

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6753858号
(P6753858)

(45) 発行日 令和2年9月9日 (2020. 9. 9)

(24) 登録日 令和2年8月24日 (2020. 8. 24)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 L 27/26 (2006. 01)	HO 4 L 27/26 1 1 4
HO 4 B 7/0452 (2017. 01)	HO 4 B 7/0452 1 0 0
HO 4 B 7/0413 (2017. 01)	HO 4 B 7/0413 2 0 0
HO 4 B 7/06 (2006. 01)	HO 4 B 7/06 9 8 4

請求項の数 11 (全 68 頁)

(21) 出願番号	特願2017-541088 (P2017-541088)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成27年11月30日 (2015. 11. 30)		エルジー エレクトロニクス インコーポ
(65) 公表番号	特表2018-509816 (P2018-509816A)		レイティド
(43) 公表日	平成30年4月5日 (2018. 4. 5)		大韓民国, ソウル, ヨンドゥンポーク, ヨ
(86) 国際出願番号	PCT/KR2015/012940		イーデロ, 1 2 8
(87) 国際公開番号	W02016/125998	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成28年8月11日 (2016. 8. 11)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成30年11月16日 (2018. 11. 16)	(74) 代理人	100123582
(31) 優先権主張番号	62/111, 675		弁理士 三橋 真二
(32) 優先日	平成27年2月4日 (2015. 2. 4)	(74) 代理人	100165191
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 河合 章
	米国 (US)	(74) 代理人	100114018
(31) 優先権主張番号	62/143, 798		弁理士 南山 知広
(32) 優先日	平成27年4月6日 (2015. 4. 6)	(74) 代理人	100159259
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 竹本 実
	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システムにおける多重ユーザ送受信のための方法及びこのための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおける S T A (S t a t i o n) 装置が多重ユーザ (M U : M u l t i u s e r) 送信を行う方法であって、

データフィールドと複数の信号 (S I G) フィールドを含む P P D U (p h y s i c a l p r o t o c o l d a t a u n i t) を生成するステップと、

他の S T A に前記 P P D U を送信するステップと、
を含み、

前記 P P D U は同期又はチャネル推定の少なくとも一つに対して一つ以上の L T F (l o n g t r a i n i n g f i e l d) シンボルを更に含み、

前記 L T F シンボルは、予め定義されたシーケンスと予め定義されたマトリクスの一つの列とを掛け合わせて、M U 送信帯域幅にしたがって周波数領域で生成された L T F シーケンスに基づいて生成され、

前記予め定義されたシーケンスは同じ長さの、前記予め定義されたシーケンスの複数の第 1 部分と、前記予め定義されたシーケンスの残りの第 2 部分とを有し、

前記予め定義されたシーケンスの前記第 2 部分は、前記予め定義されたシーケンスの前記第 1 部分のいずれよりも短く、

前記 L T F シーケンスは、前記 L T F シーケンスの第 2 部分と連結された前記 L T F シーケンスの第 1 部分を含み、

前記 L T F シーケンスの第 2 部分は、前記 L T F シーケンスの第 1 部分より短く、

前記 L T F シーケンスの第 1 部分は、複数の連結された要素を生成するために、前記予め定義されたシーケンスの等しい長さの複数の第 1 部分と前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列の全ての要素とを掛け合わせて生成され、

前記予め定義したマトリクスは、列のそれぞれの間の直交性を有する M 行 (M は自然数) で M 列のマトリクスであり、

前記 L T F シーケンスの第 2 部分は、前記予め定義されたシーケンスの第 2 部分と前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列のサブセットのみとを掛け合わせて生成され、連続する第 1 要素の数を構成する前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列のサブセットは前記予め定義されたシーケンスの第 2 部分の要素の数に対応し、

前記予め定義したシーケンスを掛け合わされた前記予め定義されたマトリクスのそれぞれの列は、それぞれの異なる S T A に適用される、多重ユーザ送信方法。

10

【請求項 2】

前記送信された L T F シーケンスは前記 L T F シーケンスのノンゼロ (n o n - z e r o) 要素で構成される、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 3】

前記予め定義されたマトリクスの長さは、前記 M U 送信のために割り当てられた時空間ストリームの数に関わらず 8 に固定される、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 4】

前記予め定義されたマトリクスの長さは、2, 4 及び 8 の一つ以上の組合せを有する、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

20

【請求項 5】

前記予め定義されたマトリクスの一つの列がかけられたトーン単位でキャリア周波数オフセットとチャネル推定に利用される、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 6】

前記予め定義されたマトリクスの一つの列がかけられたトーン単位と関係なく、特定トーン間隔を有するトーン単位でキャリア周波数オフセットとチャネル推定に利用される、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 7】

前記 L T F シーケンスのマッピングのための複数のトーンは、分類され、前記 M U 送信帯域幅内でそれぞれのグループに割り当てられる、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

30

【請求項 8】

前記 L T F シーケンスのマッピングのための複数のトーンは、前記一つ以上の L T F シンボルの中の前記グループ内で S T A の数に対応するシンボルの数により異なって割り当てられる、請求項 7 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 9】

前記予め定義されたシーケンスは、それぞれの時空間ストリームに対して前記予め定義されたマトリクスの異なる列がかけられる、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

【請求項 10】

前記予め定義されたマトリクスは、以下の方程式で定義される、請求項 1 に記載の多重ユーザ送信方法。

40

【数 1】

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}$$

ここで、

【数 2】

$$P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

【請求項 11】

無線通信システムにおける多重ユーザ (MU: Multi user) 送信を行う STA (Station) 装置であって、

10

無線信号を送受信するための RF (Radio Frequency) ユニットと、
前記 RF ユニットの制御するプロセッサと、
を備え、

前記プロセッサは、

データフィールドと複数の信号 (SIG) フィールドを含む物理プロトコルデータユニット (PPDU: Physical Protocol Data Unit) を生成し、

前記 PPDU を他の STA に送信し、

前記 PPDU は、同期とチャネル推定の少なくとも一つに対して一つ以上の LTF (Long Training Field) シンボルをさらに含み、

20

前記 LTF シンボルは、予め定義されたシーケンスに予め定義されたマトリクスの一つの列を掛け合わせるにより、MU 送信帯域幅にしたがって周波数領域の中で生成された LTF シーケンスに基づいて生成され、

前記予め定義されたシーケンスは、前記予め定義されたシーケンスの長さの等しい複数の第 1 部分と、残りの部分である前記予め定義されたシーケンスの第 2 部分を有し、

前記予め定義されたシーケンスの前記第 2 部分は、前記予め定義されたシーケンスの第 1 部分のいずれより短く、

前記 LTF シーケンスは前記 LTF シーケンスの第 2 部分と連結された前記 LTF シーケンスの第 1 部分を含み、

前記 LTF シーケンスの前記第 2 部分は前記 LTF シーケンスの第 1 部分より短く、

30

前記 LTF シーケンスの第 1 部分は、複数の連結された要素を生成するために、前記予め定義されたシーケンスの等しい長さの複数の第 1 部分と前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列の全ての要素とを掛け合わせて生成され、

前記予め定義したマトリクスは、列のそれぞれの間の直交性を有する M 行 (M は自然数) で M 列のマトリクスであり、

前記 LTF シーケンスの第 2 部分は、前記予め定義されたシーケンスの第 2 部分と前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列のサブセットのみとを掛け合わせて生成され、連続する第 1 要素の数を構成する前記予め定義されたマトリクスの前記一つの列のサブセットは前記予め定義されたシーケンスの第 2 部分の要素の数に対応し、

前記予め定義したシーケンスを掛け合わされた前記予め定義されたマトリクスのそれぞれの列は、それぞれの異なる STA に適用される、STA 装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムに関し、より詳細には、上向きリンクまたは下向きリンク多重ユーザ送受信のための方法及びこれを支援する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイファイ (Wi-Fi) は、2.4 GHz、5 GHz または 60 GHz 周波数帯域において機器がインターネットに接続可能なようにする WLAN (Wireless Local Area Ne

50

work) 技術である。

【0003】

WLANは、IEEE (institute of electrical and electronic engineers) 802.11 標準に基づく IEEE 802.11 の WNG SC (Wireless Next Generation Standing Committee) は、次世代 WLAN (wireless local area network) を中長期的に悩むアドホック委員会 (committee) である。

【0004】

IEEE 802.11n は、ネットワークの速度と信頼性を増加させ、無線ネットワークの運営距離を拡張するのに目的をおいている。さらに具体的には、IEEE 802.11n では、最大 600 Mbps のデータ処理速度 (data rate) を提供する高処理率 (HT: High Throughput) を支援し、また送信エラーを最小化しデータ速度を最適化するために、送信部と受信部の両端ともに多重アンテナを使用する MIMO (Multiple Inputs and Multiple Outputs) 技術に基盤をおいている。

10

【0005】

WLANの補給が活性化され、またこれを利用したアプリケーションが多様化するにつれて、超高処理率 (VHT: Very High Throughput) を支援する次世代 WLAN システムは、IEEE 802.11n WLAN システムの次のバージョンとして、IEEE 802.11ac が新しく制定された。IEEE 802.11ac は、80 MHz 帯域幅送信及び / またはより高い帯域幅送信 (例えば、160 MHz) を介して、1 Gbps 以上のデータ処理速度を支援し、主に 5 GHz 帯域で動作する。

20

【0006】

最近では、IEEE 802.11ac が支援するデータ処理速度よりさらに高い処理率を支援するための新しい WLAN システムに対する必要性が台頭しつつある。

【0007】

一名 IEEE 802.11ax または高効率 (HEW: High Efficiency) WLAN と呼ばれる次世代 WLAN タスクグループで主に論議される IEEE 802.11ax の範囲 (scope) は、1) 2.4 GHz 及び 5 GHz などの帯域で 802.11 PHY (physical) 階層と MAC (medium access control) 階層の向上、2) スペクトル効率性 (spectrum efficiency) と領域スループット (area throughput) 向上、3) 干渉ソースが存在する環境、密集した異種ネットワーク (heterogeneous network) 環境及び高いユーザ負荷が存在する環境のような実際の室内環境及び室外環境での性能向上などを含む。

30

【0008】

IEEE 802.11ax において主に考慮されるシナリオは、AP (access point) と STA (station) が多い密集環境であり、IEEE 802.11ax は、このような状況でスペクトル効率 (spectrum efficiency) と空間送信率 (area throughput) の改善について議論する。特に、室内環境だけでなく、従来の WLAN で多く考慮されなかった室外環境での実質的性能改善に関心を有する。

【0009】

IEEE 802.11ax では、無線オフィス (wireless office)、スマートホーム (smart home)、スタジアム (Stadium)、ホットスポット (Hotspot)、ビル / アパート (building/apartment) のようなシナリオに関心が大きく、該当シナリオに基づいて AP と STA が多い密集環境でのシステム性能の向上についての議論が行われている。

40

【0010】

今後、IEEE 802.11ax では、1つの BSS (basic service set) での単一リンク性能向上よりは、OBSS (overlapping basic service set) 環境でのシステム性能の向上及び室外環境性能の改善、及びセルラオフロード (cellular offloading) などに対する議論が盛んになると予想される。このような IEEE 802.11ax の方向性は、次世代 WLAN がますます移動通信と類似の技術範囲を有するようになるのを意味する。最近、スモールセル (small cell) 及び D2D (Direct-to-Direct) 通信領域で移動通信と WLAN 技術が共に論議されている状況を考慮してみると、IEEE 802

50

． 1 1 a x に基づいた次世代 W L A N と移動通信の技術的及び事業的融合は、さらに盛んになると予測される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

次世代 W L A N システムでは、上向きリンク多重ユーザ (m u l t i u s e r) M I M O (m u l t i p l e i n p u t m u l t i p l e o u t p u t) 送信の支援を考慮している。ただし、この場合、 L T F でチャネル推定と同時に既存のパイロット (p i l o t) 方式をそのまま適用して、ユーザ毎にそれぞれ異なるキャリア周波数オフセット (C F O : C a r r i e r F r e q u e n c y O f f s e t) を測定するのに限界がある。

10

【 0 0 1 2 】

これにより、本発明の目的は、多重ユーザ送信のための H E - L T F (H i g h e f f i c i e n c y - L o n g T r a i n i n g F i e l d) を構成する方法を提案する。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の目的は、多重ユーザ送信においてチャネル推定 (c h a n n e l e s t i m a t i o n) だけでなく、 C F O まで測定する方法を提案する。

【 0 0 1 4 】

本発明でなそうとする技術的課題は、以上で言及した技術的課題に制限されず、言及していないさらに他の技術的課題は、下記の記載から本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者に明確に理解され得るであろう。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

本発明の一態様は、無線通信システムにおける S T A (S t a t i o n) 装置が多重ユーザ (M U : M u l t i u s e r) 送信を行う方法において、 M U 送信帯域幅による周波数領域 (f r e q u e n c y d o m a i n) で H E - L T F (H i g h E f f i c i e n c y - L o n g T r a i n i n g F i e l d) シーケンスを生成するステップ及び前記 H E - L T F シーケンスがマッピングされる 1 つ以上のシンボルを含む物理プロトコルデータユニット (P P D U : P h y s i c a l P r o t o c o l D a t a U n i t) を送信するステップを含み、前記 H E - L T F シーケンスは、予め定義されたシーケンスに P 行列の 1 つの行 (r o w) の長さ単位に前記 P 行列の 1 つの行がかけられて生成されることができる。

30

【 0 0 1 6 】

本発明の他の一態様は、無線通信システムにおける多重ユーザ (M U : M u l t i u s e r) 送信を行う S T A (S t a t i o n) 装置において、無線信号を送受信するための R F (R a d i o F r e q u e n c y) ユニット及び前記 R F ユニットの制御するプロセッサを備え、前記プロセッサは、 M U 送信帯域幅による周波数領域 (f r e q u e n c y d o m a i n) で H E - L T F (H i g h E f f i c i e n c y - L o n g T r a i n i n g F i e l d) シーケンスを生成し、前記 H E - L T F シーケンスがマッピングされる 1 つ以上のシンボルを含む物理プロトコルデータユニット (P P D U : P h y s i c a l P r o t o c o l D a t a U n i t) を送信するように構成され、前記 H E - L T F シーケンスは、予め定義されたシーケンスに P 行列の 1 つの行 (r o w) の長さ単位に前記 P 行列の 1 つの行がかけられて生成されることができる。

40

【 0 0 1 7 】

本発明のさらに他の一態様は、無線通信システムにおける S T A (S t a t i o n) 装置が多重ユーザ (M U : M u l t i u s e r) 送信を受信する方法において、受信した信号から H E - L T F (H i g h E f f i c i e n c y - L o n g T r a i n i n g F i e l d) シーケンス及び前記 H E - L T F シーケンスに適用された P 行列の 1 つの行 (r o w) をアンスクランブリング (u n s c r a m b l i n g) するステップと、前

50

記信号が送信されたシンボル間の位相差に基づいてキャリア周波数オフセット (CFO: Carrier Frequency Offset) を推定するステップと、前記推定されたCFO値を用いて前記信号が送信されたシンボル別にチャネルを推定するステップとを含み、前記CFOは、前記P行列の1つの行 (row) の長さのサブキャリア別に同じチャネルを仮定して推定されることができる。

【0018】

本発明のさらに他の一態様は、無線通信システムにおける多重ユーザ (MU: Multi user) 送信を受信する装置において、無線信号を送受信するためのRF (Radio Frequency) ユニットを備え、前記RFユニットを制御するプロセッサを備え、前記プロセッサは、受信した信号からHE-LTF (High Efficiency - Long Training Field) シーケンス及び前記HE-LTFシーケンスに適用されたP行列の1つの行 (row) をアンスクランブリング (unscrambling) し、前記信号が送信されたシンボル間の位相差に基づいてキャリア周波数オフセット (CFO: Carrier Frequency Offset) を推定し、前記推定されたCFO値を用いて前記信号が送信されたシンボル別にチャネルを推定するように構成され、前記CFOは、前記P行列の1つの行 (row) の長さのサブキャリア別に同じチャネルを仮定して推定されることができる。

10

【0019】

好ましくは、前記予め定義されたシーケンスを前記P行列の1つの行の長さに分けた残りのシーケンスが存在する場合、前記残りのシーケンスに前記P行列の1つの行の行列要素が循環シフト (cyclic shift) されてかけられることができる。

20

【0020】

好ましくは、前記1つ以上のHE-LTFシンボルに前記P行列の1つの行を適用するステップをさらに含むことができる。

【0021】

好ましくは、前記P行列の長さは、前記MU送信のために割り当てられた時空間ストリーム (time-spatial stream) を個数と関係なく8に固定することができる。

【0022】

好ましくは、前記P行列の長さは、2、4、及び8のうち、1つ以上に組み合わせられることができる。

30

【0023】

好ましくは、前記P行列の1つの行がかけられたトーン単位別にキャリア周波数オフセット (Carrier Frequency Offset) 及びチャネル推定に利用されることができる。

【0024】

好ましくは、前記P行列の1つの行がかけられたトーン単位と関係なく、所定のトーン間隔で構成されるトーン単位別にキャリア周波数オフセット (Carrier Frequency Offset) 及びチャネル推定に利用されることができる。

40

【0025】

好ましくは、前記予め定義されたシーケンスを前記P行列の1つの行の長さに分けた残りのシーケンスが存在する場合、前記残りのシーケンスに前記P行列の1つの行をかけないことがある。

【0026】

好ましくは、前記予め定義されたシーケンスを前記P行列の1つの行の長さに分けた残りのシーケンスが存在する場合、前記残りのシーケンスの長さに合うP行列の1つの行がかけられることができる。

【0027】

好ましくは、前記MU送信帯域幅内でグループ別に前記HE-LTFシーケンスマッピングのためのトーンが区分されて割り当てられることができる。

50

【 0 0 2 8 】

好ましくは、前記 H E - L T F シンボルのうち、前記グループ内の S T A 数に該当する個数のシンボル以後、前記 H E - L T F シーケンスマッピングのためのトーンが相違して割り当てられることができる。

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 2 9 】

本発明の実施形態によれば、無線通信システムにおいて上向きリンク / 下向きリンク多重ユーザ送信を円滑に行うことができる。

【 0 0 3 0 】

また、本発明の実施形態に係る無線通信システムにおいて、H E - L T F 基盤にてチャネル推定 (c h a n n e l e s t i m a t i o n) だけでなく、C F O まで測定することができる。

【 0 0 3 1 】

本発明において得ることができる効果は、以上で言及した効果に制限されず、言及していないさらに他の効果は、下記の記載から本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者に明確に理解され得るであろう。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 3 2 】

本発明に関する理解のために詳細な説明の一部として含まれる添付図面は、本発明に対する実施形態を提供し、詳細な説明とともに本発明の技術的特徴を説明する。

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 本発明が適用され得る I E E E 8 0 2 . 1 1 システムの一例を示す図である。

【 図 2 】 本発明が適用され得る I E E E 8 0 2 . 1 1 システムの階層アーキテクチャ (l a y e r a r c h i t e c t u r e) の構造を例示する図である。

【 図 3 】 本発明が適用され得る無線通信システムの n o n - H T フォーマット P P D U 及び H T フォーマット P P D U を例示する。

【 図 4 】 本発明が適用され得る無線通信システムの V H T フォーマット P P D U フォーマットを例示する。

【 図 5 】 本発明が適用され得る無線通信システムの P P D U のフォーマットを区分するための星状 (c o n s t e l l a t i o n) を例示する図である。

【 図 6 】 本発明が適用され得る I E E E 8 0 2 . 1 1 システムの M A C フレームフォーマットを例示する。

【 図 7 】 本発明が適用され得る無線通信システムにおいて H T C o n t r o l フィールドの H T フォーマットを例示する。

【 図 8 】 本発明が適用され得る無線通信システムにおいて H T C o n t r o l フィールドの V H T フォーマットを例示する。

【 図 9 】 本発明が適用され得る無線通信システムにおいて一般的なリンクセットアップ (l i n k s e t u p) 手順を説明するための図である。

【 図 1 0 】 本発明が適用され得る無線通信システムにおいて任意バックオフ周期とフレーム送信手順を説明するための図である。

【 図 1 1 】 本発明が適用され得る無線通信システムにおいて V H T - L T F を例示する図である。

【 図 1 2 】 本発明の一実施形態に係る H E (H i g h E f f i c i e n c y) フォーマット P P D U を例示する図である。

【 図 1 3 】 本発明の一実施形態に係る H E (H i g h E f f i c i e n c y) フォーマット P P D U を例示する図である。

【 図 1 4 】 本発明の一実施形態に係る H E (H i g h E f f i c i e n c y) フォーマット P P D U を例示する図である。

【 図 1 5 】 本発明の一実施形態に係る H E (H i g h E f f i c i e n c y) フォーマット P P D U を例示する図である。

10

20

30

40

50

【図 16】本発明の一実施形態に係る H E - L T F シーケンスを生成する方法を例示する。

【図 17】本発明の一実施形態に係る H E - L T F フィールドを構成する方法を例示する。

【図 18】本発明の一実施形態に係る C F O 推定方法を例示する図である。

【図 19】本発明の一実施形態に係る H E - L T F シーケンス生成方法を例示する図である。

【図 20】本発明の一実施形態に係る H E - L T F シーケンス生成方法を例示する図である。

【図 21】本発明の一実施形態に係る H E - L T F シーケンス生成方法を例示する図である。 10

【図 22】本発明の一実施形態に係る C F O 及びチャネル推定方法を例示する図である。

【図 23】本発明の一実施形態に係る H E - L T F シーケンスを生成する方法を例示する図である。

【図 24】本発明の一実施形態に係る上向きリンク多重ユーザ送信のための方法を例示する図である。

【図 25】本発明の一実施形態に係る無線装置を例示するブロック図である。

【図 26】本発明の一実施形態に係る図 25 のプロセッサをより具体的に例示する図である。

【発明を実施するための形態】 20

【0034】

以下、本発明に係る好ましい実施形態を添付の図面を参照して詳細に説明する。添付の図面と共に以下に開示される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態を説明しようとするものであり、本発明が実施できる唯一の実施形態を示そうとするものではない。以下の詳細な説明は本発明の完全な理解を提供するために具体的な細部事項を含む。しかしながら、当業者は本発明がこのような具体的な細部事項無しでも実施できることが分かる。

【0035】

幾つかの場合、本発明の概念が曖昧になることを避けるために、公知の構造及び装置は省略されるか、または各構造及び装置の核心機能を中心としたブロック図形式に図示できる。 30

【0036】

以下の説明で使用される特定の用語は本発明の理解を助けるために提供されたものであり、このような特定の用語の使用は本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で異なる形態に変更できる。

【0037】

以下の技術は、C D M A (code division multiple access)、F D M A (frequency division multiple access)、T D M A (time division multiple access)、O F D M A (orthogonal frequency division multiple access)、S C - F D M A (single carrier frequency division multiple access)、N O M A (non-orthogonal multiple access) などのような様々な無線接続システムに利用されることができる。C D M A は、U T R A (universal terrestrial radio access) または C D M A 2 0 0 0 のような無線技術 (radio technology) により実現化されることができる。T D M A は、G S M (global system for mobile communications) / G P R S (general packet radio service) / E D G E (enhanced data rates for GSM evolution) のような無線技術により実現化されることができる。O F D M A は、I E E E (institute of electrical and electronics engineers) 8 0 2 . 1 1 (W i - F i)、I E E E 8 0 2 . 2 0 (W i M A X)、I E E E 8 0 2 - 2 0、E - U T R A (evolved UTRA) などのような無線技術により実現化されることができる。U T R A は、U M T S (universal mobile telecommunications system) の一部である。3 G P P (3rd generation partnership project) L T E (long term evolution) は、E - U T R A を使用する E - U M T S (evolved UMTS) の一部として 40 50

、ダウンリンクでOFDMAを採用しアップリンクでSC-FDMAを採用する。LTE-A (advanced) は、3GPP LTEの進化である。

【0038】

本発明の実施の形態は、無線接続システムであるIEEE 802、3GPP及び3GPP 2のうち、少なくとも一つに開示された標準文書により裏付けられることができる。すなわち、本発明の実施の形態のうち、本発明の技術的思想を明らかに表すために説明しないステップまたは部分は、前記文書により裏付けられることができる。また、本文書において開示しているすべての用語は、前記標準文書により説明されることができる。

【0039】

説明を明確にするために、IEEE 802.11システムを中心に述べるが、本発明の技術的特徴がこれに制限されるものではない。

【0040】

システム一般

図1は、本発明が適用されることができるIEEE 802.11システムの一例を示す図である。

【0041】

IEEE 802.11構造は、複数の構成要素から構成されることができ、これらの相互作用により上位階層に対してトランスペアレントな (transparent) ステーション (STA: Station) 移動性を支援する無線通信システムが提供されることができる。基本サービスセット (BSS: Basic Service Set) は、IEEE 802.11システムでの基本的な構成ブロックに該当できる。

【0042】

図1では、3個のBSS (BSS1ないしBSS3) が存在し、それぞれのBSSのメンバーとして2個のSTAが含まれること (STA1及びSTA2は、BSS1に含まれ、STA3及びSTA4は、BSS2に含まれ、STA5及びSTA6は、BSS3に含まれる) を例示的に示す。

【0043】

図1においてBSSを示す楕円は、該当BSSに含まれたSTAが通信を維持するカバレッジ領域を示すものと理解されることができる。この領域を基本サービス領域 (BSA: Basic Service Area) と称することができる。STAがBSAの外に移動するようになると、該当BSA内の他のSTAと直接的に通信できなくなる。

【0044】

IEEE 802.11システムにおいて最も基本的なタイプのBSSは、独立的なBSS (IBSS: Independent BSS) である。例えば、IBSSは、2個のSTAだけから構成された最小の形態を有することができる。また、最も単純な形態で他の構成要素が省略されている図1のBSS3がIBSSの代表的な例示に該当できる。このような構成は、STAが直接通信できる場合に可能である。また、このような形態のLANは、予め計画されて構成されるのではなく、LANが必要な場合に構成されることができ、これをアドホック (ad-hoc) ネットワークと称することもできる。

【0045】

STAのオンまたはオフ、STAがBSS領域に入っていく等により、BSSでのSTAのメンバーシップが動的に変更されることができる。BSSのメンバーになるためには、STAは、同期化過程を利用してBSSにジョインできる。BSS基盤構造のすべてのサービスにアクセスするためには、STAは、BSSに連係 (associated) されなければならない。このような連係 (association) は、動的に設定されることができ、分配システムサービス (DSS: Distribution System Service) の利用を含むことができる。

【0046】

802.11システムにおいて直接的なSTA - 対 - STAの距離は、物理階層 (PHY: physical) 性能によって制限されることができる。ある場合には、このような距離の限界が充分でありうるが、場合によっては、より遠くの距離のSTA間の通信が必要であ

10

20

30

40

50

りうるときもある。拡張されたカバレッジを支援するために、分配システム（DS：Distribution System）が構成されることができる。

【0047】

DSは、BSSが相互接続する構造を意味する。具体的には、図1のように、BSSが独立に存在する代わりに、複数のBSSから構成されたネットワークの拡張された形態の構成要素としてBSSが存在することもできる。

【0048】

DSは、論理的な概念であり、分配システム媒体（DSM：Distribution System Medium）の特性によって特定されることができる。これに関連して、IEEE 802.11標準では、無線媒体（WM：Wireless Medium）と分配システム媒体（DSM：Distribution System Medium）を論理的に区分している。各々の論理的媒体は、相異なる目的のために使用され、相異なる構成要素によって使用される。IEEE 802.11標準の定義では、このような媒体を同じことに制限することもしない。このように複数の媒体が論理的に相異なるという点で、IEEE 802.11システムの構造（DS構造または他のネットワーク構造）の柔軟性が説明されることができる。すなわち、IEEE 802.11システム構造は、様々に実現化されることができる。各々の実現例の物理的な特性によって独立的に該当システム構造が特定されることができる。

【0049】

DSは、複数のBSSの途切れない（seamless）統合を提供し、目的地へのアドレスを扱うのに必要な論理的サービスを提供することによって、移動装置を支援できる。

【0050】

APは、関連したSTAに対してWMを介してDSへのアクセスを可能にし、STA機能性を有する個体を意味する。APを介してBSS及びDS間のデータ移動が行われることができる。例えば、図1に示すSTA2及びSTA3は、STAの機能性を有し、かつ関連したSTA（STA1及びSTA4）がDSにアクセスするようにする機能を提供する。また、すべてのAPは、基本的にSTAに該当するので、すべてのAPは、アドレス可能な個体である。WM上での通信のために、APによって使用されるアドレスとDSM上での通信のために、APによって使用されるアドレスは、必ず同一である必要はない。

【0051】

APに関連したSTAのうちの一つからそのAPのSTAアドレスに送信されるデータは、常に非制御ポート（uncontrolled port）で受信され、IEEE 802.1xポートアクセス個体によって処理されることができる。また、制御ポート（controlled port）が認証されると、送信データ（またはフレーム）は、DSに伝達されることができる。

【0052】

任意の（arbitrary）サイズ及び複雑度を有する無線ネットワークがDS及びBSSから構成されることができる。IEEE 802.11システムでは、このような方式のネットワークを拡張されたサービスセット（ESS：Extended Service Set）ネットワークと称する。ESSは、一つのDSに接続したBSSの集合に該当できる。しかしながら、ESSは、DSを含まない。ESSネットワークは、論理リンク制御（LLC：Logical Link Control）階層でIBSSネットワークに見える点が特徴である。ESSに含まれるSTAは、互いに通信でき、移動STAは、LLCにトランスペアレント（transparent）に一つのBSSから他のBSSに（同じESS内で）移動できる。

【0053】

IEEE 802.11システムでは、図1でのBSSの相対的な物理的位置に対してなんにも仮定しなく、次のような形態が全部可能である。

【0054】

具体的には、BSSは、部分的に重なることができ、これは、連続的なカバレッジを提供するために一般に利用される形態である。また、BSSは、物理的に接続されていなくても良く、論理的には、BSS間の距離に制限はない。また、BSSは、物理的に同じ位

10

20

30

40

50

置に位置でき、これは、リダンダンシー (redundancy) を提供するために利用されることができる。また、一つ (または一つ以上の) I B S S または E S S ネットワークが一つまたはそれ以上の E S S ネットワークとして同じ空間に物理的に存在できる。これは、E S S ネットワークが存在する位置に a d - h o c ネットワークが動作する場合、相異なる機関 (organizations) によって物理的に重なる I E E E 802.11 ネットワークが構成される場合、または同じ位置で2つ以上の相違したアクセス及びセキュリティ政策が必要な場合などでの E S S ネットワーク形態に該当できる。

【0055】

W L A N システムにおける S T A は、I E E E 802.11 の媒体接続制御 (M A C : Medium Access Control) / P H Y 規定に従って動作する装置である。S T A の機能が A P と個別的に区分されない限り、S T A は、A P S T A と非 - A P S T A (n o n - A P S T A) を含むことができる。ただし、S T A と A P との間に通信が行われるとすると、S T A は、n o n - A P S T A と理解されることができる。図1の例示において、S T A 1、S T A 4、S T A 5 及び S T A 6 は、n o n - A P S T A に該当し、S T A 2 及び S T A 3 は、A P S T A に該当する。

10

【0056】

N o n - A P S T A は、ラップトップパソコン、携帯電話機のように、一般にユーザが直接扱う装置に該当する。以下の説明において、n o n - A P S T A は、無線装置 (w i r e l e s s d e v i c e)、端末 (t e r m i n a l)、ユーザ装置 (U E : User Equipment)、移動局 (M S : Mobile Station)、移動端末 (Mobile Terminal)、無線端末 (w i r e l e s s T e r m i n a l)、無線送受信ユニット (W T R U : wireless Transmit/Receive Unit)、ネットワークインタフェース装置 (network interface device)、M T C (Machine-Type Communication) 装置、M 2 M (Machine-to-Machine) 装置などと呼ぶことができる。

20

【0057】

また、A P は、他の無線通信分野での基地局 (B S : Base Station)、ノード - B (N o d e - B)、発展したノード - B (e N B : evolved Node-B)、基底送受信システム (B T S : Base Transceiver System)、フェムト基地局 (Femto BS) などに対応する概念である。

【0058】

以下、本明細書においてダウンリンク (D L : downlink) は、A P から n o n - A P S T A への通信を意味し、アップリンク (U L : uplink) は、n o n - A P S T A から A P への通信を意味する。ダウンリンクにおける送信機は、A P の一部で、受信機は、n o n - A P S T A の一部でありうる。アップリンクにおける送信機は、n o n - A P S T A の一部で、受信機は、A P の一部でありうる。

30

【0059】

図2は、本発明が適用され得る I E E E 802.11 システムの階層アーキテクチャ (l a y e r a r c h i t e c t u r e) の構造を例示する図である。

【0060】

図2に示すように、I E E E 802.11 システムの階層アーキテクチャは、M A C サブ階層 (M A C (M e d i u m A c c e s s C o n t r o l) s u b l a y e r / l a y e r) と P H Y サブ階層 / 階層 (P h y s i c a l s u b l a y e r / l a y e r) を含むことができる。

40

【0061】

P H Y は、P L C P (P h y s i c a l L a y e r C o n v e r g e n c e P r o c e d u r e) 個体 (e n t i t y) と P M D (P h y s i c a l M e d i u m D e p e n d e n t) 個体とに区分されることもできる。この場合、P L C P 個体は、M A C とデータフレームを連結する役割を果たし、P M D 個体は、2個またはそれ以上の S T A とデータを無線で送受信する役割を果たす。

【0062】

M A C と P H Y とは共に管理個体 (M a n a g e m e n t E n t i t y) を含むこと

50

ができ、各々MACサブ階層管理個体 (MLME: MAC Sublayer Management Entity) とPHYサブ階層管理個体 (PLME: Physical Sublayer Management Entity) と呼ぶことができる。これらの管理個体は、階層管理関数の動作を介して階層管理サービスインターフェースを提供する。MLMEは、PLMEと連結されてMACの管理動作 (management operation) を行うことができ、同様に、PLMEもMLMEと連結されてPHYの管理動作 (management operation) を行うことができる。

【0063】

正確なMAC動作を提供するために、SME (Station Management Entity) が各STA内に存在し得る。SMEは、各階層と独立的な管理個体であって、MLMEとPLMEから階層基盤状態情報を収集するか、各階層の特定パラメータの値を設定する。SMEは、一般システム管理個体に代えてこのような機能を果たすことができ、標準管理プロトコルを実現できる。

10

【0064】

MLME、PLME、及びSMEは、プリミティブ (primitive) 基盤の様々な方法で相互作用 (interact) することができる。具体的には、XX-GET.requestプリミティブは、管理情報ベース属性 (MIB attribute: Management Information Base attribute) の値を要請するために使用され、XX-GET.confirmプリミティブは、状態が「SUCCESS」であれば、当該MIB属性値をリターン (return) し、その他の場合には、状態フィールドにエラー表示をしてリターンする。XX-SET.requestプリミティブは、指定されたMIB属性を与えられた値に設定するように要請するために使用される。MIB属性が特定動作を意味しているならば、この要請は、その特定動作の実行を要請する。そして、XX-SET.confirmプリミティブは、状態が「SUCCESS」であれば、これは、指定されたMIB属性が要請された値に設定されたことを意味する。その他の場合には、状態フィールドは、エラー状況を表す。このMIB属性が特定動作を意味するならば、このプリミティブは、当該動作が行われたことを確認することができる。

20

【0065】

PHYは、MACにTXVECTOR、RXVECTOR、及びPHYCONFIG_VECTORを介してインターフェース (interface) を提供する。TXVECTORは、PHYにPPDU別の送信パラメータを支援する。RXVECTORを用いて、PHYはMACに受信したPPDUパラメータを知らせる。TXVECTORは、MACでPHYにPHY-TXSTART.requestプリミティブを介して伝達され、RXVECTORは、PHYでMACにPHY-RXSTART.indicationプリミティブを介して伝達される。

30

【0066】

PHYCONFIG_VECTORを用いて、MACはフレーム送信または受信と関係なくPHYの動作を設定する。

【0067】

各サブ階層 (または、階層) での動作を簡略に説明すれば、次のとおりである。

40

【0068】

MACは、上位階層 (例えば、LLC) から伝達されたMACサービスデータユニット (MSDU: MAC Service Data Unit) またはMSDUの断片 (fragment) にMACヘッダ (header) とフレームチェックシーケンス (FCS: Frame Check Sequence) とを付着して、1つ以上のMACプロトコルデータユニット (MPDU: MAC Protocol Data Unit) を生成する。生成されたMPDUは、PHYに伝達される。

【0069】

A-MSDU (aggregated MSDU) 技法 (scheme) が使用される

50

場合、複数のMSDUは、単一のA-MSDU(aggregated MSDU)に併合されることができる。MSDU併合動作は、MAC上位階層で行われることができる。A-MSDUは、単一のMPDU(断片化(fragment)されない場合)でPHYに伝達される。

【0070】

PHYは、MACから伝達された物理サービスデータユニット(PSDU: Physical Service Data Unit)に物理階層送受信機により必要な情報を含む付加フィールドを加えて物理プロトコルデータユニット(PPDU: Physical Protocol Data Unit)を生成する。PPDUは、無線媒体を介して送信される。

10

【0071】

PSDUは、PHYがMACから受信したものであり、MPDUは、MACがPHYに送信したものであるため、PSDUは、実質的にMPDUと同一である。

【0072】

A-MPDU(aggregated MPDU)技法(scheme)が使用される場合、複数のMPDU(このとき、各MPDUは、A-MSDUを運ぶことができる。)は、単一のA-MPDUに併合されることができる。MPDU併合動作は、MAC下位階層で行われることができる。A-MPDUは、様々なタイプのMPDU(例えば、QoSデータ、ACK(Acknowledge)、ブロックACK(Block Ack)等)が併合され得る。PHYは、MACで単一のPSDUとしてA-MPDUを受信する。すなわち、PSDUは、複数のMPDUで構成される。したがって、A-MPDUは、単一のPPDU内で無線媒体を介して送信される。

20

【0073】

PPDU(Physical Protocol Data Unit)フォーマット

PPDU(Physical Protocol Data Unit)は、物理階層から発生されるデータブロックを意味する。以下、本発明が適用されうるIEEE 802.11 WLANシステムに基づいてPPDUフォーマットを説明する。

【0074】

図3は、本発明が適用されうる無線通信システムのnon-HTフォーマットPPDU及びHTフォーマットPPDUを例示する。

30

【0075】

図3の(a)は、IEEE 802.11a/gシステムを支援するためのnon-HTフォーマットPPDUを例示する。non-HT PPDUは、レガシー(legacy)PPDUとも呼ばれることができる。

【0076】

図3の(a)を参照すると、non-HTフォーマットPPDUは、L-STF(Legacy(またはNon-HT) Short Training field)、L-LTF(Legacy(またはNon-HT) Long Training field)及びL-SIG(Legacy(またはNon-HT) SIGNAL)フィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンブルとデータフィールドとを含んで構成される。

40

【0077】

L-STFは、短いトレーニングOFDMシンボル(short training orthogonal frequency division multiplexing symbol)を含むことができる。L-STFは、フレームタイミング取得(frame timing acquisition)、自動利得制御(AGC: Automatic Gain Control)、ダイバーシティ検出(diversity detection)、概略的な周波数/時間同期化(coarse frequency/time synchronization)のために使用されることができる。

【0078】

L-LTFは、長いトレーニングOFDMシンボル(long training o

50

orthogonal frequency division multiplexing symbol)を含むことができる。L-LTFは、精密な周波数/時間同期化(fine frequency/time synchronization)及びチャネル推定(channel estimation)のために使用されることができる。

【0079】

L-SIGフィールドは、データフィールドの復調及びデコーディングのための制御情報を送信するために使用されることができる。L-SIGフィールドは、データ率(data rate)、データ長さ(data length)に関する情報を含むことができる。

【0080】

図3の(b)は、IEEE 802.11nシステム及びIEEE 802.11a/gシステムを全部支援するためのHT混合フォーマットPPDU(HT-mixed format PPDU)を例示する。

【0081】

図3の(b)を参照すると、HT混合フォーマットPPDUは、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンプルとHT-SIG(HT-Signal)フィールド、HT-STF(HT short training field)、HT-LTF(HT long training field)から構成されるHTフォーマットプリアンプル及びデータフィールドを含んで構成される。

【0082】

L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドは、下位互換性(backward compatibility)のためのレガシーフィールドを意味するので、L-STFからL-SIGフィールドまでnon-HTフォーマットと同一である。L-SIGは、HT混合PPDUを受信してもL-LTF、L-LTF及びL-SIGフィールドを介してデータフィールドを解釈できる。ただし、L-LTFは、HT-SIGがHT混合PPDUを受信しL-SIGフィールド及びHT-SIGフィールドを復調するために行うチャネル推定のための情報をさらに含むことができる。

【0083】

HT-SIGは、レガシーフィールドの後にくるHT-SIGフィールド利用して、HT-混合フォーマットPPDUであることが分かり、これに基づいてデータフィールドをデコードできる。

【0084】

HT-LTFフィールドは、データフィールドの復調のためのチャネル推定に使用されることができる。IEEE 802.11nは、SU-MIMO(Single-User Multi-Input and Multi-Output)を支援するので、複数の空間ストリームに送信されるデータフィールドの各々に対して、チャネル推定のためにHT-LTFフィールドは、複数から構成されることができる。

【0085】

HT-LTFフィールドは、空間ストリームに対するチャネル推定のために使用されるデータHT-LTF(Data HT-LTF)とフルチャネルサウンディング(full channel sounding)のために追加的に使用される拡張HT-LTF(extension HT-LTF)から構成されることができる。したがって、複数のHT-LTFは、送信される空間ストリームの数より同じであるか、または多くありうる。

【0086】

HT-混合フォーマットPPDUは、L-SIGも受信してデータを獲得できるようにするために、L-STF、L-LTF及びL-SIGフィールドが最も速く送信される。以後、HT-SIGのために送信されるデータの復調及びデコードのためにHT-SIGフィールドが送信される。

【0087】

HT-SIGフィールドまでは、ビーム形成を行わないで送信して、L-SIG及びH

10

20

30

40

50

Ｔ－ＳＴＡが該当ＰＰＤＵを受信してデータを獲得できるようにし、以後に送信されるＨＴ－ＳＴＦ、ＨＴ－ＬＴＦ及びデータフィールドは、プリコーディングを介した無線信号送信が行われる。ここで、プリコーディングをして受信するＳＴＡでプリコーディングにより電力が可変される部分を勘案できるように、ＨＴ－ＳＴＦフィールドを送信し、その以後に複数のＨＴ－ＬＴＦ及びデータフィールドを送信する。

【００８８】

図３の（ｃ）は、ＩＥＥＥ ８０２．１１ｎシステムのみを支援するためのＨＴ－ＧＦフォーマットＰＰＤＵ（HT-greenfield format PPDU）を例示する。

【００８９】

図３の（ｃ）を参照すると、ＨＴ－ＧＦフォーマットＰＰＤＵは、ＨＴ－ＧＦ－ＳＴＦ、ＨＴ－ＬＴＦ１、ＨＴ－ＳＩＧフィールド、複数のＨＴ－ＬＴＦ２及びデータフィールドを含む。

10

【００９０】

ＨＴ－ＧＦ－ＳＴＦは、フレームタイミング獲得及びＡＧＣのために使用される。ＨＴ－ＬＴＦ１は、チャンネル推定のために使用される。

【００９１】

ＨＴ－ＳＩＧフィールドは、データフィールドの復調及びデコードのために使用される。

【００９２】

ＨＴ－ＬＴＦ２は、データフィールドの復調のためのチャンネル推定に使用される。同様に、ＨＴ－ＳＴＡは、ＳＵ－ＭＩＭＯを使用するので、複数の空間ストリームに送信されるデータフィールドの各々に対してチャンネル推定を要するので、ＨＴ－ＬＴＦ２は、複数から構成されることができる。

20

【００９３】

複数のＨＴ－ＬＴＦ２は、ＨＴ混合ＰＰＤＵのＨＴ－ＬＴＦフィールドと同様に、複数のData HT-LTFと複数の拡張HT-LTFから構成されることができる。

【００９４】

図３の（ａ）ないし（ｃ）におけるデータフィールドは、ペイロード（payload）として、サービスフィールド（SERVICE field）、スクランブルされたＰＳＤＵ（scrambled PSDU）フィールド、テールビット（Tail bits）、パディングビット（padding bits）を含むことができる。データフィールドのすべてのビットは、スクランブルされる。

30

【００９５】

図３（ｄ）は、データフィールドに含まれるサービスフィールドを示す。サービスフィールドは、１６ビットを有する。各ビットは、０番から１５番まで付与され、０番ビットから順次送信される。０番から６番ビットは、０に設定され、受信端内のデスクランブラ（descrambler）を同期化するために使用される。

【００９６】

ＩＥＥＥ ８０２．１１ａｃ ＷＬＡＮシステムは、無線チャンネルを効率的に利用するために、複数のＳＴＡが同時にチャンネルにアクセスするダウンリンクＭＵ－ＭＩＭＯ（Multi User Multiple Input Multiple Output）方式の送信を支援する。ＭＵ－ＭＩＭＯ送信方式によれば、ＡＰがＭＩＭＯペアリング（pairing）された一つ以上のＳＴＡに同時にパケットを送信できる。

40

【００９７】

ＤＬ ＭＵ送信（downlink multi-user transmission）は、一つ以上のアンテナを介してＡＰが同じ時間資源を介してＰＰＤＵを複数のnon-AP STAに送信する技術を意味する。

【００９８】

以下、ＭＵ ＰＰＤＵは、ＭＵ－ＭＩＭＯ技術またはＯＦＤＭＡ技術を利用して一つ以上のＳＴＡのための一つ以上のＰＳＤＵを伝達するＰＰＤＵを意味する。そして、ＳＵ ＰＰＤＵは、一つのＰＳＤＵのみを伝達できるか、またはＰＳＤＵが存在しないフォーマ

50

ットを有した P P D U を意味する。

【 0 0 9 9 】

M U - M I M O 送信のために、8 0 2 . 1 1 n 制御情報のサイズに比べて S T A に送信される制御情報のサイズが相対的に大きくありうる。M U - M I M O 支援のために追加的に要求される制御情報の一例として、各 S T A により受信される空間的ストリーム (spatial stream) の数を指示する情報、各 S T A に送信されるデータの変調及びコーディング関連情報などがこれに該当することができる。

【 0 1 0 0 】

したがって、複数の S T A に同時にデータサービスを提供するために M U - M I M O 送信が行われるとき、送信される制御情報のサイズは、受信する S T A の数に応じて増加することができる。

10

【 0 1 0 1 】

このように増加される制御情報のサイズを効率的に送信するために、M U - M I M O 送信のために要求される複数の制御情報は、すべての S T A に共通的に要求される共通制御情報 (common control information) と特定 S T A に個別的に要求される専用制御情報 (dedicated control information) の 2 とおりのタイプの情報に区分して送信されることができる。

【 0 1 0 2 】

図 4 は、本発明が適用されることができる無線通信システムの V H T フォーマット P P D U フォーマットを例示する。

20

【 0 1 0 3 】

図 4 は、I E E E 8 0 2 . 1 1 a c システムを支援するための V H T フォーマット P P D U (V H T format PPDU) を例示する。

【 0 1 0 4 】

図 4 を参照すると、V H T フォーマット P P D U は、L - S T F、L - L T F 及び L - S I G フィールドから構成されるレガシーフォーマットプリアンブルと V H T - S I G - A (V H T - Signal - A) フィールド、V H T - S T F (V H T short training field)、V H T - L T F (V H T long training field)、V H T - S I G - B (V H T - Signal - B) フィールドから構成される V H T フォーマットプリアンブル及びデータフィールドを含んで構成される。

30

【 0 1 0 5 】

L - S T F、L - L T F 及び L - S I G は、下位互換性 (backward compatibility) のためのレガシーフィールドを意味するので、L - S T F から L - S I G フィールドまで n o n - H T フォーマットと同一である。ただし、L - L T F は、L - S I G フィールド及び V H T - S I G - A フィールドを復調するために行うチャネル推定のための情報をさらに含むことができる。

【 0 1 0 6 】

L - S T F、L - L T F、L - S I G フィールド及び V H T - S I G - A フィールドは、2 0 M H z チャネル単位に繰り返されて送信されることができる。例えば、P P D U が 4 個の 2 0 M H z チャネル (すなわち、8 0 M H z 帯域幅) を介して送信されるとき、L - S T F、L - L T F、L - S I G フィールド及び V H T - S I G - A フィールドは、毎 2 0 M H z チャネルで繰り返されて送信されることができる。

40

【 0 1 0 7 】

V H T - S T A は、レガシーフィールドの後にくる V H T - S I G - A フィールドを利用して、V H T フォーマット P P D U であることが分かり、これに基づいてデータフィールドをデコードできる。

【 0 1 0 8 】

V H T フォーマット P P D U は、L - S T A も受信してデータを獲得できるようにするために、L - S T F、L - L T F 及び L - S I G フィールドが最も速く送信される。以後、V H T - S T A のために送信されるデータの復調及びデコードのために、V H T - S I

50

G - Aフィールドが送信される。

【0109】

VHT - SIG - Aフィールドは、APとMIMOペアリングされた (paired) VHT STAに共通する制御情報送信のためのフィールドであって、これは、受信されたVHTフォーマットPPDUを解釈するための制御情報を含んでいる。

【0110】

VHT - SIG - Aフィールドは、VHT - SIG - A1フィールドとVHT - SIG - A2フィールドを含むことができる。

【0111】

VHT - SIG - A1フィールドは、使用するチャネル帯域幅 (BW : bandwidth) 情報、時空間ブロックコーディング (STBC : Space Time Block Coding) の適用か否か、MU - MIMOでグループ化されたSTAのグループを指示するためのグループ識別情報 (Group ID : Group Identifier)、使用されるストリームの数 (NSTS : Number of space-Time stream) / 部分AID (Partial AID (association Identifier)) に対する情報及び送信パワーセーブ禁止 (Transmit power save forbidden) 情報を含むことができる。ここで、Group IDは、MU - MIMO送信を支援するために送信対象STAグループに対して割り当てられる識別子を意味し、現在使用されたMIMO送信方法がMU - MIMOであるか、またはSU - MIMOであるかを表すことができる。

10

【0112】

<表1>は、VHT - SIG - A1フィールドを例示する表である。

20

【0113】

【表 1 - 1】

フィールド	ビット	説明 (description)
BW	2	20MHzである場合、「0」 40MHzである場合、「1」 80MHzである場合、「2」 160MHzまたは80+80MHzである場合、「3」に設定される
Reserved	1	
STBC	1	VHT SU PPDUの場合： STBCが使用された場合、「1」 そうでない場合、「0」に設定される VHT MU PPDUの場合： 「0」に設定される
Group ID	6	Group IDを指示する 「0」または「63」は、VHT SU PPDUを指示するが、そうでない場合、VHT MU PPDUを指示する
NSTS/Partial AID	12	VHT MU PPDUの場合、それぞれ3ビットずつ4ユーザ位置 (user position, 'p') に区分される 時空間ストリームが0である場合、「0」 時空間ストリームが1である場合、「1」 時空間ストリームが2である場合、「2」 時空間ストリームが3である場合、「3」 時空間ストリームが4である場合、「4」 VHT SU PPDUの場合、 上位3ビットは、次のように設定される 時空間ストリームが1である場合、「0」 時空間ストリームが2である場合、「1」 時空間ストリームが3である場合、「2」 時空間ストリームが4である場合、「3」 時空間ストリームが5である場合、「4」 時空間ストリームが6である場合、「5」 時空間ストリームが7である場合、「6」 時空間ストリームが8である場合、「7」 下位9ビットは、部分AID (Partial AID) を指示する

10

20

30

40

【表 1 - 2】

フィールド	ビット	説明 (description)
TXOP_PS_NOT_ALLOWED	1	VHT APがnon-AP VHT STAがTXOP (transmission opportunity) の間にパワーセーブモードに遷移することを許可する場合、「0」に設定される。そうでない場合、「1」に設定される。non-AP VHT STAにより送信されるVHT PPDUの場合、「1」に設定される
Reserved	1	

10

【0115】

VHT-SIG-A2フィールドは、短い保護区間 (GI: Guard Interval) の使用有無に対する情報、フォワードエラー訂正 (FEC: Forward Error Correction) 情報、単一ユーザに対するMCS (Modulation and Coding Scheme) に関する情報、複数ユーザに対するチャネルコーディングの種類に関する情報、ビーム形成関連情報、CRC (Cyclic Redundancy checking) のための冗長ビット (redundancy bits) と畳み込みデコーダ (convolutional decoder) のテールビット (tail bit) などを含むことができる。

20

【0116】

<表 2> は、VHT-SIG-A2フィールドを例示する表である。

【0117】

【表 2 - 1】

フィールド	ビット	説明 (description)
Short GI	1	データフィールドに短いGIが使用されない場合、「0」、データフィールドに短いGIが使用される場合、「1」に設定される
Short GI明確化 (disambiguation)	1	短いGIが使用され、PPDUのパイロードのために追加シンボルが必要な場合、「1」、追加シンボルが要らない場合、「0」に設定
SU/MU Coding	1	VHT SU PPDUの場合： BCC (binary convolutional code) の場合、「0」、 LDPC (low-density parity check) の場合、「1」に設定される VHT MU PPDUの場合： ユーザ位置 (user position) が「0」であるユーザのNSTSフィールド「0」でない場合、使用されるコーディングを指示する。 BCCの場合、「0」 LDPCの場合、「1」に設定される。 ユーザ位置 (user position) が「0」であるユーザのNSTSフィールド「0」である場合、予備フィールドとして「1」に設定される
LDPC Extra OFDM Symbol	1	LDPC PPDUエンコード手続 (SU PPDUの場合) または少なくとも一つのLDPCユーザのPPDUエンコード手続 (VHT MU PPDUの場合) によって追加OFDMシンボル (extra OFDM symbol) が必要な場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される

10

20

30

【 0 1 1 8 】

【表 2 - 2】

フィールド	ビット	説明 (description)
SU VHT MCS/MU Coding	4	VHT MU PPDUの場合： VHT-MCSインデックスを表す VHT MU PPDUの場合： 上位ビットから順にユーザ位置 (user position) 「1」ないし「3」に対するコーディングを指示する 各ユーザのNSTSフィールドが「1」でない場合、使用されるコーディングを指示する。 BCCの場合、「0」、 LDPCの場合、「1」に設定される 各ユーザのNSTSフィールドが「0」である場合、予備フィールドとして「1」に設定される
Beamformed	1	VHT SU PPDUの場合： ビーム形成ステアリング行列 (Beamforming steering matrix) がSU送信に適用される場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される。 VHT MU PPDUの場合： 予備フィールドとして「1」にセットされる
Reserved	1	
CRC	8	受信者からPPDUのエラーを検出するためのCRCを含む
Tail	6	畳み込みデコーダ (convolutional decoder) のトレリス (trellis) 終了のために使用する。「0」に設定される

【0119】

VHT-STFは、MIMO送信において、AGC推定の性能を改善するために使用される。VHT-STFフィールド区間 (duration) は、4 μ sである。

【0120】

VHT-LTFは、VHT-STAがMIMOチャネルを推定するのに使用される。VHT WLANシステムは、MU-MIMOを支援するから、VHT-LTFは、PPDUが送信される空間ストリームの数だけ設定されることができる。追加的に、フルチャネルサウンディング (full channel sounding) が支援される場合、VHT-LTFの数は、より多くなることができる。

【0121】

VHT-SIG-Bフィールドは、MU-MIMOペアリングされた複数のVHT-STAがPPDUを受信してデータを獲得するのに必要な専用制御情報を含む。したがって、VHT-SIG-Aフィールドに含まれた共通制御情報 (common control information) が現在受信されたPPDUがMU-MIMO送信を指示した場合においてのみ、VHT-STAは、VHT-SIG-Bフィールドをデコード (decoding) するように設計されることができる。これに対し、共通制御情報が現在受信されたPPDUが単一VHT-STAのためのもの (SU-MIMOを含む) であることを指示した場合、STAは、VHT-SIG-Bフィールドをデコードしないように設計されることができる。

【0122】

VHT-SIG-Bフィールドは、各VHT-STAの変調(modulation)、エンコーディング(encoding)、及びレートマッチング(rate-matching)に関する情報を含む。VHT-SIG-Bフィールドの大きさは、MIMO送信のタイプ(MU-MIMOまたはSU-MIMO)及びPPDU送信のために使用するチャネル帯域幅によって異なることができる。

【0123】

MU-MIMOを支援するシステムにおいて同じサイズのPPDUをAPにペアリングされたSTAに送信するために、PPDUを構成するデータフィールドのビットサイズを指示する情報及び/又は特定フィールドを構成するビットストリームサイズを指示する情報がVHT-SIG-Aフィールドに含まれることができる。

10

【0124】

ただし、効果的にPPDUフォーマットを使用するために、L-SIGフィールドが使用されることができる。同じサイズのPPDUがすべてのSTAに送信されるために、L-SIGフィールド内に含まれて送信される長さフィールド(length field)及びレートフィールド(rate field)が必要な情報を提供するために使用されることができる。この場合、MPDU(MAC Protocol Data Unit)及び/又はA-MPDU(Aggregate MAC Protocol Data Unit)がMAC階層のバイト(またはオクテット(octet:octet))に基づいて設定されるので、物理階層で追加的なパディング(padding)が要求されることができる。

20

【0125】

図4においてデータフィールドは、ペイロード(payload)として、サービスフィールド(SERVICE field)、スクランブルされたPSDU(scrambled PSDU)、テールビット(tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。

【0126】

上述のように、様々なPPDUのフォーマットが混合して使用されるから、STAは、受信したPPDUのフォーマットを区分できなければならない。

【0127】

ここで、PPDUを区分するという意味(またはPPDUフォーマットを区分するという意味)は、多様な意味を有することができる。例えば、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUがSTAによりデコード(または解釈)が可能なPPDUであるかどうかに対して判断するという意味を含むことができる。また、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUがSTAにより支援可能なPPDUであるかどうかに対して判断するという意味でありうる。また、PPDUを区分するという意味は、受信したPPDUを介して送信された情報がいかなる情報であるかを区分するという意味としても解釈できる。

30

【0128】

これに対し、以下に図面を参照してより詳細に説明する。

【0129】

図5は、本発明が適用できる無線通信システムのPPDUのフォーマットを区分するための星状(constellation)を例示する図である。

40

【0130】

図5(a)はnon-HTフォーマットPPDUに含まれるL-SIGフィールドの星状(constellation)を例示し、図5(b)はHT混合フォーマットPPDU検出のための位相回転(phase rotation)を例示し、図5(c)はVHTフォーマットPPDU検出のための位相回転(phase rotation)を例示する。

【0131】

STAがnon-HTフォーマットPPDU、HT-GFフォーマットPPDU、HT混合フォーマットPPDU、及びVHTフォーマットPPDUを区分(classification)するために、L-SIGフィールド及びL-SIGフィールドの以後に転送されるOFD

50

Mシンボルの星状 (constellation) の位相 (phase) が使われる。即ち、S T Aは受信した P P D Uの L - S I Gフィールド及び / 又は L - S I Gフィールドの以後に転送される O F D Mシンボルの星状の位相に基づいて P P D Uフォーマットを区分することができる。

【 0 1 3 2 】

図 5 (a) を参照すると、L - S I Gフィールドを構成する O F D Mシンボルは B P S K (binary Phase Shift Keying) が用いられる。

【 0 1 3 3 】

まず、H T - G Fフォーマット P P D Uを区分するために、S T Aは受信した P P D Uで最初の S I Gフィールドが感知されれば、L - S I Gフィールドか否かを判断する。即ち、S T Aは図 5 (a) の例示のような星状に基づいてデコーディングを試みる。S T Aがデコーディングに失敗すれば該当 P P D Uが H T - G Fフォーマット P P D Uと判断することができる。

10

【 0 1 3 4 】

次に、n o n - H Tフォーマット P P D U、H T混合フォーマット P P D U、及び V H Tフォーマット P P D Uを区分 (classification) するために、L - S I Gフィールドの以後に転送される O F D Mシンボルの星状の位相が使用できる。即ち、L - S I Gフィールドの以後に転送される O F D Mシンボルの変調方法が互いに異なることがあり、S T Aは受信した P P D Uの L - S I Gフィールドの以後のフィールドに対する変調方法に基づいて P P D Uフォーマットを区分することができる。

20

【 0 1 3 5 】

図 5 (b) を参照すると、H T混合フォーマット P P D Uを区分するために、H T混合フォーマット P P D Uで L - S I Gフィールドの以後に転送される 2 つの O F D Mシンボルの位相が使用できる。

【 0 1 3 6 】

より具体的には、H T混合フォーマット P P D Uで L - S I Gフィールドの以後に転送される H T - S I Gフィールドに対応する O F D Mシンボル # 1 及び O F D Mシンボル # 2 の位相は全て時計反回り方向に 9 0 度だけ回転する。即ち、O F D Mシンボル # 1 及び O F D Mシンボル # 2 に対する変調方法は Q B P S K (Quadrature Binary Phase Shift Keying) が用いられる。Q B P S K 星状は、B P S K 星状を基準に時計反回り方向に 9 0 度だけ位相が回転した星状でありうる。

30

【 0 1 3 7 】

S T Aは、受信した P P D Uの L - S I Gフィールドの次に転送される H T - S I Gフィールドに対応する第 1 の O F D Mシンボル及び第 2 の O F D Mシンボルを図 5 (b) の例示のような星状に基づいてデコーディングを試みる。S T Aがデコーディングに成功すれば、該当 P P D Uが H Tフォーマット P P D Uと判断する。

【 0 1 3 8 】

次に、n o n - H Tフォーマット P P D U及び V H Tフォーマット P P D Uを区分するために、L - S I Gフィールドの以後に転送される O F D Mシンボルの星状の位相が使用できる。

40

【 0 1 3 9 】

図 5 (c) を参照すると、V H Tフォーマット P P D Uを区分 (classification) するために、V H Tフォーマット P P D Uで L - S I Gフィールドの以後に転送される 2 つの O F D Mシンボルの位相が使用できる。

【 0 1 4 0 】

より具体的に、V H Tフォーマット P P D Uで L - S I Gフィールドの以後の V H T - S I G - Aフィールドに対応する O F D Mシンボル # 1 の位相は回転しないが、O F D Mシンボル # 2 の位相は時計反回り方向に 9 0 度だけ回転する。即ち、O F D Mシンボル # 1 に対する変調方法は B P S K が用いられ、O F D Mシンボル # 2 に対する変調方法は Q B P S K が用いられる。

50

【 0 1 4 1 】

S T Aは、受信した P P D Uの L - S I Gフィールドの次に転送される V H T - S I Gフィールドに対応する第 1 の O F D Mシンボル及び第 2 の O F D Mシンボルを図 5 (c)の例示のような星状に基づいてデコーディングを試みる。S T Aがデコーディングに成功すれば、該当 P P D Uが V H Tフォーマット P P D Uと判断することができる。

【 0 1 4 2 】

一方、デコーディングに失敗すれば、S T Aは該当 P P D Uが n o n - H Tフォーマット P P D Uと判断することができる。

【 0 1 4 3 】

M A Cフレームフォーマット

10

図 6 は、本発明が適用されることができる I E E E 8 0 2 . 1 1 システムの M A C フレームフォーマットを例示する。

【 0 1 4 4 】

図 6 を参照すると、M A C フレーム (すなわち、M P D U) は、M A C ヘッダー (MAC Header)、フレーム本体 (Frame Body) 及びフレームチェックシーケンス (F C S : frame check sequence) から構成される。

【 0 1 4 5 】

MAC Headerは、フレーム制御 (Frame Control) フィールド、持続時間 / 識別子 (Duration / ID) フィールド、アドレス 1 (Address 1) フィールド、アドレス 2 (Address 2) フィールド、アドレス 3 (Address 3) フィールド、シーケンス制御 (Sequence Control) フィールド、アドレス 4 (Address 4) フィールド、Q o S 制御 (QoS control) フィールド及び H T 制御 (HT Control) フィールドを含む領域と定義される。

20

【 0 1 4 6 】

Frame Control フィールドは、該当 M A C フレーム特性に対する情報を含む。Frame Control フィールドのより詳細な説明は後述する。

【 0 1 4 7 】

Duration / ID フィールドは、該当 M A C フレームのタイプ及びサブタイプに応じる他の値を有するように具現化されることができる。

【 0 1 4 8 】

仮に、該当 M A C フレームのタイプ及びサブタイプがパワーセーブ (P S : power save) 運営のための P S - ポール (PS-Poll) フレームの場合、Duration / ID フィールドは、フレームを送信した S T A の A I D (association identifier) を含むように設定されることができる。その以外の場合、Duration / ID フィールドは、該当 M A C フレームのタイプ及びサブタイプに応じて特定持続時間値を有するように設定されることができる。また、フレームが A - M P D U (aggregate-MPDU) フォーマットに含まれた M P D U である場合、M A C ヘッダーに含まれた Duration / ID フィールドは、全部同じ値を有するように設定されることもできる。

30

【 0 1 4 9 】

Address 1 フィールドないし Address 4 フィールドは、B S S I D、ソースアドレス (S A : source address)、目的アドレス (D A : destination address)、送信 S T A アドレスを表す送信アドレス (T A : Transmitting address)、受信 S T A アドレスを表す受信アドレス (R A : Receiving Address) を指示するために使用される。

40

【 0 1 5 0 】

一方、T A フィールドにより具現化されたアドレスフィールドは、帯域幅シグナリング T A (bandwidth signaling TA) 値に設定されることができ、この場合、T A フィールドは、該当 M A C フレームがスクランプリングシーケンスに追加的な情報を含んでいることを指示できる。帯域幅シグナリング T A は、該当 M A C フレームを送信する S T A の M A C アドレスと表現されることができるが、M A C アドレスに含まれた個別 / グループビット (Individual / Group bit) が特定値 (例えば、「 1 」) に設定されることができる。

【 0 1 5 1 】

50

Sequence controlフィールドは、シーケンスナンバー（sequence number）及びフラグメントナンバー（fragment number）を含むように設定される。シーケンスナンバーを該当MACフレームに割り当てられたシーケンスナンバーを指示できる。フラグメントナンバーは、該当MACフレームの各フラグメントのナンバーを指示できる。

【0152】

QoS Controlフィールドは、QoSと関連した情報を含む。QoS Control フィールドは、サブタイプ（Subtype）のサブフィールドにおいてQoSデータフレームを指示する場合に含めることができる。

【0153】

HT Controlフィールドは、HT及び/又はVHT送受信技法と関連した制御情報を含む。HT Controlフィールドは、制御ラッパー（Control Wrapper）フレームに含まれる。また、オーダー（Order）サブフィールド値が1であるQoSデータ（QoS Data）フレーム、管理（Management）フレームに存在する。

10

【0154】

Frame Bodyは、MACペイロード（payload）と定義され、上位階層で送信しようとするデータが位置するようになり、可変的なサイズを有する。例えば、最大MPDUのサイズは、11454オクテット（octets）で、最大PPDUのサイズは、5.484msでありうる。

【0155】

FCSは、MACフッター（footer）と定義され、MACフレームのエラー探索のために使用される。

20

【0156】

最初の三つのフィールド（Frame Controlフィールド、Duration/IDフィールド及びAddress 1フィールド）と最も最後のフィールド（FCSフィールド）は、最小フレームフォーマットを構成し、すべてのフレームに存在する。その他のフィールドは、特定フレームタイプにおいてのみ存在できる。

【0157】

図7は、本発明が適用され得る無線通信システムにおいてHT ControlフィールドのHTフォーマットを例示する。

【0158】

30

図7に示すように、HT Controlフィールドは、VHTサブフィールド、HT制御ミドル（HT Control Middle）サブフィールド、AC制限（AC Constraint）サブフィールド、及び逆方向承認（RDG: Reverse Direction Grant）/追加PPDU（More PPDU）サブフィールドで構成されることができる。

【0159】

VHTサブフィールドは、HT ControlフィールドがVHTのためのHT Controlフィールドのフォーマットを有するか（VHT=1）またはHTのためのHT Controlフィールドのフォーマットを有するか（VHT=0）の可否を指示する。図7では、HTのためのHT Controlフィールド（すなわち、VHT=0）を仮定して説明する。

40

【0160】

HT Control Middleサブフィールドは、VHTサブフィールドの指示に応じて他のフォーマットを有するように実現されることができる。HT Control Middleサブフィールドについてのより詳細な説明は、後述する。

【0161】

AC Constraintサブフィールドは、逆方向（RD: reverse direction）データフレームのマッピングされたAC（Access Category）が単一ACに限定されたものであるか否かを指示する。

【0162】

50

R D G / M o r e P P D Uサブフィールドは、当該フィールドがR D開始者 (i n i t i a t o r) またはR D応答者 (r e s p o n d e r) によって送信されるか否かによって異なるように解釈されることができる。

【 0 1 6 3 】

R D開始者によって送信された場合、R D Gが存在するときにR D G / M o r e P P D Uフィールドが「 1 」に設定され、R D Gが存在しないときに「 0 」に設定される。R D応答者によって送信された場合、当該サブフィールドを含むP P D UがR D応答者により送信された最後のフレームであれば「 1 」に設定され、さらに他のP P D Uが送信されれば「 0 」に設定される。

【 0 1 6 4 】

H TのためのH T C o n t r o lフィールドのH T C o n t r o l M i d d l eサブフィールドは、リンク適応 (L i n k A d a p t a t i o n)サブフィールド、キャリブレーションポジション (C a l i b r a t i o n P o s i t i o n)サブフィールド、キャリブレーションシーケンス (C a l i b r a t i o n S e q u e n c e)サブフィールド、予備 (R e s e r v e d)サブフィールド、チャネル状態情報 / 調整 (C S I / S t e e r i n g : C h a n n e l S t a t e I n f o r m a t i o n / S t e e r i n g)サブフィールド、H T N D P公知 (H T N D P A n n o u n c e m e n t : H T N u l l D a t a P a c k e t A n n o u n c e m e n t)サブフィールド、予備 (R e s e r v e d)サブフィールドを含むことができる。

【 0 1 6 5 】

L i n k A d a p t a t i o nサブフィールドは、トレーニング要請 (T R Q : T r a i n i n g r e q u e s t)サブフィールド、M C S要請、またはアンテナ選択指示 (M A I : M C S (M o d u l a t i o n a n d C o d i n g S c h e m e) R e q u e s t o r A S E L (A n t e n n a S e l e c t i o n) I n d i c a t i o n)サブフィールド、M C Sフィードバックシーケンス指示 (M F S I : M C S F e e d b a c k S e q u e n c e I d e n t i f i e r)サブフィールド、M C Sフィードバック及びアンテナ選択命令 / データ (M F B / A S E L C : M C S F e e d b a c k a n d A n t e n n a S e l e c t i o n C o m m a n d / d a t a)サブフィールドを含むことができる。

【 0 1 6 6 】

T R Qサブフィールドは、応答者 (r e s p o n d e r) にサウンディングP P D U (s o u n d i n g P P D U) 送信を要請する場合、1 に設定され、応答者にサウンディングP P D U送信を要請しない場合、0 に設定される。

【 0 1 6 7 】

M A Iサブフィールドが1 4 に設定されれば、アンテナ選択指示 (A S E L i n d i c a t i o n) を表し、M F B / A S E L Cサブフィールドは、アンテナ選択命令 / データとして解釈される。そうでない場合、M A Iサブフィールドは、M C S要請を表し、M F B / A S E L Cサブフィールドは、M C Sフィードバックとして解釈される。

【 0 1 6 8 】

M A IサブフィールドがM C S要請 (M R Q : M C S R e q u e s t) を表す場合、M A Iサブフィールドは、M R Q (M C S r e q u e s t) 及びM S I (M R Q s e q u e n c e i d e n t i f i e r) で構成されると解釈される。M R Qサブフィールドは、M C Sフィードバックが要請されれば「 1 」に設定され、M C Sフィードバックが要請されなければ「 0 」に設定される。M R Qサブフィールドが「 1 」であるとき、M S Iサブフィールドは、M C Sフィードバック要請を特定するためのシーケンス番号を含む。M R Qサブフィールドが「 0 」であるとき、M S Iサブフィールドは、予備 (r e s e r v e d) ビットに設定される。

【 0 1 6 9 】

前述した各サブフィールドは、H T制御フィールドに含まれることができるサブフィールドの例示に該当し、他のサブフィールドに代替されるか、追加的なサブフィールドがさ

10

20

30

40

50

らに含まれ得る。

【0170】

図8は、本発明が適用され得る無線通信システムにおいてHT ControlフィールドのVHTフォーマットを例示する。

【0171】

図8に示すように、HT Controlフィールドは、VHTサブフィールド、HT制御ミドル(HT Control Middle)サブフィールド、AC制限(AC Constraint)サブフィールド、及び逆方向承認(RDG: Reverse Direction Grant)/追加PPDU(More PPDU)サブフィールドで構成されることができる。

10

【0172】

図8では、VHTのためのHT Controlフィールド(すなわち、VHT=1)を仮定して説明する。VHTのためのHT ControlフィールドをVHT Controlフィールドと呼ぶことができる。

【0173】

AC Constraintサブフィールド及びRDG/More PPDUサブフィールドについての説明は、前述した図7での説明と同様なので、説明を省略する。

【0174】

上述のように、HT Control Middleサブフィールドは、VHTサブフィールドの指示に従って、他のフォーマットを有するように具現されることができる。

20

【0175】

VHTのためのHT ControlフィールドのHT Control Middleサブフィールドは、予備ビット(Reserved bit)、MCSフィードバック要請(MRQ: MCS (Modulation and Coding Scheme) feedback request)サブフィールド、MRQシーケンス識別子(MSI: MRQ Sequence Identifier)/時空間ブロックコーディング(STBC: Space-time block coding)サブフィールド、MCSフィードバックシーケンス識別子(MFSI: MCS feedback sequence identifier)/グループID最下位ビット(GID-L: LSB (Least Significant Bit) of Group ID)サブフィールド、MCSフィードバック(MFB: MCS Feedback)サブフィールド、グループID最上位ビット(GID-H: MSB (Most Significant Bit) of Group ID)サブフィールド、コーディングタイプ(Coding Type)サブフィールド、フィードバック送信タイプ(FBTx Type: Feedback Transmission type)サブフィールド及び自発的MFB(Unsolicited MFB)サブフィールドから構成されることができる。

30

【0176】

<表3>は、VHTフォーマットのHT Control Middleサブフィールドに含まれた各サブフィールドに対する説明を示す。

【0177】

【表 3 - 1】

サブフィールド	意味	定義
MRQ	MCS request	MCS フィードバック（非自発的 solicited） MFB）を要請する場合、「1」に設定される。 そうでない場合、「0」に設定される。
MSI	MRQ sequence identifier	Unsolicited MFBサブフィールドが「0」で、MRQサブフィールドが「1」に設定されると、MSIサブフィールドは、特定要請を識別する0ないし6範囲内のシーケンス番号を含む。 Unsolicited MFBサブフィールドが「1」であると、圧縮されたMSI（Compressed MSI）サブフィールド（2ビット）、STBC指示（STBC indication）サブフィールド（1ビット）を含む。
MFSI/GID-L	MFB sequence identifier/LSB of Group ID	Unsolicited MFBサブフィールドが「0」に設定されると、MFSI/GID-Lサブフィールドは、MFB情報と関連したフレーム内に含まれたMSIの受信値を含む。Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがMU PPD Uから推定されたものであれば、MFSI/GID-Lサブフィールドは、MFBが推定されたPPDUのグループIDの最下位3ビットを含む
MFB	VHT N_STS, MCS, BW, SNR Feedback	MFBサブフィールドは、推薦されるMFBを含む。 VHT-MCS=15, NUM_STS=8は、フィードバックが存在しないことを指示する。
GID-H	MSB of Group ID	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがVHT MU PPD Uから推定されたものであれば、GID-Hサブフィールドは、自発的MFBが推定されたPPDUのグループIDの最上位3ビットを含む。 MFBがSU PPD Uから推定されたもので、GID-Hサブフィールドは、全て1に設定される。

【表 3 - 2】

サブフィールド	意味	定義
Coding Type	Coding type of MFB response	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定されると、コーディングタイプサブフィールドは、自発的MFBが推定されたフレームのコーディングタイプ(BCC (binary convolutional code) は0、LDPC (low-density parity check) は1)を含む。
FB Tx Type	Transmission type of MFB response	Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがビーム形成されない(unbeamformed) VHT PPDUから推定されたものであれば、FB Tx Typeサブフィールドは、「0」に設定される。Unsolicited MFBサブフィールドが「1」に設定され、MFBがビーム形成された(beamformed) VHT PPDUから推定されたものであれば、FB Tx Typeサブフィールドは、「1」に設定される
Unsolicited MFB	Unsolicited MCS feedback indicator	MFBがMRQに対する応答であると、「1」に設定される。MFBがMRQに対する応答でないと、「0」に設定される。

10

20

【0179】

そして、MFBサブフィールドは、VHT空間 - 時間ストリーム数(NUM_STS : Number of space time streams)サブフィールド、VHT-MCSサブフィールド、帯域幅(BW : Bandwidth)サブフィールド、信号対雑音比(SNR : Signal to Noise Ratio)サブフィールドを含むことができる。

30

【0180】

NUM_STSサブフィールドは、推薦する空間ストリームの数を指示する。VHT-MCSサブフィールドは、推薦するMCSを指示する。BWサブフィールドは、推薦するMCSと関連した帯域幅情報を指示する。SNRサブフィールドは、データサブキャリア及び空間ストリーム上の平均SNR値を指示する。

【0181】

上述の各フィールドに含まれる情報は、IEEE 802.11システムの定義に従うことができる。また、上述の各フィールドは、MACフレームに含まれることができるフィールドの例示に該当し、これに限定されない。すなわち、上述の各フィールドが他のフィールドに代替されるか、または追加的なフィールドがさらに含まれることができ、すべてのフィールドが必須的に含まれなくても良い。

40

【0182】

リンクセットアップ手順(Link Setup Procedure)

図9は、本発明が適用され得る無線通信システムにおいて一般的なリンクセットアップ(link setup)手順を説明するための図である。

【0183】

STAがネットワークに対してリンクをセットアップし、データを送受信するためには、まず、ネットワークを発見(discovery)するためのスキャン(Scan

50

ning) 手順、認証(authentication) 手順、連係(association) 手順などを経なければならない。リンクセットアップ手順をセッション開始手順、セッションセットアップ手順とも称することができる。また、リンクセットアップ手順のスキニング、認証、連係手順を通称して連係手順と称することもできる。

【0184】

WLANにおいてスキニング手順は、受動的スキニング(passive scanning) 手順と能動的スキニング(active scanning) 手順とがある。

【0185】

図9(a)は、受動的スキニング(passive scanning) によるリンクセットアップ(link setup) 手順を例示し、図9(b)は、能動的スキニング(active scanning) によるリンクセットアップ(link setup) 手順を例示する。

10

【0186】

図9(a)のように、受動的スキニング手順は、APが周期的にブロードキャストするビーコンフレーム(beacon frame) を介して行われる。ビーコンフレームは、IEEE 802.11において管理フレーム(management frame) のうちの1つであって、無線ネットワークの存在を知らせ、スキニングを行うnon-AP STAとして無線ネットワークを探して、無線ネットワークに参加できるように周期的に(例えば、100msec 間隔)ブロードキャストされる。ビーコンフレームには、現在のネットワークに関する情報(例えば、BSSに関する情報) が載っている。

20

【0187】

ネットワークに関する情報を得るために、non-AP STAは、受動的にチャネルを移しながらビーコンフレームの受信を待つ。ビーコンフレームを受信したnon-AP STAは、受信したビーコンフレームに含まれたネットワークに関する情報を保存し、次のチャネルに移動して同じ方法で次のチャネルでスキニングを行うことができる。non-AP STAがビーコンフレームを受信してネットワークに関する情報を取得することにより、当該チャネルでのスキニング手順が完了する。

【0188】

このように、受動的スキニング手順は、non-AP STAが他のフレームを送信する必要なく、ビーコンフレームを受信さえすれば手順が完了するので、全体的なオーバーヘッドが少ないという長所がある。ただし、ビーコンフレームの送信周期に比例してnon-AP STAのスキニング実行時間が増えるという短所がある。

30

【0189】

それに対し、図9(b)のような能動的スキニング手順は、non-AP STAが周辺にどのAPが存在するか探索するために能動的にチャネルを移しながらプローブ要請フレーム(probe request frame) をブロードキャストすることにより、これを受信した全てのAPからネットワーク情報を要求する。

【0190】

プローブ要請フレームを受信した応答者(responder) は、フレーム衝突を防止するために、ランダム(random) 時間の間待った後、プローブ応答フレーム(probe response frame) にネットワーク情報を載せて当該non-AP STAに送信する。プローブ応答フレームを受信したSTAは、受信したプローブ応答フレームに含まれたネットワーク関連情報を保存し、次のチャネルに移動して同じ方法でスキニングを行うことができる。non-AP STAがプローブ応答フレームを受信してネットワーク情報を取得することによってスキニング手順が完了する。

40

【0191】

能動的スキニング手順は、受動的スキニング手順に比べて相対的に速い時間の間スキニングを終えることができるという長所がある。しかし、追加的なフレームシーケンス(frame sequence) が必要なので、全体的なネットワークオーバーヘッ

50

ドは増加するようになる。

【0192】

スキニング手順を完了した non - AP STA は、自分だけの基準によってネットワークを選択した後、当該 AP と認証 (authentication) 手順を行う。

【0193】

認証手順は、non - AP STA が認証要請フレーム (authentication request frame) を AP に送信する過程と、これに応答して AP が認証応答フレーム (authentication response frame) を non - AP STA に送信する過程、すなわち、2 - way ハンドシェーキング (handshaking) で行われる。

10

【0194】

認証要請 / 応答に使用される認証フレーム (authentication frame) は、管理フレームに該当する。

【0195】

認証フレームは、認証アルゴリズム番号 (authentication algorithm number)、認証トランザクションシーケンス番号 (authentication transaction sequence number)、状態コード (status code)、検問テキスト (challenge text)、RSN (Robust Security Network)、有限循環グループ (Finite Cyclic Group) などに関する情報を含むことができる。これは、認証要請 / 応答フレームに含まれることができる情報等の一部例示に該当し、他の情報に代替されるか、追加的な情報がさらに含まれ得る。

20

【0196】

non - AP STA は、認証要請フレームを AP に送信することができる。AP は、受信された認証要請フレームに含まれた情報に基づいて、当該 non - AP STA に対する認証を許すか否かを決定できる。AP は、認証処理の結果を認証応答フレームを介して non - AP STA に提供することができる。

【0197】

認証手順を介して non - AP STA と AP とは、互いに対する認証を経た後、連係 (association) を確立 (establish) する。

30

【0198】

連係過程は、non - AP STA が連係要請フレーム (association request frame) を AP に送信する過程と、これに応答して AP が連係応答フレーム (association response frame) を non - AP STA に送信する過程、すなわち、2 - way ハンドシェーキング (handshaking) で行われる。

【0199】

連係要請フレームは、non - AP STA の様々な能力 (capability) に関連した情報、ビーコン聴取間隔 (listen interval)、SSID (service set identifier)、支援レート (supported rates)、支援チャネル (supported channels)、RSN、移動性ドメイン、支援オペレーティングクラス (supported operating classes)、TIM 放送要請 (Traffic Indication Map Broadcast request)、相互動作 (interworking) サービス能力などに関する情報を含むことができる。

40

【0200】

これに基づいて AP は、当該 non - AP STA に対して支援可能可否を判断する。決定後、AP は、連係応答フレームに連係要請に対する受諾可否とその理由、自分が支援可能な性能 (Capability Information) に関する情報を入れて non - AP STA に送信する。

50

【0201】

連係応答フレームは、様々な能力に関連した情報、状態コード、AID (Association ID)、支援レート、EDCA (Enhanced Distributed Channel Access) パラメータセット、RCPI (Received Channel Power Indicator)、RSNI (Received Signal to Noise Indicator)、移動性ドメイン、タイムアウト間隔 (連係カムバック時間 (association comeback time))、重ね合わせ (overlapping) BSS スキャンパラメータ、TIM 放送応答、QoS (Quality of Service) マップなどの情報を含むことができる。

10

【0202】

前述した連係要請 / 応答フレームに含まれることができる情報は例示に該当し、他の情報に代替されるか、追加的な情報がさらに含まれ得る。

【0203】

non-AP STA が AP と成功裏に連係を確立した場合、正常な送受信がなされるようになる。それに対し、AP と成功裏に連係を確立できなかった場合、その理由に基づいて non-AP STA は、再度連係手順を試みるか、他の AP に連係を試みることができる。

【0204】

媒体アクセスメカニズム

20

IEEE 802.11 における通信は、共有された無線媒体 (shared wireless medium) においてなされるから、有線チャネル (wired channel) 環境とは根本的に異なる特徴を有する。

【0205】

有線チャネル環境では、CSMA/CD (carrier sense multiple access/collision detection) に基づいて通信が可能である。例えば、送信端から一回シグナルが送信されると、チャネル環境が大きな変化がないから、受信端まで大きく信号が減衰されずに送信される。このとき、2つ以上のシグナルが衝突されると、感知 (detection) が可能であった。これは、受信端で感知された電力 (power) が瞬間的に送信端から送信した電力より大きくなるためである。しかしながら、無線チャネル環境は、多様な要素 (例えば、距離に応じてシグナルの減衰が大きい、または瞬間的に深いフェージング (deep fading) を経ることができる) がチャネルに影響を与えるから、実際に受信端で信号が正しく送信されたか、または衝突が発生したか、送信端で正確にキャリアセンシング (carrier sensing) をすることができない。

30

【0206】

これにより、IEEE 802.11 に応じる WLAN システムにおいて、MAC の基本アクセスメカニズムとして CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) メカニズムを導入した。CSMA/CA メカニズムは、IEEE 802.11 MAC の分配調整機能 (DCF : Distributed Coordination Function) とも呼ばれるが、基本的に「listen before talk」アクセスメカニズムを採用している。このようなタイプのアクセスメカニズムによると、AP 及び / 又は STA は、送信を始めるに先立ち、所定の時間区間 (例えば、DIFS (DCF Inter-Frame Space)) の間に無線チャネルまたは媒体 (medium) をセンシング (sensing) する CCA (Clear Channel Assessment) を行う。センシング結果、万が一、媒体がアイドル状態 (idle status) であると判断されると、該当媒体を介してフレーム送信を始める。これに対し、媒体が占有状態 (occupied status) であると感知されると、該当 AP 及び / 又は STA は、自分自身の送信を開始せずに、既に様々な STA が該当媒体を使用するために待機しているという仮定下で DIFS に追加的に媒体アクセスのための遅延時間 (例えば、任意のバックオフ周期 (random backoff period)) の間により待った後にフレーム送信を試みることができる。

40

【0207】

50

任意のバックオフ周期を適用することによって、フレームを送信するための複数の S T A が存在すると仮定するとき、複数の S T A は、確率的に異なるバックオフ周期値を有するようになって、互いに異なる時間の間に待機した後にフレーム送信を試みることで期待されるので、衝突 (collision) を最小化させることができる。

【 0 2 0 8 】

また、I E E E 8 0 2 . 1 1 M A C プロトコルは、H C F (Hybrid Coordination Function) を提供する。H C F は、前記 D C F と支点調整機能 (P C F : Point Coordination Function) を基盤とする。P C F は、ポーリング (polling) 基盤の同期式アクセス方式ですべての受信 A P 及び / 又は S T A がデータフレームを受信することができるように、周期的にポーリングする方式を称する。また、H C F は、E D C A (Enhanced Distributed Channel Access) と H C C A (HCF controlled Channel Access) を有する。E D C A は、提供者が多数のユーザにデータフレームを提供するためのアクセス方式を競争基盤で行うことで、H C C A は、ポーリング (polling) メカニズムを利用した非競争基盤のチャネルアクセス方式を使用することである。また、H C F は、W L A N の Q o S (Quality of Service) を向上させるための媒体アクセスメカニズムを含み、競争周期 (C P : Contention Period) と非競争周期 (C F P : Contention Free Period) の両方で Q o S データを送信できる。

【 0 2 0 9 】

図 1 0 は、本発明が適用されることができる無線通信システムにおける任意のバックオフ周期とフレーム送信手順を説明するための図である。

【 0 2 1 0 】

特定媒体が占有 (occupy または busy) 状態からアイドル (idle) 状態に変更されると、複数の S T A は、データ (またはフレーム) 送信を試みることができる。このとき、衝突を最小化するための方案として、S T A は、各々任意のバックオフカウンタ (random backoff count) を選択し、それに該当するスロット時間 (slot time) 分だけ待機した後に、送信を試みることができる。任意のバックオフカウンタは、疑似 - 任意整数 (pseudo-random integer) 値を有し、0 ないし競争ウィンドウ (C W : Contention Window) 範囲で均一分布 (uniform distribution) した値のうちのいずれか一つで決定されることができる。ここで、C W は、競争ウィンドウパラメータ値である。C W パラメータは、初期値として C W _ m i n が与えられるが、送信が失敗した場合 (例えば、送信されたフレームに対する A C K を受信していない場合) に 2 倍の値を取ることができる。C W パラメータ値が C W _ m a x になると、データ送信が成功するまで C W _ m a x 値を維持しながらデータ送信を試みることができ、データ送信が成功する場合には、C W _ m i n 値にリセットされる。C W 、C W _ m i n 及び C W _ m a x 値は、 $2^n - 1$ ($n = 0, 1, 2, \dots$) に設定されることが好ましい。

【 0 2 1 1 】

任意のバックオフ過程が始まると、S T A は、決定されたバックオフカウンタ値に応じてバックオフスロットをカウンタダウンし、カウンタダウンする間に媒体をモニタリングし続ける。媒体が占有状態であるとモニタリングされる場合、カウンタダウンを中断し待機するようになり、媒体がアイドル状態になると、カウンタダウンを再開する。

【 0 2 1 2 】

図 1 0 の例示において S T A 3 の M A C に送信するパケットが到達した場合に、S T A 3 は、D I F S 分だけ媒体がアイドル状態であることを確認し、直にフレームを送信できる。

【 0 2 1 3 】

一方、残りの S T A は、媒体が占有 (busy) 状態であることをモニタリングし待機する。その間に S T A 1、S T A 2 及び S T A 5 のそれぞれでも送信するデータが発生でき、それぞれの S T A は、媒体がアイドル状態であるとモニタリングされる場合、D I F S だけ待機した後に、各自が選択した任意のバックオフカウンタ値に応じてバックオフスロットをカウンタダウンする。

【0214】

図10の例示では、STA2が最も小さなバックオフカウント値を選択し、STA1が最も大きなバックオフカウント値を選択した場合を示す。すなわち、STA2がバックオフカウントを終えフレーム送信を始める時点においてSTA5の残余バックオフ時間は、STA1の残余バックオフ時間より短い場合を例示する。

【0215】

STA1及びSTA5は、STA2が媒体を占有する間にカウントダウンを止め待機する。STA2の媒体占有が終了して媒体が再度アイドル状態になると、STA1及びSTA5は、DIFSだけ待機した後に、止めたバックオフカウントを再開する。すなわち、残余バックオフ時間ほどの残りのバックオフスロットをカウントダウンした後にフレーム送信を始めることができる。STA5の残余バックオフ時間がSTA1より短かったので、STA5のフレーム送信を始めるようになる。

10

【0216】

一方、STA2が媒体を占有する間にSTA4でも送信するデータが発生できる。このとき、STA4の立場では、媒体がアイドル状態になると、DIFSだけ待機した後、自身が選択した任意のバックオフカウント値に応じるバックオフスロットのカウントダウンを行う。

【0217】

図10の例示では、STA5の残余バックオフ時間がSTA4の任意のバックオフカウント値と偶然に一致する場合を示し、この場合、STA4とSTA5との間に衝突が発生できる。衝突が発生する場合には、STA4とSTA5ともがACKを受信できないから、データ送信を失敗するようになる。この場合、STA4とSTA5は、CW値を2倍に増やした後に、任意のバックオフカウント値を選択しバックオフスロットのカウントダウンを行う。一方、STA1は、STA4とSTA5の送信により媒体が占有状態である間に待機している途中で、媒体がアイドル状態になると、DIFSだけ待機した後に、残余バックオフ時間が経過すると、フレーム送信を始めることができる。

20

【0218】

CSMA/CAメカニズムは、AP及び/又はSTAが媒体を直接センシングする物理的キャリアセンシング (physical carrier sensing) の他に、仮想キャリアセンシング (virtual carrier sensing) も含む。

30

【0219】

仮想キャリアセンシングは、非表示ノード問題 (hidden node problem) などのように媒体接近上発生できる問題を補完するためのものである。仮想キャリアセンシングのために、WLANシステムのMACは、ネットワーク割り当てベクトル (NAV: Network Allocation Vector) を利用する。NAVは、現在媒体を使用しているか、または使用する権限があるAP及び/又はSTAが、媒体が利用可能な状態になるまで残っている時間を他のAP及び/又はSTAに指示する値である。したがって、NAVに設定された値は、該当フレームを送信するAP及び/又はSTAによって媒体の使用が予定されている期間に該当し、NAV値を受信するSTAは、該当期間の間に媒体アクセスが禁止される。NAVは、例えば、フレームのMACヘッダー (header) の持続期間 (duration) フィールドの値に応じて設定されることができる。

40

【0220】

AP及び/又はSTAは、媒体に接近しようとすることを知らせるために、RTS (request to send) フレーム及びCTS (clear to send) フレームを交換する手順を行うことができる。RTSフレーム及びCTSフレームは、実質的なデータフレーム送信及び受信確認応答 (ACK) が支援される場合、ACKフレームが送受信されるのに必要な無線媒体が接近予約された時間的な区間を指示する情報を含む。フレームを送信しようとするAP及び/又はSTAから送信されたRTSフレームを受信するか、またはフレーム送信対象STAから送信されたCTSフレームを受信した他のSTAは、RTS/CTSフレームに含まれている情報が指示する時間的な区間の間に媒体に接近しないように設定され

50

ることができる。これは、時間区間の間、NAVが設定されることによって実現されることができる。

【0221】

残余キャリア周波数オフセット (residual Carrier Frequency Offset) 測定及びチャネル推定 (channel estimation)

802.11acシステムでは、パイロット (pilot) を用いて残余 (residual) キャリア周波数オフセット (CFO: Carrier Frequency Offset) を測定する。具体的に、各シンボル毎に同じトーン (tone) (または、サブキャリア) に同じパイロットを割り当て、同じ係数 (coefficient) を設定してシンボル間のパイロット値の位相 (phase) 差を測定して残余CFOを測定する。

10

【0222】

また、チャネル推定は、VHT-LTFで行われ、P行列 (matrix) をかけて同じサブキャリアのシンボルとストリームとの間に直交性 (orthogonality) を作り、これを利用して測定することができる。P行列は、P行列を構成する各行 (row) 別に直交性 (orthogonality) を有する行列を意味する。

【0223】

上述したように、VHT-LTFは、PPDUが送信される時空間ストリーム (space-time stream) の個数の分だけ設定されることができる。

【0224】

表4は、VHT-LTFフィールドの数を例示する。

20

【0225】

【表4】

時空間ストリーム数	1	2	3	4	5	6	7	8
VHT-LTFの数	1	2	4	4	6	6	8	8

【0226】

下記の数式1ないし4は、P行列 (matrix) 値を例示する。

【0227】

30

【数1】

$$P_{VHTLTF} = \begin{cases} P_{4 \times 4}, N_{STS, total} \leq 4 \\ P_{6 \times 6}, N_{STS, total} = 5, 6 \\ P_{8 \times 8}, N_{STS, total} = 7, 8 \end{cases}$$

【0228】

数式1を参照すれば、PPDU内の時空間ストリームの総数 ($N_{STS, total}$) が4以下であるとき、 $P_{4 \times 4}$ 行列 (数式2) を用い、5または6であるとき、 $P_{6 \times 6}$ 行列 (数式3) を用い、7または8であるとき、 $P_{8 \times 8}$ (数式4) を用いる。

40

【0229】

【数2】

$$P_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

【0230】

【数 3】

$$P_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -w^1 & w^2 & w^3 & w^4 & -w^5 \\ 1 & -w^2 & w^4 & w^6 & w^8 & -w^{10} \\ 1 & -w^3 & w^6 & w^9 & w^{12} & -w^{15} \\ 1 & -w^4 & w^8 & w^{12} & w^{16} & -w^{20} \\ 1 & -w^5 & w^{10} & w^{15} & w^{20} & -w^{25} \end{bmatrix}$$

【 0 2 3 1 】

10

【数 4】

$$P_{8 \times 8} = \begin{bmatrix} P_{4 \times 4} & P_{4 \times 4} \\ P_{4 \times 4} & -P_{4 \times 4} \end{bmatrix}$$

【 0 2 3 2 】

図 1 1 は、本発明が適用され得る無線通信システムにおいて V H T - L T F を例示する図である。

【 0 2 3 3 】

図 1 1 では、時空間ストリームが 4 個である場合を例示する。

20

【 0 2 3 4 】

前述した数式 2 ないし 4 において例示した P 行列で各行 (r o w) は、各時空間ストリームに対応し、図 1 1 のように、V H T - L T F に行列要素 (m a t r i x e l e m e n t) が各々かけられる。

【 0 2 3 5 】

図 1 1 に示すように、時空間ストリーム 1 の 4 個の V H T - L T F には、前述した数式 2 の 1 番目の行 (r o w) に属したそれぞれの行列要素がかけられる。1 番目の V H T - L T F シーケンス要素には 1 がかけられ、2 番目の V H T - L T F シーケンス要素には - 1 がかけられ、3 番目の V H T - L T F シーケンス要素には 1 がかけられ、4 番目の V H T - L T F シーケンス要素には 1 がかけられる。

30

【 0 2 3 6 】

他の時空間ストリームも上記のように P 行列がかけられる。

【 0 2 3 7 】

上向きリンク多重ユーザ送信のための方法

次世代 W i F i に対する様々な分野のベンダー達の多くの関心と 8 0 2 . 1 1 a c 以後の高いスループット (h i g h t h r o u g h p u t)、及び Q o E (q u a l i t y o f e x p e r i e n c e) 性能向上に対する要求が高まっている状況で、次世代 W L A N システムである 8 0 2 . 1 1 a x システムのための新しいフレームフォーマット及びヌメロロジー (n u m e r o l o g y) に対する議論が活発に進行中である。

【 0 2 3 8 】

40

I E E E 8 0 2 . 1 1 a x は、より高いデータ処理率 (d a t a r a t e) を支援し、より高いユーザ負荷 (u s e r l o a d) を処理するための次世代 W L A N システムとして最近に新しく提案されている W L A N システムのうちの 1 つであって、一名、高効率 W L A N (H E W : H i g h E f f i c i e n c y W L A N) と呼ばれる。

【 0 2 3 9 】

I E E E 8 0 2 . 1 1 a x W L A N システムは、既存の W L A N システムと同様に、2 . 4 G H z 周波数帯域及び 5 G H z 周波数帯域で動作することができる。また、それより高い 6 0 G H z 周波数帯域でも動作することができる。

【 0 2 4 0 】

I E E E 8 0 2 . 1 1 a x システムでは、平均スループット向上 (a v e r a g e

50

throughput enhancement)と室外環境でのシンボル間干渉(inter-symbol interference)に対する強靱な送信(outdoor robust transmission)のために、既存のIEEE 802.11 OFDM system(IEEE 802.11a、802.11n、802.11ac等)より各帯域幅で4倍大きいFFTサイズを使用できる。これについて、下記の図面を参照して説明する。

【0241】

以下、本発明のHEフォーマットPPDUについての説明において、別の言及がなくても、前述したnon-HTフォーマットPPDU、HT-mixedフォーマットPPDU、HT-greenfieldフォーマットPPDU、及び/又はVHTフォーマットPPDUについての説明がHEフォーマットPPDUについての説明に併合され得る。

10

【0242】

図12は、本発明の一実施形態に係るHE(High Efficiency)フォーマットPPDUを例示する図である。

【0243】

図12に示すように、HEWのためのHEフォーマットPPDUは、大別して、レガシ部分(L-part)、HE部分(HE-part)で構成されることができる。

【0244】

L-partは、既存のWLANシステムにおいて維持する形態と同様に、L-STFフィールド、L-LTFフィールド、及びL-SIGフィールドで構成される。L-STFフィールド、L-LTFフィールド、及びL-SIGフィールドをレガシプリアンプル(legacy preamble)と称することができる。

20

【0245】

HE-partは、802.11ax標準のために新しく定義される部分であって、HE-SIGフィールドとHEプリアンプル(HE-preamble)、及びデータ(HE-data)フィールドで構成されることができる。そして、HE-preambleは、HE-STFフィールド及びHE-LTFフィールドを含むことができる。また、HE-STFフィールド及びHE-LTFフィールドだけでなく、HE-SIGフィールドを含み、HE-preambleと称することもできる。

【0246】

30

図12では、HE-SIGフィールド、HE-STFフィールド、及びHE-LTFフィールドの順序を例示しているが、これと相違した順序で構成されることができる。

【0247】

L-part、HE-SIGフィールド、HE-preambleを物理プリアンプル(PHY(physical)preamble)と称することができる。

【0248】

HE-SIGフィールドは、HE-dataフィールドをデコーディングするための情報(例えば、OFDMA、UL MU MIMO、向上したMCS等)を含むことができる。

【0249】

40

L-partとHE-part(特に、HE-preamble及びHE-data)とは、互いに異なるFFT(Fast Fourier Transform)サイズを有することができ、互いに異なるCP(Cyclic Prefix)を使用することもできる。すなわち、L-partとHE-part(特に、HE-preamble及びHE-data)とは、サブキャリア周波数間隔(subcarrier frequency spacing)が互いに異なるように定義され得る。

【0250】

802.11axシステムでは、レガシWLANシステムに比べて4倍大きい(4x)FFTサイズを使用できる。すなわち、L-partは、1xシンボル構造で構成され、HE-part(特に、HE-preamble及びHE-data)は、4xシンボル

50

構造で構成されることができる。ここで、 $1 \times$ 、 $2 \times$ 、 $4 \times$ サイズのFFTは、レガシWLANシステム（例えば、IEEE 802.11a、802.11n、802.11ac等）に対する相対的であるサイズを意味する。

【0251】

例えば、L-partに用いられるFFTサイズは、20MHz、40MHz、80MHz、及び160MHzで各々64、128、256、512であれば、HE-partに用いられるFFTサイズは、20MHz、40MHz、80MHz、及び160MHzで各々256、512、1024、2048でありうる。

【0252】

このように、レガシWLANシステムよりFFTサイズが大きくなると、サブキャリア周波数間隔(subcarrier frequency spacing)が小さくなるので、単位周波数当たり、サブキャリアの数が増加されるが、OFDMシンボル長さが長くなる。

【0253】

すなわち、より大きいFFTサイズが使用されるとは、サブキャリア間隔が狭くなるという意味であり、同様に、IDFT(Inverse Discrete Fourier Transform)/DFT(Discrete Fourier Transform)周期(period)が増えるという意味である。ここで、IDFT/DFT周期は、OFDMシンボルで保護区間GIを除いたシンボル長さを意味できる。

【0254】

したがって、HE-part（特に、HE-preamble及びHE-data）は、L-partに比べて4倍大きいFFTサイズが使用されるならば、HE-partのサブキャリア間隔は、L-partのサブキャリア間隔の $1/4$ 倍になり、HE-partのIDFT/DFT周期は、L-partのIDFT/DFT周期の4倍となる。例えば、L-partのサブキャリア間隔が312.5kHz(=20MHz/64、40MHz/128、80MHz/256、及び/又は160MHz/512)であれば、HE-partのサブキャリア間隔は、78.125kHz(=20MHz/256、40MHz/512、80MHz/1024、及び/又は160MHz/2048)でありうる。また、L-partのIDFT/DFT周期が3.2μs(=1/312.5kHz)であれば、HE-partのIDFT/DFT周期は、12.8μs(=1/78.125kHz)でありうる。

【0255】

ここで、GIは、0.8μs、1.6μs、3.2μsのうち、1つが使用され得るので、GIを含むHE-partのOFDMシンボル長さ（または、シンボル間隔(symbol interval)）は、GIによって13.6μs、14.4μs、16μsでありうる。

【0256】

図12では、HE-SIGフィールドが $1 \times$ シンボル構造で構成される場合を例示しているが、HE-SIGフィールドもHE-preamble及びHE-dataのように、 $4 \times$ シンボル構造で構成されることもできる。

【0257】

図12の例示とは異なり、HE-SIGは、HE-SIG AフィールドとHE-SIG Bフィールドに区分されることができる。この場合、単位周波数当たり、FFTサイズは、HE-SIG B以後からさらに大きくなり得る。すなわち、HE-SIG B以後からL-partに比べてOFDMシンボル長さが長くなり得る。

【0258】

本発明が適用され得るWLANシステムのためのHEフォーマットPPDUは、少なくとも1つの20MHzチャネルを介して送信されることができる。例えば、HEフォーマットPPDUは、総4個の20MHzチャネルを介して40MHz、80MHz、または160MHz周波数帯域で送信されることができる。これについて、下記の図面を参照し

10

20

30

40

50

てさらに詳細に説明する。

【 0 2 5 9 】

図 1 3 は、本発明の一実施形態に係る H E フォーマット P P D U を例示する図である。

【 0 2 6 0 】

図 1 3 では、1 つの S T A に 8 0 M H z が割り当てられた場合（または、8 0 M H z 内の複数の S T A に O F D M A 資源ユニットが割り当てられた場合）、若しくは、複数の S T A に各々 8 0 M H z の互いに異なるストリームが割り当てられた場合の P P D U フォーマットを例示する。

【 0 2 6 1 】

図 1 3 に示すように、L - S T F、L - L T F、及び L - S I G は、各 2 0 M H z チャネルで 6 4 F F T ポイント（または、6 4 サブキャリア）に基づいて生成された O F D M シンボルに送信されることができる。

【 0 2 6 2 】

H E - S I G A フィールドは、P P D U を受信する S T A に共通に送信される共用制御情報を含むことができる。H E - S I G A フィールドは、1 個ないし 3 個の O F D M シンボルで送信されることができる。H E - S I G A フィールドは、2 0 M H z 単位に複写されて、同じ情報を含む。また、H E - S I G A フィールドは、システムの全体帯域幅情報を知らせる。

【 0 2 6 3 】

表 5 は、H E - S I G A フィールドに含まれる情報を例示する表である。

【 0 2 6 4 】

【表 5】

フィールド	ビット	説明 (description)
帯域幅 (bandwidth)	2	P P D U が送信される帯域幅を指示する 例えば、2 0 M H z、4 0 M H z、8 0 M H z、または 1 6 0 M H z
グループ識別子 (Group ID)	6	P P D U を受信する S T A または S T A のグループを指示する
ストリーム情報 (Stream information)	1 2	各 S T A のための空間ストリーム (s p a t i a l s t r e a m) の位置または番号を指示するか、S T A のグループのための空間ストリームの位置または番号を指示する
上向きリンク指示 (UL indication)	1	P P D U が A P に向かうか (u p l i n k) または S T A に向かうか (d o w n l i n k) を指示する
MU 指示 (MU indication)	1	P P D U が S U - M I M O P P D U であるか、M U - M I M O P P D U であるかを指示する
ガードインターバル 指示 (GI indication)	1	短い G I が使用されるか、長い G I が使用されるかを指示する
割当情報 (Allocation information)	1 2	P P D U が送信される帯域で各 S T A に割り当てられたバンドまたはチャネル（サブチャネルインデックスまたはサブバンドインデックス）を指示する
送信パワー (Transmission power)	12	各チャネルまたは各 S T A のための送信パワーを指示する

【 0 2 6 5 】

表 5 に例示される各フィールドに含まれる情報は、I E E E 8 0 2 . 1 1 システムの定義にしたがうことができる。また、前述した各フィールドは、P P D U に含まれ得るフィールドの例示に該当し、これに限定されない。すなわち、前述した各フィールドが他のフィールドに代替されるか、追加的なフィールドがさらに含まれ得るし、全てのフィールドが必須的に含まれないこともある。

【0266】

HE-STFは、MIMO送信においてAGC推定の性能を改善するために使用される。

【0267】

HE-SIG Bフィールドは、各STAが自分のデータ（例えば、PSDU）を受信するために要求されるユーザ特定（user-specific）情報を含むことができる。HE-SIG Bフィールドは、1つまたは2つのOFDMシンボルで送信されることができる。例えば、HE-SIG Bフィールドは、当該PSDUの変調及びコーディング技法（MCS）及び当該PSDUの長さに関する情報を含むことができる。

【0268】

L-STF、L-LTF、L-SIG、及びHE-SIG Aフィールドは、20MHzチャンネル単位に繰り返されて送信されることができる。例えば、PPDUが4個の20MHzチャンネル（すなわち、80MHz帯域）を介して送信されるとき、L-STF、L-LTF、L-SIG、及びHE-SIG Aフィールドは、20MHzチャンネル毎に繰り返されて送信されることができる。

【0269】

FFTサイズが大きくなると、既存のIEEE 802.11a/g/n/acを支援するレガシSTAは、当該HE PPDUをデコーディングできなくなることがある。レガシSTAとHE STAとが共存（coexistence）するために、L-STF、L-LTF、及びL-SIGフィールドは、レガシSTAが受信できるように20MHzチャンネルで64FFTを介して送信される。例えば、L-SIGフィールドは、1つのOFDMシンボルを占有し、1つのOFDMシンボル時間は、4μsであり、GIは、0.8μsでありうる。

【0270】

各周波数単位別のFFTサイズは、HE-STFからさらに大きくなり得る。例えば、256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができる。FFTサイズが大きくなると、OFDMサブキャリア間の間隔が狭くなるので、単位周波数当たり、OFDMサブキャリアの数が増加されるが、OFDMシンボル時間は長くなる。システムの効率を向上させるために、HE-STF以後のGIの長さは、HE-SIG AのGIの長さと同様に設定されることができる。

【0271】

HE-SIG Aフィールドは、HE STAがHE PPDUをデコーディングするために要求される情報を含むことができる。しかし、HE-SIG Aフィールドは、レガシSTAとHE STAとを共に受信できるように、20MHzチャンネルで64FFTを介して送信されることができる。これは、HE STAがHEフォーマットPPDUだけでなく、既存のHT/VHTフォーマットPPDUを受信でき、レガシSTA及びHE STAがHT/VHTフォーマットPPDUとHEフォーマットPPDUとを区分しなければならないためである。

【0272】

図14は、本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【0273】

図14では、20MHzチャンネルが各々互いに異なるSTA（例えば、STA1、STA2、STA3、及びSTA4）に割り当てられる場合を仮定する。

【0274】

図14に示すように、単位周波数当たり、FFTサイズは、HE-STF（または、HE-SIG B）からさらに大きくなり得る。例えば、HE-STF（または、HE-SIG B）から256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができる。

10

20

30

40

50

【0275】

PPDUに含まれる各フィールドで送信される情報は、前述した図13の例示と同様なので、以下、説明を省略する。

【0276】

HE-SIG Bフィールドは、各STAに特定した情報を含むことができるが、全体バンド（すなわち、HE-SIG-Aフィールドで指示）にわたってエンコーディングされることができる。すなわち、HE-SIG Bフィールドは、全てのSTAに関する情報を含み、全てのSTAが受信するようになる。

【0277】

HE-SIG Bフィールドは、各STA別に割り当てられる周波数帯域幅情報及び／又は当該周波数帯域でストリーム情報を知らせることができる。例えば、図14においてHE-SIG-Bは、STA1が20MHz、STA2がその次の20MHz、STA3がその次の20MHz、STA4がその次の20MHzとして割り当てられることができる。また、STA1とSTA2とは、40MHzを割り当て、STA3とSTA4とは、その次の40MHzを割り当てることができる。この場合、STA1とSTA2とは、互いに異なるストリームを割り当て、STA3とSTA4とは、互いに異なるストリームを割り当てることができる。

10

【0278】

また、HE-SIG-Cフィールドを定義して、図14の例示にHE-SIG-Cフィールドが追加され得る。この場合、HE-SIG-Bフィールドでは、全帯域にわたって全てのSTAに関する情報が送信され、各STAに特定した制御情報は、HE-SIG-Cフィールドを介して20MHz単位に送信されることができる。

20

【0279】

また、図13及び図14の例示とは異なり、HE-SIG-Bフィールドは、全帯域にわたって送信せずに、HE-SIG-Aフィールドと同様に、20MHz単位に送信されることができる。これについて下記の図面を参照して説明する。

【0280】

図15は、本発明の一実施形態に係るHEフォーマットPPDUを例示する図である。

【0281】

図15では、20MHzチャンネルが各々互いに異なるSTA（例えば、STA1、STA2、STA3、及びSTA4）に割り当てられる場合を仮定する。

30

【0282】

図15に示すように、HE-SIG Bフィールドは、全帯域にわたって送信されず、HE-SIG Aフィールドと同様に、20MHz単位に送信される。ただし、このとき、HE-SIG-Bは、HE-SIG Aフィールドとは異なり、20MHz単位にエンコーディングされて送信されるが、20MHz単位に複製されて送信されないこともある。

【0283】

この場合、単位周波数当たり、FFTサイズは、HE-STF（または、HE-SIG B）からさらに大きくなり得る。例えば、HE-STF（または、HE-SIG B）から256FFTが20MHzチャンネルで使用され、512FFTが40MHzチャンネルで使用され、1024FFTが80MHzチャンネルで使用されることができる。

40

【0284】

PPDUに含まれる各フィールドで送信される情報は、前述した図13の例示と同様なので、以下、説明を省略する。

【0285】

HE-SIG Aフィールドは、20MHz単位に複製されて（duplicated）送信される。

【0286】

HE-SIG Bフィールドは、各STA別に割り当てられる周波数帯域幅情報及び／

50

又は当該周波数帯域でストリーム情報を知らせることができる。HE-SIG-Bフィールドは、各STAに関する情報を含むので、20MHz単位の各HE-SIG-Bフィールド別に各STAに関する情報が含まれ得る。このとき、図15の例示では、各STA別に20MHzが割り当てられる場合を例示しているが、例えば、STAに40MHzが割り当てられる場合、20MHz単位にHE-SIG-Bフィールドが複写されて送信されることもできる。

【0287】

各BSS別に互いに異なる帯域幅を支援する状況で、隣接したBSSからの干渉レベルが少ない一部の帯域幅をSTAに割り当てる場合に、上記のように、HE-SIG-Bフィールドを全帯域にわたって送信しないことがより好ましい場合がある。

10

【0288】

図12～図15においてデータフィールドは、ペイロード(payload)であって、サービスフィールド(service field)、スクランプリングされたPSDU、テールビット(tail bits)、パディングビット(padding bits)を含むことができる。

【0289】

一方、前述した図12～図15のようなHEフォーマットPPDUは、L-SIGフィールドの繰り返しシンボルであるRL-SIG(Repeated L-SIG)フィールドを介して区分されることができる。RL-SIGフィールドは、HE-SIG-Aフィールドの前に挿入され、各STAは、RL-SIGフィールドを用いて受信されたPPDUのフォーマットをHEフォーマットPPDUとして区分することができる。

20

【0290】

WLANシステムで動作するAPが同じ時間資源上で複数のSTAにデータを送信する方式をDL MU送信(downlink multi-user transmission)と呼ぶことができる。逆に、WLANシステムで動作する複数のSTAが同じ時間資源上でAPにデータを送信する方式をUL MU送信(uplink multi-user transmission)と呼ぶことができる。

【0291】

このようなDL MU送信またはUL MU送信は、周波数ドメイン(frequency domain)または空間ドメイン(spatial domain)上で多重化されることができる。

30

【0292】

周波数ドメイン上で多重化される場合、OFDMA(orthogonal frequency division multiplexing)に基づいて複数のSTAの各々に対して互いに異なる周波数資源(例えば、サブキャリアまたはトーン(tone))が下向きリンクまたは上向きリンク資源に割り当てられることができる。このような同じ時間資源で互いに異なる周波数資源を介しての送信方式を「DL/UL OFDMA送信」と呼ぶことができる。

【0293】

空間ドメイン(spatial domain)上で多重化される場合、複数のSTAの各々に対して互いに異なる空間ストリームが下向きリンクまたは上向きリンク資源に割り当てられることができる。このような同じ時間資源で互いに異なる空間的ストリームを介しての送信方式を「DL/UL MU MIMO」送信と呼ぶことができる。

40

【0294】

IEEE 802.11axシステムは、既存の802.11acシステムに比べて4倍以上の平均スループット(average throughput)増加を目標として種々の技術的な導入を考慮しており、そのうちの1つが4xFFTである。この構造では、既存のシステムに比べてサブキャリア間隔(subcarrier spacing)が4分の1に減ってCFOに敏感になるので、残余CFO(residual CFO)を適切な方式で補償しなければならない。

50

【0295】

また、802.11axでは、UL MU MIMO及びUL OFDMAの支援も考慮されているが、この状況では、既存の単一ユーザ(single user)状況や下向きリンクMU MIMO状況とは異なり、ユーザ別に互いに異なるCFOが受信端で混ざるので、パイロットを用いた既存のCFO推定(estimation)方式は、正確なユーザ別のCFO測定に困難がある。

【0296】

これを克服するために本発明では、UL MU MIMO及び/又はUL OFDMA送信状況でチャンネル推定(channel estimation)及びCFO測定を同時に行うことができる新しいP行列コーディングされたLTF(P matrix coded LTF)方式を提案する。

10

【0297】

また、既存のP行列活用の限界とチャンネル相関(channel correlation)に従属的な限界を克服するための追加的な方式も提案する。1つは、付加的なP行列の定義無しで既存のP行列を用いて11axで考慮され得る全てのヌメリロジー(numerology)を支援(cover)できる方式であり、さらに他の1つは、チャンネル相関(channel correlation)影響を少なく受けつつ、支援できるユーザ数はそのまま維持できる方式である。

【0298】

以下、本発明の説明において、ユーザ(user)という用語は、UL MU MIMO及び/又はUL OFDMA送信に参加するSTAを意味する。

20

【0299】

1. P行列コーディングLTF(P matrix coded LTF)方式
1-A) HE-LTFシーケンス生成
既存のP行列を用いてユーザ別に直交(orthogonal)したLTFシーケンスを生成することにより、周波数ドメイン(frequency domain)でチャンネル相関(channel correlation)が大きいという仮定下に、新しいCFO測定及びチャンネル推定技法を次のように提案する。

【0300】

以下、P行列コーディングされたLTF(P matrix coded LTF)方式によってCFO及びチャンネルを推定する方法を説明するにあつて、説明の都合上、UL MU MIMO及び/又はUL OFDMA送信に参加するユーザ数が2であると仮定し、P行列は、前述した数式2で例示された $P_{4 \times 4}$ 行列を再利用する場合を仮定して説明する。また、各ユーザが1つのストリームを割り当てられた場合を仮定して説明する。

30

【0301】

ただし、本発明がこれに限定されるものではなく、UL MU MIMO及び/又はUL OFDMA送信にこれと相違した数のユーザが参加することもできる。また、既存に定義されたP行列でない、各行(row)別に直交(orthogonal)する新しいP行列が定義されて用いられることもできる。また、各ユーザ別に1つ以上のストリームを割り当てられる場合にも本発明が同様に適用され得る。

40

【0302】

図16は、本発明の一実施形態に係るHE-LTFシーケンスを生成する方法を例示する。

【0303】

図16において L_i (すなわち、 L_1 、 L_2 、 L_3 、...)は、予め定義された共通のHE-LTFシーケンスを示す。 i は、HE-LTFがマッピングされるサブキャリアインデックスを示す。

【0304】

$s_i(k)$ (すなわち、 $s_1(k)$ 、 $s_2(k)$ 、 $s_3(k)$ 、...)は、ストリーム k に対するスクランブルされたHE-LTFシーケンスを示す。ここで、 k は

50

、ストリームインデックスを示し、 i は、 $HE-LTF$ がマッピングされるサブキャリアインデックスを示す。

【0305】

予め定義された共通の $HE-LTF$ シーケンス (L_i) を各ストリーム別に P 行列の互いに異なる行 (row) (すなわち、 P 行列コード) を用いてスクランブル ($scramble$) する。

【0306】

より具体的に、各ストリーム別に予め定義された共通の $HE-LTF$ シーケンスの N_f 個 (例えば、4 等) のサブ-シーケンス ($sub-sequence$) 単位に P 行列の互いに異なる行 (row) の行列要素 ($matrix\ element$) をかける。すな

10

わち、サブ-シーケンスに属するシーケンス要素と P 行列の特定行を構成する行列要素とが順にかけられる。

【0307】

このように、スクランブルされた $HE-LTF$ シーケンス (s_i) は、 N_f 個 (例えば、4 等) の連続的なエントリー ($entry$) のサブ-シーケンス ($sub-sequence$) 単位に各ストリーム別に直交 ($orthogonal$) する。すなわち、各ストリーム別にスクランブルされた $HE-LTF$ シーケンスは、区分的に直交 ($piecewise\ orthogonal$) する。

【0308】

図 16 に示すように、ストリーム 1 の場合、予め定義された共通の $HE-LTF$ シーケンスに P 行列の 1 番目の行の行列要素 ($matrix\ element$) がかけられて (スクランブルされた)、 $HE-LTF$ シーケンス (すなわち、 $HE-LTF$ シーケンス 1) が生成される。ストリーム 2 の場合、 $HE-LTF$ シーケンスに P 行列の 2 番目の行の要素がかけられて (スクランブルされた)、 $HE-LTF$ シーケンス (すなわち、 $HE-LTF$ シーケンス 2) が生成される。

20

【0309】

具体的に説明すれば、ストリーム 1 の場合、1 番目の $HE-LTF$ シーケンス要素 L_1 に P 行列の 1 番目の行 (row) の 1 番目の行列要素 (すなわち、1) がかけられ、2 番目の $HE-LTF$ シーケンス要素 L_2 に P 行列の 1 番目の行 (row) の 2 番目の行列要素 (すなわち、-1) がかけられ、3 番目の $HE-LTF$ シーケンス要素 L_3 に P

30

行列の 1 番目の行 (row) の 3 番目の行列要素 (すなわち、1) がかけられ、4 番目の $HE-LTF$ シーケンス L_1 に P 行列の 4 番目の行 (row) の 1 番目の行列要素 (すなわち、1) がかけられる。そして、残りの $HE-LTF$ シーケンスに対しても 4 個のシーケンス単位に (すなわち、 $L_5 \sim L_8$ 、 $L_9 \sim L_12$ 、 $L_13 \sim L_16$ 、...

【0310】

そして、ストリーム 2 の場合も、 P 行列の 2 番目の行 (row) を用いて上記の過程を同様に進行することにより (スクランブルされた)、 $HE-LTF$ シーケンス 2 (s_i (2)) が生成される。

40

【0311】

上記のような方法により生成された $HE-LTF$ シーケンスは、4 サブ-シーケンス単位に各ストリーム別に直交 ($orthogonal$) する。すなわち、 $HE-LTF$ シーケンス 1 と $HE-LTF$ シーケンス 2 とは、4 サブ-シーケンス単位に直交 ($orthogonal$) する。

【0312】

したがって、 $UL-MU-MIMO$ 及び / 又は $UL-OFDMA$ 送信の場合、各ストリーム別に互いに異なる $HE-LTF$ シーケンスを送信するようになる。

【0313】

1 - B) 時間領域 ($time\ domain$) で P 行列エンコーディング ($encoding$)

50

ing)

選択的に時間領域 (time domain) でも直交性 (orthogonal) を維持するために、前述した 1 - A) 方法により生成された HE - LTF シーケンスに P 行列エンコーディング (encoding) がさらに適用され得る。これについて、下記の図面を参照して説明する。

【0314】

図 17 は、本発明の一実施形態に係る HE - LTF フィールドを構成する方法を例示する。

【0315】

図 17 において $c_j(k)$ (すなわち、 $c_1(k)$ 、 $c_2(k)$ 、 $c_3(k)$ 、...) は、ストリーム k に対応する P 行列の行 (row) (すなわち、P 行列コード) を示す。ここで、 k は、ストリームインデックスを示し、 j は、シンボルインデックスを示す。

10

【0316】

スクランブルされた HE - LTF シーケンスは、1 つ以上のシンボルのサブキャリアにマッピングされて送信されることができ、このとき、スクランブルされた HE - LTF シーケンスが送信 (若しくは、マッピング) されるシンボル (以下、「HE - LTF シンボル」と称する) の数は、UL MU MIMO 送信に割り当てられたストリーム数により決定されることができる。

【0317】

20

P 行列の 1 つの行 (row) (例えば、ストリーム k に対応する行 (row)) に属する各行列要素 (matrix element) が順に各シンボルで送信される HE - LTF シーケンスにかけられる。すなわち、各ストリーム別に HE - LTF シンボルのデータトーン (すなわち、HE - LTF シーケンスがマッピングされるトーン) に P 行列の互いに異なる行 (row) がかけられる。

【0318】

すなわち、1 番目の HE - LTF シンボルで送信されるスクランブルされた HE - LTF シーケンス ($s_i(k)$) に P 行列の特定行 (row) の 1 番目の行列要素 (すなわち、 $c_1(k)$) がかけられ、2 番目の HE - LTF シンボルで送信されるスクランブルされた HE - LTF シーケンス ($s_i(k)$) に P 行列の特定行 (row) の 2 番目の行列要素 (すなわち、 $c_2(k)$) がかけられ、3 番目の HE - LTF シンボルで送信されるスクランブルされた HE - LTF シーケンス ($s_i(k)$) に P 行列の特定行 (row) の 3 番目の行列要素 (すなわち、 $c_3(k)$) がかけられ、4 番目の HE - LTF シンボルで送信されるスクランブルされた HE - LTF シーケンス ($s_i(k)$) に P 行列の特定行 (row) の 4 番目の行列要素 (すなわち、 $c_4(k)$) がかけられる。

30

【0319】

図 17 に示すように、P 行列の 3 番目の行 (row) の 1 番目の行列要素 (すなわち、1) は、1 番目の HE - LTF シンボルにマッピングされるスクランブルされた HE - LTF シーケンスにかけられ、P 行列の 3 番目の行 (row) の 2 番目の行列要素 (すなわち、1) は、2 番目の HE - LTF シンボルにマッピングされるスクランブルされた HE - LTF シーケンスにかけられ、P 行列の 3 番目の行 (row) の 3 番目の行列要素 (すなわち、1) は、3 番目の HE - LTF シンボルにマッピングされるスクランブルされた HE - LTF シーケンスにかけられ、P 行列の 3 番目の行 (row) の 4 番目の行列要素 (すなわち、-1) は、4 番目の HE - LTF シンボルにマッピングされるスクランブルされた HE - LTF シーケンスにかけられる。

40

【0320】

前述した図 16 の例示のように、各ストリーム別に P 行列の互いに異なる行 (row) を HE - LTF シーケンスのサブ - シーケンス単位にかけることにより、各ストリーム別の周波数領域 (frequency domain) で直交性 (orthogonal i

50

t y) を維持できる。

【 0 3 2 1 】

また、上記のように、スクランブルされた H E - L T F シーケンスが送信される H E - L T F シンボルは、U L M U 送信に割り当てられたストリーム数によって決定されるが、図 1 7 の例示のように、各ストリーム別に P 行列の互いに異なる行 (r o w) を各 H E - L T F シンボルにマッピングされるスクランブルされた H E - L T F シーケンスにかけることにより、各ストリーム別に時間領域 (t i m e d o m a i n) で直交性 (o r t h o g o n a l i t y) を維持できる。

【 0 3 2 2 】

1 - C) C F O 及びチャネル推定

10

以下、受信端 (すなわち、U L M U M I M O 及び / 又は U L O F D M A 送信の場合の A P) で受信した H E - L T F を用いて C F O 及びチャネルを推定する方法を説明する。

【 0 3 2 3 】

総 K 個のストリーム (すなわち、ストリームインデックス k (1 k K)) に対する P 行列コードを表すと、下記の数式 5 のとおりである。

【 0 3 2 4 】

【数 5 】

20

$$c(1)=[1 \ 1 \ -1 \ 1], \dots, c(K)=[-1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

【 0 3 2 5 】

数式 5 では、上述したように、P __ 4 × 4 行列である場合を仮定したので、各 P 行列コードが 1 × 4 行列や、P 行列が K × K 行列である場合、各ストリームに対する P 行列コードは、1 × K 行列で構成されることもできる。

【 0 3 2 6 】

前述した図 1 7 の例示のように、H E - L T F が送信される場合、受信端において N __ f 個 (例えば、4 等) のサブキャリア及び N __ p 個のシンボル (すなわち、H E - L T F シンボル) でストリーム 1 で受信した信号 (Y (1)) は、下記の数式 6 のように表すことができる。

30

【 0 3 2 7 】

【数 6 】

$$Y(1)=\begin{bmatrix} s_1(1)c_1(1)h_1(1)e^{j\theta(1)} & s_1(1)c_2(1)h_1(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_1(1)c_{N_p}(1)h_1(1)e^{jN_p\theta(1)} \\ s_2(1)c_1(1)h_2(1)e^{j\theta(1)} & s_2(1)c_2(1)h_2(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_2(1)c_{N_p}(1)h_2(1)e^{jN_p\theta(1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{N_f}(1)c_1(1)h_{N_f}(1)e^{j\theta(1)} & s_{N_f}(1)c_2(1)h_{N_f}(1)e^{j2\theta(1)} & \dots & s_{N_f}(1)c_{N_p}(1)h_{N_f}(1)e^{jN_p\theta(1)}} \end{bmatrix}$$

$$= \text{diag}(h(1)) s(1)c(1) \text{diag}([e^{j\theta(1)} \dots e^{jN_p\theta(1)}])$$

40

【 0 3 2 8 】

数式 6 において h __ i (k) (すなわち、h __ 1 (k)、h __ 2 (k)、h __ 3 (k)、. . .) は、送信端から受信端に経るチャネルを表す。

【 0 3 2 9 】

そして、j __ (k) (すなわち、j __ 1 (k)、j __ 2 (k)、j __ 3 (k)、. . .) は、各 H E - L T F シンボルで受信した信号の位相を表す。ここで、j __ (k) は、数式 6 で複素数を表現する j を除いて表現したものであって、ここで、j は、シンボルインデックスを表す。すなわち、時間領域において 2 番目の H E - L T F シンボルでは、1 番目の H E

50

- L T FシンボルでのC F Oが2倍に増加され、3番目のH E - L T Fシンボルでは、1番目のH E - L T FシンボルでのC F Oが3倍に増加される。

【0330】

すなわち、送信端で送信した信号は、チャネルを経て受信端に送信され、シンボル別に位相差が発生されるので、ストリーム1で受信した信号 $Y(1)$ は、チャネル $h(1)$ 、スクランブルされたH E - L T Fシーケンス $S(1)$ 、P行列コード $C(1)$ 、位相 $[e^{j\theta_1(1)}, e^{j\theta_2(1)}, \dots, e^{j\theta_{N_p}(1)}]$ の積で表現されることができる。

【0331】

ここで、チャネル対角行列 $\text{diag}(h(1))$ は、 $N_f \times N_f$ 行列、 $s(1)$ は、 $N_f \times 1$ 行列、 $c(1)$ は、 $1 \times N_p$ 行列、位相対角行列 $[e^{j\theta_1(1)}, e^{j\theta_2(1)}, \dots, e^{j\theta_{N_p}(1)}]$ は、 $N_p \times N_p$ 行列で表現されることができる。したがって、受信端においてストリーム1で受信した信号 $(Y(1))$ は、 $N_f \times N_p$ 行列で表現されることができる。すなわち、数式6において行(row)方向は、時間軸を意味し、列(column)方向は、周波数軸を表す。

【0332】

総K個のストリームで受信した信号を結合(supersimposed)すれば、下記の数式7のとおりである。

【0333】

【数7】

$$Y = \sum_k \text{diag}(h(k)) s(k) c(k) \text{diag}([e^{j\theta_1(k)} \dots e^{j\theta_{N_p}(k)}])$$

【0334】

図18は、本発明の一実施形態に係るC F O推定方法を例示する図である。

【0335】

図18に示すように、前述した図16の説明のように、連続した N_f 個のサブキャリア単位にH E - L T Fシーケンスに互いに異なるP行列コードがかけられてスクランブルされるので、 N_f 個のサブキャリア単位に各ストリームのH E - L T Fシーケンスは、相互間に直交シーケンス(orthogonal sequence)で構成される。

【0336】

全ての N_f 個(例えば、4等)の連続的なサブキャリアでのチャネルは、概略的に同一(roughly unchanged)(すなわち、相関された(correlated))でありうる。したがって、受信端では、上記のように、全ての N_f 個(例えば、4等)の連続的なサブキャリアでのチャネル相関(channel correlation)が高いという仮定下に、H E - L T Fが送信される各H E - L T Fシンボルでチャネルを推定できる。

【0337】

それに対し、C F Oのため、時間領域ではチャネルが様々に変化することができる。したがって、受信端では、H E - L T Fシンボルで送信された信号(すなわち、H E - L T Fシーケンス)の位相差をチェックしてC F Oを推定する。

【0338】

これについてより具体的に説明すれば、まず、受信端では、各ストリーム別にH E - L T Fシンボルtで N_f 個の連続的なサブキャリアを介して受信した信号でスクランブルされたH E - L T Fシーケンス及びP行列コードを除去する。

【0339】

ストリーム1について説明すれば、受信端では、下記の数式8のように、H E - L T Fシンボルtで N_f 個の連続的なサブキャリアを介して受信したストリーム1の信号 $Y(1)$ でH E - L T Fシーケンス及びP行列コードを除去する。

【 0 3 4 0 】

【 数 8 】

$$\begin{aligned}
& c_t^*(1) s^H(1) Y_{:,t} \\
& = e^{jt\theta(1)} \sum_{f=1}^{N_f} h_f(1) + c_t^*(1) s^H(1) \sum_{k \neq 1} c_t(k) e^{jt\theta(k)} \text{diag}(\mathbf{h}(k)) \mathbf{s}(k) \\
& \quad \text{where } t = 1, \dots, N_P
\end{aligned}$$

【 0 3 4 1 】

10

数式 8 において $c_t^*(k)$ は、ストリーム k に対する P 行列コードの共役転置行列 (conjugate transpose matrix) (k は、ストリームインデックス) を表し、 $s^H(k)$ は、ストリーム k に対するスクランブルされた H E - L T F シーケンスの転置行列 (transpose matrix) (k は、ストリームインデックス) を表す。

【 0 3 4 2 】

数式 8 において N_f サブキャリアにわたって、チャネルが高い相関性を有すると仮定すれば、下記の数式 9 のように計算される。

【 0 3 4 3 】

【 数 9 】

20

$$\begin{aligned}
& c_t^*(1) s^H(1) Y \\
& \approx N_f e^{jt\theta(1)} \tilde{h}(1) + c_t^*(1) \sum_{k \neq 1} c_t(k) e^{jt\theta(k)} \tilde{h}(k) \underbrace{s^H(1) \mathbf{s}(k)}_{=0} \\
& = N_f e^{jt\theta(1)} \tilde{h}(1) \\
& \quad \text{where } \tilde{h}(k) = \sum_{f=1}^{N_f} h_f(k)
\end{aligned}$$

30

【 0 3 4 4 】

数式 9 において各ストリーム別にスクランブルされた H E - L T F シーケンスは、 N_f 個のサブキャリア単位に直交 (orthogonal) するので、 $s^H(1) \times \mathbf{s}(k)$ ($k \neq 1$) の結果は「0」であり、ストリーム 1 以外の他の全てのストリームでの信号成分が除去される。

【 0 3 4 5 】

上記の方法を各ストリームで受信した信号に対して同様に行えば、特定 H E - L T F シンボルで当該ストリーム以外の他の全てのストリームで送信される信号成分を除去できる。

40

【 0 3 4 6 】

そして、受信端は、各 H E - L T F シンボル別に下記の数式 10 のように、特定 H E - L T F シンボルで位相回転 (phase rotation) を導き出すことができる。

【 0 3 4 7 】

【数 1 0】

$$\varphi_t(k) = \text{phase}(e^{jt\theta(k)} \tilde{h}(k))$$

【0 3 4 8】

そして、C F Oは、上記の数式 1 0 から導き出された値に基づいて、下記の数式 1 1 のように、H E - L T F シンボル間の位相差 (p h a s e d i f f e r e n c e) から推定されることができる。

10

【0 3 4 9】

【数 1 1】

$$\hat{\theta}(k) = \frac{E\{\varphi_{N_p}(k) - \varphi_1(k)\}}{N_p - 1}$$

【0 3 5 0】

数式 1 1 から導き出された H E - L T F シンボル間の位相差 (p h a s e d i f f e r e n c e) に基づいて、下記の数式 1 2 のように、C F O 修正項 (c o r r e c t i o n t e r m) が導き出される。

20

【0 3 5 1】

【数 1 2】

$$\frac{1}{N_p} \sum_{t=1}^{N_p} e^{jt\hat{\theta}(k)}$$

30

【0 3 5 2】

すなわち、受信端では、数式 1 2 のように、各ストリーム別に C F O 推定値を導き出す。

【0 3 5 3】

また、数式 1 2 から導き出された値を前述した数式 9 に適用すれば、受信端は、各ストリームに対して各 H E - L T F シンボル別にチャネルを推定 (すなわち、チャネル推定値

【数 1 3】

$$\tilde{h}(k)$$

40

導出) することができる。

【0 3 5 4】

2 . 既存の P 行列を再使用しつつ、全てのヌメロロジー (n u m e r o l o g y) (すなわち、使用可能トーン数) をカバー (c o v e r) するための方式

前述した 1 - A) 方式の問題点は、既存の P 行列を活用する場合、N _ f 値が 2 、 4 、 6 、または 8 でなければならないという点である。

【0 3 5 5】

ただし、上記の値だけで追加的な方式に関する考慮無しで 8 0 2 . 1 1 a x で考慮中の帯域幅毎に、若しくは O F D M A ヌメロロジー毎に互いに異なる使用可能なトーン数を全

50

てカバーすることができない。例えば、40MHzで予想される使用可能なトーン数は、484個であるが、既存のP行列を再使用する場合、 N_{f} が2または4である場合にのみ可能であり、6や8である場合は、割り切れない。したがって、P行列が適用され得ない残りのトーンには、どの方式を適用するかに対する新しい技術的接近が必要である。

【0356】

N_{f} が2または4という意味は、MU送信のために支援可能なユーザ数（若しくは、ストリーム数）が最大2または4のみ可能であるという意味であり、 11_{ax} で考慮され得る8以上のユーザ（若しくは、ストリーム）を支援するためには、長さが8を超過する（例えば、11等）新しいP行列の定義が必要である。

【0357】

しかし、新しいP行列の定義は、オーバーヘッド(overhead)と作用することができ、例えば、長さが11だけでない、 11_{ax} で考慮することができる全てのヌメロロジーをカバーするために様々な長さのP行列を定義しなければならないので、1番の方式は大きな長所を有することができない。したがって、新しいP行列の定義無しで既存のP行列を用いて全てのヌメロロジーをカバーできる方式を下記のように提案する。

【0358】

2-A) 残りのトーンを除いた後、1-A) 番の方式を適用
使用可能なトーン（または、サブキャリア）/ N_{f} の残りを r とすれば、受信端では、 r 個のトーンは除き、前述した1-A) 番の方式を適用してHE-LTFシーケンスを生成できる。そして、選択的に1-B) 番の方式を適用でき、1-C) 番の方式を利用してCFO測定及びチャネル推定を行うことができる。ここで、使用可能なトーンは、当該ユーザに割り当てられた周波数領域でHE-LTFシーケンスがマッピングされ得るサブキャリアを意味する。

【0359】

そして、ここで除外されたトーンのチャネル係数(channel coefficient)は、周辺トーンのチャネル状態を利用して計算（例えば、補間法(interpolation)、補外法(extrapolation)等を利用）することができる。

【0360】

このとき、除外するトーンの位置は、どの位置に位置しても関係ない。ただし、当該ユーザに割り当てられた周波数領域で一端に位置することに比べて、1-A) 番の方式が適用されるトーン間に位置することが、除かれたトーンのチャネル推定の際、周辺トーンのチャネルの活用度を高めることができ、除かれたトーンのチャネル推定にさらに信頼性のある(reliable)結果を得ることができる。

【0361】

図19は、本発明の一実施形態に係るHE-LTFシーケンス生成方法を例示する図である。

【0362】

図19では、 N_{f} が4であり、UL MU送信に参加するユーザが2名であり、使用可能なトーン（または、サブキャリア）が26であるときを仮定する。また、 $P_{4 \times 4}$ が適用されないトーンが周波数領域で一番最後に位置する場合を仮定する。

【0363】

図19に示すように、前述した図16のように、各ストリーム別にHE-LTFシーケンスに N_{f} 個（例えば、4等）のサブ-シーケンス(sub-sequence)単位にP行列の互いに異なる行(row)の行列要素(matrix element)をかける。

【0364】

そして、残ったトーンがP行列の長さ（すなわち、P行列の行(column)サイズ）（図19の場合、「4」）より小さい場合、残ったHE-LTFシーケンス1901（すなわち、 L_{25} 、 L_{26} ）にはP行列をかけない。

10

20

30

40

50

【0365】

そして、各ユーザは、上記のように生成された H E - L T F シーケンスを H E - L T F シンボルのサブキャリアにマッピングする。そして、U L M U 送信ストリーム数によって決定された個数の H E - L T F シンボルで（図 19 の場合、4 個のシンボル）H E - L T F シーケンスを送信する。

【0366】

ここで、選択的に前述した 1 - B) の方式のように、時間領域での直交性 (o r t h o g o n a l i t y) を維持するために、追加的に各ストリーム別に P 行列の互いに異なる行 (r o w) が各 H E - L T F シンボルのデータトーンにかけられることができる。

【0367】

受信端では、P 行列コードがかけられた H E - L T F シーケンスがマッピングされたトーン（図 19 において L _ 1 ないし L _ 2 4 ）では、前述した 1 - C) 番の方式を適用して C F O 測定及びチャネル推定を行うことができる。

【0368】

ただし、P 行列コードがかけられなかった H E - L T F シーケンスがマッピングされたトーン 1 9 0 1 （すなわち、L _ 2 5、L _ 2 6 ）でのチャネル推定は、P 行列コードがかけられた H E - L T F シーケンスがマッピングされたトーンのチャネル状態を利用して計算することができる。

【0369】

一例として、下記の数式 1 3 のように、線形演算 (l i n e a r o p e r a t i o n) を適用して計算することができる。

【0370】

〔数式 1 3 〕

【数 1 4 〕

$$h = \sum_i w_i h_i$$

【0371】

数式 1 3 において h は、求めようとするチャネル状態（すなわち、P 行列コードがかけられなかったトーンでのチャネル推定値）を表す。i は、トーンインデックス（すなわち、i は、P 行列コードがかけられた H E - L T F シーケンスがマッピングされたトーンのインデックス）を表す。w _ i 及び h _ i は、各々 i 番目のトーンでの加重値 (w e i g h t) とチャネル状態（すなわち、チャネル推定値）を表す。

【0372】

ここで、加重値は、隣接したトーンであるほど、相関 (c o r r e l a t i o n) が大きいので、より大きい値に設定することができる。

【0373】

さらに他の例として、下記の場合に対しても、この方式を同様に適用することができる。下記において各トーン数は、1 1 a x で考慮されている O F D M A 方式で使用され得るトーン数を例示する。また、下記の例示は、1 1 a x で考慮される既存の 1 1 a c に比べて長さが 2 倍若しくは 4 倍長い 2 x、4 x H E - L T F のうち、4 x H E - L T F を使用する場合であり、2 x H E - L T F 使用時には変わることができる。

【0374】

- ・ 5 2 トーンの場合、長さが 6、8 である P 行列適用時
- ・ 1 0 6 トーンの場合、長さが 4、6、8 である P 行列適用時
- ・ 1 0 7 トーンの場合、長さが 2、4、6、8 である P 行列適用時
- ・ 1 0 8 トーンの場合、長さが 8 である P 行列適用時

- ・ 2 4 2 トーンの場合、長さが 4、6、8 である P 行列適用時
- ・ 4 8 4 トーンの場合、長さが 6、8 である P 行列適用時
- ・ 9 9 4 トーンの場合、長さが 4、6、8 である P 行列適用時
- ・ 9 9 6 トーンの場合、長さが 8 である P 行列適用時

【 0 3 7 5 】

2 - B) 残りの tone に他の長さの P matrix 使用後、1 - A) 番の方式適用使用可能なトーン (または、サブキャリア) / N_{f} の残りを r とすれば、受信端では、 r 個のトーン以外のトーンで 1 - A) 番の方式を適用して HE - LTF シーケンスを生成できる。そして、 r 個のトーンでは、 r の分だけのサイズに合う P 行列を使用して、1 - A) 番の方式を適用して CFO 測定及びチャネル推定を行う。

10

【 0 3 7 6 】

そして、選択的に 1 - B) 番の方式を適用でき、1 - C) 番の方式を利用して CFO 測定及びチャネル推定を行うことができる。

【 0 3 7 7 】

図 20 は、本発明の一実施形態に係る HE - LTF 生成方法を例示する図である。

【 0 3 7 8 】

図 20 では、 N_{f} が 4 であり、UL MU 送信に参加するユーザが 2 名であり、使用可能なトーン (または、サブキャリア) が 26 であるときを仮定する。また、 $P_{4 \times 4}$ が適用されないトーンが周波数領域で一番最後に位置する場合を仮定する。

【 0 3 7 9 】

20

図 20 に示すように、前述した図 16 のように、各ストリーム別に HE - LTF シーケンスに N_{f} 個 (例えば、4 等) のサブ - シーケンス (sub - sequence) 単位に P 行列の互いに異なる行 (row) の行列要素 (matrix element) をかける。

【 0 3 8 0 】

そして、残ったトーンが P 行列の長さ (すなわち、P 行列の行 (column) サイズ) (図 20 の場合、「4」) より小さい場合、残った HE - LTF シーケンス要素 2001 (すなわち、 L_{25} 、 L_{26}) には、残ったトーン数と同じ長さの P 行列をかける。すなわち、図 20 の場合、2 個のトーンが残ったので、 $P_{2 \times 2}$ の行 (row) をかけて HE - LTF シーケンスを生成する。

30

【 0 3 8 1 】

このとき、残りのトーン (すなわち、 r 個のトーン) は、適用される P 行列の長さの分だけ常に付いて位置しなければならない (P 行列の長さの分だけ付いているならば、どの位置でも関係ない)。そして、UL MU 送信に参加するユーザ数は、HE - LTF シーケンス生成のために適用される P 行列の最も小さい長さ以下 (前述した図 20 の例示において 2 以下) の分だけ支援されることができる。

【 0 3 8 2 】

そして、各ユーザは、上記のように生成された HE - LTF シーケンスを HE - LTF シンボルのサブキャリアにマッピングする。ここで、UL MU 送信ストリーム数によって決定された個数の HE - LTF シンボルで (図 20 の場合、2 個のシンボル) HE - LTF シーケンスを送信する。

40

【 0 3 8 3 】

ここで、選択的に前述した 1 - B) 方式のように、時間領域での直交性 (orthogonality) を維持するために、追加的に各ストリーム別に P 行列の互いに異なる行 (row) が各 HE - LTF シンボルのデータトーンにかけられることができる。

【 0 3 8 4 】

受信端では、HE - LTF シーケンスにかけられた P 行列の長さによって前述した 1 - C) 番の方式を適用して CFO 測定及びチャネル推定を行うことができる。すなわち、 L_{1} ないし L_{24} に対しては $P_{4 \times 4}$ が適用されたので、4 個のトーン単位にチャネル相関 (correlation) が高いと仮定して CFO 測定及びチャネル推定を行い

50

、 L_{25} 及び L_{26} に対しては $P_{2 \times 2}$ が適用されたので、2 個のトーン単位にチャネル相関 (correlation) が高いと仮定して C F O 測定及びチャネル推定を行うことができる。

【0385】

一例として、下記の場合に対してこの方式を適用できる。下記において各トーン数は、 $11a \times$ で考慮されている OFDMA 方式で使用され得るトーン数を例示する。下記の場合も $11a \times$ で考慮される既存の $11a \times$ に比べて長さが 2 倍若しくは 4 倍長い $2 \times$ 、 $4 \times$ HE-LTF のうち、 $4 \times$ HE-LTF を仮定した状況である。

【0386】

・26 トーンの場合、長さが 4、6、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、2 以下でなければならない。

10

【0387】

・52 トーンの場合、長さが 6、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

【0388】

・106 トーンの場合、長さが 4、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、2 以下でなければならない。

【0389】

・106 トーンの場合、長さが 6 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

20

【0390】

・108 トーンの場合、長さが 8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

【0391】

・242 トーンの場合、長さが 4、6、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、2 以下でなければならない。

30

【0392】

・484 トーンの場合、長さが 6、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

【0393】

・994 トーンの場合、長さが 4、8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、2 以下でなければならない。

【0394】

・994 トーンの場合、長さが 6 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

40

【0395】

・996 トーンの場合、長さが 8 である P 行列適用時、残りのトーンに長さが 2 または 4 である P 行列を適用できる。ただし、このとき、ユーザ数は、それぞれの場合、2 または 4 以下でなければならない。

【0396】

ただし、このとき、残った r 個のトーンに適用される P 行列の長さによって UL MU 送信に対して支援されるユーザ数が制限されるしかないので、上記とは異なり、使用可能なトーン (または、サブキャリア) / N_{fft} の残りが「0」である P 行列を全てのトーンに対して用いることもできる。例えば、26 トーンの場合、全てのトーンに対して HE-

50

L T Fシーケンスに長さが2であるP行列を適用できる。他のトーンの場合にも、このような方式が適用され得る。

【0397】

2 - C) 様々な長さのP matrix使用後、1番の方式を適用

単一長さでない、2、4、6、または8長さのP行列を組み合わせで使用し、1 - A) 番の方式を適用してH E - L T Fシーケンスを生成できる。そして、選択的に1 - B) 番の方式を適用でき、1 - C) 番の方式を利用してC F O測定及びチャネル推定を行うことができる。

【0398】

この場合、H E - L T Fに適用される(すなわち、H E - L T Fシーケンスにかけられる)P行列の最小長さより、U L MU送信に参加するユーザ数が少なくなければならない。逆にいえば、U L MU送信に参加するユーザ数以上の長さを有するP行列だけを適用できる。

【0399】

例えば、2名のユーザがU L MU送信を行う状況で26トーンを用いる場合(すなわち、26トーンで2名のユーザがU L MU MIMO送信したり、または各々26トーンでU L OFDMA送信する場合)、長さが8であるP行列を1回、長さが6であるP行列を1回、長さが4であるP行列を2回、長さが2であるP行列を2回使用することができる。

【0400】

その他にも、使用可能なトーン数によって様々な組み合わせが可能である。また、それぞれのP行列がH E - L T Fにかけられる位置はどこでも関係ない。すなわち、組み合わせられた様々な長さのP行列がいかなる順序でH E - L T Fシーケンスにかけられるかとは関係ない。

【0401】

そして、各ユーザは、上記のように生成されたH E - L T FシーケンスをH E - L T Fシンボルのサブキャリアにマッピングする。そして、U L MU送信ストリーム数によって決定されたH E - L T Fシンボルの個数でH E - L T Fシーケンスを送信する。

【0402】

ここで、選択的に前述した1 - B)方式のように、時間領域での直交性(orthogonality)を維持するために、追加的に各ストリーム別にP行列の互いに異なる行(row)が各H E - L T Fシンボルのデータトーンにかけられる。

【0403】

受信端では、H E - L T FシーケンスにかけられたP行列の長さによって前述した1 - C)番の方式を適用してC F O測定及びチャネル推定を行うことができる。

【0404】

また、本方式が適用され得るトーン数には制限がない。例えば、U L MU送信に使用されるトーン数が52、106、107、108、242、484、994、または996トーンである場合にも、全て同様に適用されることができる。

【0405】

また、2 - C)方式は、前述した2 - A)方式と組み合わせられて利用されることができる。すなわち、単一長さでない、2、4、6、または8長さのP行列を組み合わせで適用するとき、残りのトーンが存在する場合、2 - A)方式のように、残りのトーンにはP行列が適用されずに送信されることができる。

【0406】

2 - D)P行列の循環直交性(cyclic orthogonality)利用
また、本発明の一実施形態としてP行列の循環直交性(cyclic orthogonality)を利用してP行列の適用が除外されるトーン無しで全てのトーンを完全に活用(fully exploit)することで、より正確にチャネル推定(channel estimation)及びC F O測定(measure)を行う方式を提案する。

10

20

30

40

50

【0407】

図21は、本発明の一実施形態に係るHE-LTF生成方法を例示する図である。

【0408】

図21では、 N_{f} が4であり、UL MU送信に参加するユーザが2名であり、使用可能なトーン（または、サブキャリア）が26である場合を仮定する。

【0409】

図21に示すように、前述した図16のように、各ストリーム別にHE-LTFシーケンスに N_{f} 個（例えば、4等）のサブ-シーケンス（sub-sequence）単位にP行列の互いに異なる行（row）の行列要素（matrix element）をかける。

10

【0410】

そして、最後に残ったトーンがP行列の長さ（すなわち、P行列の行（column）サイズ）（図21の場合、「4」）より小さい場合、最後に残った2個のトーンに対しては、循環的にP行列値を割り当てる。すなわち、図21において、最後に残ったHE-LTFシーケンス要素2101（すなわち、 L_{25} 、 L_{26} ）には、P行列の行（row）の前から順に行列要素（matrix element）（すなわち、 L_{21} 、 L_{22} ）にかけられたP行列の値）をかける。

【0411】

そして、各ユーザは、上記のように生成されたHE-LTFシーケンスをHE-LTFシンボルのサブキャリアにマッピングする。そして、UL MU送信ストリーム数によって決定された個数のHE-LTFシンボルで（図21の場合、4個のシンボル）HE-LTFシーケンスを送信する。

20

【0412】

ここで、選択的に前述した1-B方式のように、時間領域での直交性（orthogonality）を維持するために、追加的に各ストリーム別にP行列の互いに異なる行（row）が各HE-LTFシンボルのデータトーンにかけられることができる。

【0413】

受信端では、P行列が適用されたトーンブロック（tone block）単位に前述した1-C番の方式を同様に適用してCFO測定及びチャネル推定を行うことができる。すなわち、（ L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 ）、（ L_5 、 L_6 、 L_7 、 L_8 ）、...、（ L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} 、 L_{24} ）、及び（ L_{23} 、 L_{24} 、 L_{25} 、 L_{26} ）のようなトーンブロック（tone block）別にチャネル及びCFO推定値を計算できる。

30

【0414】

上記のように、P行列を循環（cyclic）して適用することにより、ユーザ1とユーザ2の23番目のトーン（すなわち、 L_{23} ）から26番目のトーン（すなわち、 L_{26} ）にも各ユーザ別に直交性（orthogonality）が維持されるので、1-C番の方式の数式を適用してチャネルとCFOの測定が可能である。

【0415】

このとき、P行列を循環（cyclic）して適用する残ったトーンの位置は、使用可能なトーンでどの位置に位置しても関係ない。

40

【0416】

図21の例示のように、一番最後のトーン位置にP行列を循環（cyclic）して適用することができるが、一番最初の部分にP行列を循環（cyclic）して適用することもできる。すなわち、一番最初のHE-LTFシーケンス要素には、P行列の行（row）の後から順に行列要素（matrix element）をかけることができる。例えば、 L_3 、 L_4 、 L_5 、 L_6 にP行列の行（row）をかける場合、 L_1 、 L_2 には、 L_5 、 L_6 にかけられたP行列の値をかけると、1番目のトーン（すなわち、 L_1 ）から4番目のトーン（すなわち、 L_4 ）にもユーザ別に直交性（orthogonality）が維持される。

50

【0417】

また、前と後に同時に残ったトーンが存在するようにP行列をかけてHE-LTFシーケンスを構成することもできる。例えば、(L₂、L₃、L₄、L₅)から(L₂₂、L₂₃、L₂₄、L₂₅)にP₄×4行列の行(row)をかけることができる。すなわち、最後に残ったHE-LTFシーケンス要素には、P行列の行(row)の前から順に行列要素(matrix element)をかけ、一番最初のHE-LTFシーケンス要素には、P行列の行(row)の後から順に行列要素(matrix element)をかけることができる。すなわち、上記の例において残ったL₂₆には、L₂₂にかけられたP行列の値をかけ、残ったL₁には、L₅にかけられたP行列の値をかけることができる。この場合にも、P行列の循環的直交性(cyclic orthogonality)を利用してユーザ別に直交性(orthogonality)を維持できる。

10

【0418】

本方式が適用され得るトーン数には制限がない。例えば、UL MU送信に使用されるトーン数が52、106、107、108、242、484、994、または996トーンなどにも全て同様に適用されることができる。

【0419】

また、上記の2-D方式は、前述した2-C方式と組み合わせて利用されることができる。例えば、前述した2-C方式のように、様々な長さのP行列を組み合わせて使用する場合にも、2-D方式を利用して、残ったトーンにP行列を循環(cyclic)して適用することができる。

20

【0420】

また、CFO及びチャネル推定のための計算の際、図21のように、サブキャリアをP行列が適用されたトーンブロック(tone block)別(すなわち、L₁~L₄、L₅~L₈、L₉~L₁₂、...)に分けて計算しないこともある。これについて、下記の図面を参照して説明する。

【0421】

図22は、本発明の一実施形態に係るCFO及びチャネル推定方法を例示する図である。

【0422】

図22では、N_fが4であり、UL MU送信に参加するユーザが2名であり、使用可能なトーン(または、サブキャリア)が26である場合を仮定する。

30

【0423】

図22に示すように、P行列の循環的直交性(cyclic orthogonality)を利用してL₁~L₄、L₂~L₅、L₃~L₆、...のようなトーンブロック(tone block)別に分けてCFO及びチャネルを計算できる。このようなトーンブロックを用いることになると、CFO及びチャネル推定のためのサンプルの個数が増えるので、CFO及びチャネル推定の正確性を高めることができるという長所がある。

【0424】

また、図22では、1個のトーン間隔でそれぞれのトーンブロック(tone block)を区分したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、上記とは異なり、2個若しくは3個などのトーン間隔を有してトーンブロック(tone block)を設定することもできる。

40

【0425】

このような方式は、同じ長さのP行列が連続的に適用される場合に使用されることができる。本方式が適用され得るトーン数には制限がない。例えば、UL MU送信に使用されるトーン数が52、106、107、108、242、484、994、または996トーンなどにも同様な方式で適用されることができる。

【0426】

50

さらに、図 2 2 の例示においてチャネル推定の際、下記の数式 1 4 のように、各トーンブロック別に導き出されたチャネル係数 (channel coefficient) に加重値 (weight) が付加された線形演算 (linear operation) を介して最終的なトーン別のチャネル係数 (channel coefficient) を求めることができる。

【 0 4 2 7 】

〔数式 1 4〕

【数 1 5】

$$h = \sum_i w_i h_i$$

10

【 0 4 2 8 】

数式 1 4 において h は、求めようとするチャネル状態 (すなわち、チャネル推定値) を表す。i は、トーンブロック (tone block) インデックスを表す。w_i と h_i は、i 番目のトーンブロック (tone block) の加重値 (weight) とチャネル状態 (すなわち、チャネル推定値) を表す。

【 0 4 2 9 】

ここで、加重値は、隣接したトーンであるほど、相関 (correlation) が大きいので、より大きい値に設定することができる。

20

【 0 4 3 0 】

また、前述した循環直交性 (cyclic orthogonality) を利用して H E - L T F シーケンスを生成する場合、長さが 8 である P 行列 (すなわち、P_{8×8}) を使用すれば、種々の観点で様々な利得を得ることができるので、P_{8×8} だけを適用する方式をさらに提案する。

【 0 4 3 1 】

P_{8×8} を使用すれば、まず、8 名のユーザまでカバーすることができる。また、P_{8×8} は、直交した P_{4×4} サブ - 行列 (sub - matrix) で構成されるので (すなわち、P_{4×4} のアダマール (Hadamard) であるので)、4 名以下のユーザであるときは、N_f が 4 である場合で動作が可能である。また、P_{8×8} は、直交した 2×2 サブ - 行列 (sub - matrix) で構成されるので、2 名以下のユーザであるときは、N_f が 2 である場合で動作が可能である。

30

【 0 4 3 2 】

ただし、ユーザが 4 名以下である場合は、直交性 (orthogonality) のために、P 行列の 4 個の行 (row) (例えば、1 番目の行 (row) から 4 番目の行 (row)、または 5 番目の行 (row) から 8 番目の行 (row) 等) のみが適用されなければならない。

【 0 4 3 3 】

また、同様に、ユーザが 2 名以下である場合は、直交性 (orthogonality) のために、P 行列の 2 個の行 (row) (例えば、1 番目の行 (row) 及び 2 番目の行 (row) (または、3 番目の行 (row) 及び 4 番目の行 (row)、5 番目の行 (row) 及び 6 番目の行 (row)、7 番目の行 (row) 及び 8 番目の行 (row) 等) のみが適用されなければならない。

40

【 0 4 3 4 】

すなわち、全ての状況で (全ての帯域幅、全ての OFDMA の資源ユニットで) 長さが 8 である P 行列を固定して適用し、UL MU 送信に参加するユーザが 5 名から 8 名までである場合には、N_f が 8 であるモードで動作し、UL MU 送信に参加するユーザが 4 名以下である場合には、N_f が 4 であるモードで、UL MU 送信に参加するユーザ

50

が3名以下である場合には、 N_{f} が3であるモードで動作する方法を提案する。

【0435】

3. N_{f} は最大限減らし、支援可能なユーザ(supportable user)数はそのまま維持する方式

前述した1-C)方式では、隣接した N_{f} 個トーンのチャネル状態が同様であるとき、数式的にCFO測定が可能である。したがって、周波数領域(frequency domain)で隣接した N_{f} 個トーンのチャネル相関(channel correlation)が大きくないときは、1-C)方式は大きい効果を奏することができない場合がある。

【0436】

ただし、 N_{f} 値の分だけのUL MU送信のユーザを支援できる方式であるから、 N_{f} 値を限りなく減らすこともできない。本発明では、 N_{f} を減らしてチャネル推定の正確度を高めるだけでなく、UL MU送信に支援可能なユーザ数はそのまま維持できる新しい方式をさらに提案する。

【0437】

ユーザを種々のグループに分けて、各グループ別にユーザグループ特定したLTFトーン(User group specific LTF tone)を割り当て、同じグループ内に属したユーザ間には、前述した2番の方式を適用してHE-LTFシーケンスを生成し、CFO測定及びチャネル推定を行う。

【0438】

ここで、各グループの数は、UL MU送信のために支援される総ユーザ数まで可能である。すなわち、各グループ当たり、1名のユーザが属しても関係ない。

【0439】

また、グループ内のユーザの数(または、ストリーム数)は、 N_{f} 値の設定によって変わることができ、グループ内のユーザの数(または、ストリーム数)は、最大 N_{f} まで支援可能である。

【0440】

また、本方式では、全体HE-LTFシンボルのうち、 N_{f} 個のHE-LTFシンボル以後(または、グループ内のユーザの数)には、各グループ別に割り当てられるトーンの位置を変更することにより、各ユーザがHE-LTFシンボル内で全てのトーンをカバーできる構造を提案する。ここで、全体HE-LTFシンボルは、全体グループに属したユーザの数(または、全体グループに割り当てられたストリームの数)によって決定されることができる。

【0441】

このように、各ユーザが全てのトーンをカバーしなければならない理由は、チャネル推定のためであり、全体HE-LTFシンボルのうち、グループに属したユーザ数によるHE-LTFシンボル単位にグループ別に割り当てられるトーンの位置を変える理由は、CFO測定のためのである。

【0442】

図23は、本発明の一実施形態に係るHE-LTFシーケンスを生成する方法を例示する図である。

【0443】

図23では、ユーザグループの数は2であり、それぞれのグループに属したユーザの数は2であり、 N_{f} が2であり、使用可能なトーン(または、サブキャリア)が26である場合を仮定する。

【0444】

例えば、図23のように、総4名のユーザ(ユーザ1ないし4)を支援する場合、 N_{f} を2に設定すればグループ当たり、最大2名のユーザまで支援可能である。一例として、図23のように、2個のグループに分けると、ユーザ1とユーザ2をグループ1にセッティングし、ユーザ3とユーザ4は、グループ2にセッティングすることができる。

10

20

30

40

50

【0445】

4名のユーザが1個のストリームずつ送信する場合であれば、総4個のH E - L T Fシンボルが存在する。

【0446】

そして、使用可能なトーンが26個である場合、1番目と2番目のH E - L T Fシンボルで前の13番目のトーン2301までは、グループ1（ユーザ1及び2）に、残りのトーン2302は、グループ2（ユーザ3及び4）に割り当てることができる。

【0447】

ただし、本発明がこれに限定されるものではなく、各グループ別に他のトーンを割り当てることもできる。例えば、グループ1には、L__1ないしL__6及びL__14ないしL__20のように13個のトーンを割り当て、グループ2には、L__7ないしL__13及びL__21ないしL__26のように13個のトーンを割り当てることができる。

10

【0448】

ここで、各ユーザは、自分の属したグループに割り当てられないトーンには、L T F値を0に設定し、自分の属したグループに割り当てられたトーンには、0に設定されたトーンに使用されるパワーまで使用して送信することができる。

【0449】

そして、3番目と4番目のH E - L T Fシンボルには、上記とは逆に割り当てる。すなわち、前の13番目のトーン2304までは、グループ2（ユーザ3及び4）に、残りのトーン2303は、グループ1（ユーザ1及び2）に割り当てることができる。

20

【0450】

すると、各ユーザは、全てのトーンをカバーでき、上記の2つの方式を適用して全てのトーンのチャンネル推定が可能である。また、N__fを1番の方式や2番の方式に比べて小さく設定できるので、チャンネル推定（channel estimation）の性能向上も図ることができる。

【0451】

そして、上記の例においてC F O測定は、1番目と2番目のH E - L T F symbol間、そして3番目と4番目のH E - L T F symbol間の位相（phase）差を介して取得できる。

【0452】

30

この方式は、チャンネル推定の性能を高めることができるという長所はあるが、C F O計算の際に使用されるサンプルの個数がグループの個数の逆数倍の分だけ減るという短所がある。しかし、サンプルの各々には前述した1番の方式や2番の方式に比べてトーン当たり、より大きいパワーを使用して送信するので、C F O測定の信頼性のある（reliable）性能を保障できる。

【0453】

この方式が適用され得るトーン数には制限がない。例えば、U L MU送信に使用されるトーン数が52、106、107、108、242、484、994、または996トーンなどにも同じ方式で適用されることができる。

【0454】

40

図24は、本発明の一実施形態に係る上向きリンク多重ユーザ送信のための方法を例示する図である。

【0455】

図24に示すように、無線装置（A Pまたはnon - A P STA）は、U L MU送信帯域幅による周波数領域（frequency domain）で予め定義されたシーケンスにサブ・シーケンス単位（すなわち、P行列の1つの行（row）の長さ）にP行列を適用して（すなわち、かけて）H E - L T Fシーケンスを生成する（S2401）。

【0456】

ここで、無線装置は、前述した1 - A）、2 - A）、2 - B）、2 - C）、2 - D）及び／又は3番の方式のうち、1つ以上の方式を利用してH E - L T Fシーケンスを生成で

50

きる。特に、2-D方式が利用される場合、予め定義されたシーケンスをP行列の1つの行の長さに分けた残りのシーケンスが存在する場合、残りのシーケンスにP行列の1つの行の行列要素が循環シフト(cyclic shift)されてかけられることができる。すなわち、P行列の循環的直交性(cyclic orthogonality)を利用してHE-LTFシーケンスを生成できる。

【0457】

無線装置は、生成されたHE-LTFシーケンスがマッピングされる1つ以上のHE-LTFシンボルにP行列の1つの行(row)を適用する(S2402)。すなわち、無線装置は、生成されたHE-LTFシーケンスがマッピングされる各HE-LTFシンボルのデータトーンにP行列を適用する。

10

【0458】

ここで、無線装置は、前述した1-B方式を利用して各HE-LTFシンボルにP行列の1つの行(row)を適用できる。

【0459】

無線装置は、1つ以上のHE-LTFシンボルを含むPPDUを送信する(S2403)。

【0460】

ここで、PPDUは、前述した図12～図15において例示したフォーマットで構成されることができる。

【0461】

20

本発明が適用され得る装置一般

図25は、本発明の一実施形態に係る無線装置を例示するブロック図である。

【0462】

図25に示すように、本発明に係る装置2510は、プロセッサ(processor、2511)、メモリ(memory、2512)、RFユニット(radio frequency unit、2513)を備えることができる。装置2510は、本発明に係る実施形態を実現するためのAPまたはnon-AP STAでありうる。

【0463】

RFユニット2513は、プロセッサ2511と連結されて無線信号を送受信することができる。例えば、IEEE 802.11システムによる物理階層を実現できる。

30

【0464】

プロセッサ2511は、RFユニット2513と連結されてIEEE 802.11システムによる物理階層及び/又はMAC階層を実現できる。プロセッサ2511は、前述した図1～図24による本発明の様々な実施形態に係る動作を行うように構成されることができる。また、前述した図1～図24による本発明の様々な実施形態に係るAP及び/又はSTAの動作を実現するモジュールがメモリ2512に格納され、プロセッサ2511によって実行されることができる。

【0465】

メモリ2512は、プロセッサ2511と連結されて、プロセッサ2511を駆動するための様々な情報を格納する。メモリ2512は、プロセッサ2511の内部に含まれるか、またはプロセッサ2511の外部に設けられてプロセッサ2511と公知の手段によって連結されることができる。

40

【0466】

また、装置2510は、1個のアンテナ(single antenna)または多重アンテナ(multiple antenna)を有することができる。

【0467】

上記のような、装置2510の具体的な構成は、前述した本発明の様々な実施形態において説明した事項が独立的に適用されるか、または2つ以上の実施形態が同時に適用されるように実現されることができる。

【0468】

50

図 26 は、本発明の一実施形態に係る図 25 のプロセッサをより具体的に例示する図である。

【0469】

図 26 では、前述した図 25 の装置 2510 が受信端として動作する場合、制御部をより具体的に例示する図である。

【0470】

制御部は、LTFシーケンスアンスクランブルユニット(LTF sequence unscrambling) 2601、CFO推定ユニット(CFO estimator) 2602、P行列デスプレッディング(despreading)を用いたレガシチャネル推定ユニット 2603 を備えて構成されることができる。

10

【0471】

LTFシーケンスアンスクランブルユニット(LTF sequence unscrambling) 2601 は、1つ以上の無線装置から受信した信号からHE-LTFシーケンスをアンスクランブル(unscramble)する。

【0472】

すなわち、前述した1-C)方式のように、LTFシーケンスアンスクランブルユニット(LTF sequence unscrambling) 2601 は、数式8により受信した信号からHE-LTFシーケンス及びHE-LTFシーケンスに適用されたP行列コード(すなわち、P行列の1つの行)を除去(すなわち、アンスクランブル(unscramble))することができる。

20

【0473】

CFO推定ユニット(CFO estimator) 2602 は、必要な場合、CFOを推定する。

【0474】

CFO推定ユニット(CFO estimator) 2602 は、受信した信号が送信されたシンボル間の位相差に基づいて推定されることができ、特に、P行列コード(すなわち、P行列の1つの行)長さのサブキャリア別にチャネルが同一であると仮定することによって推定されることができる。

【0475】

すなわち、前述した1-C)方式のように、CFO推定ユニット(CFO estimator) 2602 は、N_fサブキャリアにわたって、チャネルが高い相関性を有すると仮定し、数式9によって各ストリーム別に信号を抽出できる。そして、数式10によって各HE-LTFシンボル別に位相回転(phase rotation)を導き出し、数式11により導き出されたHE-LTFシンボル間の位相差(phase difference)に基づいて数式12によりCFO推定値を導き出すことができる。

30

【0476】

P行列デスプレッディング(despreading)を用いたレガシチャネル推定ユニット 2603 は、P行列デスプレッディング(despreading)を用いてチャネル推定を行う。

【0477】

すなわち、前述した1-C)方式のように、P行列デスプレッディング(despreading)を用いたレガシチャネル推定ユニット 2603 は、前述した数式12により導き出されたCFO推定値を数式9に適用して、各ストリームに対して各HE-LTFシンボル別にチャネル推定値を導き出すことができる。

40

【0478】

以上で説明された実施形態は、本発明の構成要素等と特徴が所定形態で結合されたものである。各構成要素または特徴は、別の明示的言及がない限り、選択的なものと考慮されなければならない。各構成要素または特徴は、他の構成要素や特徴と結合されていない形態で実施され得る。また、一部構成要素及び/又は特徴を結合して本発明の実施形態を構成することも可能である。本発明の実施形態において説明される動作の順序は変更される

50

ことができる。ある実施形態の一部構成や特徴は、他の実施形態に含まれることができ、または、他の実施形態の対応する構成または特徴と交替されることができる。特許請求の範囲で明示的な引用関係がない請求項を結合して実施形態を構成したり、出願後の補正によって新しい請求項に含ませ得ることは自明である。

【0479】

本発明に係る実施形態は、様々な手段、例えば、ハードウェア、ファームウェア (firmware)、ソフトウェア、またはそれらの結合などにより実現されることができる。ハードウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、1つまたはそれ以上のASICs (application specific integrated circuits)、DSPs (digital signal processors)、DSPDs (digital signal processing devices)、PLDs (programmable logic devices)、FPGAs (field programmable gate arrays)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサなどにより実現されることができる。

10

【0480】

ファームウェアやソフトウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、以上で説明された機能または動作を行うモジュール、手順、関数などの形態で実現されることができる。ソフトウェアコードは、メモリに格納されて、プロセッサにより駆動されることができる。前記メモリは、前記プロセッサの内部または外部に位置して、既に公知となった様々な手段によって前記プロセッサとデータをやり取りすることができる。

20

【0481】

本発明は、本発明の必須特徴を逸脱しない範囲で他の特定の形態で具体化され得ることは当業者に自明である。したがって、上述した詳細な説明は、全ての面において制限的に解釈されてはならず、例示的なものと考慮されなければならない。本発明の範囲は、添付された請求項の合理的解釈により決定されなければならない。本発明の等価的範囲内での全ての変更は、本発明の範囲に含まれる。

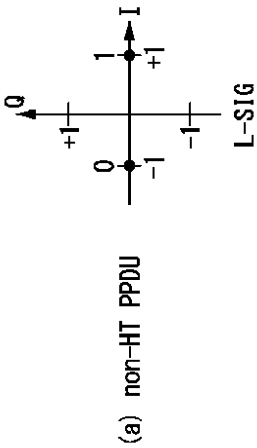
【産業上の利用可能性】

【0482】

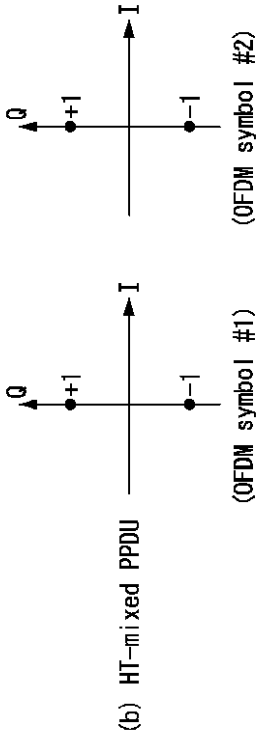
本発明の無線通信システムで上向きリンク多重ユーザ送受信方案は、IEEE 802.11システムに適用される例を中心として説明したが、IEEE 802.11システムの他にも、様々な無線通信システムに適用することが可能である。

30

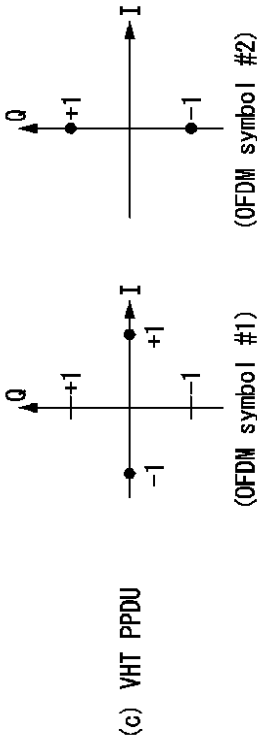
【図 5 (a) 】



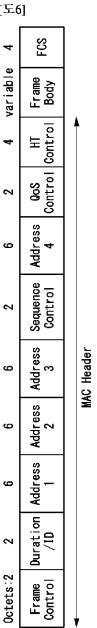
【図 5 (b) 】



【図 5 (c) 】

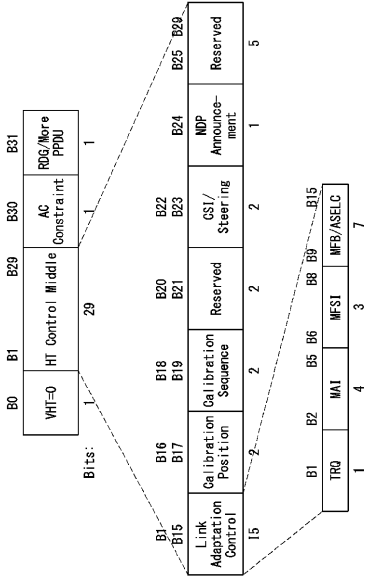


【図 6 】



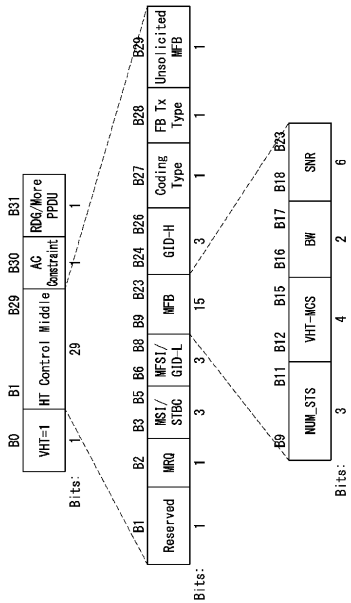
【 7 】

[7]

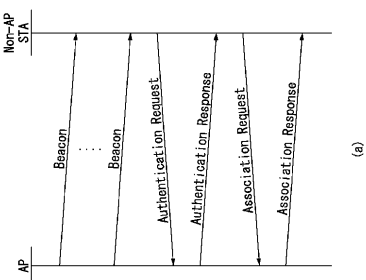


【 8 】

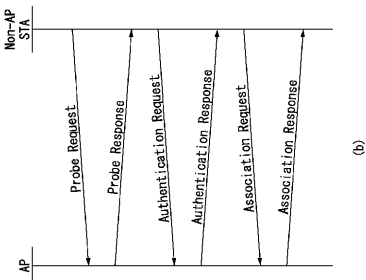
[8]



【 9 (a) 】

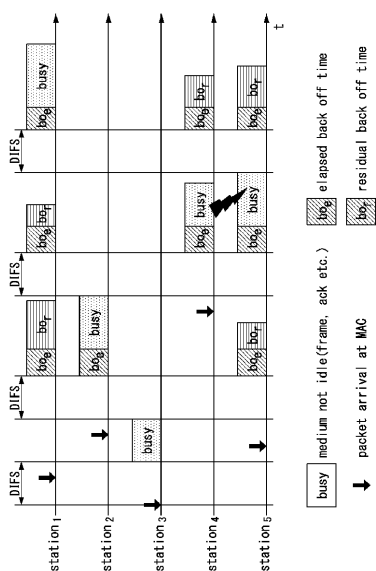


【 9 (b) 】



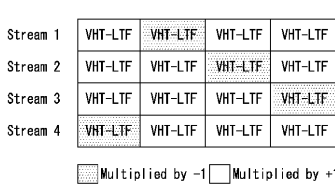
【 1 0 】

[10]



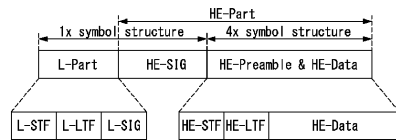
【 1 1 】

[11]



【図 12】

[5:12]



【図 13】

[5:13]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A				

【図 14】

[5:14]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A		HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

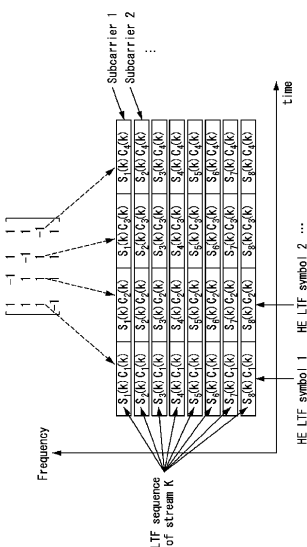
【図 15】

[5:15]

L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA1
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA2
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA3
L-STF	L-LTF	L-SIG	HE-SIG A	HE-SIG B	HE-STF	HE-LTF	Data for STA4

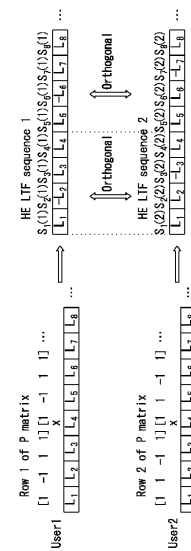
【図 17】

[5:17]



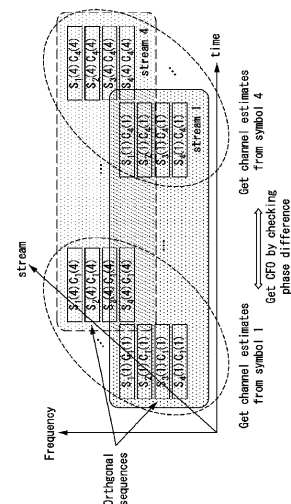
【図 16】

[5:16]



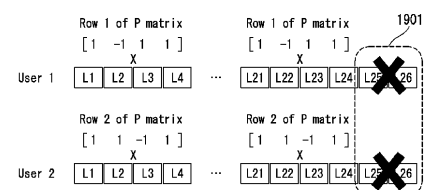
【図 18】

[5:18]



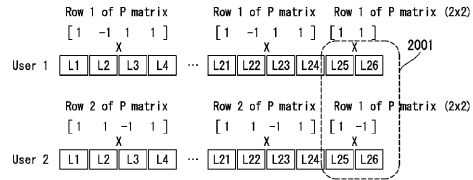
【図 19】

[5:19]



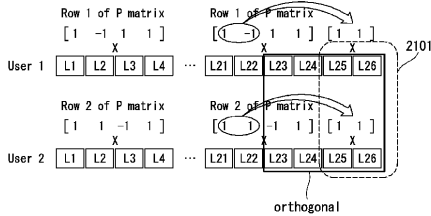
【図 2 0】

[図20]



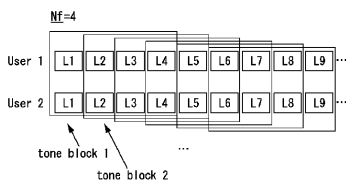
【図 2 1】

[図21]



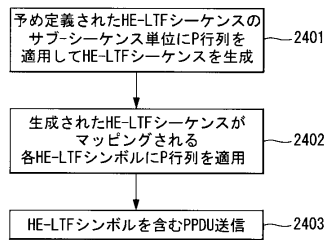
【図 2 2】

[図22]



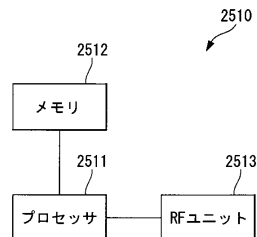
【図 2 4】

図 2 4



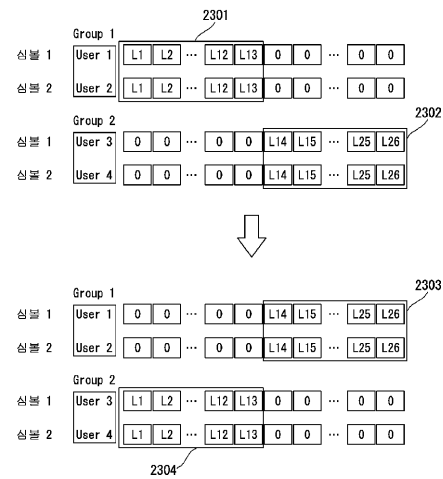
【図 2 5】

図 2 5



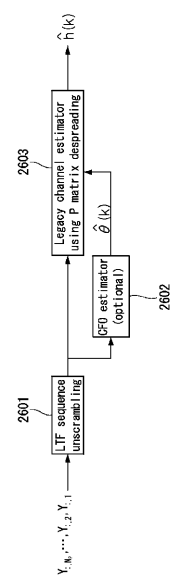
【図 2 3】

[図23]



【図 2 6】

[図26]



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/147,563

(32)優先日 平成27年4月14日(2015.4.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(72)発明者 パク ウンソン

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ - ク, ヤンジェ - デロ 11 - ギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 リ ウクボン

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ - ク, ヤンジェ - デロ 11 - ギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 チョ ハンキュ

大韓民国, ソウル 06772, ソチョ - ク, ヤンジェ - デロ 11 - ギル, 19, エルジー エ
レクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

審査官 吉江 一明

(56)参考文献 特表2013 - 510538 (JP, A)

特表2013 - 509795 (JP, A)

国際公開第2015 / 009846 (WO, A1)

Qinghua Li, HE-LTF sequence for UL MU-MIMO, IEEE 802.11-15/0602r1, IEEE, 2015年
5月11日, Slides 1-27

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 27/26

H04B 7/0413

H04B 7/0452

H04B 7/06

IEEE Xplore