

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5468135号
(P5468135)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年2月7日(2014.2.7)

(51) Int.CI.

HO4B 7/08 (2006.01)

F 1

HO4B 7/08

B

請求項の数 21 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2012-521641 (P2012-521641)
 (86) (22) 出願日 平成22年6月8日 (2010.6.8)
 (65) 公表番号 特表2013-500623 (P2013-500623A)
 (43) 公表日 平成25年1月7日 (2013.1.7)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2010/037709
 (87) 國際公開番号 WO2011/011118
 (87) 國際公開日 平成23年1月27日 (2011.1.27)
 審査請求日 平成25年2月20日 (2013.2.20)
 (31) 優先権主張番号 12/509,391
 (32) 優先日 平成21年7月24日 (2009.7.24)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500532540
 トウルーポジション・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ペンシルベニア州 19312, バーウィン, チェスター・ブルック・ブルヴァード 1000, スイート 200
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 ブル, ジェフリー・エフ
 アメリカ合衆国ペンシルベニア州 18914, チャルフォント, アスペン・コート 100

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ダイバシティ時間および周波数位置検出受信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ダイバシティ受信機であって、
地上ブロードキャスト受信機を含む第1受信機サブシステムと、
第1リンク手段を通じて前記第1受信機サブシステムに結合された共通プロセッサ・プラットフォーム(CPP)であって、前記第1受信機サブシステムが、安定な時間基準および位置情報を前記第1リンク手段を通じて前記CPPに供給する、共通プロセッサ・プラットフォームと、

前記ダイバシティ受信機をワイヤレス位置検出システム(WLS)のセンサ・プラットフォームに結合し、時間および周波数基準ならびに位置データを前記センサ・プラットフォームに供給する第2リンク手段と、

第3リンク手段を通じて、動作可能なように前記CPPに結合されたGNSS受信機を含む第2受信機サブシステムと、

動作可能なように前記CPPに結合された基準発振器とを含み、前記CPPは前記基準発振器を統制するように構成されており、前記基準発振器は安定な周波数基準を前記CPPに供給するように構成されており、

前記第2リンク手段を通じて供給される前記時間および周波数基準は、前記センサ・プラットフォームを前記WLSの他のセンサ・プラットフォームと同期させるように使用可能である、

ダイバシティ受信機。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機において、前記地上ブロードキャスト受信機が、HDTV受信機を含む、ダイバシティ受信機。

【請求項 3】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機において、前記地上ブロードキャスト受信機が、ブロードキャスト元位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を伝達する補助信号を受信するアンテナを含む、ダイバシティ受信機。

【請求項 4】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機において、前記地上ブロードキャスト受信機が、ブロードキャスト元位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を受信する補助情報インターフェースを含む、ダイバシティ受信機。10

【請求項 5】

請求項 4 記載のダイバシティ受信機において、前記補助情報インターフェースが、前記地上ブロードキャスト受信機を陸側補助のサーバまたはネットワークに結合するように構成された、ダイバシティ受信機。

【請求項 6】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機であって、前記第 2 受信機サブシステムが、第 2 の安定な時間基準および位置情報を前記 CPP に、前記第 3 リンク手段を通じて供給する、ダイバシティ受信機。

【請求項 7】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機において、前記 GNSS 受信機が、GNSS 補助信号受信のために補助情報インターフェースを含み、前記補助信号が、衛星コンステレーション軌道情報、ならびにクロック・ドリフト、大気信号遅延、および電離層遅延を補正するために用いられる他の情報を伝達することによって、GNSS 受信機の位置推定ならびに前記時間および周波数基準の精度を高めることができる、ダイバシティ受信機。20

【請求項 8】

請求項 6 記載のダイバシティ受信機において、前記 GNSS 受信機が、補助情報を陸側補助のサーバまたはネットワークから受信する補助情報インターフェースを含む、ダイバシティ受信機。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 記載のダイバシティ受信機において、前記 GNSS 受信機が、GNSS 信号が入手できない場合、時間および周波数基準が供給される静止タイミング・モードで動作するように構成された、ダイバシティ受信機。30

【請求項 10】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機において、前記 CPP が、修復時間、信号品質、または操作者の好みに基づいて、主および副受信機サブシステムを指定するように構成された、ダイバシティ受信機。

【請求項 11】

請求項 1 記載のダイバシティ受信機であって、前記 CPP が、安定な時間信号を前記受信機サブシステムから受信するため、更に前記時間信号の内少なくとも 1 つを用いて前記基準発振器を統制するために、前記第 1 および第 3 リンク手段を通じて前記第 1 および第 2 受信機サブシステムと通信するように構成された、ダイバシティ受信機。40

【請求項 12】

請求項 11 記載のダイバシティ受信機において、前記 CPP が、更に、前記センサ・プラットフォームに供給されるべき最適化された時間基準、周波数基準、およびタイムスタンプを形成するために、前記第 1 および第 2 受信機サブシステムから 1 つを選択するか、あるいは、前記受信機サブシステムによって供給された情報を混成化するように構成された、ダイバシティ受信機。

【請求項 13】

位置検出センサのネットワークを含むワイヤレス位置検出システム (WLS) において50

用いるための第1位置検出センサであって、

HDTV受信機を含む第1受信機サブシステムと、

第1リンク手段を通じて前記第1受信機サブシステムに結合された共通プロセッサ・プラットフォーム(CPP)であって、前記第1受信機サブシステムが、安定な時間基準および位置情報を前記CPPに前記第1リンク手段を通じて供給する、共通プロセッサ・プラットフォームと、

前記第1位置検出センサをセンサ・プラットフォームに結合し、時間および周波数基準ならびに位置データを前記センサ・プラットフォームに供給する第2リンク手段と、

第3リンク手段を通じて、動作可能なように前記CPPに結合されたGNSS受信機を含む第2受信機サブシステムであって、第2の安定な時間基準および位置情報を前記CPPに、前記第3リンク手段を通じて供給する、第2受信機サブシステムと、

動作可能なように前記CPPに結合された基準発振器と、
を含み、

前記CPPが、安定な時間信号を前記受信機サブシステムから受信するため、更に前記時間信号の内少なくとも1つを用いて前記基準発振器を統制するために、前記第1および第3リンク手段を通じて前記第1および第2受信機サブシステムと通信するように構成されており、前記基準発振器が安定な周波数基準を前記CPPに供給する、第1位置検出センサ。

【請求項14】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記HDTV受信機が、ブロードキャスト元位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を伝達する補助信号を受信するアンテナを含む、第1位置検出センサ。

【請求項15】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記HDTV受信機が、ブロードキャスト元位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を受信する補助情報インターフェースを含む、第1位置検出センサ。

【請求項16】

請求項15記載の第1位置検出センサにおいて、前記補助情報インターフェースが、前記HDTV受信機を陸側補助のサーバまたはネットワークに結合するように構成された、第1位置検出センサ。

【請求項17】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記GNSS受信機が、GNSS補助信号受信のために補助情報インターフェースを含み、前記補助信号が、衛星コンステレーション軌道情報、ならびにクロック・ドリフト、大気信号遅延、および電離層遅延を補正するために用いられる他の情報を伝達することによって、GNSS受信機の位置推定ならびに前記時間および周波数基準の精度を高めることができる、第1位置検出センサ。

【請求項18】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記GNSS受信機が、補助情報を陸側補助のサーバまたはネットワークから受信する補助情報インターフェースを含む、第1位置検出センサ。

【請求項19】

請求項17または18記載の第1位置検出センサにおいて、前記GNSS受信機が、GNSS信号が入手できない場合、時間および周波数基準が供給される静止タイミング・モードで動作するように構成された、第1位置検出センサ。

【請求項20】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記CPPが、修復時間、信号品質、または操作者の好みに基づいて、主および副受信機サブシステムを指定するように構成された、第1位置検出センサ。

【請求項21】

請求項13記載の第1位置検出センサにおいて、前記CPPが、更に、前記センサ・ブ

10

20

30

40

50

ラットフォームに供給されるべき最適化された時間基準、周波数基準、およびタイムスタンプを形成するために、前記第1および第2受信機サブシステムから1つを選択するか、または前記受信機サブシステムによって供給された情報を混成化するように構成された、第1位置検出センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

相互引用

[0001] 本願は、2009年7月24日に出願された "Diversity Time and Frequency Location Receiver" (ダイバシティ時間および周波数位置検出受信機) と題する米国特許出願第12/509,391号の優先権を主張する。米国特許出願第12/509,391号は、2008年12月30日に出願された "Interference Detection, Characterization and Location in a Wireless Communications or Broadcast System" (ワイヤレス通信またはブロードキャスト・システムにおける干渉検出、特徴化、および位置判定) と題する米国特許出願第12/346,598号の一部係属出願である。これらの特許出願をここで引用したことにより、その内容全体が本願にも含まれるものとする。

10

技術分野

[0002] 本願の態様の1つは、一般的には、特にネットワーク・ベース・ワイヤレス位置検出システム (WLS) を用いるワイヤレス通信およびブロードキャスト・ネットワークの地理的カバレッジ・エリア内における干渉元送信機の検出および位置判定(location)に関する。加えて、本願は、本願および先に引用した米国特許出願第12/346,598号の図4に示すダイバシティ・タイミング受信機の改良についても記載し、タイミングおよび位置発生双方のためにダイバシティ受信機を用いることが、この記載に含まれる。

20

【従来技術】

【0002】

[0003] ノイズがある場合における無線信号の特徴化は、古くからの無線の問題である。一般に呼ばれる「コチャネル」(co-channel)または「隣接チャネル」干渉、スプリアス信号は、無線ノイズの一部と見なされ、受信機が通常動作の間に対処しなければならない。

【0003】

30

[0004] ワイヤレス通信の使用が、従前のラジオおよびテレビジョン放送から双方向地上および衛星ワイヤレス通信に増大したために、無線送信の価値が高まっている。そして、無線送信の価値が高まってくるに連れて、サービス妨害攻撃(denial of service attacks)のような、意図的な干渉という問題も増大している。

【0004】

[0005] 干渉側無線信号の検出、および干渉側信号の特徴化は、当技術分野では周知である。広い範囲における配備に適したジオロケーション技法が、殆ど米国(US)連邦通信委員会(FCC)の改善9-1-1指令の保護の下で作成された。例えば、1995年および1996年の数ヶ月間にフィラデルフィアおよびボルチモア市において、大都市環境におけるマルチバスを軽減するためのシステムの能力を確認するために様々な実験が行われた。1996年に、TruePosition社は、ヒューストンにおいて最初の商用システムを組み立て、このシステムが、上記のエリアにおけるテクノロジーの有効性および直接E9-1-1とインターフェイスする能力をテストするために使用された。1997年、ニュージャージー州の350平方マイルのエリアでこの位置検出システムが試験され、実際にトラブルに巻き込まれた人からの実際の9-1-1コールの位置を突き止めるために使用された。

40

【0005】

[0006] 以下に、広域において包括的干渉側無線信号の位置検出に適用可能なネットワーク・ベース・ジオロケーション技法の全体像について説明する。

ジオロケーション技法

50

[0007] ジオロケーション(geolocation)とは、無線波伝搬の特性を利用することによって、無線周波(RF)信号のソースを判定するプロセスである。無線波がその発生点から伝搬すると、この無線波は全ての方向に球状波として発散する。波は固定速度で進行し、球状の拡散のために見かけ上の電力低下があるので、時間遅延を呈する。つまり、固定の発生点に関して固定されている受信点において、RF信号は特定の方向から発信し、発生点と受信点との間の距離に比例する時間遅延を呈し、発生点と受信点との間の距離に比例する量だけ電力が低下するよう見える。

【0006】

[0008] 時間遅延を利用するジオロケーション技法は、到達時刻(TOA)技法および到達時間差(TDOA)技法として知られている。無線波特性の電力変化を利用するジオロケーション技法は、到達電力(POA)技法および到達電力差(PDOA)技法として知られている。到達角度(AoA)ジオロケーション技法は、RFのソースが発信すると思われる方向を測定する。また、ソースが移動しているときまたはソースを受信しているセンサが移動しているときに、無線波には、ドプラ効果の結果として、見かけ上の周波数変化も生ずる。周波数ずれの量は、ソースの中心周波数、およびソースと受信センサとの間の相対的速度に依存する。このRF信号伝搬の特性を利用するジオロケーション技法は、到達周波数差(FDOA)技法として知られている。10

【0007】

[0009] 各ジオロケーション技法は、位置検出精度に関して異なるレベルの性能を提供し、ワイド・エリア・センサ・ネットワーク(WASN)におけるセンサ(即ち、ソフトウェア定義無線(SDR:software defined radio))に異なる要件を課す。WASNの主要な利点(benefit)は、センサ・プラットフォームの電力を較正し、時間および周波数で同期させて、無線波伝搬の特性全ての利用を可能にして、RF信号の発信源を判定することである。SDRのIF段へのマルチチャネルRFによって、SDRは方向発見アンテナ・アレイを利用して、入射RFエネルギーのAoAを判定することが可能になる。各手法は、別々に利用することも、他の技法と組み合わせることもできる。即ち、ハイブリッド・ジオロケーションが可能である。20

到達時間(TOA)に基づくジオロケーション

[0010] ネットワーク・ベースTOA位置検出では、ネットワーク・ベース受信機においてプロードキャストされた信号の相対的到達時間を用いる。この技法では、個々の受信機サイト(SDR)間の距離と、個々の受信機のタイミングにおけるあらゆる差がわかっていないなければならない(配線遅延、SDR設計の相違、または無線群遅延)。次いで、無線信号到達時刻を受信機サイトにおいて正規化して、デバイスと各受信機との間における飛行時間のみを残すことができる。無線信号は既知の速度で進行するので、受信機において得られた正規化到達時刻から距離を計算することができる。3つ以上の受信機から収集された到達時刻データは、正確な位置を解明するために用いることができる。30

到達時間差(TDOA)に基づくジオロケーション

[0011] TDOAは、協同して動作しない発信元(emitter)にとって、最も精度が高く有用な、時間に基づくジオロケーション技法である。TDOAでは、WASNにおけるSDR間の厳密な時間同期が必要となる。2つのセンサが同時にRF信号を受信し、これら2つの受信信号間の時間遅延が判定されると、これら2つのセンサを焦点に置く双曲線が、可能な信号発信位置を記述することは周知である。第3のセンサを追加し、これも他の2つと時間同期させて、同じ信号を同時に受信すると、他の双曲線が得られる。これら2つの双曲線の交点が、RFエネルギーのソースとして、一意の位置を明らかにする。更に多くのセンサを追加すると、位置検出精度が更に高くなるが、オーバーデーターミン解(overdetermined solution)となる。TDOA位置検出精度は、位置検出対象信号の帯域幅、および積分時間や信号対ノイズ比というような多数の他の要因に依存する。送信機(例えば、移動体電話機)の位置を検出するためにTDOAを用いることについての更なる詳細が、米国特許第5,327,144号、"Cellular telephone location system"(セルラ電話位置検出システム)および米国特許第6,047,192号、Robust, Efficient, L40

ocalization System(ロバスト性があり効率的な位置確認システム)において見ることができる。これらは、本願と同じ譲受人に譲渡されている。

【0008】

[0012] 送信機(例えば、移動体電話機)の位置を検出するためにTDOAハイブリッドを用いることについての更なる詳細が、米国特許第6,108,555号"Enhanced time difference localization system"(改良した時間差位置確認システム)、および米国特許第6,119,013号、"Enhanced time-difference localization system"(改良した時間差位置確認システム)において見ることができる。これらは、本願と同じ譲受人に譲渡されている。

到達角度(AoA)に基づくジオロケーション

10

[0013] WASNのSDRは、マルチチャネル位相および周波数コヒーレント回路を有し、位相干渉アンテナ・アレイを用いて、RF信号の到達角度(AoA)を判定することができる。実際に、AoAは、RFエネルギーが発生した方向を指示する。2カ所以上の幾何学的に離れたサイトにおいてAoAを判定することによって、一意の位置を推定することができる。この一意の位置は、2つ以上の方位線の交点によって表される。AoAは、サイト間における精細な時間または周波数同期を必要とせず、AoA情報をシステム・コントローラ/中央プロセッサに提供する。更に、AoA精度は、UTDOAの場合のように、発信元(emitter)の帯域幅に依存せず、狭帯域信号において地理位置情報を得る能力が得られる。送信機(移動体電話機)の位置を検出するためにAoAを用いることについての更なる詳細が、米国特許第4,728,959号、"Direction finding localization system"(方向発見位置確認システム)において見ることができる。これは、本願と同じ譲受人に譲渡されている。送信機(移動体電話機)の位置を検出するためにAoA/TDOAハイブリッドを用いることについての追加の詳細が、米国特許第6,119,013号、"Enhanced time-difference location system"(改良時間差位置確認システム)において見ることができる。これは、本願と同じ譲受人に譲渡されている。

20

到達電力(POA)および到達電力差(PDOA)に基づくジオロケーション

[0014] 発信元の近似的な位置は、種々の位置においてその電力を測定することによって判定することができる。測定は、一定の電力をかなりの時間長にわたって送信する発信元に合わせて1つのセンサを様々な位置に動かすことによって、複数のセンサを用いて時間多重式で同時にを行うことができる。電力に基づくジオロケーション技法は、先に論じた他のジオロケーション技法程厳しい時間および周波数同期要件がない。しかしながら、高速フェーディングおよびシャドー・フェーディング(shadow fading)のために、この方法の精度が低下することもある。

30

【0009】

[0015] 無線信号の電力は、大気による無線波の減衰、ならびに自由空間損失、平面地球損失(plane earth loss)、および回折損を合わせた効果の結果、距離と共に減少するので、距離の推定値は受信信号から判定することができる。最も簡単に言うと、送信機と受信機との間の距離が増大すると、放射される無線エネルギーは、球の表面を拡散するかのように、モデル化することができる。この球形モデルは、受信機における無線伝量が少なくとも距離の二乗だけ減少することを意味する。

40

POA

[0016] 到達電力は、1つのネットワーク・ノード(SDR)と送信機との間において用いられる近似測定値である。POA位置検出では、ネットワーク・ベースSDRにおいてブロードキャストされた無線の相対的到達電力を用いる。

【0010】

[0017] 信号伝搬モデリングおよび履歴較正データを用いて、無線信号到達電力を受信機サイトにおいて正規化し、デバイスと各受信機との間ににおける経路損失(path-loss)のみを残すことができる。3つ以上の受信機から収集された到達電力データは、近似位置を解明するために用いることができる。

PDOA

50

[0018] P D O A では、位置を計算するために、複数の受信機における受信無線電力の絶対差を用いる。P D O A 位置検出技法では、受信機の位置が前もってわかっている必要がある。信号伝搬モデリングおよび / または履歴較正データは、位置推定を改良するためには用いることができる。共通の時間軸を用いて 3 つ以上の受信機から収集された電力データは、近似位置を解明するために用いることができる。

到達周波数差 (F D O A)

[0019] F D O A を用いて発信元の近似位置を判定することは、種々の位置において信号の周波数を測定することによって行われる。測定は、一定の電力をかなりの時間長にわたって送信する発信元に合わせて 1 つのセンサを様々な位置に動かすことによって、複数のセンサを用いて時間多重式で同時に行われる。

10

【 0 0 1 1 】

[0020] 到達周波数差では、複数の受信機において受信された際の信号周波数オフセットの測定値を用いる。ドブラ誘発周波数オフセットが異なることから、F D O A では、移動する送信機の速度および方位が得られる。位置推定に F D O A を用いるためには、送信機または受信機（1 つまたは複数）のいずれかまたは双方が動いていなければならない。

【 0 0 1 2 】

[0021] F D O A および T D O A 技法は双方共、正確なタイミング・ソース（共通クロックおよび共通周波数基準）を必要とするので、米国特許第 6,876,859 号 "Method for estimating TDOA and FDOA in a wireless location system"（ワイヤレス位置検出システムにおいて T D O A および F D O A を推定する方法）に記載されているように、双方の技法は、同時に位置確認のために用いることができる。

20

ハイブリッド・ジオロケーション技法

[0022] 記載した位置検出技法の全ては、加重最小二乗または制約最小二乗アルゴリズムというような技法を用いることによって、発信元の位置確認のために用いることができる。このアルゴリズムでは、各位置検出技法の加法的確率(additive probability)によって、用いられる技法または技法の混合に対して最良の位置推定値を得ることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

[0023] 最近の社会がワイヤレス・システムに大きく依存することから、ワイヤレス・システムの崩壊に対する脆弱性が生じている。ワイヤレス機器は、不用意によるものか意図的なものには係わらず、妨害(jamming)や干渉による崩壊に対して、比較的無保護である。広いエリアに配備することができ、ワイヤレス信号を検出し、分類し、位置判定するシステムがあれば、放送波を監視して、重要なワイヤレス信号に対する干渉を発見するのに有用であろう。以上のジオロケーション技法の 1 つ以上の広域センサ・ネットワークにおいて用いて、対象の地理的エリアにおいて意図的な干渉および意図的でない干渉のソースを特定し、突き止めることができれば有利であろう。

30

【 0 0 1 4 】

[0024] 加えて、本明細書において記載する解決策が取り組む他の問題は、W L S の 1 つ以上の位置センサの正確な位置を判定する改良型の方法およびシステムの必要性に関する。特に、センサのネットワークを用いた T O A または T D O A によるジオロケーションでは、センサ（測位判定エンティティ（P D E）、信号収集システム（S C S）、または位置測定ユニット（L M U）としても知られている）の位置がわかっていること、そしてセンサが互いに密接に時間同期されていることが必要となる。センサのネットワークを用いる到達周波数差（F D O A）ジオロケーション技法では、センサ位置がわかっていること、そしてセンサが互いに密接に周波数同期されていることが必要となる。静止センサ(static sensor)において G N S S 受信機を利用すると、センサの位置を判定し、高いレベルの時間および周波数同期動作(performance)を行うための便利な方法が得られる。しかしながら、G N S S 受信機がこのレベルの位置検出および同期動作を得ることは、空の視野が遮られない場合だけである。多くの実用配備シナリオでは、空の明確な視

40

50

野、または空の大部分(significant fraction)の視野でさえも、得られる可能性は低い。したがって、ハイブリッドまたはフォールバック(fallback)技法をセンサ・プラットフォームに含ませて、センサの位置を判定し、WLSにおける他のセンサと時間および周波数で同期させ、事実上センサを同期させその位置を判定する多様性(diversity)を提供することができれば有利であろう。

【課題を解決するための手段】

【0015】

[0025] 以下の摘要は、本開示の実施形態例の守株の態様の全体像を提示する。この摘要は、開示される主題の重要な態様の網羅的な説明を提供することを意図するのではなく、開示の範囲を定めることを意図するのでもない。むしろ、この摘要は、以下の例示的な実施形態の説明に至る紹介としての役割を果たすことを意図している。10

【0016】

[0026] 広域ソフトウェア定義無線(SDR)を利用して、広い周波数範囲にわたって電波を監視し、重要な周波数が妨害または干渉を受けているときを検出し、干渉のソースを突き止めて、この干渉を排除することができるようとする能力を備えた広域センサ・ネットワークを開示する。このWASNは、前述したジオロケーション技法の内1つ以上を利用することができる。加えて、WASNは、不正送信機を検出し位置を判定することができ、更に正規送信機の送信電力を推定し、これらが正規よりも多い電力を送信していないことを保証することができる。20

【0017】

[0027] 加えて、ダイバシティ受信機(時間および周波数同期ユニット)を開示する。このダイバシティ受信機は、WLSのセンサ・プラットフォームを突き止めて同期する際に用いるために、位置、時間、および周波数基準を発生する。例示的な実施形態では、ダイバシティ受信機は、地上ブロードキャスト受信機を備えている第1受信機サブシステムと、第1リンク手段を通じて第1受信機サブシステムに結合されている共通プロセッサ・プラットフォーム(CPP)とを備えている。第1受信機サブシステムは、安定な時間基準および位置情報をCPPに、第1リンク手段を通じて供給する。加えて、ダイバシティ受信機は、このダイバシティ受信機をセンサ・プラットフォームに結合し、時間および周波数基準ならびに位置データをセンサ・プラットフォームに供給する第2リンク手段も含む。30

【0018】

[0028] ダイバシティ受信機の更に特定的な例示的実施形態では、地上ブロードキャスト受信機がHDTV受信機を備えている。この地上ブロードキャスト受信機は、ブロードキャスト元(broadcaster)位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を伝達する補助信号を受信するアンテナを含むこともできる。あるいは、または加えて、地上ブロードキャスト受信機は、ブロードキャスト元位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む補助情報を受信する補助情報インターフェースを含むこともできる。この例では、補助情報インターフェースが、地上受信機を陸側補助サーバまたはネットワークに結合するように構成されている。

【0019】

[0029] 更に別の例示的実施形態では、ダイバシティ受信機が、更に、第3リンク手段を通じてCPPに動作的に結合されているGNSS受信機を備えている第2受信機サブシステムを備えている。この第2受信機サブシステムは、第2の安定な時間基準および位置情報をCPPに、第3リンク手段を通じて供給する。GNSS受信機は、GNSS補助信号受信のために補助情報インターフェースを備えており、GNSS補助信号が、衛星コンステレーション軌道情報、ならびにクロック・ドリフト、大気信号遅延、および電離層遅延を補正するために用いられる他の情報を伝達する。これらは、GNSS受信機の位置推定ならびに時間および周波数基準の精度を高めるために用いられる。加えて、GNSS受信機は、補助情報を陸側補助サーバまたはネットワークから受信する補助情報インターフェースを含むことができる。更に、GNSS受信機は、限られた(少なくとも1つの)G40

N S S 信号しか入手できない場合、時間および周波数基準が供給される静止タイミング・モードで動作するように構成することができる。G N S S 受信機の位置、高度、および速度がわかっていると仮定すると、少なくとも1つのG N S S 衛星信号を（あるいは、広域増強システム（W A A S）のような、タイミング・ブロードキャストを、地上または衛星ソースのいずれかから）受信することができれば、G N S S 静止タイミング・モードがイネーブルされる。静止タイミング・モードでは、G N S S 受信機は、L M U が突き止めるべき着信信号にタイムスタンプを付けることができる十分な精度で、毎秒1パルス（P P S）のタイミング信号を供給する。1つよりも多いG N S S 衛星信号またはW A A S ブロードキャストを受信することができる場合、タイミング精度が向上する。通例、タイミング精度は、1つのG N S S 衛星が視野内にあり、静止タイミング・モードを用いる場合で、100ナノ秒（n s）二乗平均根となる。更に他の衛星を受信すると、タイミング精度は20 n s R M S に向かうことができる。C P P は、修復時間、信号品質、または操作者の好みに基づいて、主および副受信機サブシステムを指定するように構成することができる。

【0020】

[0030] 更に別の例示的な実施形態では、ダイバシティ受信機は、C P P に動作的に結合されている基準発振器を含み、C P P は、安定な時間信号を受信機サブシステムから受信するため、更に基準発振器を統制するために時間信号の内少なくとも1つを用いるために、第1および第3リンク手段を通じて第1および第2受信機サブシステムと通信するように構成されている。加えて、C P P は、更に、最適化された時間基準、周波数基準、およびタイムスタンプを形成してセンサ・プラットフォームに供給するために、第1および第2受信機サブシステムから1つを選択するか、あるいは受信機サブシステムによって供給された情報を混成化するように構成されている。

【0021】

[0031] 以上のことと加えて、本開示の一部をなす特許請求の範囲、図面、および本文には、他の態様についても記載されている。本開示の1つ以上の種々の態様は、本明細書において引用する本開示の態様を実施するための回路および/またはプログラミングを含むことができるが、これらに限定されるのではないことは、当業者には認められよう。これらの回路および/またはプログラミングは、システム設計者の設計選択に応じて、本明細書において引用する態様を実施するように構成されているハードウェア、ソフトウェア、および/またはファームウェアの事実上あらゆる組み合わせでも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

[0032] 以上の摘要および以下の詳細な説明は、添付図面と関連付けて読んだときに、一層深く理解することができる。本発明を例示する目的で、図面には本発明の構造例を示すが、本発明は、開示する特定の方法や手段に限定されるのではない。図面において、

【図1】図1は、広域センサ・ネットワークの主要な機能ノードを模式的に示す。

【図2】図2は、分散センサ・ネットワーク受信機の主要な機能ノードを模式的に示す。

【図3】図3は、分散センサ・ネットワーク受信機によって用いられるソフトウェア定義無線機（S D R）の主要な機能ノードを模式的に示す。

【図4】図4は、分散センサ・ネットワーク受信機のタイミング基準サブシステムの主要な機能ノードを模式的に示す。

【図5】図5は、広域センサ・ネットワーク用のユーザ・インターフェースの一例を示す。

【図6】図6は、広域センサ・ネットワーク用のユーザ・インターフェースの別の例を示す。

【図7】図7は、汎地球ナビゲーション衛星システム（G N S S）を検出し位置を判定する際ににおけるW A S N 使用の一例を示す。

【図8】図8は、不正基地局を検出し位置を判定する際ににおけるW A S N 使用の一例を示す。

10

20

30

40

50

【図9a】図9aは、不用意な間欠的干渉源を検出し位置を判定する際におけるWASN使用の一例を示す。

【図9b】図9bは、不用意な間欠的干渉源を検出し位置を判定するときのWASNユーザ・インターフェースの可視化の一例を示す。

【図10】図10は、図1から図9bまでの態様を実現するように構成することができる計算システムの一例を示す。

【図11】図11は、位置検出、タイミング、および周波数ダイバシティ受信機の例示的な実施形態の機能コンポーネント、ならびにセンサ・プラットフォーム（LMU、PDE、またはSCS）とのその相互接続を模式的に示す。

【図12】図12は、サービス・エリアに配備されたセンサの集団を示す。 10

【図13】図13は、GPS信号にアクセスすることはできないが、複数の地上ブロードキャスト（例えば、HDTV信号）を地理的に様々な方向から受信することができるLMUの位置を精度高く判定する問題を解決するための方法の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

[0047] 以下の説明および図面には、本発明の種々の実施形態の完全な理解が得られるようするために、ある種の具体的な詳細について明記する。信号処理、計算機、およびソフトウェア技術と関連があることが多いある種の周知の詳細については、本発明の種々の実施形態を必要に曖昧にするのを避けるために、以下の開示では明記しないこととする。更に、当業者には、以下の説明する詳細の内1つ以上がなくても、本発明の他の実施形態を実施できることが理解されよう。最後に、以下の開示ではステップおよびシーケンスを参照して種々の方法について説明するが、このような説明は本発明の実施形態の明確な実現を提供するためであり、これらのステップやステップのシーケンスが本発明を実施するために必要であるというように解釈しないこととする。 20

【0024】

[0048] これより、本発明の例示的な実施形態について説明する。最初に、問題の詳細な全体像を示し、次いで本解決策の更に詳細な説明を行う。

【0025】

[0049] 世界の多くのエリアにおいて、ワイヤレス・システムがあふれている。私たちの最近の生活のあらゆる面が、ワイヤレス技術による影響を強く受けている。移動体電話機の「どこでも、いつでも」の便利さであれ、衛星テレビジョンによって提供される娯楽であれ、ワイヤレス技術は、最近の社会の生産性および幸福に大きく影響する。近年になって、最近の社会の重要なインフラストラクチャの多くが、衛星ナビゲーション・システムに依存するようになってきている。衛星ナビゲーション・システムは、重要な資産のありかを判定するため、空港からの離陸および着陸を含む航空機ナビゲーションを補助するため、そして私たちの電気通信インフラストラクチャにタイミング情報を提供するために用いられる。最近の社会のワイヤレス・システムに対する大きな依存性のために、ワイヤレス・システムの崩壊に対する脆弱さが生じている。 30

【0026】

[0050] ワイヤレス機器は、不用意なものであるかまたは意図的なものであるかには係わらず、妨害(jamming)や干渉による崩壊に対して、比較的無保護である。広いエリアに配備することができ、ワイヤレス信号を検出し、分類し、その位置を判定するシステムがあれば、放送波を監視して、重要なワイヤレス信号に対する干渉を発見するのに有用であろう。加えて、このようなシステムは、ワイヤレス・サービス品質の最適化を含む、多くの他の目的のためのツールとしても用いることができる。このシステムは、多数の周知のネットワーク・ベース位置検出ジオロケーション技法の内任意のものを用いて、対象の発信元の位置を推定することができる。 40

【0027】

[0051] 更に、このようなシステムは、RF電力を周波数および時間に対して測定することによって、RFチャネルの実利用度を判定することができる。来るべきオーバー・ジ 50

・エア(over-the-air)用ディジタルTVフォーマットへの切り替えによって、このような能力は、無許諾の「ホワイト・スペース」(white space)送信機をどこで突き止めることができるか、そしてどのくらいの電力をこれらが送信することができるのかについての判定を、ディジタルOTA TVサービスと干渉することなく、行うこともできる。

【0028】

[0052] 広域センサ/ネットワークは、広い周波数帯域および広大な地理的エリアにおいて、妨害および重要なワイヤレス信号に対する干渉を検出し位置を判定する能力を備えた、受動型受信システムと言ってよい。WASNの一例を図1に示す。このWASNは、広い瞬時帯域幅(instantaneous bandwidth)が可能なソフトウェア定義無線機(SDR)102のネットワーク、システム・コントローラ/中央プロセッサ105、およびシステム・コントローラ/中央プロセッサ105をSDR102と相互接続するバックホール通信ネットワーク103で構成されている。加えて、データベース106もこのシステムのコンポーネントとなることができ、コントローラ/中央プロセッサ105や1つ以上のユーザ・インターフェース端末107に接続することができる。WASNは、許可された送信機の特性を格納するため、そして種々のキャンペーンの結果を保管するために、データベース106を利用することができる。また、データベース106は、地理的情報、地勢的情報、無線モデリング、および場所名情報の複数のレイヤを有するマップの格納のためにも用いることができる。

【0029】

[0053] また、システム・コントローラ/中央プロセッサ105は、外部通信ネットワーク109、例えば、インターネットに対するインターフェースと、粗い時間情報を提供するNTP時間サーバ108への接続部とを有することもできる。一般に、SDR102は、ワイヤレス信号を突き止めるために、種々のジオロケーション技法の利用が可能となるように、時間および周波数の同期が取られているとよい。

【0030】

[0054] WASNは、可変数のSDRを備えることができる。時間および位置多重化WASNは、1つのSDRを備えていればよく、監視すべき地理的エリア全域にわたって次々に場所を移動する。この構成は、長時間期間送信する物理的に固定的な送信機の検出、分類、および位置判定に適した、最小コストの構成を表す。また、WASNは、多数の固定SDRを備えることもでき、これらのSDRが、ワイヤレス・セルラ・システムの基地局のネットワークと同様、監視すべき地理的エリア全域に分散されている。この構成の方が、短い時間期間しか送信されない過渡信号の検出、分類、および定位には適している。

【0031】

[0055] WASNの基本的コンポーネントに、それを構成するSDRがある。SDRの一例のブロック図を図2および図3に示す。SDRの主要な長所(virtue)は、そのプログラマブル・ロジックをインターフェースを通じてプログラミングし直すことによって、その構成を変化させることができることである。SDRは、1つ以上のマルチチャネルRF-中間周波数(IF)段、スイッチ・マトリクス、1組のアナログ/ディジタル(A/D)変換器、プログラマブル・ロジック、プログラマブル・ディジタル信号プロセッサ、制御プロセッサ、メモリ、同期ユニット、および通信インターフェースで構成することができる。マルチチャネルRF-IF段は、これらが接続されているアンテナによって受信した1帯域のRF信号を取り込み、これらの信号を濾波してその帯域幅を制限し、これらの信号を增幅し、そしてこれらの信号をIFに変換する機能を果たす。SDRは、1つのマルチチャネルRF-IF段の全てのチャネルに対して、共通のローカル発振器を含むことができ、周波数統一性(coherence)が得られる。複数のマルチチャネルRF-IF段は、異なるローカル発振器を用いることができるが、共通の時間および周波数基準を、時間および周波数同期ユニットによって供給してもよい。スイッチ・マトリクスは、複数のRF-IF段から特定のチャネルを選択し、このチャネルをA/Dに提示する機能を果たす。A/Dは、アナログ信号の複数のチャネルを、指定されたサンプリング・レートのディジタル・フォーマットに変換する。

10

20

30

40

50

【0032】

[0056] 一旦ディジタル・フォーマットに変換されると、プログラマブル・ロジック段によって信号を処理することができる。プログラマブル・ロジックの主要な特徴は、その能力を変化させるように、インターフェースを通じてロジックをプログラミングし直すことができる。プログラマブル・ロジックの典型的な動作は、IおよびQ検出、更なる帯域通過濾波およびサンプル・レートのデシメーション、特定信号の検出、およびメモリ格納である。プログラマブル・ディジタル信号処理(DSP)段は、複数のプログラマブル・ディジタル信号プロセッサで構成することができ、これらのプロセッサは更にプログラマブル・ロジック段からの信号を処理することができる。ディジタル信号プロセッサによって実行される信号処理の例には、検出、復調、等化、および位置検出処理がある。制御プロセッサは、SDRのリソースの全てを制御および調整することができる。通信インターフェースは、システム・コントローラ/中央プロセッサによるSDRの制御、およびデータの伝達を可能にするために、SDR外部にインターフェースを設ける。

10

【0033】

[0057] WASNは、SDRにおいて時間および周波数の同期を取ることができる。SDRの同期によって、信号およびイベントに非常に正確な時間タグを付けることができ、更に種々のジオロケーション能力を実装することが可能になる。2つ以上の幾何学的に離れているサイトの時間および周波数同期の典型的な技術は、GPSタイミング受信機によるものである。GPSタイミング受信機は、WASNにおける各GPSタイミング受信機が4機以上のGPS衛星からの信号を受信することができるときに、非常に優れた時間および周波数同期性能を発揮することができる。GPS信号は、約-130dBmの電力レベルで地球を照明するように設計されている。この電力レベルは非常に低く、更に周囲や環境によって減衰される可能性がある。その結果、十分な数のGPS衛星信号を受信できない多くの環境があり、したがって、WASNにおける1つ以上のSDRが他のSDRと時間および周波数で同期を取れないこともある。この状況は、複数の信号、ならびに時間および周波数同期を行う技法の使用によって回避することができる。図4は、多様な技法を利用するSDRの時間および周波数同期ユニットを示す。各タイミング受信機は、それぞれの信号から非常に精度が高い時間クロックを受け取る。この例では、信号は、鋭い立ち上がりエッジを毎秒供給する周期的波形である。タイミングおよび周波数同期ユニットのプロセッサは、これらの1PPS信号を受信し、これらをインテリジェントに組み合わせるか、または1つしか入手できない場合には単にその1つを選択し、次いで基準発振器をこの信号に合わせて統制する(discipline)。

20

【0034】

[0058] システム・コントローラ/中央プロセッサは、WASNのリソースを制御し、各リソースの健全性および状態を監視し、SDRによって提供される情報を用いて、信号の位置を判定する。システム・コントローラ/中央プロセッサは、SDRに周波数および帯域を同調させるように命令し、次いでその周波数および帯域でいつそしてどの位の間データを収集すべきか命令する。加えて、システム・コントローラ/中央プロセッサは、SDRに、信号検出、信号特徴化、および信号分類というような、特定の機能を実行するよう命令することができる。また、システム・コントローラ/中央プロセッサは、中央データベースに格納されるデータを決定することもできる。

30

干渉の検出

[0059] 同期広域センサ・ネットワークは、広いエリアにわたって重要な周波数チャネルを監視して干渉を発見し、いつ干渉が発生したか検出し、干渉を特徴化し、そのソースの位置を検出する能力を備えることができる。GPS周波数チャネルは、重要な周波数の一例である。GPS衛星からの信号は、電気通信ネットワークの同期から、商用航空機の自動着陸および離陸を含む、国航空交通システムのためのナビゲーション提供まで、多くの重要な用途に用いられる。つまり、GPS信号は、これらが不用意な干渉または意図的な干渉によって阻害されていないことを監視し保証するために重要である。WASNは、時間的に連続であり性質上過渡的であるこのような干渉を検出し位置を判定する能力を提

40

50

供することができる。

【0035】

[0060] 干渉の検出および位置判定は、対象となる1つまたは複数の信号を予め知ることから始めることができる。予め知っておくものには、信号が占有する周波数チャネル、およびそのスペクトル特性（例えば、スペクトル密度関数）のような他の特性を含むことができる。WASNによって、干渉がないか重要なチャネルを監視し、干渉を検出し、その位置を判定するプロセスの一例は、次の通りである。

【0036】

・ SDRの1群について同時に対象の帯域幅において所定の期間時間ドメイン・データを取り込み、格納する。

10

【0037】

・ SDRのプログラマブル・ロジックに実装されているディジタル・ダウンコンバータに、取り込んだデータを通過させて、I / Q 検出、帯域制限、ビット分解能の増加、および時間ドメイン・データのサンプル・レートのデシメート、即ち、低減を行う。

【0038】

・ 得られたデータを等しい時間ブロックに分割する。

【0039】

・ 各時間ブロックを複素周波数ドメインに変換する。

【0040】

・ 各周波数ビンの電力統計を判定する。

20

【0041】

・ 適法信号のスペクトル・マスクを適用する。

【0042】

・ 周波数マスクから著しく逸脱する電力を有する周波数ビンを特定することによって、干渉を特定する。

【0043】

・ 信号が十分な帯域幅を有する場合、TDOAを利用して干渉を突き止め、信号が十分な帯域幅を有しておらず、要求SDRでAoAアンテナ・アレイが利用可能な場合、AoAを利用し、またはPDOAを利用する。

【0044】

・ 今後引き出すために、結果をデータベースに格納する。

30

【0045】

[0061] 以上のプロセスは、WASN全域で連続的に、または命令されたときに実行して、干渉があるかどうかについて重要な周波数を監視し、干渉が存在する場合、その干渉を突き止めて特徴化することができる。

信号検出

[0062] WASNは、それが配備されている広いエリア全域で信号を検出し、特徴化し、位置を判定するために用いることができる。この能力によって、SDRの周波数範囲全体における全ての信号の調査および列記(catalog)が可能になる。WASNは、適法信号を調査し列記して、それらの特性が要求仕様に該当することを保証することができる。適法信号のデータベースをWASNの結果と比較して、不正FM無線局およびビデオ信号のような、可能な違法信号を特定することができる。WASNの信号検出能力は、無許諾「ホワイト・スペース」送信機がどこに配置されているか示すことができるマップを提供することができ、ユーザが放出することができ適法なディジタルTV信号と干渉しない電力を送信することができる。

40

【0046】

[0063] 信号検出プロセスの一例は、次の通りである。

【0047】

・ SDRの1群について同時に対象の帯域幅において所定の期間時間ドメイン・データを取り込み、格納する。

50

【0048】

・S D R のプログラマブル・ロジックに実装されているディジタル・ダウンコンバータに、取り込んだデータを通過させて、I / Q 検出、帯域制限、ビット分解能の増加、および時間ドメイン・データのサンプル・レートのデシメート、即ち、低減を行う。

【0049】

- ・得られたデータを等しい時間ブロックに分割する。

【0050】

- ・各時間ブロックを複素周波数ドメインに変換する。

【0051】

- ・各周波数 bin の電力統計を判定する。

10

【0052】

- ・ノイズ・フロアの電力を有する周波数 bin を特定する。

【0053】

- ・ノイズ・フロアよりも高い周波数 bin にある信号を特徴化する。

【0054】

・信号が十分な帯域幅を有する場合、T D O A を利用して干渉を突き止め、信号が十分な帯域幅を有しておらず、要求 S D R で A o A アンテナ・アレイが利用可能な場合、A o A を利用し、または P D O A を利用する。

【0055】

- ・今後引き出すために、結果をデータベースに格納する。

20

信号分類

[0064] W A S N は、以前に入手可能であったよりも高いレベルの信号分類が可能である。何故なら、W A S N は、広い地理的エリアに分散された時間および周波数同期センサのネットワークを備えているからである。これによって、信号の発信源の位置を判定する能力を得ることができる。加えて、一旦位置が判定されたなら、環境の容易入手可能な伝搬モデルを利用して、信号によって送信される絶対電力を推定することができる。このように、W A S N は、それが配備されている地理的エリア全域において殆どの信号または全ての信号を分類する能力を提供することができる。信号特性は、以下を含むことができる。

【0056】

30

- ・中心周波数
- ・帯域幅
- ・変調の種類
- ・シンボル・レート（ディジタル的に変調される場合）
- ・二次元位置（緯度および経度）
- ・絶対電力

[0065] 図 1 は、W A S N の主要な機能ノードを模式的に示す。地理的に分散された受信機のネットワーク 1 0 1 が示されている。3 つ以上の受信機 1 0 2 の各々は、それぞれのアンテナを有し、有線またはワイヤレス・データ・バックホール・ネットワーク 1 0 3 を通じてコントローラ 1 0 5 に接続する。コントローラ 1 0 5 は、タスク割り当て、スケジューリング、信号検出、信号特徴化、および位置推定を実行するカスタム・ソフトウェアを有する汎用コンピュータ処理サーバである。コントローラ 1 0 5 は、データベース・システム 1 0 6 による供給を受けて、較正データ、履歴位置データ、地理的データ、および伝搬モデルを、位置推定処理において用いることが可能になる。また、コントローラ 1 0 5 は、デジタル・データ・リンク（内部データ・バス、ローカル・エリア・ネットワーク、またはワイド・エリア・データ・ネットワークのような）を通じて、ユーザ・インターフェース 1 0 7 に接続する。ユーザ・インターフェース 1 0 7 は、ワイド・エリア・センサ・ネットワークとの人間-機械インターフェースの役割を果たす。種々の動作、管理、プロビジョニング、および保守動作は、ユーザ・インターフェース 1 0 7 を通じて遂行することができる。この例におけるユーザ・インターフェース 1 0 7 は、クライアント・

40

50

プロセッサ・プラットフォームにおいて実行するアプリケーション・ソフトウェアとして実現される。

【0057】

[0066] NTP108(ネットワーク時間プロトコル)ノードは、安定した時間基準をコントローラ105に、TCP/IP系ディジタル・データ・リンクを通じて供給する。NTPの動作の詳細は、RFC778、RFC891、RFC956、RFC958、およびRFC1305において見ることができる。ネットワーク109は、インターネットのような外部ネットワークを表し、GPS補助データまたは適法発信元のような補助情報をWASNに提供する。

【0058】

[0067] 図2は、図1に示したソフトウェア定義無線(SDR)受信機102の更に詳細な図を示す。図示のように、第1アンテナ構造201が、SDRネットワーク101を同期させるために必要な共通システム時間基準の発信決定(air determination)を可能にする。この例におけるシステム時間および周波数基準は、内部アナログおよびディジタル・バス206を通じてタイミング受信機203から同調可能広帯域ディジタル受信機204および通信インターフェース205に配信される。

【0059】

[0068] 第2組のアンテナ202が、同調可能広帯域ディジタル受信機204のために動作する(serve)。第2アンテナ構造202は、到達角度信号位置判定のための特殊指向性アンテナを含むことができる。

【0060】

[0069] 同調可能広帯域ディジタル受信機204は、好ましくは、ソフトウェア定義無線機(SDR)として実現される。通信インターフェース205は、位置検出関連情報およびタイミング情報をバックホール・ネットワーク103を通じてコントローラ105にルーティングし橋渡しする役割を果たす。

【0061】

[0070] 図3は、マルチバンド、同調可能、マルチチャネル広帯域ソフトウェア定義無線機(SDR)の機能段を模式的に示す。アンテナ構造302は、複数の受信アンテナが、1つのSDRならびに複数の時間および周波数同期ソースのために用いられることを可能にする。アンテナがRF段301に接続されており、RF段301において、対象の帯域幅の増幅、濾波、および中間周波数(IF)への変換が行われる。IF段301への複数のRFが、対象帯域の受信をサポートするために用いられ、こうして、非常に広い帯域幅が必要とされるときに生ずる、増幅器およびフィルタ固有の限界を克服する。

【0062】

[0071] IF段301への種々のRFがアナログ・スイッチ・マトリクス303に通じてあり、SDRが観察すべき帯域を選択することが可能となる。マルチチャネル出力が、アナログ/デジタル変換器(A/D)304に受け渡され、帯域制限信号の複数のチャネルがディジタル表現に変換される。SDRのロジック305およびディジタル信号プロセッサ(1つまたは複数)307段は、濾波、ダウン・コンバジョン、復調、およびディジタル・ベースバンド信号分析を扱う。制御セクション308は、サンプル・レートの動的制御、対象の帯域幅、受信信号の選択格納、ならびにSDRおよび種々の管理タスクが応対するエンティティへの相互接続を設定する。SDRメモリ306は、RAM、ROM、ならびにSDRの制御および受信信号の格納の双方に必要とされる高速RAMから成る。

【0063】

[0072] 図4は、配信タイミング受信機400、およびSDRに時間および周波数基準としての役割を果たす、関連したアンテナ構造の更に詳細な図を示す。タイミング受信機400において、第1タイミング受信機401および第2タイミング受信機402が用いられている。二重タイミング受信機401、402によって、1つの受信機が妨害された場合におけるクロックおよび周波数基準の決定に備えている。また、二重タイミング受信

10

20

30

40

50

機 4 0 1、4 0 2 の構成は、1 つの受信機が一時的に妨害されている場合におけるハンドオーバーの増大にも備えている。

【 0 0 6 4 】

[0073] 第 1 タイミング受信機 4 0 1 は、ディジタル・データ・リンク 4 0 5 およびアナログ・タイミング・リンク 4 0 7 を通じて中央プロセッサに接続されており、動作上のメッセージングおよびタイミングに関するメッセージが受信機とプロセッサとの間を通過することを可能とし、更にアナログ・タイミング信号が第 1 タイミング受信機 4 0 1 からプロセッサに通過することを可能にする。

【 0 0 6 5 】

[0074] 第 2 タイミング受信機 4 0 2 は、ディジタル・データ・リンク 4 0 6 およびアナログ・タイミング・リンク 4 0 8 を通じて中央プロセッサに接続されており、動作上のメッセージングおよびタイミングに関するメッセージが受信機とプロセッサとの間を通過することを可能とし、更にアナログ・タイミング信号が第 1 第 2 受信機 4 0 3 からプロセッサに通過することを可能にする。 10

【 0 0 6 6 】

[0075] プロセッサ 4 0 3 は、データ・フィードバック制御リンク 4 0 9 およびアナログ・タイミング・リンク 4 1 0 を通じて基準発振器 4 0 4 に接続されており、発振器の周波数の制御を可能とし、更にアナログ・タイミング信号が基準発振器 4 0 4 からプロセッサに通過することを可能にする。

【 0 0 6 7 】

[0076] プロセッサ 4 0 3 は、どちらのタイミング受信機の方がその信号受信状態が良いかに応じて、基準発振器 4 0 4 をいずれかのタイミング受信機に合わせて、時間および周波数基準を S D R に供給する。 20

【 0 0 6 8 】

[0077] S D R には、アナログ・タイミング信号 4 1 1 を通じて時間および周波数基準が供給され、ディジタル・リンク 4 1 2 を通じてタイミング・メッセージングが供給され、更にアナログ周波数基準 4 1 3 が供給される。

ユーザ・インターフェース

[0078] W A S N は、複数の次元で広いエリアにわたってワイヤレス信号を測定し特徴化する能力を設けることができる。これらの次元の一部は、次のようなものである。 30

【 0 0 6 9 】

- ・ 時間
- ・ 周波数
- ・ 電力
- ・ 位置

[0079] W A S N 用のユーザ・インターフェースは、そのリソースのユーザ制御、およびその結果の表示を設けることができる。上の 4 つのデータ次元は、2 つの形式で表示することができる。第 1 の形式は、図 5 において、ある範囲の経度および緯度の位置、時間スライダによって示される特定の時間、ならびに周波数および帯域幅スライダによって示される特定の周波数および帯域幅における電力の輪郭プロットとして示されている。他方の形式は、時間および周波数対電力の 3 - D プロットであり、図 6 に示すように、2 D の位置が、ある範囲の経度および緯度においてカーソルを位置付けることによって定められる。 40

【 0 0 7 0 】

[0080] 図 5 は、ユーザ・インターフェースおよびW A S N の一例を示す。図示するのは、キャンペーン例を表示するユーザ・インターフェースのスクリーンショット例 5 0 1 である。3 - D マップ 5 0 1 が、発信元の位置を、位置検出プロセッサによって決定された緯度 5 0 3 軸および経度 5 0 2 軸によって表示し、更に試験対象帯域幅において計算した絶対放射電力 5 0 3 を表示する。試験対象帯域幅 5 0 6 が、バー・ディスプレイ 5 0 5 上に示されている。試験対象帯域幅の中心周波数 5 0 8 が、周波数バー・ディスプレイ 5 50

07上に示されている。スペクトル試験の時間は、時間バー509上において選択することができる。

【0071】

[0081] この例におけるユーザ・インターフェース500は、入力および出力双方を供給し、WASNのデータベース機能を用いて、経時的な信号および位置データを格納する。各バー・ディスプレイによって、ユーザは、マウス駆動式ポイント・アンド・クリック・インターフェース(point-and-click interface)を用いて、調節可能な帯域幅、中心周波数、および時間範囲に対して、信号電力および位置を判定することができる。

【0072】

[0082] 図6は、他のグラフィカル・ユーザ・インターフェースの一例を示す。ここでは、電力602、時間603、および周波数604の三次元マップ601が用いられており、ここでは、地理的マップが二次元街路マップとして示されている。位置判定は、高度(altitude)即ち高さ(elevation)を含んでもよい。永続的データベースを用いて信号および位置情報を格納することにより、ユーザ・インターフェースは、リアル・タイムのキャンペーン、ならびに過去の位置検出および信号データの双方を示すために用いることができる。

アプリケーション

[0083] アプリケーションは、システム・コントローラ/中央プロセッサに存在し、複数の動作を実行するWASNの能力を装備することができる。WASNアプリケーションは、次のものを含むことができる。

干渉検出および位置判定

[0084] 干渉検出および位置判定(location)アプリケーションは、WASNのユーザ定義重要帯域、チャネル、および周波数を監視する能力を利用して、「干渉」として定められる不正信号の存在を検出する。正規信号の先駆的特性を利用して、干渉を検出する際の補助とする。一旦干渉が検出されると、この干渉の位置を判定する。干渉検出および位置判定キャンペーンの結果は、データベースに格納され、および/またはユーザ・インターフェース上に表示される。

信号調査

[0085] 信号調査アプリケーションは、WASNの信号検出能力を利用して、WASNの配備エリア全域における全ての信号の特性および位置を判定する。信号調査キャンペーンの結果は、データベースに格納され、および/またはユーザ・インターフェース上に表示される。

不正送信機検出および位置判定

[0086] 不正送信機アプリケーションは、信号調査キャンペーンの出力を、正規信号のリストと比較して、不正である可能性がある送信機を特定する。

スプーファ検出(Spoofing Detection)

[0087] なりすまし信号(spoofing signal)とは、一人以上のユーザを混乱させるためまたは騙すために、有効な信号のように偽装しようとする信号のことである。例えば、なりすましグローバル・ナビゲーション衛星システム(GNSS)信号は、受信機がいない場所にいると判断するように、GNSS受信機を騙す。WASNは、なりすまし信号を捕獲し特徴化することによって、なりすまし信号を検出し、その位置を突き止める。なりすまし信号の特性が適法信号(1つまたは複数)の特性と比較され、WASNは著しい逸脱があるときに注意する。なりすましGNSS信号の例を用いると、この信号の絶対電力レベルを判定することができ、これが適法のGNSS信号よりも遙かに高い場合、この信号はなりすまし信号として特定される。なりすましGNSS信号を特定する他の方法は、現在利用できない衛星(例えば、水平上(over-the-horizon))によって受信信号が特定されたと判断することである。このGNSSシステムの例は、米国NavStar汎地球測位システム(GPS)である。

スペクトル利用

[0088] スペクトル利用アプリケーションは、かなりの時間長にわたって、検出された信号から送信を監視して、RFエネルギーが送信されている時間の百分率を判定する。これ

10

20

30

40

50

によって、百分率占有メトリック(percentage occupancy metric)が得られる。加えて、R F エネルギが送信されている時間の百分率は、この特定の送信機が提供する地理的カバレッジを定量化する。スペクトル利用キャンペーンの結果は、データベースに格納され、および / またはユーザ・インターフェース上に表示される。

無許諾「ホワイト・スペース」送信機の電力および配置(placement)

[0089] 無許諾「ホワイト・スペース」アプリケーションは、W A S N の信号検出能力を利用して、デジタルT V 送信機を特定しその位置を突き止め、更に送信機の送信電力を推定する。この情報を用いて、W A S N は、当該W A S N の地理的エリアにおける正規および許諾ディジタルT V 送信機と干渉することなく、「ホワイト・スペース」送信機が送信できる電力レベルを判定する。

10

代表例-G N S S ジャマー(jammer)検出および位置判定

[0090] この代表的な一例では、地理的に分散された広域ソフトウェア受信機のネットワークを有する位置測定ユニット(L M U)ネットワークと共に配備されたワイヤレス位置検出システムが用いられる。更に、グローバル・ナビゲーション衛星システム(1つまたは複数)(G N S S)は、米国NavStar汎地球測位システム(G P S)として記載される。他のG N S S システム(Galileo、GLONASS、Compass等)、または複数のG N S S システムからの衛星の組み合わせも、G P S システムと共に、またはその代わりに用いることができる。

【 0 0 7 3 】

[0091] 現在のL M U には、アップリンクおよびダウンリンク位置判定用に別個の広域受信機、ならびに共通クロック基準を受信するためのG P S 受信機が装備されている。L M U ネットワーク自体は、低電力P G S ジャマーから比較的保護されており、ジャマーを検出および位置判定するのに理想的な状況にある。L M U G P S 受信機は、通常、最小の近隣妨害(nearby obstruction)で設置され、近隣構造よりも高い高度に設置されるのが理想的である。

20

【 0 0 7 4 】

[0092] P G S 広域C D M A 信号は、弱く、極軌道にある宇宙船から放射する。野外にあるG P S 受信機のアンテナでは、G P S 信号強度は、1 3 0 から 1 6 0 d b m の範囲、または約 $1 \times 1 0^{-16}$ ワットである。用いられる波長を考えると、地上および回りの構造物からの反射はなおも一層減衰する。各衛星を追跡し用いる能力を決定するのは、信号電力の単位帯域幅当たりのノイズ電力に対する比率である。したがって、G P S ジャマー(意図しないものであっても)は、通例、広域ホワイト／グレー・ノイズを送信してローカル・ノイズ・フローを高くし、こうしてあらゆるローカルG P S 受信機を混乱させる。ジャマーを突き止めるためには、問題は、最初にジャマー(1 つまたは複数)を検出し、第2にジャマーの位置を判定することである。

30

【 0 0 7 5 】

[0093] 図7に示すように、ワイヤレス通信システム7 0 1は、地理的サービス・エリア全域にカバレッジを設けるように分散されたセルを備えている。通信ネットワーク用の無線機器は、セル・サイト7 0 4に収容されており、S D R 受信機と一緒に配置されて、S D R ネットワークに、地理的分散および共有設備ならびにアンテナ・マウントを設ける。G N S S システム(この例では、G P S システム)が、7 0 5において、関連する無線ブロードキャストと共に示されている。

40

【 0 0 7 6 】

[0094] G P S ジャマー7 0 2は、送信電力および地面クラッタ(ground clutter)によって決定されるエリア7 0 3を伝搬する妨害無線信号を送信する。また、伝搬パターン7 0 3は、指向性送信アンテナによって形状を決めることもできる。

【 0 0 7 7 】

[0095] 既知の方法を用いて、G P S 受信サブシステムは、妨害の存在を検出し、外部に警告することができる。このような妨害は、1つのL M U またはL M U のグループに制限することができる。知られている非軍事用G N S S ジャマーは、数十メートルから数十

50

キロメートルの範囲を有するが、比較的電力が少ない携帯用デバイスである可能性が高い。

【0078】

[0096] 意図的または意図的でないGNSS妨害のソースを検出するために、LMUは可視GPS衛星の1回の完全なサイクルの間、ベースライン信号対ノイズ比(SNR)を維持することができる。しきい値のSNRが交差されたときに、ジャマー位置検出イベントを開始することができる。

【0079】

[0097] 小型および/または低電力GNSSジャマーに対して、送信電力、RF環境、および信号の期間に応じて、到達時間(TOA)または到達電力(POA)に基づく測距、あるいはTDOAまたはAOAというような技法によって、このGNSSジャマーの位置を判定することができる。現在のLMU GPS受信アンテナに対する変更、またはGPS受信機の広域SDRとの交換を用いて、GPSジャマー受信機を可能にしてもよい。大規模なGNSS妨害イベントに対しては、影響を受けたLMUをプロットすることができ、LMUカバレッジ・エリアの重力の中心を、ジャマーの位置として判定することができる。LMUは、暫定的なTOAまたはPOAに基づく位置検出に基づいて、TDOAおよび/またはAOA位置判定に合わせて選択することができる。更に、配備された位置検出技術、ならびに妨害信号(1つまたは複数)の電力および帯域幅に基づいて、ジャマーの位置を更に精度高く提示するように、LMUを選択することもできる。

【0080】

[0098] LMUがジャマーの近くに位置しそのGPS信号を失った場合、このLMUを協同装置(cooperator)として用いることができなくとも、ジャマーが送信した基準信号を収集するために、このLMUをなおも用いることができる可能性がある。粗いタイミングのためのネットワークからのタイミングまたはメッセージング用のダウンリンク・ビーコン監視を用いると、基準信号を収集し、圧縮し、正しいタイミング基準を有する協同LMUに配信することができる。

【0081】

[0099] 一般的なコール位置判定では、基準信号を検出し復調するために高精度のタイミングを有していないLMUを用いる技法であっても、用いることができる。このようなLMUは、そのタイミングが位置検出処理のためには十分な精度ではないので、協同装置としては用いられない。しかしながら、ダウンリンク監視および/またはネットワーク・タイミングによって、ジャマーが送信した基準信号の検出および復調には、このLMUを用いることができる。

【0082】

[0100] GNSS妨害ソースを突き止める場合、TDOAまたはAOA位置検出を実行するとよい。GNSS妨害信号が、変化しつつあり常にオンであるタイプのノイズ・ソースであると仮定すると、LMUまたは同様のデバイスは、この信号のサンプルを特定の時間間隔で収集することができる。このデータは、圧縮され、協同LMUに送られて、相關付けを行い位置を判定することができる。

【0083】

[0101] システムが突き止めた妨害ソースが明瞭なトーンまたは一連のトーンであり、経時的に変化していない場合、協同LMUの全てにおけるそのベースラインSNRからのGPS信号のSNRの変化を用いて、影響を受ける各LMUサイトにおけるSNRの電力レベル影響に基づいて、TDOA位置を計算するプロセスと同様に、位置を計算することができる。到達時間差の代わりに、妨害信号の電力勾配(POAまたはPDOA)を用いることもできる。

代表的例-GNSSスプーファ検出および定位

[0102] 他の代表的な例では、本開示にしたがってGNSSスプーファを突き止めるために、地理的に分散されたLMUネットワーク、ならびにこれと一緒に配置された広域およびGPS受信機を用いることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

[0103] G N S S なりすましには、通例より高い電力であり、受信機の高さで宇宙船によって配信される G N S S 衛星送信を偽装する送信機が関与するのが一般的である。場合によっては、受信機の視野にない宇宙船（例えば、水平線上）の識別情報を用いて、なりすましのために宇宙船を模擬することもできる。

【 0 0 8 5 】

[0104] スプーファが G N S S 衛星送信を偽装しているとき、受信機が分散されているネットワークは、なりすまし信号の信号電力増大によって、なりすまし送信機を検出することができる。

【 0 0 8 6 】

[0105] 受信機の視野内にない宇宙船の識別情報を用いて宇宙船を偽装する場合、軌道力学のために利用可能であると予測されない衛星の追加を検出することができる。

【 0 0 8 7 】

[0106] 両方の場合、P D O A、T O A、T D O A、またはハイブリッド技法によってなりすまし送信機の位置を判定するために、広域なりすまし信号を用いることができる。

代表例 - I M S I キャッチャ(catcher)検出

[0107] 本願と同じ譲受人に譲渡された米国特許出願第 11 / 948,244 号 "Autonomous Configuration of a Wireless Location System" (ワイヤレス位置検出システムの自律構成) に記載されているように、L M U ネットワークの広域ダウンリンク受信機を用いて、基地局ビーコン送信によって、G S M、C D M A、C D M A - 2 0 0 0、およびU M T S ワイヤレス通信システムを検出し、特定し、位置を判定することができる。この特許出願をここで引用したことにより、その内容全体が本願にも含まれるものとする。この自律構成の出願では、新たな基地局を判定するだけでなく、基地局識別や周波数割り当ての変更も判定することができる。

【 0 0 8 8 】

[0108] 不良基地送受信局 (B T S) (I M S I - キャッチャとも呼ぶ) について、ヨーロッパ特許 E P 1 0 5 1 0 5 3、"Method for identifying a mobile phone user or for eavesdropping on outgoing calls" (移動体電話機ユーザを特定するまたは出立コールにおいて盗み聞きする方法)、および米国特許出願第 11 / 966,230 号、"Acquiring Identity Parameters by Emulating Base Stations" (基地局をエミュレートすることによる識別パラメータの取得) に記載されている。記載されているように、不良 B T S は、既に存在する基地局に属するビーコンを送信することによって、ワイヤレス・ネットワークをシミュレートし、ローカル・ワイヤレス通信ネットワークに属する基地局に偽装する。地理的に分散された受信機の L M U ネットワークの検出、特定、および位置判定能力を用いて、更にサービング移動体位置検出センタ (S M L C) をコントローラとして用いて、二重偽装(duplicative mimicked)基地局ビーコンを検出し、特定し、位置を判定することができる。

【 0 0 8 9 】

[0109] 図 8 は、本開示による分散ネットワーク・ベース I M S I - キャッチャ不正 B T S 位置検出装置(locator)の一例を示す。低電力の I M S I - キャッチャが、ローカル・ビーコン 8 0 7、8 0 8、8 0 9 において、電力、識別、および近隣リストを含む情報を収集する。I M S I - キャッチャ 8 0 2 は、次いで、それ自体の偽装ビーコンをブロードキャストする。この偽装ビーコンは地理的エリア 8 0 3 全域に伝搬する。目標の移動体 / ユーザ機器 8 0 1 は、I M S I - キャッチャがエミュレートしたネットワークに対して、位置更新を行う。

【 0 0 9 0 】

[0110] この例における S D R 受信機は、近郊(close)セル 8 0 4、近隣(neighboring)セル 8 0 5、および近接(proximate)セル 8 0 6 全てに配置されている(collocate)。過去において近郊セル 8 0 6、近隣セル 8 0 5、および近接セル 8 0 6 を既に検出、特定、および位置判定し、格納してあれば、S D R 受信機は、偽装ビーコン 8 0 3 を検出し、不良

10

20

30

40

50

BTSを特定することができる。SDRネットワークは、不良BTSを突き止めるように同調され、不良BTSに関する情報が、分析および処置のために、ユーザ・インターフェースに配信される。

【0091】

[0111] 図9aにおいて、WASNの使用例を示す。この例では、センサ受信機901、902、903が、ワイヤレス通信またはブロードキャスト・システムが担当する地理的エリアに分散されている。異なる(disparate)時点において、干渉信号904、905、906が検出され、位置が判定される。図9bは、結果的に得られたユーザ・インターフェースの表示を示す。マップ表示907上において、干渉信号904、905、906のソースが、地理的に、908、909、910に表示されている。干渉の時刻および期間が、時間バー表示911上に表示され、干渉イベント904、905、906が、図式的に912、913、914として示されている。スペクトル・バー915は、イベント904について周波数に対する電力の分布を表示する。羅針図916の表示が薄くなり(gray out)、イベント904について方位が得られないことを示す。速度インディケータ917は、ゼロの速度を示し、羅針図と共に、イベント904が時間期間912にわたって静止していたことを示す。
10

ダイバシティ時間および周波数位置検出受信機

[0112] センサのネットワークを用いたTOAまたはTDOA技法によるジオロケーションでは、センサ(測位判定エンティティ(PDE)、信号収集システム(SCS)、または位置測定ユニット(LMU)としても知られている)の位置がわかっていること、そしてセンサが互いに密接に時間同期されていることが必要となる。センサのネットワークを用いる到達周波数差(FDOA)ジオロケーション技法では、センサ位置がわかっていること、そしてセンサが互いに密接に周波数同期されていることが必要となる。静止センサ(static sensor)においてGPS/GNSSタイミング受信機を利用すると、センサの位置を判定し、高いレベルの時間および周波数同期動作を行う便利な方法が得られる。しかしながら、GPS/GNSSタイミング受信機がこのレベルの位置検出および同期性能を得るのは、空の視野が遮られない場合だけである。2002年2月26日付け2002年2月26日付米国特許第6,351,235号"Method and System for Synchronizing Receiver Systems of a Wireless Location System"(無線位置検出システムの受信システムの同期を取る方法およびシステム)に記載されているように、アップリンクTOAおよびTDOA(U-TDOA)位置検出のための共通の高精度タイミング基準をLMU(したがって、WLS一般)に供給するために、そして強化観察到達差(EOTD)、高度順方向リンク三角測量(AFLT)、強化順方向リンク三角測量(EFLT)、観察到達時間差(OTDOA)、補助GNSS(A-GNSS)というようなダウンリンク技術に合わせて補助メッセージングを作成するために、GPS受信機が用いられる(2005年12月29日に出願された、米国特許出願第11/321,892号"GPS Synchronization For Wireless Communications Stations"(ワイヤレス通信局のためのGPS同期)に記載されている(TruePosition社に譲渡されている))。
20
30

【0092】

[0113] 2007年11月30日に出願された米国特許出願第11/948,244号"Autonomous Configuration of a Wireless Location System"(ワイヤレス位置検出システムの自律構成)に記されているように、GPSタイミング信号は、非常に正確な周波数基準信号も生成する。他のGNSSシステムも、動作中に同様の周波数の正確度を提供することが期待されている。
40

【0093】

[0114] GNSSシステムに加えて、地上ラジオ放送システムも、タイミング基準、周波数基準双方を供給し、TOAまたはTDOA技法によってLMU位置検出を行うために用いることができる。このように行われる位置検出は、地上ラジオ放送受信アンテナのそれであり、次いで、受信機、アンテナ、および関連する配線による信号遅延について較正することができる。
50

【0094】

[0115] 多くの動作配備のシナリオにおいて、空の明確な視野が得られる可能性は低く、または空の大部分(significant fraction)の視野でさえも、得られる可能性は低い。したがって、ハイブリッドまたはフォールバック(fallback)技法をセンサ・プラットフォームに含ませて、センサの位置を判定し、WLSにおける他のセンサと時間および周波数で同期させ、事実上センサを同期させその位置を判定する多様性を提供すれば有利であろう。

【0095】

[0116] 位置がわかっている地上ブロードキャスト送信機に基づいて、受信機の位置を判定する技術が、近年になって開発された(2001年6月21日に出願された米国特許出願第09/887,158号 "Position Location using Broadcast Digital Television Signals" (放送デジタル・テレビジョン信号を用いた位置検出)、2003年5月6日付けの米国特許第6,559,800号 "Position Location Using Broadcast Analog Television Signals" (放送アナログ・テレビジョン信号を用いた位置検出)、2005年4月12日付けの米国特許第6,879,286号 "Position Location Using Ghost Canceling Reference Television Signals" (ゴースト・キャンセリング基準テレビジョン信号を用いた位置検出)、1996年4月23日付けの米国特許第5,510,801号、"Location Determination System And Method Using Television BroadCast Signals" (テレビジョン放送信号を用いた位置判定システムおよび方法)を参照のこと)。加えて、地上(ダウンリンク)ブロードキャストも、センサを時間および周波数で同期させるために、センサによって用いることができる。この同期は、無線信号のTOA、TDOA、および/またはFDOA処理に必要となる。

10

20

【0096】

[0117] センサを突き止め同期させるためにその波形内で情報を送信するGPSとは異なり、これらの技法は、このような情報の外部サーバからの伝達のために通信リンクが必要となる。総合的に、その結果、センサのネットワークは、室内を含む遙かに広い範囲の環境において、その位置を判定し、互いに時間および周波数で同期することが可能になった。

【0097】

[0118] GNSS受信機および地上ブロードキャスト受信機の双方を含む位置検出ダイバシティ方式の使用によって、GNSS信号が地上ブロードキャスト信号と組み合わせられるハイブリッドのように、フォールバック(fallback)(二重受信機が主および予備として動作する)に対処することができる。2005年7月12日付けの米国特許第6,917,328号、"Radio Frequency Device for Receiving TV signals and GPS Satellite Signals and Performing Positioning" (TV信号およびGPS衛星信号を受信し、測位を実行する無線周波デバイス)には、このような測位のためのハイブリッドが記載されている。

30

【0098】

[0119] 一旦時間および周波数同期ユニットのダイバシティ位置検出受信機コンポーネントによってタイミング受信機の位置が得られ、センサの受信アンテナを測位するためのあらゆる偏倚較正(offsetting calibration)が行われ、タイミング受信機および配線に内在するセンサまでの信号遅延を軽減するためにあらゆるタイミング基準信号の遅延を調節したなら(米国特許出願第11/948,244号に記載されているように)、計算された位置、周波数基準、および調節されたタイミング信号をTOAまたはUTDOA位置推定において用いることができ、あるいは種々の移動体に基づく位置検出技法のための補助メッセージを作成するために用いることができる。

40

代表例

[0120] 密集した都市エリアでは、センサ(LMUまたはPDEとしても知られている)の設置が問題になる。何故なら、多くの配備エリアにおいて、構造物が空との見通し線を遮るからである。LMUは通常無線アンテナおよび配線をBTSと共有するので(また

50

は B T S 回路に統合することができる)、B T S カバレッジを最適化するようにサイトの選択が行われるのであって、L M U の設置を容易にするためではない。G P S / G N S S 受信機に予期される故障を克服するためにダイバシティ位置検出およびタイミング・ソースを追加することによって、L M U 位置を自動的に判定すること、およびタイミング基準信号を補助的な地上ブロードキャスト・ネットワークから得ることの双方が可能になる。L M U 位置データベースに自動的に入力するため、あるいはL M U サイトについて手作業で入力した調査データをチェックするためまたは置き換えるために、自動位置判定を用いることができる。あるサイトが、1 日の内の小さな百分率であってもG P S 受信機から正しいタイミングを得るのに十分なG P S コンステレーションの視野を有していれば、この時間を用いて、デジタルT V 信号の較正ファクタを決定することができる所以、G P S がそのサイトにおいて利用できないときには、T V 信号を用いることができるようになる。これは、受信機がG P S を見ていないとT V 信号のドリフトを考慮していないが、それでもなお、タイミング受信機のホールドオーバー(holdover)性能が高められる。
10

【 0 0 9 9 】

[0121] 図 1 1 は、位置、時間、および周波数同期ユニット 1 1 0 1 の機能コンポーネント、およびそのセンサ・プラットフォーム 1 1 0 5 (L M U 、 P D E 、または S C S としても知られている)との相互接続を模式的に示す。ダイバシティ受信機 1 1 0 1 は、2 つ以上の受信機サブシステム 1 1 0 2 、 1 1 0 3 を備えており、これらはデジタル・データ・リンク 1 1 0 9 、 1 1 1 2 を通じて共通プロセッサ・プラットフォーム 1 1 0 4 に接続している。この例では、受信機サブシステム 1 1 0 2 、 1 1 0 3 は、主 1 1 0 2 および副 1 1 0 3 と見なされるが、実際には、共通プロセッサ・プラットフォーム 1 1 0 4 が、修復時間(time-to-fix)、信号品質、または操作者の好みに基づいて、主および副(またはバックアップ受信機)を指定する。受信機 1 1 0 2 、 1 1 0 3 がハイブリッド構成で用いられる場合、両方の受信機が主となる。
20

【 0 1 0 0 】

[0122] 共通プロセッサ・プラットフォームは、タイミング・リンク 1 1 1 3 を通じたタイミング基準(例えば、1 P P S 信号)の配信、周波数インターフェース 1 1 1 4 を通じた周波数基準(名目上 1 0 M H z)の配信、ならびにデータ相互接続 1 1 1 5 を通じたタイムスタンプ、ならびに経度、緯度、および高度の形態とし、誤差推定値を含む位置データの配信のために、センサ・プラットフォーム 1 1 0 5 に相互接続する。
30

【 0 1 0 1 】

[0123] この例では、第 1 受信機サブシステム 1 1 0 2 は G N S S 受信機である。この G N S S 受信機には、G P S アンテナ 1 1 0 7 が装備されており、任意に、G N S S 補助信号の受信のために第 2 アンテナ 1 1 0 8 を装備することもできる。補助信号情報は、補正情報としても知られ、衛星コンステレーション軌道情報、クロックのドリフト、大気信号遅延、および電離層遅延を含む。補助シグナリングの実施態様によっては、G P S (または G N S S) アンテナ 1 1 0 7 を補助信号アンテナ 1 1 0 8 と組み合わせるとよい場合もある。

【 0 1 0 2 】

[0124] 補助信号情報は、補正情報としても知られ、衛星コンステレーション軌道情報、クロックのドリフト、大気信号遅延、および電離層遅延を含む。補助シグナリングの実施態様によっては、G P S (または G N S S) アンテナ 1 1 0 7 を補助信号アンテナ 1 1 0 8 と組み合わせるとよい場合もある。あるいは、別々のアンテナを用いてもよい。
40

【 0 1 0 3 】

[0125] G P S 補助無線信号システムは、米国における広域増強システム(W A A S : Wide Area Augmentation System)、ヨーロッパ連合におけるヨーロッパ対地静止ナビゲーション・オーバーレイ・サービス(E G N O S)、日本における多機能衛星増強システム(M S A S)、インドにおけるG P S 補助ジオ増強ナビゲーション(G A G A N : GPS Aided Geo Augmented Navigation)、ならびにStarfire、Starfix、Quasi-Zenith、およびOMNISTARというような種々の商用差動G P S (D - G P S : differential GPS) システム
50

ムを含む。

【0104】

[0126] W A A S は、 G P S に対する衛星ベース増強システム (S B A S : Satellite Based Augmentation System) の機能の一例である (G N S S システムの主要な例) 。 W A A S は、対地静止衛星から信号を送信する。この信号は G P S 信号と同様であり、したがって、マルチチャネル G P S 受信機によって処理して、 G P S 受信機の位置推定の精度を高めることができ、更に G P S 衛星信号と併せて用いられるときに供給する時間および周波数基準の精度も高めることができる。この精度向上は、 G P S / W A A S 受信機におけるオーバーデターミン・ナビゲーション解 (overdetermined navigation solution) の使用によって得られ、マルチチャネル受信機によって処理される G P S / W A A S 信号の数が増える程、精度が向上する。 G P S 信号が利用できない場合、 G P S / W A A S 受信機が静止しており、その三次元位置がわかっているのであれば、 W A A S のみからの信号が時間および周波数基準を供給することができる。これは、「静止タイミング動作モード」として知られている。したがって、この静止タイミング・モードでは、タイミング基準の冗長性が設けられる。この能力は、特に、受信機のアンテナ位置において正しい動作のために十分な数の G S P 衛星を受信する明確な空の視野が得られないが W A A S 衛星の明確な視野が存在する密集する都市環境において、有用である。 W A A S 衛星は対地静止であるので、受信信号のレベルを更に高めるために用いられる補助信号アンテナ 1108 には、指向性アンテナがよい。

【0105】

[0127] 第 1 受信機サブシステム 1102 には、任意に、補助信号接続 1116 を装備することができる。補助信号接続 1116 は、有線接続を通じて陸側補助サーバまたはネットワークに補助情報を提供する。第 1 受信機サブシステム 1102 は、 C P P 1104 に、安定した時間基準 (名目上、 1 P P S 信号) を、インターフェース 1119 を通じて出力し、計算した位置および時間を含むシリアル・データ・ストリームをデータ / リンク 1119 を通じて出力する。

【0106】

[0128] この例では、第 2 受信機サブシステム 1103 は H D T V ブロードキャスト受信機である。 H D T V は、ここでは、無線信号ブロードキャストおよびエンコード・プロトコルを指すために用いられている。このプロトコルは、米国ならびにいくつかの北アメリカおよびアジアの国々における A T S C (Advanced Television Standards Committee : 高度テレビジョン規格委員会) 規格、ヨーロッパにおける D V B (Digital Video Broadcasting : ディジタル・ビデオ・ブロードキャスティング) 規格、ならびに日本における I S D B (Integrated Services Digital Broadcasting : 統合サービス・ディジタル・ブロードキャスティング) を含む。地上ブロードキャスト受信機は、 D V B - H または T - D M B 用移動体 T V 受信機を含み、これは同期タイミングを供給するために用いることができる。

【0107】

[0129] H D T V 受信機 1103 には、アンテナ (またはアンテナ・アレイ) 1110 が装備されており、任意に、補助信号の受信のために第 2 アンテナ 1111 を装備してもよい。 H D T V 受信機の場合、補助情報は、ブロードキャスト元 (broadcaster) の位置、チャネル割り当て、ならびにタイミング特性およびパラメータを含む。

【0108】

[0130] 第 2 受信機サブシステム 1103 には、任意に、補助信号接続 1117 を装備することができる。補助信号接続 1117 は、有線接続を通じて陸側補助サーバまたはネットワークに補助情報を提供する。第 2 受信機サブシステム 1103 は、 C P P 1104 に、安定した時間基準 (名目上、 1 P P S 信号) を、インターフェース 1118 を通じて出力し、計算した位置および時間を含むシリアル・データ・ストリームをデータ / リンク 1112 を通じて出力する。

【0109】

10

20

30

40

50

[0131] 共通プロセッサ・プラットフォーム(CPP) 1104 は、特別に作られた高性能コンピュータ・サーバ・ハードウェアにおいて実行するソフトウェア・アプリケーションである。 CPP 1104 は、デュプレクス・データ・リンク 1112 、 1109 を通じて、無線信号受信機サブシステム 1102 、 1103 からデータを受信し、そして無線信号受信機サブシステム 1102 、 1103 にデータを送信する。第 1 および第 2 受信機 1102 、 1103 は、共通プロセッサ・プラットフォーム 1043 に、安定なタイミング信号(名目上、 PPS 信号)を、第 1 および第 2 シグナリング・インターフェース 1118 、 1119 を通じて、共通プロセッサ・プラットフォーム 1104 に配信する。 CPP 1104 は、このタイミング信号を用いて、リンク 1120 を通じて基準発振器 1106 を統制する(discipline)。基準発振器 1106 は、名目上、位相ロック・ループ(PLL)を有するオープン・コントロールド・クリスタル発振器(OXCO:Oven-Controlled Crystal Oscillator)であるが、もっと長いホールド・オーバー時間に合わせてルビディウム発振器またはセシウム発振器にすることもできる。基準発振器 1106 は、安定な周波数基準(名目上 10MHz 正弦波)を CPP 1104 にリンク 1121 を通じて出力する。
10

【 0110 】

[0132] 時間、周波数基準およびタイムスタンプ情報、ならびに求めた誤差推定を用いて、共通プロセッサ・プラットフォーム 1104 は、最良の受信機を選択するか、または(例えば、カルマン・フィルタリングを用いて)着信する情報を混成化し(hybridize)、最適化した時間、周波数基準およびタイムスタンプを形成する。共通プロセッサ・プラットフォーム 1104 は、情報のタイプ毎に、別個のフィード(feed)をセンサ 1105 に対して利用する。第 1 インターフェース 1113 は、タイミング・パルスを配信するために用いられ、一方第 2 インターフェース 1114 は、周波数基準信号の配信のために用いられる。そして、第 3 インターフェース 1115 は、タイムスタンプ情報、受信機位置、および位置検出誤差パラメータを配信する。
20

代替実施形態

[0133] 広域センサ配備においてダイバシティ・タイミングおよび位置受信の用意をするために時間および周波数同期ユニットを用いると、コスト削減を達成することができる。ダイバシティ・タイミングおよび位置受信機モジュールを装備されたセンサの総母数の内部分集合を用いると、残りのセンサ(特に屋内または GPS / GNSS カバレッジが間欠的または存在しないエリアにおいて)は、HTDV 受信機サブシステムのみを用いるだけでセンサ位置、タイミング、および周波数基準の計算を行うことができる。
30

【 0111 】

[0134] 図 12 に示すように、センサ 1204 、 1205 の集団が、サービス・エリア 1201 全域に配備されている。これらのセンサは、一般に、セルラ・タワーのような既存の無線システム・アンテナ 1206 と一緒に配置されるが、単独ユニットとして配備されてもよい。

【 0112 】

[0135] センサの集団全ての内部分集合 1205 は、GPS / GNSS 課題(challenge) d) エリアに取り付けられるか、または GNSS 受信機が配備されない。このセンサの部分集合 1205 には、位置、タイミング、および周波数基準の発生のために地上(例えば、HTDV)受信機サブシステムのみが装備される。GNSS 衛星 1202 は、1 組のタイミング信号を、タイミング、周波数基準の発生および受信機の位置検出のために供給し、一方地上ブロードキャスト・システム・タワー 1203 は、第 2 集合の信号を供給し、これらの信号から、タイミング、周波数基準の発生、および受信機の位置検出を判定することができる。
40

【 0113 】

[0136] センサの集団の内、ダイバシティ・タイミングおよび位置受信機モジュールによって強化された部分集合 1204 は、最適なセンサ位置、タイミングおよび周波数基準を、前記センサのために発生する。加えて、これらの強化(例えば、GPS および HTD
50

Vダイバシティ・タイミングおよび位置受信機が装備される)されたセンサ1204は、中央サーバ1207に、そして強化されていないセンサまたは信号が足りないセンサ1205にシグナリングを供給する役割も果たす。

【0114】

[0137] LMU_UTDOA、AOA、またはハイブリッド(UTDOA/AoA、UTDOA/A-GPS等)受信機において位置検出ダイバシティ・フォールバックを可能にするため、あるいは地上ブロードキャスト受信機を用いるがGNSS受信機を用いずにLMU設置のコスト削減を可能にするために、複数の地理的に分散されたセンサがGNSSおよび地上ブロードキャスト・タイミング信号双方を収集し、次いで分析および転送のためにこれらの信号を集中SMLC1207に送る能力が用いられる。 10

【0115】

[0138] 図13は、GPS信号にアクセスすることはできないが、地理的に多様な方向から複数の地上ブロードキャスト(例えば、HDTV信号)を受信する能力を有するLMUについて、精度の高い位置を判定する問題を解決する方法の一例を示す。

【0116】

[0139] 第1ステップ1301は、ダイバシティ時間、位置、および周波数基準受信機サブシステムの初期化である。GNSS受信機サブシステムを通じてタイミングを取得できない場合(または、LMUプラットフォームにはGNSS受信機サブシステムが設置されていない場合)、この代替時間、位置、および周波数基準手順に入る。第2ステップ1302において、LMUのバックホールを通じて、グロス・タイミング(gross timing)を取得する。この初期タイミングは、国際原始時間(IAT)の<10ms以内の精度であればよい。デジタル陸側トランスポート(digital land transport)(例えば、T1/E1またはイーサネット)から得られたネットワーク・タイミングは、十分に高精度である。このグロス・タイミングは、見ることができる地上ブロードキャスト送信機からのタイミングの取得において用いられる。 20

【0117】

[0140] 第3ステップ1303では、中央サーバ(名目上、SMLCはワイヤレス位置検出システムではタイミング・サーバの機能を果たす)からの地上信号に対する補正ファクタを取得する。この補正ファクタは、GNSSおよび地上ブロードキャスト信号受信機双方が装備されているLMUから得られる。ステップ1303では、GNSSおよび地上ブロードキャスト信号双方を見ることができる全てのLMUまたはその中から選択されたLMUが、様々な地上ブロードキャスト信号からのタイミングにおけるオフセットを判定するために用いられる。これらのオフセットは、報告するLMUおよび地上ブロードキャスト信号送信機の正確な位置についての情報に加えて、タイミング補正ファクタの計算を可能にする。計算されたタイミング・オフセット、および信号ブロードキャスト元の識別が、格納および他のLMUへの転送のために、中央サーバに転送される。 30

【0118】

[0141] 次のステップ1304では、GNSSシグナリングにアクセスできないLMUの集団(GNSS受信機を有さずに配備されたものを含む)が、見ることができる(各LMUに対して)全ての地上ブロードキャスト送信機について、中央サーバからLMU毎のタイミング・オフセットおよび送信機位置を要求する。次いで、これら1組のLMUの各々は、地上ブロードキャスト信号、転送された送信機位置、および転送されたタイミング補正を用いて、信号収集および制約最小二乗位置計算を実行し、自己の位置を検出する。 40

【0119】

[0142] 次のステップ1305では、GNSS信号にアクセスできないLMUが、地上ブロードキャストから得られた位置検出結果を、平均化関数に挿入する。この平均化関数の位置毎の調節(収束)が要求許容範囲以内である場合、LMUはその計算した位置を格納する。位置が許容範囲以外である場合、追加のタイミングおよびタイミング・オフセット情報の計算の繰り返しステップを開始する(1306)。

【0120】

10

20

30

40

50

[0143] ステップ 1306において開始する再帰動作に対する別の可能な手法があるとすれば、GNSS 可視性に欠ける LMU が 1 時間の間 1 秒毎に送信機毎に 1 回のプロードキャスト信号取得を実行し、転送された補正ファクタを用いて LMU 位置を計算し、次いで平均化された結果を求めることがある。これによって、3600 サンプルが得られ、非常に精度が高い位置検出が行われる。このプロセスの間に 5 分毎に補助データを取得すれば十分であろう。一旦タイミング・モードに入ったら、30 分毎に補正ファクタを補助データとして取得すれば、高精度のタイミングを維持するためには十分であろう。

結論

[0144] 以上に述べた態様は、そのいずれもが、方法、システム、コンピュータ読み取り可能媒体、または任意のタイプの製造物で実現することができる。回路(circuitry)という用語は、本開示において用いられる場合、特殊ハードウェア・コンポーネントを含むことができる。同じ実施形態または他の実施形態において、回路は、ファームウェアまたはスイッチによって機能(1つまたは複数)を実行するように構成されたマイクロプロセッサを含むことができる。同じ実施形態または他の実施形態において、回路は、1つ以上の汎用処理ユニットおよび/またはマルチコア処理ユニット等を含むことができ、これらは、機能(1つまたは複数)を実行するように動作可能なロジックを具体化するソフトウェア命令がメモリ、例えば、RAM および/または仮想メモリにロードされたときに構成することができる。回路がハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせを含む実施形態例では、実施者(implementer)は、ロジックを具体化するソース・コードを書くことができ、このソース・コードをコンパイルしてマシン読み取り可能コードとし、汎用演算装置(1つまたは複数)によって処理することができる。10

【0121】

[0145] 図 10 は、本開示の態様を実現するように構成することができる計算システムの一例を示す。この計算システムは、コンピュータ 1020 等を含むことができる。コンピュータ 1020 は、処理ユニット 1021、システム・メモリ 1022、およびシステム・メモリを含む種々のシステム・コンポーネントを処理ユニット 1021 に結合するシステム・バス 1023 を含む。システム・バス 1023 は、メモリ・バスまたはメモリ・コントローラ、周辺バス、および種々のバス・アーキテクチャの内任意のものを用いたローカル・バスを含む様々なタイプのバス構造の内任意のものとすることができます。システム・メモリは、リード・オンリ・メモリ(ROM) 1024 およびランダム・アクセス・メモリ(RAM) 1025 を含む。基本入/出力システム 1026(BIOS) は、起動中のように、コンピュータ 1020 内のエレメント間におけるデータ伝送を補助する基本的なルーティンを含み、通例 ROM 1024 内に格納されている。更に、コンピュータ 1020 は、図示しないハード・ディスクからの読み取りおよびこれへの書き込みを行うハード・ディスク・ドライブ 1027、リムーバブル磁気ディスク 1029 からの読み取りおよびこれへの書き込みを行う磁気ディスク・ドライブ 1028、および CD-ROM または他の光媒体のようなリムーバブル光ディスク 1031 からの読み取りおよびこれへの書き込みを行う光ディスク・ドライブ 1030 も含むことができる。実施形態例によっては、本発明の態様を具体化するコンピュータ実行可能命令を ROM 1024、ハード・ディスク(図示せず)、RAM 1025、リムーバブル磁気ディスク 1029、光ディスク 1031、および/または処理ユニット 1021 のキャッシュに格納することができる。ハード・ディスク・ドライブ 1027、磁気ディスク・ドライブ 1028、および光ディスク・ドライブ 1030 は、それぞれ、ハード・ディスク・ドライブ・インターフェース 1032、磁気ディスク・ドライブ・インターフェース 1033、および光ドライブ・インターフェース 1034 によって、システム・バス 1023 に接続されている。これらのドライブおよびそれらと関連のあるコンピュータ読み取り可能媒体は、コンピュータ読み取り可能命令、データ構造、プログラム・モジュール、およびコンピュータ 1020 の他のデータの不揮発性記憶に備える。本明細書において記載する環境はハード・ディスク、リムーバブル磁気ディスク 1029、およびリムーバブル光ディスク 1031 を採用するが、磁気カセット、フラッシュ・メモリ・カード、ディジタル・ビデオ・ディスク、ベル

1020304050

ヌーイ・カートリッジ、ランダム・アクセス・メモリ(R A M)、リード・オンリ・メモリ(R O M)等のような、コンピュータによってアクセス可能なデータを格納することができる他のタイプのコンピュータ読み取り可能媒体も、この動作環境において用いてよいことは、当業者には認められてしかるべきである。

【 0 1 2 2 】

[0146] ハード・ディスク、磁気ディスク 1 0 2 9 、光ディスク 1 0 3 1 、 R O M 1 0 2 4 、または R A M 1 0 2 5 には、複数のプログラム・モジュールを格納することができ、その中には、オペレーティング・システム 1 0 3 5 、1つ以上のアプリケーション・プログラム 1 0 3 6 、その他のプログラム・モジュール 1 0 3 7 、およびプログラム・データ 1 0 3 8 を含む。ユーザは、キーボード 1 0 4 0 のような入力デバイス、およびポイントティング・デバイス 1 0 4 2 によって、コマンドおよび情報をコンピュータ 1 0 2 0 に入力することができる。他の入力デバイス(図示せず)には、マイクロフォン、ジョイスティック、ゲーム・パッド、衛星ディスク、スキヤナ等を含むことができる。これらおよびその他の入力デバイスは、多くの場合、シリアル・ポート・インターフェース 1 0 4 6 を介して、処理ユニット 1 0 2 1 に接続されている。シリアル・ポート・インターフェース 1 0 4 6 は、システム・バスに結合されているが、パラレル・ポート、ゲーム・ポート、またはユニバーサル・シリアル・バス(U S B)のようなその他のインターフェースによって接続することも可能である。ディスプレイ 1 0 4 7 またはその他の形式のディスプレイ・デバイスも、ビデオ・アダプタ 1 0 4 8 のようなインターフェースおよびケーブル 1 0 5 7 を介して、システム・バス 1 0 2 3 に接続されている。ディスプレイ 1 0 4 7 に加えて、コンピュータは、スピーカおよびプリンタのような、他の周辺出力装置(図示せず)も含むことができる。また、図 1 0 のシステムは、ホスト・アダプタ 1 0 5 5 、スマート・コンピュータ・システム・インターフェース(S C S I)バス 1 0 5 6 、およびこの S C S I バス 1 0 5 6 に接続されている外部記憶デバイス 1 0 6 2 も含む。
10

【 0 1 2 3 】

[0147] コンピュータ 1 0 2 0 は、リモート・コンピュータ 1 0 4 9 のような1つ以上のリモート・コンピュータへの論理接続を用いて、ネットワーク環境において動作することも可能である。リモート・コンピュータ 1 0 4 9 は、他のコンピュータ、サーバ、ルータ、ネットワーク P C 、ピアデバイス、またはその他の共通ネットワーク・ノードとすることができる、通例、コンピュータ 1 0 2 0 に関して先に説明したエレメントの多くまたは全てを含むが、図 1 0 にはメモリ記憶装置 1 0 5 0 のみを示す。図 1 0 に示す論理接続は、ローカル・エリア・ネットワーク(L A N) 1 0 5 1 およびワイド・エリア・ネットワーク(W A N) 1 0 5 2 を含む。このようなネットワーク環境は、事務所、企業規模のコンピューター・ネットワーク、インターネットおよびインターネットにおいては、一般的である。
30

【 0 1 2 4 】

[0148] L A N ネットワーク環境で用いる場合、コンピュータ 1 0 2 0 は、ネットワーク・インターフェースまたはアダプタ 1 0 5 3 を介して L A N 1 0 5 1 に接続される。W A N ネットワーク環境で用いる場合、コンピュータ 1 0 2 0 は、通例、モデム 1 0 5 4 、またはインターネットのようなワイド・エリア・ネットワーク 1 0 5 2 を通じて通信を設定するその他の手段を含む。モデム 1 0 5 4 は、内蔵でも外付けでもよく、シリアル・ポート・インターフェース 1 0 4 6 を介してシステム・バス 1 0 2 3 に接続することができる。ネットワーク接続環境では、コンピュータ 1 0 2 0 に関して図示したプログラム・モジュール、またはその一部を、リモート・メモリ記憶装置に格納することもできる。尚、図示のネットワーク接続は一例であり、コンピュータ間で通信リンクを確立する他の手段も使用可能であることは認められよう。更に、本発明の複数の実施形態はコンピュータ・システムに特に適しているが、本文書においては、本開示をこのような実施形態に限定することを意図するものはない。
40

【 0 1 2 5 】

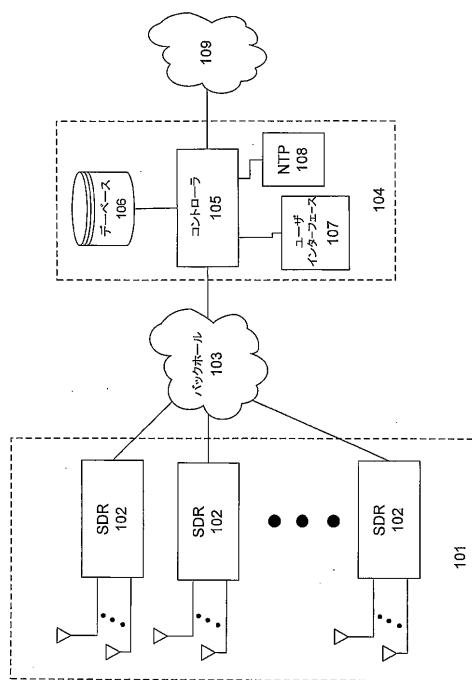
[0149] 以上の詳細な説明は、例および / または動作図を通じて、システムおよび / ま
50

たはプロセスの種々の実施形態を明記した。このようなブロック図および／または例が1つ以上の機能および／または動作を含む限りにおいて、このようなブロック図または例の中にある各機能および／または動作は、個々におよび／または集合的に、広範囲のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、または事実上そのあらゆる組み合わせによって実現できることは、当業者には言うまでもないであろう。

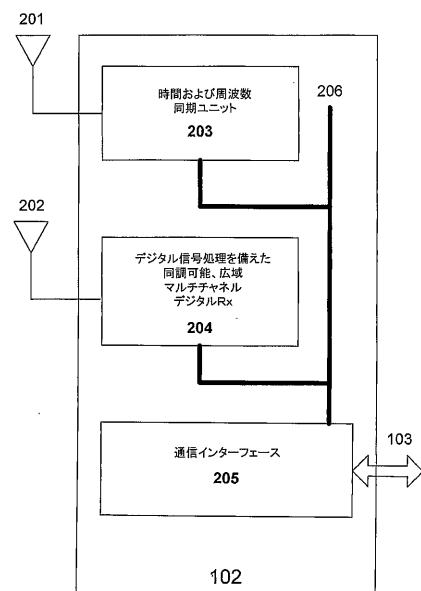
【0126】

[0150] 本明細書に記載した発明の特定の様子および実施形態を示しそして説明したが、本明細書における教示に基づいて、変更および修正(changes and modifications)を行うこともでき、したがって、添付した特許請求の範囲は、本明細書において記載した発明の真の主旨および範囲に該当するのであれば、そのような変更および修正の全てをその範囲の中に包含することは、当業者には明白であろう。 10

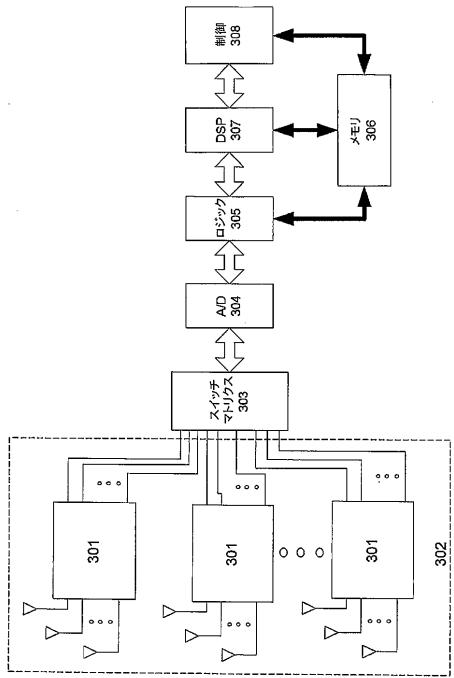
【図1】



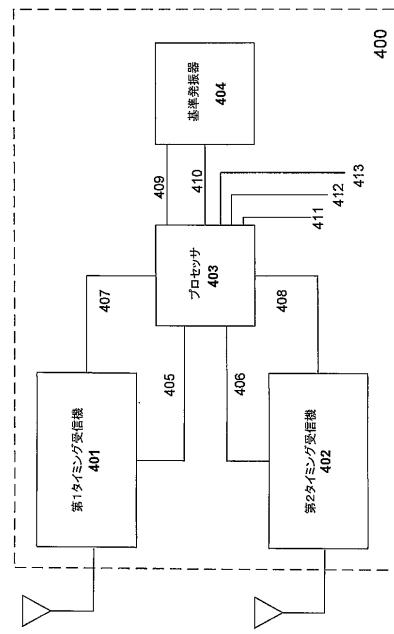
【図2】



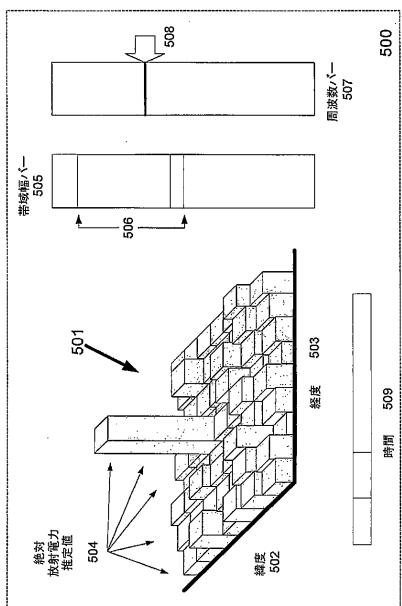
【図3】



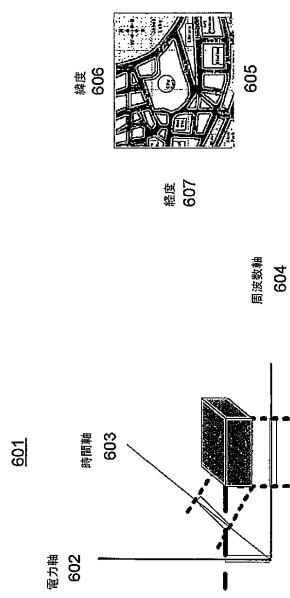
【図4】



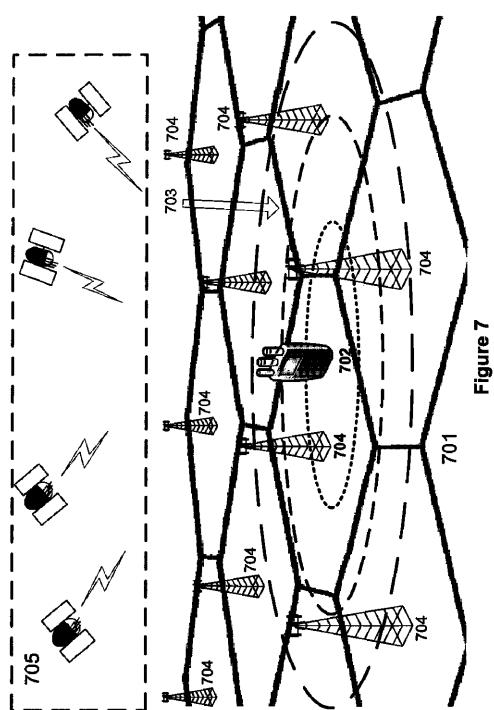
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

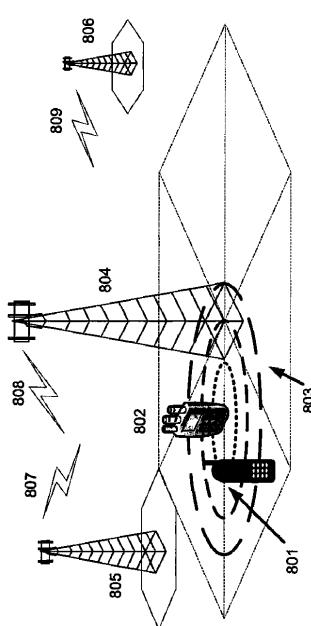


Figure 8

【図9a】

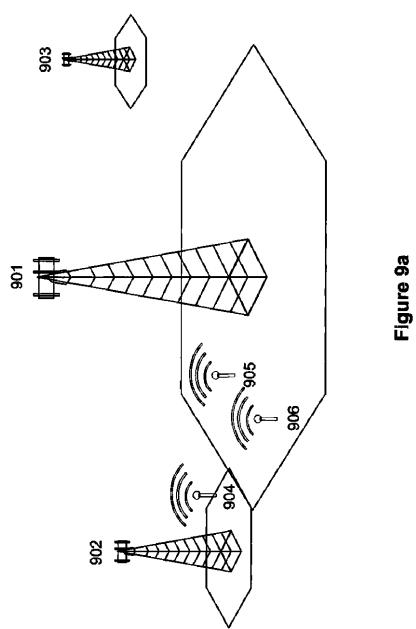


Figure 9a

【図9b】

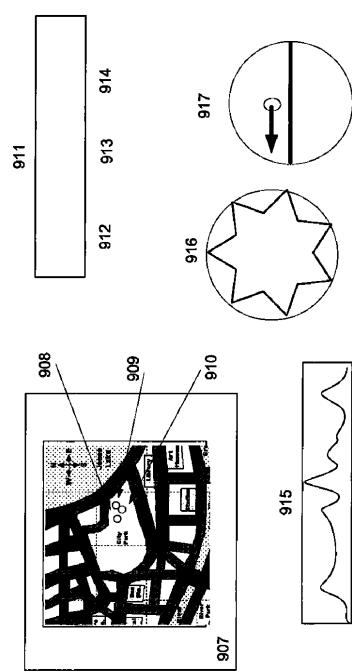
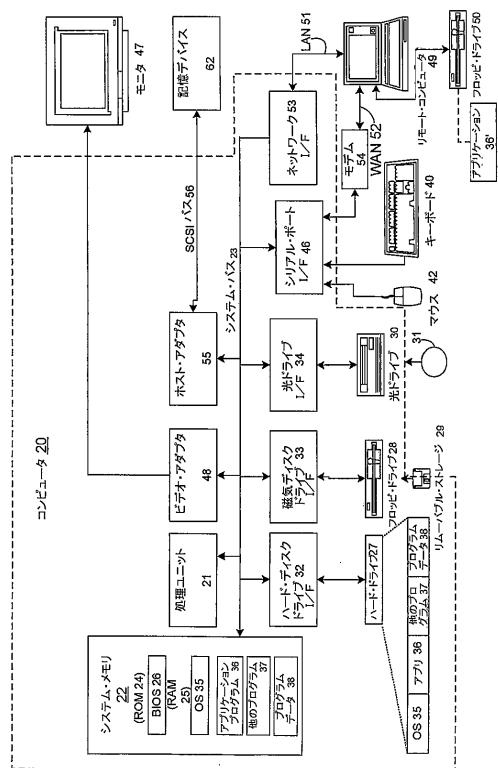
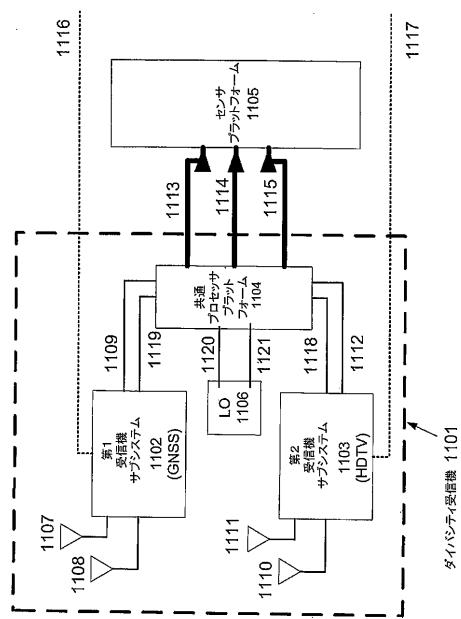


Figure 9b

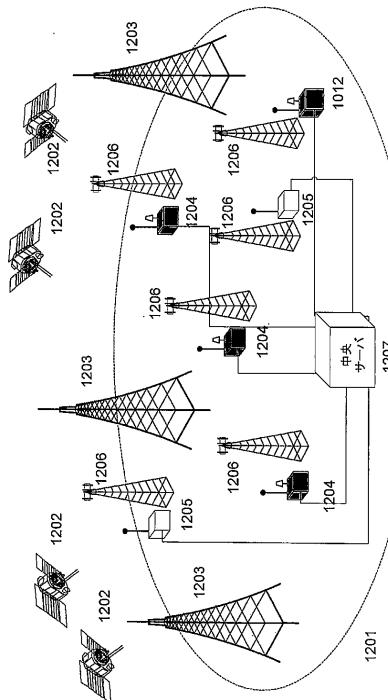
【図 10】



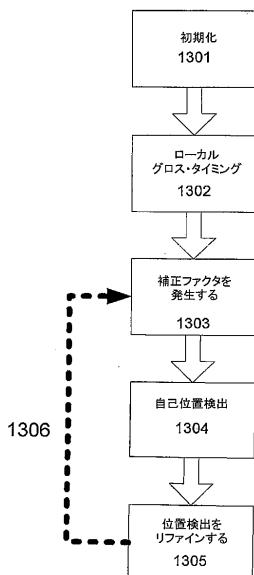
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 コーエン , ベンジャミン・エイチ

アメリカ合衆国ペンシルベニア州 19355 , マルヴーン , クレストサイド・ウェイ 102

(72)発明者 ノルガード , アダム・ダブリュー

アメリカ合衆国ペンシルベニア州 17552 , マウント・ジョイ , パターカップ・レーン 413

1

審査官 小池 堂夫

(56)参考文献 特表2006-514743 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 04 B 7 / 08