

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6473849号  
(P6473849)

(45) 発行日 平成31年2月20日 (2019. 2. 20)

(24) 登録日 平成31年2月1日 (2019. 2. 1)

(51) Int. Cl. F I  
**HO4B 1/69 (2011.01)** HO4B 1/69

請求項の数 18 (全 30 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-504944 (P2018-504944)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成28年7月18日 (2016. 7. 18)</p> <p>(65) 公表番号 特表2018-528665 (P2018-528665A)</p> <p>(43) 公表日 平成30年9月27日 (2018. 9. 27)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/US2016/042785</p> <p>(87) 国際公開番号 W02017/069821</p> <p>(87) 国際公開日 平成29年4月27日 (2017. 4. 27)</p> <p>審査請求日 平成30年3月12日 (2018. 3. 12)</p> <p>(31) 優先権主張番号 14/811, 804</p> <p>(32) 優先日 平成27年7月28日 (2015. 7. 28)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 518029177                  テリー、ジョン、デイヴィッド                  アメリカ合衆国 22003 ヴァージニア、アナンデル、アルパイン ドライブ 6904</p> <p>(74) 代理人 110000855                  特許業務法人浅村特許事務所</p> <p>(72) 発明者 テリー、ジョン、デイヴィッド                  アメリカ合衆国 22003 ヴァージニア、アナンデル、アルパイン ドライブ 6904</p> <p>審査官 福田 正悟</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルカオス協調ネットワークにおけるデータ通信方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共有の無線送信媒体を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法であって、

a . 受信側で複数の別個のデータ信号を受信することであって、前記複数の別個のデータ信号の各1つが、送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調され、前記送信側での前記複数の別個のデータ信号の各1つの前記変調が、複数のデジタルカオスシーケンスを有する生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施され、前記デジタルカオスシーケンスデータベースの生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形を記録すること、前記記録された特徴のない波形をバッファリングすること、前記バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループが前記グループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の前記定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、前記デジタルカオスシーケンスデータベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム - シュミット法を使用して全ての前記定数のサンプルグループを処理することを含む、受信することと、

b . 前記受信側で前記複数の別個のデータ信号の各1つを復調して、複数の別個のユーザデータ信号を抽出することと、

c . 別個のユーザデータ信号のうち少なくとも1つが複数のグループのうち受信側が属している別個のグループに宛てられているか否かによって、前記別個のユーザデータ

信号のうちの前記少なくとも1つを処理することであって、前記受信側が、前記複数の別個のデータ信号を前記別個のグループのグループメンバーとして受信する、処理することと、

d. 前記受信側に宛てられていない複数の別個のユーザデータ信号を集約して、前記受信側に宛てられていない抽出された複数の別個のユーザデータ信号の集約からなる新しい集約されたデータ信号を作成するために、前記受信側によって、前記受信側に宛てられていないそれらの別個のユーザデータ信号を集約することと、

e. 前記受信側に宛てられていないそれらの別個のユーザデータ信号の前記新しい集約されたデータ信号を送信することであって、前記新しい集約されたデータ信号の送信が、時間整合され、次の送信機会(Txop)または前記受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に前記共有の無線送信媒体で送信される、送信することと、を含む、方法。

10

【請求項2】

前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号は、受信側で既知であり、かつネットワーク管理者または調整者によって通信される事前定義済みユーザグループのうちの少なくとも1つに属する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号は、前記受信側と同一ユーザグループに属し、かつそれらが固有パケット識別情報を有する断片化されたMACペイロードデータユニット(MPDU)の少なくとも一部を含有することを示すようにタグ付けされ、前記MPDUの残りの断片は、少なくとも1つの別の送信によって前記受信側で受信され、前記MPDUの前記残りの断片は、前記固有パケット識別情報を含有する、請求項1に記載の方法。

20

【請求項4】

前記断片化されたMPDUおよびMPDUの前記残りの断片は、再構築のために前記受信側でMAC共通処理ユニットに到達する、請求項3に記載の方法。

【請求項5】

前記受信された断片MPDUは、前記MPDUの前記残りの断片を用いた再構築のために、バッファリングされ、順序付けられ、かつ前記MAC共通処理ユニットに転送される、請求項4に記載の方法。

30

【請求項6】

前記受信側と同一ユーザグループに属さないいずれかの抽出された別個のユーザデータ信号は、前記受信側のバッファから破棄される、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

共有の無線送信媒体を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法であって、

a. 受信側において、複数のユーザから発信された別個のユーザデータ信号を含有する複数の別個のデータ信号を有する集約されたデータ信号を受信することであって、前記複数の別個のデータ信号の各1つが、送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調される、受信することと、

40

b. 前記集約されたデータ信号において前記受信側に宛てられているそれらの別個のユーザデータ信号を抽出するために前記受信側で前記複数の別個のデータ信号の各1つを復調することであって、前記送信側による前記別個のユーザデータ信号の各1つの前記変調が、生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施されており、前記デジタルカオスシーケンスの前記生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形をメモリに記録すること、前記特徴のない波形をバッファリングすること、前記バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループが前記グループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の前記定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、前記データベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム-シュミット法を使用

50

して全ての前記グループセグメントを処理することを含む、抽出すること、前記受信側に宛てられていないいずれかの抽出された別個のユーザデータ信号が、集約され、時間整合され、次の送信機会 (Txop) または前記受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に前記共有の無線送信媒体で送信される、復調することと、  
 c. 特定グループに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号を信号処理することと、を含む、方法。

【請求項 8】

前記抽出された別個のユーザデータ信号のうち少なくとも 1 つは、前記受信側に既知であり、かつネットワーク管理者または調整者によって通信される事前定義済みユーザグループのうち少なくとも 1 つに属する、請求項 7 に記載の方法。

10

【請求項 9】

前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号のうち少なくとも 1 つは、前記受信側と同一ユーザグループに属し、前記抽出された別個のユーザデータ信号のうちの前記少なくとも 1 つは、前記受信側に宛てられ、かつ前記抽出された別個のユーザデータ信号が固有パケット識別情報を有する断片化された MAC ペイロードデータユニット (MPDU) の少なくとも一部を含有することを示すようにタグ付けされ、前記 MPDU の残りの断片は、少なくとも 1 つの別の送信によって受信され、前記 MPDU の前記残りの断片は、前記固有パケット識別情報を含有する、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

20

前記断片化された MPDU および前記 MPDU の前記残りの断片は、前記受信側で MAC 共通処理ユニットに到達する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記受信された断片化された MPDU は、前記 MPDU の前記残りの断片を用いた再構築のために、バッファリングされ、順序付けられ、かつ前記受信側の前記 MAC 共通処理ユニットに転送される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記受信側と同一ユーザグループに属さない別個のユーザデータ信号は、受信側バッファから破棄される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 13】

30

共有の無線送信媒体において集約データ信号を処理する方法であって、

a. 複数のユーザから発信された別個のユーザデータ信号を含有する複数の別個のデータ信号を有する集約データ信号を受信側で受信することであって、前記複数の別個のデータ信号の各 1 つが、送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調される、受信することと、

b. 前記集約データ信号において前記受信側に宛てられているそれらの別個のユーザデータ信号を抽出するために前記受信側で前記複数の別個のデータ信号の各 1 つを復調することであって、前記送信側による前記複数の別個のデータ信号の各 1 つの変調が、前記別個のカオスシーケンスを含有する生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施されており、前記別個のデジタルシーケンスの前記生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形を記録すること、特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングして、独立デジタルカオスセグメントグループを生み出すこと、特定拡散因子用の前記定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、前記データベースのエントリを形成すること、および独立デジタルカオスセグメントグループを前記独立デジタルカオスセグメントグループと同一部分空間に広がる正規直交シーケンスグループに変換することを含む、復調することと、

40

c. 前記共有の無線送信媒体を共有している全ユーザに対する全体ネットワーク容量を改善するために、前記受信側を調整された形で動作させることであって、前記受信側に宛てられていないそれらの別個のユーザデータ信号が、集約され、時間整合され、次の送信機会 (Txop) または前記受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定

50

された時間内に前記共有の無線送信媒体で送信される、動作させることと、

d. 特定グループに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号を処理することと、を含む、方法。

【請求項 14】

前記特徴のない波形は、ネイティブアナログカオス波形、非周期的波形、または決定論的マッピング特性のコンピュータ模擬された非線形ダイナミクスのうちの少なくとも1つである、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記複数の別個のデータ信号の各1つは、前記複数の別個のデータ信号のプリアンブルまたはミッドアンブルにおいて制御ビットを含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

共有の無線送信媒体を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法であって、

a. 送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調されたデータ信号を受信側で受信することと、

b. 前記受信側に宛てられている別個のユーザデータ信号を抽出するために、前記受信側で前記データ信号を復調することであって、前記データ信号の前記変調が、生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して前記送信側によって実施されており、前記デジタルカオスシーケンスの前記生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形をメモリに記録すること、前記特徴のない波形をバッファリングすること、前記バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループが前記グループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の前記定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、前記データベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム-シュミット法を使用して全ての前記グループセグメントを処理することを含む、復調することと、

c. 特定グループに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って前記受信側に宛てられている前記抽出された別個のユーザデータ信号を処理することと、

d. 受信されたデータ信号が前記受信側に宛てられていない場合、前記共有の無線送信媒体上で調整された形で動作させ、全ての有効なユーザに対する全体ネットワーク容量を改善するように、受信されたユーザデータ信号を信号処理することであって、前記受信側に宛てられていない前記信号処理されたデータ信号が、集約され、時間整合され、次の送信機会 (T x o p) または前記受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に前記共有の無線送信媒体で少なくとも1つの第2の受信側に送信される、信号処理することと、を含む、方法。

【請求項 17】

前記特徴のない波形は、ネイティブアナログカオス波形、非周期的波形、または決定論的マッピング特性のコンピュータ模擬された非線形ダイナミクスのうちの少なくとも1つである、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記別個のユーザデータ信号は、プリアンブルまたはミッドアンブルにおいて制御ビットを含む、請求項 16 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

合衆国政府によって支援された研究または開発に関する陳述

本発明は、Army Small Business Innovation Researchからの助成金を通して得られた資金を部分的に使用してなされた。その結果、合衆国政府は、本発明において一定の権利を有する。

【0002】

本発明は、概して、無線通信システムおよび埋め込み無線システムに関する。特に、本発明は、デジタル信号およびデジタル情報をデジタルカオス波形内に埋め込むことに関する。本発明はまた、送信機でマルチ信号集約、受信機でマルチ検出を用いる無線通信システムおよび埋め込み無線システムに関し、デジタル信号およびデジタル情報がマルチデジタルカオス波形内に埋め込まれる。さらに、本発明は、無線送信を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化することに関する。

【背景技術】

【0003】

通信システムの無線通信機器は、他の無線通信機器と直接的または間接的に通信する。直接/地点間通信について、関係する無線通信機器は、その受信機および送信機を同一チャネルにチューニングし、そのチャネルを介して通信する。間接無線通信について、各無線通信機器は、割り当てられたチャネルを介して関連する基地局および/またはアクセスポイントと直接通信する。

10

【0004】

無線通信機器において関連する各無線通信機器は、内蔵無線送受信機（つまり、送信機および受信機）を含むかまたは関連する無線送受信機に結合される。一般に、送信機は、受信機の1つ以上のアンテナによって受信される無線周波数（RF）信号を送信するための1つのアンテナを含む。受信機が2つ以上のアンテナを含むとき、受信機は、入ってくるRF信号を受信するためにアンテナの1つを選択する。1つのアンテナを有する送信機と1つのアンテナを有する受信機との間のこの形式の無線通信は、単一出力単一入力（SISO）通信として知られる。

20

【0005】

周知の通信システムは、データレートを低減し、結果として、シンボル区間を増大するかおよび/または送信電力を上昇させることによってSISOシステムにおける範囲拡張を提供する。しかしながら、送信電力の上昇は、ネットワークを共有している他のユーザーに対する干渉を増大させることをもたらし得る。改善された受信範囲のための好ましい方法は、低下したネットワーク容量をもたらすものではない。SISO WLAN等の普及しているマルチキャリアシステムについて、範囲改善は、802.11a/802.11g信号を採用し、シンボルレートを下げることによって実現されている。特に、802.11ahは、2007年の無線ネットワーク化標準規格であるIEEE802.11の改正された範囲拡張である。改正の目標は、特定チャネル化のレート対範囲性能を最適化することである。範囲拡張を実現するための1つの提案される方法は、802.11a/802.11g物理層を26チャネルにダウンサンプリングすることによるものである。シンボルクロックが26個に分割されるとき、各シンボル区間は、104μ秒になり、各サブキャリアに対応するレートは、12kbpsになる。他のシステムパラメータを同一に維持すると、（例えば、データキャリアの数、周期的プレフィックス割合等）、信号の帯域幅は、受信機において統合された熱雑音電力と共に低下される。このため、802.11a/802.11gと同一送信電力について、熱雑音フロアは、 $10 \times \log_{10}(26)$ だけ低下される。これは、結果として、既存のWLAN越しの範囲における少なくとも5倍の改善と等しい、受信機の感度における14dBの「ゲイン」をもたらす。必要とされているものは、データレートに影響を与えることなく特定用途向けの既存のWLANの送信範囲を増大させ、高接続性環境に対する新しい市場に取り組むために柔軟性を付加する、通信機器、システムおよび方法である。好適な発明は、他の近くの無線システムおよび機器の干渉を増大させることなく、対象とされた機器の送信特性を改善することになる。このため、求められているものは、低下したネットワーク容量または無線機器の干渉に対する増大した感受性をもたらさない、改善された受信範囲のための方法である。

30

40

【0006】

概して言えば、IEEE802.11aおよび802.11g、つまり「802.11a/g」、ならびに802.11n標準規格に準拠する送信システムは、64個の直交振幅変調（QAM）マルチキャリアコンステレーションにマッピングされた直交周波数分割

50

変調 (OFDM) エンコード済みシンボルを使用してその高いデータ送信レートを実現する。一般的に、OFDMの使用は、全体システム帯域幅を複数の周波数部分帯域またはチャンネルに分割し、各周波数部分帯域は、データが変調され得るそれぞれのサブキャリアと関連付けられている。このように、OFDMシステムの各周波数部分帯域は、その内部でデータを送るための独立送信チャンネルとして見られる可能性があり、これによって、通信システムの全体スループットまたは送信レートを向上させる。同様に、独立変調済みデータを運ぶ完全直交高速カオス拡散コードからなるマルチコード拡散スペクトラムシステムは、SISOシステムのその全体スループットまたは送信レートを向上するために使用され得る。高速「拡散信号」は、疑似雑音 (PN) または疑似ランダム信号と呼ばれる信号のクラスに属する。信号のこのクラスは、異なるPNシーケンスが互いに直交に近いものであるように、良好な自己相関および相互相関性質を保持する。これらのPNシーケンスの自己相関および相互相関性質は、発信元情報方位信号が送信機において拡散されることを許容する。

10

**【0007】**

上述の802.11a/802.11g/802.11n標準規格および802.16a IEEE標準規格等の他の標準規格に準拠する無線通信システムにおいて使用される送信機は、一般に、マルチキャリアOFDMシンボルエンコード (エラー補正エンコードおよびインターリーブングを含み得る) を実施し、逆高速フーリエ変換 (IFFT) 技術を使用してエンコード済みシンボルを時間領域に変換し、デジタルからアナログへの変換および信号に対する従来の無線周波数 (RF) 上方変換を実施する。これらの送信機は、その後、適切な電力増幅後、変調され上方変換された信号を1つ以上の受信機に送信し、結果として、高いピーク対平均値比 (PAR) を有する相対的高速時間領域信号をもたらす。

20

**【0008】**

商用通信標準規格WCDMA (登録商標) およびCDMA2000に準拠するもの等の直接シーケンススペクトラム拡散 (DSSS) 無線通信システムにおいて使用される送信機は、エラー補正、インターリーブング後、シンボルマッピング前に、データビットの高速拡散を実施する。その後、デジタル信号は、アナログ形式および従来のRF上方変換方法を使用して変換された周波数に変換される。全てのDSSS信号に対して組み合わせられた信号は、適切に電力増幅され、1つ以上の受信機に送信される。

30

**【0009】**

同様に、上述された802.11a/802.11g/802.11nおよび802.16aのIEEE標準規格に準拠する無線通信システムにおいて使用される受信機は、一般にRF下方変換および受信された信号のフィルタリング (1つ以上の段階で実行される) を実施するRF受信ユニット、ならびに関心のあるデータを伝えるOFDMエンコード済みシンボルを処理する基底帯域プロセッサユニットを含む。周波数領域において提示された各OFDMシンボルのデジタル形式は、基底帯域下方変換、従来のアナログからデジタルへの変換、かつ受信された時間領域信号の高速フーリエ変換後に復元される。DSSSのための受信用に使用される受信機は、発信元情報信号帯域を修復するために基底帯域下方変換後に高い信号を逆拡散しなければならないが、情報方位信号に対する高速信号の比に等しい処理ゲインをもたらす。その後、基底帯域プロセッサは、送信されたシンボルを復元するために復調および周波数領域等化 (FEQ) を実施し、これらのシンボルは、その後、送信されたシンボルの最も可能性が高い識別情報を推定するかまたは決定するために、適切なFECデコーダ、例えば、ビタビデコーダを用いて処理される。復元され認識されたシンボルのストリームは、その後、送信機によって送信された元の信号に対応する一組の復元された信号を生み出すために、デコードされ、これは、任意の数の既知のエラー補正技術を使用する逆インターリーブングおよびエラー補正を含み得る。

40

**【0010】**

通信システムにおいて伝播され得る信号の数をさらに増やすために、および/または種々の伝播経路と関連付けられた有害作用を補償するために、ならびにこれによって送信性

50

能を改善するために、無線送信システム内でマルチ送信および受信アンテナを使用することが知られている。このようなシステムは、一般的にマルチ入力マルチ出力 (MIMO) 無線送信システムと呼ばれ、特に、802.11nのIEEE標準規格および3GPP LTE Advanced標準規格内で提供される。既知のように、MIMO技術の使用は、周波数利用効率、スループットおよびリンク信頼性における著しい向上を生み出し、これらの利益は、概して、MIMOシステム内の送信および受信アンテナの数が増えるにつれて向上する。

#### 【0011】

特に、OFDMを使用するときに作成された周波数チャネルに加え、特定送信機と特定受信機との間の種々の送信および受信アンテナによって形成されたMIMOチャネルは、複数の独立空間チャネルを含む。既知のように、無線MIMO通信システムは、追加のデータの送信のためのこれらの空間チャネルによって作成された追加の次元数を利用することによって、改善された性能 (例えば、向上した送信容量) を提供することができる。もちろん、広帯域MIMOシステムの空間チャネルは、全体システム帯域幅にわたって異なるチャネル条件 (例えば、異なるフェージングおよびマルチパス効果) を受容し得、このため全体システム帯域幅の異なる周波数 (つまり、異なるOFDM周波数部分帯域) で異なる信号対雑音比 (SNR) を実現し得る。したがって、特定レベルの性能に対する各空間チャネルの異なる周波数部分帯域を使用して送信され得る変調シンボルあたりの情報ビットの数 (つまり、データレート) は、周波数部分帯域間で異なり得る。これに対し、DSSS信号は、全チャネル帯域、性能の特定レベルに対する各空間チャネルのための異なるDSSSシーケンスを使用して送信され得る変調シンボルあたりの情報ビットの数 (つまり、データレート) を占有する。

#### 【0012】

一般的体系を使用するMIMO-OFDM通信システムにおいて、高いピーク対平均電力比 (PAR) は、マルチキャリア変調によって引き起こされ得る。つまり、データがMIMO-OFDM体系においてマルチキャリアを使用して送信されるので、最終OFDM信号は、各キャリアの振幅を合計することによって得られる振幅を有する。高PAPRは、結果として、キャリア信号位相が建設的 (ゼロ位相差) または破壊的 ( $\pm 180$  位相差) に加算されるときにもたらされる。特に、OFDM信号は、単一キャリア信号よりも高い、しばしばピーク対平均電力比 (PAPR) と呼ばれるピーク対平均値比 (PAPR) を有する。これは、時間領域において、マルチキャリア信号が多くの狭帯域信号の合計であることが理由である。いくつかの時点においてこの合計は大きく、他の時点において小さく、これは、信号のピーク値が平均値よりも実質的に大きいことを意味する。同様に、MIMO-DSSS体系は、周期的シーケンスまたは2進値シーケンスに対して高PAPRを有することができるが、カオス拡散シーケンスは、これらの特性のいずれかを呈さず、このためSISOおよびMIMO動作に対するより良好なPAPR性能を有する。

#### 【0013】

SISO、特にMISO無線形式の通信に対する依存度の上昇は、信頼性およびプライバシーの問題を作り出す。データは、送信機から受信機に信頼性を有して送信されるべきである。特に、通信は、雑音、干渉、および意図しない集団による傍受の可能性に抵抗力を有するべきである。

#### 【0014】

ここ数年において、超広帯域幅 (UWB) インパルス無線 (IR) 通信システムにおける関心が急速に高まっている。これらのシステムは、きわめて低い電力スペクトル密度によって特徴付けられる超広帯域幅信号をもたらす超短期間パルスを使用する。UWB-IRシステムは、低電力消費による低複雑性、低検出確率 (LPD)、マルチパスフェージングに対する耐性、およびマルチユーザ容量を組み合わせることにより、特に、近距離無線通信に有望である。現在のUWB-IR通信システムは、チャンネル化目的のための擬似ランダム雑音 (PN) コーディングおよび2進情報をエンコードするためのパルス位置変調 (PPM) を採用する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

カオス基盤通信システムに関して、パルスの周期的シーケンスが他に提案されている。追加の研究は、2つのカオスシステムの自己同期化性質に依存している。このようなシステムにおいて、データは、可変時間遅延を使用してパルス列に変調され、送信機で使用される発生器に適合されたカオス的発生器を有するコヒーレント受信機によってデコード可能である。このようなシステムは、カオス的パルス位置変調 ( C P P M ) 体系として当分野において知られる。

## 【 0 0 1 6 】

このようなカオス的動的システムは、通信プライバシーの問題を解決するために提案されてきた。カオス的信号は、広域連続スペクトラムを示し、拡散スペクトラム用途に 10  
 して研究されてきた。カオス的信号の不規則な性質は、傍受およびデコードを困難にする。多くの事例において、カオス的信号は、送信用に使用されるカオス的信号の情報を有していない受信機にとって、雑音および干渉と区別がつかないことになる。UWBシステムに関して、非周期的 (カオス的) コードの使用は、送信された信号のスペクトル特徴を除去することによってシステムの拡散スペクトラム特性を高める。これは、結果として、より低い傍受 / 検出確率 ( L P I / L P D ) および他のユーザに対する可能な限りの低干渉をもたらす。これは、カオス基盤通信システムを魅力的なものにする。

## 【 0 0 1 7 】

このような魅力的な通信システムを生み出すために改善されたカオス的コーディング / 変調方法に対するニーズが残っている。1つの先願、2005年4月15日に M a g g i o 20  
 らに発行された米国特許第 6 , 8 8 2 , 6 8 9 号は、データをエンコードするために送信機でカオス的マップの記号力学を利用する擬似カオス的コーディング / 変調方法を使用してカオス的コーディングを改善しようとしている。この方法は、動的システムの発展の「大まかな」説明として記号力学を使用する。状態空間が区画され、シンボルが各区画と関連付けられる。M a g g i o の発明は、動的システムの軌跡を使用し、それを記号的システムとして分析する。M a g g i o の先願の好ましい送信機は、コーディング用のデジタルデータを受容し、デジタルデータは、カオス的マップ上に定義された記号的状態に等しい状態の数を有する畳み込みコードとして作用するベルヌーイシフトマップに近づくようにシフトレジスタを使用するカオス的マップに従って記号的状態に割り当てられる。擬似カオス的コード済みデータは、アナログ形式に変換され、送信された信号において同期 30  
 化フレームに変調される。

## 【 0 0 1 8 】

M a g g i o の先願は、送信されたデータに基づいて生成される、1つのカオスマップ (例えば、ベルヌーイシフトマップ) のみを使用する点で制限を有する。マッピングをベルヌーイシフトに制限することによって、各送信において繰り返される情報または繰り返しシンボルは、長時間にわたって波形を観察した後に認識されることができ 30  
 る。一度、易感染性になると、全ての将来的なデータは、敵意のあるシステムによって検出可能でありデコード可能であることになる。

## 【 0 0 1 9 】

カオス的コーディング / 変調方法を教示する別の先願システムは、米国出願第 1 3 / 1 40  
 9 0 , 4 7 8 ( 「 ' 4 7 8 特許 」 ) において説明され、これは、概して本発明者によって発明され、その全体の参照によって本明細書に組み込まれる。' 4 7 8 出願のシステムは、デジタルカオス拡散シーケンスを介してデータを無線で送信するシステム、機器および方法を教示する。' 4 7 8 出願のシステムは、送信機および受信機の両方で揮発性メモリにおいてデジタルカオス拡散コードシーケンスを構築して記憶することを教示する。' 4 7 8 出願のシステムは、受信機でデジタルカオス拡散コードシーケンスを生成する必要を排除している。デジタル情報を送信するために使用されるカオス拡散シーケンスに対応する情報は、コード化された情報を復旧するために使用するカオス拡散コードシーケンスを識別するために、受信機によって受信される。' 4 7 8 出願のシステムはさらに、ベルヌーイシフトマップに対する依存を排除し、このため敵意のあるシステムによって検出され 50

難しいシステムを教示する。

【0020】

‘478出願のシステムは、先願の問題の多くを解決するが、システムは、SISOシステムに適用可能に制限されていた。‘478出願において開示された受信機は、他のユーザまたは外部干渉が存在する場合でさえ、単一ユーザに対する1つのデータストリームを検出し処理する。‘478出願は、このため、受信機で検出される複数の信号を一緒に処理する送信システムに対して有用ではない場合がある。例えば、マルチ信号の結合処理は、向上した容量、およびまたMIMOシステムの拡張された受信を許容する。

【0021】

概して、無線通信における最も根本的な問題は、どのくらい効率良く、信頼性を有してデータがチャンネルを通して送信されることができるかにある。近年において盛んに研究されている次世代マルチメディアモバイル通信システムは、音声基盤サービスを提供する初期の通信システムとは異なり、画像および無線データ等の種々の形式の情報を処理および送信可能な高速通信システムを要求する。

【0022】

それから先願によると、範囲を優先してデータレートを犠牲にせず、向上した頑強性を提供し、一方でLPI/LPDを改善するシステムおよび方法が必要とされている。システムおよび方法はさらに、マルチ信号を検出し受信するシステムにおいて同一の実用的な改善を示すことが必要とされている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明は、先願において見出されていない改善を教示する。一態様において、本発明は、無線送信を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法を教示し、この方法は、

a. 受信側で複数の別個のデータ信号を受信することであって、複数の別個のデータ信号の各1つが、送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調され、送信側での複数の別個のデータ信号の各1つの変調が、複数のデジタルカオスシーケンスを有する生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施され、デジタルカオスシーケンスデータベースを生成する方法が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形を記録すること、記録された特徴のない波形をバッファリングすること、バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループがグループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、デジタルカオスシーケンスデータベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム-シュミット法を使用して全ての定数のサンプルグループを処理することを含む、受信することと、

b. 受信側で複数の別個のデータ信号の各1つを復調して、複数の別個のユーザデータ信号を抽出することと、

c. 別個のユーザデータ信号のうち少なくとも1つが受信側に宛てられていることを検証すること、複数の受信側グループのうち別個の受信側グループに宛てられているか否かに従って、別個のユーザデータ信号のうち少なくとも1つを処理することであって、複数の受信側グループが、複数の別個のデータ信号をグループメンバーとして受信する受信側を含む、処理することと、

d. 複数の抽出された複数の別個のユーザデータ信号が受信側に宛てられていないことを検証することと、

e. 受信側に宛てられていない複数の抽出された複数の別個のユーザデータ信号を集約して、受信側に宛てられていない抽出された複数の別個のユーザデータ信号の集約からなる新しい集約されたデータ信号を作成することであって、受信側での複数の別個のユーザデータ信号が、全ての有効な別個のユーザデータ信号に対する検出を改善するために無線媒体および相互干渉の影響に対抗するように共に処理された信号である、作成することと

10

20

30

40

50

f. 受信側に宛てられていない集約された複数の抽出された複数の別個のユーザデータ信号を送信することであって、送信が、時間整合され、次の送信機会 (Txop) または受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に無線媒体で再送信される、送信することと、を含む。

【0024】

別の態様において、本発明は、無線送信を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法であり、この方法は、

a. 複数のユーザから発信された別個のユーザデータ信号を含有する複数の別個のデータ信号を有する集約されたデータ信号を受信することであって、複数の別個のデータ信号の各1つが、送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調される、受信することと、

b. 受信側で複数の別個のデータ信号の各1つを復調して、別個のユーザデータ信号を抽出することであって、データ信号の変調が、生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施されており、デジタルカオスシーケンスの生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形をメモリに記録すること、特徴のない波形をバッファリングすること、バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループがグループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、データベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム-シュミット法を使用して全てのグループセグメントを処理することを含む、抽出すること、調整された形において動作して、無線媒体を共有している全ユーザに対する全体ネットワーク容量を改善することであって、受信側に宛てられていない抽出された別個のユーザデータ信号が、集約され、時間整合され、次の送信機会 (Txop) または受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に無線媒体で再送信される、改善することと、

c. 特定グループクラスに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って抽出された別個のユーザデータ信号を信号処理することと、を含む。

【0025】

さらに別の態様において、本発明は、無線送信を介してデジタルカオス信号を協調的にネットワーク化する方法であり、この方法は、

a. 送信側で別個のカオスシーケンスを用いて変調されたデータ信号を受信側で受信することと、

b. 受信側でデータ信号を復調して、別個のユーザデータ信号を抽出することであって、データ信号の変調が、生成されたデジタルカオスシーケンスデータベースを使用して実施されており、デジタルカオスシーケンスの生成が、非線形ダイナミクスを有する特徴のない波形をメモリに記録すること、特徴のない波形をバッファリングすること、バッファリングされた特徴のない波形の特定拡散因子用の定数のサンプルをサンプリングすること、特定拡散因子用の定数のサンプルグループがグループ間で低相互相関によって別個であるように、特定拡散因子用の定数のサンプルグループの種々の量を記憶して、データベースのエントリを形成すること、および、その後、グラム-シュミット法を使用して全てのグループセグメントを処理することを含む、抽出することと、

c. 特定グループクラスに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って抽出された別個のユーザデータ信号を処理することと、

d. 抽出された別個のユーザデータ信号が共通発信源からの送信を模擬し、かつ少なくとも1つの第2の受信機に対して全ての有効なユーザに対する全体ネットワーク容量を改善するように、抽出された別個のユーザデータ信号を信号処理して、無線媒体を介して調整された形で動作することであって、第2の受信機に宛てられていない信号処理された抽出済みユーザデータ信号が、集約され、時間整合され、次の送信機会 (Txop) または受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に無線媒体で再送信される、動作することと、を含む。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

さらに別の態様において、本発明は、データを協調的に無線で送信するための別個のデジタルカオス拡散シーケンスを使用して複数のデータを無線で送信するためのシステム、機器および方法を教示する。一態様において、本発明は、複数のデジタルカオス拡散コードシーケンスを構築および記憶することを教示する。

## 【 0 0 2 7 】

本発明の別の態様において、デジタルカオス波形は、意図される用途に基づいて選択される。例えば、高いビットレートおよび高い電力信号に埋め込まれた電力信号内のきわめて低い情報ビットレートの送信は、単一性ピーク自己相関、低自己相関サイドローブ、非常に低い相互相関、およびきわめて低いスペクトル密度を有する非常に広いスペクトラム範囲によって特徴付けられたデジタルカオス拡散コードシーケンスを要求する。ベルヌーイマッピング、Chenのシステム、またはイケダマップ等の特定デジタルカオス波形群が例としてある。

10

## 【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様において、複数の構築済みデジタルカオス拡散コードは、揮発性メモリに記憶される。

## 【 0 0 2 9 】

単一グループ内で、揮発性メモリは、長さNのマルチ構築済みデジタルカオス拡散シーケンスを格納するための割り当てを含む。デジタルカオスメモリ割り当ては、Nの長さのデジタルカオス拡散コードシーケンスと同数のグループ数Mに区画化され得る。ユーザは、記憶されたメモリを索引付けするグループIDを割り当てられる。グループは、順番に索引付けされ得る。順番は、自然数の形式的順番（例えば、1、2、3、...）等の既知の順番であることが可能である。ただし、順番は、連続的である必要はない。現在のユーザの索引番号に対する唯一の要求は、送信機で選択されたデジタルカオス拡散コードシーケンスと受信機で検出され復元された索引との間の一対一の対応を提供するような様式で、送信機および受信機の両方で記憶されたグループID  $p$  と関連付けられた、メモリ位置の  $p$  番目のグループを順番に配列することである。

20

## 【 0 0 3 0 】

さらに別の態様において、本発明は、プリアンプルが含まれるとき、およびミッドアンプルが含まれるときに、マルチ埋め込み信号が各構成信号の本来の性能と干渉することなく、1つ以上の位置で検出されることが可能なように、プリアンプルおよびミッドアンプルが構築される、データペイロードを開示する。データペイロードは、少なくとも1つの非デジタルカオスカプセル化信号および協調ネットワークプロトコルの一部である少なくとも1つのデジタルカオスカプセル化信号からなり得る。プリアンプルおよびミッドアンプルはまた、次のシンボル区間におけるデジタルカオスシーケンスの複製を反転する合図のデジタルカオスシーケンスを繰り返すことによって構築される。

30

## 【 0 0 3 1 】

また別の態様において、本発明は、複数のデジタルカオスシーケンスを記憶する揮発性メモリを含む送信機システムを教示する。

## 【 0 0 3 2 】

また別の態様において、本発明は、複数のデジタルカオスシーケンスを記憶する揮発性メモリを含む受信機システムを教示する。

40

## 【 0 0 3 3 】

また別の態様において、本発明は、デジタルカオス拡散シーケンスを使用してデータを送信するためのシステムを教示する。

## 【 0 0 3 4 】

別の態様において、本発明は、複製期間にわたって相対的振幅に基づいてネットワークに対するプリアンプルおよびミッドアンプルにおいて制御情報を埋め込むための方法を開示する。制御情報は、予備選択されたデジタルカオスシーケンスを使用して運ばれる。

## 【 0 0 3 5 】

50

さらに別の態様において、本発明は、デジタルカオス拡散シーケンスにおいて使用するためのデジタルカオス波形を選択するための方法を教示する。

【0036】

さらに別の態様において、本発明は、単一アンテナ部分システムから発信されたデジタルカオス通信波形内にマルチ異種通信信号を埋め込むための方法を教示する。この態様による方法は、低傍受確率(LPI)および低検出確率(LPD)、低下したピーク対平均値比(PAPR)、および向上したネットワークシステム容量を導入するためのマルチアンテナ要素を含むことができる。

【0037】

本発明は、多数のデジタルカオス拡散シーケンスを介してデータの集約を無線で送信するためのシステム、機器および方法を教示する。一態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形内のデジタル信号およびデジタル情報のデータ集約のための複数の事前に構築および記憶されたデジタルカオス拡散コードシーケンスの使用を教示する。本発明に関して、データ集約は、数個の異なるデータストリームが、単一ユーザまたはマルチユーザにせよ、送信機または受信機で単一ペイロードにおいて共に収集または集約され、処理される、任意の方法または技術である。例としては、限定されるものではないが、少なくとも1つの送信アンテナを通る送信レートを向上するために単一ユーザに割り当てられたマルチカオス拡散シーケンス、特定期間内に受信された全ユーザが、共に検出され、単一拡張済みペイロードとして少なくとも1つの送信アンテナを通過して共に送られる、協調ネットワーク体系を含む。

【0038】

本発明の別の態様において、複数のデジタルカオス波形は、意図される用途または動作に基づいて選択される。例えば、複数のデジタルカオス波形は、単一性ピーク自己相関、低自己相関サイドローブ、非常に低い相互相関、および低PAPR等の特性に従って、マルチデジタルカオス波形内のデジタル信号およびデジタル情報のマルチ同時検出による向上した容量に送信機において選択され得る。

【0039】

本発明の別の態様において、複数の構築済みデジタルカオス拡散コードは、揮発性メモリに記憶される。構築済みデジタルカオス拡散コードは、送信機および受信機に記憶され得る。

【0040】

本発明の別の態様において、単一グループ内で、揮発性メモリは、長さNの構築済みデジタルカオス拡散シーケンスを記憶するための異なるグループまたはメモリ位置を含み得る。デジタルカオス拡散シーケンスは、デジタルカオス拡散コードシーケンスのグループ数Mに区画化され得る。ユーザは、記憶されたメモリを索引付けするグループIDを割り当てられる。グループは、順番に索引付けされる。順番は、自然数の形式的順番(例えば、1、2、3、...)等の既知の順番であることが可能である。ただし、順番は、連続的である必要はない。現在のユーザの索引番号に対する唯一の要求は、送信機で選択されたデジタルカオス拡散コードシーケンスと受信機で検出され復元された索引との間の一対一の対応を提供するような様式で、送信機および受信機の両方で記憶されたグループID pと関連付けられた、メモリ位置のp番目のグループを順番に配列することである。

【0041】

また別の態様において、本発明は、プリアンブルが含まれるとき、およびミッドアンブルが含まれるときに、マルチ埋め込み信号が各構成信号の本来の性能と干渉することなく、1つ以上の位置で検出されることが可能なように、プリアンブルおよびミッドアンブルが構築される、データペイロードを開示する。データペイロードは、少なくとも1つの高PAPR信号および共通ネットワークプロトコルの一部である少なくとも1つの他の信号からなり得る。プリアンブルおよびミッドアンブルはまた、次のシンボル区間におけるデジタルカオスシーケンスの複製を反転する合図のデジタルカオスシーケンスを繰り返すことによって構築され得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

別の態様において、本発明は、プリアンプルが含まれるとき、およびミッドアンプルが含まれるときに、各構成信号の到達時間、集約されたデジタル信号の一部が正確かつ信頼性を有して識別され得るように、デジタル信号のマルチデジタルカオス波形内に集約されたデジタル信号およびデジタル情報の各々の中に信号フィールドおよびシンボル区切り記号が包含されるためにデータペイロードが拡張され得るようにプリアンプルおよびミッドアンプルが構築されるデータペイロードを開示する。受信機の動作モードを詳述する信号フィールドは、送信データおよびそのレートのデジタル信号およびデジタル情報の長さのうちの少なくとも1つの情報を含む。さらに、信号フィールドは、信号フィールド内の他の情報に対する保護およびその検出エラーのためのパリティ情報を含むことを含む。

10

## 【 0 0 4 3 】

また別の態様において、本発明は、上記のように拡張されたペイロードを有する送信機システムを教示する。

## 【 0 0 4 4 】

また別の態様において、本発明は、拡張されたペイロードを有する受信機システムを教示する。

## 【 0 0 4 5 】

また別の態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形を有する多数のデジタル信号およびデジタル情報を送信するためのシステムを教示する。

20

## 【 0 0 4 6 】

また別の態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形を有する多数のデジタル信号およびデジタル情報を受信するためのシステムを教示する。

## 【 0 0 4 7 】

また別の態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形を有する多数のデジタル信号およびデジタル情報の拡張されたペイロードを有する信号の各到達時間を検出可能な受信機システムを教示する。

## 【 0 0 4 8 】

また別の態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形を有する多数のデジタル信号およびデジタル情報の各信号フィールドを処理し、マルチデジタルカオス波形を有するデジタル信号およびデジタル情報の各々を復元するように残りの受信機部分システムを構成可能な受信機システムを教示する。

30

## 【 0 0 4 9 】

さらに別の態様において、本発明は、マルチデジタルカオス波形を有する、受信された多数のデジタル信号およびデジタル情報が、集約された送信済みデジタル信号およびデジタル情報を全ユーザの零空間に自身を除いて投影されたストリームに分離するプロセスを実施される、上記のようなマルチユーザ検出の改善のための方法を教示する。この区画化は、逆拡散部分システムによる処理の前に、受信され集約された送信済みデジタル信号およびデジタル情報の識別されたデジタル信号およびデジタル情報部の各々に対して実施される。

40

## 【 0 0 5 0 】

さらに別の態様において、本発明は、マルチアンテナから発信されたデジタルカオス通信波形内にマルチ異種通信信号を集約して埋め込むための方法を教示する。マルチアンテナシステムのアンテナ要素は、共同設置される必要はなく、それらは、低干渉確率 (LPI) および低検出確率 (LPD)、低下したピーク対平均値比 (PAPR)、ならびに向上したネットワークシステム容量を導入するために協調して働くのみである。

## 【 0 0 5 1 】

本発明のより完全な理解は、同様の番号が同様の要素を示す、詳細な説明ならびに図面および図において説明される本発明の種々の実施形態を参照することによって引き出される。

50

**【図面の簡単な説明】****【0052】**

【図1】図1は、本発明の種々の実施形態と共に使用され得る代表的なマルチ入力マルチ出力(MIMO)無線送信システムである。

【図2】図2は、本発明の種々の実施形態と共に使用され得る代表的な単一入力マルチ出力(SIMO)無線送信システムである。

【図3】図3は、本発明の種々の実施形態と共に使用され得る別の代表的な単一入力マルチ出力(SIMO)無線送信システムである。

【図4】図4は、本発明の種々の実施形態と共に使用され得る別の代表的なMIMO無線送信システムである。

【図5】図5は、本発明の種々の実施形態と共に使用され得る別の代表的なMIMO無線送信システムである。

【図6】図6は、本発明の種々の実施形態による、代表的な無線送信機である。

【図7】図7は、本発明の種々の実施形態による、代表的な無線受信機である。

【図8】図8は、本発明の種々の実施形態による、デジタルカオスシーケンスの構築のための代表的な方法のフローチャートである。

【図9】図9は、本発明の種々の実施形態による、代表的な受信機同期化プロセスである。

【図10】図10は、本発明の種々の実施形態による、パケット形成の代表的な実施形態である。

【図11】図11は、本発明の零空間プロセッサ部分システムの代表的な実施形態である。

【図12】図12は、本発明の代表的な実施形態を説明するために使用され得る一般的なセルまたはグループ配置900を図示する。

【図13】図13は、グループA、グループB、およびグループCを有するグループ配置1300の代表的な実施形態である。

**【発明を実施するための形態】****【0053】**

本明細書における発明の代表的な実施形態および最良の形態の簡単な説明が、添付図面およびフローチャートを参照してなされる。これらの代表的な実施形態は、当分野において知識を有する者が本発明を実施することを可能にするために十分に詳細に説明されるが、他の実施形態が実現され得ること、ならびに論理的および機械的変更が本発明の概念および範囲を逸脱することなくなされ得ることが理解されるべきである。したがって、本明細書における説明は、限定ではなく、例示のみの目的のために提示される。例えば、方法またはプロセスの説明の任意に列記されたステップは、任意の順番で実行可能であり、提示された順番に限定されるものではない。

**【0054】**

本発明は、機能ブロック構成要素および種々の処理ステップに関して本明細書において説明され得る。このような機能ブロックは、特定関数を実施するように構成された任意の数のハードウェアおよび/またはソフトウェア構成要素によって実現され得ることが認められるべきである。例えば、本発明は、1つ以上のマイクロプロセッサまたは他の制御機器の制御下で種々の関数を実行し得る、種々の集積回路(IC)構成要素(例えば、メモリ要素、処理要素、論理要素、ルックアップテーブル等)を採用し得る。同様に、本発明のソフトウェア要素は、データ構造、オブジェクト、プロセス、ルーチンまたは他のプログラミング要素の任意の組み合わせを用いて実装されている種々のアルゴリズムと共に、C、C++、java、COBOL、アセンブラ、PERL等のような任意のプログラミングまたはスクリプト言語を用いて実装され得る。さらに、本発明は、データ送信、信号発信、データ処理、ネットワーク制御等のための任意の数の従来技術を採用し得ることが留意されるべきである。またさらに、本発明は、JavaScript(登録商標)、VBScript等のようなスクリプト言語による安全性の問題を検出するかまたは防止す

10

20

30

40

50

るために使用され得る。暗号法の基礎的導入については、参照によって本明細書に組み込まれる、John Wiley & Sons (second edition, 1996) によって刊行された、「Applied Cryptography: Protocols Algorithms, And Source Code In C」と題された、Bruce Schneiderによって書かれたテキストを調査されたい。

**【0055】**

本明細書において示され説明される特定の実装が本発明の例示およびその最良の形態であり、一方で本発明の範囲を限定することを全く意図しないことが認められるべきである。実際に、簡潔化のために、従来の無線データ送信、送信機、受信機、変調器、基地局、データ送信概念およびシステムの他の機能態様（およびシステムの個々の動作構成要素の構成要素）は、本明細書において詳細に説明されない可能性がある。さらに、本明細書に含有された種々の図において示される接続線は、代表的な機能的関係および/または種々の要素間の物理的結合を表現することが意図される。多くの代替的または追加的、機能的関係または物理的結合が、実際の電子トランザクションまたはファイル送信システムにおいて存在し得ることが留意されるべきである。

10

**【0056】**

当分野において通常の知識を有する者によって認められるように、本発明が、方法、データ処理システム、データ処理のための機器、および/またはコンピュータプログラム製品として具体化され得る。したがって、本発明は、完全なソフトウェア実施形態、完全なハードウェア実施形態、またはソフトウェアおよびハードウェアの両方の態様を組み合わせる実施形態の形式を採用し得る。さらに、本発明は、記憶媒体において具体化されるコンピュータ可読プログラムコード手段を有するコンピュータ可読記憶媒体におけるコンピュータプログラム製品の形式を採用し得る。ハードディスク、CD-ROM、光学記憶機器、磁気記憶機器、および/またはその他を含む、任意の好適なコンピュータ可読記憶媒体が利用され得る。

20

**【0057】**

代表的な実施形態の説明を簡素化するために、本発明は、単一入力マルチ出力(SIMO)、マルチ入力単一出力(MISO)、およびマルチ入力マルチ出力(MIMO)無線送信システム等の単一入力単一出力(SISO)およびマルチ受信アンテナシステムと共に使用され得るように説明される。例えば、本発明は、SISO DSSSシステムおよび同様にMIMO DSSSシステムと共に使用され得る。

30

**【0058】**

本発明の多くの用途が考案され得ることがまた認められるであろう。例えば、本発明は、任意の従来の無線通信媒体を容易化するために使用され得る。さらに、本明細書において説明されるネットワークが、インターネット、イントラネット、エクストラネット、WAN、WLAN、WPAN、HAN、アドホックネットワーク、モバイルアドホックネットワーク(MANET)、衛星通信(SATCOM)、および/またはその他等のデータ交換または取引のための任意のシステムを含み得ることが認められるべきである。

**【0059】**

図1は、本発明と共に使用され得るMIMO無線システム100の代表的なブロック図である。代表的なMIMO無線システム100は、データソース101(情報信号101)を受信すること、およびデータソース101を送信チャネル116を介して受信機104に送信することのための送信機102からなり得る。送信機102は、データソース101を受信しデータソース101をデータソース101の別個のストリームに分割するための信号スプリッタ104を含み得る。データソース101の別個のストリームの各々は、マルチエンコーダ106a~nによって独立的に受信され、エンコードされ得る。送信機102は、マルチカオス変調済みデータソース信号を生み出すために、エンコード済みデータソースおよびエンコード済みデータソースを変調するカオスを受信するためのマルチカオス変調器108a~nを含み得る。エンコード済みデータソースの各々は、デジタルに変調され、デジタルカオス拡散コードを使用して拡散する。一実施形態において、各

40

50

エンコード済みデータソース信号は、デジタルに変調され、より完全に後述されるデジタルカオスシーケンスメモリから復旧されたデジタルカオス拡散コードを用いて拡散される。別の代表的な実施形態において、送信機 102 は、スプリッタ 104 を含み得る。代替的に、データソース 101 は、エンコーダ 106 a ~ n に提供され得る。

【0060】

マルチカオス変調済みデータソース信号は、その後、空間マッパー 110 によって空間的にマッピングされ得る（例えば、マルチ空間チャンネル全体に拡散する）。空間的にマッピングされたマルチカオス変調済みデータソース信号は、その後、マルチアンテナ 114 a ~ n を介したマルチ空間チャンネル 116 の通信で空間的にマッピングされたマルチカオス変調済みデータソース信号を送信する前に、マルチ無線周波数発振器システム 112 a ~ n に提供され得る。

10

【0061】

空間的にマッピングされたマルチカオス変調済みデータソース信号は、マルチアンテナ 118 a ~ n で受信機 104 によって受信され得る。空間的にマッピングされたマルチカオス変調済みデータソース信号は、マルチ無線周波数受信システム 120 a ~ n を使用してチャンネル 116 から復元され得る。RF 受信システム 120 a ~ n は、チャンネル 116 を介して送信された信号から合計されたカオス変調済みデータソース信号を復元し得る。例えば、RF 受信機システム 120 a ~ n は、当分野において見られるように、無線チャンネルからデータ信号を復元するための任意の従来の方法を使用して、チャンネル 116 を介して送信された信号から合計されたカオス変調済みデータソース信号を復元し得る。例えば、RF 受信機システム 120 a ~ n は、送信された信号を帯域幅アナログ形式に下方変換し、帯域幅アナログ信号を基底帯域離散信号に変換することによって、送信された信号を復元し得る。

20

【0062】

受信機 104 は、チャンネルによって生み出された、空間的にマッピングされたマルチカオス変調済みデータソース信号を分離するための MIMO 等化器 122 をさらに含み得る。MIMO 等化器 122 は、受信された基底帯域変調済み信号を生み出すために、空間的にマッピングされた変調済みデータソース信号による各経路横断と関連付けられた各チャンネル振幅および位相特性の推定に従ってチャンネル信号を分離し得る。受信された基底帯域変調済み信号は、その後、データソース信号チャンネルに従ってマルチカオス復調器 124 a ~ n によってカオス復調され得る。マルチカオス復調済みデータソース信号は、その後、マルチデコーダ 126 a ~ n によってデコードされ得る。マルチデコード済みカオス復調済みデータソース信号は、その後、マルチデータソース信号を単一併合済み信号に組み合わせるための信号併合器 128 によって併合され得る。一実施形態において、併合済み信号は、データソース 101 の複製であり得る。受信機 104 は、併合済み信号をデータシンク 130 に提供し得る。

30

【0063】

スプリッタ 104、エンコーダ 106 a ~ n、空間マッパー 110、MIMO 等化器 122、デコーダ 126 a ~ n、信号併合器 128、および RF 発振器システム 112 a ~ n、RF 受信システム 120 a ~ n は、当分野において見られる、従来構成および動作のものであり得る。カオス変調器 108 a ~ n および復調器 124 a ~ n の動作および構成は、より完全に後述される。

40

【0064】

図 2 は、本発明と共に使用され得る SIMO 無線送信システム 200 の実施形態の例である。図 2 に示されるように、受信機 104 は、単一アンテナ 214 を有する送信機 202 と通信する。送信機 202 は、送信機 102 に見られる類似の要素を含有し、上述されたものと類似の動作を有する。例えば、スプリッタ 204、エンコーダ 206 a ~ n、カオス変調器 208 a ~ n、RF 発振器システム 212、およびアンテナ 214 は、スプリッタ 104、エンコーダ 106 a ~ n、カオス変調器 108 a ~ n、RF 発振器システム 112 a ~ n、RF 受信システム 120 a ~ n、およびアンテナ 114 a ~ n に関して説

50

明されたものに類似の構成および動作を有する。具体的には、データソース201（情報信号201）は、データソースの別個のストリームに分割される。データソースの別個のマルチストリームは、マルチエンコード済みデータソース信号を生み出すためにマルチエンコード206a~nによって受信される。マルチカオス変調器208a~nは、マルチカオス変調済みデータソース信号を生み出すためにエンコード済みデータソース信号を受信しカオス変調し得る。エンコード済みデータソース信号の各々は、デジタルに変調され、デジタルカオス拡散コードを使用して拡散される。一実施形態において、各エンコード済みデータソース信号は、デジタルに変調され、より完全に後述されるデジタルカオスシーケンスメモリから回収されたデジタルカオス拡散コードを用いて拡散される。

【0065】

マルチカオス変調済みデータソース信号は、その後、RF発振器システム212に提供される前に、単一加算器210で合計され得る。送信機202は、その後、アンテナ214を介して、合計されたカオス変調済みデータソース信号を送信し得る。送信機202は、通信チャンネル216を介して、合計されたカオス変調済みデータソース信号を送信し得る。カオス変調済みデータソース信号は、アンテナ118a~nで受信機104によって受信され得る。合計されたカオス変調済みデータソース信号は、マルチRF受信機システム120a~nによって受信され得る。RF受信機システム120a~nは、図1に関して論じられたものと類似の様式で、チャンネル216を介して送信された信号から、合計されたカオス変調済みデータソース信号を復元し得る。カオス等化器218は、マルチ合計済みカオス変調済みデータソース信号を受信し、送信されたパケットに従ってデータソース信号を再構成し得る。

【0066】

図3は、本発明が共に使用され得る別のSIMO無線送信システム300の別の例である。SIMO無線送信システム300によると、送信機202は、図2に関して説明されたものと類似の説明および動作のものであり、受信機304は、図2を用いて説明されたものと類似の動作および説明のものである。図3についての受信機304は、マルチデコード済みカオス復調済みデータソース信号を、別個の分離位置にあるマルチデータシンク103a~nに提供し得る。

【0067】

代替的实施形態において、受信機304は、各受信機がカオス復調器124を含み得るマルチ独立受信機を備え得る。同様に、送信機202は、各送信機がカオス変調器208a~nを含むマルチ独立送信機であり得る。

【0068】

図4は、MIMO無線送信システム100の更なる詳細を図示する。上記のように、カオス変調器108a~nは、マルチカオス変調済みデータソース信号を生み出すためにデータソース信号をカオス変調する。図4に示されるように、カオス変調器108a~nは、シンボルマッパー402aおよびカオス拡散器404aを含み得る。いくつかの実施形態において、カオス変調器108a~nは、シンボルマッパー402a~nを含まなくてもよい。シンボルマッパー206a~nは、スクランブラ、差分エンコード、シンボル生成器等のような従来の送信機構成要素を含む従来のシンボルマッパーであり得る。シンボルマッパー206a~206nはさらに、それぞれの信号をカオス拡散器404a~nに送信する。カオス拡散器404a~nは、図8に含まれる方法を使用して形成されたデジタルカオス拡散コードシーケンスを使用してデータソース信号を変調し得る。カオス変調器108aは、データソース信号が、アンテナ114a~nを介して受信機104に送信される前に、空間的にマッピング（空間マッパー402）され、上方変換（RF発振器システム112a~n）される前にデータソース信号をカオス変調し得る。

【0069】

図4によると、受信機104は、送信機102によって送信されたデータソース信号を受信する。データソース信号は、RF受信機システム120a~nで下方変換され、MIMO等化器122に提供され得る。MIMO等化器122は、空間チャンネル（つまり、チ

10

20

30

40

50

ヤネル 1 1 1 ) に従ってデータソース信号を分離し、送信されたシンボルを復元し、信号カオス復調器 1 2 4 a ~ n を提供する。受信機 1 0 4 の一実施形態において、カオス復調器 1 2 4 a ~ n は、シンボルデマッパ 4 6 a ~ n およびカオス逆拡散器 4 0 8 a ~ n を含み得る。一実施形態において、カオス復調器 1 2 4 a ~ n は、シンボルデマッパ 4 0 2 a ~ n を含まなくてもよい。カオス逆拡散器 4 0 8 a ~ n は、下記のようにデータソース信号を逆拡散するためのデジタルカオスシーケンスコードを使用する。カオス逆拡散済み信号は、その後、データソース信号の送信された別個のストリームを復元するためのシンボルデマッパ 4 0 6 a ~ n によってシンボルデマッピングされ得る。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、送信機 1 0 2 の別の実施形態であり、示されるように、送信機 1 0 2 は、スプリッタ 1 0 4 を含まなくてもよい。この実施形態において、送信機 1 0 2 は、空間マッパ 1 1 0 を含まなくてもよい。これに代えて、データソース 1 0 1 がエンコーダ 1 0 6 a ~ n に提供されてもよい。さらに別の実施形態において、データソース信号 1 0 1 a ~ n は、カオス拡散器 4 0 4 a ~ n でカオス拡散され、受信機 1 0 4 に送信される前に RF 発振器システム 1 1 2 a ~ n に提供され得る。受信機 1 0 4 は、図 4 に関して説明されるものと類似の様式で受信されたデータソース信号を処理する。

【 0 0 7 1 】

図 6 は、本発明に有用な送信機 1 0 2 の別の代表的実施形態を図示する。図 6 によると、送信機 1 0 2 は、チャンネルエンコーダ 1 0 6、シンボルマッパ 4 0 2、マルチプレクサ 6 0 4、RF 発振器システム 1 1 2 を含み、マルチプレクサ 6 0 4、チャンネルエンコーダ 1 0 6、シンボルマッパ 4 0 2、マルチプレクサ 6 0 4 および RF 発振器システム 1 1 2 は、先願に見られる従来要素である。そのため、それらの構成および動作は、簡潔のために本明細書では論じられない。

【 0 0 7 2 】

送信機 1 0 2 は、データソース信号 1 0 1 を受信し、チャンネルは、チャンネルエンコーダ 1 0 6 でシーケンスをエンコードする。データソース信号 1 0 1 は、ビット、シンボル、またはサンプリングされたアナログ波形であり得る。構成が図 8 に関して後述される、カオス拡散コードシーケンスは、カオス拡散コードシーケンスメモリ 6 0 6 でメモリに記憶される。本発明の代替的实施形態において、カオス拡散コードシーケンスは、データソース信号をエンコードすることなくカオス拡散シーケンスとして使用され得る。カオス拡散は、チャンネルコーディングを行うことなく起こり得る。カオス拡散は、ビット、シンボル、またはサンプルアナログ波形を、デジタルカオス波形の振幅および位相において埋め込まれた情報（埋め込まれたデータ）を有するデジタルカオス波形に変換する。

【 0 0 7 3 】

本発明によると、カオス変調器 1 0 8 は、プリアンブルおよびミッドアンプルを有するデータペイロードの生成においてカオス拡散シーケンスを使用する。プリアンブルおよびミッドアンプルは、マルチ埋め込み信号が各構成信号の本来の性能と干渉することなく 1 つ以上の位置で検出され得るように構築され得る。データペイロードは、少なくとも 1 つのカオス変調された信号、および協調ネットワークプロトコルの一部である少なくとも 1 つの他の信号（カオス変調されたかまたはされていないいずれか）からなり得る。プリアンブルおよびミッドアンプルはまた、次の長いシンボル区間においてデジタルカオスシーケンスの複製を反転する合図のデジタルカオスシーケンスを繰り返すことによって構築され得る。

【 0 0 7 4 】

一実施形態において、データペイロードは、集約されたデジタル信号の各々における信号フィールドおよびシンボル区切り記号の包含のためにデータペイロードが拡張され得るように構築され得るプリアンブルおよびミッドアンプルを含む。拡張されたデータペイロードは、各構成信号の到達時間、集約されたデジタル信号の一部が正確かつ信頼性を有して識別され得るように、マルチデジタルカオス波形内のデジタル情報を含み得る。信号フィールド部分は、デジタル信号のうちの少なくとも 1 つの長さ情報および残りのペイ

10

20

30

40

50

ロードのためのデータレート体系情報を受信機に指示する。さらに、信号フィールドは、信号フィールド内の他の情報に対する保護およびその検出エラーのためのパリティ情報を含み得る。

【 0 0 7 5 】

カオス変調器 1 0 8 の動作中、データソース信号は、例えば、拡散器 6 0 2 を使用してカオスシーケンスメモリ 6 0 6 に記憶されたカオス拡散シーケンスを用いて拡散される。カオス拡散シーケンスは、プリアンプル 6 0 8 およびミッドアンプル 6 1 0 の生成において使用され得る。カオス変調器 1 0 8 によって生成されたペイロードは、図 1 0 に関して説明されるシンボル区切り記号 6 1 2 および信号フィールド 6 1 4 を含むように拡張され得る。

10

【 0 0 7 6 】

図 6 は、カオス変調器 1 0 8 (またはカオス変調器 2 0 8) の任意の 1 つをさらに詳細に図示する。図 6 によると、送信機 1 0 8 は、上記のものと類似動作のチャネルエンコーダ 1 0 6 およびシンボルマッパー 4 0 2 を含み得る。カオス変調器 1 0 8 は、先願において見られる従来要素である、ミキサ 6 0 2、6 1 6、マルチプレクサ 6 0 4、RF 発振器システム 1 1 2、およびアンテナ 1 1 4 を含み得る。そのため、それらの構成および動作は、簡潔のために本明細書では論じられない。

【 0 0 7 7 】

動作中、送信機 1 0 2 は、チャネルがデータソース信号をエンコードするエンコーダ 1 0 6 でデータソース信号を受信する。データソース信号は、ビット、シンボル、またはサンプルされたアナログ波形等の任意の情報方位信号であり得る。

20

【 0 0 7 8 】

構成が図 8 に関して後述される、カオス拡散シーケンスは、カオス拡散シーケンスメモリ 6 0 6 でメモリに記憶される。本発明の代替的实施形態において、カオス拡散シーケンスは、情報信号をエンコードすることなく拡散シーケンスとして使用され得る。カオス拡散は、ビット、シンボル、またはサンプルアナログ波形を、デジタルカオス波形の振幅および位相に埋め込まれた情報(埋め込まれたデータ)を有するデジタルカオス波形に変換する。

【 0 0 7 9 】

カオスシーケンスメモリ 6 0 6 に記憶されたデジタルカオスシーケンスは、図 8 のデジタルカオスシーケンス生成方法 8 0 0 に従って構築される。デジタルカオス拡散コードシーケンスは、本来のアナログカオス回路を記録することによって構築され得る。これに代えて、デジタルカオスシーケンスは、決定論的なコンピュータ模擬された非線形ダイナミクスを記録し、記録された信号を区分化することによって構築され得る。(ステップ 8 0 2) 記録された区分は、連続するサンプルが独立して現れ、定義済み長さの区分および可変量が、低相互相関を有する。(ステップ 8 0 4) サンプルは、その後、メモリに記憶され得る。(ステップ 8 0 6) サンプルングレートまたはサンプルング区間は、変動されるか不規則であり得るが、得られたサンプルの数は、特定拡散因子に対して固定され、拡散因子に対するサンプルの任意の数であり得る。本発明によると、区分は、量子化される。(ステップ 8 1 0) 記録された区分の平均値が、その後、減算され、記録された区分が、正規化される。(ステップ 8 1 2) シーケンスの正規化は、量子化誤差により、自己相関ピークが単一またはほぼ単一で起こることを確実にする。

30

40

【 0 0 8 0 】

本発明による、不規則的サンプリング間隔は、例えば、フィボナッチ数列、ルーカス数列、ペラン数列または任意の擬似乱数生成器等の既知のシーケンス生成器の計数法によって決定され得る。デジタルシステム用の半導体技術による実装容易さのために、振幅は、コードシーケンス間の最大許容相互相関 ( $1/2^L$ 、ここで  $L$  は、各サンプル振幅によって表現するために使用されるビットの数であり得る) に基づく有限レベルに量子化され得る。デジタルカオスシーケンスの独立区分は、情報方位通信信号またはトレーニング信号を送信するためのベクトル空間を形成するように共にグループ化される。  $n$  次元部分空間

50

の任意の信号が、 $n$ 次元の正規直交基底に対する信号の投影に対応するスカラの $n$ タプルを一意的に表現することができることが数学において周知である。デジタルカオス処理の最終ステップは、独立デジタルカオス区分を、元の区分と同一部分空間に広がる正規直交シーケンスグループに変換することである。このプロセスは、グラム・シュミット直交化法を使用して実施され得る。

#### 【0081】

カオスシーケンスメモリ606（図7のカオス複製メモリ706）は、揮発性メモリであり得る。カオスメモリ606/706は、デジタルカオス拡散コードグループが互いに独立的に記憶されるように区画化され得る。例えば、別個のグループは、それが使用されることになる用途に応じて組成され得る。一般的用途としては、地点間動作および/または地点対マルチ地点間のためのボイスオーバーIP（VoIP）容量、ビデオ容量、およびデータ容量を要求する任意の無線用途を含む。グループの内側で、揮発性メモリは、デジタルカオスシーケンスコードを記憶するためのスロットにさらに区画化される。スロットは、デジタルカオスシーケンスの部分集合を記憶するための複数の部分スロットにさらに区画化され得る。

10

#### 【0082】

一度、カオスシーケンスメモリ606が、デジタルカオス拡散シーケンスを用いて完全に事前設定されると、全体メモリ606は、グラム・シュミット法を受け得る。全体メモリ606は、正規直交化プロセスを受け得る。代替的实施形態において、独立デジタルカオス区分は、元の区分と同一部分空間に広がる正規直交シーケンスグループに変換され得る。

20

#### 【0083】

パケット情報のための本発明の好ましい実施形態が図10に示される。この代表的実施形態において、受信機におけるサンプルレートは、20MHzを目標とし、チップレートは、送信機において4Mcpsで計画される。隣接システム間で離間する最小中心周波数は、5MHzであることになる。フレーム構造は、2ミリ秒（ms）の等間隔の5つの部分フレームに分割された10msの無線フレームであり得る。これらの部分フレームは、任意のユーザのための送信または受信スロットとして構成され得る。

#### 【0084】

スーパーフレームは、フレーム間で離間する2msギャップで連続して送信される数フレームからなる。送信される各フレームは、プリアンプトレーニングシーケンス、ミッドアンプトレーニングシーケンス、およびデータペイロードからなる。フレーム構造の柔軟性は、複数の他の実施形態を特定用途に適応させることができる。この実施形態において、十分なトレーニング情報が、安全かつ信頼性を有して含まれる。

30

#### 【0085】

周知のように、良好な無線設計の鍵は、パケットの到達を認識し、シンボル境界を整列し、チャネル特性を推定し、周波数オフセットを補正するために十分なトレーニング情報を組み込むことである。本発明の一実施形態において、ヘッダフィールドを利用する。ヘッダフィールドは、10個のシンボルプリアンプおよび受信機用の構成状態を定義する48個のシンボル信号フィールドを備える。トレーニングシーケンスは、差分カオスシフトキーイング（DCSK）を使用して変調され、所定回数繰り返され、図6において、9回繰り返される。各繰り返しは、標準DCSK技術に従って1または-1のいずれかを用いて変調される。変調入力は、正および負の1つの交互シーケンスであり得、パケットの残りの部分のための制御情報に埋め込まれ得る。プリアンプおよびミッドアンプは、受信機における同期化に付加するデータよりも十分に高いその出力を有し得る。例えば、一実施形態は、データサンプルに対して相対出力において押し上げられた3dBを使用する。これは、フレームに対して過度に負担になるオーバーヘッドなしで高検出確率を許可することになる。総オーバーヘッドがフレームに対する期間において10%以下である場合、受信機における検出および同期化の著しい改善が実現され、出力上昇がない場合と比べて0.79dBのみの信号出力を犠牲にする。各シンボルは、用途のスループットおよ

40

50

び変換性に対する要求に依存する、16チップ~4000チップの範囲であり得る所定長さのカオスシーケンスからなる。信号フィールドは、6ビットスクランブルシードに含まれ、これは、シーケンスパターン用の擬似乱数(pn)生成器を初期化するために使用される。pnのレジスタの状態は、 $2^6$ の記憶されたシーケンスのどれが選択されたか、または任意に、カオス群のどのシーケンスが現在のシンボル用に送信されるべきかを決定する。

#### 【0086】

上記のように、本発明は従来のMIMO WLAN送信における問題を解決した。すなわち、802.11x準拠システムのような先願システムは、干渉、無線衝突、および意図されない集団による傍受に対してより影響を受け易い。本発明は、マルチアンテナシステムを用いて送信された同一周波数チャネル帯域幅を占有するデジタルカオス通信波形内にマルチ情報方位通信信号を集約して埋め込むためのシステムおよび方法を提供することによってこれらの問題を解決する。デジタルカオスは、カオス信号をサンプリングすることによって生成された波形であり得、カオス信号は、決定論的非線形ダイナミクスによって決定される。後述される本発明によって生成されたデジタルカオスシーケンスは、本発明の種々の実施形態による拡散シーケンスとして使用される。

#### 【0087】

送信機によって送信された信号は、図7の受信機104によって受信される。受信機104は、送信されたデータソース信号にデータが埋め込まれたデータを復元する。本発明の一態様によると、送信機102でデータソース信号を拡散するための拡散コードとして使用されるカオスシーケンスメモリ606に記憶されたデジタルカオスシーケンスは、カオス複製メモリ306に記憶されたデジタルカオスシーケンスと比較される。上記のように、カオス復調器124は、カオス複製メモリ706に記憶されたデジタルカオスシーケンスの複製を逆拡散コードとして使用する。

#### 【0088】

図7は、デジタルカオス波形を受信するための受信機104の代表的な実施形態である。受信機104は、送信された信号を受信するためのアンテナ118、関心のある帯域ではない信号を排除するチャネルフィルタ702を含み、アナログからデジタルへの(A/D)変換器704は、デジタル処理のためのアナログ信号をサンプルして量子化するために使用される。カオス複製メモリ706は、送信機102でカオスシーケンスメモリ606に記憶されたデジタルカオス波形の正確な複製を提供する。パケット検出708動作は、少なくとも1つのパケットが到達するときを決定するために実施される。整合フィルタ710は、少なくとも1つの信号に対するシンボルタイミングを復元するために使用される。チャネル推定器712は、マルチパスフェージングによる波形に対する歪みを推定して補償するために使用され得る。ドップラー補正714は、発振器ドリフトおよび移動性による周波数オフセットを推定して補正するために使用され得る。受信機104はまた、送信機によって送信されたマッピングシンボルを推定するシンボル検出機器716、情報的シンボルを復元するシンボルDマッピングアップテーブル718、および元の送信されたビット722を復元するチャネルデコーダ720を含み得る。復元された情報ビット722は、1つ以上のデータシンク(図示されない)に提供され得る。

#### 【0089】

受信機104は、埋め込まれたデータを信号から復元するために送信された信号を受信する。好ましい実施形態において2つの共通受信機モードが存在し得ることが留意されるべきである。第1のモードにおいて、カオス複製メモリ706を用いた高速乗算が、A/D704の動作後に直接起こる。この実施形態は、サンプルされたアナログ波形が情報方位信号であるときに好ましい。第2のモードにおいて、カオス複製メモリ706を用いた高速乗算は、シンボル検出716の前、かつドップラー補正714およびチャネル推定712動作の後に起こる。この実施形態は、情報方位信号、ビットまたはシンボルのときに最適である。いずれかの構成が、ビットまたはシンボルの形式の情報方位信号に対して機能する。ただし第2のモードは、最良性能を有し、第1のモードは、低消費電力である。

10

20

30

40

50

高速デジタルカオスシーケンスの逆拡散後、受信機動作は、802.11x、WCDMA（登録商標）、またはCDMA2000用の商用標準受信機によって実施される一般的なものであり、簡素化のため説明を省略する。

#### 【0090】

カオス変調器108および復調器124は、無線ローカルエリアネットワーク（LAN）、無線パーソナルエリアネットワーク（PAN）、無線ホームエリアネットワーク（HAN）または都市圏ネットワーク（MAN）システム、セル方式電話システム、またはある距離範囲にわたる一方向もしくは双方向通信を組み込む別の形式の無線もしくはマイクロ波周波数システムの一部として実装され得る。本発明は、例えば、単一キャリア周波数領域等化（SCFDE）、直接シーケンス拡散スペクトラム（DSSS）または直交周波数分割多重方式（OFDM）等の種々の信号変調および復調技術を採用し得る。ただし、この説明を通して、本発明の説明を単に容易化するために、SIMOおよびMIMO通信システムまたは送信機および受信機を含むシステムを参照する。無線チャネル711の全ての類似構成要素はまた、互いに類似の説明を有することになる。

10

#### 【0091】

本発明の送信機は、各信号が受信側で受信アンテナアレイの対応するアンテナによって受信されるように、送信アンテナアレイの各アンテナから異なる信号を送信し得る。本明細書において説明される種々の送信機は、データソース信号を総合信号として送信し、全送信信号の集約または信号の一部の集約として受信し得る。全信号が一度送信されると、受信機は、受信機でカオス複製メモリに記憶されたカオス拡散シーケンス拡散コードの複製を使用して総合信号を復調する。

20

#### 【0092】

図9は、送信されたデータソース信号に埋め込まれたデータを復元するための方法900を例示する。データの復元において、受信機104は、送信された信号を受信し、図9に図示された以下のステップによってデータ信号を復元する。パケットは、受信機が有効パケットの到達を検出するまで継続的に検索される（ステップ902）。パケットの検出は、プリアンブル構造を利用するフリーランニング相関（パケット検出708）の出力に基づく。パケットの有効性は、図10に示される信号フィールドの巡回冗長検査（CRC）から決定される。パケットが有効であると宣言された後、プリアンブルは、2つの同期化プロセス、シンボルタイミング推定および補正（ステップ904）ならびに周波数推定および補正（ステップ906）を実施するために使用される。整合フィルタ710または整合フィルタの列が、タイミングエラーを推定するために使用され、適切な補正が、受信タイミングにおいてなされる。別の相関器は、例えば、ドップラー補正714等の周波数エラーを推定するために使用され、適切な補正は、基底帯域受信信号に適用される。チャネル推定は、プリアンブルからのトレーニングシンボルに基づいて予め計算されたコンボリューション行列を使用して計算される。プリアンブルが変化しない限り変化しないのでオフラインで計算されることも可能である、この行列の擬似逆行列は、チャネルタップ（チャネル推定器712）の最小二乗推定を計算するために使用される（ステップ908）。平均化は、プリアンブルおよびミッドアンプルの両方におけるトレーニングシンボルの繰り返しに基づいてプロセスステップ902、904、906および908の各々に対して可能である。ペイロードが、その後、処理され得る（ステップ910）。例えば、ペイロードの処理は、シンボルを検出すること（シンボル検出716）、シンボルをマッピングすること（シンボルDマップ718）、ペイロードをチャネルコーディングまたはデコードすること（チャネルデコーダ720）およびペイロードに含有される情報ビット722の復元を含み得る。

30

40

#### 【0093】

図11は、本発明において説明された通信システムに有用であり得る代表的な零空間プロセッサ部分システムの実施形態である。この代表的な部分システムによると、復元される信号（「選択されたi番目のユーザデータ」）および残りの信号（「残りのユーザデータ」）は、零空間プロセッサにおいて乗算される（選択されたi番目のユーザデータに対

50

応する i 番目の選択されたユーザのための零空間が、残りのユーザデータ信号を含有する信号を生み出す)。残りのユーザデータ信号は、その後、選択された i 番目のユーザデータが出力されるように、選択された i 番目のユーザデータおよび残りのユーザデータを含有する信号から減算される。いくつかの事例において、選択された i 番目のユーザデータ出力は、残りのユーザデータからの残留信号と共に現れ得る。選択された i 番目のユーザデータは、その後、上記のように i 番目のユーザデータを復元する i 番目のユーザカオスコードを識別するために、選択された i 番目のユーザデータを使用することによって復元され得る。

#### 【 0 0 9 4 】

本発明のデジタルカオスシステムおよび方法は、ネットワーク容量を向上するために調整された送信を所望する無線送信における動作に適する。このようなシステムは、しばしば、堅固に調整されたノードまたはアクセスポイント間のマルチトランザクションを要求する。調整によって、ネットワークの各ノード（受信機）の送信プロトコルが、後続の送信がネットワークの要求に従って効率的であることを確実にするために、ネットワークの第 2 の受信ノードと関係して組成されることが意味される。効率によって、ノード間転送が、ノードの要求または送信媒体の要求に従って最適化されることが意味される。一事例において、効率を改善することは、ネットワークのスループットを改善することを含み得る。調整されたノードは、1つのノード、またはノードグループが、ネットワークまたはノードグループの1つのノードから受信された送信に依存する送信プロトコルを含み得るようなものであり得る。マルチノードが受信された送信に依存する事例において、複数のノードの送信プロトコルは、ネットワークまたは送信媒体の最適化を確実にするために協調的に通信し得る。

#### 【 0 0 9 5 】

マルチ送信の事例において、上記のように、マルチ送信は、易感染性データ送信またはデータ送信の衝突に対する増加した機会を作り出し得る。本発明の一実施形態において、調整されたノードは、ネットワークの他のノードのうちの1つ以上の送信プロトコルの情報を含み得る。これに代えて、1つのノード、またはノードグループからの送信の調整は、ネットワークまたはグループの外側のノードから受信された送信に依存し得る。別の特定実施形態において、無線媒体を介して調整されたノードまたは調整された送信は、別のノードと調整された1つのノードからの送信が、次の送信機会（Txop）に、または受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間内に起こり得ることを意味し得る。

#### 【 0 0 9 6 】

本明細書において説明されたデジタルカオス波形は、ネットワークスループットを改善しつつデータ送信を安全にするために使用され得る。例えば、異種無線ネットワーク越しの調整されたマルチポイント送信および受信は、一組の異なる送信地点、同一セル（例えば、「グループ」）で動作するアクセスポイントもしくはノード、重複セル、または同時もしくは調整されたかたちにおける相互排他セルを備える。調整されたマルチポイント送信は、特に、セル方式ネットワークまたはノードグループ、アクセスポイントまたはユーザにおいて与えられたセルのエッジにおいてかまたはその近くで、無線ネットワークのスループットおよびサービスを向上するように利用されるために使用され得る。

#### 【 0 0 9 7 】

本発明と共に使用され得る一般的な協調ネットワークは、インターネットオブシングス（IoT）である。IoTは、機械または機械の一部である機器間でデータの相互接続および自動交換を意味する。IoTは、一般に、例えば、機械間（M2M）通信をサポートするために使用され得る。M2Mは、人間の相互作用を必要としない機器間データ通信として定義される。これは、直接またはネットワーク越しのいずれかの機器とサーバとの間、または機器間のデータ通信であり得る。M2Mサービスの例としては、セキュリティ、トラッキング、決済、スマートグリッドおよび遠隔保守/監視を含む。これに対して、本発明による調整されたネットワークは、機器ノードまたは調整されたネットワークのメン

10

20

30

40

50

バー間のデータの自動交換を含み得る。

【0098】

本明細書において使用される、単一セルに属するノードは、単一グループの「メンバー」として説明され得る。いくつかの事例において、無線送信の調整を容易化するために、メンバーは、1つのグループ、または1つよりも多いグループに属するメンバーとして説明され得る。特定メンバーによって受信された信号は、信号プリアンブルまたはミッドアンプル情報に従ってさらに処理され得る。

【0099】

本明細書において使用される、調整されたマルチポイントシステムは、メンバーが送信機および受信機の両方でマルチアンテナを使用し得る、MIMOシステムであり得る。本発明はまた、「マルチユーザマルチ入力マルチ出力」つまり「MU-MIMO」システムに有用であり得る。本明細書において使用されるMU-MIMOシステムは、利用可能なアンテナが、多数の独立グループメンバー、アクセスポイントおよび独立無線端末にわたって拡散される無線通信システムであり、各メンバーが1つのアンテナまたはマルチアンテナを有する。本発明はまた、従来のSISO（単一入力単一出力）、SIMO（単一入力マルチ出力）、MISO（マルチ入力単一出力）システム、または当分野において既知である他の類似システムと使用され得る。

【0100】

図12は、本発明の代表的な実施形態を説明するために使用され得る一般的なセルまたはグループ配置900を図示する。グループ配置900は、メンバーA1～Anを有するグループAを含み得る。同様に、グループBは、メンバーB1～Bnを含み得る。示された例において、グループメンバーB3はまた、グループBのメンバーでもあり、グループAのメンバーでもある。本発明の説明を容易化するために、メンバーが1つよりも多いグループに属するとき、メンバーは、グループ配置1200に図示されるA/B3等の両方のグループ指示子を用いて指示され得る。

【0101】

図13は、グループA、グループB、およびグループCを有するグループ配置1300の代表的な実施形態である。グループ配置1300のマルチグループが折り重ねられるように図示されるが、グループは、相互排他的であり得る。メンバーが1つよりも多い重複グループに属するところにおいて、メンバーは、重複グループのいずれか1つに宛てられたデジタルカオス信号を受信して処理し得る。このような事例において、メンバーは、本明細書において、マルチグループメンバーと呼ばれ得る。示された配置において、メンバーA/B3は、メンバーB3がグループAにも属することを示している。

【0102】

グループ配置1300は、1つのデジタルカオス信号がメンバー間に送信されるときに起こる無線送信をさらに図示する。例えば、デジタルカオス信号がデジタルカオスプリアンブルにおいてどのように宛てられているかに依存して、メンバーA6は、デジタルカオス信号をメンバーA2、A5またはAnに送信し、メンバーC1は、デジタルカオス信号をC8に送信し、B3は、デジタルカオス信号をB1、B4またはB9に送信し得る。デジタルカオス信号がマルチグループメンバーによって受信される事例において、受信メンバーは、受信メンバーが属する対応するグループメンバーにデジタルカオス信号を送信し得る。これは、意図されるグループメンバーが別の重複メンバーに属するときでさえ、適正であり得る。重複によって、1つよりも多いグループが少なくとも1つのグループメンバーを共有することが意味される。示されるグループ配置1300において、グループAは、グループCとの重複であり、かつグループAは、グループBとの重複である。

【0103】

図12および図13における実施形態に関して論じられたデジタルカオス信号が、図示された任意の1つまたは全ての外側から受信されることが留意されるべきである。例えば、デジタル信号S1は、グループAの外側で生成されているが、グループメンバーA2によって受信されているように図示される。同様に、デジタルカオス信号S2は、グルー

10

20

30

40

50

PCの外側で生成されているが、グループメンバーC8によって受信されているように図示される。これに反して、デジタルカオス信号S3は、グループメンバーB7によってグループBにおいて生成され、グループメンバーBnによって受信されているように図示される。

**【0104】**

本発明による一般的に調整された送信において、グループメンバーは、無線媒体を共有している全ユーザに対する全体ネットワーク容量を改善するために調整された形で動作する。調整された形によって、全ての有効な別個のユーザデータ信号に対する検出を改善するために無線媒体信号が無線媒体の歪曲的影響および相互干渉に対抗するように共に処理されることを意味し得る。グループメンバーは、特定グループに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って、抽出された別個のユーザデータ信号を処理する。グループメンバーは、特定グループに対するメンバーシップまたは非メンバーシップに従って、抽出された別個のユーザデータ信号を処理し得、受信側（例えば、受信メンバー）に宛てられていない、抽出された別個のユーザデータ信号は、集約され、時間整合され、次の送信機会（T x o p）または受信側で既知の遅延および中断耐性プロトコルによって特定された時間に無線媒体で再送信される。例えば、遅延および中断耐性プロトコルは、空間通信または惑星間の尺度で遭遇される等の非常に長い距離にわたってネットワークが有効に動作するようなものであり得る。一方で、デジタルカオス信号が、宛てられていない受信グループメンバーによって受信されるところにおいて、受信グループメンバーは、信号を終結させ得、全く転送しない。

**【0105】**

図13を使用する一般的な例において、デジタル信号S4は、グループメンバーB9に宛てられ得るが、マルチグループメンバーA3（例えば、A/B3）によって受信され得る。この事例において、グループメンバーA3は、データ信号がグループメンバーB9に宛てられることを示す別個のユーザデータ信号を抽出し得る。グループメンバーA3がまた、グループBのメンバー（例えば、B3）でもあるので、その後、グループメンバーA3は、信号をグループBに送信し得る。より具体的には、A3は、信号をグループメンバーB9に送信し得る。

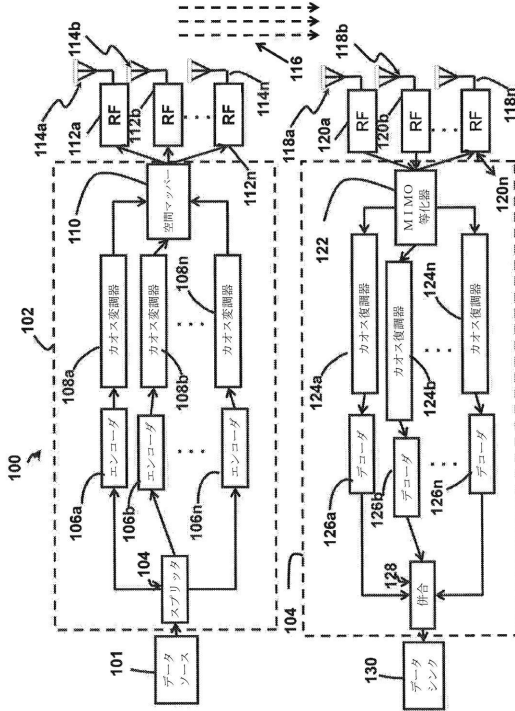
**【0106】**

異なるグループのグループメンバーが互いに近接している、いくつかの事例において、受信グループメンバーは、受信された信号の第1の断片を受信し得、受信された信号の第2の断片が受信グループメンバーによって受信されるような時間まで、受信された信号の送信を時間遅延する。

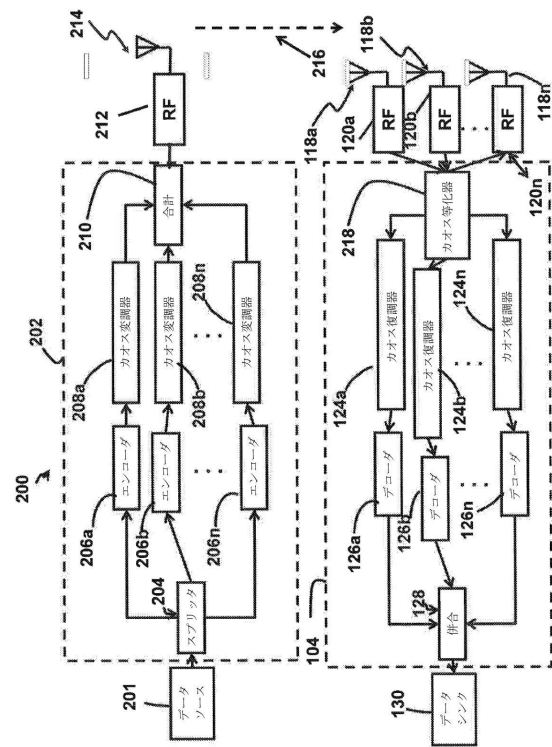
**【0107】**

本発明がDSSSエンコード体系を実装する任意の機器において利用され得ることが、当分野において知識を有する者によって認められるべきである。上記の説明は、本発明の特定実施形態を対象とした。しかしながら、その利点のいくつかまたは全ての実現と共に、他の変形および変更が説明された実施形態になされ得ることが明らかであろう。このため、全てのこのような変形および変更を本発明の適正な概念および範囲内に入るものとして包含することが、添付された特許請求の範囲の目的である。

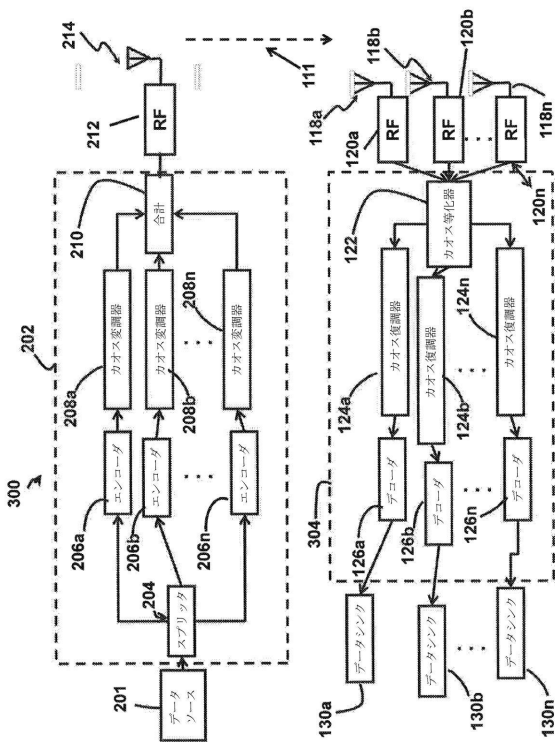
【図 1】



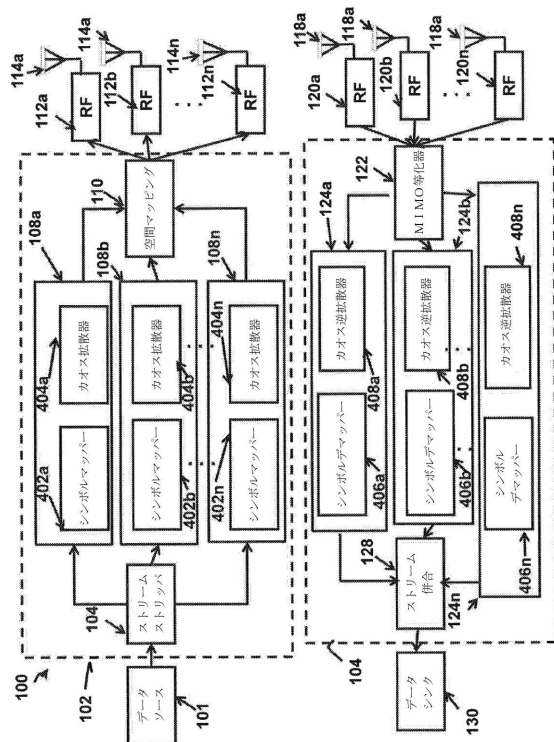
【図 2】



【図 3】

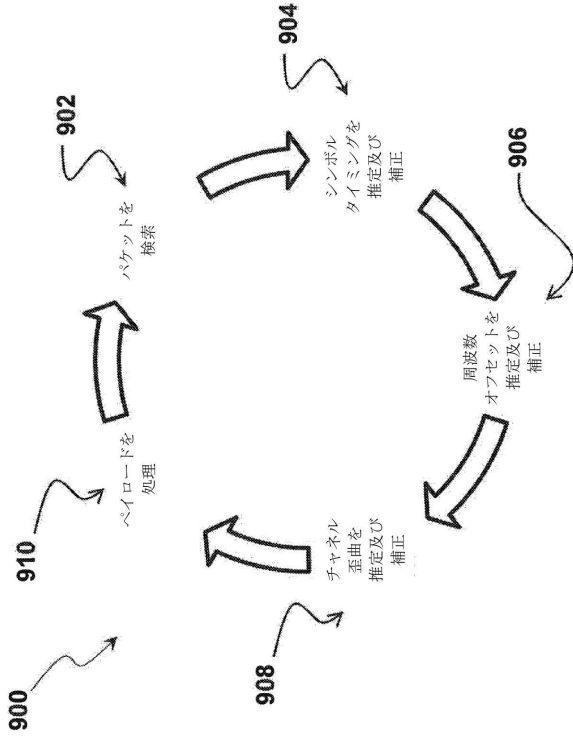


【図 4】

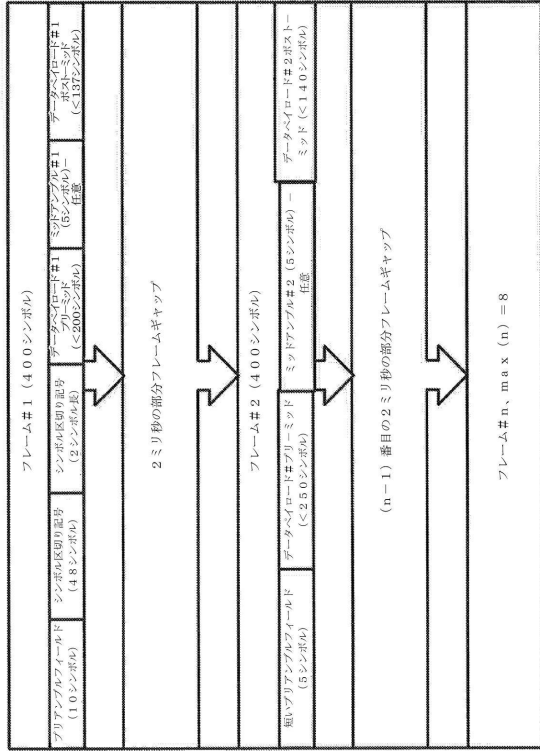




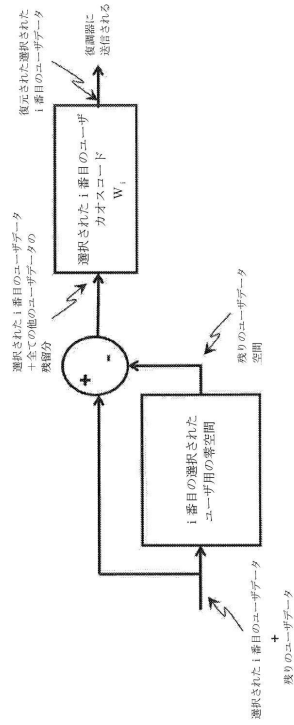
【図9】



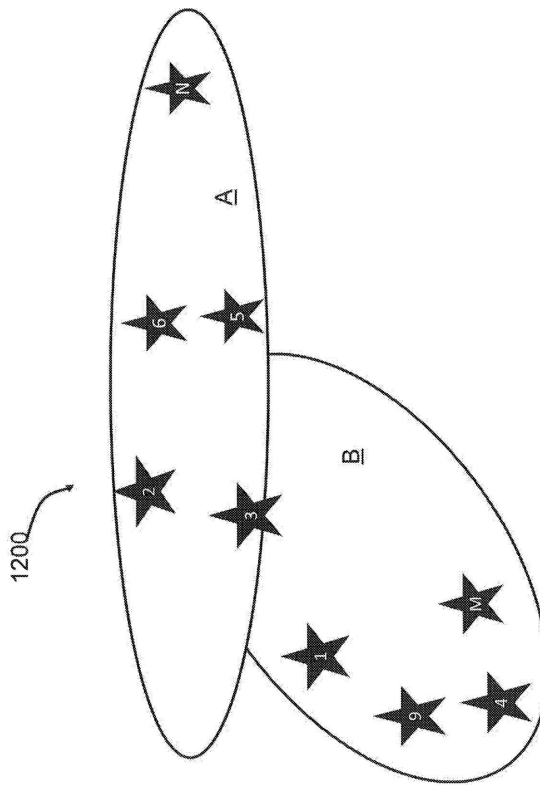
【図10】



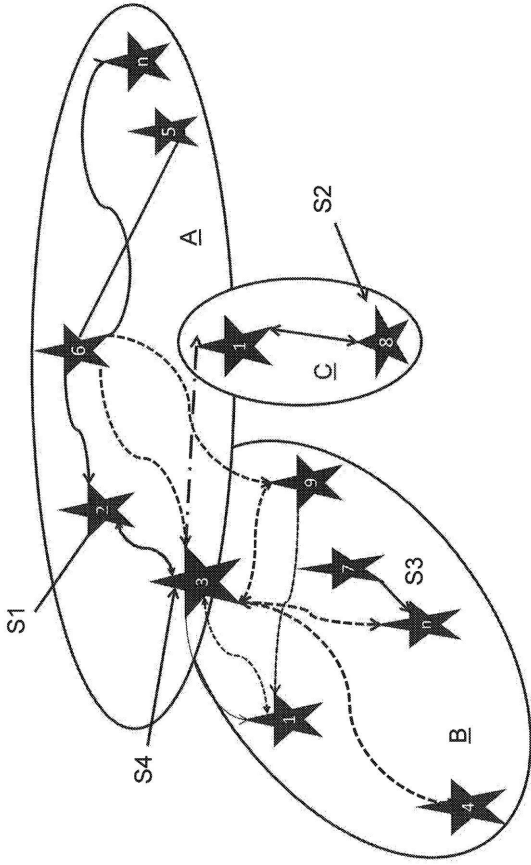
【図11】



【図12】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0169407(US,A1)  
米国特許出願公開第2012/0250783(US,A1)  
米国特許第09479217(US,B1)  
特表2012-505606(JP,A)  
特表2001-513950(JP,A)  
特開2008-306718(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04B 1/69