

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7658964号
(P7658964)

(45)発行日 令和7年4月8日(2025.4.8)

(24)登録日 令和7年3月31日(2025.3.31)

(51)国際特許分類		F I	
H O 4 W	16/18 (2009.01)	H O 4 W	16/18
H O 4 W	84/12 (2009.01)	H O 4 W	84/12
H O 4 W	24/10 (2009.01)	H O 4 W	24/10
H O 4 B	17/24 (2015.01)	H O 4 B	17/24
H O 4 B	17/318 (2015.01)	H O 4 B	17/318
請求項の数 15 (全71頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2022-526001(P2022-526001)	(73)特許権者	521412397
(86)(22)出願日	令和2年11月4日(2020.11.4)		オムニフィ インク.
(65)公表番号	特表2023-501340(P2023-501340 A)		OMN I F I I N C .
(43)公表日	令和5年1月18日(2023.1.18)		アメリカ合衆国 9 4 5 6 6 カリフォル
(86)国際出願番号	PCT/US2020/058890		ニア州 プレザントン, コール センター
(87)国際公開番号	WO2021/092018	(74)代理人	パークウェイ 6 7 0 1 , スイート 2 5 0
(87)国際公開日	令和3年5月14日(2021.5.14)		100107364
審査請求日	令和5年10月16日(2023.10.16)	(72)発明者	弁理士 斉藤 達也
(31)優先権主張番号	62/931,112		エプステイン, ジョセフ, アラン
(32)優先日	令和1年11月5日(2019.11.5)		アメリカ合衆国 9 4 5 6 6 カリフォル
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		ニア州 プレザントン, コール センター
		審査官	パークウェイ 6 7 0 1 スイート 2 5 0
			望月 章俊
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 フレキシブル無線ネットワークシステムのソフトウェア最適化

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線ネットワークシステムを動的に構成するコンピュータ実装方法であって、
前記無線ネットワークシステムにおける複数のアンテナの各々について、前記複数のアンテナの各々の信号が前記複数のアンテナにおける1つ以上の他のアンテナに到達しているかどうか及びどのように到達しているかを示すトポロジー情報を取得し、前記無線ネットワークシステムは、線形列に沿って配置された単一のネットワークライン及び単一の電力ラインに結合された際に並列構成で互いに結合された2つ以上のW i - F i トランシーバーを含み、前記2つ以上のW i - F i トランシーバーの各々は、夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの1つ以上に選択的に結合される、ステップと、
前記取得したトポロジー情報に依存して、前記無線ネットワークシステムに対する所望の構成変更を決定し、前記所望の構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記2つ以上のW i - F i トランシーバーに結合されているかの変更、又は前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちのどれが及び幾つがアクティブであるかについての変更を含む、ステップと、
前記所望の構成変更を開始するステップと、
を含む方法。

【請求項2】

前記所望の構成変更を開始するステップが、
スイッチのアクティブ化を開始して、前記複数のアンテナのうちの1つを前記2つ以

上のW i - F i トランシーバーのうちの1つに結合するステップと、

スイッチの非アクティブ化を開始して、前記複数のアンテナのうちの1つを前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つから切り離すステップと、

のうち1つ以上を含む、

又は、

前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つのアクティブ化を開始するステップと、

前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つの非アクティブ化を開始するステップと、

のうち1つ以上を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記複数のアンテナ各々について、前記取得したトポロジー情報を用いて夫々の近傍テーブルに入力するステップを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記取得したトポロジー情報は、送信が受信されるアンテナの組み合わせ又は受信アンテナの組み合わせに適用され、

又は、

前記トポロジー情報を取得するステップは、2つ以上の受信無線クライアントデバイス間で送信側無線クライアントデバイスの送信を相関させるステップを含み、

又は、

前記トポロジー情報を取得するステップは、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワーキングシステムの動作中に、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元である近傍情報を取得するステップを含み、

任意で、

前記取得した近傍情報は、前記無線ネットワーキングシステムでの送信に関連する夫々の信号強度を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記所望の構成変更を決定するステップは更に、

前記複数のアンテナのうちの1つ以上のアンテナに対する無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存し、

又は、

最適性、ネットワークニーズ、オペレータ要求、無線状態、及びクライアント要求のうちの少なくとも1つに依存する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記所望の構成変更を決定するステップは、アクティブ化された時に、少なくとも所望のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリアに亘ってカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定するステップを含み、

任意で、

前記方法は、セルの位置、既知の干渉パターン、又はアンテナの既知の指向性の量に依存して、前記集合的なカバレッジエリアを自動的にプルーニング又は整形するステップを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】

各W i - F i 送信機に結合されたアンテナは、アンテナ要素の集合に関するデフォルトのカバレッジパターンに寄与する前記アンテナ要素の反復型集合を表し、

前記所望の構成変更を決定するステップは、前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つに結合された前記アンテナに対する前記カバレッジパターンの変更をもたらす構成変更を決定するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記無線ネットワーキングシステムが、

前記単一のネットワーキングライン及び前記単一の電力ライン、及び、

10

20

30

40

50

複合電力及びネットワーキング分配、
のうち少なくとも1つを備え、

前記単一のネットワーキングライン及び前記単一の電力ライン又は前記結合された電力及びネットワーキング分配は、前記線形列に沿って配置され、前記2つ以上のW i - F i トランシーバーの各々に結合される、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記所望の構成変更を決定するステップは、前記無線ネットワーキングシステムの為の提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機械学習モデルを使用するステップを含み、

任意で、

前記方法は、更に、

前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワーキングシステムに関する1つ以上の提案構成を生成するステップと、

前記提案構成の夫々の結果を予測するステップと、

前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの1つを選択し、前記選択された提案構成は、前記所望の構成変更を含み、

又は、

前記方法は、更に、前記機械学習モデルによって、前記複数のアンテナの夫々の重要度を示す学習された応答を決定するステップを含み、

又は、

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワーキングシステムの領域と関連付けられた夫々の品質測度とを用いて訓練される、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記方法が更に、第1のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される1つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスがハンドオフされるべきであると決定するステップを含み、

前記所望の構成変更を決定するステップと、前記所望の構成変更を開始するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであるという決定に応答して実行され、

前記所望の構成変更を開始するステップは、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも1つを非アクティブ化し、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化するステップを含み、

任意で、

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記第1のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断するステップを含み、

又は、

前記方法が更に、

パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワーキングシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第2のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得するステップを含み、

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第2のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存し、

又は、

10

20

30

40

50

前記所望の構成を決定するステップは、

構成提案又は構成提案の重み付けを修正するステップと、

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワーキングシステムに関する新たな構成の生成を開始するステップと、を含み、

前記方法は更に、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び1つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワーキングシステムに関する新たな構成を生成するステップを含み、

任意で、

前記1つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第1のカバレッジエリアと前記第2のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第1のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第2のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件、を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

1つ以上の命令シーケンスを格納する1つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体であって、前記1つ以上の命令シーケンスは、1つ以上のプロセッサを用いて実行されると、前記1つ以上のプロセッサに、

無線ネットワーキングシステムにおける複数のアンテナの各々について、前記複数のアンテナの各々の信号が前記複数のアンテナにおける1つ以上の他のアンテナに到達しているかどうか及びどのように到達しているかを示すトポロジー情報を取得させ、前記無線ネットワーキングシステムは、線形列に沿って配置された単一のネットワーキングライン及び単一の電力ラインに結合された際に並列構成で互いに結合された2つ以上のW i - F i
トランシーバーを含み、前記2つ以上のW i - F i トランシーバーの各々は、夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの1つ以上に選択的に結合され、

前記取得したトポロジー情報に依存して、前記無線ネットワーキングシステムに対する所望の構成変更を決定させ、前記所望の構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記2つ以上のW i - F i トランシーバーに結合されているかの変更、又は前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちのどのアンテナ又は幾つがアクティブであるかについての変更を含み、

前記所望の構成変更を開始させる、1つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体。

【請求項12】

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用させて、前記無線ネットワーキングシステムの動作中に、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元である近傍情報を取得させ、

又は、

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、2つ以上の受信無線クライアントデバイス間の送信側無線クライアントデバイスの送信を相関させる、請求項11に記載の媒体。

【請求項13】

前記所望の構成変更を決定するステップは更に、前記複数のアンテナのうちの1つ以上のアンテナについての無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存し、

又は、

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、アクティブ化されると、少なくとも所望のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリア上にカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定させ、

又は、

各W i - F i 送信機に結合された前記アンテナは、夫々が前記アンテナ要素の集合に関するデフォルトのカバレッジパターンに寄与するアンテナ要素の反復型集合を表し、

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つに結合された前記アンテナに対する前記カバレッジパターンの変更をもたらす構成変更を決定させる、請求項11に記載の媒体。

【請求項14】

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線ネットワークシステムに関する提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機械学習モデルを使用させ、

任意で、

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、

前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワークシステムの1つ以上の提案構成を生成させ、

前記提案構成の夫々の結果を予測させ、

前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの1つを選択させ、前記選択された提案構成は、前記所望の構成変更を含み、

又は、

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを用いて訓練される、請求項11に記載の媒体。

【請求項15】

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、第1のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される1つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスがハンドオフされるべきであると決定させ、

前記所望の構成変更を決定すること、及び前記所望の構成変更を開始することは、前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することに応答して実行され、

前記所望の構成変更の開始を実行する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも1つを非アクティブ化させ、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化させ、任意で、

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線クライアントデバイスが前記第1のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断させ、

又は、

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第2のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得させ、

無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することは、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第2のW i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存し、

又は、

前記所望の構成を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、構成提案又は構成提案の重み付けを修正させ、

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワーキングシステムの新たな構成の作成を開始させ、

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び1つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワーキングシステムに関する前記新たな構成を生成させ、

任意で、

前記1つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第1のカバレッジエリアと前記第2のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第1のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第2のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件と、を含む請求項11に記載の媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2019年11月5日に出願された「フレキシブル無線向けのソフトウェア最適化 (Software Optimization for Flexible Wireless)」と題する米国仮特許出願第62/931,112号の利益を主張し、同出願の全体を参照により本明細書に援用する。

【0002】

本開示は、一般に、フレキシブル無線ネットワーキングシステムを構成し、最適化し、動作させる分野に関する。

【背景技術】

【0003】

今日、Wi-Fiネットワークを構築し展開する為の既存の技術は、多数の個別の無線アクセスポイントを設置し、通常、アクセスポイントに電力を供給するパワー・オーバー・イーサネットを備えたイーサネットである個別の有線ネットワーキングと電源接続によってスイッチに接続することを含む。アクセスポイントは、少数の無線機を含み、理想的にはアクセスポイントの数を最小限に抑えながら、配置の全ての一般的な占有領域への十分な無線カバレッジを確保するように、カバーする領域全体（通常はオフィスビル等）に分散して配置される。これらの2つの目標、即ち、十分なカバレッジとアクセスポイントの数の極減は、本質的に矛盾しているので、設置者は、設置の為の適切な妥協点を見つけようとし、多くの場合、ホールを埋める、又は密度を提供する為に立ち戻ってアクセスポイントの位置又は数を更新する必要がある。

【0004】

そのプロセスの全ての段階が高額である。エンタープライズグレードのアクセスポイントは価格が高く、たとえ、多くの場合1000ドル以上の定価から割引して与えられるとしても、例えば、1つ100ドルで販売されるときも、そのコストは、設置者が、例えば、カバレッジホールを単純に不可能にする為に配備数を2倍又は3倍にできる程ではないのは確かである。ワイヤリングクローゼットから各アクセスポイントの設置場所まで直接ケーブルを引き込むのに必要な労力は高額である。梯子に登り、アクセスポイントを壁や天井に取り付ける作業（通常、特殊な取り付けブラケットを使用）は高額である。アクセスポイントから通っている電線に対応するワイヤリングクローゼット内のパワー・オーバー・イーサネットスイッチポートは高額である。ワイヤリングクローゼットの配線は高

10

20

30

40

50

額である。アクセスポイント进行操作する為に必要なライセンスは高額である。アクセスポイントを管理する任意のコントローラアプライアンスは高額である。

【0005】

つまり、1つのアクセスポイントを配置するのに必要な人件費及び材料費により、顧客が各アクセスポイントを追跡し、把握していなければならないことは現実となり、従って、顧客は、配備されたアクセスポイントの数を合理化又は減少した状態で保つことを余儀なくされる。更に、顧客が過剰な数のアクセスポイントを地域に溢れさせることを望んだとしても、無線間の競合や干渉によってネットワークが効率的に動作しなくなったり、ネットワークを調整する為に今日設置されているアルゴリズムが機能しなくなったりするので、メーカーの推奨事項（明示又は暗示の）に反してしまう。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の無線設備における1つの問題は、各アクセスポイントが離散的で、追跡され、名前が付けられ、貴重な資産であるということである。幾つかの試みが、苦痛を軽減する為に成されてきた。例えば、アクセスポイントには複数のポートがあり、1つのポートから他のポートに或る程度の電力を通すことも可能である。従って、設置者は、アクセスポイントをデージーチェーン接続することで、アクセスポイント毎にワイヤリングクローゼットに引き込む手間を省くことができる。しかし、アクセスポイントは、1つ又は2つを超えるデージーチェーン接続に対応するように設計されておらず、アクセスポイント自体が有線ネットワーク上の帯域幅と供給電力を失うことになる。

20

【0007】

従来の無線設備における別の問題は、無線機が、離散した自己充足型の高価なデバイスに入っていることである。これは、十分なサービスの為に十分なデバイスを配置することと、過剰に購入しないこととの間に必然的な緊張を生じさせる。更に、各離散したボックスは、十分に適切なパターンを有する小さい筐体内のアンテナを頼りに、遠くにある可能性もある通話先のデバイスとの間にあり得る障害物を通り抜けることを望まなければならないことを考えると、非常に不完全な無線デバイスである。従って、設置の際には、あらゆる重要な方向に十分な視野を確保する為に、慎重な計画が必要となる。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

添付の請求項は、本発明の要約として機能し得る。

【0009】

幾つかの実施形態により、無線ネットワーキングシステムを構築及び供給する方法及びシステムが開示される。幾つかの実施形態は、無線トランシーバー、電力、及びネットワーキングを埋め込んだ材料の潜在的に長いストリップ又は平面を使用する。幾つかの実施形態は、多くの場合、切り替え可能であるアンテナを埋め込んだ材料の潜在的に長いストリップ又は平面を使用し、従って、トランシーバーが送受信の物理的ポイントを選択する機会を遥かに多く提供する。又、インテリジェントソフトウェアプロセスを使用して、この高度にフレキシブルアンテナアーキテクチャを動的に構成・再構成し、様々な配備及び様々な状況下で最適化されたカバレッジパターンを提供する方法も開示される。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】電球内の無線トランシーバー及び埋め込み型アンテナを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図2】照明埋め込み型無線アクセスポイントのブロック図を示す、本発明の一実施形態の図である。

【図3】電子的に向きを変えることができるアンテナを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図4】本発明の一実施形態の図であり、電子的に選択可能なアンテナオプションのセッ

50

トを示す図である。

【図 5】無線トランシーバーに取り付けられたアンテナストリップシートを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 6】ストリップ上のエンドスパン及びミッドスパンの両方の位置決めでの、放射アンテナで終端する複数の伝送路を示す本発明の一実施形態の図である。

【図 7】アンテナストリップ上のアンテナの反復パターンを複数の伝送線路で示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 8】共通のアンテナ伝送レーン及びそれらのアンテナの間で選択する選択可能なアンテナスイッチの為のデータ線を示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 9】アンテナストリップ上の選択可能なアンテナスイッチを駆動する無線トランシーバー及びスイッチコントローラを示す、本発明の一実施形態の図である。

10

【図 10】ストリップ上等の複数のアンテナを有する複数の選択可能なベースバンドブロードバンド変調器を駆動する無線ベースバンドトランシーバー及びスイッチコントローラを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 11】ストリップ上の複数のアンテナセットの複数の領域を制御するヘッドエンドを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 12】反復型無線システムを伴うストリップに電力及びネットワーキングを提供するヘッドエンドを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 13】夫々が反復型選択可能アンテナを駆動する反復型無線システムを備えたストリップに電力及びネットワーキングを提供するヘッドエンドを示す、本発明の一実施形態の図である。

20

【図 14】前記ストリップ上に反復型無線システムを埋め込んでおりヘッドエンドによって駆動されるアンテナストリップの、複数の選択可能なアンテナセットの構成を示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 15】ヘッドエンドによって駆動されて、1つ以上のストリップ上のユニットの全体からアクティブなユニットを選択するリソース割り当てを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 16】ストリップとは対照的に、ケーブルを介して複数の無線システムを駆動するヘッドエンドを示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 17】AC 電力を使用してストリングで駆動される反復型無線システムを示す、本発明の一実施形態の図である。

30

【図 18】アクセスポイント送信位置が、選択可能な位置のより高い密度の中のポイントに電子的に設定され、従って、アクセスポイントがそれらの現在の位置からそれらの最適な位置に物理的に再配置され得る場合の状況をより密接にエミュレートする可能性があるのを示す、本発明の実施形態の可能な利点を示す図である。

【図 19】複数のヘッドエンド又は離散アクセスポイントに亘るリソース管理及びトポロジー発見を示す、本発明の一実施形態の図である。

【図 20】本発明の複数の実施形態をインストールする方法を示す図である。

【図 21】フレキシブル無線ネットワーキングシステムの配備例を示す図である。

【図 22】3つの無線クライアントデバイスが図 21 に示されるストリップの範囲内にあるシナリオを示す図である。

40

【図 23 A】乃至

【図 23 B】アンテナパッチの一例示的な実施形態を示す図である。

【図 24】チャンネル再利用を考慮した建物全体に対する例示的なアンテナ放射パターンを示す図である。

【図 25】図 24 に示されたアンテナ放射パターンに対するブルーニングの結果の一例を示す図である。

【図 26 A】乃至

【図 26 B】重なり合う円を備えたアンテナ放射パターンに対するブルーニングの結果の一例を示す図である。

50

【図 2 7】フレキシブル無線ネットワークシステムのソフトウェア最適化の為のシステム及び方法の一例示的な実施形態を示す図である。

【図 2 8】複数のアンテナが送信及び受信の為に使用される一例示的な実施形態を示す図である。

【図 2 9 A】乃至

【図 2 9 B】幾つかの実施形態に従って、2つの異なる重なり合うアンテナセットを有する夫々の構成におけるアンテナによって順次ピックアップされる2つの類似の送信を例示する図である。

【図 3 0】機械学習を使用してフレキシブル無線ネットワークシステムを動的に構成する為の方法の一例示的な実施形態を示す図である。

10

【図 3 1】アンテナが特定の反復パターンに分割される例示的な実施形態を示す図である。

【図 3 2】2つの無線機の間を含む、ストリップの長さに亘る反復パターンを有するストリップの一例示的な実施形態を示す図である。

【図 3 3 A】乃至

【図 3 3 C】幾つかの実施形態による、例示的なストリップに対する距離でのアンテナ選択の異なる可能性を示す図である。

【図 3 4 A】乃至

【図 3 4 C】無線クライアントデバイスがストリップに対して、且つストリップに沿って移動する、単一の無線機に取り付けられたストリップ沿いの個々の切り替え可能なアンテナを含む、例示的な実施形態を示す図である。

20

【図 3 5 A】乃至

【図 3 5 C】限定されたラジエータセットを使用する一例示的なハンドオフシナリオを示す図である。

【図 3 6】ハンドオフマネージャを含むフレキシブル無線ネットワークシステムのソフトウェア最適化の為のシステム及び方法の例示的な実施形態を示す図である。

【図 3 7】ハンドオフマネージャが構成マネージャに統合される一例示的な実施形態を示す図である。

【図 3 8 A】乃至

【図 3 8 C】アンテナ素子の厳密なマッピングがハンドオフに続いて維持される一例示的な実施形態を示す図である。

30

【図 3 9 A】乃至

【図 3 9 B】幾つかの実施形態による、指向性を生成する為のストリップ上の三次元アンテナ形状の使用を示す図である。

【図 4 0】どの無線機もアンテナから切り離すことができない4方向スイッチファブリックの例示的な実施形態を示す図である。

【図 4 1】RFチェーンとアンテナの任意の組み合わせが接合され得る単極単投スイッチのフルマトリックススイッチの例示的な実施形態を示す図である。

【図 4 2】一実施形態が実装され得るコンピュータシステムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

40

開示された発明の実施形態の多くを繋ぐ1つのテーマは、利用可能な無線伝送位置の密度を増加させる為の方法を活用し、従って、人間の介入又は実際の離散資産の物理的再配置を必要とせずに無線ネットワークの物理的レイアウトの電子的再構成を潜在的に可能にするということである。開示するフォームファクタの可能な利点は、建築又は配線計画に容易に組み込むことができ、熟練したネットワーク労働者ではなく、電気技師によって設置することができることである。

【0012】

図1は、無線電球110の一般的なアーキテクチャを示す。Wi-Fiトランシーバー120が提示されている。通常これはチップ上の完全なシステムとして利用可能であり、その無線層及び媒体アクセス制御(MAC)層と共に、CPU、メモリ、及びオペレーテ

50

ィングシステムを含むことを意味する。電球である為に、LEDと、システムオンチップ（SoC）がネットワーク要求に基づいてLEDを（通常はパルス幅変調によって）調光できるように、SoCに取り付けられた十分なLEDコントローラも有する。実施形態は単に電球に関するものだけではないので、照明コンポーネントは図に示されていない。Wi-Fiトランシーバー120は、アクセスポイント（AP）として動作し、ネットワーク110からの情報を中継する。

【0013】

図2は、図1の実施形態を精緻化して示す図である。主電源210上にルーティングされた電力線技術上の（通常は大容量である必要はない）ネットワーキングを使用して、ネットワーク200が導入される。電球は、その照明及び無線ニーズを駆動するのに十分な容量を備えた電源220を有する。電力線ネットワークトランシーバー230は、CPU／コントローラ250を電力線ネットワーク200に接続する。Wi-Fiトランシーバー290は汎用のWi-Fi機能を提供する。このようなトランシーバーは、典型的には、CPU250が上位層のネットワーキング構成を処理し、トランシーバー自体が、CPUによって、提供すべきベースサービスセット識別子（BSSID）の数、それらのアドレスが何であるか（多くの場合ベースアドレスとマスクを介して）、どのような無線設定が必要であるか、等の正しい無線モードを採用するようにプログラムされるように構造化されている。通常、CPU上のソフトウェアには、アクセスポイントマネージャ260があり、これは、各クライアントのアソシエーションとステートマシンを処理し、又、クライアントのリスト280、及びBSSIDとサービスセット識別子（SSID）サービス提供270も処理する。1つ以上のアンテナ295が提供される。

【0014】

電球がプラグイン、スナップオン、及び蛍光管電球を含む多くのフォームファクタで提供されるので（代替照明技術がLEDであっても）、図1の据え込み型としての電球の図示は単に一実施形態に過ぎない。幾つかの実施形態における電力及び電力線ネットワーキング技術は、蛍光灯の安定器を介して動作する。他の実施形態は、標準的な2つ又は3つのプラグコンセントプラグが取り付けられており、従って電源コンセントに差し込むものであり、更なる実施形態は、夜間照明の構成を採用している。他の実施形態は、ジャンクションボックス内のウィングナットを介して等、電源に直接配線する。

【0015】

他の実施形態では、電力線ネットワーキング要素は使用されないか、存在すらせず、Wi-Fiトランシーバーはメッシュネットワーキングの為に使用される。

【0016】

文字通りのフォームファクタとしての電球は、可能な唯一のフォームファクタという訳ではない。アクセスポイントを導入できる場所は他にもある。電球の実施形態から照明コンポーネントを単に除去することによって、照明のない、単なる無線機である「常夜灯」を有することができる。別の実施形態は、コンセントに直接組み込まれるもの、標準的なコンセントの代わりに配線されたもの、制御可能なスマートコンセント、又はGFCEIコンセント等、夫々異なる実施形態であり、制御可能且つGFCEI保護を有する単純なプラグという必要な特徴を担持している。

【0017】

上記の実施形態によるような内蔵型無線は、アンテナが設置者によって構成されないように設置され得る。アンテナパターンは、特にデバイスが天井又は壁又は什器に対して配置される場合、多くの場合重要である。すると、固定アンテナセットが1つだけであることは、環境に対する結果として生じるアンテナパターンが、十分なカバーをし損なう総体的に歪なセルをもたらす場合、問題となるであろう。

【0018】

一連の実施形態は、自動的に移動可能なアンテナを使用することによって、この問題を解決する。図3は2つの実施形態を示す。図3aは、サーボ、モータ、又は電気的に変形可能な材料等の電気的に可動な装置310に取り付けられた、1つの自由軸を有するアン

10

20

30

40

50

テナ300を示す。図3bは、1つの可動装置330を十字等の異なる方向で別の可動装置340に取り付けることによる2つの自由軸を示す。W i - F i 用の全方位アンテナは、1~2cmの長さがあればよく、必要な機械的サーボやモータは、極めて低コスト且つ小型で製造できるようになった。従って、複数の可動アンテナパッケージを電球のような小さなフォームファクタに簡単に設置できる。他の実施形態では、サーボやモータの代わりに、バネと可変長の支柱を用いてアンテナを位置決めし、可変長の支柱は、メモリワイヤ、ラックアンドピニオンシステム、ソレノイド、感電圧材料、又は他の同様の機構であり得る。材料の選択は、製造上の決定であり、動作に必要な電力、コスト、及び複雑さの間にトレードオフが存在し、このような選択は自明であり、実験や更なる発明を必要としない。幾つかの実施形態において、複数のアンテナは、1つの移動機構と一緒に取り付けられる。

10

【0019】

機械的作動が望ましくない場合、複数のアンテナパターンを切り替えることができる。図4は、アンテナ切り替えの一実施形態を示す。複数のアンテナが、異なる方向、位置、又は異なる形状及びパターンで提供される。この図では、各アンテナ400は、それ自身の一方向スイッチ410を提供され、代わりに、個数を削減した多方向スイッチが提供され得る。アンテナは、異なる方向、2次元又は3次元空間に配置されてもよい。アンテナは、独立したワイヤであってもよいし、マイクロストリップアンテナのようなプラスチック又は固体回路基板に印刷されてもよい。これは、多くの場合、非常に安価に行うことができる。幾つかの実施形態は、システムが様々なアンテナパターンを検索し、使用する最適なアンテナパターンを発見できるように、選択項目を使用して各アンテナに対して十分なアンテナの可能性を提供する。大分前のW i - F i の初期には、パケット毎のアンテナ切り替えが使用され、トランシーバーは、使い捨て訓練プリアンプルの間に複数のアンテナの信号強度を比較するのに（通常、回路はそれ以外を大して測定する程に高度ではなかった）十分な時間があり、システムは次にどのアンテナから主信号を受信したいか選択できた。O F D Mで高速化すると、単に検出時間が足りなくなる為、この方法は使えなくなった。又、M I M Oでは複数のアンテナで異なる信号を流しているので、意味がないことになる。それでも、アンテナの位置が関係ないという訳ではない。寧ろ、今のアクセスポイントは、合理的に直交する場所に、アンテナを筐体に目立つように固着している。（外付けアンテナは、経年変化で落ちやすく、アクセスポイントのパターンが変わってしまう為、やや稀である）。しかし、アクセスポイントが、電球ソケットやジャンクションボックス等、先験的な配置を妨げる物理的に制約された位置に配置される場合、パケット毎ではなく、配置毎に、更には移動するトラフィックパターン等に基づいて経時的に、遠隔且つ自動的に調整可能なアンテナの必要性が復活する。

20

30

【0020】

アクセスポイントは、従来、計画者と設置者の両方によって、高度な注意と精度をもって配置されている。理想的としては、寧ろ、任意の便利な場所にそれらを配置し、最適な場所に遠隔でアンテナを稼働させることであろう。しかし、M I M Oの場合、ケーブル配線でこれを実現するのは困難であり、各アンテナを一定の距離に配置し、同じ周波数で独立した空間チャンネルを捕捉できるよう、アンテナ間の独立性を十分に確保する必要がある。同軸ケーブルの端に外部アンテナをぶら下げる為だけに、2~4本の同軸ケーブルを引くに足る費用を払おうとする人は稀であると思われ、同軸ケーブルの圧着工具は設置業者のツールベルトに普通にあるものではなく、通常、同軸ケーブルを引いてアンテナを設置できるなら、代わりに同じ場所にアクセスポイントを設置して費用と手間を節約することができる。実際、このような理由から、現在販売されているアクセスポイントの殆どは、内部アンテナのみを含んでいる。

40

【0021】

しかしながら、この設置の問題は、アンテナを埋め込んだ、安価で、場合によっては可撓性で、設置が容易な材料のシートを使用することによって軽減され得る。図5は、アンテナストリップシートを概念的に示している。W i - F i トランシーバー500は、1つ

50

以上のアンテナ用の1つ以上のライン510を介してストリップ520に接続する。その後、ストリップシートは、空間に亘って配置され、従って複数のアンテナ位置の可能性を提供する。

【0022】

幾つかの実施形態において、ストリップシートは、安価なLED照明ストリップと非常に類似した印刷物であり、通常はプラスチックのフレキシブル回路基板である。幾つかの実施形態において、ストリップは、支持インフラストラクチャを有するアドレス指定可能なアンテナセットの反復ユニットで作られている。アンテナシートは、幾つかの実施形態において、ヘッドエンドユニットに取り付けられ、実施形態によっては、パッシブアンテナからアクティブトランシーバーまでの様々なコンポーネントをアドレス指定可能に駆動する。目標は、これらのシートが、経済的痛みを殆ど伴わずに安価に投入され必要に応じて切断され得る長いスプールに入っており、従って、未熟練な設置と最小限の廃棄物コストを可能にすることである。

【0023】

幾つかの単純な実施形態では、図6に示すように、ストリップシートは1つのアンテナセットを有する。幾つかの実施形態において、レーン640は、レーン自体からの放射又は吸収を防止する為に、同一平面620上の十分な印刷シールドレーン、並びに上610及び／又は下650の印刷平面上の積層シールドによって包囲されて、各アンテナ630の信号を伝達し、幾つかの実施形態において、これらは接地されて、同一平面内の絶縁空間又は別の絶縁層によってレーンから分離されている。他の実施形態では、他のシールド機構が使用される。図に示すようなシールドを用いると、ストリップの非放射部分の大部分は、安価に作られた同軸ケーブルのように作用するが、同軸要素、又はケーブルがない為、LEDストリップと同じ方法を用いて製造することが可能である。1つのあり得る利点は、同軸のように、信号の減衰をアンテナストリップの長さにはほぼ線形に保てるということである。シールドストリップの幅の選択は、マイクロストリップ伝送線路の技術に精通した者が無理な実験なしで容易に行われ、所望の価格での所望の品質に基づいて選択され得る。放射位置では、シールドは省略され、適切な放射及びインピーダンス整合構造が使用される。図6aでは、4本のアンテナは、ストリップのシールドされていない端部で並列に示されており、例示的ではあるが、図の方向に主放射構造を有する並列PIFAアンテナを配設する等、このような隣接整列アンテナオプションが行われ得る。しかしながら、幾つかの実施形態において、アンテナは、異なる方向、パターン、及び異なるシールド及び接地面構成で配置される。例えば、図6bは、レーン平面上のシールド材料によって包囲された、2組の直交する放射アンテナを示す。(ここでも、詳細には図示されていないが、PIFAアンテナは、このような主要方向で印刷されてもよい)。他の実施形態では、図の部分aのように、異なるレーン平面シールドを使用するか、又は放射素子におけるレーン平面シールドを省略する。他の実施形態は、パッチアンテナにおいて典型的に行われるように、アンテナをストリップの平面に直交する好ましい方向に放射させる為に、放射平面の上のシールドの1層(例えば上部)を除去するが、下部を残す。収容できる放射要素の長さは、ストリップの長辺に余裕がある限り可能であるが、合理的なビームパターンを形成したい等の実用的な配慮から、長さ、アレイパターン、及び潜在的な利得は数dB以下に制約されることがある。アンテナの形状も又、必要性に基づく選択である。幾つかの実施形態において、レーンに取り付けられた複数の放射要素があり、幾つかの実施形態は、異なるパターン表現を可能にする為にこれを行い、他の実施形態は、使用する周波数帯に基づく複数の最適な共振の為に複数の長さを有する等、異なる周波数応答を可能にする為にこれを行う。

【0024】

更なる実施形態では、複数のアンテナセットが、異なる位置で、同じストリップ上に配置される。単純な実施形態が図7に示されている。この特定の実施形態では、放射パターンがストリップの下方に少なくとも1回反復される。各アンテナ720は、周囲のシールド700の中で、ストリップのヘッドに戻る自身のレーン710を維持する。この図及び

10

20

30

40

50

以下の図では、他のシールド層の穴を図示していないが、多くの実施形態において、信号が平面に対する一方又は両方の法線方向に逃げるように、アンテナの少なくとも放射部分の上に穴があることは、前出の説明から明らかであり、前と同様に、同じ層上の放射アンテナの周りのシールドは異なることがある。この特定の図では、第2のアンテナセット用のレーン、第1のアンテナセットと同じ層上に示されている。他の実施形態では、アンテナレーンは異なる層に分散され、全てそれらの間に適切なシールドがあり（1つの特定の実施形態は、或る層のレーンが上下の層のレーン間のシールドによって包囲されるように、各層の間でレーンを垂直にジグザグ状にする）、その後、ビアで外界に露出したアンテナで高い放射層へと接続することが可能である。

【0025】

図8は、スイッチド・アンテナを使用する更なる実施形態を示す。これらの実施形態では、アンテナ840は、ストリップに沿って、必要な数だけ反復するセットを生成し、1つのレーン810が各アンテナ専用となっている。ストリップにはアクティブスイッチ820が取り付けられている。アクティブスイッチの電力レーン及びグランドリターンは、当業者にとって明らかに配線可能であるが、この図には図示していない。しかし、スイッチ用のデータ線830は図示されている。幾つかの実施形態において、これは、アンテナスイッチ／コントローラ820に、アクティブにすべきなのはそのスイッチであることを通信するシリアルラインである。一実施形態では、各スイッチに専用のスイッチ制御ラインを設けている。別の実施形態は、スイッチ／コントローラを連鎖させる為に単純なパルスコードを使用し、Wi-Fiトランシーバー付近には、データ線用のマスターコントローラがあり、これは、特定のアドレス長の一連の矩形パルスを放出し、その後、異なる長さのトレーラーパルスが続く。各スイッチ／コントローラは、その実施形態においてラインを電氣的に終端し、入ってくるパルスをカウントして、最初のパルスは放出せず、次のスイッチまで下流に、2番目以降のパルスを、トレーラーパルスを含めて放出する。トレーラーの前に1パルスのみが入ってきた場合は、スイッチが閉じてそのアンテナをアンテナレーンに接続し、そうでない場合は、スイッチが開いてアンテナを切り離す。このように、マスターコントローラは、アクティブ化したいスイッチのカウントと同じ数のパルスを1から順に放出し、その後、トレーラーが続く。例えば、6カウントのパルスと1つのトレーラーを送ると、ヘッドエンドから数えて6番目のスイッチ以外のストリップ上の全てのスイッチが開くことになる。明らかに、可変パルス幅、マンチェスター、及び当技術分野で知られている他の符号化を含む様々な異なる符号化を使用するバイナリアドレス可能なコードを含む他のコードを使用してもよい。今説明した特定の実施形態は、最小限の回路で実施できる単純なコードに過ぎない。シールドをどのように配置するかは既に説明したので、図を明確にする為に、この図にシールドは示されていないことに留意されたい。面間シールドについては、今は実装部品があるので、幾つかの実施形態において、下の層の能動部品の半田パッド用にシールド層に穴を残す。上部実装層より下の異なる層にアンテナレーンを移動させ、ビアを通してレーンを表層に持ってくる方法もあり、或る特定の実施形態では、ビアをスイッチの半田パッドに配置し、スイッチがそれ自体のボディで直接放射をシールドすることによって、偶発的な漏れを防止している。更なる実施形態は、上部実装及び放射層の直下にある上部シールド層を、能動部品の為の接地層として使用し、ビアを介して時折接地を最上層に印刷された自身の接地線に接続するか、ビアを介して常に第2層へ接地させるかの何れかである。

【0026】

図9は更に、S0-4（又は所望の数）と示すもの等のスイッチライン930を有するマスターコントローラ910と、ストリップ又は同様の構造940に接続された、A0-4（又は同様に所望の数）と示すもの等のアンテナライン920を有するWi-Fiトランシーバー900とを図示している。他の実施形態では、異なるアンテナ数を使用してもよく、アンテナリピートのパターン及び距離は、製造オプションである。接地／シールド及び電源接続は、自明であるが、示されていない。他の実施形態は、同じ制御ラインから複数のアンテナレーンを切り替えるマルチアンテナスイッチを使用することに、再度、留

10

20

30

40

50

意されたい。幾つかの実施形態は、アンテナセット毎に1つのスイッチコントローラを使用するが、コントローラ由来の1つのスイッチラインから複数のシングルアンテナスイッチを駆動する。

【0027】

アンテナストリップは、最初から最後まで電力損失を有し、又、アナログプロセスである故に、トランシーバーに何らかの作業をさせる必要がある。幾つかの実施形態において、トランシーバーとストリップの間に取り付けられた、又はストリップに沿った1つ以上の点に配置された双方向増幅器がそれに対応する。一実施形態では、増幅器は、ストリップのヘッドエンドにある。別の実施形態では、増幅器はレーンに沿った1つ以上の場所にあり、従って、それらの挿入点でレーンを分割する。別の実施形態では、増幅器はレーンとスイッチの間に、スイッチ毎に1つずつ取り付けられ、従ってレーンは分割されない。その他の配置も可能である。

【0028】

しかしながら、非常に長時間の稼動、又は放射性の懸念が最重要となる場合、又はコスト若しくは設置容易性の理由で、他の選択肢が存在する。図10は、ベースバンドアンテナストリップ1030を使用する実施形態を示し、ストリップを構築する方法が既に開示されているので、明確にする為に模式的に図示している。RFである以前のWi-Fiトランシーバーは、ここではベースバンドトランシーバー1020に縮小されている。RFアンテナ線の代わりに、究極の広帯域信号の実際の複雑な部分の為に少なくとも1対のベースバンドアナログ線I及びQ1025がある。少なくとも1つの双方向ベースバンド／ブロードバンドコンバータ1050（図では2つの反復ユニットが示されている）は、送信時にベースバンドをブロードバンドに変調してアップコンバートし、受信時にブロードバンドをベースバンドにダウンコンバートする。Chライン又は複数のラインは、チャンネル及び伝送特性を指定する。幾つかの実施形態において、Chラインは1ラインのみで、チャンネル搬送波信号を搬送し、コンバータはIQラインの状態に従って送受信を検出する。他の実施形態では、Chラインは使用するチャンネルを記述する信号を搬送し、変換器はその内部に共振器を有し、必要な周波数を生成し、特定の実施形態におけるチャンネル記述信号は、水晶で駆動するような低周波信号と、水晶線から生成する相対周波数を指定する乗算信号から構成される。他の実施形態では、ChラインはTx/Rxラインも搬送し、コンバータはIQラインを感知することで送信か受信を決定するのではなく、代わりにTx/Rxライン（通常トランシーバーを介してMACによって駆動される）を使用する。図に示すように、幾つかの実施形態は、どのコンバータを駆動するかを選択することによって、どのアンテナセットを使用するかを選択する。幾つかの実施形態において、コンバータは、シリアルラインを使用する既述アンテナスイッチのような制御式スイッチを使用するのではなく、代わりに、電力ライン上の電力スイッチを使用してスイッチオンしない限りパワーアップしない。他の実施形態では、コンバータはイネーブルラインを有し、前出でスイッチに使用されたようなシリアルコントローラのようなコントローラによって駆動される。これらの実施形態の1つのあり得る利点は、ベースバンド信号がより少ない誤差で更に搬送され、コンバータは、十分に小さく安価である為、アンテナストリップにほぼ使い捨て方式で取り付けられ得ることである。

【0029】

フルベースバンドコンバータを使用する代わりに、チャンネル上で搬送される低周波の実信号と追加の変換段階を使用する、更なる実施形態が説明され得る。この2段階変換は、IQ線を低域通過帯域線に置き換えることを必要とし、通常はアンテナ毎に2本ではなく1本であるが、信号を完全に実電圧として表現できるように十分に高い低域、非放射線周波数に設定される。前出の図とよく似たセットアップとなる。中間通過帯域を使用することの考えられる利点は、ラインの数とコンバータの複雑さを削減することである。

【0030】

全ての場合において、複数の制御ライン及びアンテナレーンをストリップ（上記で開示したようなアンテナストリップであっても、下記で開示するトランシーバーストリップで

10

20

30

40

50

あっても）内に実装することが可能であり、従って、同時に2つ以上のアンテナセットで送信又は受信できるストリップによる実施形態を製造することが可能である。図11は多領域ストリップ1120を示す。幾つかの実施形態において、領域は連続的であり、ストリップは間隔を置いて新たな領域を反復する。幾つかの実施形態において、領域毎に1つのアンテナセット130がカウントによって使用可能である為、5つの領域、及び5つのコマンドラインがある場合、最初のコマンドラインが最初の領域内のどの1つのアンテナセットを使用するか等を選び、制御することが可能である。他の実施形態では、領域は n 分の1（one of n ）であり、つまり、或る反復領域間隔内で、第1のアンテナセットは第1の選択セットに属し、第2のアンテナセットは第2の選択セットに属し、最初の制御ラインがどの領域の第1のアンテナセットを使用するか等々を選択することを意味する（これらの実施形態の幾つかは連続型の前出の実施形態のインターリーブ形態であることに注意されたい）。

10

【0031】

多くの場合、アンテナストリップで十分であろう。しかしながら、場合によっては、アナログ損失が許容できない状態のままであり、更に長さを延長する為に純粋なデジタル伝送メカニズムが必要とされる。朗報としては、フルWi-Fi SoC自体が、ストリップに複数個実装できるほど安価である。

【0032】

図12は、トランシーバーストリップ1230を示す。最低でも、Wi-Fiシステム1240は、デジタルーアナログトランシーバを含む。しかしながら、幾つかの実施形態において、Wi-Fiシステムは、システムオンチップ全体を含む。これらの実施形態において、ネットワークラインはシステムを1つに接続する。幾つかの実施形態において、ネットワークラインは高速バスである。幾つかの実施形態において、ネットワークラインは、ハブ可能又は修正ポイントツーポイントイーサネット等の、タップ可能なネットワークである。幾つかの実施形態において、ネットワークラインは、アドレス指定可能なバックプレーンとして機能する。他方では、ネットワークラインはブロードキャスト媒体である。幾つかの実施形態において、ヘッドエンド1200は、このストリップの為のネットワーク1220及び電力1210を提供する。これらのトランシーバの実施形態の1つの可能な利点は、電力及び帯域幅によって制限されるが、複数のシステムが、同じ又は異なるチャンネルで、同時に通信できることである。このようにして、これらのストリップは、設置者にとって、安価なLEDストリップと非常に同様に作用することが可能になり得る、つまり、必要なだけ測定し、望むところにルーティングし、望ましい場合カットする。次に、システムは、以下に開示するように、どの程度の量のストリップを使用するか、何時、何処で使用するかを決定することができる。

20

30

【0033】

ストリップは多様な可能性を提供するので、電球のフォームファクタ毎に複数のアンテナパターンを有する前出の実施形態は、図13に示すように、ストリップ上で直接使用され得る。明確にする為に、1つのアンテナレーン及びその切り替え可能な選択肢のみが示されているが、この組み合わせは汎用的であり、複数のレーン及び選択肢に拡張され得る。スイッチ1340及びアンテナ1350は、図4のものと同一方法で作動され得る。図14は、汎用的な組み合わせを有する一実施形態を示し、ストリップ1430は、それ自体のコントローラとして動作するWi-Fiシステム1440と、夫々がアンテナセット1460（4つが示されているが、任意の数が可能）を含むサブ領域1450（2つが示されているが、任意の数が可能）のヘッドエンドを含む反復メタ領域に分割され、アンテナセットはパッシブ多重アンテナレーン、アクティブスイッチレーン、変換レーン等、開示した実施形態の何れを含んでもよい。

40

【0034】

前出のストリップは、平坦な2次元の物体として説明されてきた。しかし、アンテナは3次元である必要があり得る為、幾つかの実施形態は3次元でもある。幾つかの実施形態において、アンテナセットは、ドーターストリップに取り付けられる。幾つかの実施形態

50

において、アンテナは、正しい場所に半田付けされるか、又は接続された硬質ワイヤである。幾つかの実施形態において、ストリップ自体は、元の向きに戻る前に異なる向きをカバーすることを可能にする為に、間隔を置いて圧着、折り畳み、又は回転される。幾つかの実施形態において、ストリップは、設置時に向きを変えることを可能にする為に、回転可能なコネクタ（ブラッシングで自由に回転するもの、又はケーブルで拘束されるものがある）又は折り畳み可能若しくはフレキシブルブリッジ等の機械的コネクタを、反復する間隔で有する。幾つかの実施形態において、アンテナは、先に開示したように、モータ駆動される。幾つかの実施形態は、製造仕様に従って、幾つかの部品を平坦にし、他の部品にこれらのオプションがある状態で、うまく組み合わせる。

【0035】

ストリップは、効率的なフォームファクタを有し得る。しかし、ストリップ上で開示されてきた相互接続の技術は、ストリップの外部でも行われ得る。従って、他の実施形態は、上記の開示された構造を使用するが、ワイヤ又はケーブルを使用して回路を分離する。例えば、幾つかのそのような実施形態は、アンテナセットを夫々独自の回路基板（フレキシブル又はフレキシブル以外）に搭載し、同じ構造を含むケーブルによって接続させることである。他の実施形態は、単に反復ユニットを別々のストリップ又は回路に分離し、ケーブルで接続する。これは、LCDストリップを現場で切断してケーブル接続するのと同じ方式で現場で作成してもよいし（無半田接触閉鎖ケーブルを使用することを含む）、製造時にこの方式で作成してもよい。ケーブルは、所望の長さだけストリングを現場で再組み立てできるようにプラグを有していても、有していなくてもよい。

【0036】

ケーブル付きストリングは有用なフォームファクタを有するので、更なる一連の実施形態は、1つ以上のパワー・オーバー・イーサネット（PoE）ドロップから等、限られた電力バジェットでストリングを駆動することを対象とする。

【0037】

電球及びストリップの実施形態は、特定のセットの実施形態に収束する。長い管球は、1を超えるアンテナセットを必要とする場合があり、従って、幾つかの実施形態において、管球は、ストリップとして、又はワイヤによって設置されるように、2つ以上のアンテナセットを含む。更なる実施形態は、驚くべきことではないが、ストリップが、照明を組み込み、LEDストリップとしても動作することも可能にする。

【0038】

アンテナの数、ストリップの長さ、及びアンテナセットとストリップ上の反復ユニット又は領域のレイアウト及び間隔は、製造オプションであり、図又は説明によって限定されるものではないことに留意されたい。

【0039】

既存の建物、及びデフォルトで新しい建物には、多くの場合、部屋の為のPoEケーブルが配置されている。これらのPoEケーブルは、今日、従来のWi-Fi配備の為に引かれており、その場合、1つのアクセスポイントがPoEポートに接続され、従って、そのネットワーク及び電力を受け取ることが予期される。PoEは、従来のAC電源とは異なり、ワット数に大きな制限がある為、例えばフルパワーで20台のアクティブなWi-Fiトランスミッターを含むストリップが1つのPoEポートから電源を供給できる可能性は極めて低い。電力以外にも、無線干渉、ネットワーク帯域幅、更には放射電力人体暴露懸念等の他のリソースが、動的にバジェット化する必要性につながり得る。

【0040】

幾つかの実施形態は、アクティブ化された回路構成要素の数を制限することによって、電力予算内に収める必要性に対処する。（他のリソース制約の一般性を失うことなく、以下では、一般的なリソースの代わりに「パワー」という用語を使用することができる。）図15は、リソースバジェットを実行する幾つかの実施形態を示す。チップ上の完全なシステムを含む複数のWi-Fiシステムを有する1つ以上のストリップ1530（又はケーブル接続されている場合はストリング）に対して、リソースバジェッター1520は

、S o Cが省電力状態にパワーダウンするように要求することができる。幾つかの実施形態は、S o Cがその有線ネットワーク上でウェイク・オンL A Nを使用してウェイクアップし直すことを可能にする。幾つかの実施形態は、特定のアドレス指定可能な電力コントローラスイッチを使用して、S o Cの電力を直接制御する。リソースバジエッターは、複数のトランシーバースセットに対して、個々のトランシーバーをターンダウン又はターンオフするようにも要求できる。

【0041】

幾つかの実施形態において、リソースバジエッターは、利用可能な電力を動的に測定することができ、他の実施形態では、それは手動である。幾つかの実施形態において、リソースバジエッターは、発見プロトコル（デジタル、放送、又はストリングの長さ上の異なるカットポイントに対応する異なる値での抵抗又はコンデンサ等のキー付き受動部品を使用する等で）、ストリング又はストリップの長さと内容を測定することができる。（ストリングの2つのレーンに亘る切断可能な各領域に100kΩの抵抗が橋渡しされていることを想定し、5つの領域を含むようにストリングを切断すると、合計20kΩの5つの並列の100kΩ抵抗が存在することになる）。幾つかの実施形態におけるリソースバジエッターは、ヘッドエンド1510に配置される。他の実施形態では、リソースバジエッターは、ストリップ又はストリングの反復単位に配置される。

【0042】

利用可能な電力を増加させる為に、1つ以上のP o Eポートが結合されてもよいことに留意されたい。以下に、リソース管理されたP o Eストリップセットの幾つかの実施形態を示す。

【0043】

図16は、前出の図と同様の実施形態を示すが、ストリングとして、個々のユニット1660と一緒に接続するワイヤ又はケーブル1650を備え、1つ以上のP o Eライン1600によって駆動されるヘッドエンド1610に戻るものである。この実施形態では、提供されるサービスが無線であることを除いて、ユニット全体が安価なクリスマスライトストリングと同様であると考えてよい。又、前述と同様に、他の実施形態では、P o Eを他のネットワーキング及び電力オプションに置き換えている。幾つかの実施形態において、オプションとして、又は唯一のオプションとして、A C電源を使用してヘッドエンドに電力を供給し、イーサネットポート等の他の手段でネットワークに接続する。これは、ローカル電源の使用を可能にすることで、電源にP o Eを使用することを少し変更したものである。ケーブルが長くなる可能性がある為、従来の無線用P o Eアプリケーションよりも、ローカルに電力を供給する方が便利であり得る。前述と同様に、ケーブルは、永久配線であってもよいし、挿抜可能であってもよい。幾つかの実施形態は、電力線のみを使用し、P o Eを電力線とヘッドエンド用の電力線トランシーバーとで置き換える。幾つかの更なる実施形態は、その後、低電力と個別のネットワーク回線をストリング上の各ユニットに供給する。他の更なる実施形態では、A C電力を回線に保持するが、ケーブルに別の有線ネットワークを有する。他の更なるユニットは、ストリング全体に亘って電力線ネットワーキングと電力技術を使用する。

【0044】

図17は、ヘッドエンドを完全に省き、ローカル電源1720を個々のユニット1710に導入することによって、電力線を使用してストリング又はストリップ上の個々のユニットを駆動する実施形態を示す。幾つかの実施形態は、更に、電力線トランシーバー1730を使用して、同じ電力を使用して有線ネットワーキングにアクセスする。幾つかの実施形態は、リソースバジエティングを、第1のユニット等のストリングの1つ以上の個々のユニットに再配置し、他の実施形態は、リソースバジエティングを、異なるユニット又は異なるヘッドエンド、或いはサーバ、アプライアンス、又はクラウド等、ストリングの外に再配置し、他の実施形態は、リソースバジエティングを完全に省く。これらの実施形態では、各ユニットは、A C電源を介して通信する為の電力線トランシーバーを備えている。幾つかの実施形態は、プラグの代わりにジャンクションボックス配線を使用す

る。

【0045】

建物が、恐らく高密度にオーバープロビジョンされたW i - F i (又はB l u e t o o t hや4 G / 5 G等の他のプロトコル)の電球又はストリップで一杯になると、制御の問題が発生する。各無線機の電源を完全に投入して送信することは意味がなく、そうすると、干渉の問題がより深刻になる。しかし、無線機全体の中からどの無線機を選択するかというフレキシビリティがあれば、配置された豊富なロケーションの選択肢を利用して、刻々と変化する最適ロケーションを近似的に求めることができるようになる。この近似は、或る種の移動プラットフォーム(例えば、ロボット)上で正しい場所に駆動することができる無線機を有する全体最適性に任意にアプローチできる。

10

【0046】

図18は、部分aにおける、変化するネットワークニーズに反応して基地局1800及び1830が最適位置1810及び1840に物理的に移動される理想的な状況と、部分bとを比較しているが、部分bに対する近似は、高密度に配備されたリソースによって得られ、それらの大部分は無効になっているが(小さい空の円1820)、一部は必要に応じて電源が入り作動している。これを制御し、最適又は合理的に配置されたリソースの合理的な近似値を作成する能力がなければ、如何なる形式の高密度配設備も失敗につながり、これが、既存のW i - F i電球メーカーが電球をアクセスポイントに変えてW i - F iインフラストラクチャ事業に参入することを敢えて行わない理由の1つである。(もう1つの理由は、前述したように、この発明以前には、そうすることは桁違いの高費用であり、設置不可能であったからである。)

20

【0047】

図19は、密集又は過展開のリソース管理の基本を敷衍している。今日の無線リソース管理は、殆ど標準的な配備に限定されている。過剰配備のマイナーなケースでは、幾つかのA Pをパワーダウンさせることができ、場合によっては、幾つかの極端なA Pを提示するか、自動的にオフにすることができる。しかし、これらは、シールドする必要のある過剰なリソースがアクティブなリソースの数より遥かに少ない場合の配備向けに設計されているのに対し、ここで開示されているのは、図18bのように、過剰なリソースがアクティブなリソースを遥かに上回る場合に関するものである。その規模が重要である。適切に配備された場合、典型的な企業キャンパスで高密度に配備されたネットワークは、10,000を超える数の無線リソースを有し、場合によっては、物理的展開の領域で1平方ヤードあたり1アンテナセット以上の密度に接近することになる。既存の無線リソース管理技術は、如何なる時点でも、そのような密度又は規模の為に構築されておらず、それ故に、高価で、丁寧に設置されたアクセスポイント上での動作に制限されている。

30

【0048】

リソースマネージャの位置はフレキシブルである。幾つかの実施形態において、マネージャは、コントローラアプライアンスに配置されたソフトウェアである。他の実施形態では、マネージャは、サーバ、デスクトップ、又は本発明内の他の場所に位置するヘッドエンド若しくはC P U等のソフトウェアとして1つ以上の場所に存在する。幾つかの実施形態において、マネージャはクラウドで実行される。幾つかの実施形態におけるリソースマネージャは、1つのエンティティとしてのみ存在し、他の実施形態では、複数のそのようなリソースマネージャ、又はその要素が存在し、互いに調整し得る。

40

【0049】

トポロジーディスカバラー1930は、全てのリソースが何処に行き着いたかだけを理解することを担う。これは、無線空間(2つの測定可能なオブジェクト間の信号減衰によって測定される)、物理空間(G P S又はB L Eを使用する等、位置によって測定される)、又はその2つの組み合わせで測定され得る。従来のW i - F iネットワークとは異なり、リソースが非常に過剰配備されている可能性があり、多くの場合では、任意の所与のリソースの範囲に多数の他のリソースがある為、トポロジーの発見は非常に単純になる。しかし、トポロジーを測定する際には、幾つかの注意が必要である。電力やリソースに制

50

約のあるシステムでは、各アンテナセットを一度にパワーアップすることができない場合がある。しかし、ブートストラップメカニズムは利用可能である。そのようなメカニズムの1つは、リソースのサブセット（リソースの制約に基づいて利用可能な最大サブセット等）をオンにしてトポロジを記録し、次にリソースの幾つかの小さいサブセットをオフにして、未だオンになっていなかった別のサブセットをオンにして、2つのサブセットと一緒に統合することである。トポロジがグラフ形式で管理されている場合、これは自明なことである。トポロジが或るメトリック空間にもレイアウトされている場合、通常、測定値には統計的ノイズがある為、ベストフィットを行う必要があり、通常、何らかの適合を見つけなければならないだろう。トポロジ測定の本質により、多くの場合、動作環境でトポロジ測定が行われることが可能であり、通常、有効なリソースはバジェットされた最大リソースより少なくなるが、そうでない場合でも、既存のリソースは、パワーダウンして別のリソースがオンになるように、プロトコル方法（802.11kのように「オフチャンネル」になる沈黙期間を要求する等）を使用することが可能である。尚、リソースはアンテナのような粒度であり、それにより、システムは送信機、完全な無線機、完全なアクセスポイントだけでなく、アンテナパターンを循環させたり、検索したりすることができる。トポロジの一部は、ユーザとその無線クライアントの分布を含むべきである。

【0050】

トポロジが判明すると、リソースマネージャ1940は、動的なネットワーク利用及び要求を評価し、リソースの新しい最良の分布がどうあるべきかを決定することができる。幾つかの実施形態は、TCP負荷を考慮する。他の実施形態は、追跡されたアプリケーション状態等、アプリケーション固有の知識を考慮する。これは、ビデオストリームがその交換から予測され得るストリーミングアプリケーションに非常に有用である。他の実施形態は過去の統計的履歴を使用する。他の実施形態は特定のリソース要求を使用する。幾つかの実施形態は、サービスの中断を最小限にすることを考慮し、又は少なくとも、既存の構成によって適切にサービスを提供できない新しい負荷に対するサービスの中断も評価するように、既存のクライアントに対するサービスの中断のコストを比較考慮する。リソースマネージャ1940は、どのような変更を行うか決定すると、要求された内容を記憶しているアクティブリソース割り当てストレージ1950に伝達する。リソースの変更が、ローカルアンテナパターンの変更のように非破壊的である場合、それらの要求は、実行する為にストリップ及び他のAPのヘッドエンドに直接伝達される。しかし、距離が離れている場合は、より多くの作業が必要である。アンテナ間セットハンドオフマネージャ1920は、その距離に亘って再構成を実行する方法を決定する責任を負う。

【0051】

距離の問題は重要である。例えば、クライアントの視界に入るようにAPを移動させることが望ましい場合がある。その為、一部のクライアントが圏外になる可能性がある。場合によっては、これは許容できるリスクであり、ハンドオフマネージャ1920はそれについて何もしないことを決定し、移動を実行する。場合によっては、複数のクライアントが立ち往生し、ブロックはクライアントに再配置を要求することになる。幾つかの実施形態において、これは、クライアントを切り離すことによって起こる。幾つかの実施形態において、クライアントのアクセスポイントは、クライアントが現在のアクセスポイント（及び可能性の高いチャンネル）から離れることを望むように、ロードバランシング又はハンドオフプロトコル交換（802.11k/802.11rにおけるもの等）を要求する。トポロジの行く末に関する良い提案を示す限り、これらのプロトコル要求は、プロトコルに基づいて、それらの提案又は要求を含み得る。

【0052】

技術の1つは、アンテナセットが変更されても、クライアントのBSSIDを保持することである。新旧のアンテナセットが同じ媒体アクセスコントローラに属している場合、これは些細なことである。しかしながら、新旧のアンテナセットが異なるMACに属する場合、ハンドオフは、旧MAC（及び恐らく旧AP）にパワーダウンを要求し、新MAC

にパワーアップを要求しなければならない。幾つかの実施形態において、電力等のリソースバジェットを考慮して、新しい方を先にパワーアップさせる。新しい方が立ち上がると、ハンドオフマネージャは、十分なアクセスポイント状態をハンドオーバーして、シームレスな動作を可能にする。これには、セキュリティトークンやカウンタ、クライアントのステートマシン、アプリケーションのトラッキング状態等が含まれ得る。幾つかの実施形態において、この状態は、アクセスポイントが状態を確立し、その無線を聞いて送信を開始する準備ができていることを確認するまで、旧アクセスポイントから新アクセスポイントにストリーミングされる。幾つかの実施形態において、旧無線機と新無線機の両方が電力供給され、新無線機は、新MACがケアを開始するのを待つだけであり、これは、MACレベルで行われてもよく、セットが応答しないようにBSSIDマスクを無効又は無用な値に設定する等のトリックによって行われてもよい。ハンドオフの準備が整うと、次に、新旧APはハンドオフに同意し、合理的な限り不可分な方法でそれを実行する。幾つかの実施形態において、新旧APは特定のカットオーバー時間に同意する。他の実施形態では、新旧APの一方は、他方からのメッセージを待機する（無線又はバックネットワーク上で）。幾つかの実施形態において、ハンドオフはヘッドユニット内でのみ適切に発生し得るが、他の実施形態では、任意の2つのMACとそのAPとの間で発生し得る。現実には2つのAP間で移行が起こったにも拘らず、クライアントはハンドオフを見ておらず、APが1つの場所から他の場所に魔法のようにジャンプすることを経験することに留意されたい。これは、より小さなBSSIDのセットがより大きなAPのセットに割り当てられ、従来の1つのBSSIDにつき1つのAPというマッピングが崩れている為である。このような移行は単に物理的な再配置又はフェイルオーバーイベントとして表示される為、これは完全に規格の範囲内である。例えば、クライアントのアソシエーション中に変更することを許可されていない無線機能に移行させる等、公正な警告なしにクライアントの期待に反しないように注意する必要がある。ハンドオフマネージャはそのような注意を払う責任があり、その規則に違反する必要があると判断した場合、クライアントの混乱を防ぐ為に、可能な新BSSIDを割り当てる必要がある。アクセスポイントは従来のシステムで定期的にチャンネルを変更するので、チャンネル変更はBSSIDの変更を必要としない場合がある。

【0053】

これらの実施形態の多くは、より単純な設置となり得るものを有する。多くの場合、設置者は、例えば、長いホールの始まりまで単に歩き、ストリップを展開し、恐らく単に天井のタイルの上にそれらを置くだけでよい。又、視覚的な空間にストリップを設置する為、塗装を施して適合させることもある。一時的な設置の場合は、終わったらストリップを巻き戻すだけでよい。プラグイン式や電球式の場合は、部屋にとって十分な密度があるものを握り込むだけでよい。この密度により、「現場調査」をしたり、干渉や密度の影響について深く考えたりする必要が排除され得る。十分な数のアイテムが設置されている限り、システムは良好なリソースをアクティブにする為の解決策を得る可能性がある。トランシーバーを含まないストリップの場合、単にヘッドエンドを交換し、ストリップをそのままにしておくことによって、無線を或る規格から異なる規格に、異なるハードウェアでアップグレードすることさえ可能であり得る。

【0054】

図20は、フロアプラン上で、ストリップと電球の両方を用いた配備例を示し、従って、開示された発明の潜在的な利点を示している。長いストリング2000は、実装されたストリップ又はストリングである。長方形2010は、電球の実施形態（この場合、大型チューブライト）である。ストリップは、便利なドロップ位置に基づいて、PoE（図には示されていない）によって電力供給されるヘッドエンドを搭載している。電球は、イーサネットバックボーン（これも図示せず）に橋渡しする電力線ネットワークコンバータに主電源を介してランバックする。クローゼット（図示せず）には、システム全体を統括するリソースマネージャが置かれている。

【0055】

上記で詳細に説明したように、幾つかの実施形態は、ストリップ上の複数の無線機に接続され、バックプレーンによって接続された複数の切り替え可能なアンテナが全体に配置されたストリップ（又はワイヤ又はシート又は他の距離若しくは領域充填材料）を使用する。幾つかの実施形態において、様々なアンテナは、ストリップに沿った複数の距離で異なるパターン及び位置を有してもよく、従って、その開示されたシステムは、ストリップに沿った異なる位置でそれらの異なるパターンを有する1つ以上のアンテナを選択して、切り替え決定に基づいて、潜在的にほぼ任意の形状の総パターンを編成できる。ストリップには、多くの異なるパターンでの多くの異なるアンテナが、それらを1つ以上の凝集したパターンに編成する為に配置されている。

【0056】

図21は、夫々のスイッチ／コントローラ対2104を介してアンテナ線2106に結合された複数の放射アンテナ2110を含み、ストリップ2100から空間2114に出た空間アンテナローブパターン2112（カバレッジ用）を示す、上述のようなフレキシブル無線ネットワーキングシステムの配備例を示している。放射アンテナの形状は、例示の目的で示されている。他の実施形態では、異なる放射パターンを生成する為に異なるアンテナ形状を作成してもよく（マイクロパターン印刷等）、上述したように、2次元又は3次元放射材料形状の組み合わせが使用され得る。又、放射される空間2114に対するストリップ2100の向きは可変である。例えば、図は、説明の簡略化の為にエッジオン放射を示しており、エッジオンパターンが目的である。しかしながら、他の実施形態は、フェイスオン放射又はその間のあらゆる放射を実施してもよい。図21は、一実施形態として、全てのスイッチをデータ線2102上のスイッチ／コントローラペア2104として示しているが、他の実施形態は、各スイッチに専用でオン／オフ信号として別々に制御される並列スイッチラインを含み得ることに留意されたい。）システムは、これらのパターンの何れか又は全ての間の選択を有し、ソフトウェア（又はハードウェア）は、個々のパターンをより大きなパターンに編成する為にスイッチ状態を変更され得る。パターンの選択は、環境と運用又は性能の目標に依存する場合がある。

【0057】

図22では、図21に示すストリップ2100の範囲内に3つの無線クライアントデバイスがある。第4のアンテナと第5のアンテナの間の距離2210のようなアンテナ対間の距離は、たった数インチから何ヤードにも及ぶ任意の距離であってよく、ストリップ2100上の隣接するアンテナの異なる対間で異なり得ることに留意されたい。図示の例では、デバイスA2202が、システムが最大SNRを得ることをケアするデバイスである場合、その選択に最も左のアンテナを含む筈である。デバイスB2204とC2206もケアする場合、真ん中と右端のアンテナを含むべきである。しかし、デバイスB2204とC2206からの信号を除外したい場合は、代わりに真ん中と右端のアンテナを除外するべきである。

【0058】

この選択は、従来の離散型アクセスポイントモデルのアンテナ選択とはかなり異なることに留意されたい。従来のモデルの現状は、通常、各アンテナがそれ自身の別個のRF送受信チェーンに一般に供給し、その後、MIMO伝送に適切に線形デコーダを使用して処理されることを想定している。1つのRFチェーンに対して複数のスイッチド・アンテナを選択できる場合、それらはアンテナアレイに集約され、アクセスポイントにコロケートされ、通常は固定ラジエータによって作られる特定の指向性又は意図的な干渉パターンを利用する為に間隔又は角度が付いている。このような場合、アンテナの位置や角度は厳密に固定され、コロケーションの狭い範囲に制約されると仮定される。例えば、ビームの指向性に基づくアレイは、固定アセンブリに重なり合う指向性アンテナを十分に配置し、全体のカバレッジが維持できる場合にのみ機能する。この仮定は、このような選択を行う為に使用するプロセスやソフトウェアにまで浸透している。本明細書で説明するフレキシブル無線ネットワーキングシステムでは、アンテナの選択は、固定アレイにコロケートされない。図22における選択は一般に、ビームフォーミングの選択ではない。例えば

10

20

30

40

50

、個々のアンテナ 2 1 0 6 は、潜在的に何ヤードも離れており、距離と方向は必ずしも事前に知られておらず、設置の形状（パイプの周りを移動する為の折り目、壁の角での曲がり等）に基づき無限に可変である。システムが行う選択は、空間の広範な領域に亘ってセルの位置を決め、移動し、整形することである。従って、ビームフォーミング又は類似のコロケーション操作に限定されることはない。

【 0 0 5 9 】

図 2 2 でされる選択は、最終的には、任意の特定のクライアントについてではなく、空間のかなりの領域へのアンテナパターンの投影と、その結果どうなるかについてであり得ることに留意されたい。ストリップの配備目標は、通常、エリア、例えば、建物を、無数の放射オブションで、安価且つ容易に埋めることである。複数の無線機が存在することになり、複数の無線機が上流と下流のアクセスを競うので、複数の衝突領域が存在することになる。2 台の無線機が同じチャンネルにいる場合、その無線機の下流とクライアントの上流の送信が互いに干渉する可能性がある。干渉は常に受信側で起こり、無関係な競合同時送信をノイズとして拒否する受信側無線の能力に応じたものである。これは、ひいては信号の送信電力、使用される符号化、プロトコルで採用される訓練プリアンブルやヘッダの性質等、様々な要因に左右される。無線機が異なるチャンネルにあるが隣接している場合は、スピルオーバーの問題もあるが、それは、多くの場合、範囲又は負荷分散の目的でそれらの異なるチャンネルで互いに隣接するクライアントとの間で、干渉を発生させ得るよく理解されたロールオーバー機能により、送信機が実際にその指定チャンネル帯域外に電力を漏らすからである。

【 0 0 6 0 】

場合によっては、複数の無線機は、夫々複数のアンテナ選択肢にアクセスできる。分析を簡単にする為に、無線機毎に反復する非常に単純なアンテナパターンで作られたアンテナストリップを想像することができる。これらのアンテナパッチの一例が、図 2 3 A、図 2 3 B に図示されている。具体的には、図 2 3 A は、花の形状を有する図 2 3 B に示す放射パターン 2 3 1 0 を生成する放射形状及び指向性の混合物を示している。図 2 3 A に示されるアンテナパッチのパターンの各要素 2 3 0 5 は、図 2 3 B に示される全体の花のパターン 2 3 1 0 の重なり合う形状のうちの 1 つを生成し、スイッチ及びラインは、明確にする為に図示されていないが、各パッチは、全体のパターンに独立して追加又は削除され得る。パッチは必ずしも固定配列ではなく、パッチの要素はパッチ内で互いにコロケーション距離よりも大きな距離にあり得る。更に、ストリップ 2 3 0 0 が、カバーされるべき水平長方形空間（例えば、建物）の上半分と下半分の両方で、天井にパッチを有する無線機のその反復パターンを担持することを想像できる。

【 0 0 6 1 】

図 2 4 は、フレキシブル無線ネットワークング配備の一例を図示しており、チャンネル再利用の為に、建物全体（フロアプラン 2 4 1 0 に関して示す）のカバレッジ向けの配備を可能にする、図示されたパターン 2 4 0 0 をもたらしめている。この例では、各チャンネルは、チャンネル A は実線（例えば、パターン 2 4 0 2 のように）、チャンネル B は破線（例えば、パターン 2 4 0 4 のように）、チャンネル C は点線（例えば、パターン 2 4 0 6 のように）で示されている。残念ながら、実際の生活であり得るよりも疎らであるこのイラストにおいてさえ、全てがオンになった場合、全体のパターン 2 4 0 0 内の重なり合いは深刻である。より大きなアンテナパターン（複数のリモートアンテナ位置を有するもの等）を有するストリング、又はより高密度の無線を有するストリングは、更に大きな重なり合いを生じさせる。幾つかの配備では、この重なり合いは明らかな利点である。しかしながら、多くのマルチチャンネル配備では、このような大きな重なり合いを回避することが有利であり得る。

【 0 0 6 2 】

図 2 5 は、全体的なパターン 2 5 0 0 における重なり合いをどのように減らすことができるかを示している。例えば、チャンネル A 用のパターン 2 4 0 2 の一部 2 5 0 2、チャンネル B 用のパターン 2 4 0 4 の一部 2 5 0 4、及びチャンネル C 用のパターン 2 4 0 6

の一部 2 5 0 6 が保持される一方、これらのパターンの他の部分が除去されている。(図 2 5 において、背景のフロアプラン 2 4 1 0 は、明確にする為に削除されていることに留意されたい。)このようにしたことと利点がある。例えば、カバレッジパターンが広がり過ぎないようにすることによって、同一チャンネル及び隣接チャンネル下流干渉の両方が最小化される。更に、セルがシャープである為、ビーコンやセルからの他の下流トラフィックが空間的にそれ以上広がらないようにすることによって、クライアントがより遠くにあるセルに繋がったままになるのを防ぐ。これにより、クライアントがチャンネルを変更する可能性が遥かに高くなり、その結果、クライアントが第 3 のセルとの同一チャンネル干渉を引き起こすのを防ぐことができる。その結果、カバレッジがより予測し易くなる。更に、他の理由で、例えば、そうでなければカバレッジパターンにあったマイクロ波等の機械からより多くのノイズを偶然に感知する等、信号漏れが懸念される場合、問題のあるパッチをオフにすることができる。

10

【 0 0 6 3 】

カバレッジパターン自体は任意であることに留意されたい。例えば、図 2 6 A、図 2 6 B は、より単純な、非現実的な、重なり合う円のパターンを用いた同様の分析を示している。この例では、図 2 6 A に示すチャンネル A 用のパターン 2 6 0 2 の一部 2 6 0 2 a、図 2 6 A に示すチャンネル B 用のパターン 2 6 0 4 の一部 2 6 0 4 b、及び図 2 6 A に示すチャンネル C 用のパターン 2 6 0 6 の一部 2 6 0 6 c が図 2 6 B に保持されているが、これらのパターンの他の部分は全体のパターン 2 6 0 0 から削除されている、等である。

【 0 0 6 4 】

20

上述したように、図 2 4、図 2 5 に示された例示的なパターンでさえ、現実と比較して単純になっている。上述のフレキシブル無線ネットワークシステムによって利用可能になる極端な密度及びパターンの選択肢は、最も高密度な形態において、従来の離散アクセスポイントモデルを実装するシステムには存在しない、検出、解決、及び最適化の何倍もの機会を創出することができる。従来の配備では、システムは配備に意味のある変化をもたらす為の自由度を欠いている。個々の基地局設置のコストと複雑さ故に、基地局の数は厳しく制限されており、その為、無駄なリソースを減らす為に可能な限り離し、円滑なカバレッジを確保する為に可能な限り近付けるという緊迫した状態で配置される。殆どの基地局の設定オプションは、カバレッジを広げ過ぎて干渉を悪化させない為の電力レベルの決定と、全く無意味な基地局を完全にオフにするかどうかの決定の 2 つだけである。従来の配備でこれらの決定を行う為に使用されるソフトウェアアルゴリズムは、利用可能な有用な情報とそれに対して何らかを行う自由度がない為、非常に限定的なものであった。しかし、本明細書に記載されるフレキシブル無線ネットワークシステムによって提供される自由度と、それらが含む複数のアンテナパターンとによって、それらの自由度を使用してアンテナ及び無線リソースを正確に割り当ててカバレッジを最大化する方法が、本明細書に開示されている。

30

【 0 0 6 5 】

図 2 7 は、フレキシブル無線ネットワークシステムのソフトウェア最適化の為のシステム及び方法の一実施形態を示す。図示された実施形態では、システムは、1 つ以上の無線機 2 7 1 4 (2 つが示されている) を含み、1 つ以上のアンテナ 2 7 1 8 を制御する 1 つ以上のスイッチ 2 7 1 6 は、潜在的に複数の無線クライアントデバイス 2 7 2 0 が存在する空間へ送受信する。無線機 2 7 1 4 間の異なるアンテナ 2 7 1 8 は、互いに通信する範囲内であってもなくてもよく、無線クライアントデバイス 2 7 2 0 の様々なデバイスと通信する範囲内であってもなくてもよい。

40

【 0 0 6 6 】

典型的な動作では、複数の無線機 2 7 1 4 は、再利用が強制される前に利用可能なチャンネルの数まで、同じチャンネル又は異なるチャンネルで動作し得る。しかしながら、無線機 2 7 1 4 は、通信を確保する為に、同じチャンネルに変更することができる。更に、Wi-Fi 等のプロトコルでは、無線クライアントデバイス 2 7 2 0 自身が、動作チャンネルとは異なるチャンネルで要求(プローブ要求等)を定期的を送信し、環境を移動する

50

につれて、現在の瞬間に異なるチャンネルでサービスが利用できることを理解することを保証する。幾つかの実施形態において、1つの目標は、セル境界をシャープにし、無線クライアントデバイスが空間内の任意の所与の場所で曝されるサービスオプションの数を1つの強いオプションに減らし、これにより、より良い、より予測可能な性能が得られる可能性があることである。

【0067】

任意の最適化又は構成を実行する為に情報を収集する為の1つのアプローチは、図27にアンテナ近傍テーブル（複数可）2702として示される、各アンテナの近傍のリスト又はテーブルを維持することである。これらの近傍テーブルは、少なくとも2つの重要な態様で先行技術とは異なる。まず、離散アクセスポイント（pre）環境では、近傍テーブルは、多くの場合、アンテナ毎ではなく、アクセスポイント自体毎に学習される。MIMO環境は、如何なる場合でも同時アンテナ伝送を必要とし、典型的な近傍交換（802.11kからのような）は、特定のアンテナ選択に対して殆ど不可知であり、これは、どちらかと言えばMAC層の知識構築の目的の下でのPHY層の機能として考慮される。レポートの交換は、所与のMACアドレス下でどのアンテナが何をしたかを特定又は分離する方法を含んでいない。第2に、従来のモデルで近傍を検出するアプローチは、本明細書で説明するフレキシブル無線ネットワークシステムで可能なアンテナの自由度の爆発的な増加には到底及ばないように設計されたものであった。上述したように、従来の配備が使用するのは最大限でもアンテナアレイであり、これは固定コロケートアセンブリであり、空間領域に亘って（構成及び幾つかの実施形態の文字通りの曲げやすさの両方において）フレキシブルでない。

【0068】

幾つかの実施形態において、アンテナ近傍テーブル2702は、2つのアンテナが、互いの直接及び間接の到達を含む無線環境を共有するかどうか、及びどのように共有するかを示す情報、並びに共有効果が何である可能性があるかを示す情報を含む。これを配置する為の多くの方法がある。

【0069】

幾つかの実施形態は、図27にテレメトリ分析2710として示されるテレメトリ分析を使用して近傍テーブルを配置する。パッシブテレメトリは、特定の情報を収集する為の積極的な努力をすることなく、ネットワークの典型的な動作から得られる情報である。パッシブテレメトリストリームの1つのタイプは、他のアンテナによって送信されたことが知られている情報を受信する動作中のアンテナのものである。具体的には、システムは、図27にアンテナ送信機選択リスト2704として示される、送信する為に選択される全てのアンテナのリストと、それらの固有の識別情報が何であるかを維持する。幾つかの実施形態において、この固有情報は、イーサネットMACアドレスのような送信機アドレスであってもよい。他の実施形態では、それは、BSSカラーリング識別子等のPHYレベルインジケータであってもよく、空間カラーIDマップ（システムによって維持又はアクセスされる）と結合された時、特定のカラーIDが受信された時にどの特定の送信機無線が使用されたかを、或る受信機によって決定する為に使用され得る。幾つかの実施形態において、固有の情報は空間ストリーム識別子も含んでもよい。幾つかの実施形態において、記録される情報は、別のシステム無線によって受信されたシステム無線からの送信であってよい。他の実施形態では、記録される情報は、第2のシステム無線によって検出された第3のデバイスによるシステム無線に向けられたトラフィック、又はシステム無線と接続状態にあることも知られているデバイスによる完全に異なる無線に向けられたトラフィックであってもよい。システムは又、図27にアンテナ受信機選択リスト2706として示される、受信する為に選択された全てのアンテナのリストを、それらの固有の識別情報と共に維持してもよい。関連クライアントテーブル2708については、図29A、図28B、図29C及び図37を参照して以下に説明する。

【0070】

システム間の重なり合いを検出する為に、幾つかの実施形態は、アンテナ近傍テーブル

2702を使用して、個々の受信機から送信機への送信のプロミスキュー受信を一致させ、信号強度、SNR、データレート、空間ストリーム数等の特定の信号情報、或いはチャンネル行列又はそれからの要約データさえ記録してもよい。Wi-Fiの場合、一実施形態では、送信MACアドレスによって決定されるように、システム内の任意の他の無線機によって送信された全てのフレームの全ての無線機からテレメトリストリームを収集する。このデータについて、テレメトリ分析が行われ得る。幾つかの実施形態において、受信機構成及び送信機構成を表すデータの一部又は全部が、検出された各送信について記録される。送信機構成と受信機構成の両方がリアルタイムで変化し得るので、これは重要である。MIMOシステムでは、送信機は各送信チェーンに割り当てる重みを調整することができ、受信機は各ストリームの送信SNRを最適化する為に常に受信重みを調整する。非ビームフォーミング環境では、送信重みは通常静的（パケット毎の電力制御を免れる）であり、受信重みは単なる最適化である為、変化するチャンネルに関する情報を明らかにする。しかし、ビームフォーミング環境では、送信機はシステム受信機から離れて目的のクライアントへ向かって操向され得、その場合、受信時の信号強度が低くても、重なり合いの減少を示す良い指標とはならない場合がある。従って、ビームフォーミングの使用には注意が必要である。システム側でのビームフォーミングの使用は、無線機に問い合わせることで判断され得る。非システム側の送信機では、チャンネルサウンディングのようなビームフォーミング管理トラフィックを観察することによって、ビームフォーミングの使用を推測することが可能であり得る。

【0071】

設計上、複数のアンテナを使用して送受信ができる為、受信した情報が個々のアンテナではなく、アンテナの組み合わせに適用される場合がある。図28は、この効果の一例を示している。図示の例では、送信は、夫々が複数のアンテナ2802を含む複数のアンテナの組み合わせ2804から来て、夫々が複数のアンテナ2808を含む複数のアンテナの組み合わせ2806によって受信される。これらの組み合わせは、潜在的に重なり合い得る。例えば、分析イベント中に組み合わせを動的に調整する実施形態において、それらは重なり合うことになる。幾つかの実施形態において、これは、解析イベント中の変更を防止し、アンテナ組み合わせの非重なり合いセットを有する静的マッピングを施行することによって回避され得る。しかしながら、それらの場合、組み合わせに対する個々のアンテナの寄与を理解するのに十分な情報がない可能性がある。

【0072】

重なり合うアンテナのセットでは、1つのあり得る課題は、共通性に対する各アンテナの寄与の可能性を決定することである。しかしながら、共通性がある為、送信の共通の受信、又は類似の送信の別々の受信を使用して相互情報を決定することが可能である。幾つかの実施形態において、マルチレーンストリップを使用して2つの無線チェーンをそのアンテナに接続し、1つのアンテナを2つの無線機間で共有することが可能である。幾つかの実施形態において、そうすることは、それらのアンテナの全てを1つの共有アンテナ構成に結合する可能性があり、そのセットのチャンネル応答に対する実際の差異は、どの無線機がそれにアクセスしているかに基づく。そのようなマルチ無線接続を（ハードウェア又はソフトウェアの何れかによって）許可しない実施形態の場合、重なり合うアンテナのセットは、分析期間中にセット割り当てを切り替えることを決定するシステムによって代わりに生成され得る。

【0073】

図29A及び図29Bは、同じ送信機、同じチャンネル重み付け、同じ位置、同じ符号化及びデータレート、及び同じ電力を有する、順次ピックアップされる2つの類似の送信を示す図である。具体的には、第1の送信は、図29Aに示すように、2つの重なり合うアンテナセット2902及び2904を有するアンテナ2900の1つの構成によってピックアップされ、第2の送信は、図29Bに示すように、異なる重なり合いを伴うセット2906及び2908を有するそれらの同じアンテナ2900の異なる構成によってピックアップされる。この例では、信号強度は、アンテナがクライアントを「聞く」度合いの

決定要因として使用され得る。S N R、チャンネル重み付け、損失率、エラーレート、又は他の要因が、他の実施形態において決定要因として使用されてもよい。図29Aは、セット2902のアンテナ1～5及びセット2904のアンテナ4～8を示し、図29Bは、セット2906のアンテナ1～6及びセット2908のアンテナ5～8を示している。この例では、第1の場合における受信は信号強度S1を有し、第2の場合における受信は信号強度S2を有する。2つの送信は類似しているので、S1とS2が異なる場合、その差は、一方ではアンテナ4の損失とアンテナ6の利得、他方ではアンテナ6の損失とアンテナ4の利得によるものと仮定してもよい。これにより、アンテナ4の値とアンテナ6の値の証拠が得られる。

【0074】

アンテナ1～6のみ、且つ、夫々の場合の最初の（左端の）セットのみを使用すると仮定すると、アンテナ6が以前（セット2902で）未使用であり、後で（セット2906で）使用するという違いだけである。S2>S1であれば、その特定のクライアントロケーションでは、アンテナ6が、アンテナの組み合わせでS2-S1の利得をもたらすという情報を与えることになる。ここで、データは明確である。アンテナ6のカバレッジパターンが送信機とより良く重なり合うと考えることができる。この特定の情報は、提案P({1...5} + {6} → S1 + (S2 - S1) | T)、即ち、アンテナ6を集合{1...5}に加えることにより、送信機Tに対してアンテナ集合の利得がS2-S1だけ増加する、という提案に相当する。これはコンピュータで表現可能な提案であることに注意されたい。図29A及び図29Bに示した例では、提案P({1...5} + {6} → S1, 1 + (S1, 2 - S1, 1) | T)及びP({4...8} - {4} → S2, 1 - (S2, 2 - S2, 1) | T)が生成され、S1, 1及びS1, 2は夫々第1及び第2の送信に対する第1のセットの信号強度である。このような提案は、矛盾する情報が存在する場合、数学的に解決可能であるか、又は近似的に解決可能である。幾つかの実施形態は、これらのタイプの表現を使用して、充足可能性問題を生成することができる。他の実施形態では、これらの表現を使用して、付随する効用メトリックを伴う最適化問題を生成することができる。更に他の実施形態では、構成が適切なカバレッジを提供するかどうか、又は構成がリソースを適切に使用するかどうか等、推論されようとする特定の問題又は問題周辺に設定される異なる提案構造を使用してもよい。

【0075】

信号強度は、アクセス可能な唯一のテレメトリではなく、構築可能な唯一の提案でもなく、重なり合いを最小化することが唯一の望ましい最適化ではない場合がある。幾つかの実施形態において、信号強度のテレメトリを使用して、異なる重なり合いのバランスを提供する。例えば、幾つかの実施形態は、カバレッジの重なり合いを最大化し、他の実施形態は、制限制約（利用可能な電力又はネットワークリソース等）を条件として重なり合いを最大化する。幾つかの実施形態は、データレートテレメトリを収集する。データレートの可用性の周囲で最適化する目的でこれを行い、それによって、配備に利用可能なデータレートを最大化するものもある。例えば、データレートは、信号強度に関連する場合があるが、チャンネル幅の可用性及び空間的次元の可用性（環境及びその中の干渉物の両方の特性）に関連する場合もある。最適化は、様々な実施形態において、結合的、又は近似的、又は均衡的であり得る。殆どの配備において、より多くのテレメトリがあった方がよいので、近傍テーブルはデータレイクとして運用され、そのコンテンツは任意の分析に利用可能である。幾つかの実施形態において、近傍テーブルは統計解析の対象となる。より長い時間周期の解析が行われてもよい。これらの異なる期間の分析を使用して構成を導いてもよい。

【0076】

異なる受信システム無線間でクライアントの送信を相関させる複数の方法が存在する。そのような方法の1つは、厳密に時間相関されたイベントを使用することである。一例の実施形態では、時間に束縛されたクライアントからのプローブ要求を使用する。チャンネルスキャンを行うクライアントは、通常、自身のサービスを中断させないように、タイト

10

20

30

40

50

ループでそれを行い、そこで、プローブ要求フレームを送信しながら、利用可能なものを発見する為に、可能な限り多くのチャンネルをスキャンしている。このようなプローブ要求フレームは、規制上のチャンネル制限に従って、通常、同じ電力レベルで送信される。従って、例示的な実施形態は、同じスキャンからの異なるプローブ要求（同じチャンネルである時は同一であるが、そうでない時は時間的に近い）を使用して、受信を実行してもよい。

【0077】

異なる受信システム無線間でクライアントの送信を相関させる為の別の情報源は、802.11k近傍報告であり、これはシステムアンテナ状態と組み合わせて使用され得る。例えば、ネットワークがクライアントに近傍報告を要求する時、協力するクライアントによって提供されるクライアントのスキャンデータベースを要求する。これは、クライアントが何を聞くことができるかという情報を提供する。この情報は、クライアントの送信を同時に聞こうとした時に得られる情報とは逆のものである。ここでは、代わりに、クライアントはネットワークに、聞いたことのある他の送信システム無線機全てについて伝える。しかし、単純な送信の場合、この逆転した情報は類似している可能性が高い。例えば、ビーコンは通常、単純な空間ストリーム構成で送信され、信号強度が環境内の場所によって変化する可能性は低く、従って、信号強度は、環境のマルチパスよりもパターンの応答と相関する可能性が高い。従って、幾つかの実施形態は、近傍応答を使用してアンテナ近傍テーブルを配置する。これは、アンテナセットが変化し、ネットワークが変化を受けた時、又はクライアントがアンテナ放射パターンの異なる場所に移動した時に、クライアントの観点から品質の違いを明らかにする為に、近傍報告が十分に新鮮又は時間的拘束力がある場合に有用であり得る。

【0078】

幾つかの実施形態は、異なる受信システム無線間でクライアントの送信を相関させる為にアクティブテレメトリを使用する。アクティブテレメトリは、この種のテストが場合によっては軽微な又は重大なサービスの中断を生じ得ることを認識しつつ、この情報を収集する為にネットワークの動作を意識的に調整することを含む。そのような方法の1つは、一部の無線機が同じチャンネルに短時間ホップして受信を単に覗き見ることである。これは、多くの無線機が既にプロミスキャステレメトリを収集している過剰配備のネットワークで簡単に行うことができる。それらの場合、その努力は、所望であれば同一のフレームを使用して、上記のように同時受信を聞いて相関させる為に、周囲のプロミスキャス無線機の途切れない変更を含み得る。

【0079】

異なる受信システム無線間でクライアントの送信を相関させる為の別の方法は、クライアントのような中間局を積極的に挑発することを含む。BSSに関連付けられた（例えば、関連付けられたクライアントテーブル内の）クライアントは、明らかに、そのBSSによってpingを打たれ得る。しかし、近傍の無線機もクライアントにpingを打つことができる。プロトコルにもよるが、クライアントは通常、プロトコルスタックの最下位レベルのあらゆるデバイスからの送信に応答し、たとえ上位レベルの送信を無視することになったとしても、応答する。例えば、Wi-Fiでは、自分宛のRTS（「送信要求」）を受信したデバイスは、CTS（「送信許可」）で応答する。RTSにはBSSIDがない。又、基地局からのものではないRTSを無視したとしても、RTSの送信元アドレスを偽造し、実際には有り得ないような固有の継続時間フィールド長を使用することができる。応答側デバイスは、既にかかった時間を差し引き、それをCTSで送信するので、例えば、CTSが実際の送信には短すぎる「1」のような無意味な数字で戻ってくるように、送信するRTS持続時間を計算することも可能である。幾つかの実施形態において、そのアンテナの形状を決定したい無線機は、そのような方式で、他のクライアントからpingを送信してもよい。基地局として動作している間、プロミスキャスモードを保持しないサービス無線機に有用であり得る1つの実施形態では、トラフィックをフィルタリングするものに関して、注入無線は、クライアントの応答がフィルタ基準を満たすように、

フィルタリングされた基地局無線に代わってフレームを偽造することを選択することが可能である。例えば、基地局無線機が管理フレームとデータフレームのみを取るフィルタリングされたW i e F iである場合、注入無線機は必須応答フレーム（アクションフレーム等）を注入でき、受信無線はその応答を取得し、相関の為にそれを発行できることになる。
【0080】

クライアントが送信を強制されるか、又はネットワークがそれ自身の送信を日和見的に使用するのに十分に雑談的であるかどうかに関わらず、幾つかの実施形態において、試験無線機は、どのアンテナ（及びその情報が望まれる場合には、アンテナのセット）をターゲットにするか選択し、関心のあるアンテナ及び組み合わせを通して恐らく急速にスキャンし、様々なクライアントにp i n gを送信してもよい。幾つかの実施形態において、図27に示されるアクティブ測定2712等のアクティブ測定システムは、複数の無線を調整し、よってアンテナ間で行われる特定の比較の為に配置してもよい。例えば、アクティブ測定システムは、「無線機1、自身のアンテナ1を試行。無線機2、自身のアンテナ2を試行。どちらが良いか判断できるように、聞こえたものを通知のこと。」という趣旨のコマンドを発行してもよい。幾つかの実施形態は、簡単な検索を使用してもよい。他の実施形態は、より近傍又は最近傍に限定した指数検索を使用してもよい。更に他の実施形態では、既に収集された情報を検索して、ホールや矛盾を判断してもよい(例えば、上で記録された提案を解から矛盾する順にランク付けし、最も矛盾するものを再試験する)。この検索は、運用中のネットワーク中にバックグラウンドで行われ、異なる方法を混在させることも可能である。ビジーなネットワークでは、テレメトリはp i n gを打たなくても十分であるが、p i n gは常に利用可能であり得る。

【0081】

幾つかの実施形態は、このプロセスを実行しながら、クライアントの位置を推測する。幾つかの実施形態は、データを追加の品質情報で補強する為にこれを行う。例えば、場所が固定され得るクライアントからのデータは、その後、物理的に近傍のクライアントからのデータと比較され得るが、これは、たとえチャンネル応答自体が人の移動に伴って急速に変化するとしても、クライアントの物理的位置が殆どの環境におけるチャンネル応答と相関する傾向があるからである。幾つかの実施形態は、よりエキゾチックなパターンでのテストに移る前に、最初にデバイスの位置を導出する為に、より位置に適したアンテナパターンを使用することができる。より無指向性のアンテナパターンは、幾つかの位置検出アルゴリズムがより良い三角測量を行うことを可能にし得る。幾つかの実施形態において、B l u e t o o t h等の別のプロトコルに切り替えて位置測位を実行してもよい。例えば、位置決定無線機がサービス無線機に対して既知の位置にある場合（例えば、B l u e t o o t h無線機がW i e F iアンテナと共架された別のアンテナ上にある場合）、導出された位置は直接使用向けに高品質であり得る。

【0082】

全体として、幾つかの実施形態は、得られた情報を繋ぎ合わせて学習段階を生成する。学習段階は、ネットワーク全体に適用されてもよいし、ネットワークを分割し、一度に1つの部分に取り組むことによって断片的に適用されてもよい。幾つかの実施形態において、学習段階は、問題の地域を取り、様々な無線機を問題のチャンネルに設定し（どのチャンネルからテストするクライアント数が最も多いか、又はサービス無線機の破壊が最も少なくなるかに基づいて、又はスキャンシーケンスの一部として等）、次にテストを迅速に実行して近傍を識別することを含む。幾つかの実施形態は、非サービス無線のみを使用してこれらのテストを行ってもよく、他の実施形態は、非サービス無線のテストを可能にする為に、クライアントを別の無線上にハンドオフしてサービスの為に持ち出してもよい。幾つかの実施形態は、代わりに、検索を実行する為に必要なエアタイムを占有するコマンドを（長いR T Sフレームを発行するか、静寂期間を発表すること等によって）発行してもよい。

【0083】

幾つかの実施形態は、「ウィンキング」を明示的に使用してもよく、この場合、「ウィ

ンキング」という用語は、1つの無線チェーン内の複数のアンテナを有する無線機が、実験的にそのセットに加算又は減算してそのデータを収集する操作、例えば、一度に1つのアンテナを加算又は減算してそのような各変更の影響を決定することを指す。使用中の無線機がサービス中で、送信中にこのウィンキングを行う場合、クライアントへの実トラフィックの送信を継続してもよいし、このテストを実行する間に、ダミーのトラフィック（QoS NULLフレームや他のメッセージ等）を送信してもよい。同様に、受信時、無線機は、先ず無駄な応答を引き出し（例えば、既に持っているか価値が低い情報に対するアクションフレームを送信することによって）、その後、適切なタイミングでウィンクすることを保証することによってウィンキングを実行してもよい。幾つかの実施形態において、ウィンキングは、小規模の調整（例えば、1つのアンテナを加算又は減算する）を時々行って発生し、それが違いを生むかどうかを確認する。幾つかの実施形態において、ウィンキングはより積極的になり、異なるシステムをアクティブに検索する。ウィンキングは、クライアントトラフィックを誘発する必要がなく、楽観的であり得る。幾つかの実施形態において、ウィンキングは、調整可能な確率閾値を使用して確率的に実行され、僅かではあるが意味のある、長期の非破壊的（又は境界付きの軽破壊的）な比較測定機会を導入する。

【0084】

無線機とテレメトリシステムとの間の厳密なタイミング調整は必須でない場合がある。幾つかの実施形態において、アンテナスイッチは、無線機のエア活動の状況に応じて幾分緩やかに変更される。それにも拘らず、データは、ほぼ全ての場合において無線機が受信又は送信記録の為に極めて優れた時間カウンタを生成し、次いで、スイッチを制御するタイタカウンタ（GPIO CPU上のCPUサイクルカウンタ等）と相関させることができる為、分析において厳密に相関させることができる。

【0085】

幾つかの実施形態において、近傍はシステムリソースに限定されることがある。幾つかの実施形態において、システムのクライアントも近傍テーブルで維持されてもよく、従って、よりグローバルなトポロジーを確立できる。幾つかの実施形態において、これは、同様に監視され得る非関連デバイスに拡張されてもよい。

【0086】

近傍の維持は、異なる実施形態では、目標に基づいて異なってもよい。上述したように、受信した情報は、ネットワークのトポロジーに関する提案を表し得る。提案自体は、バイナリ又は重み付けされたものであり得る。例えば、信号強度の変化は、重みを生成する為に使用され得る。論理的提案の（通常は近似的な）充足度を生成する為の幾つかの既知のアルゴリズムが存在する。しかしながら、幾つかの実施形態において、近傍提案は、各提案が、アンテナ1及び2が或る測度で重なり合うかどうか等の究極の問題についての情報を多少追加するベイズ方式で取られる。その情報は、上述のように特定の送信機Tのような中間局を介して等、間接的に得られることが多いので、これらの実施形態は、各情報を使用して、問い合わせ可能なベイズネットワークを生成し、その生成方法は、当技術分野で知られているものである。正確なベイズ推論が必要とされない幾つかの実施形態は、より単純な機械学習（ML）モデルを使用して、関係を理解し、潜在的な変化を問い合わせる為のオラクルを生成してもよい。

【0087】

図30は、幾つかの実施形態による、機械学習を使用してフレキシブル無線ネットワークシステムを動的に構成する方法3000を例示する。特定の実施形態において、図30に示される動作のうちの1つ以上は、図19に例示されるリソースマネージャ1940等のリソースマネージャによって実行され得る。図示された実施形態では、テレメトリプロセス3002は、重み付けされた提案3004を生成し、これは、MLモデル3006への入力として追加される。幾つかの実施形態において、MLモデル3006は、提示された個々の新しい提案を、この提案によって影響を受ける領域のネットワークの質の測度と共に観察する、例えば、バックプロパゲーションを用いて、特定の提案の結果が

良くないことを学習する。十分な訓練の後で、MLモデル3006は、部分的又は完全な構成の形態等、仮想的な提案を提示することができ、図29に予測構成結果3008として示される、各構成の結果の予測品質を生成できる。構成マネージャ3014は、次に、構成決定3012を出力すること及び／又はMLモデル3006への入力として1つ以上の構成提案3010を追加すること等により、少なくとも予測構成結果3008に基づいて異なる提案間の決定を指示し得る。幾つかの実施形態において、提案自体は、不備なテレメトリ記録3016として示される、ネットワークの最悪の機能部分の記録、及びそれに関連する重み付けされた提案3004を保持することによって行われる。幾つかの実施形態において、不備なテレメトリ記録3016は又、予測結果が不備である提案に対する予測構成結果3008も含んでもよい。構成マネージャ3014は、この記録3016を使用して、変更を必要としている構成の部分特定してもよく、幾つかの実施形態において、最も助けを必要としている領域、又は品質に影響を与える最も強力なアンテナに、提案の検索空間を制約してもよい。幾つかの実施形態において、機械学習は、品質影響をバックプロパゲートされた予測値として、アンテナのアイデンティティに直接採用され、異なる構成に関するアンテナの有意性及び／又は重要性の学習された応答を導出し得る。その後、構成マネージャ3014は、各アンテナに対して直接問い合わせるその重要性を学習し、その情報を使用して、満足のいくアンテナセットを構成することができる。例えば、提案構成におけるアンテナのうち特定のアンテナの包含又は除外は、提案構成の予測された性能に、正に、又は負に、無視できる量又は有意な量で影響を与える可能性がある。幾つかの実施形態において、機械学習モデルは、構成セット自体を入力として訓練されてもよく、うまくいったものと、うまくいかなかったものの、より長期の記録を維持してもよい。このタイプのアーキテクチャでは、構成又はその一部を品質にマッピングしたMLモデルは、どの構成が妥当であるか又は好ましいかを発見する為の探索を必要とする場合がある。幾つかの実施形態において、生成的敵対的ネットワークを用いて、構成の可能性を生成する。幾つかの実施形態において、提案について訓練され得るMLモデル3006は、(図37に示されるように)識別器を生成する為に使用され、生成器が結合される。様々な実施形態において、生成器は、ノイズ入力から、過去の構成から、又は提案構成から、結果を生成してもよい。

【0088】

幾つかの実施形態は、アンテナ近傍テーブルを使用して、結果として生じるカバレッジエリアを自動的にブルーニング又は整形することができる。この自動的なブルーニングは、手動ブルーニングと同じ機能を実行し得るが、人間の介入を必要としない。ブルーニングに影響を与える為に同時に動作することができる幾つかの異なる次元がある。第1は、セルの位置である。例えば、既述のように、幾つかの構成ではセルをコンパクトに保つことが望ましい場合がある。これは、予測可能なカバレッジを提供する為、及び干渉を回避する為等、幾つかの理由から該当し得る。しかしながら、本明細書で説明される無線ネットワークシステムのフレキシビリティは、システムが、互いに様々な可能な距離にあるパッチからアンテナセットを組み立てることを可能にし得る。これは、セルの組み立てに関して利点と欠点の両方を有し得る。同じアンテナセット上に一緒に切り替えられるアンテナの数を増やすことの1つの利点は、より多くのアンテナが異なる利得、インピーダンス、及び指向性をもたらすことである。アンテナを増やすと、パターンを合体させることで、カバレッジを広げることができる。例えば、遠くのアンテナを追加することは、それらの距離で受信の為に多数の機会を創出することができる。更に、幾つかの実施形態において、八木アンテナと原理的に同じように動作する極めて高い利得のアンテナが、寄生素子又は反射素子の近くのそれらのアンテナを選択するスイッチを使用してオンザフライで組み立てられるように、パターンが寄生素子で配置されてもよい。幾つかの実施形態において、非無線素子は、その反射率に影響を与える為に、グラウンドのオンとオフを切り替えてもよい。一方、全てのアンテナは、異なるチャンネル応答を有することができる。互いの正確な距離内にあるアンテナ(長さがあると正確さは難しいので、典型的には短距離)は、潜在的に不用意にアンテナアレイを形成することになり、従って、2つのア

10

20

30

40

50

ンテナの組み合わせにより、その親の何れとも異なる指向性及び恐らく不快なフェージングパターンを有するアンテナをもたらし得る。従って、幾つかの実施形態において、アンテナは、この状況を回避する為に局所的に配置されてもよい。幾つかの実施形態において、各アンテナは、より高い指向性を与えられ、従って、領域が両方のアンテナの範囲内に等しく存在する可能性が低く、不用意な干渉フェージングが回避され得ることが保証される。幾つかの実施形態において、干渉パターンは既知であり、干渉を相殺する追加のアンテナセグメントが作成され得る。例えば、2つのアンテナパッチが水平に干渉して干渉パターンを生成する場合、2つのアンテナの間の位相の1つの追加アンテナを配置して、極端に多くのセグメントを使用して、180度位相ずれた干渉パターンを生成してもよい。幾つかの実施形態において、干渉パターンと非干渉パターンの両方が存在し、その2つの間で選択を取ることができる。幾つかの実施形態において、異なるアンテナの干渉可能性は、近傍テーブルの提案論理に追加されてもよい。例えば、幾つかの実施形態において、それらは絶対的なアサーションであってもよい（例えば、組み合わせをスキップする、又は干渉を相殺する為に追加のアンテナに沿ってドラッグする）。他の実施形態では、干渉は、記録され、重み付けに考慮されてもよい。

【0089】

干渉を超越して、アンテナ間に距離がある時、それらは異なる一次信号遅延を有することになる。幾つかの実施形態において、任意のアンテナセットからの信号遅延は、遅延パターンを集約された高出力全体に再形成する受信無線機的能力（タップ数等）に基づくことが多い、何らかの許容範囲内にあることが要求される。幾つかの実施形態において、ストリップ上のアンテナは、特定の反復パターンに先験的に分割され、そこから反復領域内のアンテナのみが1つ以上のセットに結合され得る。領域化の一例は、図31に例示されている。図示の例では、凝集したローカルアンテナ領域は、構成マネージャがローカル特性を考慮することを可能にする。幾つかの実施形態は、実線アンテナパターンの各々を1つ以上のアンテナに個別に集約することができるが、図31に示された実施形態は、アンテナ3100の集合に対して定義された破線の丸で囲んだセット3102の何れか1つに選択肢を特定の制限している。従って、第1のセット（3102a）内の任意のアンテナがセットで使用される場合、セット3102aからの要素のみを使用することができ、残りは禁止される。この制約は、ソフトウェア又はハードウェアの制限によって実施されてもよい。そうすることの利点は、丸で囲んだアンテナセット3102の干渉特性及び指向性特性が製造又は設計中によく理解され得るが、異なる丸で囲んだアンテナセット3102におけるセグメント間の特性はよく理解されない場合があることであり得る。例えば、設置指示書は、ストリップが丸で囲んだ領域の中央で折り畳まれないように（又は、そこでの折り畳みを阻止する為にストリップがより剛性のある裏打ちさえ有するように）、それでいて、ストリップが丸で囲んだ領域間でより自由に折り畳まれることができるように要求してもよい。幾つかの実施形態において、局所性の厳密性は明示的に強制されないことがあるが、最適化又は充足度効用メトリックに応じて上書きされ得る重み又は優先度として導入されてもよい。

【0090】

幾つかの実施形態において、セルは、1回の移動で、ストリップの下の或る長さで再配置され得るように、小さく保たれる。例えば、図32は、無線機3202aと3202bの間を含む、ストリップ3200の長さに亘る反復パターン3204a~3204nを有するストリップ3200を示す。これらの実施形態では、システムは、サービスに配置するローカルなセットを選択する為、可能性のある各場所が無線機を有することを必要とせず、無線リソースが無線上に配置される場所において非常に高度のフレキシビリティを提供する。図33A、図33B、図33Cは、ストリップ3200の距離での選択の幾つかの異なる可能性を示している。例えば、図33Aは、反復パターンの3番目（3204cとして示される）が無線機3202a向けに選択され、反復パターンの14番目（3204nとして示される）が無線機3202b向けに選択されるシナリオを例示する。図33Bは、反復パターンの1番目（3204aとして示される）が無線機3202a向けに

選択され、反復パターンの8番目(3204hとして示される)が無線機3202b向けに選択されるシナリオを例示する。図33Cは、反復パターンの1番目(3204aとして示される)が無線機3202a向けに選択され、反復パターンの14番目(3204nとして示される)が無線機3202b向けに選択されるシナリオを例示する。

【0091】

この特定のパターンの選択は、図24及び図26A、図26Bに示される例の組み合わせに類似したものであり得、図26A、図26Bの各円が図24の花形を表している。これは、最適化を実行する為にそのセットを漸減しながら、使用する為の最良の局所的に制約された「花形」ラジエータセットを見つけることを目的とする、共同最適化の可能性を提供する。幾つかの実施形態は、共同最適化としてではなく、最適な凝集性ラジエータセットを最初に選択し、次にそのセットを漸減する、2つのステップで最適化を実行してもよい。幾つかの実施形態は、漸減が実行不可能になり過ぎた場合、バックトラックを実行して異なる第1のラジエータセットを再選択してもよい。幾つかの実施形態は、充足可能性又は最適化エンジンに局所凝集性制約が追加される、適切な共同最適化を実行してもよい。

【0092】

場合によっては、動作中のネットワーク内の変更が有利であり得る。例えば、単に物理層リソースを使用してネットワーク内でシームレスローミングを実行することが有利であり得る。シームレスローミングは、無線クライアントデバイスがネットワーク内を移動する際に、最小限のクライアントの混乱をもたらすという目標を指す。従来の配備では、基地局のアンテナ放射パターンは移動し得ない。従って、無線クライアントデバイスが基地局から離れるにつれ、クライアントデバイスは、基地局の無線リソースの可用性の低下を経験し、クライアントが代替手段を探さなければならないと感じる(或いは、ネットワークからそうするように指示される)時点に至る。その時点で、クライアントは新たな基地局へのハンドオフ手続きを行う。クライアントの検索機能(例えば、スキャン)とハンドオフの仕組みの両方に貴重な時間が掛かり、管理トラフィックのオーバーヘッドを要する。一般的な無線ネットワーキングでは、これらの影響を制限する為に多くの措置が講じられてきたが、それらは未だに存在する。更に、大規模なクライアントグループを伴うネットワークでは、クライアントは信号強度以外にも、過負荷の基地局の応答性や利用可能な通信時間等に基づいて意思決定を行うことがある。その為、クライアントが軽く使用されている基地局に逃げる為に同様の同時決定を行い、その結果、基地局に過負荷がかかってフラッピングやスラッシングが発生したり、管理トラフィックの逆説的な自己強化バーストが発生したりする不用意な群れ等、クライアントプールに予測できない創発動作を引き起こす可能性がある。

【0093】

しかしながら、本明細書に記載されるフレキシブル無線ネットワーキングシステムは、無線クライアントデバイスと共に無線機のリソースをシームレスに移動させる為の物理リソースを提供し得る。図34A、図34B、図34Cは、クライアントデバイス3404がストリップ3400に対して、且つストリップ3400に沿って移動する時の、同じ無線機3402に取り付けられた個々の切り替え可能なアンテナ3408を含む例示の実施形態である。この例では、一度に1つの無線機3402のみがオンにされる。クライアントデバイス3404がストリップに沿って移動すると、クライアントデバイス3404に最も近いアンテナ3408がクライアントデバイス3404にサービスを提供する唯一のアンテナであることを確実にする為に、様々なスイッチ/コントローラペア3406のスイッチが変更される。例えば、図34Aは、クライアントデバイス3404がアンテナ3408aによってサービスを受ける時点を示し、図34Bは、クライアントデバイス3404がアンテナ3408bによってサービスを受けるより遅い時点を示し、図34Cは、クライアントデバイス3404がアンテナ3408cによってサービスを受ける更により遅い時点を示している。この特定の場合、クライアントデバイス3404は、ストリップ3400のその部分に沿ってハンドオフを経験することはない。その代わりに、クライア

ントデバイス 3404 は、ネットワークがずっとフォローするのを経験することになる。無線機 3402 から更に離れると、信号強度が少し低下することがあるが、そのような場合、所望により、電力増幅器を採用して信号をブーストすることができる。

【0094】

幾つかの実施形態において、及び特定の状況下では、複数のアンテナが一度にスイッチオンされてもよい。実際、幾つかの実施形態において、アンテナの全てが一度にスイッチオンされてもよい。そうすることは、「リーキーケーブル」効果を生じさせる可能性があり、これは、アンテナの遅延拡散を増加させ、又は MIMO チャンネル特性を変更し、無線機におけるレーキ受信機又は同様の信号プロセッサを潜在的に過負荷にする可能性がある。しかしながら、アンテナをある程度制約された遅延損失パターンに限定すること、又は指向性若しくは空間的に多様なアンテナセットに限定することは、合理的であり得る。

【0095】

図 35A、図 35B、図 35C は、幾つかの実施形態による、限定されたラジエータセットを使用するハンドオフシナリオを示す。再び、乱雑さを避ける為に、スイッチファブリックは除去され、ラジエータのみが示されている。この構成は、ハンドオフの問題を、遅延の広がりを回避し、又はカバレッジを確保する為にコヒーレントラジエータセットを使用する制約と組み合わせている。この例では、図 35A は、クライアントデバイス 3504 が、3506a として示されるストリップ 3500 上のアンテナ素子のセットで構成されるアンテナによってサービスされる時点を示し、図 35B は、クライアントデバイス 3504 が、3506f として示されるストリップ 3500 上のアンテナ素子のセットで構成されるアンテナによってサービスされるより遅い時点を示し、図 35C は、クライアントデバイス 3504 が、3506n として示されるストリップ 3500 上のアンテナ素子のセットで構成されるアンテナによってサービスされる更により遅い時点を示している。

【0096】

場合によっては、上述の最適化又は充足ソリューションを使用して、クライアント位置の変更を処理してもよい。リアルタイム分析を実行する実施形態では、これはうまく機能する。幾つかの実施形態は、更に進んで、モーション又は切迫したハンドオフのクライアントの指示に反応して再構成を引き起こす。様々な実施形態において、無線クライアントデバイスが、第 1 のカバレッジエリアで無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される 1 つ以上の現在アクティブなアンテナから、第 2 のカバレッジエリアを有し得る少なくとも 1 つの代替アンテナに何時ハンドオフすべきか、及びハンドオフすべきかどうかを決定する様々な方法が存在し得る。例えば、無線機よりも空間的に遥かに多くのアンテナリソースを有するシステムにおいて、個々のクライアントの為により良いカバレッジを検出するのに十分な受動無線機が存在しない場合がある。そのような場合、幾つかの実施形態は、位置追跡を使用して、クライアントがセルの境界に近付いている可能性がある時を決定し、それに応答してそのクライアントテーブルを調整してもよい。他のアプローチは、サービス無線よりも高い信号強度、又は予想よりも高い信号強度で入ってくる隣接無線におけるプローブ要求を探すこと、ハンドオフデバイスに関するアクション要求を探すこと、或いはクライアントがそのカバレッジの終端に向かって動いており再構成を必要とするという兆候としてデータレートの低下又は信号品質の低下を探すことを含み得る。これらの実施形態の多くでは、システムは、モバイルクライアントのニーズを満たすのに十分な程迅速に情報を展開する。しかしながら、幾つかの実施形態は、そのような最適化をリアルタイムで実行しないか、又はそのような高速再構成を可能にする為に、そのような情報をリアルタイムで展開するように調整されない場合がある。それらの実施形態については、より遅い最適化と統合されたより速いハンドオフマネージャ機能を有する多層アプローチを使用して、この問題に対処してもよい。

【0097】

図 36 は、ハンドオフマネージャ 3602 を含むフレキシブル無線ネットワークシステムソフトウェア最適化の為にシステム及び方法の一実施形態を例示する。幾つかの実施形態において、ハンドオフマネージャ 3602 は、図 19 に図示され上述されたハン

10

20

30

40

50

ドオフマネージャ 1920 と類似していてもよい。図 36 に示される他の要素は、図 27 に示され上述されたものと類似していてもよい。図示された実施形態では、ハンドオフマネージャ 3602 は、アンテナ近傍テーブル 2702 を活用しながら、無線クライアントデバイスの移動を処理する為に短期的なアンテナ構成変更を行う為に使用される。ハンドオフマネージャ 3602 は、関連するクライアントテーブル 2708 をチェックし、その情報を使用してテレメトリデータを照会又はフィルタリングし、クライアントがハンドオフ調整を必要とする可能性がある時を確実に認識することができるようにする。例えば、クライアントのエラーレートの増加、関連する無線における信号強度の低下、又は他の無線におけるクライアントによる信号強度若しくはポーリングの増加を示すテレメトリデータは全て、再解析において価値があり得る。幾つかの実施形態において、ハンドオフマネージャ 3602 は、アクティブ測定システム 2712 を用いて短期間のアクティブテレメトリ分析（2710 で示す）も行い、アンテナスイッチ 2716 への変更又はスキャンを起こして、上述のように、リソースの改良構成の可用性を迅速に決定する。幾つかの実施形態において、アクティブ測定システム 2712 は、より長期の近傍発見とより短期のハンドオフ発見との間で共有されてもよい。近傍発見は、アンテナ間のアンテナパターンの相互作用の空間的認識を開発することに主に焦点を合わせてもよく、又それを開発する為にクライアント情報を使用することができ、一方、ハンドオフ発見は、各アンテナへの最適なクライアントの関連付けを発見することに主に焦点を合わせてもよいことに留意されたい。幾つかの実施形態において、近傍発見とハンドオフ発見は、同様の操作及びデータを共有できる可能性があり、実際、ハンドオフデータセットは、近傍テーブル内に埋め込まれてもよい。他の実施形態において、近傍発見とハンドオフ発見は多くの共通点を共有してもよいが、調製パラメータ及び設置又は構成の選択に基づいて、ハンドオフマネージャ 3602 は、全体的な近傍発見プロセスが調整され得ない短い計画対象期間及び最小反応性要件を達成する為に、幾つかの空白を埋める必要があり得る。

【0098】

図 37 は、ハンドオフマネージャ 3702 が構成マネージャ 3014 に統合される方法 3700 の一実施形態を例示している。幾つかの実施形態において、ハンドオフマネージャ 3702 は、図 19 に図示され上述したハンドオフマネージャ 1920 と類似していてもよい。図 37 に示される他の要素は、図 30 に図示され上述したものと類似している。特定の実施形態において、図 37 に示された動作のうちの 1 つ以上は、図 19 に図示されたリソースマネージャ 1940 等のリソースマネージャによって実行されてもよい。図示された実施形態は、複合構成生成器及び識別器 3704 を含む。しかし、上記に開示されたようなより汎用的な配置が代わりに使用され得、ハンドオフマネージャ 3702 は、構成マネージャ 3014 及びテレメトリプロセス 3002 にアクセスすることが可能である。ハンドオフマネージャ 3702 は、従来と同様に、3002 からのテレメトリ（可能なアクティブ測定を含む）を処理して、モバイルクライアントデバイスのアクティブニーズを決定する。ハンドオフマネージャ 3702 は、ハンドオフが順当であると思われる場合等に重み付けされた提案 3004 を調整して、クライアントデバイスの動き又はそのモーションの推論を空間無線環境上に示す。例えば、適用範囲内にあるがどこでも信号品質が損なわれているクライアントデバイスを決定する位置追跡システムは、そのクライアントデバイスに関連する提案を更新し、或いは、現在クライアントデバイスと同様の場所にある送信機でテストした他のアンテナの方が性能が良い可能性があるを示唆する新しい提案を導入することも可能である。ハンドオフマネージャ 3702 は次に、構成マネージャ 3014 に、新たな構成決定 3012 及び／又は 1 つ以上の構成提案 3010 を生成するように要求してもよい。幾つかの実施形態において、構成変更領域は、遠方での変更（バタフライ効果）を防止する為に制約されてもよい。そのような制約には、距離での変更に対する減衰又はペナルティ重み、制約付きの提案（一時的であってもよいし、ハンドオフ要求された再構成にのみ適用されるが、必要な時にグローバル再構成を可能にする）、又は構成をより小さい領域に制限し、小さい領域を構成セット全体に戻してマージする制約が含まれる場合がある。

10

20

30

40

50

【0099】

幾つかの実施形態において、ハンドオフマネージャは、再構成の新しい計算を強制しないこともあるが、より最適なマッピングを決定する為に、事前構成セットから新たな構成を選択する場合がある。これらの実施形態では、構成生成器は、ハンドオフ又は再構成の為にアクティブ化されない場合がある。その代わりに、識別器が、移動するクライアント又はクライアントのサービスの必要性を考慮した幾つかの選択肢を提示されてもよく、それらの選択肢の中から新たな構成を選択してもよい。幾つかの実施形態は、距離での波紋を防ぐ為に、再構成に制限又は制約を提供してもよい。幾つかの実施形態において、事前計算された選択肢は、コヒーレントローカルアンテナセットレベルであってもよい。そのような実施形態では、ハンドオフマネージャは、コヒーレントセット間で選択するようにシステムを駆動してもよいが、セット内の各アンテナの選択をより広い近傍最適化に委ねてもよい。これらのオプションの全ての効果は、干渉及びカバレージを適切に考慮する、又は最適化基準が何であれ、既に構築された実現可能なオプション間の高速選択を可能にし、その後、より良いハンドオフ動作を独立して保証することであり得る。より遅い最適化プロセスは、より実現可能なセットを継続的に更新することができる。場合によっては、より実現可能なセットは、ほぼ交換可能な選択肢の最高水準を表し、そこから第2の最適化が起こり、移動クライアントが移動する際の効用を最大化することができる。幾つかの実施形態において、MIMOチャンネル構成を維持することを試みる為に、更なる制限が提供され得る。例えば、図35A、図35B、図35Cに示されるシナリオでは、アンテナ素子の個々のセットは、アンテナパターン形状が実質的に同一であってよく、最初に使用された構成が何であれ、適切なMIMOマッピングを生成することが既に発見されている可能性がある。言い換えると、サービス無線機は複数の無線機チェーンを有していてもよく、各チェーンは、ネットワークが機能することが知られているように、パターンが多対一方式で異なるチェーンに向かう異なる放射素子で満たされるように、個々の放射素子の1つ以上に既にマッピングされている可能性がある。その場合、異なるアンテナセットに移行する時、新しいセットが、MIMOチャンネル性能が類似し得るように、類似のアンテナラジエータ対チェーンマッピングを保持することが望ましい場合がある。MIMOチャンネル応答の類似性は、2つのチャンネル又はサウンディングマトリックス間の差分メトリックを生成する関数等のメトリック関数から、それ自体導出されてもよい。MIMO応答のそのような測定値は、それ自体、前のアクティブ訓練フェーズ中に取得されてもよく、又は、既知の状態（受信におけるプリアンプル又は訓練処理中に生じるもの等）の復号から供給されてもよい。幾つかの実施形態は、そのようなマッピングを保持するハンドオフ再構成に優先権を与えてもよい。幾つかの実施形態は、図38A、図38B、図38Cに示されるように、アンテナ要素3806の様々なセット内の或るチェーンに対するグレーパターンと別のチェーンに対するブラックパターンが異なるセットに亘って保存される、厳密なパターンマッピングを実施してもよい。例えば、図38Aは、クライアントデバイス3504が、3806aとして示されるストリップ3500上のアンテナ要素のセット内の灰色の要素で構成されるアンテナによってサービスされる時点を示し、図38Bは、クライアントデバイス3504が3806fとして示されるアンテナ素子のセットにおける灰色の素子で構成されるアンテナによってサービスされる、より遅い時点を示し、図38Cは、クライアントデバイス3504が3806nとして示されるアンテナ素子のセットにおける灰色の素子で構成されるアンテナによってサービスされる、より一層遅い時点を示す。このパターンの保存は、幾つかの実施形態において厳密であり得、又は重み付け及び優先度に基づいてもよく、その後、ニーズの要求に応じて上書きされ得る。

【0100】

幾つかの実施形態において、クライアントが、それが関連しているサービス無線に対するアンテナ可用性の終わりに到達すると、無線間ハンドオフが必要となり得る。幾つかの実施形態において、ハンドオフに関連する再構成と、より一般的な再構成の両方は、サービスにおける全量未満の複数の無線オプションを有するシステムにおいて、ソフト無線間ハンドオフを使用できる。幾つかの実施形態において、ハンドオフは、新無線機を旧無線

10

20

30

40

50

機と同じ識別子で再構成し、旧無線機がクライアントへのサービスを停止し、新無線機が開始するというサービスのカットオーバーを可能にする為に、十分な状態が旧無線機から新無線機へ送られるようにすることによって実行されてもよい。幾つかの実施形態において、ソフト無線間ハンドオフプロセスは、そのクライアントのセキュリティ及びアソシエーション状態のリスト、並びに任意の必要なネットワーキング又は転送情報を含んでもよい。幾つかの最小限の実施形態は、サービスのネットワーク構成状態以上のもの、例えば、どのネットワークが提供されているか、等を担持しない場合があり、又、クライアント状態を担持しない場合があるが、代わりに、接続されたクライアントにそれらのアソシエーションを再作成させる為にサービス停止メッセージを送信する場合がある。Wi-Fi向けの幾つかの特定の実施形態は、新無線機が切断点において旧無線機のBSSID及びサービス情報を引き受けることを要求し得るが、新無線機はクライアント情報を何も有さない可能性がある。そのような一実施形態では、起こるのはこれだけであり得る。新クライアントが、パワーセーブポール、アップリンクフレーム等のメッセージをアクセスポイントに送信すると、新無線機は、クライアントが関連付けられていないことを確認し、認証解除又は関連付け解除メッセージをクライアントに送信し、クライアントにその状態を再構築させることができる。別のそのような実施形態は、ブロードキャスト又はユニキャストの認証解除又は関連付け解除メッセージをクライアントに送信して、クライアントにその接続を積極的に再構築させるようにしてもよい。これらのメッセージは、旧無線機から、新無線機から、又はその両方から送信される得る。同じBSSIDとチャンネルを保持するあり得る理由の1つは、クライアントが以前利用していたサービスに戻ることを奨励する為であり得る。このような再構成でBSSIDを変更すると、一部のクライアントに、進んでハード切断を行わせ、ネットワークに再入力する前に深くスキャンさせる可能性がある。

【0101】

幾つかの実施形態において、アンテナ印刷プロセスの更なる改良を使用して、フレキシビリティを犠牲にすることなくストリップ上に指向性を生成してもよい。図39A、図39Bは、放射パターン3905の為の指向性を生成する為のストリップ3900上の特定の三次元アンテナ形状3910の使用を示している。幾つかの実施形態において、三次元形状は、プラスチックストリップの熱成形のようなプラスチック下敷きの熱変形を使用して生成されてもよい。幾つかの実施形態において、プラスチックは印刷前に変形されてもよく、導電層は、上に追加されてもよい。幾つかの実施形態において、導電層は伸縮可能であってもよい（金属ドーブポリマー及び炭素導電性ポリマーを含めて、フレキシブル弾性導電性ポリマー等）。幾つかの実施形態において、アンテナバックホールトレースは可撓性であってもよいが、アンテナは、成形後にストリップに固着（例えば、プレプリント又はダイカット）又は印刷されてもよい。幾つかの実施形態において、図39Aに示される放射パターン3905の三次元投影は、ストリップに成形されなくてもよいが、ストリップ3900に接着又は固着されてもよい。特定の形状は、恒久的に押圧されてもよく、又は、ストリップ3900が十分に弾性である場合、形状は、配備中までの、及び配備中を含む後の時間にストリップ3900に押し込まれてもよい。例えば、所望の形状を有する固体物体が、弾性表面の支持体としてアンテナ部に押し込まれてもよい。幾つかの実施形態において、アンテナは、成形された領域又は弾性領域に印刷されない場合があるが、基板に1つ以上の点で表面固着されてもよい。幾つかの実施形態において、アンテナリード自体は、同軸ケーブル又は非放射型ケーブル等の可撓性ワイヤであってもよい。幾つかの実施形態において、ケーブルは、その全長ではなく、寧ろ戦略的な点で接着又は固着することによって、結合又は破損することなく十分な与圧を可能にする為に弾性領域に沿って設定されてもよい。そのような一実施形態では、ラジエータ及びリード線は、ゴムシートに固着されてもよく、このゴムシートは、後で変形してラジエータの向きを変えてもよい。幾つかの実施形態において、アンテナが表面から離れる方向に曲がって引っかかりや裂け目を生じないように、フレキシブル非弾性ラジエータ及びリード線は、2つの弾性表面の間に挟まれてもよい。サンドイッチ自体は、フレキシブル材料を潤滑にする為に、油

10

20

30

40

50

のような中性の液体媒体で満たされてもよい。

【0102】

幾つかの実施形態において、アンテナリード線自体がアンテナとして動作する。そのような実施形態の1つでは、長いアンテナリード線は、リード線のその部分を強制的に放射性にする為に、1つ以上の位置で接地平面又は平面にエッチングされた穴で、接地平面の間に挟まれてもよい。このようにして、リーキーな同軸ケーブルのPCB又は多層で平坦な等価物を構築することができる。

【0103】

RFチェーンとアンテナの間のスイッチングネットワークは任意である。例えば、図40は、どの無線機もアンテナから切り離すことができない4方向スイッチファブリック4000の例示的な実施形態を示す。図示の例では、スイッチファブリックは、様々なRFチェーン4002をアンテナ4006に接続する複数の4方向スイッチ4004を含む。図41は、RFチェーン4102とアンテナ4106の任意の組み合わせを結合することができ、完全に統合された全てから全てへのマップにつながる単極単投スイッチ4104のフルマトリクススイッチ4100を示す。

【0104】

これらのスイッチングネットワークは、複数のチェーンが選択肢を有する為に、幾つかの実施形態によって採用されてもよい。様々な実施形態において、スイッチバンクのクロス(Cross)ネットワークを含むブロッキング、部分ブロッキング、又は非ブロッキング階層的スイッチングを使用して、1対1マッピング特性を確立してもよい。幾つかの実施形態において、スイッチバンクは行列配置ではなく多方向配置であってよく、従って、順列のみを生成してもよい。幾つかの実施形態において、それらの順列ネットワークは、順列を部分的にマージすることによってネットワークが多対多のマッピングを実行できるように、例えば、3つ以上のリード線が会合する混合プールと組み合わせられてもよい。これらのネットワークは、殆どのマッピングが利用可能なアンテナ構成のコヒーレントサブセットであることを期待する設計基準に基づく等、フルマトリクススイッチよりも疎になるように設計され得る。RFチェーンは、同じ同期された無線機にある必要はないことに留意されたい。例えば、図40、図41において、第1の3つのRFチェーンは1つの無線機上にあり得、第2の3つのRFチェーンは別の無線機上にあり得、従って、両方の無線機が共有アンテナリソースを潜在的に共有又は割り当てする為の方式を提供することができる。これらの実施形態の各々は、異なる効率(特定のタスクを実行する為に必要なスイッチの数等)及びブロッキングパラメータを有し得る。

【0105】

幾つかの実施形態は、異なる無線タイプの無線機を含む。これらの無線機は、同じアンテナリソースを共有することを望む場合がある。例えば、2.4GHzのアンテナはBluetoothとWi-Fiの両方に有用であり得る。マルチバンドアンテナは、2.4GHzと3.5GHz、又は5GHzと6GHzで良好な応答を生成する為に、2つ以上のラジエータアームを有してもよい。これらの実施形態では、異なる無線機は、衝突していても、していなくてもよい。2つの無線機は、両方が同じアンテナに接続されていながら、一方が送信でき、他方が受信できる場合、衝突していることになる。従って、上述したアンテナ構成処理は、3.5GHzCBRSとWi-Fiとの間等、複数の無線タイプに亘る構成を生成する為に、起こり得る衝突規則を考慮するようにしてもよい。幾つかの実施形態は、これらの制約を、充足エンジンへの提案として、又は最適化エンジンにおける重み付けされたルールとして表す。幾つかの実施形態は、識別器における後処理ステップを使用して、衝突をもたらす構成の値を強制的に重み付けしてもよい。幾つかの実施形態において、衝突は、衝突する2つの無線の予想送信電力を与えられた衝突の確率として表現されてもよい。幾つかの実施形態は、追加のフィルタ又はスイッチ特性等、アンテナ及び共有アンテナへのスイッチングパスの固有の構成特性を追加的に組み込んでもよい。幾つかの実施形態において、合理的な同時受信及び送信を確実にするように、適切なカットオフフィルタ(ローパス、ハイパス、ノッチ等)が、スイッチングファブリックに沿っ

10

20

30

40

50

て、又はラジエータ自体に、又は無線機チェーン入出力ポートに、配置されていることを確実にする等によって、そうしなければ衝突する2つの無線機が、少なくとも部分的に、衝突の回避の為に明示的に取り置かれる。幾つかの実施形態において、無線機は、純粋な送信又は受信のみのバーストを保証するようにそれ自体調整され、従って、送信の帯域外ロールオフが受信と干渉することを回避することによって、異なる帯域での同時動作を可能にし得る。例えば、集約された送信における同様のバースト要件を有する2つのWi-Fi無線機は、バースト動作の可能性を確保する為に十分な深さでキューが開発される間、PHY又はMACキューに一時停止するよう要求することによってスケジュールされてもよい。これらは、マルチキャスト／ブロードキャストトラフィックの為に、或いは、プロトコルによって受信が要求される前に送信機が両方ともオフになるように、1つの無線機のユニキャストトラフィックと別の無線機のマルチキャストのミックスの為に使用されてもよい。幾つかの実施形態において、PHY又はキューは、PHY集約が行われることを可能にする為に同時に凍結解除されてもよい。幾つかの実施形態において、同時送信及び受信の許容量は、起こり得る衝突の可能性に基づいて更に調整されてもよい。例えば、5GHz及び6GHzのWi-Fi無線送信は、互いに離れたチャンネルに配置された場合、調整されずに進行することが許可され得る。しかし、それらがそれらのロールオフ干渉距離内の隣接するチャンネルに配置される場合、構成マネージャは調整を要求し得る。幾つかの実施形態において、異なる無線機又は駆動CPUは、共有クロック又はGPIOパルスライン等の共有リアルタイムクロックと、以前に緊密に同期されたタイムスタンプとを保有してもよい。一例示的实施形態において、第1のCPUは、次のパルスの後に採用される提案されたタイムスタンプを他方のCPUに送信し、次のパルスの受信時に両CPUがその提案されたタイムスタンプに同期してもよい。幾つかの実施形態において、予測可能な割り込みレイテンシも考慮されてもよい。幾つかの実施形態において、コヒーレンス領域は、2つの無線がコヒーレントセットを共有することを禁じられる（又は前に論じたように思い留まる）ように、アンテナ及び付随する無線の衝突特性に基づいて設定されてもよい。

【0106】

本開示を通じて、便宜上スイッチはオン／オフであると記述されることに留意されたい。しかしながら、FETの線形領域で動作するように設計されたスイッチ、又は各レグが異なる損失を有する二値スイッチのツリーとして等、中間設定を有するスイッチが利用可能である。可変又は調整可能なスイッチを使用する場合、収集されたテレメトリは、各スイッチの設定を含む必要があり得る。学習段階の為にスイッチを能動的に調整する幾つかの実施形態において、スイッチは常に既知の値、又は最高値に設定されてもよい。しかしながら、特定の部分アンテナスイッチの設定に対応する固定損失を受信信号強度に追加して、最大強度での値の推定値を提供することが可能であり、主な潜在的な問題は、スイッチがその完全な設定であったならば受信できたはずの受信閾値未満の信号を受信できないことである。全体として、これらの実施形態は、それ以外は平坦なストリップ上に指向性のある多様なパターンを生成する為の非常に安価な方法を提供し得る。

【0107】

一実施形態によれば、本明細書に記載された技法は少なくとも1つのコンピューティングデバイスによって実装される。本技術は、パケットデータネットワーク等のネットワークを用いて結合される少なくとも1つのサーバコンピュータ及び／又は他のコンピューティングデバイスの組合せを用いて全体的に又は部分的に実装されてもよい。コンピューティングデバイスは、本技術を実行するようにハードワイヤードであってもよいし、本技術を実行するように持続的にプログラムされた少なくとも1つの特定用途向け集積回路（ASIC）又はフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）等のデジタル電子装置を含んでもよいし、ファームウェア、メモリ、他のストレージ、又はその組み合わせにおけるプログラム命令に従って本技術を実行するようにプログラムされた少なくとも1つの汎用ハードウェアプロセッサを含んでもよい。このようなコンピューティングデバイスは、カスタムハードワイヤードロジック、ASIC、又はFPGAをカスタムプログラミン

グと組み合わせて、説明された技術を達成することもできる。コンピューティングデバイスは、サーバコンピュータ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、ポータブルコンピュータシステム、ハンドヘルドデバイス、モバイルコンピューティングデバイス、ウェアラブルデバイス、身体装着型又は埋め込み型デバイス、スマートフォン、スマート家電、インターネットワーキング装置、ロボット又は無人地上・航空車両等の自律又は半自律デバイス、説明した技術を実装する為のハードワイヤード及び／又はプログラムロジックが組み込まれた任意の他の電子デバイス、データセンターにおける1つ以上の仮想計算機又はインスタンス、及び／又は、サーバコンピュータ及び／又はパーソナルコンピュータのネットワークであってもよい。

【0108】

図42は、一実施形態が実装され得る例示的なコンピュータシステムを示すブロック図である。図42の例では、コンピュータシステム4200と、開示された技術をハードウェア、ソフトウェア、又はハードウェアとソフトウェアの組み合わせで実装する為の命令とが、コンピュータアーキテクチャ及びコンピュータシステムの実装について通信する為にこの開示が関係する技術分野の当業者が通常使用する詳細度と同じレベルで、例えばボックス及び円として、模式的に表されている。

【0109】

コンピュータシステム4200は、電子信号経路を介してコンピュータシステム4200のコンポーネント間で情報及び／又は命令を通信する為のバス及び／又は他の通信機構（複数可）を含み得る、入力／出力（I/O）サブシステム4202を含む。I/Oサブシステム4202は、I/Oコントローラ、メモリコントローラ、及び少なくとも1つのI/Oポートを含んでもよい。電子信号経路は、図面において、例えば、線、一方向矢印、又は双方向矢印として模式的に表されている。

【0110】

少なくとも1つのハードウェアプロセッサ4204は、情報及び命令を処理する為にI/Oサブシステム4202に結合される。ハードウェアプロセッサ4204は、例えば、汎用マイクロプロセッサ又はマイクロコントローラ、及び／又は、組み込みシステム又はグラフィック処理ユニット（GPU）又はデジタル信号プロセッサ又はARMプロセッサ等の特殊目的マイクロプロセッサを含んでもよい。プロセッサ4204は、統合された算術論理ユニット（ALU）を備えてもよいし、別個のALUに結合されてもよい。

【0111】

コンピュータシステム4200は、プロセッサ4204によって実行されるデータ及び命令を電子的にデジタル保存する為にI/Oサブシステム4202に結合される、メインメモリ等の1つ以上のユニットのメモリ4206を含む。メモリ4206は、様々な形態のランダムアクセスメモリ（RAM）又は他の動的記憶装置のような揮発性メモリを含んでもよい。メモリ4206は又、プロセッサ4204によって実行されるべき命令の実行中に一時的な変数又は他の中間情報を格納する為に使用されてもよい。このような命令は、プロセッサ4204にアクセス可能な非一時的コンピュータ可読記憶媒体に格納されると、コンピュータシステム4200を、命令で指定された動作を実行するようにカスタマイズされた特殊目的マシンにレンダリングできる。

【0112】

コンピュータシステム4200は更に、プロセッサ4204の為の情報及び命令を格納する為に、I/Oサブシステム4202に結合された読み取り専用メモリ（ROM）4208又は他の静的記憶装置のような不揮発性メモリを含む。ROM4208は、消去可能PROM（EPROM）又は電氣的消去可能PROM（EEPROM）等のプログラマブルROM（PROM）の様々な形態を含んでもよい。永続ストレージ4210のユニットは、FLASHメモリ等の不揮発性RAM（NVRAM）、或いはCD-ROM若しくはDVD-ROM等の固体ストレージ、磁気ディスク又は光ディスク等の様々な形態を含んでもよく、情報及び命令を格納する為にI/Oサブシステム4202に結合されてもよい。ストレージ4210は、プロセッサ4204によって実行されると、本明細書の技術を実

10

20

30

40

50

行する為にコンピュータ実装方法を実行させる命令及びデータを格納する為に使用され得る非一時的コンピュータ可読媒体の一例である。

【0113】

メモリ4206、ROM4208又はストレージ4210内の命令は、モジュール、方法、オブジェクト、機能、ルーチン、又は呼び出しとして編成された1つ以上の命令セットを備えてもよい。命令は、1つ以上のコンピュータプログラム、オペレーティングシステムサービス、又はモバイルアプリを含むアプリケーションプログラムとして編成されてもよい。命令は、オペレーティングシステム及び／又はシステムソフトウェア、マルチメディア、プログラミング又は他の機能をサポートする1つ以上のライブラリ、TCP/IP、HTTP又は他の通信プロトコルを実装するデータプロトコル命令又はスタック、HTML、XML、JPEG、MPEG又はPNGを用いて符号化されたファイルを解析又はレンダリングするファイル形式処理命令、グラフィカルユーザインターフェース（GUI）、コマンドラインインターフェース又はテキストユーザインターフェースのコマンドをレンダリング又は解釈するユーザインターフェース命令、オフィススイート、インターネットアクセスアプリケーション、設計及び製造アプリケーション、グラフィックアプリケーション、オーディオアプリケーション、ソフトウェアエンジニアリングアプリケーション、教育アプリケーション、ゲーム又はその他のアプリケーション等のアプリケーションソフトウェアを含んでもよい。命令は、ウェブサーバ、ウェブアプリケーションサーバ又はウェブクライアントを実装してもよい。命令は、構造化問い合わせ言語（SQL）使用又はSQLなしのリレーショナルデータベースシステム、オブジェクトストア、グラフデータベース、フラットファイルシステム又は他のデータストレージ等のプレゼンテーション層、アプリケーション層及びデータストレージ層として編成されてもよい。

【0114】

コンピュータシステム4200は、I/Oサブシステム4202を介して、少なくとも1つの出力デバイス4212に結合されてもよい。一実施形態では、出力デバイス4212は、デジタルコンピュータディスプレイである。様々な実施形態で使用され得るディスプレイの例には、タッチスクリーンディスプレイ又は発光ダイオード（LED）ディスプレイ又は液晶ディスプレイ（LCD）又は電子ペーパーディスプレイが含まれる。コンピュータシステム4200は、ディスプレイデバイスに代えて又はディスプレイデバイスに加えて、他のタイプ（複数可）の出力デバイス4212を含んでもよい。他の出力デバイス4212の例は、プリンタ、チケットプリンタ、プロッタ、プロジェクタ、サウンドカード又はビデオカード、スピーカ、ブザー又は圧電装置又は他の可聴装置、ランプ又はLED又はLCDインジケータ、触覚装置、アクチュエータ又はサーボを含む。

【0115】

少なくとも1つの入力デバイス4214は、信号、データ、コマンド選択又はジェスチャーをプロセッサ4204に通信する為に、I/Oサブシステム4202に結合される。入力デバイス4214の例には、タッチスクリーン、マイクロフォン、静止画及び動画デジタルカメラ、英数字及びその他のキー、キーパッド、キーボード、グラフィックタブレット、イメージスキャナ、ジョイスティック、時計、スイッチ、ボタン、ダイヤル、スライド、及び／又は、力センサ、モーションセンサ、熱センサ、加速度計、ジャイロ스코ープ、及び慣性測定ユニット（IMU）センサ等の様々なタイプのセンサ、及び／又はセルラー又はWi-Fi等の無線、無線周波数（RF）又は赤外線（IR）トランシーバ及び全地球測位システム（GPS）トランシーバ等の様々なタイプのトランシーバを含む。

【0116】

別のタイプの入力デバイスは、制御デバイス4216であり、入力機能の代わりに、又はそれに加えて、カーソル制御又はディスプレイ画面上のグラフィカルインターフェースにおけるナビゲーション等の他の自動制御機能を実行することができる。制御デバイス4216は、方向情報及びコマンド選択をプロセッサ4204に伝達し、ディスプレイ4212上のカーソル移動を制御する為のタッチパッド、マウス、トラックボール、又はカー

ソル方向キーであってもよい。入力デバイスは、デバイスが平面内の位置を指定することを可能にする、第1の軸（例えば、x）及び第2の軸（例えば、y）の2つの軸における少なくとも2つの自由度を有してよい。別のタイプの入力デバイスは、ジョイスティック、ワンド、コンソール、ステアリングホイール、ペダル、ギアシフト機構等の有線、無線、又は光学制御デバイスである。入力デバイス4214は、ビデオカメラや深度センサ等、複数の異なる入力デバイスの組み合わせを含んでもよい。

【0117】

別の実施形態では、コンピュータシステム4200は、出力デバイス4212、入力デバイス4214、及び制御デバイス4216のうちの1つ以上が省略されたIoT（モノのインターネット（internet of things））デバイスを備えていてもよい。又は、そのような実施形態では、入力デバイス4214は、1つ以上のカメラ、運動検出器、温度計、マイクロフォン、地震検出器、他のセンサ又は検出器、測定デバイス又はエンコーダを備えてもよく、出力デバイス4212は、単一行LED又はLCDディスプレイ等の特殊目的ディスプレイ、1つ以上の表示器、表示パネル、メーター、バルブ、ソレノイド、作動装置又はサーボを備えてもよい。

【0118】

コンピュータシステム4200がモバイルコンピューティングデバイスである場合、入力デバイス4214は、複数のGPS衛星に三角測量し、コンピュータシステム4200の物理的位置に対する緯度経度値等のジオロケーション又は位置データを決定及び生成することができるGPSモジュールに結合されたグローバルポジショニングシステム（GPS）受信機を含み得る。出力デバイス4212は、ホスト4224又はサーバ4230に向けて、単独で又は他のアプリケーション固有のデータと組み合わせて、コンピュータシステム4200の位置を指定する位置報告パケット、通知、パルス又はハートビート信号、又は他の定期的なデータ伝送を生成する為のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア及びインターフェースを含んでもよい。

【0119】

コンピュータシステム4200は、カスタマイズされたハードワイヤードロジック、少なくとも1つのASIC又はFPGA、ファームウェア及び／又はプログラム命令又はロジックを使用して、本明細書に記載の技術を実装してもよく、これは、コンピュータシステムにロードされて使用又は組み合わせて実行すると、コンピュータシステムを特殊用途マシンとして動作させる又はプログラムするものである。一実施形態によれば、本明細書の技術は、プロセッサ4204がメインメモリ4206に含まれる少なくとも1つの命令のシーケンスを実行することに応答して、コンピュータシステム4200によって実行される。そのような命令は、ストレージ4210等の別の記憶媒体からメインメモリ4206に読み込まれてもよい。メインメモリ4206に含まれる命令のシーケンスの実行は、プロセッサ4204に、本明細書に記載のプロセスステップを実行させる。代替の実施形態では、ハードワイヤード回路が、ソフトウェア命令の代わりに、又はソフトウェア命令と組み合わせて使用されてもよい。

【0120】

本明細書で使用される「記憶媒体」という用語は、機械を特定の様式で動作させるデータ及び／又は命令を格納する任意の非一時的媒体を指す。そのような記憶媒体は、不揮発性媒体及び／又は揮発性媒体を含み得る。不揮発性媒体は、例えば、ストレージ4210のような光ディスク又は磁気ディスクを含む。揮発性メディアは、メモリ4206等のダイナミックメモリを含む。記憶媒体の一般的な形態は、例えば、ハードディスク、ソリッドステートドライブ、フラッシュドライブ、磁気データ記憶媒体、任意の光学的又は物理的データ記憶媒体、メモリチップ等を含む。

【0121】

記憶媒体は、伝送媒体とは異なるが、伝送媒体と組み合わせて使用され得る。伝送媒体は、記憶媒体間の情報の転送に参画する。例えば、伝送媒体は、I/Oサブシステム4202のバスを構成するワイヤを含む、同軸ケーブル、銅線、光ファイバーを含む。伝送媒

10

20

30

40

50

体は又、電波及び赤外線データ通信中に発生するような音響波又は光波の形態も取り得る。

【0122】

実行する為にプロセッサ4204に少なくとも1つの命令のシーケンスを搬送することにより、様々な形態の媒体が関与する可能性がある。例えば、命令は、最初、リモートコンピュータの磁気ディスク又はソリッドステートドライブ上に担持されてもよい。リモートコンピュータは、その動的メモリに命令をロードし、モデムを使用して光ファイバケーブル又は同軸ケーブル又は電話回線等の通信リンクを介して命令を送信することができる。コンピュータシステム4200にローカルなモデム又はルータは、通信リンク上でデータを受信し、データをコンピュータシステム4200に読み取られ得る形式に変換できる。例えば、無線周波数アンテナ又は赤外線検出器等の受信機は、無線又は光学信号で搬送されるデータを受信することができ、適切な回路は、データをバス上に配置する等のI/Oサブシステム4202にデータを提供できる。I/Oサブシステム4202は、データをメモリ4206に搬送し、そこからプロセッサ4204が命令を取り出して実行する。メモリ4206によって受信された命令は、オプションとして、プロセッサ4204による実行の前又は後の何れかでストレージ4210に格納されてもよい。

【0123】

コンピュータシステム4200は、バス4202に結合された通信インターフェース4218も含む。通信インターフェース4218は、ネットワーク4222又はインターネット上のパブリック若しくはプライベートクラウド等の少なくとも1つの通信ネットワークに直接又は間接的に接続されているネットワークリンク（複数可）4220への双方向データ通信結合を提供する。例えば、通信インターフェース4218は、イーサネットネットワークインターフェース、統合サービスデジタルネットワーク（ISDN）カード、ケーブルモデム、衛星モデム、又は、例えばイーサネットケーブル又は任意の種類の金属ケーブル又は光ファイバ回線又は電話回線等の対応する種類の通信回線へのデータ通信接続を提供するモデムであってもよい。ネットワーク4222は、広義には、ローカルエリアネットワーク（LAN）、ワイドエリアネットワーク（WAN）、キャンパスネットワーク、インターネットワーク又はそれらの任意の組合せを表す。通信インターフェース4218は、互換LANへのデータ通信接続を提供するLANカード、又はセルララジオ電話無線ネットワーク規格に従ってセルラータを送信又は受信するように配線されたセルララジオ電話インターフェース、又は衛星無線ネットワーク規格に従ってデジタルデータを送信又は受信するように配線された衛星無線インターフェースを含み得る。任意のそのような実装において、通信インターフェース4218は、様々なタイプの情報を表すデジタルデータストリームを運ぶ信号経路上で電気信号、電磁信号、又は光信号を送受信する。

【0124】

ネットワークリンク4220は、典型的には、例えば、衛星、セルラー、Wi-Fi、又はBLUETOOTH技術を使用して、他のデータデバイスに直接又は少なくとも1つのネットワークを介して電気、電磁、又は光データ通信を提供する。例えば、ネットワークリンク4220は、ネットワーク4222を介してホストコンピュータ4224への接続を提供してもよい。

【0125】

更に、ネットワークリンク4220は、ネットワーク4222を介した接続、又はインターネットサービスプロバイダ（ISP）4226によって運営されているインターネットワーキング装置及び／又はコンピュータを介した他のコンピューティング装置への接続を提供してもよい。ISP4226は、インターネット4228として表される世界規模の packets データ通信ネットワークを通じてデータ通信サービスを提供する。サーバコンピュータ4230が、インターネット4228に結合されてもよい。サーバ4230は、広義には、ハイパーバイザを有するか否かを問わず、任意のコンピュータ、データセンター、仮想マシン、仮想コンピューティングインスタンス、又はDOCKER若しくはKUBERNETES等のコンテナ化されたプログラムシステムを実行するコンピュータを表

す。サーバ4230は、複数のコンピュータ又はインスタンスを使用して実装され、ウェブサービス要求、HTTPペイロード内のパラメータを有するユニフォームリソースロケータ（URL）文字列、API呼び出し、アプリサービス呼び出し、又は他のサービス呼び出しを送信することによってアクセス及び使用される電子デジタルサービスを表し得る。コンピュータシステム4200及びサーバ4230は、他のコンピュータ、処理クラスタ、サーバファーム、又はタスクを実行するかアプリケーション若しくはサービスを実行する為に協力するコンピュータの他の組織を含む分散コンピューティングシステムの要素を形成してもよい。サーバ4230は、モジュール、方法、オブジェクト、機能、ルーチン、又は呼び出しとして編成される1つ以上の命令セットを含んでもよい。命令は、1つ以上のコンピュータプログラム、オペレーティングシステムサービス、又はモバイルアプリを含むアプリケーションプログラムとして編成されてもよい。命令は、オペレーティングシステム及び／又はシステムソフトウェア、マルチメディア、プログラミング又は他の機能をサポートする1つ以上のライブラリ、TCP/IP、HTTP又は他の通信プロトコルを実装するデータプロトコル命令又はスタック、HTML、XML、JPEG、MPEG又はPNGを用いて符号化されたファイルを解析又はレンダリングするファイル形式処理命令、グラフィカルユーザインターフェース（GUI）、コマンドラインインターフェース又はテキストユーザインターフェース用のコマンドをレンダリング又は解釈するユーザインターフェース命令、オフィススイート、インターネットアクセスアプリケーション、設計及び製造アプリケーション、グラフィックアプリケーション、オーディオアプリケーション、ソフトウェアエンジニアリングアプリケーション、教育アプリケーション、ゲーム又はその他のアプリケーション等のアプリケーションソフトウェアを含み得る。サーバ4230は、構造化問い合わせ言語（SQL）又はSQL無しを使用するリレーショナルデータベースシステム、オブジェクトストア、グラフデータベース、フラットファイルシステム又は他のデータストレージ等のプレゼンテーション層、アプリケーション層及びデータストレージ層をホストするウェブアプリケーションサーバを含み得る。

【0126】

コンピュータシステム4200は、ネットワーク（複数可）、ネットワークリンク4220及び通信インターフェース4218を介して、プログラムコードを含むメッセージの送信及びデータ及び命令の受信を行うことができる。インターネットの例では、サーバ4230は、インターネット4228、ISP4226、ローカルネットワーク4222、及び通信インターフェース4218を通じて、アプリケーションプログラムの要求されたコードを送信する可能性がある。受信されたコードは、受信されると同時にプロセッサ4204によって実行され、及び／又は後の実行の為にストレージ4210、又は他の不揮発性ストレージに格納されてもよい。

【0127】

本項で説明した命令の実行は、実行中のコンピュータプログラムのインスタンスの形で、プログラムコードとその現在の活動からなるプロセスを実装してもよい。オペレーティングシステム（OS）によっては、プロセスは、命令を同時に実行する複数の実行スレッドから構成されてもよい。この文脈では、コンピュータプログラムは受動的な命令の集合であり、プロセスはそれらの命令の実際の実行であり得る。幾つかのプロセスが同じプログラムに関連付けられてよく、例えば、同じプログラムの複数のインスタンスを開くことは、多くの場合、複数のプロセスが実行されていることを意味する。マルチタスクは、複数のプロセスがプロセッサ4204を共有することを可能にするように実装されてもよい。各プロセッサ4204又はプロセッサのコアは一度に単一のタスクを実行するが、コンピュータシステム4200は、各プロセッサが各タスクの終了を待機することなく実行中のタスクを切り替えることができるように、マルチタスクを実装するようにプログラムされてもよい。一実施形態では、タスクが入力／出力操作を行う時、タスクが切り替えられることを示す時、又はハードウェア割り込みで、切り替えが実行されてもよい。時分割を実装して、複数のプロセスが同時に実行されているように見えるコンテキストスイッチを高速に実行することにより、インタラクティブなユーザアプリケーションの高速応答を可

10

20

30

40

50

能にしてもよい。一実施形態では、セキュリティ及び信頼性の為に、オペレーティングシステムは、独立したプロセス間の直接通信を防止し、厳密に媒介及び制御されたプロセス間通信機能を提供することができる。

【0128】

本開示を通じて、「W i - F i」という用語は、I E E E 8 0 2 . 1 1 規格に基づく特定のタイプの無線ネットワークングを指して使用される。しかし、その中で教示される技術は、無線ネットワークングに広く適用されるものであり、「W i - F i」の使用は、文脈によって明確に記載又は暗示されない限り、I E E E 8 0 2 . 1 1 に特に限定されると見做されることはない。更に、アンテナの形状は、接続性と区別の目的で図示されている（異なるアンテナパターンを表す為に、異なる方向で描かれたアンテナ等）。これらの図解は、グラウンドプレーンを含むアンテナ素子の形状に関する概念的なものである。特定のアンテナ形状を特定すること、インピーダンス整合技術を適用すること、接地面の構築等は、材料、厚さ、導体重量等の製造上の選択に基づいて実際の構造において異なる形状を生じるものであり、推測又は実験を必要とせず、全て当技術分野で十分に理解されている。

【0129】

前述の明細書において、本発明の実施形態は、実施毎に異なる可能性のある多数の具体的な詳細を参照して説明されている。従って、本明細書及び図面は、制限的な意味ではなく例示的な意味において考慮される。本発明の範囲の唯一且つ排他的な指標、及び出願人が本発明の範囲であると意図するものは、本出願から発行される請求項の集合の文字通りの範囲及び同等の範囲であり、そのような請求項は、その後の修正を含む特定の形態で発行されたものである。

【0130】

本開示全体を通して、本開示の他の実施形態とは別個のものであるか又は派生したものである複数の実施形態が列挙されている。更に、本開示全体を通じて、より一般的な実施形態の拡張であってもよい複数の特定の実施形態が列挙されている。これらの実施形態の組み合わせ及びサブプロセスは、本開示を読めば、及び読んだ場合にのみ、当業者によって予測することができる為、本開示によって教示されることも理解される。更に、複数形又は単数形の使用は、言及される項目の数を制限せず、別段に明示的に宣言しない限り、又は論理的に矛盾しない限り、単数形の項目の言及は、複数形でもあると解釈され、逆も又然りである。

【0131】

更に、本開示全体を通じて、複数の代替的な実施形態が記載されている。各実施形態は、トレードオフ又は効果において異なり、その為、そのトレードオフ及び効果のセットに対する最良の実施形態である。使用する代替案の選択は、当業者が望むトレードオフ又は効果に依存し、そのような選択は、当技術分野において自明且つ直接的であり、更なる発明又は発見を必要としない。「可能性がある」、「し得る」、「してもよい」等の条件付き表現は、本発明の実施形態内のオプション（製造、構成、又は可用性に基づく）を指すことを意図するものであり、又それを意図していると解釈されるべきであり、追加の発明が必要であると述べているわけではない。例えば、「本発明は所定の入力に反応し得る」という記述は、本発明の実施形態の1つのアセンブリの1つの構成が、実際にその入力に反応することを意味する。これは、言語的な経済性の為にのみ行われ、教示される発明に関する不確実性や不完全性等を示唆するものではない。本開示は、技術の将来の状態について推測するものではなく、現在の発明を述べるものである。実施例は、本発明の明示的な実施形態として提供され、又、教示を解明する為に提供される。

【0132】

本開示は、当業者が更なる発見や発明なしで、含まれる発明の新規な方法を用いたシステム周辺や技術を構築することができるよう、十分な詳細を列挙している。

【付記1】

無線ネットワークングシステムを動的に構成するコンピュータ実装方法であって、前記無線ネットワークングシステムにおける複数のアンテナの各々について、前記アン

テナが前記複数のアンテナにおける1つ以上の他のアンテナに到達しているかどうか及びどのように到達しているかを示すトポロジ情報を取得し、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合された2つ以上のW i - F i トランシーバーを含み、これらの各々は、夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの1つ以上に選択的に結合されるように動作可能である、ステップと、

前記取得したトポロジ情報に依存して、前記無線ネットワークシステムに対する所望の構成変更を決定し、前記所望の構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記2つ以上のW i - F i トランシーバーに結合されているかの変更、又は前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちのどれが及び幾つがアクティブであるかについての変更を含む、ステップと、

前記所望の構成変更を開始するステップと、
を含む方法。

〔付記2〕

前記所望の構成変更を開始するステップが、
スイッチのアクティブ化を開始して、前記複数のアンテナのうちの1つを前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つに結合するステップと、

スイッチの非アクティブ化を開始して、前記複数のアンテナのうちの1つを前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つから切り離すステップと、
のうち1つ以上を含む、付記1に記載の方法。

〔付記3〕

前記所望の構成変更を開始するステップが、
前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つのアクティブ化を開始するステップと、

前記2つ以上のW i - F i トランシーバーのうちの1つの非アクティブ化を開始するステップと、
のうち1つ以上を含む、付記1に記載の方法。

〔付記4〕

前記複数のアンテナ各々について、前記取得したトポロジ情報を用いて夫々の近傍テーブルに入力するステップを更に含む、付記1に記載の方法。

〔付記5〕

前記トポロジ情報を取得するステップは、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記トポロジ情報又は前記トポロジ情報の導出元である近傍情報を取得するステップを含む、付記1に記載の方法。

〔付記6〕

前記取得した近傍情報は、前記無線ネットワークシステムでの送信に関連する夫々の信号強度を含む、付記5に記載の方法。

〔付記7〕

前記取得したトポロジ情報は、送信が受信されるアンテナの組み合わせ又は受信アンテナの組み合わせに適用される、付記1に記載の方法。

〔付記8〕

前記トポロジ情報を取得するステップは、2つ以上の受信無線クライアントデバイス間で送信側無線クライアントデバイスの送信を相関させるステップを含む、付記1に記載の方法。

〔付記9〕

前記所望の構成変更を決定するステップは更に、前記複数のアンテナのうちの1つ以上のアンテナに対する無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存する、付記1に記載の方法。

〔付記10〕

前記所望の構成変更を決定するステップは、アクティブ化された時に、少なくとも所望

10

20

30

40

50

のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリアに亘ってカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定するステップを含む、付記 1 に記載の方法。

〔付記 1 1〕

セルの位置、既知の干渉パターン、又はアンテナの既知の指向性の量に依存して、前記集合的なカバレッジエリアを自動的にプルーニング又は整形するステップを更に含む、付記 1 0 に記載の方法。

〔付記 1 2〕

前記所望の構成変更を決定するステップは更に、最適性、ネットワークニーズ、オペレータ要求、無線状態、及びクライアント要求のうちの少なくとも 1 つに依存する、付記 1 に記載の方法。

〔付記 1 3〕

各 W i e F i 送信機に結合されたアンテナは、アンテナ要素の集合に関するデフォルトのカバレッジパターンに寄与する前記アンテナ要素の反復型集合を表し、

前記所望の構成変更を決定するステップは、前記 2 つ以上の W i e F i トランシーバーのうちの 1 つに結合された前記アンテナに対する前記カバレッジパターンの変更をもたらす構成変更を決定するステップを含む、付記 1 に記載の方法。

〔付記 1 4〕

前記無線ネットワークシステムが、
単一のネットワークライン及び単一の電力ライン、及び、
複合電力及びネットワーク分配、
のうち少なくとも 1 つを備え、

前記単一のネットワークライン及び前記単一の電力ライン又は前記結合された電力及びネットワーク分配は、線形列に沿って配置され、前記 2 つ以上の W i e F i トランシーバーの各々に結合される、付記 1 に記載の方法。

〔付記 1 5〕

前記所望の構成変更を決定するステップは、前記無線ネットワークシステムの為の提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機械学習モデルを使用するステップを含む、付記 1 に記載の方法。

〔付記 1 6〕

更に、
前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワークシステムに関する 1 つ以上の提案構成を生成するステップと、
前記提案構成の夫々の結果を予測するステップと、
前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの 1 つを選択し、前記選択された提案構成は、前記所望の構成変更を含む、ステップと、を含む付記 1 5 に記載の方法。

〔付記 1 7〕

更に、前記機械学習モデルによって、前記複数のアンテナの夫々の重要度を示す学習された応答を決定するステップを含む、付記 1 5 に記載の方法。

〔付記 1 8〕

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域と関連付けられた夫々の品質測度とを用いて訓練される、付記 1 5 に記載の方法。

〔付記 1 9〕

前記方法が更に、第 1 のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される 1 つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスがハンドオフされるべきであると決定するステップを含み、

前記所望の構成変更を決定するステップと、前記所望の構成変更を開始するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであるという決定に応答して実行され、

前記所望の構成変更を開始するステップは、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナ

10

20

30

40

50

のうちの少なくとも1つを非アクティブ化し、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化するステップを含む、付記1に記載の方法。

〔付記20〕

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記第1のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断するステップを含む、付記19に記載の方法。

〔付記21〕

前記方法が更に、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第2のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得するステップを含み、

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第2のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存する、付記19に記載の方法。

〔付記22〕

前記所望の構成を決定するステップは、

構成提案又は構成提案の重み付けを修正するステップと、

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワークシステムに関する新たな構成の生成を開始するステップと、を含み、

前記方法は更に、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び1つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワークシステムに関する新たな構成を生成するステップを含む、付記19に記載の方法。

〔付記23〕

前記1つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第1のカバレッジエリアと前記第2のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第1のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第2のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件、を含む、付記22に記載の方法。

〔付記24〕

1つ以上の命令シーケンスを格納する1つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体であって、前記1つ以上の命令シーケンスは、1つ以上のプロセッサを用いて実行されると、前記1つ以上のプロセッサに、

無線ネットワークシステムにおける複数のアンテナの各々について、前記アンテナが前記複数のアンテナにおける1つ以上の他のアンテナに到達しているかどうか及びどのように到達しているかを示すトポロジ情報を取得させ、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合され各々が夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの1つ以上に選択的に結合されるよう動作可能である2つ以上のWi-Fiトランシーバーを含み、

前記取得したトポロジ情報に依存して、前記無線ネットワークシステムに対する所望の構成変更を決定させ、前記所望の構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記2つ以上のWi-Fiトランシーバーに結合されているかの変更、又は前記2つ以上のWi-Fiトランシーバーのうちのどのアンテナ又は幾つがアクティブであ

10

20

30

40

50

るかについての変更を含み、

前記所望の構成変更を開始させる、1つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体。

〔付記25〕

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用させて、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元である近傍情報を取得させる、付記24に記載の媒体。

〔付記26〕

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、2つ以上の受信無線クライアントデバイス間の送信側無線クライアントデバイスの送信を相関させる、付記24に記載の媒体。

〔付記27〕

前記所望の構成変更を決定するステップは更に、前記複数のアンテナのうちの1つ以上のアンテナについての無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存する、付記24に記載の媒体。

〔付記28〕

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、アクティブ化されると、少なくとも所望のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリア上にカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定させる、付記24に記載の媒体。

〔付記29〕

各Wi-Fi送信機に結合された前記アンテナは、夫々が前記アンテナ要素の集合に関するデフォルトのカバレッジパターンに寄与するアンテナ要素の反復型集合を表し、

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記2つ以上のWi-Fiトランシーバーのうちの1つに結合された前記アンテナに対する前記カバレッジパターンの変更をもたらす構成変更を決定させる、付記24に記載の媒体。

〔付記30〕

前記所望の構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線ネットワークシステムに関する提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機械学習モデルを使用させる、付記24に記載の媒体。

〔付記31〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、

前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワークシステムの1つ以上の提案構成を生成させ、

前記提案構成の夫々の結果を予測させ、

前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの1つを選択させ、前記選択された提案構成は、前記所望の構成変更を含む、付記30に記載の媒体。

〔付記32〕

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを用いて訓練される、付記30に記載の媒体。

〔付記33〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、第1のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される1つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスがハンドオフされるべきであると決定させ、

前記所望の構成変更を決定すること、及び前記所望の構成変更を開始することは、前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することに応答して実行され、

前記所望の構成変更の開始を実行する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも1つを非アクティブ化させ、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化させ

10

20

30

40

50

る、付記 2 4 に記載の方法。

〔付記 3 4〕

前記無線クライアントデバイスが前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定する為に、前記命令は、前記 1 つ以上のプロセッサに、前記無線クライアントデバイスが前記第 1 のカバレージエリアの境界に近付いていることを判断させる、付記 3 3 に記載の媒体。

〔付記 3 5〕

前記命令は更に、前記 1 つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第 1 の W i e r f i t r a n s m i t t e r に関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第 2 の W i e r f i t r a n s m i t t e r に関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得させ、

10

無線クライアントデバイスが前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することは、前記無線クライアントデバイス及び前記第 1 の W i e r f i t r a n s m i t t e r に関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第 2 の W i e r f i t r a n s m i t t e r に関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存する、

付記 3 3 に記載の媒体。

〔付記 3 6〕

20

前記所望の構成を決定する為に、前記命令は、前記 1 つ以上のプロセッサに、構成提案又は構成提案の重み付けを修正させ、

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワークシステムの新たな構成の作成を開始させ、

前記命令は更に、前記 1 つ以上のプロセッサに、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び 1 つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワークシステムに関する前記新たな構成を生成させる、付記 3 3 に記載の媒体。

〔付記 3 7〕

前記 1 つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第 1 のカバレージエリアと前記第 2 のカバレージエリアとの間の距離に関する制約と、

30

前記少なくとも 1 つの代替アンテナが、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも 1 つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第 1 のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第 2 のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件と、を含む付記 3 6 に記載の媒体。

〔付記 3 8〕

無線ネットワークシステムを動的に構成するコンピュータ実装方法であって、

前記無線ネットワークシステムにおける複数のアンテナ各々について、前記アンテナが前記複数のアンテナにおける 1 つ以上の他のアンテナに到達しているか否か及びその方法を示すトポロジ情報を取得し、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合され各々が夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの 1 つ以上に選択的に結合されるように動作可能な 2 つ以上の W i e r f i t r a n s m i t t e r を含み、前記取得したトポロジ情報は、前記無線ネットワークシステムに関する 1 つ以上の構成提案を表す、ステップと、

40

前記無線ネットワークシステムに関する構成案を評価する為の識別器を生成する為に訓練された機械学習モデルを使用して、前記取得したトポロジ情報に依存して、前記 1 つ以上の構成提案の夫々の予測結果を決定するステップと、

前記予測結果に依存して、前記無線ネットワークシステムに対する構成変更後に前

50

記無線ネットワークシステムにおいてアクティブ化すべき前記複数のアンテナの中から選択されるアンテナのセットを決定し、前記構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記2つ以上のWi-Fiトランシーバーに結合されるかの変更又は前記2つ以上のWi-Fiトランシーバーのうちのどれが又は幾つがアクティブであるかにおける変更を含む、ステップと、を含む方法。

〔付記39〕

前記機械学習モデルによって、前記複数のアンテナの各々の重要度を示す学習された応答を決定するステップを更に含む、付記38に記載の方法。

〔付記40〕

前記機械学習モデルは、前記テレメトリプロセスによって重み付けされた前記1つ以上の構成提案と、重み付けされた各構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを用いて訓練される、付記38に記載の方法。

10

〔付記41〕

前記トポロジー情報を取得するステップは、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元の近傍情報を取得するステップを含む、付記38に記載の方法。

〔付記42〕

前記取得したトポロジー情報は、送信が受信されるアンテナの組合せ又は受信アンテナの組合せに適用される、付記38に記載の方法。

20

〔付記43〕

前記アンテナのセットを決定するステップは更に、前記複数のアンテナのうちの1つ以上に対する無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存する、付記38に記載の方法。

〔付記44〕

前記アンテナのセットを決定するステップは、アクティブ化された時、少なくとも所望のカバレッジエリアを含む集合的カバレッジエリアに亘ってカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定するステップを含む、付記38に記載の方法。

〔付記45〕

前記アンテナのセットを決定するステップは更に、最適性、ネットワークニーズ、オペレータ要求、無線状態、及びクライアント要求のうちの少なくとも1つに依存する、付記38に記載の方法。

30

〔付記46〕

前記構成変更を開始するステップを更に含む、付記38に記載の方法。

〔付記47〕

前記方法は更に、第1のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される1つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスがハンドオフされるべきであると決定するステップを含み、

前記夫々の予測結果を決定するステップと、前記アンテナのセットを決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであるという決定に応答して実行され、

40

前記構成変更を開始するステップは、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも1つを非アクティブ化し、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化するステップを含む、付記46に記載の方法。

〔付記48〕

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが第1のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断するステップを含む、付記47に記載の方法。

50

〔付記 4 9〕

前記方法が更に、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第 1 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第 2 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得するステップを含み、

前記無線クライアントが前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイス及び前記第 1 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第 2 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存する、付記 4 7 に記載の方法。

10

〔付記 5 0〕

前記アンテナのセットを決定するステップは、
構成提案又は構成提案の重み付けを修正するステップと、
前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存して、前記無線ネットワークシステムに関する新たな構成の生成を開始するステップと、を含み、

前記方法は更に、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び 1 つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワークシステムの前記新たな構成を生成するステップを含む、付記 4 7 に記載の方法。

〔付記 5 1〕

前記 1 つ以上の該当する構成変更制約は、
前記第 1 のカバレッジエリアと前記第 2 のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも 1 つの代替アンテナが、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも 1 つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第 1 のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第 2 のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件、を含む付記 5 0 に記載の方法。

20

〔付記 5 2〕

1 つ以上の命令シーケンスを格納する 1 つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体であって、前記 1 つ以上の命令シーケンスは、1 つ以上のプロセッサを用いて実行されると、前記 1 つ以上のプロセッサに、

無線ネットワークシステムにおける複数のアンテナの各々について、前記アンテナが前記複数のアンテナにおける 1 つ以上の他のアンテナに到達しているかどうか及びどのように到達しているかを示すトポロジー情報を取得させ、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合され各々が夫々のスイッチによって前記複数のアンテナの 1 つ以上に選択的に結合されるよう動作可能な 2 つ以上の W i - F i トランシーバーを含み、前記取得したトポロジー情報は前記無線ネットワークシステムに関する 1 つ以上の構成提案を表し、

30

前記無線ネットワークシステムに関する構成案を評価する為の識別器を生成する為に訓練された機械学習モデルを使用して、前記取得したトポロジー情報に依存して、前記 1 つ以上の構成案の夫々の予測結果を決定させ、

前記予測結果に依存して、前記無線ネットワークシステムに対する構成変更後に前記無線ネットワークシステムにおいてアクティブ化すべき前記複数のアンテナの中から選択されるアンテナのセットを決定させ、前記構成変更は、前記複数のアンテナのうちのどれが及び幾つが前記 2 つ以上の W i - F i トランシーバーに結合されるかという変更又は前記 2 つ以上の W i - F i トランシーバーのうちのどれが又は幾つがアクティブであるという変更を含む、コンピュータ可読非一時的記憶媒体。

40

〔付記 5 3〕

50

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって重み付けされた前記1つ以上の構成提案と、重み付けされた各構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを使用して訓練される、付記52に記載の媒体。
〔付記54〕

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記トポロジー情報、又は前記トポロジー情報の導出元である近傍情報を取得させる、付記52に記載の媒体。

〔付記55〕

前記アンテナのセットを決定するステップは更に、前記複数のアンテナのうちの1つ以上のアンテナに対する無線送信及び受信に関する夫々のカバレッジパターンに依存する、付記52に記載の媒体。

〔付記56〕

前記アンテナのセットを決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、アクティブ化されると、少なくとも所望のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリア上にカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定させる、付記52に記載の媒体。

〔付記57〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、構成変更を開始させる、付記52に記載の媒体。

〔付記58〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、第1のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される1つ以上の現在アクティブなアンテナから前記無線クライアントデバイスをハンドオフすべきであることを決定させ、

前記夫々の予測結果を決定するステップと、前記アンテナのセットを決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することに応答して実行され、

前記構成変更を開始する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも1つを非アクティブ化させ、第2のカバレッジエリアを有する少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化させる、付記52に記載の媒体。

〔付記59〕

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線クライアントデバイスが前記第1のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断させる、付記58に記載の媒体。

〔付記60〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第2のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得させ、

前記無線クライアントデバイスが前記1つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定することは、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第2のWi-Fiトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存する、付記58に記載の媒体。

〔付記61〕

前記アンテナのセットを決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、構成提案又は構成提案の重み付けを修正させ、

10

20

30

40

50

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワークシステムの新たな構成の作成を開始させ、

前記命令は更に、前記１つ以上のプロセッサに、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び１つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワークシステムに関する前記新たな構成を生成させる、付記５８に記載の媒体。

〔付記６２〕

前記１つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第１のカバレッジエリアと前記第２のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも１つの代替アンテナが、前記１つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも１つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第１のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記１つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第２のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件と、を含む付記６１に記載の媒体。

〔付記６３〕

無線ネットワークシステムにおいてアンテナハンドオフを実行する、コンピュータ実装方法であって、

無線クライアントデバイスが、第１のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される１つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定し、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合され各々が夫々のスイッチによって複数のアンテナのうちの１つ以上に選択的に結合されるように動作可能な２つ以上のＷｉ－Ｆｉトランシーバーを含み、前記１つ以上の現在アクティブなアンテナは前記２つ以上のＷｉ－Ｆｉトランシーバーの第１のＷｉ－Ｆｉトランシーバーに結合されるステップと、

前記無線ネットワークシステムの構成変更を開始し、前記構成変更は、前記１つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも１つを非アクティブ化し、第２のカバレッジエリアを有する少なくとも１つの代替アンテナをアクティブ化することを含む、ステップと、を含む方法。

〔付記６４〕

前記無線クライアントデバイスが前記１つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定するステップは、前記無線クライアントデバイスが前記第１のカバレッジエリアの境界に近付いていることを判断することを含む、付記６３に記載の方法。

〔付記６５〕

前記少なくとも１つの代替アンテナは、前記２つ以上のＷｉ－Ｆｉトランシーバーのうちの前記第１のＷｉ－Ｆｉトランシーバーに結合される、付記６３に記載の方法。

〔付記６６〕

前記少なくとも１つの代替アンテナは、前記２つ以上のＷｉ－Ｆｉトランシーバーのうちの第２のＷｉ－Ｆｉトランシーバーに結合される、付記６３に記載の方法。

〔付記６７〕

前記２つ以上のＷｉ－Ｆｉトランシーバーの前記第１のＷｉ－Ｆｉトランシーバーを非アクティブ化するステップを更に含む、付記６６に記載の方法。

〔付記６８〕

前記無線クライアントデバイスが前記１つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定するステップは、前記無線クライアントデバイス及び前記第１のＷｉ－Ｆｉトランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、若しくはデータレート、又は前記無線クライアントデバイス及び第２のＷｉ－Ｆｉトランシーバーに関連する信号品質エラーレート、若しくはデータレートに依存する、付記６３に記載の方法。

〔付記６９〕

更に、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第1又は第2のWi-Fiトランシーバーに関連する前記信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得するステップを含む、付記68に記載の方法。

〔付記70〕

前記構成変更を開始するステップは、前記夫々のスイッチのうちの1つ以上を制御して、前記1つ以上のアンテナを非アクティブ化し、前記少なくとも1つの代替アンテナをアクティブ化するステップを含む、付記63に記載の方法。

〔付記71〕

前記構成変更を開始するステップは、
アンテナの複数の事前構成済セットの中から、前記少なくとも1つの代替アンテナを含むアンテナの第1の事前構成済セットを選択するステップと、
夫々のスイッチのうちの1つ以上を制御して、前記無線クライアントデバイスに代わって送信又は受信される信号の、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナを含む第2の事前構成済アンテナのセットから前記第1の事前構成済アンテナのセットへの移動を生じさせるステップと、を含む付記63に記載の方法。

〔付記72〕

前記構成変更を開始するステップは、
構成提案又は構成提案の重み付けを修正するステップと、
前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存して、前記無線ネットワークシステムの新たな構成の作成を開始するステップと、を含む付記63に記載の方法。

〔付記73〕

更に、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び1つ以上の該当する構成変更制約に依存して、前記無線ネットワークシステムの前記新たな構成を生成するステップを含む、付記72記載の方法。

〔付記74〕

前記1つ以上の該当する構成変更制約は、前記第1のカバレッジエリアと前記第2のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約を含む、付記73に記載の方法。

〔付記75〕

前記複数のアンテナは、夫々が複数のアンテナを含む複数のコヒーレントアンテナセットを含み、
前記1つ以上の該当する構成変更制約は、前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセットにあるという要件を含む、付記73に記載の方法。

〔付記76〕

前記複数のアンテナは、夫々が前記アンテナ要素の集合の為のデフォルトカバレッジパターンに寄与するアンテナ要素の反復型集合を含み、
前記現在アクティブなアンテナは、前記アンテナ要素の反復型集合の第1のインスタンスにおける要素のサブセットを表し、
前記1つ以上の該当する構成変更制約は、前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記アンテナ要素の反復型集合の第2のインスタンスにおいて要素の同じサブセットを表すという要件を含む、付記73に記載の方法。

〔付記77〕

前記複数のアンテナの各々について、前記アンテナが前記複数のアンテナにおける1つ以上の他のアンテナの到達範囲内にあるかどうか及びどのように到達するかを示すトポロジー情報を取得するステップと、
前記取得したトポロジー情報に依存して、前記構成変更を決定するステップと、
を含む付記63に記載の方法。

〔付記78〕

前記トポロジー情報を取得するステップは、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメ

10

20

30

40

50

トリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元の近傍情報を取得するステップを含む、付記 77 に記載の方法。

〔付記 79〕

前記構成変更を決定するステップは、アクティブ化された時に、少なくとも前記第 2 のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリアに亘ってカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定するステップを含む、付記 77 に記載の方法。

〔付記 80〕

前記構成変更を決定するステップは、前記無線ネットワークシステムの提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機械学習モデルを使用することを含む、付記 77 に記載の方法。

〔付記 81〕

更に、前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワークシステムに関する 1 つ以上の提案構成を生成するステップと、

前記提案構成の夫々の結果を予測するステップと、

前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの 1 つを選択し、前記選択された提案構成は前記構成変更を含む、付記 80 に記載の方法。

〔付記 82〕

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを用いて訓練される、付記 80 に記載の方法。

〔付記 83〕

1 つ以上の命令シーケンスを格納した 1 つ以上のコンピュータ可読非一時的記憶媒体であって、前記 1 つ以上の命令シーケンスは、1 つ以上のプロセッサを使用して実行されると、前記 1 つ以上のプロセッサに、

無線ネットワークシステムに対して、無線クライアントデバイスが、第 1 のカバレッジエリアにおいて無線クライアントデバイスに代わって信号が送信又は受信される 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであることを決定させ、前記無線ネットワークシステムは、互いに平行に結合され各々が夫々のスイッチによって複数のアンテナの 1 つ以上に選択的に結合されるよう動作可能である 2 つ以上の W i - F i トランシーバーを含み、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナが前記 2 つ以上の W i - F i トランシーバーの第 1 の W i - F i トランシーバーに結合され、

前記無線ネットワークシステムの構成変更を開始させ、前記構成変更は、前記 1 つ以上の現在アクティブなアンテナのうちの少なくとも 1 つを非アクティブ化し、第 2 のカバレッジエリアを有する少なくとも 1 つの代替アンテナをアクティブ化することを含む、コンピュータ可読非一時的記憶媒体。

〔付記 84〕

前記無線クライアントデバイスが、1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフされるべきであると決定する為に、前記命令は、前記 1 つ以上のプロセッサに、前記無線クライアントデバイスが前記第 1 のカバレッジエリアの境界に近付きつつあることを判断させる、

付記 83 に記載の媒体。

〔付記 85〕

前記命令は、更に、前記 1 つ以上のプロセッサに、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記無線ネットワークシステムの動作中に、前記無線クライアントデバイス及び前記第 1 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度、或いは前記無線クライアントデバイス及び第 2 の W i - F i トランシーバーに関連する信号品質、エラーレート、又はデータレートの測度を取得させ、

前記無線クライアントデバイスが 1 つ以上の現在アクティブなアンテナからハンドオフ

10

20

30

40

50

されるべきであると決定することは、前記無線クライアントデバイス及び前記第1のWi-Fiトランシーバーに関連する前記信号品質、エラーレート、又はデータレート、或いは前記無線クライアントデバイス及び前記第2のWi-Fiトランシーバーに関連する前記信号品質、エラーレート、又はデータレートに依存する、付記83に記載の媒体。

〔付記86〕

前記構成変更を開始する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、アンテナの複数の事前構成済セットの中から、前記少なくとも1つの代替アンテナを含むアンテナの第1の事前構成済セットを選択させ、

前記夫々のスイッチのうちの1つ以上を制御させて、前記無線クライアントデバイスに代わって送信又は受信される信号の、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナを含むアンテナの第2の事前構成セットからアンテナの前記第1の事前構成セットへの移動を実現する、付記83に記載の媒体。

〔付記87〕

前記構成変更を開始する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、構成提案又は構成提案の重み付けを修正させ、

前記修正された構成提案又は構成提案の重み付けに依存する、前記無線ネットワークシステムの新たな構成の作成を開始させ、

前記無線ネットワークシステムの新たな構成を、前記修正された構成提案又は構成提案の重み付け及び1つ以上の該当する構成変更制約に依存して生成させる、付記83に記載の媒体。

〔付記88〕

前記1つ以上の該当する構成変更制約が、

前記第1のカバレッジエリアと前記第2のカバレッジエリアとの間の距離に関する制約と、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナと同じコヒーレントアンテナセット内にあるという要件、又は、

前記少なくとも1つの代替アンテナが、アンテナ要素の反復型集合の第1のインスタンスにおける要素のサブセットと、前記1つ以上の現在アクティブなアンテナによって表される前記アンテナ要素の反復型集合の第2のインスタンスにおける要素のサブセットとが同じであることを表すという要件と、を含む付記87に記載の媒体。

〔付記89〕

前記命令は更に、前記1つ以上のプロセッサに、

前記複数のアンテナ各々について、前記アンテナが前記複数のアンテナ内の1つ以上の他のアンテナの到達範囲内にあるかどうか及びどのようにあるかを示すトポロジー情報を取得させ、

前記取得したトポロジー情報に依存して、前記構成変更を決定させる、付記83に記載の媒体。

〔付記90〕

前記トポロジー情報を取得する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線ネットワークシステムの動作中に、パッシブテレメトリ又はアクティブテレメトリを使用して、前記トポロジー情報又は前記トポロジー情報の導出元である近傍情報を取得させる、付記89に記載の媒体。

〔付記91〕

前記構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、アクティブ化された時に、少なくとも前記第2のカバレッジエリアを含む集合カバレッジエリアに亘ってカバレッジパターンを作成するアンテナのセットを決定させる、付記89に記載の媒体。

〔付記92〕

前記構成変更を決定する為に、前記命令は、前記1つ以上のプロセッサに、前記無線ネットワークシステムの提案構成を評価する為の識別器を生成するように訓練された機

10

20

30

40

50

械学習モデルを使用させる、付記 8 9 に記載の媒体。

〔付記 9 3〕

前記命令は更に、前記 1 つ以上のプロセッサに、

前記機械学習モデルによって、前記無線ネットワークシステムの為の 1 つ以上の提案構成を生成させ、

前記提案構成の夫々の結果を予測させ、

前記予測に基づいて、前記提案構成のうちの 1 つを選択させ、選択された前記提案構成は前記構成変更を含む、付記 9 2 に記載の媒体。

〔付記 9 4〕

前記機械学習モデルは、テレメトリプロセスによって生成された重み付き構成提案と、各重み付き構成提案によって影響を受ける前記無線ネットワークシステムの領域に関連する夫々の品質測度とを用いて訓練される、付記 9 2 に記載の媒体。

【符号の説明】

【 0 1 3 3 】

1 0 0、2 0 0 ネットワーク

1 1 0 無線電球

1 2 0、2 9 0 W i - F i トランシーバー

1 3 0、2 9 5 アンテナ

2 1 0 主電源

2 2 0 電源

2 3 0 電力線ネットワークトランシーバー

2 5 0 C P U / コントローラ

2 6 0 アクセスポイントマネージャ

2 7 0 サービス提供

2 8 0 リスト

10

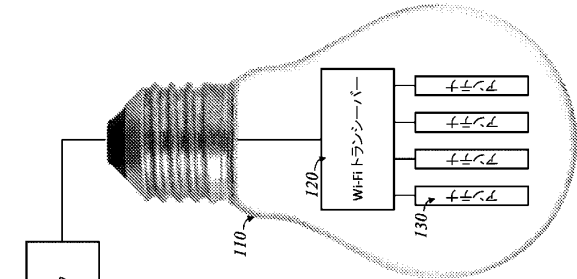
20

30

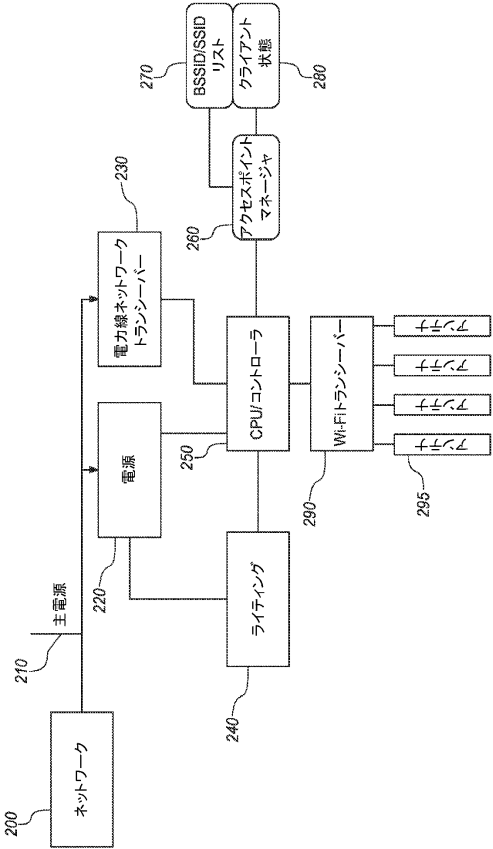
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



10

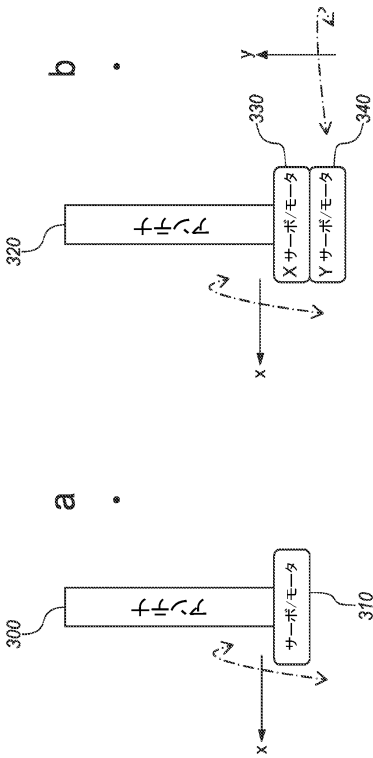
20

30

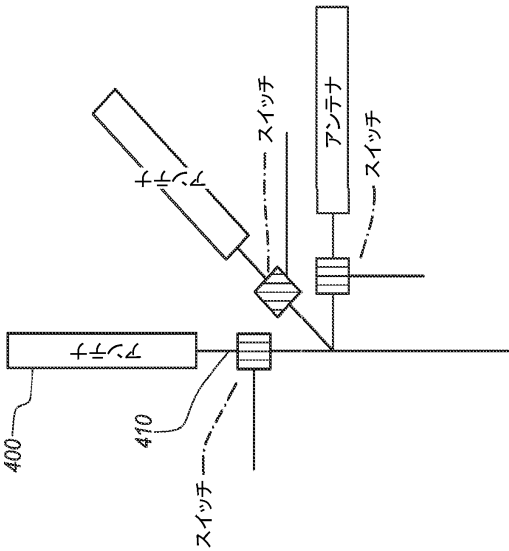
40

50

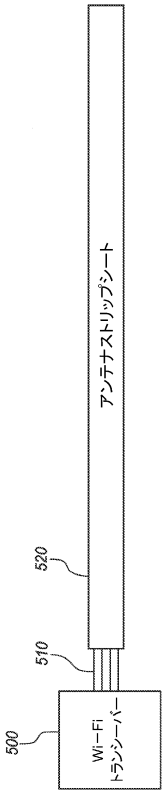
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

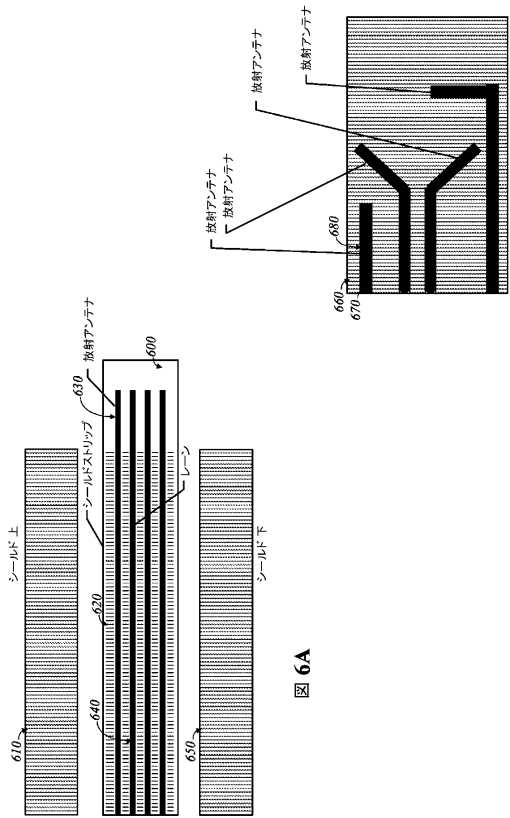


図 6B

図 6A

【図 7】

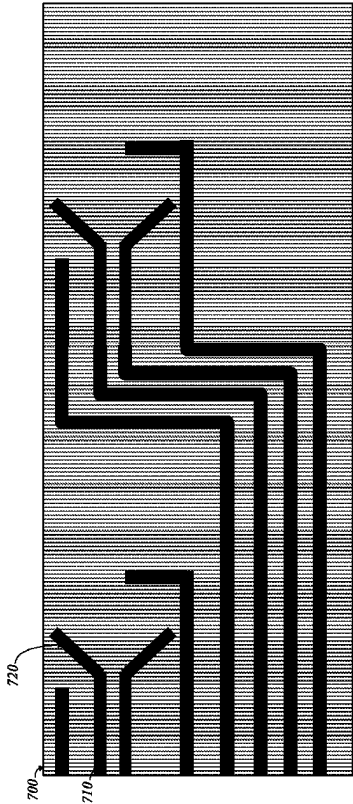
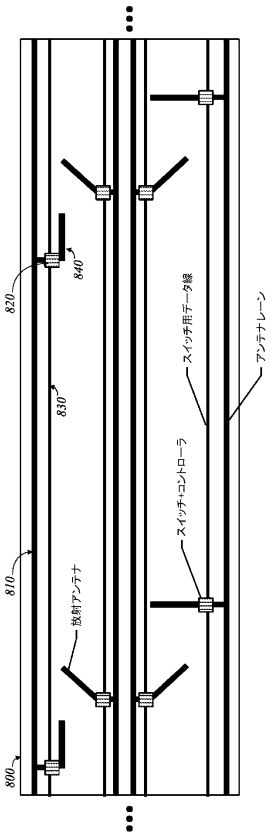
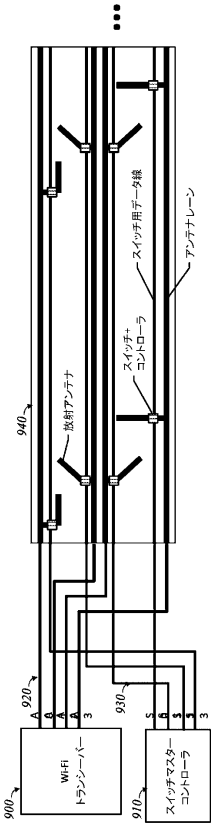


FIG. 7

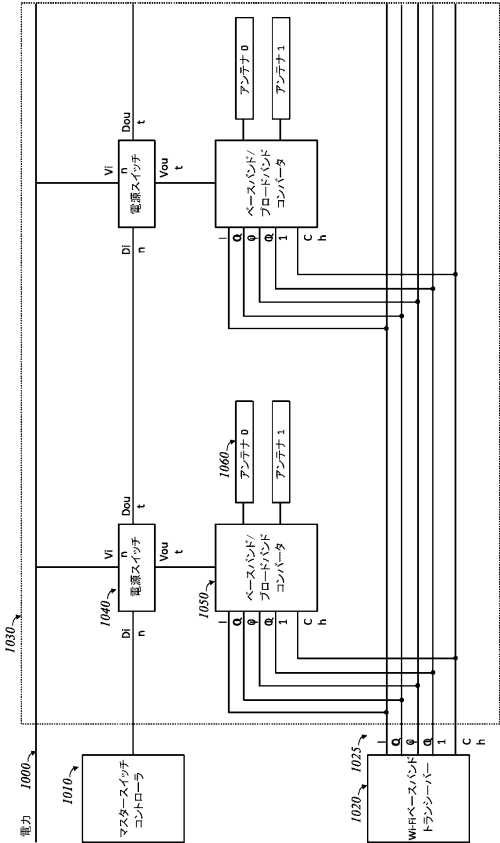
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

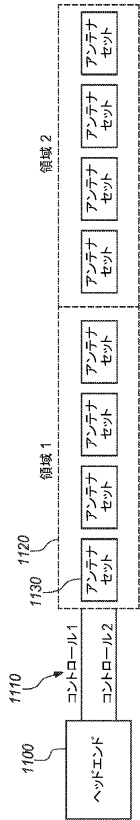
20

30

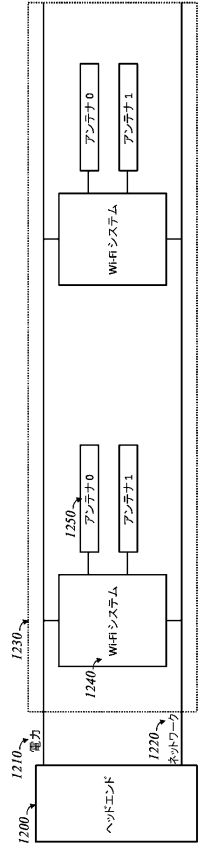
40

50

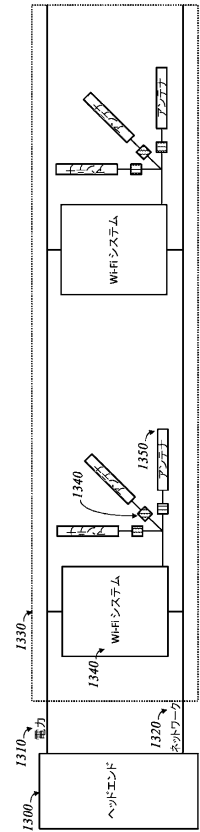
【図 1 1】



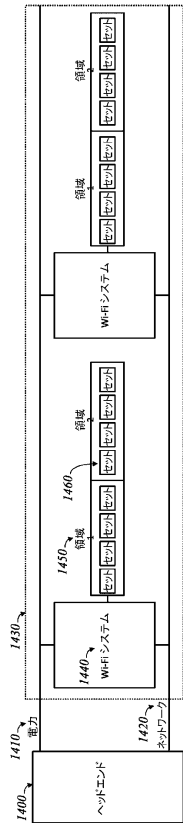
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

30

40

50

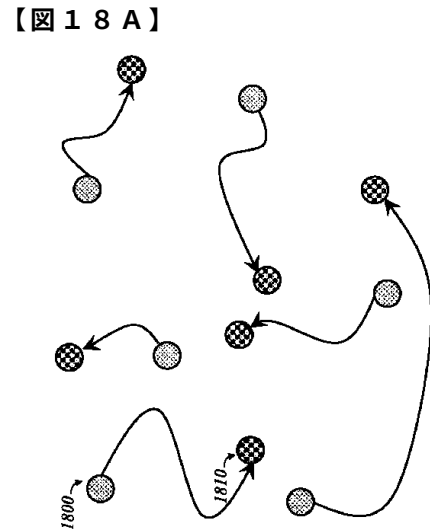
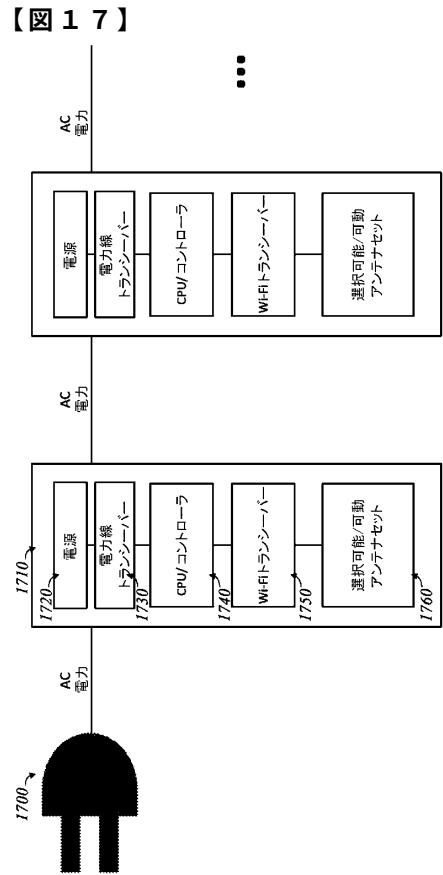
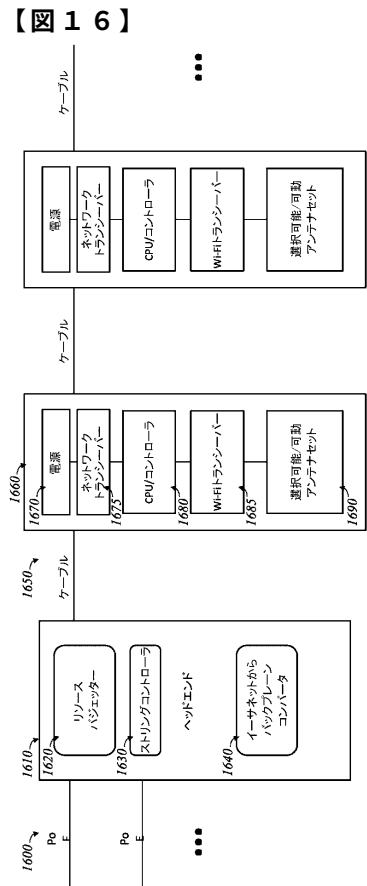
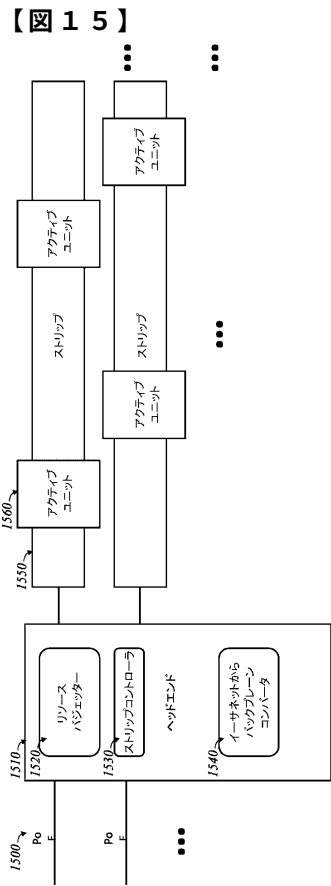


FIG. 18A

10

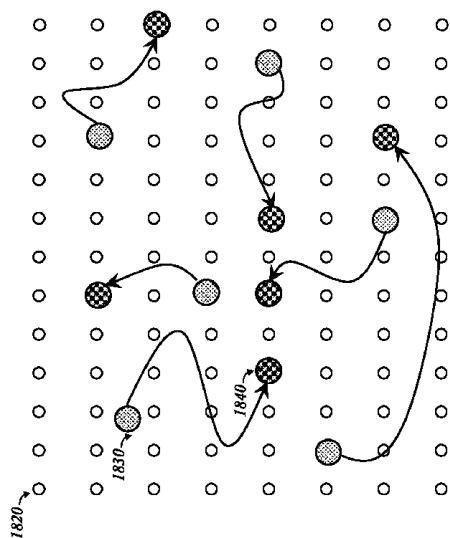
20

30

40

50

【図 18 B】



【図 19】

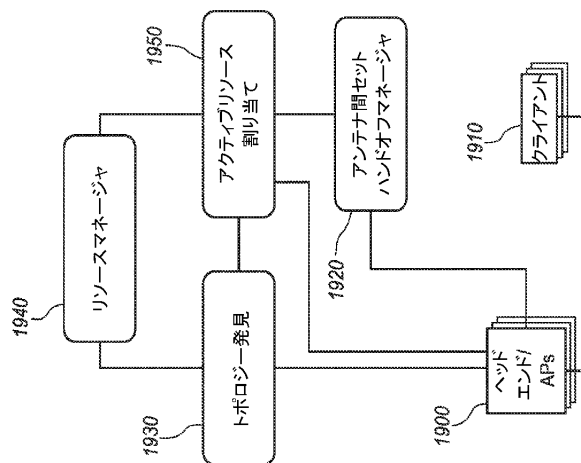
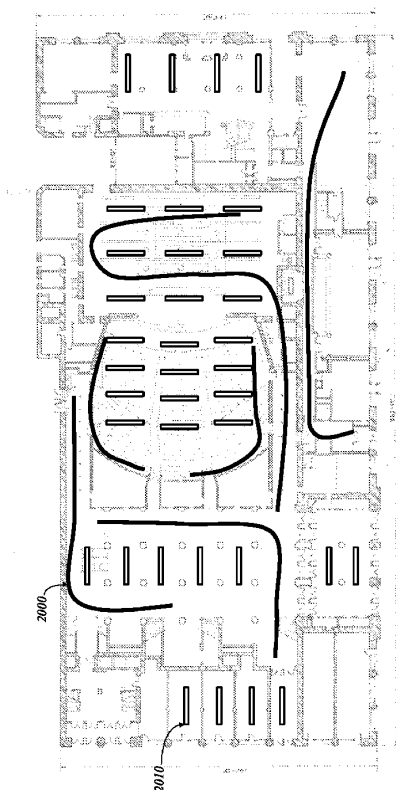
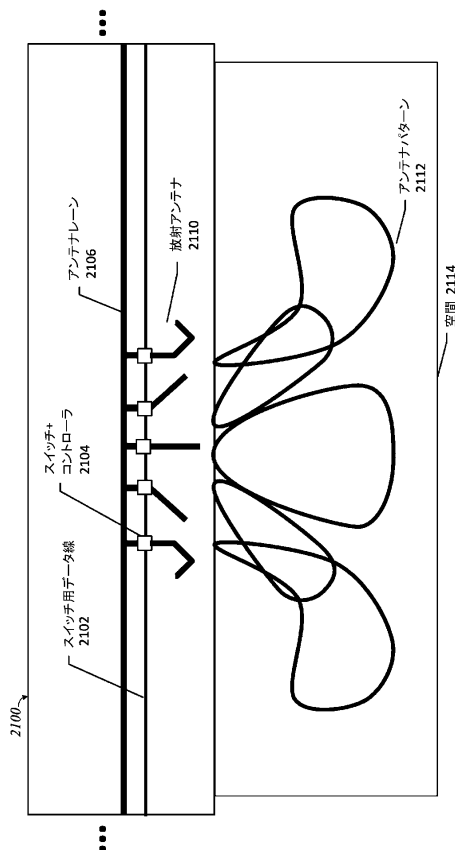


FIG. 18B

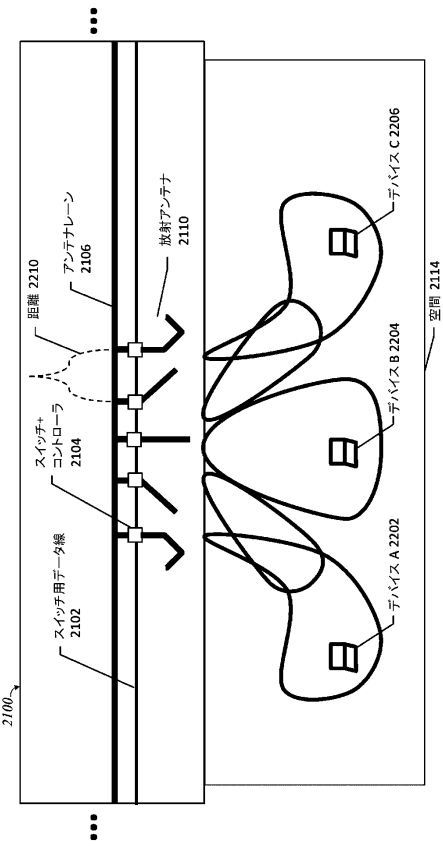
【図 20】



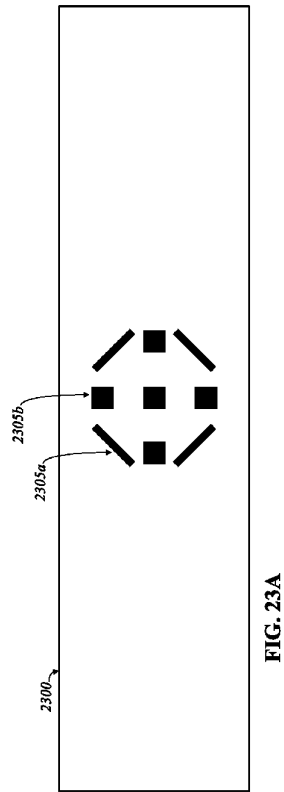
【図 2 1】



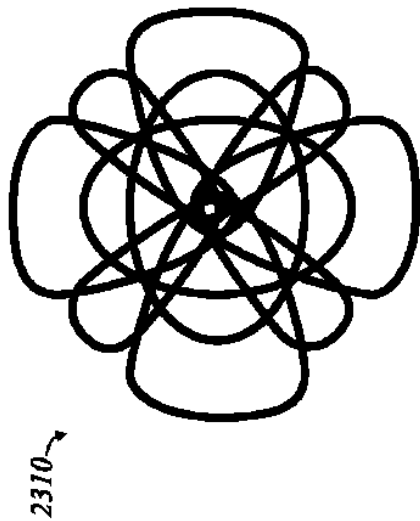
【図 2 2】



【図 2 3 A】



【図 2 3 B】



【図 2 4】

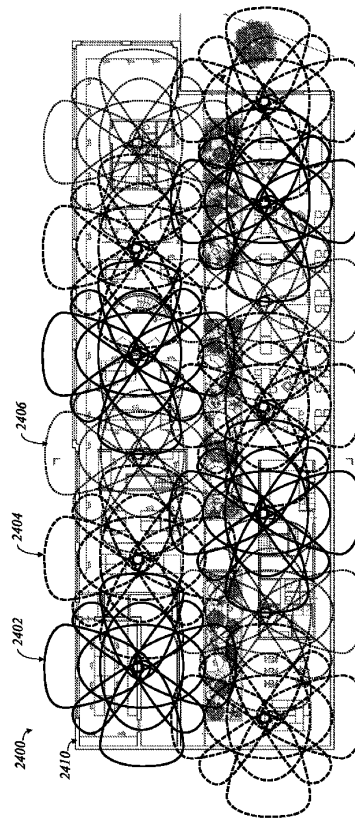


FIG. 24

FIG. 23B

FIG. 23A

10

20

30

40

50

【図 2 5】

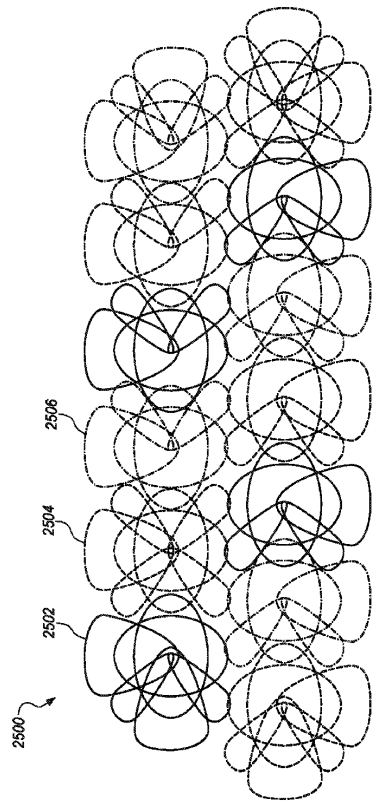


FIG. 25

【図 2 6 A】

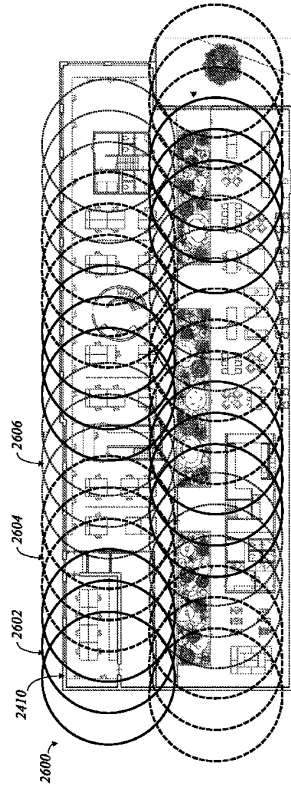


FIG. 26A

【図 2 6 B】

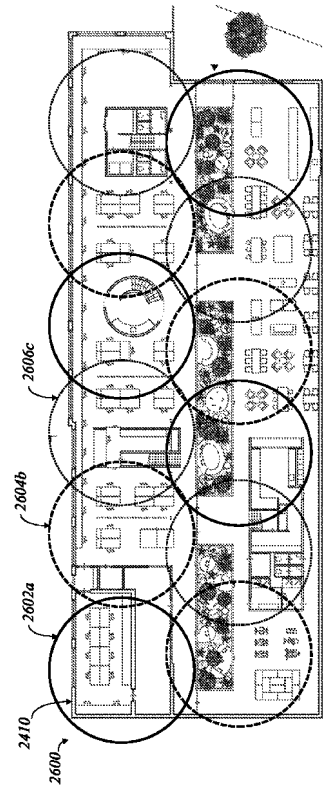
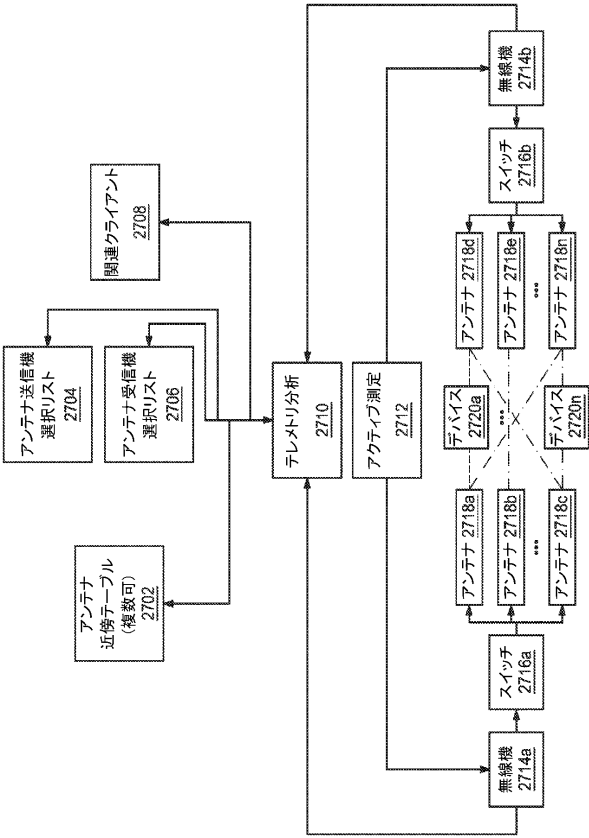


FIG. 26B

【図 2 7】



10

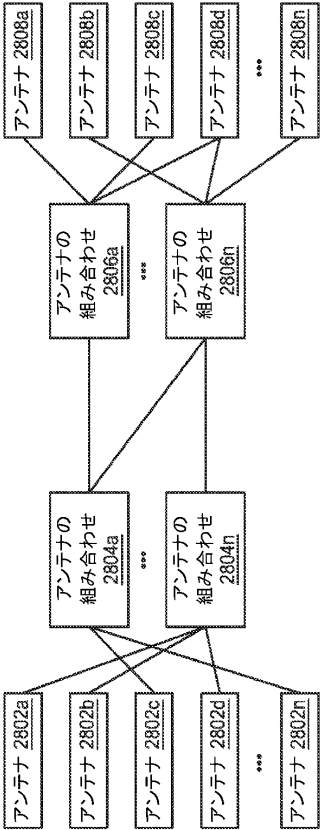
20

30

40

50

【図 28】



【図 29 A】

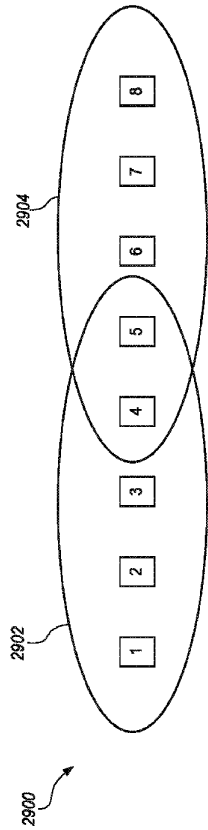


FIG. 29A

【図 29 B】

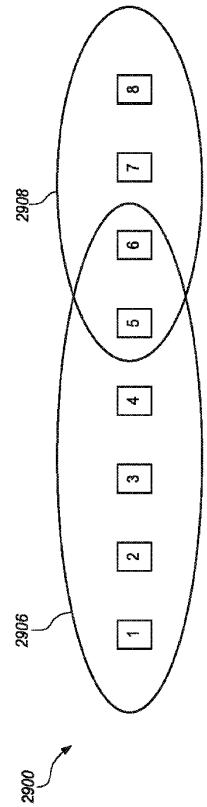
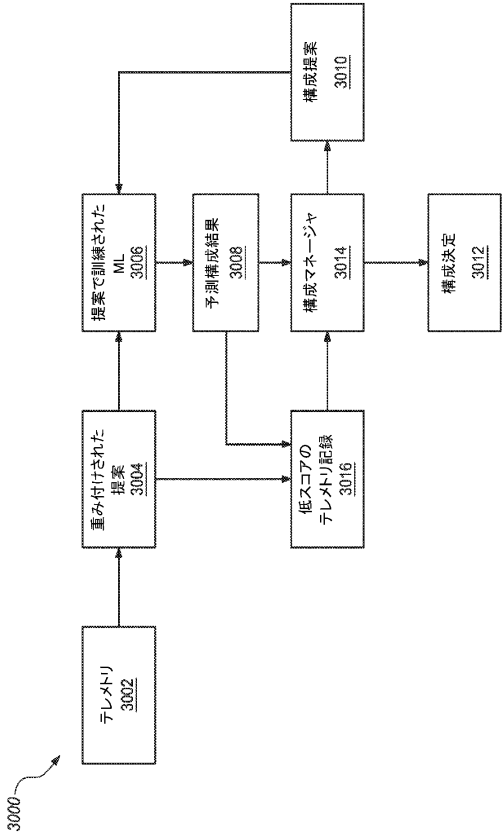


FIG. 29B

【図 30】



10

20

30

40

50

【図 3 1】

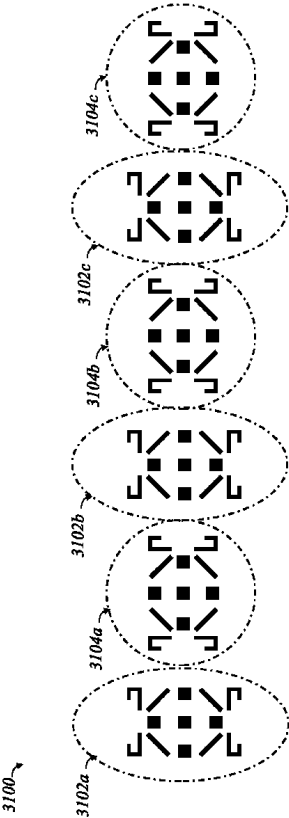
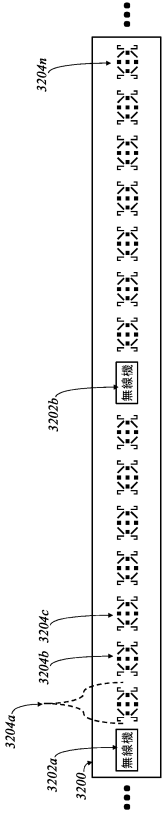
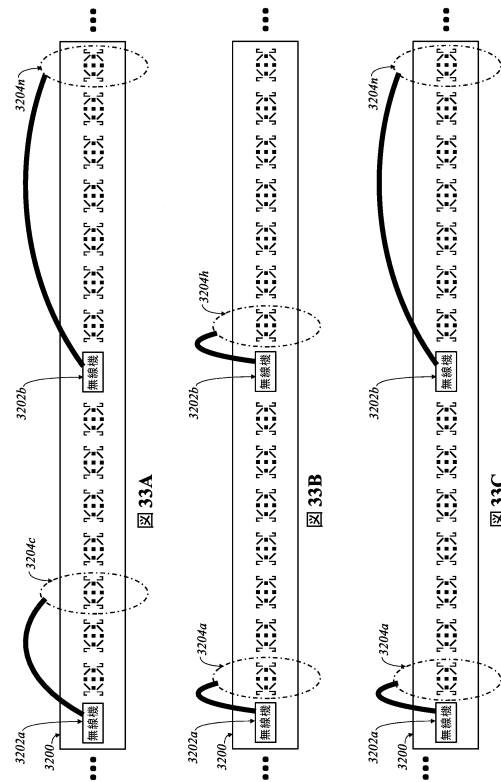


FIG. 31

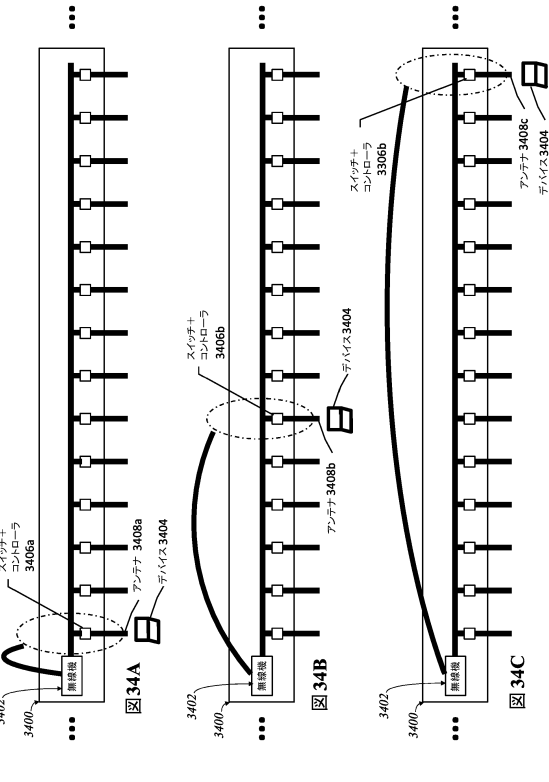
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



10

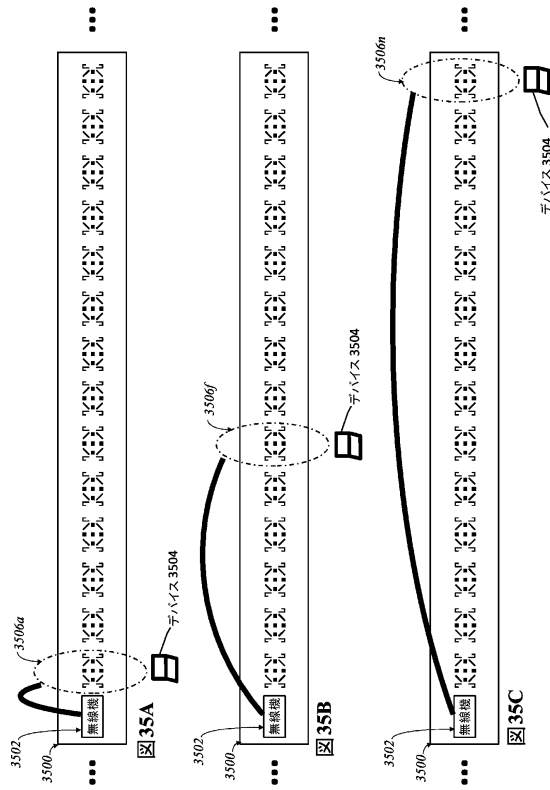
20

30

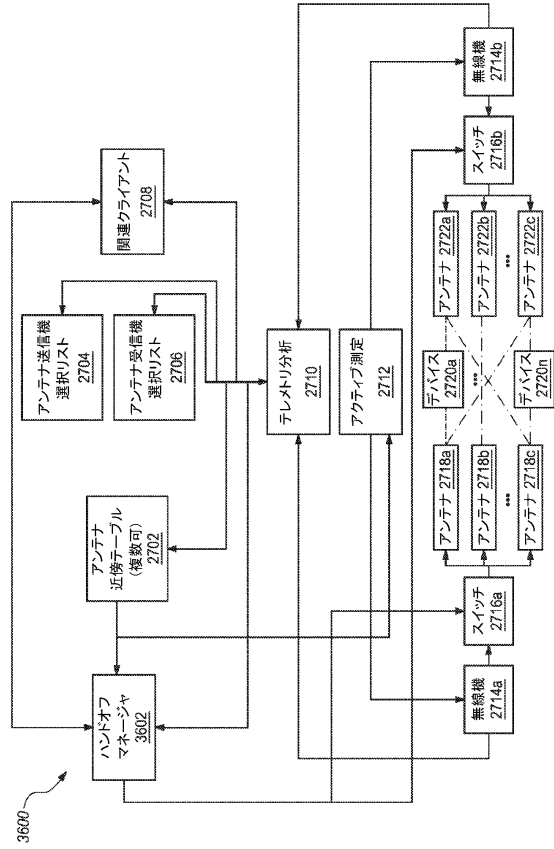
40

50

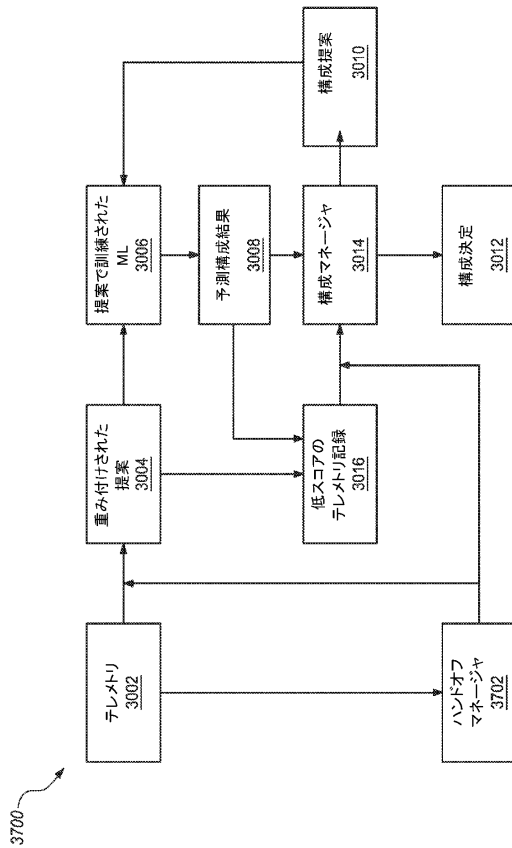
【図 3 5】



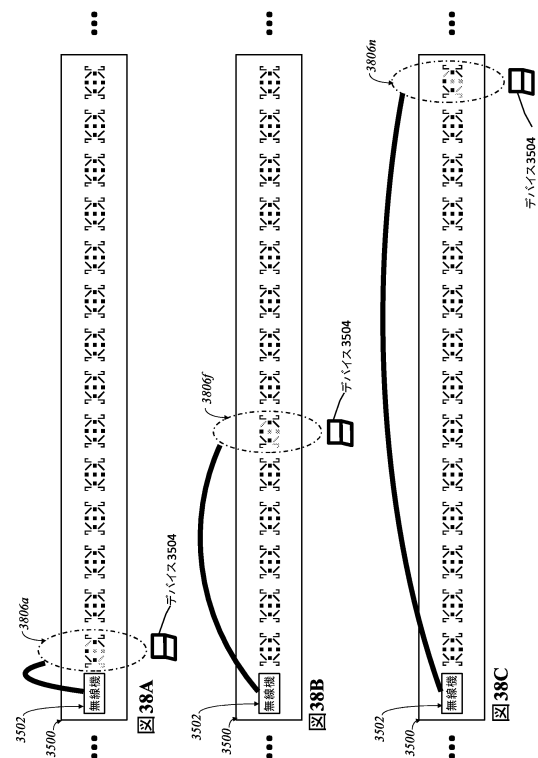
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】



10

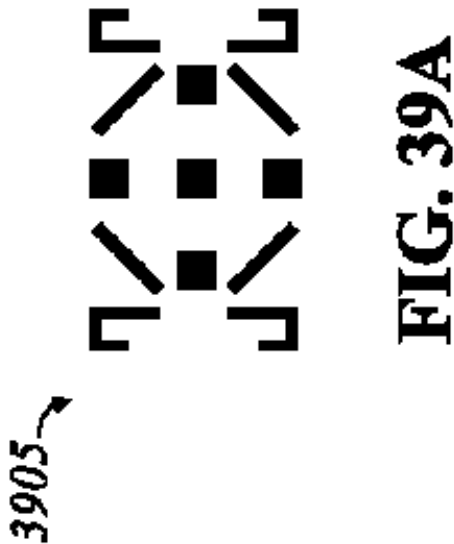
20

30

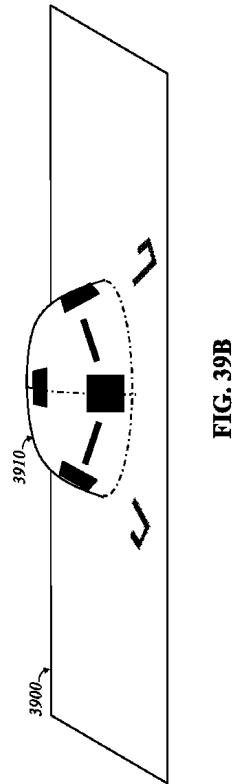
40

50

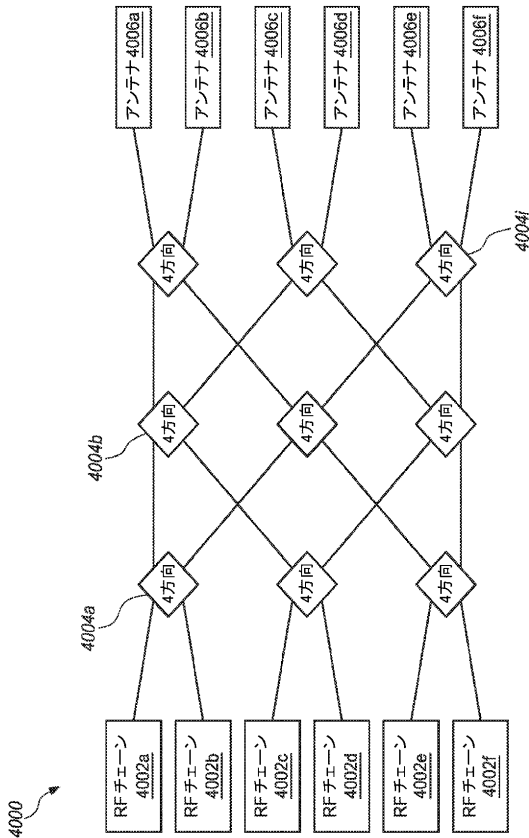
【図 39 A】



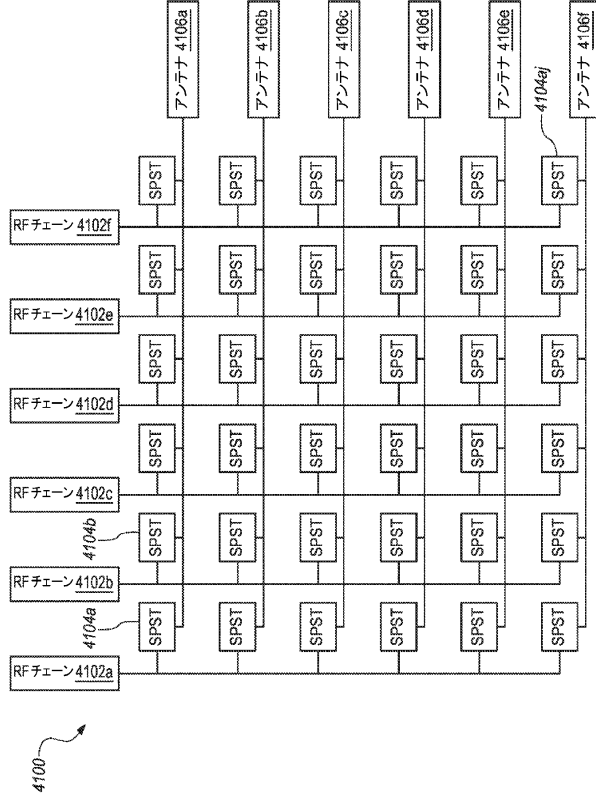
【図 39 B】



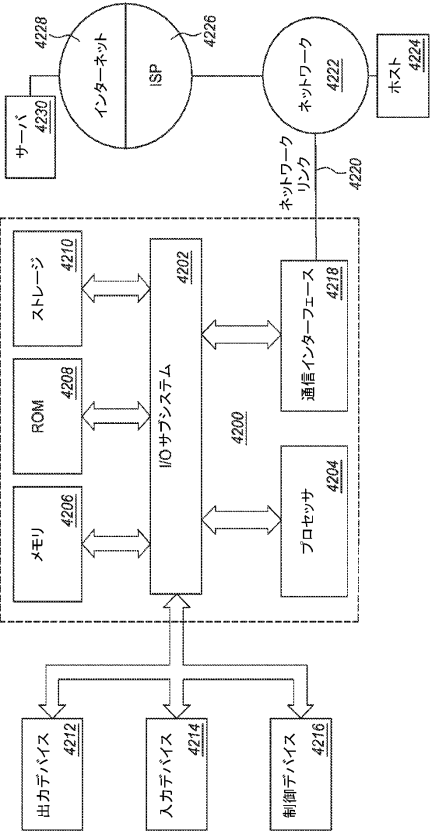
【図 40】



【図 41】



【図 42】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 B 17/373 (2015.01)**H 0 4 B 17/373****H 0 4 B 7/06 (2006.01)****H 0 4 B 7/06 0 2 0****H 0 4 B 7/08 (2006.01)****H 0 4 B 7/08 0 2 0**

(56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 1 7 4 4 7 5 (U S, A 1)

国際公開第 2 0 1 8 / 0 8 1 2 7 1 (W O, A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 2 5 3 1 0 7 (U S, A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

H 0 4 W 4 / 0 0 - H 0 4 W 9 9 / 0 0**H 0 4 B 7 / 2 4 - H 0 4 B 7 / 2 6****H 0 4 B 1 7 / 2 4****H 0 4 B 1 7 / 3 1 8****H 0 4 B 1 7 / 3 7 3****H 0 4 B 7 / 0 6****H 0 4 B 7 / 0 8****3 G P P T S G R A N W G 1 - 4****S A W G 1 - 4****C T W G 1、4**