ 810 を繰り返す。さらなる送信ストリームが存在していない場合、方法 800 は、格納されている距離メトリックの少なくとも一部に基づいて軟判定出力を得ることによってブロック 814 で終わる。特定の、限定しない実施例により、軟判定出力は、送信ストリーム内のそれぞれのビットについて対数尤度比 (LLR) を計算することによって 814 で生成されうる。例えば、

20

【数 2 2】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_1|b_k=0} d_{store}(x_1) - \min_{x_1|b_k=1} d_{store}(x_1) \right) \quad (18)$$

30

【0096】

のように格納されている距離メトリックについて式 (2) によって与えられる LLR 式を使用して、送信ストリーム x_1 内の k 番目のビット b_k について LLR を決定することができる。

【0097】

その代わりに、ブロック 808 で実行される最小値探索 $d_{store}(x_1) = \min(d_{store}(x_1), d(x_1, x_2, x_3))$ などは、上述の LLR 計算と組み合わせることができる。そのような一実施例において、最小値探索 $d_{store}(x_1) = \min(d_{store}(x_1), d(x_1, x_2, x_3))$ などは、ブロック 808 で実行されず、代わりに、空間ストリームの各組み合わせ毎に、それぞれの距離メトリック $d(x_1, x_2, x_3)$ は、対応する x_1 、 x_2 、および x_3 と一緒にブロック 808 で格納されうる。次いで、この情報から、

40

【数 2 3】

$$L(b_k) = \frac{1}{\sigma_n^2} \left(\min_{x_1|b_k=0} d(x_1, x_2, x_3) - \min_{x_1|b_k=1} d(x_1, x_2, x_3) \right) \quad (19)$$

【0098】

50

によって示されるように、LLRをブロック814で計算することができる。

【0099】

したがって、3つの空間送信ストリームを含む64-QAM信号点配置の一例において、 $3 \times 64 = 192$ 個の距離メトリックを探索して x_1 のk番目のビットが0である距離メトリックを見つけ、その後、最小値

【数24】

$$\min_{x_1|b_k=0} d(x_1, x_2, x_3) \quad (20)$$

10

【0100】

を決定し、というように作業を続けてゆくことができる。

【0101】

最小値は、例えば、最小距離メトリックを2進数で表し、それぞれの数を最上位ビット(MSB)から最下位ビット(LSB)までスキャンすることによって、多数の距離メトリック上で見つけることができる。複数の距離メトリックのうちで現在スキャンされているビット位置にあるビットが異なる場合、現在スキャンされているビット位置で「1」のビット値を有する距離メトリックにラベル付けし、その距離メトリックを最小値として考察対象から外すことができる。LSBに到達した場合、単一の残りの候補、または複数の残り候補が存在している場合にはそれらの残り候補のうちのどれか1つを最小距離メトリックとして使用することができる。他の実施例において、この最小値探索アルゴリズムは、ブロック810で、以下のように近似されたLLRを計算するために必要な最小値探索に適用することができる。最初に、すべての $d(x_1, x_2, x_3)$ にわたる最小値探索において、 x_1 のビット b_k が0であると仮定して、 x_1 のビット b_k が1であるすべての距離メトリックにラベル付けし、それらの距離メトリックを最小値探索の考察対象から外すことができる。同様に、すべての $d(x_1, x_2, x_3)$ にわたる最小値探索において、 x_1 のビット b_k が1であると仮定して、 x_1 のビット b_k が0であるすべての距離メトリックにラベル付けし、それらの距離メトリックを最小値探索の考察対象から外すことができる。

20

30

【0102】

次に、図9を参照すると、本明細書で説明されている1つまたは複数の実施形態が機能しうる例示的な無線通信システム900を示すブロック図が掲載されている。一実施例では、システム900は、送信機システム910および受信機システム950を備える多入力多出力(MIMO)システムである。しかし、送信機システム910および/または受信機システム950は、多入力多出力システムに応用することもでき、その場合、例えば、複数の送信アンテナ(例えば、基地局の)で、1つまたは複数のシンボルストリームを単一アンテナデバイス(例えば、移動局)に送信することができることは理解されるであろう。それに加えて、本明細書で説明されている送信機システム910および/または受信機システム950の複数の態様を、単一入力アンテナシステムへの単一出力とともに使用することが可能であることも理解されるであろう。

40

【0103】

一態様によれば、多数のデータストリームのトラヒックデータが、送信機システム910においてデータソース912から送信(TX)データプロセッサ914に送られる。次いで、一実施例では、それぞれのデータストリームが、各送信アンテナ924を介して送信されうる。それに加えて、TXデータプロセッサ914は、各データストリーム毎に選択された特定のコード体系に基づいてそれぞれのデータストリームに対するトラヒックデータをフォーマットし、符号化し、インタリーブして、符号化データを形成することができる。次いで、一実施例において、それぞれのデータストリームについて符号化されたデータが、OFDM技術を使用してパイロットデータと多重化されうる。パイロットデータ

50

は、例えば、知られている方法で処理された知られているデータパターンとすることができる。さらに、パイロットデータは、チャンネル応答を推定するため受信機システム950で使用することができる。送信機システム910に戻り、それぞれのデータストリームに対する多重化されたパイロットデータおよび符号化データは、各データストリーム毎に選択された特定の変調方式（例えば、BPSK、QSPK、M-PSK、またはM-QAM）に基づいて変調され（つまり、シンボルマッピングされ）、変調シンボルを形成することができる。一実施例では、それぞれのデータストリームに対するデータ転送速度、符号化、および変調は、プロセッサ930上で実行されるか、および/またはプロセッサ930によって与えられる命令により決定される。

【0104】

次に、すべてのデータストリームに対する変調シンボルが、TX MIMOプロセッサ920に送られ、そこで、変調シンボルをさらに処理することができる（例えば、OFDM用に）。次いで、TX MIMOプロセッサ920は、 N_T 個の変調シンボルストリームを N_T 個の送信機（TMR）922aから922tに送ることができる。一実施例では、それぞれの送信機922は、各シンボルストリームを受け取って処理し、1つまたは複数のアナログ信号を供給することができる。次いで、それぞれの送信機922は、アナログ信号をさらに調整（例えば、増幅、フィルタリング、およびアップコンバート）して、MIMOチャネル上で伝送するのに適した変調信号を形成することができる。次いで、それに応じて、送信機922aから922tの N_T 個の変調信号はそれぞれ、924aから924tまでの N_T 個のアンテナから送信できる。

【0105】

他の態様によれば、送信された変調信号は、 N_R 個のアンテナ952aから952rによって受信機システム950で受信される。次いで、それぞれのアンテナ952からの受信信号は、各受信機（RCVR）954に供給される。一実施例では、それぞれの受信機954は、各受信信号を調整（例えば、フィルタリング、増幅、およびダウンコンバート）し、その調整信号を2値化して、サンプルを形成し、次いで、それらのサンプルを処理して対応する「受信」シンボルストリームを形成することができる。次いで、RX MIMO/データプロセッサ960は、特定の変調方式に基づいて N_R 個の受信機954から N_R 個の受信シンボルストリームを受信して、処理し、 N_T 個の「検出」シンボルストリームを形成することができる。一実施例では、それぞれの検出シンボルストリームは、対応するデータストリームについて送信された変調シンボルの推定であるシンボルを含むことができる。次いで、RX MIMO/データプロセッサ960は、少なくとも一部は、対応するデータストリームに対するトラヒックデータを復元するためにそれぞれの検出されたシンボルストリームを復調し、ディインタリーブし、復号することによって、それぞれのシンボルストリームを処理することができる。復元に成功した後、ストリームをデータシンク964に供給することができる。したがって、RX MIMO/データプロセッサ960による処理は、送信機システム910におけるTX MIMOプロセッサ920およびTXデータプロセッサ914により実行される処理を補完するものとして行うことができる。

【0106】

他の実施例では、RX MIMO/データプロセッサ960は、それが同時に復調できるという点で副搬送波の数に制限がある場合がある。例えば、RX MIMO/データプロセッサ960は、5MHzでは512個の副搬送波、1.25MHzでは128個の副搬送波、または2.5MHzでは256個の副搬送波に制限される。他の実施例では、RX MIMO/データプロセッサ960は、40MHzでは128個の副搬送波または20MHzでは64個の副搬送波に制限される。さらに、RX MIMO/データプロセッサ960により生成されたチャンネル応答推定は、受信機側で空間/時間処理を実行するか、電力レベルを調整するか、変調率もしくは変調方式を変更する、および/または他の適切なアクションを実行するために使用することができる。それに加えて、RX MIMO/データプロセッサ960は、例えば、検出されたシンボルストリームの信号対雑音

10

20

30

40

50

および干渉比 (SNR) などのチャネル特性をさらに推定することができる。次いで、RX MIMO/データプロセッサ960は、推定チャネル特性をプロセッサ970に供給することができる。一実施例では、RX MIMO/データプロセッサ960および/またはプロセッサ970は、システムのために「動作」SNRの推定をさらに導出することができる。次いで、プロセッサ970は、通信リンクおよび/または受信データストリームに関する情報を備えることができる、チャネル状態情報(CSI)を供給することができる。この情報は、例えば、動作SNRを含むことができる。次いで、CSIは、TXデータプロセッサ978(データソース976に結合することができる)によって処理され、変調装置980により変調され、送信機954aから954rにより調整され、送信機システム910に送り返されるようにできる。

10

【0107】

送信機システム910に戻ると、受信機システム950からの変調信号は、アンテナ924によって受信され、受信機922によって調整され、復調装置940によって復調され、RXデータプロセッサ942によって処理され、こうして、受信機システム950によって報告されたCSIを復元することができる。復元に成功した後、ストリームをデータシンク944に供給することができる。一実施例では、次いで、報告されたCSIをプロセッサ930に供給し、これを使用して、1つまたは複数のデータストリームに使用されるデータ転送速度とともに符号化および変調方式を決定することができる。次いで、決定された符号化および変調方式は、量子化のため、および/または後で受信機システム950への伝送に使用するために送信機922に送ることができる。それに加えて、および/またはその代わりに、報告されたCSIは、TXデータプロセッサ914およびTX MIMOプロセッサ920に対するさまざまな制御を発生させるためにプロセッサ930によって使用されうる。

20

【0108】

一実施例では、送信機システム910におけるプロセッサ930および受信機システム950におけるプロセッサ970は、各システムで演算を指令する。それに加えて、送信機システム910におけるメモリ932および受信機システム950におけるメモリ972は、それぞれ、プロセッサ930および970によって使用されるプログラムコードおよびデータ用の記憶装置を形成することができる。さらに、受信機システム950では、 N_R 個の受信信号を処理して、 N_T 個の送信シンボルストリームを検出するためにさまざまな処理技術が使用できる。一実施例では、これらの処理技術は、近SOMLDの方法400、500、600、700、800、および/または他の適切な技術のうちの1つまたは複数を含むことができる。それに加えて、および/またはその代わりに、受信機システム950によって使用される処理技術は、イコライザ技術とも称することができる空間および空間時間受信機処理技術、および/または「逐次干渉除去」または「逐次除去」受信機処理技術とも称することができる「逐次ヌリング/等化干渉除去」受信機処理技術を含むことができる。

30

【0109】

図10は、本明細書で説明されているさまざまな態様による空間データストリームの変調と伝送とを協調させるシステム1000のブロック図である。一実施例では、システム1000は、基地局またはアクセスポイント1002を備える。図示されているように、アクセスポイント1002は、受信(Rx)アンテナ1006を介して1つまたは複数のアクセス端末1004から(複数の)信号を受信し、送信(Tx)アンテナ1008を介して1つまたは複数のアクセス端末1004に送信することができる。

40

【0110】

それに加えて、アクセスポイント1002は、受信アンテナ1006から情報を受信する受信機1010を備えることができる。一実施例では、受信機1010は、受信された情報を復調する復調装置(Demod)1012に動作可能なように関連付けられうる。次いで、復調シンボルは、プロセッサ1014によって分析されうる。プロセッサ1014は、コードクラスタ(code cluster)、アクセス端末割り当て、これに関係するルック

50

アップテーブル、一意的スクランプリングシーケンス、および/または他の好適な種類の情報に関する情報を格納することができる、メモリ1016に結合されうる。一実施例では、アクセスポイント1002は、復調装置1012および/またはプロセッサ1014を使用して、方法400、500、600、700、800、および/または他の類似のおよび適切な方法を実行することができる。アクセスポイント1002は、送信アンテナ1008を通じて1つまたは複数のアクセス端末1004に送信機1020により送信する信号を多重化することができる変調装置1018を備えることもできる。

【0111】

図11は、本明細書で説明されているさまざまな態様による空間データストリームの受信および検出とを協調させるシステム1100のブロック図である。一実施例では、システム1100は、アクセス端末1102を備える。図示されているように、アクセス端末1102は、アンテナ1108を介して1つまたは複数のアクセスポイント1104から(複数の)信号を受信し、1つまたは複数のアクセスポイント1004に送信することができる。それに加えて、アクセス端末1102は、アンテナ1108から情報を受信する受信機1110を備えることができる。一実施例では、受信機1110は、受信された情報を復調する復調装置(Demod)1112に動作可能なように関連付けられうる。次いで、復調シンボルは、プロセッサ1114によって分析されうる。プロセッサ1114は、アクセス端末1102に関するデータおよび/またはプログラムコードを格納することができるメモリ1116に結合されうる。それに加えて、アクセス端末1102は、復調装置1112および/またはプロセッサ1114を使用して、方法400、500、600、700、800、および/または他の類似のおよび適切な方法を実行することができる。アクセス端末1102は、アンテナ1108を通じて1つまたは複数のアクセスポイント1104に送信機1120により送信する信号を多重化することができる変調装置1118を備えることもできる。

【0112】

図12は、近軟判定出力最尤検出を行う装置1200を例示している。装置1200は、機能ブロックを含むものとして表されており、プロセッサ、ソフトウェア、またはこれらの組み合わせ(例えば、ファームウェア)によって実装される機能を表す機能ブロックとすることも可能であることを理解されたい。装置1200は、基地局(例えば、AP 210)および/または端末(例えば、AT 220)に実装することができ、また準最適なMIMOアルゴリズム1202を使用して他の要素を推定するために空間送信ストリーム毎に配置点にわたってループを実行するためのモジュールを備えることができる。さらに、装置1200は、配置点1204にわたるストリームに対する距離メトリックを決定するためのモジュールおよび決定された距離メトリック1206に基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットに対する軟判定出力を取得するためのモジュールを備えることができる。

【0113】

図13は、MIMOチャネル行列の前処理および準最適なMIMOアルゴリズムの利用により近軟判定出力最尤検出を行う装置1300のブロック図を示している。装置1300は、機能ブロックを含むものとして表されており、プロセッサ、ソフトウェア、またはこれらの組み合わせ(例えば、ファームウェア)によって実装される機能を表す機能ブロックとすることも可能であることを理解されたい。装置1300は、基地局(例えば、AP 210)および/または端末(例えば、AT 220)に実装することができ、またQR分解および/または他の好適な前処理技術1302を使用してMIMOチャネル行列に対し前処理を実行するためのモジュールを備えることができる。さらに、装置1300は、PSLD、LRD、およびGuided-Mアルゴリズム1304のうちの1つまたは複数に基づく準最適なMIMOアルゴリズムを使用して他の要素を推定するために空間送信ストリーム毎に配置点にわたってループを実行するためのモジュールと、配置点1306にわたってストリームに対する距離メトリックを決定するためのモジュールと、決定された距離メトリック1308の少なくとも一部に基づいて送信ストリーム内のそれぞれ

10

20

30

40

50

のビットに対する対数尤度比を計算することによって軟判定出力を取得するためのモジュールとを備えることができる。

【0114】

図14は、拡張メトリック使用を伴う近軟判定出力最尤検出を行う装置1400を例示している。装置1400は、機能ブロックを含むものとして表されており、プロセッサ、ソフトウェア、またはこれらの組み合わせ（例えば、ファームウェア）によって実装される機能を表す機能ブロックとすることも可能であることを理解されたい。装置1400は、基地局（例えば、AP 210）および/または端末（例えば、AT 220）に実装することができ、また、空間送信ストリーム1402毎に配置点の集合に対する初期距離メトリック配列を格納するためのモジュールを備えることができる。さらに、装置1400は、準最適なMIMOアルゴリズム1404を使用して他の要素を推定するために空間ストリーム毎に配置点にわたってループを実行するためのモジュールと、配置点1406にわたってストリームおよび推定された他の要素に対する距離メトリックを決定するためのモジュールと、対応する配置点1408に対するそれぞれのより高い格納されている距離メトリックの代わりに空間ストリームおよび推定された他の要素に対する距離メトリックを格納するためのモジュールと、格納されている距離メトリック1410に基づいて送信ストリーム内のそれぞれのビットに対する軟判定出力を取得するためのモジュールを備えることができる。

10

【0115】

本明細書で説明されている実施形態は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、またはこれらの任意の組み合わせで実装することができることは理解されるであろう。システムおよび/または方法が、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェアまたはマイクロコード、プログラムコード、またはコードセグメントで実装される場合、これらは、記憶装置コンポーネントなどの機械可読媒体内に格納することができる。コードセグメントは、プロシージャ、関数、サブプログラム、プログラム、ルーチン、サブルーチン、モジュール、ソフトウェアパッケージ、クラス、または命令、データ構造体、もしくはプログラムステートメントの任意の組み合わせを表すことができる。コードセグメントは、情報、データ、引数、パラメータ、またはメモリ内容を受け渡し、および/または受信することにより、他のコードセグメントまたはハードウェア回路に結合されるようにできる。情報、引数、パラメータ、データなどは、メモリ共有、メッセージパッシング、トークンパッシング、ネットワーク伝送などを含む、任意の好適な手段を使用して受け渡されるか、転送されるか、または伝送されるようにできる。

20

30

【0116】

ソフトウェア実装では、本明細書で説明されている技術は、本明細書で説明されている機能を実行するモジュール（例えば、プロシージャ、関数など）で実装することができる。ソフトウェアコードは、メモリユニット内に格納され、プロセッサによって実行される。メモリユニットは、プロセッサ内に、またはプロセッサの外部に実装することができ、その場合、当技術分野において知られているようにさまざまな手段を介してプロセッサに通信可能なように結合することができる。

【0117】

上述した内容は、1つまたは複数の実施形態の複数の実施例を含む。もちろん、上述の実施形態を説明するためにコンポーネントまたは方法の考えられるすべての組み合わせを説明することは不可能であるが、当業者であれば、さまざまな実施形態のさらに多くの組み合わせおよび置換が可能であることを了解できる。したがって、説明されている実施形態は、付属の請求項の精神と範囲内に収まるすべてのそのような改変、修正、および変更形態を包含することを意図されている。さらに、「含む、備える（include）」という言い回しが詳細な説明または請求項で使用されている範囲において、「備える（comprising）」が使用された場合に請求項の中で接続語として解釈されるのでこのような用語は「備える（comprising）」という用語と同様の使い方で包含的であることが意図される。さらに、詳細な説明または請求項中で使用されているような「ま

40

50

たは (o r) 」 という語句は、「非排他的なまたは」であることを意味する。

【 図 1 】

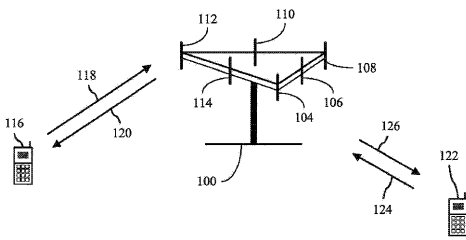


FIG. 1

【 図 2 】

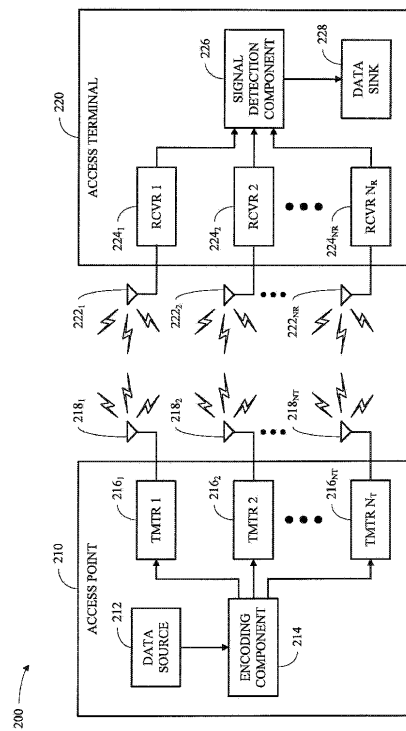


FIG. 2

【 図 3 】

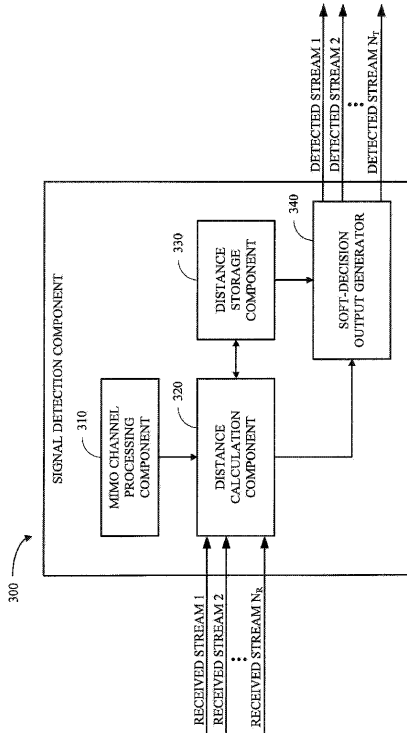


FIG. 3

【 図 4 】

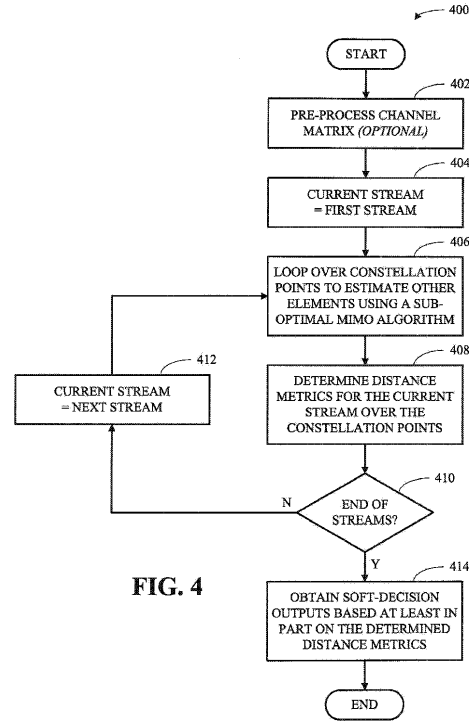


FIG. 4

【 図 5 】

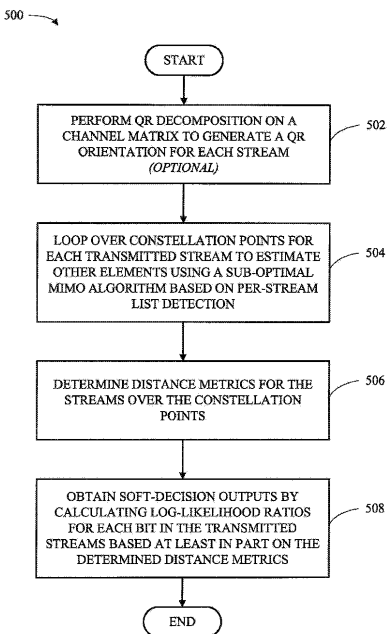


FIG. 5

【 図 6 】

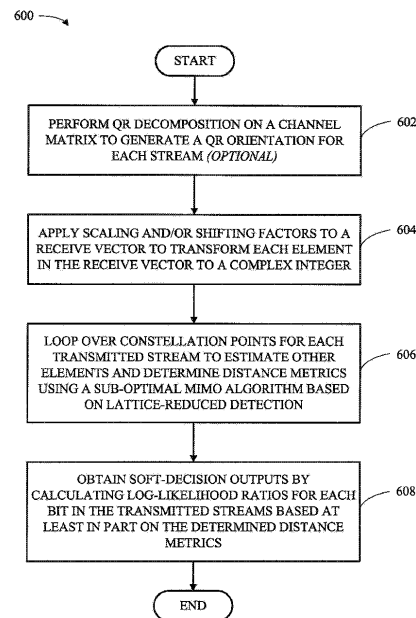


FIG. 6

【 図 7 】

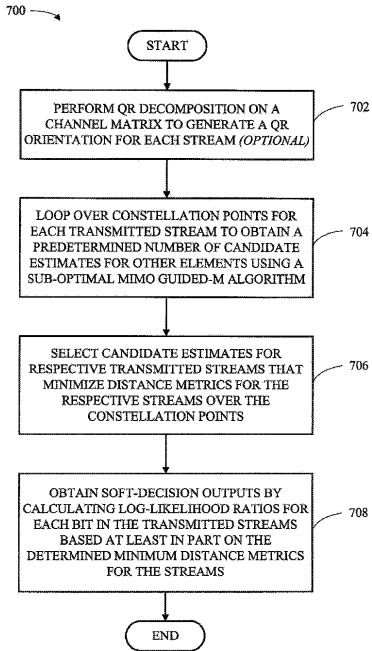


FIG. 7

【 図 8 】

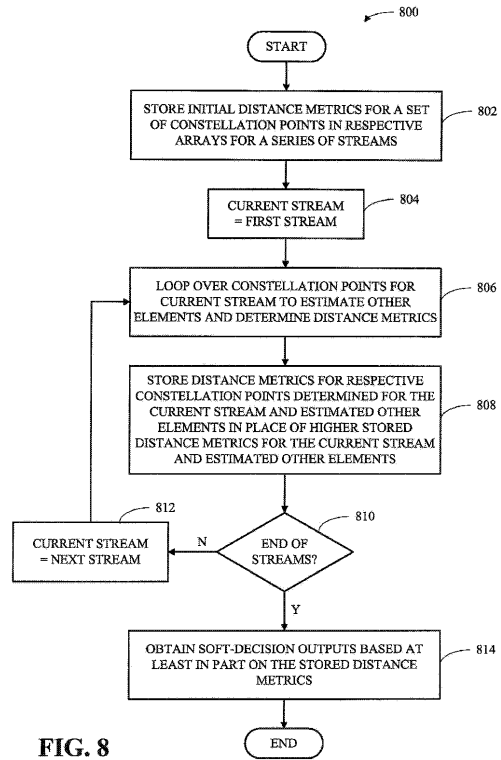


FIG. 8

【 図 9 】

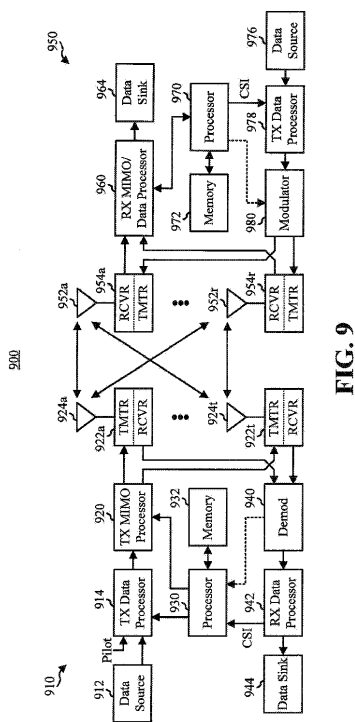


FIG. 9

【 図 10 】

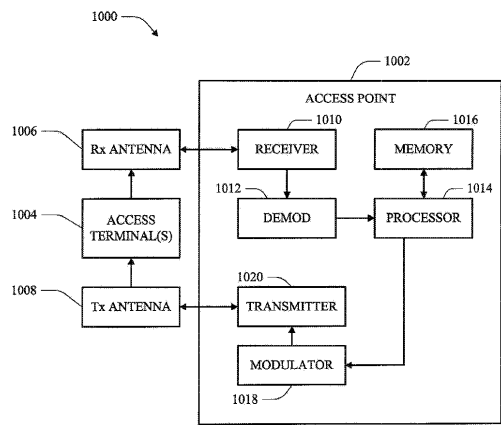


FIG. 10

【 図 1 1 】

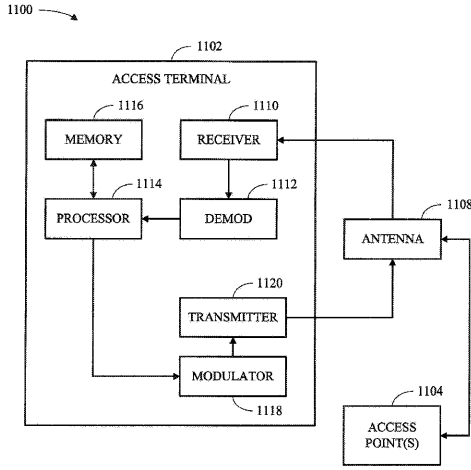


FIG. 11

【 図 1 2 】

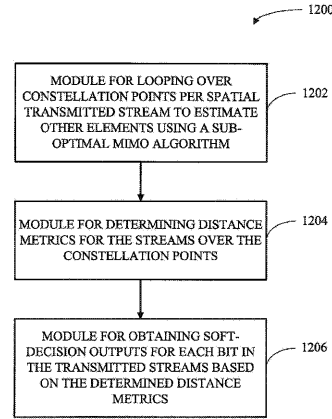


FIG. 12

【 図 1 3 】

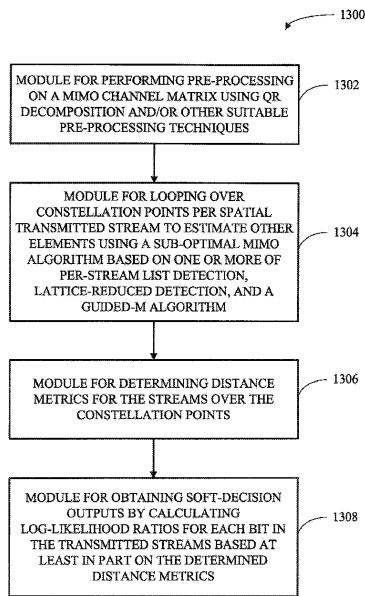


FIG. 13

【 図 1 4 】

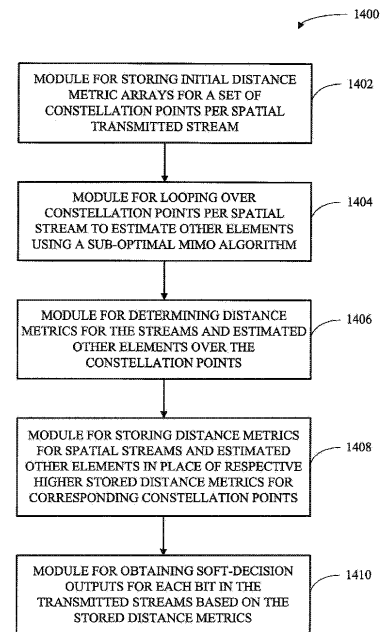


FIG. 14

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/074695

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04B7/04 H04L1/06 H04L25/02		
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) H04L H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCHENK T C W ET AL: "Implementation of a MIMO OFDM-Based Wireless LAN System" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, IEEE SERVICE CENTER, NEW YORK, NY, US, vol. 52, no. 2, 1 February 2004 (2004-02-01), pages 483-494, XP011105733 ISSN: 1053-587X page 483, right-hand column - page 484, left-hand column figures 1,2 page 488, right-hand column - page 490, left-hand column ----- -/-	1-60
<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 document 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 16 December 2008		Date of mailing of the international search report 23/12/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer González Gutiérrez

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/074695

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>KAWAI H ET AL: "LIKELIHOOD FUNCTION FOR QRM-MLD SUITABLE FOR SOFT-DECISION TURBO DECODING AND ITS PERFORMANCE FOR OFCDM MIMO MULTIPLEXING IN MULTIPATH FADING CHANNEL"</p> <p>IEICE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, COMMUNICATIONS SOCIETY, TOKYO, JP, vol. E88-B, no. 1, 1 January 2005 (2005-01-01), pages 47-57, XP001221108 ISSN: 0916-8516 figure 1 page 1142 page 1144, last paragraph - page 1145, left-hand column; figure 3</p>	1-60
X	<p>US 2006/148506 A1 (HOO MIN CHUIN [US]) 6 July 2006 (2006-07-06) the whole document</p>	1-60
A	<p>GIBSON J D ET AL: "A QRD-M/Kalman Filter-Based Detection and Channel Estimation Algorithm for MIMO-OFDM Systems"</p> <p>IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 4, no. 2, 1 March 2005 (2005-03-01), pages 710-721, XP011129224 ISSN: 1536-1276 the whole document</p>	1-60
A	<p>HUAN YAO ET AL: "Lattice-reduction-aided detectors for MIMO communication systems"</p> <p>GLOBECOM'02. 2002 - IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE. CONFERENCE PROCEEDINGS. TAIPEI, TAIWAN, NOV. 17 - 21, 2002; [IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE], NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. 1, 17 November 2002 (2002-11-17), pages 424-428, XP010635986 ISBN: 978-0-7803-7632-8 the whole document</p>	4, 7, 22, 25, 35, 37, 46, 48

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2008/074695

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006148506	A1	CN 1808959 A	26-07-2006
		EP 1691492 A1	16-08-2006

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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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, AO, 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, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100119976

弁理士 幸長 保次郎

(74)代理人 100153051

弁理士 河野 直樹

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100101812

弁理士 勝村 紘

(74)代理人 100124394

弁理士 佐藤 立志

(74)代理人 100112807

弁理士 岡田 貴志

(74)代理人 100111073

弁理士 堀内 美保子

(74)代理人 100134290

弁理士 竹内 将訓

(74)代理人 100127144

弁理士 市原 卓三

(74)代理人 100141933

弁理士 山下 元

(72)発明者 バン・ゼルスト、アルベルト

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

(72)発明者 ウォン、ブライアン

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

(72)発明者 バン・ネー、ディディエー・ヨハネス・リチャード

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

(72)発明者 ジョーンズ・ザ・フォース、ピンセント・ケー

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

(72)発明者 アワテル、ゲルト・アルノウト

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ド
ライブ 5775

Fターム(参考) 5K022 FF00

5K159 EE02