

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5926489号  
(P5926489)

(45) 発行日 平成28年5月25日 (2016. 5. 25)

(24) 登録日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H04B 1/10 (2006.01)</b>	H04B 1/10 L
<b>H04J 99/00 (2009.01)</b>	H04J 15/00

請求項の数 17 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-525752 (P2010-525752)	(73) 特許権者	503447036
(86) (22) 出願日	平成20年9月17日 (2008. 9. 17)		サムスン エレクトロニクス カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2010-541318 (P2010-541318A)		大韓民国・443-742・キョンギード ・スウォンシ・ヨントンク・サムスン ーロ・129
(43) 公表日	平成22年12月24日 (2010. 12. 24)		
(86) 国際出願番号	PCT/KR2008/005479	(74) 代理人	110000051
(87) 国際公開番号	W02009/038332		特許業務法人共生国際特許事務所
(87) 国際公開日	平成21年3月26日 (2009. 3. 26)	(72) 発明者	キム, ジュン モ
審査請求日	平成23年9月16日 (2011. 9. 16)		大韓民国, キョンギード 446-712 , ヨンインシ, ギフング, ノンソード ン, サン14-1, サムスン アドバンス ト インスティテュート オブ テクノロ ジー内
審判番号	不服2015-7012 (P2015-7012/J1)		
審判請求日	平成27年4月14日 (2015. 4. 14)		
(31) 優先権主張番号	10-2007-0096919		
(32) 優先日	平成19年9月21日 (2007. 9. 21)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザ協力端末装置、ユーザ協力信号の受信装置、ユーザ協力通信方法、ユーザ協力信号の受信方法、及びこれらのための記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出する信号検出部と、

隣接ユーザから送信される隣接ユーザメッセージを用いて前記受信信号から前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去し、ユーザメッセージを生成するメッセージ生成部と、  
を備え、

前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされたものであり  
、

前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルに  
関するチャンネル情報が伝達されるチャンネル情報受信部をさらに備え、

前記メッセージ生成部は、前記チャンネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する  
干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、

前記メッセージ生成部は、前記チャンネル情報に基づいて前記ソースノードが用いたビー  
ム形成ベクトルを認知し、認知された前記ビーム形成ベクトルを用いて前記隣接ユーザに  
よって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、

前記信号検出部は、第1時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を  
受信し、

前記メッセージ生成部は、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットにおい  
て前記ユーザメッセージを生成し、

10

20

前記第 1 時間スロット又は前記第 2 時間スロットのうちの少なくとも 1 つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力端末装置。

【請求項 2】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出する信号検出部と、

隣接ユーザから送信される隣接ユーザメッセージを用いて前記受信信号から前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去し、ユーザメッセージを生成するメッセージ生成部と、  
を備え、

前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされたものであり、

10

前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるチャネル情報受信部をさらに備え、

前記メッセージ生成部は、前記チャネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、

前記メッセージ生成部は、前記ソースノードから伝達された前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、

前記信号検出部は、第 1 時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信し、

20

前記メッセージ生成部は、前記第 1 時間スロットとは相違する第 2 時間スロットにおいて前記ユーザメッセージを生成し、

前記第 1 時間スロット又は前記第 2 時間スロットのうちの少なくとも 1 つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力端末装置。

【請求項 3】

前記隣接ユーザ又は前記隣接ユーザでない他のユーザに前記ユーザメッセージを伝達するメッセージ伝達部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のユーザ協力端末装置。

【請求項 4】

30

前記第 1 時間スロット及び前記第 2 時間スロットの長さは、データ送信率の和が最大になるよう制御されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のユーザ協力端末装置。

【請求項 5】

前記チャネル状態に相応するチャネル利得が増加するほど前記第 2 時間スロットの長さは減少し、前記チャネル利得が減少するほど前記第 2 時間スロットの長さは増加することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のユーザ協力端末装置。

【請求項 6】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達される信号検出部と、

隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮してフィルタを生成するフィルタ生成部と、

40

前記フィルタを用いて前記受信信号及び前記隣接ユーザの受信信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出するフィルタリング実行部とを備え、

前記信号検出部は、第 1 時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出し、前記第 1 時間スロットと相違する第 2 時間スロットにおいて前記隣接ユーザの受信信号が伝達され、

前記第 1 時間スロット又は前記第 2 時間スロットのうちの少なくとも 1 つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力信号の受信装置。

【請求項 7】

50

前記フィルタ生成部は、MMSEの検出技法によるフィルタ又は逆相関器を用いた検出技法によるフィルタを備える線形フィルタを生成することを特徴とする請求項6に記載のユーザ協力信号の受信装置。

【請求項8】

前記フィルタ生成部は、前記隣接ユーザ及び形成されたチャネルのチャネル利得をさらに考慮し、前記MMSEの検出技法によるフィルタを生成することを特徴とする請求項7に記載のユーザ協力信号の受信装置。

【請求項9】

前記ユーザ信号をデコードしてユーザメッセージを生成するデコーダをさらに備えることを特徴とする請求項6に記載のユーザ協力信号の受信装置。

10

【請求項10】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出するステップと、

隣接ユーザによって発生する、前記受信信号に対する干渉を、隣接ユーザメッセージを利用して除去したユーザメッセージを生成するステップとを含み、

前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされて前記隣接ユーザから伝達されたものであり、

前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるステップをさらに含み、

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記チャネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

20

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記チャネル情報に基づいて前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルを認知し、認知された前記ビーム形成ベクトルを用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

前記受信信号を検出するステップは、第1時間スロットで前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出するステップであり、

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットで前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力通信方法。

30

【請求項11】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出するステップと、

隣接ユーザによって発生する、前記受信信号に対する干渉を、隣接ユーザメッセージを利用して除去したユーザメッセージを生成するステップとを含み、

前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされて前記隣接ユーザから伝達されたものであり、

前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるステップをさらに含み、

40

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記チャネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記ソースノードから伝達された前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

前記受信信号を検出するステップは、第1時間スロットで前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出するステップであり、

前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットで前記ユーザメッセージを生成するステップであり、

50

前記第 1 時間スロット又は前記第 2 時間スロットのうちの少なくとも 1 つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力通信方法。

【請求項 1 2】

前記隣接ユーザ又は前記隣接ユーザでない他のユーザに前記ユーザメッセージを伝達するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載のユーザ協力通信方法。

【請求項 1 3】

ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップと、

隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮してフィルタを生成するステップと、

前記フィルタを用いて前記受信信号及び前記隣接ユーザの受信信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出するステップとを有し、

前記受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップは、第 1 時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出し、前記第 1 時間スロットと相違する第 2 時間スロットにおいて前記隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップであり、

前記第 1 時間スロット又は前記第 2 時間スロットのうちの少なくとも 1 つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とするユーザ協力信号の受信方法。

【請求項 1 4】

前記フィルタを生成するステップは、MMSE の検出技法によるフィルタ又は逆相関器を用いた検出技法によるフィルタを備える線形フィルタを生成するステップであることを特徴とする請求項 1 3 に記載のユーザ協力信号の受信方法。

【請求項 1 5】

前記フィルタを生成するステップは、前記隣接ユーザと形成されたチャネルのチャネル利得をさらに考慮して前記MMSE の検出技法によるフィルタを生成するステップであることを特徴とする請求項 1 4 に記載のユーザ協力信号の受信方法。

【請求項 1 6】

前記ユーザ信号をデコードしてユーザメッセージを生成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載のユーザ協力信号の受信方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 0 に記載のユーザ協力通信方法を実行するためのプログラムが記録されていることを特徴とするコンピュータで読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多重ユーザの多重入出力通信システムに関し、特に、ユーザの間の協力によって通信するユーザ協力端末装置、及びこれを用いたユーザ協力通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、無線通信の環境において音声サービスをはじめとする多様なマルチメディアサービスを提供し、高品質及び高速のデータ送信を支援するために研究が盛んに行われている。代表として、多重アンテナ(multiple antenna)を用いた空間分割多重接続通信技術の研究が進められている。

【0003】

空間分割多重接続技術は、複数のアンテナを介して 1 つ以上のデータストリームを多重ユーザに送信する技術である。空間分割多重接続技術は、無線リソースをより効率的に利用することによって通信システム全体の容量を増加させる。

## 【 0 0 0 4 】

一般に、閉ループ ( c l o s e d   l o o p ) の空間分割多重接続システムでユーザ端末は、チャネル状態に関するフィードバックデータを基地局にフィードバックするが、基地局は、フィードバックデータを用いてユーザ端末を選択し、ビーム形成 ( b e a m   f o r m i n g ) を行う。

## 【 0 0 0 5 】

ただし、フィードバックデータの容量が制限された状況で高いデータ送信率を達成することは難しい問題である。特に、多重ユーザの間で発生する干渉は、通信性能に多くの問題を発生させる。

## 【 0 0 0 6 】

さらに、各多重ユーザは、他のユーザと基地局との間に形成されたチャネル状態又は他のユーザが受信した信号を知ることができない。従って、各多重ユーザは、干渉信号を容易に除去できず、受信信号のうち、自体のための信号だけを容易に検出できないという問題が発生する。

## 【 0 0 0 7 】

従って、多重ユーザの間で発生する干渉信号を容易に除去し、受信信号のうち、自体のための信号だけを検出できるユーザ協力端末装置及びユーザ協力通信方法が要求される。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、隣接ユーザにより発生する、受信信号に対する干渉を除去することによって、より高いデータ送信率を達成できるユーザ協力端末装置を提供する。

## 【 0 0 0 9 】

また、本発明は、隣接ユーザによって発生する、受信信号に対する干渉を効率的に除去できるユーザ協力信号の受信装置を提供する。

## 【 0 0 1 0 】

また、本発明は、隣接ユーザによって発生する、受信信号に対する干渉を効率的に除去して通信性能を向上できるユーザ協力通信方法を提供する。

## 【 0 0 1 1 】

また、本発明は、隣接ユーザによって発生する、受信信号に対する干渉を効率的に除去して、より高いデータ送信率を達成できるユーザ協力信号の受信方法を提供する。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置は、ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出する信号検出部と、隣接ユーザから送信される隣接ユーザメッセージを用いて前記受信信号から前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去し、ユーザメッセージを生成するメッセージ生成部と、を備え、前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされたものであり、前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるチャネル情報受信部をさらに備え、前記メッセージ生成部は、前記チャネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、前記メッセージ生成部は、前記チャネル情報に基づいて前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルを認知し、認知された前記ビーム形成ベクトルを用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、前記信号検出部は、第1時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信し、前記メッセージ生成部は、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットにおいて前記ユーザメッセージを生成し、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置は、ソースノードからユーザに対

10

20

30

40

50

して送信された信号を受信して受信信号を検出する信号検出部と、隣接ユーザから送信される隣接ユーザメッセージを用いて前記受信信号から前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去し、ユーザメッセージを生成するメッセージ生成部と、を備え、前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされたものであり、前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルに関するチャンネル情報が伝達されるチャンネル情報受信部をさらに備え、前記メッセージ生成部は、前記チャンネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、前記メッセージ生成部は、前記ソースノードから伝達された前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成し、前記信号検出部は、第1時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信し、前記メッセージ生成部は、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットにおいて前記ユーザメッセージを生成し、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャンネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

10

## 【0013】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信装置は、ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達される信号検出部と、隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルのチャンネル状態を考慮してフィルタを生成するフィルタ生成部と、前記フィルタを用いて前記受信信号及び前記隣接ユーザの受信信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出するフィルタリング実行部とを備え、前記信号検出部は、第1時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出し、前記第1時間スロットと相違する第2時間スロットにおいて前記隣接ユーザの受信信号が伝達され、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャンネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

20

## 【0014】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出するステップと、隣接ユーザによって発生する、前記受信信号に対する干渉を、隣接ユーザメッセージを利用して除去したユーザメッセージを生成するステップとを含み、前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされて前記隣接ユーザから伝達されたものであり、前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルに関するチャンネル情報が伝達されるステップをさらに含み、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記チャンネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記チャンネル情報に基づいて前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルを認知し、認知された前記ビーム形成ベクトルを用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記受信信号を検出するステップは、第1時間スロットで前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出するステップであり、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットで前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャンネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

30

40

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出するステップと、隣接ユーザによって発生する、前記受信信号に対する干渉を、隣接ユーザメッセージを利用して除去したユーザメッセージを生成するステップとを含み、前記隣接ユーザメッセージは、前記隣接ユーザの受信信号がデコードされて前記隣接ユーザから伝達されたものであり、前記隣接ユーザから前記隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルに関するチャンネル情報が伝達されるステップをさらに含み、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記

50

チャンネル情報を用いて前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記ソースノードから伝達された前記ソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、前記隣接ユーザによって発生する干渉を除去した前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記受信信号を検出するステップは、第1時間スロットで前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出するステップであり、前記ユーザメッセージを生成するステップは、前記第1時間スロットとは相違する第2時間スロットで前記ユーザメッセージを生成するステップであり、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャンネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

10

#### 【0015】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法は、ソースノードからユーザに対して送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップと、隣接ユーザと前記ソースノードとの間に形成されたチャンネルのチャンネル状態を考慮してフィルタを生成するステップと、前記フィルタを用いて前記受信信号及び前記隣接ユーザの受信信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出するステップとを有し、前記受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップは、第1時間スロットにおいて前記ソースノードから送信された信号を受信して前記受信信号を検出し、前記第1時間スロットと相違する第2時間スロットにおいて前記隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップであり、前記第1時間スロット又は前記第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、前記ユーザと前記隣接ユーザとの間のチャンネル状態に応じて制御されることを特徴とする。

20

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明は、隣接ユーザからデコードされた隣接ユーザメッセージが伝達されるので、隣接ユーザによって発生する、受信信号に対する干渉を効率的に除去するユーザ協力端末装置、ユーザ協力信号の受信装置、ユーザ協力通信方法、ユーザ協力信号の受信方法、及びこれらのための記録媒体を提供できる。

#### 【0017】

30

また、本発明は、隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャンネルに関するチャンネル情報が伝達されるので、隣接ユーザによって発生する、受信信号に対する干渉を効率的に除去するユーザ協力端末装置、ユーザ協力信号の受信装置、ユーザ協力通信方法、ユーザ協力信号の受信方法、及びこれらのための記録媒体を提供できる。

#### 【0018】

また、本発明は、ソースノードから送信された信号を受信する第1時間スロットとユーザとの間に協力通信を行う第2時間スロットの比率を最適化できるので、通信性能を向上したユーザ協力端末装置、ユーザ協力信号の受信装置、ユーザ協力通信方法、ユーザ協力信号の受信方法、及びこれらのための記録媒体を提供できる。

#### 【0019】

40

また、本発明は、伝達された隣接ユーザの受信信号及び自身の受信信号を効率的にフィルタできるフィルタを生成できるので、より高いデータ送信率を達成するユーザ協力端末装置、ユーザ協力信号の受信装置、ユーザ協力通信方法、ユーザ協力信号の受信方法、及びこれらのための記録媒体を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る多重ユーザの多重入出力通信システムを示す図である。

【図2】本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置を示すブロック図である。

【図3】第1時間スロット及び第2時間スロットにおける基地局及びユーザの動作の一例

50

を示す図である。

【図４】本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信装置を示すブロック図である。

【図５】本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法を示す動作フローチャートである。

【図６】本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法を示す動作フローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

以下、本発明に係る好適な実施形態を添付の図面を参照して詳細に説明する。

図１は、本発明の一実施形態に係る多重ユーザの多重入出力通信システムを示す図である。

10

図２は、本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置を示すブロック図である。

以下、図１及び図２を参照しながら本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置を詳細に説明する。

【００２２】

図１を参照すれば、多重ユーザの多重入出力通信システムは、基地局（ソースノード）１１０及び複数のユーザ１２０、１３０、１４０、１５０を含む。

一般的に基地局１１０は、基地局１１０と複数のユーザ１２０、１３０、１４０、１５０との間に形成された無線チャネルのチャネル状態に応じて選択されたビーム形成ベクトルを用いてデータストリームに基づいて送信信号を生成する。複数のユーザ１２０、１３

20

０、１４０、１５０は、基地局１１０の送信信号を無線チャネルを介して受信する。

【００２３】

このとき、ユーザ１（１２０）、ユーザｋ（１３０）、ユーザ２（１４０）及びユーザＫ（１５０）のそれぞれは、 $y_1$ 、 $y_k$ 、 $y_2$ 、及び $y_K$ を受信する。このとき、 $k = 1 \sim K$ として、一般の $y_k$ は下記の数式１のように表わすことができる。

[数式１]

$$y_k = (h_k^H) X + n_k$$
  
 （ここで、 $(h_k^H)$ ：基地局１１０とユーザｋ（１３０）との間に形成されたチャネルのチャネルベクトル、 $n_k$ ：ユーザｋ（１３０）に付加されるノイズ、 $X$ ：基地局１１０の送信信号）

30

【００２４】

このとき、基地局１１０の送信信号 $X$ は、下記の数式２のように基地局１１０で選択されたビーム形成ベクトルとデータストリームとの積で表現できる。

[数式２]

$$X = \sum_{j=1}^K v_j s_j$$

40

（ $v_j$ ：基地局１１０で選択されたビーム形成ベクトル、 $s_j$ ：データストリーム）

【００２５】

このとき、数式１及び数式２を参照すれば、 $y_k$ は下記の数式３のように表わすことができる。

[数式３]

$$y_k = (h_k^H) \sum_{j=1}^K v_j s_j + \text{Inf}_k + n_k$$

50



ここで

[ 数式 3 a ]

$$I n f _ k =$$

$$\sum_{j=1, j \neq k}^K h_k^H v_j s_j$$

【 0 0 2 6 】

10

数式 3 を参照すれば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) が受信した信号のうちのユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) のための信号は、 $( h_k^H )_k s_k$  であり、 $n_k$  はノイズであり、

$I n f _ k$  はユーザ 1 ( 1 2 0 )、ユーザ 2 ( 1 4 0 ) 及びユーザ  $K$  ( 1 5 0 ) を含む、ユーザ  $k$  以外の他のユーザによって発生する干渉である。

【 0 0 2 7 】

このとき、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) が  $s_j$  を知ることができれば、干渉  $I n t _ k$  は除去できる。より具体的には、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) が  $s_j$  及び  $v_j$  を知ることができれば、ユーザ 1、2、 $K$  を含む、ユーザ  $k$  以外の他のユーザによって発生する干渉を除去できる。さらに、干渉が除去される場合、信号対ノイズ及び干渉比 ( S i g n a l t o I n t e r f e r e n c e a n d N o i s e R a t i o、S I N R ) が増加することもあるため、さらに高いデータ送信率を達成できる。

20

【 0 0 2 8 】

即ち、数式 3 は下記の数式 4 のように表すことができる。

[ 数式 4 ]

$$y_k = ( h_k^H )_k s_k + I n f 1_k + I n f 2_k + n_k$$

ここで

[ 数式 4 a ]

$$I n f 1_k =$$

$$\sum_{j < k}^K h_k^H v_j s_j$$

[ 数式 4 b ]

$$I n f 2_k =$$

$$\sum_{j > k}^K h_k^H v_j s_j$$

【 0 0 2 9 】

数式 4 を参照すれば、もし、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) がユーザ 1、ユーザ 2、...、ユーザ  $( k - 1 )$  のそれぞれに相応する  $s_j$  及び  $v_j$  を知ることができれば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) が受信する信号のうちの  $I n f 1_k$  は削除でき、その場合、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) で発生する干渉は  $I n f 2_k$  に減少する。さらに、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) が異なるすべてのユーザのそれぞれに相応する  $s_j$  及び  $v_j$  を知ることができれば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) で

30

40

50

発生する干渉を完全に削除できる。

【 0 0 3 0 】

例えば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) がユーザ 1 ( 1 2 0 ) に対応するビーム形成ベクトル  $\mathbf{s}_1$  及びデータストリーム  $s_1$  が把握できれば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) は、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) によって発生する干渉を削除できる。従って、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) は、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) に対応するビーム形成ベクトル  $\mathbf{s}_1$  及びデータストリーム  $s_1$  を知るために、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) と協力する必要がある。

【 0 0 3 1 】

図 2 を参照すれば、本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置は、信号検出部 2 1 0、メッセージ生成部 2 2 0、及びメッセージ伝達部 2 3 0 を備える。

信号検出部 2 1 0 は、ソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出する。このとき、信号検出部 2 1 0 がソースノードから送信された信号を受信する時間スロットの長さは制御されてもよいが、これに対しては図 3 と関連して詳細に説明する。

【 0 0 3 2 】

ソースノードは必ずしも基地局に限定されることはないが、一般的には基地局である。このとき、ソースノードは、ソースノードとメンバーユーザとの間に形成されたチャネルに対するチャネル情報を受信し、受信されたチャネル情報に基づいてビーム形成を行う。このとき、メンバーユーザは、予め決定されたグループに属するユーザであってもよく、基地局から選択されたユーザであってもよい。

【 0 0 3 3 】

また、ソースノードは、メンバーユーザから受信されたチャネル情報に基づいて多様なビーム形成アルゴリズムを用いてビーム形成を行ってもよい。例えば、ソースノードは、ゼロフォーシング ( zero - f o r c i n g ) のビーム形成アルゴリズムを用いてビーム形成を行ってもよい。

【 0 0 3 4 】

このとき、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) の端末装置に設置された信号検出部 2 1 0 は、基地局から無線チャネルによって送信信号を受信し、受信信号は  $y_k$  である。

また、メッセージ生成部 2 2 0 は、受信信号に基づいて隣接ユーザメッセージを用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成する。このとき、隣接ユーザメッセージは、隣接ユーザの受信信号がデコードされて隣接ユーザからメッセージ生成部 2 2 0 に伝達されたものである。

【 0 0 3 5 】

例えば、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) の隣接ユーザは、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) であると仮定する。このとき、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) の受信信号は  $y_1$  である。このとき、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) は、自身の受信信号からユーザ 1 ( 1 2 0 ) のためのデータストリーム  $s_1$  を検出してもよく、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) は、データストリーム  $s_1$  をデコードして自身のためのメッセージ  $w_1$  を生成してもよい。また、ユーザ 1 ( 1 2 0 ) は、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) にメッセージ  $w_1$  を伝達してもよい。このとき、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) の立場からメッセージ  $w_1$  は隣接ユーザメッセージである。ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) において、メッセージ生成部 2 2 0 は、伝達された  $w_1$  を用いて  $y_k$  のうちの、隣接ユーザであるユーザ 1 ( 1 2 0 ) によって発生した干渉を除去できる。

【 0 0 3 6 】

もし、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) がユーザ 1 ( 1 2 0 )、ユーザ 2 ( 1 4 0 )、及びユーザ  $K$  ( 1 5 0 ) のそれぞれからデコードされたメッセージ  $w_1$ 、 $w_2$ 、及び  $w_K$  が伝達される場合、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) は、伝達された  $w_1$ 、 $w_2$ 、及び  $w_K$  を用いてユーザ 1 ( 1 2 0 )、ユーザ 2 ( 1 4 0 )、及びユーザ  $K$  ( 1 5 0 ) によって発生する干渉を除去できる。従って、ユーザ  $k$  ( 1 3 0 ) は、干渉を除去した後、ユーザメッセージ  $w_k$  をデコードできる。

【 0 0 3 7 】

このとき、図 2 に示していないが、本発明の一実施形態に係るユーザ協力端末装置は、

10

20

30

40

50

隣接ユーザから隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるチャネル情報受信部をさらに備えてもよい。即ち、ユーザは、図2に示すように、隣接ユーザから受信されたチャネル情報を用いて隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャネルの状態を知ることができる。

【0038】

このとき、メッセージ生成部220は、隣接ユーザのチャネル情報を用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成できる。特に、メッセージ生成部220は、チャネル情報に基づいてソースノードが用いたビーム形成ベクトルを認知し、認知されたビーム形成ベクトルを用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成できる。

10

【0039】

例えば、図1及び数式4を参照すれば、ユーザ $k$  (130)は、ユーザ1 (120)、ユーザ2 (140)、又はユーザ $K$  (150)から各々、ユーザ1 (120)、ユーザ2 (140)、又はユーザ $K$  (150)と基地局110との間に形成されたチャネル $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_k$ に関するチャネル情報を受信できる。また、ユーザ $k$  (130)は、自身と基地局110との間に形成されたチャネル $h_k$ を把握できる。従って、ユーザ $k$  (130)は、すべてのユーザと基地局110との間に形成されたチャネルを把握でき、これによって基地局110が用いたビーム形成ベクトルを把握できる。結局、ユーザ $k$  (130)は、数式4の $j$ のように基地局110が用いたビーム形成ベクトルを把握できるので、ユーザ $k$  (130)は、隣接ユーザメッセージ及び基地局110が用いたビーム形成ベクトルを用いて隣接ユーザから発生する干渉を除去した後、ユーザメッセージ $w_k$ をデコードしてもよい。

20

【0040】

このとき、メッセージ生成部220は、ソースノードから伝達されたソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成できる。

【0041】

図1を参照すれば、ユーザ $k$  (130)は、ユーザ1 (120)、ユーザ2 (140)、及びユーザ $K$  (150)と基地局110との間に形成されたチャネルを認知することによって、基地局110が用いたビーム形成ベクトルを把握できるだけでなく、基地局110が用いたビーム形成ベクトルに関する情報を基地局110から伝達されることによって、基地局110が用いたビーム形成ベクトルを把握することもできる。この場合にも同様に、ユーザ $k$  (130)は、隣接ユーザによって発生する干渉を除去した後にユーザメッセージ $w_k$ を生成できる。

30

【0042】

また、メッセージ伝達部230は、生成されたユーザメッセージを隣接ユーザ又は隣接ユーザでない他のユーザに伝達する。

例えば、再び図1を参照すれば、ユーザ $k$  (130)は、隣接ユーザのユーザ1 (120)から隣接ユーザメッセージ $w_1$ が伝達され、 $w_1$ を用いてユーザ1 (120)によって発生する干渉を除去したユーザメッセージ $w_k$ を生成できる。このとき、ユーザ $k$  (130)は、生成されたユーザメッセージ $w_k$ を隣接ユーザでない他のユーザのユーザ2 (140)及びユーザ $K$  (150)に伝達できる。従って、ユーザ2及びユーザ $K$ は、 $w_1$ 及び $w_k$ が伝達されるので、ユーザ1及びユーザ $k$ によって発生する干渉を除去したメッセージ $w_2$ 及び $w_k$ を生成できる。

40

【0043】

図3は、第1時間スロット及び第2時間スロットで基地局及びユーザの動作の一例を示す図である。

図3を参照すれば、第1時間スロット310及び第2時間スロット320で基地局及びユーザの動作が示されている。

【0044】

50

第1時間スロットにおいて、ユーザ1(312)、ユーザk(313)、ユーザ2(314)、及びユーザK(315)は、基地局311から送信信号を受信する。

第1時間スロットにおいて、ユーザ1(312)、ユーザk(313)、ユーザ2(314)、及びユーザK(315)が基地局311から送信信号を受信した後、第2時間スロットが開始される。第2時間スロットにおいて、ユーザ1、ユーザk、ユーザ2、及びユーザKは、それぞれ自身のメッセージをデコードし、デコードされたメッセージを隣接ユーザ又は隣接ユーザでない他のユーザに伝達できる。

【0045】

より具体的に、第2時間スロットにおいてユーザ1は、自身の生成したメッセージ $w_1$ をユーザk、ユーザ2、ユーザKに伝達する。このとき、ユーザkは、伝達された $w_1$ を用いてユーザ1によって発生する干渉を除去した $w_k$ を生成できる。

10

【0046】

また、ユーザkは、生成された $w_k$ をユーザ2及びユーザKに伝達する。このとき、ユーザ2は、 $w_1$ 及び $w_k$ を用いてユーザ1及びユーザkによって発生する干渉を除去した $w_2$ を生成できる。

【0047】

また、ユーザ2も生成された $w_2$ をユーザKに伝達でき、ユーザKは伝達された $w_1$ 、 $w_k$ 及び $w_2$ を用いてユーザ1、ユーザk、及びユーザ2によって発生する干渉を除去した $w_K$ を生成できる。

【0048】

20

もし、ユーザが基地局から送信信号を受信する動作とメッセージ伝達/メッセージ生成動作とを同時に行うことができれば、第1時間スロット及び第2時間スロットを分離する必要がない。ただし、物理的又は実際の(practically)には、ユーザが送信信号を受信する動作とメッセージ伝達/メッセージ生成動作とを同時に行うことは難しい。従って、第1時間スロット又は第2時間スロットの長さに対する制御が必要なこともある。

【0049】

このとき、第1時間スロットの長さ又は第2時間スロットの長さのうちの少なくとも1つは、ユーザ間に形成されたチャネル状態に応じて基地局又はユーザによって制御されてもよい。例えば、第1時間スロット又は第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、データ送信率の和が最大になるよう制御されてもよい。

30

【0050】

もし、第1時間スロットの長さが増加すれば、ユーザは基地局からより多い送信信号を受信してもよい。ただし、第1時間スロットの長さが増加すれば、相対的に第2時間スロットの長さが減少する。第2時間スロットの長さは、ユーザ間で発生するメッセージ伝達及びメッセージ生成時間の長さに対応する。従って、第1時間スロットの長さが非常に長い場合、ユーザは、メッセージ伝達及びメッセージ生成動作を十分に行うことができず、反対に第2時間スロットの長さが非常に長い場合、ユーザは、基地局から送信された信号を十分に受信できない。従って、第1時間スロットの長さ又は第2時間スロットの長さは、基地局とユーザとの間に形成されたチャネルのチャネル状態又はユーザの間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮して決定されることが好ましい。

40

【0051】

第1時間スロットにおけるデータ送信率 $R_{d1}$ 及び第2時間スロットにおけるデータ送信率 $R_{c.o.p}$ は下記の数式5のように表わすことができる。

[数式5]

$$\begin{aligned}
 R_{dl} &= E \left[ \sum_{k=1}^K \log \left( 1 + \frac{|h_k^H \mathbf{v}_k|^2 P_k}{N_0 + \sum_{j>k}^K |h_k^H \mathbf{v}_j|^2 P_j} \right) \right] \\
 &= E \left[ \sum_{k=1}^K \log \left( 1 + \frac{|h_k^H \mathbf{v}_k|^2 \frac{P}{K}}{N_0 + \sum_{j>k}^K |h_k^H \mathbf{v}_j|^2 \frac{P}{K}} \right) \right] \quad (\text{但し、} P_k = P_j = \frac{P}{K}) \\
 R_{coop} &\equiv \log \left( 1 + \frac{\gamma^2 \delta P}{N_0} \right)
 \end{aligned}$$

( $\gamma$  : ユーザ間に形成されたチャネルのチャネル利得、 $P$  : 基地局において用いられた全体パワー、 $\delta$  : 定数、 $N_0$  : ノイズ)

【 0 0 5 2 】

このとき、全体の時間スロットにおいてデータ送信率  $R_{sum}$  は下記の数式 6 のように表すことができる。

[ 数式 6 ]

$$R_{sum} = (T_1 / T) R_{dl}$$

(ここで、 $T_1$  : 第 1 時間スロットの長さ、 $T_2$  : 第 2 時間スロットの長さ、 $T = T_1 + T_2$  である。)

【 0 0 5 3 】

このとき、数式 6 において、全体の時間スロットでデータ送信率  $R_{sum}$  が最大になるよう第 1 時間スロットの長さ又は第 2 時間スロットの長さを決定しなければならず、また、このとき、上述したように第 2 時間スロットは、ユーザ間でメッセージがよく伝達されるよう十分な長さを有しなければならない。

【 0 0 5 4 】

例えば、

[ 数式 6 a ]

$$T_1 R_{dl} - T_2 R_{coop} = (T - T_1) R_{coop}$$

が満たされれば、即ち、第 1 時間スロットの間に送信される総データの量よりも第 2 時間スロットの間に送信される総データの量が大きくなる。この場合、第 2 時間スロットの間にユーザ間でメッセージ伝達動作が安定して行われる。

従って、数式 6 a の条件と下記の数式 7 の等式とを満たしながら、数式 6 のデータ送信率が最大になるように第 1 時間スロットの長さ及び第 2 時間スロットの長さを決定しなければならない。

[ 数式 7 ]

10

20

30

40

50

$$T_1 = \{ R_{coop} / (R_{dl} + R_{coop}) \} T$$

【0055】

数式5、6、6a、7を参照すれば、第1時間スロットの長さ又は第2時間スロットの長さは、基地局とユーザとの間に形成されたチャネルのチャネル状態、又はユーザ間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮して制御される。また、第1時間スロットの長さ及び第2時間スロットの長さは互いに相対的な大きさを考慮して制御されてもよい。

【0056】

図4は、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信装置を示すブロック図である。

本発明において、各ユーザは受信した信号を圧縮し、圧縮された信号を他のユーザに伝達し、他のユーザは、伝達された信号を再び圧縮解除して原信号の推定値を抽出してもよい。原信号と原信号の推定値の間には誤差が発生するが、この誤差は圧縮に用いられたビット数が多いほど減少する。このような現象は、レート歪み理論(rate distortion theory)によって詳しく究明されている。

【0057】

図4を参照すれば、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信装置は、信号検出部410、フィルタ生成部420、フィルタリング実行部430、及びデコーダ440を備える。

信号検出部410は、ソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達される。

【0058】

このとき、信号検出部410は、第1時間スロットにおいてソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出し、第1時間スロットと相違する第2時間スロットにおいて隣接ユーザの受信信号が伝達される。

【0059】

このとき、第1時間スロット又は第2時間スロットの長さは、データ送信率の和が最大になるよう制御される。例えば、第1時間スロット又は第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、ユーザと隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じてデータ送信率の和が最大になるよう制御される。第1時間スロット又は第2時間スロットの長さを制御する構成に対しては、当業者であれば図3と関連して説明した内容を同一又は類似に適用できるため、以下は省略する。

【0060】

以下は、ユーザ1、ユーザ2、...、ユーザ*i*、...、ユーザ*k*、...、ユーザ*K*が存在すると仮定して説明する。ユーザ*i*がソースノードから送信された信号を受信し、隣接ユーザの受信信号が伝達された場合、ユーザ*i*が有する信号について説明する。

【0061】

ユーザ*k*の受信信号  $y_k$  は下記の数式8のように表わすことができる。

[数式8]

$$y_k = (h_k^H) X + n_k$$

$$X = \sum_{j=1}^K v_j s_j$$

( $(h_k^H)$ ) : 基地局とユーザ*k*との間に形成されたチャネルのチャネルベクトル、 $n_k$  : ユーザ*k*に付加されるノイズ、 $X$  : 基地局の送信信号、 $v_j$  : 基地局で選択されたビーム形成ベクトル、 $s_j$  : データストリーム)

【0062】

10

20

30

40

50

ユーザ  $i$  に設置された信号検出部 410 は、ソースノードから送信信号を受信して受信信号  $y_i$  を検出するだけでなく、ユーザ  $k$  の受信信号が伝達される。このとき、ユーザ  $i$  がユーザ  $k$  から伝達された信号 ( $y'_{i,k}$ ) は、下記の数式 9 のように表わすことができる。

[ 数式 9 ]

$$y'_{i,k} = (h_k^H) X_k + n_k + n_{CF}$$

(  $n_{CF}$  : ユーザ  $k$  からユーザ  $i$  の間で発生したノイズ )

【 0063 】

数式 9 を参照すれば、 $n_{CF}$  の分散は、レート歪み理論 ( rate distortion theory ) によって  $y_k$  の分散 (  $\text{var}(y_k)$  ) 及び圧縮に用いられたレート  $R$  によって表わすことができる。一般的にユーザの間に形成された協力チャネルが優れるほど圧縮にさらに多いビット数が用いられるため、 $n_{CF}$  の分散は減少することもある。

【 0064 】

特に、基地局又はソースノードにおける信号がガウスランダムの変数分布を有する場合、 $n_{CF}$  の分散は  $y_k$  の分散を含む下記の数式 10 のように表わすことができる。

[ 数式 10 ]

$$\begin{aligned} \text{Var}(y_k) &= h_k^H K_x h_k + N_0 \\ &= \frac{P_{TX}}{M} h_k^H V V^H h_k + N_0 \\ 2^{-R} &= \left( 1 + \frac{\gamma^2 P_{RX}}{N_0} \right)^{\frac{-I_2}{I_1} \lambda_k} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(n_{CF}) &= \sigma_{CF,k}^2 = \text{Var}(y_k) 2^{-R} \\ &= \left( \frac{P_{TX}}{M} h_k^H V V^H h_k + N_0 \right) \left( 1 + \frac{\gamma^2 P_{RX}}{N_0} \right)^{\frac{-I_2}{I_1} \lambda_k} \end{aligned}$$

(  $P_{TX}$  : 基地局の送信パワー、 $P_{RX}$  : ユーザの受信パワー、 $M$  : 基地局のアンテナ数、 $\lambda_k$  : ユーザの間に形成されたチャネルのチャネル利得、 $\gamma_k$  は、

[ 数式 10 a ]

$$\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1, \lambda_k \geq 0$$

を満たすパラメータ、 $V$  : ビーム形成ベクトル  $v_j$  をカラムベクトルとして有するプリコーディングマトリックス)

【 0065 】

このとき、数式 9、10、及び 10 a を参照すれば、 $n_{CF}$  は分散が  $\sigma_{CF,k}^2$  であるコンプレックスガウスランダム変数であると仮定すれば、数式 9 のうちの、( $n_k +$

$n_{CF}$ )は、 $(\alpha_k n_i, \alpha_k)$ で代替できる。このとき、 $\alpha_k$ は、下記の数式11のように表わすことができる。

[数式11]

$$\alpha_k = \sqrt{\frac{N_0 + \sigma_{CF,k}^2}{N_0}}$$

10

【0066】

従って、ユーザ*i*がユーザ*i*の受信信号を検出し、すべての隣接ユーザから隣接ユーザそれぞれの受信信号が伝達された後、ユーザ*i*が有する信号 $y_i$ は下記の数式12のように表わすことができる。

[数式12]

$$\mathbf{y}_i = \begin{bmatrix} y_{i,1} \\ y_{i,2} \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{i,K} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & \cdots & h_K \end{bmatrix}^H \mathbf{x} + \begin{bmatrix} \alpha_1 n_{i,1} \\ \alpha_2 n_{i,2} \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ \alpha_K n_{i,K} \end{bmatrix}$$

$$= H\mathbf{x} + \mathbf{A}_i \mathbf{n}_i$$

20

30

$$H = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & \cdots & h_K \end{bmatrix}^H, \mathbf{A}_i = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \alpha_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \alpha_K \end{bmatrix}, \mathbf{n}_i = \begin{bmatrix} n_{i,1} \\ n_{i,2} \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{i,K} \end{bmatrix}$$

40

【0067】

また、フィルタ生成部420は、隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮してフィルタを生成する。

このとき、フィルタ生成部420は、MMSEの検出技法によるフィルタ又は逆相関器を用いた検出技法によるフィルタを備える線形フィルタを生成してもよい。

さらに、フィルタ生成部420は、MMSEの検出技法によるフィルタを生成するため、隣接ユーザ及び形成されたチャネルのチャネル利得をさらに考慮してもよい。

50



例えば、MMSEの検出技法によるフィルタは、下記の数式13のように表わすことができる。

[数式13]

$$\mathbf{u}_i^T = (\mathbf{H}\mathbf{v}_i)^H \left( N_0 \mathbf{A}_i \mathbf{A}_i^H + \frac{P}{M} \sum_{j=1, j \neq i}^K \mathbf{H}\mathbf{v}_j (\mathbf{H}\mathbf{v}_j)^H \right)^{-1}$$

10

【0068】

また、フィルタリング実行部430は、生成されたフィルタを用いて受信信号及び隣接ユーザの信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出する。

例えば、ユーザ*i*の立場から、ユーザ信号は、データストリーム  $s_i$  である。このとき、ユーザ*i*に設置されたフィルタリング実行部430は、数式12及び数式13を用いて下記の数式14のようにユーザ信号であるデータストリーム  $s_i$  を検出してもよい。

[数式14]

$$s_i = (\mathbf{u}_i^T) y_i$$

20

【0069】

結局、本発明の一実施形態によれば、ユーザ*i*は多重ユーザの多重入出力通信システムであるにも拘らず、あたかも単一ユーザ多重入出力通信システムの場合のように、フィルタによって自身のための信号であるユーザ信号を検出できる。即ち、本発明の一実施形態によれば、ポイント・ツー・ポイント (point to point) 方式の通信が可能になる。

また、デコーダ440は、生成されたユーザ信号をデコードしてユーザメッセージを生成する。

【0070】

図5は、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法を示す動作フローチャートである。

30

図5を参照すれば、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、ソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出する (S510)。

【0071】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、受信信号に基づいて隣接ユーザメッセージを用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成する (S520)。このとき、隣接ユーザメッセージは、隣接ユーザの受信信号がデコードされて隣接ユーザから伝達されたものである。

【0072】

このとき、受信信号を検出するステップ (S510) は、第1時間スロットにおいてソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出するステップであり、ユーザメッセージを生成するステップ (S520) は、第1時間スロットとは相違する第2時間スロットでユーザメッセージを生成するステップである。このとき、第1時間スロット又は第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、ユーザ及び隣接ユーザ間のチャネル状態に応じて制御される。

40

【0073】

また、図5に示していないが、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、隣接ユーザから隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャネルに関するチャネル情報が伝達されるステップをさらに含む。このとき、ユーザメッセージを生成するステップ (S520) は、チャネル情報を用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザ

50

メッセージを生成するステップになる。

【0074】

このとき、ユーザメッセージを生成するステップ(S520)は、チャネル情報に基づいてソースノードが用いたビーム形成ベクトルを認知し、認知されたビーム形成ベクトルを用いて隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成するステップになる。

【0075】

このとき、ユーザメッセージを生成するステップ(S520)は、ソースノードから伝達されたソースノードが用いたビーム形成ベクトルに関する情報に基づいて、隣接ユーザによって発生する干渉を除去したユーザメッセージを生成するステップになる。

10

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力通信方法は、隣接ユーザ又は隣接ユーザでない他のユーザにユーザメッセージを伝達する(S530)。

【0076】

図6は、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法を示す動作フローチャートである。

図6を参照すれば、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法は、ソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達される(S610)。

【0077】

このとき、受信信号を検出し、隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップ(S610)は、第1時間スロットにおいてソースノードから送信された信号を受信して受信信号を検出し、第1時間スロットと相違する第2時間スロットにおいて隣接ユーザの受信信号が伝達されるステップである。このとき、第1時間スロット又は第2時間スロットのうちの少なくとも1つの長さは、ユーザと隣接ユーザとの間のチャネル状態に応じて制御される。

20

【0078】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法は、隣接ユーザとソースノードとの間に形成されたチャネルのチャネル状態を考慮してフィルタを生成する(S620)。

このとき、フィルタを生成するステップ(S620)は、MMSEの検出技法によるフィルタ又は逆相関器を用いた検出技法によるフィルタを備える線形フィルタを生成するステップである。

30

【0079】

このとき、フィルタを生成するステップ(S620)は、隣接ユーザと形成されたチャネルのチャネル利得をさらに考慮し、MMSEの検出技法によるフィルタを生成するステップである。

【0080】

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法は、フィルタを用いて受信信号及び隣接ユーザの受信信号をフィルタリングしてユーザ信号を抽出する(S630)。

40

また、本発明の一実施形態に係るユーザ協力信号の受信方法は、ユーザ信号をデコードしてユーザメッセージを生成する(S640)。

【0081】

図5及び図6に示されたが、説明されない事項は図1～図4によって詳細に説明したため、以下は省略する。

【0082】

なお、本発明に係るユーザ協力通信方法及びユーザ協力信号の受信方法は、多様な動作を実行するためのプログラム命令を含むコンピュータ読取可能な記録媒体を含む。当該記録媒体は、プログラム命令、データファイル、データ構造などを単独又は組み合わせて含むこともでき、記録媒体及びプログラム命令は、本発明の目的のために特別に設計されて

50

構成されたものでもよく、コンピュータソフトウェア分野の技術を有する当業者にとって公知であり使用可能なものであってもよい。コンピュータ読取可能な記録媒体の例としては、ハードディスク、フレキシブルディスク及び磁気テープのような磁気媒体、CD-ROM、DVDのような光記録媒体、フロッピカルディスクのような磁気-光媒体、及びROM、RAM、フラッシュメモリなどのようなプログラム命令を保存して実行するように特別に構成されたハードウェア装置が含まれる。プログラム命令の例としては、コンパイラによって生成されるような機械語コードだけでなく、インタプリタなどを用いてコンピュータによって実行され得る高級言語コードを含む。上述のハードウェア装置は、本発明の上述の実施形態の動作をするために、1つ以上のソフトウェアモジュールとして動作するように設定されてもよく、その逆も同様である。

10

#### 【0083】

上述したように、本発明の好ましい実施形態を参照して説明したが、該当の技術分野において熟練した当業者にとっては、特許請求の範囲に記載された本発明の思想及び領域から逸脱しない範囲内で、本発明を多様に修正及び変更させることができることを理解できるであろう。即ち、本発明の技術的範囲は、特許請求の範囲に基づいて定められ、発明を実施するための最良の形態により制限されるものではない。

#### 【符号の説明】

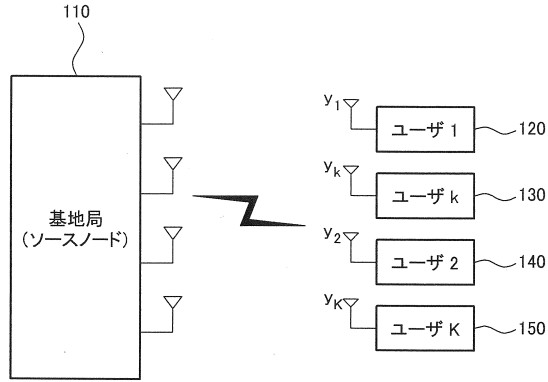
#### 【0084】

110、310	基地局（ソースノード）
120、130、140、150	ユーザ1、k、2、K
210	信号検出部
220	メッセージ生成部
230	メッセージ伝達部
310	第1時間スロット
320	第2時間スロット
312、313、314、315	ユーザ1、k、2、K
410	信号検出部
420	フィル生成部
430	フィルタリング実行部
440	デコーダ
S510	受信信号の検出
S520	ユーザメッセージ生成
S530	ユーザメッセージ伝達
S610	受信信号の検出、隣接ユーザの受信信号の伝達
S620	フィルタ生成
S630	ユーザ信号抽出
S640	ユーザ信号デコード

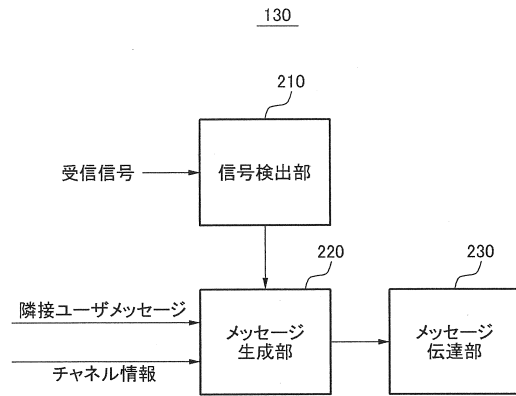
20

30

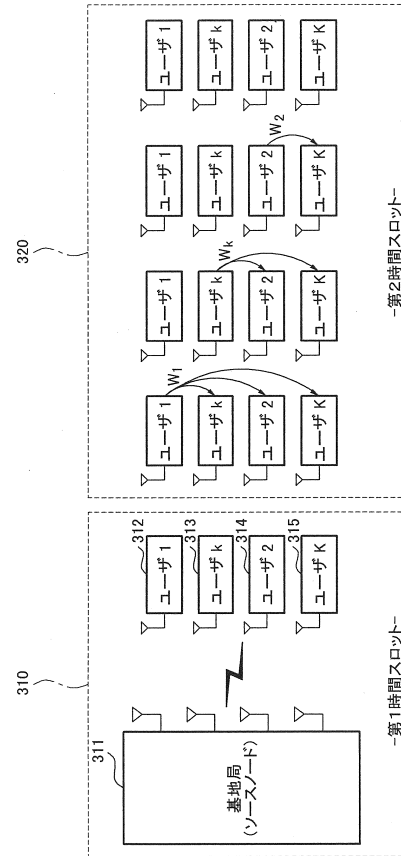
【図 1】



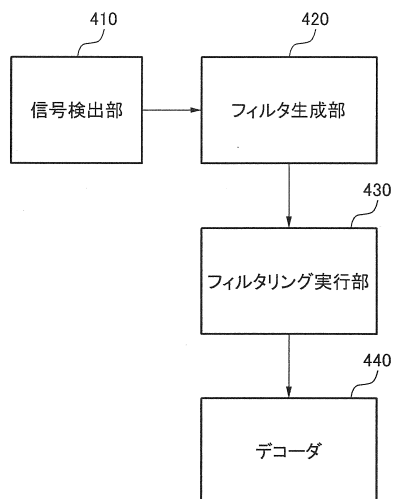
【図 2】



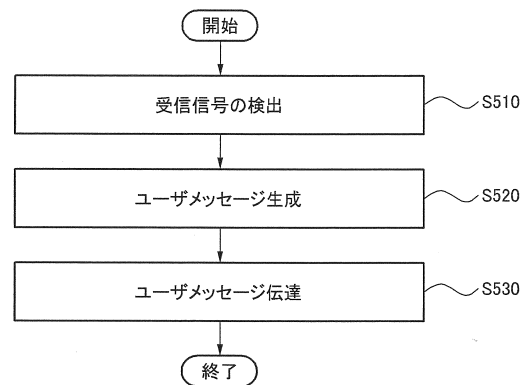
【図 3】



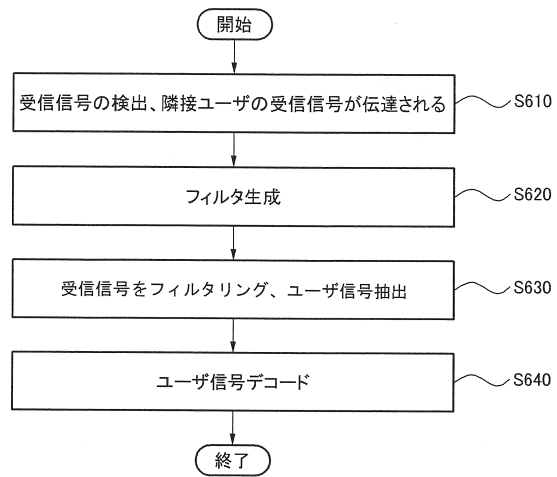
【図 4】



【図 5】



【図 6】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ファン, ドク ドン  
大韓民国, ギョンギ - ド 4 4 6 - 7 1 2, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, サン 1 4  
- 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー内
- (72)発明者 キム, ソン ジン  
大韓民国, ギョンギ - ド 4 4 6 - 7 1 2, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, サン 1 4  
- 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー内
- (72)発明者 パク, チャン スウン  
大韓民国, ギョンギ - ド 4 4 6 - 7 1 2, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, サン 1 4  
- 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー内
- (72)発明者 キム, キ イル  
大韓民国, ギョンギ - ド 4 4 6 - 7 1 2, ヨンイン - シ, ギフン - グ, ノンソ - ドン, サン 1 4  
- 1, サムスン アドバンスト インスティテュート オブ テクノロジー内

## 合議体

審判長 水野 恵雄

審判官 丸山 高政

審判官 吉田 隆之

- (56)参考文献 阪口 啓, 藤井 威生, 小野 文枝, 梅林 健太, “コグニティブMIMOメッシュネットワーク: MIMO技術を用いた空間周波数共用のための基礎検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, SR, ソフトウェア無線, 一般社団法人電子情報通信学会, 2006年11月22日, Vol . 106, No . 395, pp . 11 - 16

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04B 1/10

H04L 15/00