

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4382806号
(P4382806)

(45) 発行日 平成21年12月16日(2009.12.16)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4W 16/26 (2009.01)	HO4Q 7/00 231
HO4W 12/02 (2009.01)	HO4Q 7/00 181
HO4B 7/15 (2006.01)	HO4B 7/15 Z
GO1S 5/14 (2006.01)	GO1S 5/14

請求項の数 35 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2006-503857 (P2006-503857)	(73) 特許権者	595020643 クアアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(86) (22) 出願日	平成16年2月23日(2004.2.23)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(65) 公表番号	特表2006-518977 (P2006-518977A)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(43) 公表日	平成18年8月17日(2006.8.17)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
(86) 國際出願番号	PCT/US2004/005557	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(87) 國際公開番号	W02004/077699		
(87) 國際公開日	平成16年9月10日(2004.9.10)		
審査請求日	平成19年2月13日(2007.2.13)		
(31) 優先権主張番号	60/449,774		
(32) 優先日	平成15年2月24日(2003.2.24)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	10/392,442		
(32) 優先日	平成15年3月17日(2003.3.17)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】順方向リンク中継器周波数透かし入れシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局から移動局への順方向リンク信号を増幅するための中継器であって、移動局が周波数トラッキングループを有しており、

基地局から移動局への順方向リンク信号を増幅するための増幅器と、

順方向リンク信号が中継器を通過するとき、順方向リンク信号を識別用高速周波数透かしで周波数変調する高速周波数変調器であって、前記透かしが、前記移動局で周波数トラッキングループが前記透かしを実質的に検出しないような周波数を有している高速周波数変調器とを含む中継器。

【請求項2】

前記透かしが、非周期的波形を含む請求項1に記載の中継器。

【請求項3】

前記非周期的波形が、2Tのビット期間を持つBPSK-、QPSK-、およびOQPSK-符号化された波形の1つを含み、Tが移動局の周波数トラッキングループの時定数より実質的に短い請求項2に記載の中継器。

【請求項4】

前記非周期的波形が、約50Hz以下の振幅を有している請求項3に記載の中継器。

【請求項5】

Tが、周波数トラッキングループの時定数の約1/60より短い請求項3に記載の中継器。

10

20

【請求項 6】

前記非周期的透かし波形が、ビットの一意的系列を有することにより中継器を一意的に識別する請求項 3 に記載の中継器。

【請求項 7】

前記透かしが、 $2T$ の周期を持って実質的に周期的であり、 T が移動局の周波数トラッキンググループの時定数より実質的に短い請求項 1 に記載の中継器。

【請求項 8】

T が、周波数トラッキンググループの時定数の約 $1/60$ より短い請求項 7 に記載の中継器。

【請求項 9】

高速周波数透かしの振幅が、約 50 Hz 以下である請求項 7 に記載の中継器。 10

【請求項 10】

前記周期的波形が、周期的矩形波を含む請求項 7 に記載の中継器。

【請求項 11】

前記周期的矩形波が、約 50 Hz 以下の振幅を有する請求項 10 に記載の中継器。

【請求項 12】

前記振幅が、約 50 Hz である請求項 11 に記載の中継器。

【請求項 13】

前記透かし波形が、 T の一意的値を持つことによって中継器を識別する請求項 7 に記載の中継器。 20

【請求項 14】

複数の順方向リンクパイロット信号を受信し、かつ、いずれかの前記順方向リンク信号が中継されたかどうかを決定するために高速周波数透かし波形の存在を識別する移動局であって、

順方向リンク信号を受信するための受信機と、

順方向リンク信号の正確な復調を可能にするための周波数トラッキンググループと、

パイロットを検出し、かつ、前記複数の順方向リンクパイロット信号の到着時刻を測定することを含むパイロット位相測定を実施するための A F L T 探索器と、

もしあれば、透かしを検出および識別し、それにより中継された順方向リンク信号を識別するように構成された中継器識別システムであって、中継器を一意的に識別する透かし波形を検索するために、前記中継器識別システムが透かしについて順方向リンク信号を探索し、透かし波形は周波数トラッキンググループが実質的に前記透かしを検出しないような周波数を有している、中継器識別システムとを含む移動局。 30

【請求項 15】

前記中継器識別システムが、

一連のパイロット信号サンプルを累算するための手段と、

前記パイロット信号サンプルから、もしあれば透かし波形を、パイロット信号サンプルの連続和のクロス乗積を計算することによって、検索するための手段と、

前記透かし波形について、もしあれば、一意的に中継器を識別するその周波数を決定するために、周波数相關を実行する手段とを含む請求項 14 に記載の移動局。 40

【請求項 16】

前記中継器識別システムが、B P S K 変調された透かし波形を復調するための手段を含む請求項 14 に記載の移動局。

【請求項 17】

前記復調手段が整合フィルタベースの復調器を含む請求項 14 に記載の移動局。

【請求項 18】

G P S 信号を受信するための G P S 受信機をさらに含む請求項 14 に記載の移動局。

【請求項 19】

前記 G P S 受信機が移動局の正確な位置決定のために十分な数の測定値を生成している場合には、前記中継器識別システムが、透かしに対する順方向リンク信号の探索を省くた 50

めの手段をさらに含む請求項 1 8 に記載の移動局。

【請求項 2 0】

複数のパイロット信号の順方向リンクから移動局に関する位置決定情報を決定するための方法であって、

パイロットを検出し、前記複数のパイロット信号の最も早い到着時刻を測定するために、移動局内で A F L T 探索を実行することと、

前記 A F L T 探索の間に検出された第 1 のパイロット信号を選択することと、

中継された信号を識別する高速周波数透かし波形を探索することを含む、中継器 A F L T 探索を前記第 1 のパイロット信号について実行することにより前記第 1 のパイロット信号を中継器で選別することであり、透かし波形は前記移動局内の周波数トラッキンググループが透かしを前記移動局で実質的に検出しないような周波数を有しており、10

複数の他の選択されたパイロット信号に対する実行および中継器による選別の前記ステップを、移動局の位置を決定するために十分な数の、中継器で選別されたパイロット信号が得られるまで、繰り返すことと、

前記 A F L T 探索で取得したパイロット信号に対してパイロット位相測定値および中継器情報を、前記移動局の位置決定のための移動局位置決定システムおよびネットワーク位置決定エンティティの 1 つへ提供することとを含む方法。

【請求項 2 1】

前記中継器情報が、信号が成功裡に中継器で選別されたか否か、もしそうなら、信号が中継されたか否かを識別し、それにより、移動局位置決定システムおよびネットワーク位置決定エンティティ内の前記 1 つが、移動局の位置を、中継されたパイロット信号からのおよび中継器による選別が成功しなかったパイロット信号からの測定値を除外することにより決定する、請求項 2 0 に記載の方法。20

【請求項 2 2】

前記透かし波形から中継器 I D を識別することをさらに含む請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

中継器情報を提供するステップが、パイロット信号が成功裡に中継器で選別されたかどうか、もしそうなら、信号が中継されたか否か、もしそうなら、中継されたと識別されたパイロット信号に対する前記中継器 I D を提供することを含み、それにより、移動局位置決定システムおよびネットワーク位置決定エンティティの前記 1 つが、中継されたパイロット信号からの測定値を位置計算に含める、請求項 2 2 に記載の方法。30

【請求項 2 4】

前記中継器 A F L T 探索が、

A F L T 探索器からのパイロット信号サンプルを累算することと、

連続したパイロット信号サンプルの和のクロス乗積を計算することにより周波数透かし波形を検索することと、

前記中継器 I D に対応する透かし波形の周波数を決定するために周波数相關を実行することとを含む請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記中継器 A F L T 探索が、B P S K で符号化された高速周波数透かしから前記中継器 I D を復号するための整合フィルタベースの復調を含む、請求項 2 2 に記載の方法。40

【請求項 2 6】

中継器 A F L T 探索を実行するステップに先だって G P S 探索を実行することをさらに含む請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記 G P S 探索が、移動局の位置を正確に決定するために十分な数の測定値を生成する場合、中継器選別のステップを省く請求項 2 6 に記載の方法。

【請求項 2 8】

もしあれば、移動局内で、パイロット信号からの中継器情報を検索するための方法であつて、50

第1のパイロット信号について移動局内で、前記第1のパイロット信号の順方向リンク上の中継された信号を識別する高速周波数透かし波形を探索することを含む、中継器識別探索を実行することであり、透かし波形は、前記移動局内の周波数トラッキンググループが前記移動局において実質的に透かしを検出しないような周波数を有しており、

位置決定のためのパイロット位相測定値および中継器情報を提供することとを含む方法。

【請求項29】

前記中継器情報が、信号が成功裡に中継器で選別されたか否か、もしそうなら、信号が中継されたか否かを識別し、それにより、移動局位置決定システムおよびネットワーク位置決定エンティティの前記1つが、移動局の位置を、中継されたパイロット信号からのおよび中継器による選別が成功しなかったパイロット信号からの測定値を除外することにより決定する、請求項28に記載の方法。

【請求項30】

前記透かし波形から中継器IDを識別することをさらに含む請求項28に記載の方法。

【請求項31】

中継器情報を提供するステップが、パイロット信号が成功裡に中継器で選別されたかどうか、もしそうなら、信号が中継されたか否か、もしそうなら、中継されたと識別されたパイロット信号に対する中継器IDを提供することを含み、それにより、移動局位置決定システムおよびネットワーク位置決定エンティティの前記1つが、中継されたパイロット信号からの測定値を位置計算に含める、請求項30に記載の方法。

【請求項32】

前記中継器識別探索が、

パイロット探索器からのパイロット信号サンプルを累算することと、

連続したパイロット信号サンプルの和のクロス乗積を計算することにより周波数透かし波形を検索することと、

前記中継器IDに対応する透かし波形の周波数を決定するために周波数相関を実行することとを含む請求項30に記載の方法。

【請求項33】

前記中継器識別探索が、BPSKで符号化された高速周波数透かしを復号するための整合フィルタベースの復調を含む、請求項30に記載の方法。

【請求項34】

中継器識別探索を実行するステップに先だってGPS探索を実行することをさらに含む請求項28に記載の方法。

【請求項35】

前記GPS探索が移動局の位置を正確に決定するために十分な数の測定値を生成する場合、中継器識別探索を実行するステップを省く請求項34に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

2003年2月24日に出願された米国仮出願番号60/449,774、名称「FORWARD LINK REPEATER FREQUENCY WATERMARKING SCHEME（順方向リンク中継器周波数すかし入れ方式）」に対する優先権をここに主張する。この仮出願はその全体が引用文献としてここに組み込まれる。

【0002】

本発明は移動電子機器の位置を決定するために無線信号を利用する位置決定システムに関する。

【背景技術】

【0003】

GPSに基づく既存の位置決定技術は、既知の時刻に信号を送信する地球軌道上の衛星

10

20

30

40

50

ネットワークを用いる。地上の G P S 受信機は、上空の「見る」ことができる各衛星からの信号の到着時刻を測定する。衛星の正確な位置と、各衛星から信号が送信された正確な時刻および信号の到着時刻は、G P S 受信機の位置を三角測量するために用いられる。G P S 受信機は三角測量をするために4個の衛星を必要とし、検出可能な衛星の数が増加するに従って、位置決定性能は増加する。

【 0 0 0 4 】

3個の（あるいはそれより少ない）衛星しか検出できない場合、G P S ベースの位置決定に関して1つの問題が起こる。そのような場合（および他の付随情報がない場合）は、正確に G P S 受信機を定位することはできない。例えば、G P S 受信機の上空の視野が妨げられている場合（たとえばコンクリートの建物の奥）、受信機の位置を決定するために十分な G P S 測定値を得ることができないかもしれない。10

【 0 0 0 5 】

G P S 受信機に対する G P S 衛星のネットワークと同様に、無線通信受信機（すなわち移動局）に対して、位置決定のために基地局の既存の無線ネットワークを用いることができる。理論的に言えば、移動局の位置を三辺測量するために、各基地局の正確な位置、基地局が送信する正確な時刻、および移動局（たとえば携帯電話）における基地局信号の到着時刻を用いることができる。この手法は高度順方向リンク三辺測量（A F L T）と呼ばれる。

【 0 0 0 6 】

A F L T 法は位置決定のために単独で用いられるかもしれない。代替的には、G P S システムの性能を高めるために、G P S 可能な移動局（すなわち、G P S および無線通信用の両受信機を含む装置）において、位置決定のために無線通信基地局の既存のネットワークを「衛星」の補助的ネットワークとして扱うことができる。G P S アルゴリズムと連結した A F L T 法はハイブリッド、または補助付き G P S (A - G P S) と呼ばれる。20

【 0 0 0 7 】

A F L T は、各々が一意的なパイロット信号を放射している複数の無線通信ネットワーク基地局を用いて移動局の位置を決定する方法である。A F L T 法は、現状の実施例では、移動局のアクティブ、候補および隣接パイロットセットにあるパイロット信号に関する測定値を取得することを含み、複数の基地局の各々からのパイロット信号のデータ測定値を取得することを含む。各データ測定値は、各パイロット信号に対する最も早い到着時刻推定値を含む。いくつかの実施例において、データ測定値は、R M S E 推定値、各到着時刻に対する測定時刻、およびパイロット信号のすべての分離可能な経路に対するエネルギー測定値（たとえば E c / I o ）をさらに含む。30

【 0 0 0 8 】

A F L T アルゴリズムで得られたデータ測定値は、移動局の位置決定のために単独で用いられるかもしれない。代替的には、移動局の位置を決定するために1つ以上の代表的 A F L T 測定値が代表的 G P S 測定値と共に用いられるかもしれない。いくつかの実施例において、移動局は携帯電話を含み、また、この方法はデータを取得する前に携帯電話をセルラ基地局の1つに無線接続することをさらに含む。基地局は、データ測定値を取得するかもしれない領域内のすべてのセルラ基地局の携帯電話にセル探索リストを提供する。G P S システムを含んでいる実施例において、基地局は G P S 探索リストも提供することができる。このリストは移動局が G P S 探索を実行するのに必要な時間を短縮し、その結果、決定までの時間を短縮させるために用いることができる。40

【 0 0 0 9 】

実際には A F L T (A - G P S を含む) は位置決定の目的のためにはほとんど成功しないことがわかっている。1つの理由は無線ネットワークで使われる中継器は、パイロット信号の送信点についてあいまいさを引き起こすことである。言い換えれば、移動局は、受信信号がドナー無線基地局 (B T S) から送信されたか中継器から送信されたかを区別できない。パイロット信号の送信点は未知であるので（たとえば直接ドナー B T S から、あるいは中継器を経由して）、正確な位置決定には A F L T 測定を用いることはできない。50

さらに、中継器には通常数百ナノ秒から数十マイクロ秒の範囲の内部遅延があるだろう。これにより約24.4m(100ナノ秒の場合)から約2.44km(10マイクロ秒の場合)の範囲で決定位置誤差を生ずる可能性がある。

【0010】

従来の一実施例において、この中継器の問題の解決策は中継器が存在する領域内ではすべてのAFLT測定値を除外することである。しかしながら、この解決策は、AFLT位置決定およびAGPSのAFLT部分を多くの探索で利用されているものから完全に排除する。その結果、位置決定の利用度と成功率が減少し、GPS探索ウインドウは長くなり、決定までの時間が長くなる。

【0011】

米国特許6,501,955で説明されるように、位置決定を支援するために、逆方向リンク上に署名を導入することが提案されている。残念ながら、RL署名は位置決定における中継器の影響を緩和することには限られた効果しか期待できない。移動局が位置決定に順方向リンクからのAFLT測定値を用いるからである。移動局へ戻る順方向リンクが、移動局からの逆方向リンクと同じ経路をたどる(すなわち同じ中継器を通る)とは保証されていないため、逆方向リンク署名は位置決定プロセスのための中継器情報を特定するには次善策と考えられる。FL信号に署名を導入することは、米国特許6,501,955で説明されているようにすでに提案されているが、実用上の解決策はまだ開発されていない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0012】

中継器情報で中継信号に透かしを入れることにより、中継器が存在する領域において、位置決定を可能とする順方向リンク中継器の周波数透かし入れ(FLRFWM)システムおよび方法を開示する。FLRFWMシステムは、順方向リンク信号が中継器を通過するとき、高速周波数変調波形でこれに透かしを入れる中継器と、高速周波数変調波形を検出し、識別する移動局を含む。高速周波数透かしは、中継器が存在する領域においてAFLTおよび/またはAGPSの位置決定システムを用いて移動局の位置を決定するために用いられるかもしれない中継器情報を含む。中継器情報は、信号が中継されたことを単に示すだけかもしれないし、または、FL信号が通過した中継器を一意的に特定するかもしれない。透かしは、各AFLT測定値を中継器で選別でき、それによって位置決定に用いることができるよう、順方向リンク上に導入される。順方向リンクの高速周波数透かし入れにより、FL、AFLT並びにGPS特性への最小の影響、良好な検出、識別並びに誤り検出確率、短時間検出/識別、および良好な検出/識別感度を得る。

【0013】

基地局から移動局への順方向リンク信号を増幅するための増幅器と、順方向リンク信号が中継器を通過するときに識別用高速周波数透かしで順方向リンク信号を周波数変調する高速周波数変調器とを含む中継器を開示する。高速周波数透かしは、AFLTおよびGPS性能への悪影響を最小にするために、移動局の周波数トラッキンググループが実質的に透かしを検出しないような周波数を有する。さらに、高速周波数透かしは、FL性能への悪影響を最小にするように設計した振幅を有する。

【0014】

いくつかの実施例において、透かしは2Tの周期を持つ実質的に周期的な変調波形によって定義される。波形の半周期Tは、移動局の周波数トラッキンググループが実質的に透かしを検出しないように、移動局の周波数トラッキンググループの時定数より実質的に短い。たとえば、周波数トラッキンググループの時定数の約1/60以下である。いくつかの実施例において、周期的波形は約50Hz以下の振幅を持つ矩形波であるかもしれない。いくつかの実施例において、周期的波形は一意的な値Tを有することによって中継器を一意的に特定し、その結果、移動体で中継器の識別を可能とする。他の実施例において、すべての中継器が同じTの周期的波形を有するだろう。その結果、移動体では中継器の検出だけ

10

20

30

40

50

が可能となる。

【0015】

いくつかの実施例では、透かしは非周期的変調波形、たとえば、ビット期間が2TのBPSK、QPSK、またはOQPSK符号化波形によって定義される。これらの実施例における波形のビット期間の半分Tは、移動局の周波数トラッキングループの時定数より実質的に短く、移動局の周波数トラッキングループは実質的に透かしを検出しない。いくつかの実施例において、非周期的波形は約50Hz以下の振幅を有している。いくつかの実施例において、非周期的波形は一意的なビット系列を有することによって中継器を一意的に特定し、その結果、移動体では中継器の識別が可能となる。他の実施例において、すべての中継器が同じビット系列の非周期的波形を有するだろう、その結果、移動体で中継器の検出だけが可能となる。

10

【0016】

順方向リンク信号のいずれかが中継されたかどうかを決定するために、複数の順方向リンクパイロット信号を受信し、高速周波数透かし波形の存在を識別する移動局を開示する。移動局は、順方向リンク信号を受信するための受信機、FL信号の正確な復調を可能にするための周波数トラッキングループ、およびAFLT探索器を含む。AFLT探索器は、パイロットを検出し、複数の順方向リンクパイロット信号の到着時刻の測定を含むパイロット位相測定を実行する。また、移動局はFL信号上の透かしを、もしあれば、検出および/または識別するように構成された中継器識別システムを含む。中継器識別システムは、透かし波形の存在について順方向リンク信号を探索することにより、FL信号上の中継器を検出する。中継器識別システムは、透かし波形の存在について順方向リンク信号を探索し、透かし波形をもしあれば検索し、さらに中継器を一意的に特定する透かし波形の属性を探索することにより順方向リンク信号上の中継器を識別する。周波数トラッキングループは透かし波形が高速周波数であるため、これを実質的に検出しない。

20

【0017】

また、移動局の位置決定情報の決定方法も開示する。この方法は、中継器が存在するかもしれない領域内の複数のパイロット信号の順方向リンクから位置決定情報を決定することを含む。この方法は、パイロットを検出し、複数のパイロット信号の最も早い到着時刻を測定するために、移動局でAFLT探索を実行することから始める。次に、移動局はAFLT探索の間に探索された第1のパイロット信号を選択し、中継器は、第1のパイロット信号について、中継された信号を特定する高速周波数透かし波形の探索を含む中継器AFLT探索を実行することによって、第1のパイロット信号を選別する。透かし波形の周波数は、移動局内の周波数トラッキングループが実質的に移動局で透かしを検出しないような周波数である。この方法は、複数の他のパイロット信号に対して、選択と中継器での選別の段階を繰り返すことにより、移動局の位置決定のための中継器で選別されたパイロット信号を十分な数だけ得られるまで続ける。最後に、AFLT探索で得たパイロット信号に対するパイロット位相測定と中継器情報が、移動局の位置決定システム、または移動局位置決定のためのネットワーク位置決定エンティティのいずれかへ提供される。

30

【0018】

中継器探索の間に得られた中継器情報は最小限、パイロット信号が中継器での選別に成功したか否かについて、もしあれば、パイロット信号が中継されたか否かについての情報を含むべきである。一実施例において、この中継器情報はパイロット信号が中継器によって選別に成功したかどうか、成功した場合、信号が中継されたか否かの表示のみを含み、そのため移動局の位置決定システムまたはネットワーク位置決定エンティティは、中継されたパイロット信号と中継器で選別に成功しなかったパイロット信号からの測定値を除外することによって移動局の位置を決定するかもしれない。

40

【0019】

他の一実施例において、中継器AFLT探索は、透かし波形がもしあれば、透かし波形から中継器IDを識別する。本実施例において、中継器探索の間に得て、移動局の位置決定システムまたはネットワーク位置決定エンティティに提供される中継器情報は、中継さ

50

れたと識別された各パイロット信号に対する中継器IDを含む。各パイロット信号は計算位置において中継された信号測定値を用いることができる。

【0020】

位置決定用にA-GPSが用いられるいくつかの実施例において、中継器AFLT探索の実行前にGPS探索が実行される。位置決定のために十分なGPS測定値を得た場合、位置決定までの時間を短縮するために、中継器AFLT探索を省くかもしれない。

【0021】

この発明のより完全な理解のために、添付図面に示されたような実施例の以下の詳細な説明が参照される。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0022】

本発明は、図面を参照して以下に説明される。図中の同じ番号は同じまたは類似の要素を表す。

用語と頭字語の解説

以下の用語と頭字語が詳細な説明中で用いられる。

AFLT 高度順方向リンク三辺測量。移動局における、基地局（および選択的に他の地上測定値）からの無線信号の到着時刻測定値を利用する測位技術。

【0023】

AFLT探索器 視界にあるかもしれない各基地局からのパイロット信号の探索を処理する移動局の一部。

20

A-GPS 支援付全地球測位システム。GPS疑似距離測定に基づいてはいるが、位置決定を支援するためにAFLTまたは類似のBTSベースの測位技術を利用した測位技術。

【0024】

基地局 移動局と交信するユニット。たとえば、基地局は無線基地局（BTS）、移動交換局（MSC）、移動位置決定センター（MPC）、位置決定エンティティ（PDE）、およびネットワーク接続に必要な任意の網間接続機能（IWF）を含むかもしれない。

【0025】

BPSK 2相位相シフトキーイング。

BTS 無線基地局。無線通信信号を送信し受信するためのアンテナを含み、移動局と交信するための固定局。

30

C/Aコード GPS衛星から送信され、送信GPS衛星を識別し、観測されるGPS衛星からGPS受信機までの疑似距離を測定するために用いられる周期的系列。

【0026】

CDMA 符号分割多元接続。大容量デジタル無線技術。

CSM セルサイトモデム。無線基地局設備用チップセット。

FL 順方向リンク。基地局（BTS）から移動局（MS）への伝送。

FTL 周波数トラッキングループ。FTLは、正確な復調を可能にするために受信通信信号の搬送波周波数を追跡する。

【0027】

40

GPS 全地球測位システム。三次元的な位置決定のためにGPS衛星までの距離測定値を利用する方法。

GSM 広域自動車通信システム。

MS 移動局。加入者のハンドセットまたは無線端末を説明するために用いる用語。

MSM 移動局モデム。

【0028】

PCS 個人通信サービス。1.8-2.0GHzの範囲で動作する全デジタルセルラ伝送。

PDE 位置決定エンティティ。移動局の位置決定を管理するネットワークエンティティ。

50

パイロットセット（アクティブ） 現に移動局に割り当てられている順方向トラヒックチャンネルに関連したパイロット信号。これらは、移動局がローカル基地局から受信した最も強いパイロット信号であり、通常、同じパイロット信号のマルチパス信号である。

【0029】

パイロットセット（候補） 移動局が観測でき、移動局によって測定される時の強度が「無線経由」の与えられたしきい値を超えるすべてのパイロット信号。

パイロットセット（隣接） 現在移動局に送信中の基地局の近くにある基地局から送信され、移動局が受信するかもしれないよう、すべてのパイロット信号。

【0030】

パイロット信号 基地局を特定するローカル基地局から受信した無線信号。

10

P N 符号 疑似ランダム雑音符号。B T S から送信され、セル（または、セルセクター）の識別子として用いられる一定の系列であって、拡散用および音声並びにデータ伝送をスクランブルするための系列。P N 符号は、観測されるB T S から移動局までの疑似距離を決定するためにも用いられる。

【0031】

PPM パイロット位相測定値。P N 符号シフトの測定を含むA F L T 探索から得たパイロット信号の測定値。

PRM 疑似距離測定値。C / A コードシフトの測定を含むG P S 衛星探索からのG P S 衛星信号測定値。

Q P S K 4 相位相シフトキーイング。

20

【0032】

中継器 B T S へ、および、からの無線信号を受信し、増幅し、再送信する装置。

R L 逆方向リンク。移動局（M S ）から基地局（B T S ）への伝送。

R M S E 二乗平均平方根値。R M S E 推定値は、パイロット位相を報告するために用いられる経路の強度に基づく測定値の不確定さを与える。

【0033】

S N R 信号対雑音比。

TRK _ L O _ A D J 移動局用の電圧制御、温度補償形水晶発振器（V C T C X O ）を制御する信号。通常、移動局内のすべてのクロックおよび周波数基準がこの発振器で生成される。

30

変数表

以下の変数が詳細な説明の中で用いられる。

【0034】

f H z で表した変調波形の周波数。

f A H z で表した変調波形の振幅（大きさ）。

f C C D M A チップ周波数（= 1 . 2 2 8 8 M H z ）

n 中継器 I D を符号化するために用いる全ビット数。

N 特定の透かし方式を用いて得られるかもしれない、取りうる中継器 I D の総数。

【0035】

N P O S T コヒーレント累算が周波数相関における複素回転の出力上で実行される回数。

40

N P R E コヒーレントに累算されるべきA F L T 探索器からのパイロット信号標本の数。

T C D M A チップで表した変調波形の半周期。

T C C D M A チップ周期（= 1 / f C ）。

【0036】

T C P D C D M A チップで表したクロス乗積更新率。

T F C フームウェアにおける背景作業として、周波数相関アルゴリズムを実行する時間。

T M A X C D M A チップで表した変調波形の最長の半周期。

50

T M I N C D M A チップで表した変調波形の最短の半周期。
環境

図1は、複数の無線基地局(BTS)10、中継器16をその上に配置した建物14、GPS衛星18、およびユーザ20が保持する移動局22の全体図である。

【0037】

BTS10は、移動局との接続のための無線通信ネットワークの一部として利用される基地局の任意の集合体を含む。BTSは、通常無線電話機のような移動局が無線通信ネットワーク12を介して別の電話機に接続できるようにする通信サービスを提供する。しかし、BTSは、他の装置と共に、および/またはハンドヘルドの携帯情報端末(PDA)とのインターネット接続のような他の無線通信目的のためとにも利用されるかもしれない。

【0038】

一実施例において、BTS10はCDMA無線通信ネットワークの一部である。しかし、他の実施例では、GSMネットワークのような他の形式の無線通信ネットワークが用いられるかもしれない。本実施例において、各BTSは周期的にそのBTSを一意的に特定する擬似ランダム系列を放射する。この擬似ランダム系列は受信機が追跡するのに有効な一連のビットである。CDMA用語では、この擬似ランダム系列を「パイロット信号」と呼ぶ。ここで用いられるように、用語パイロット信号はCDMAシステムと同様に、いずれの無線通信システムにも適用することができる。

【0039】

中継器16は、その基本的な形態において、増幅器を含み、BTSと移動局の間の増幅したパイロット信号を、受信し再送信する。中継器は、BTSから付加的なカバレッジエリアへのパイロット信号を増幅してSN比を向上させるために、それがなければギャップ、干渉、および貧弱なサービスが検出されるようなセルラネットワーク全体にわたって、戦略的に配置されるかもしれない。

【0040】

GPS衛星18はGPS受信機の位置決定に用いられるいざれかの衛星群を含む。衛星は連続的にGPS受信機が検出できる無線信号を送出し、GPS受信機は、GPS衛星のC/Aコードのローカルレプリカと受信した衛星C/Aコードの相関を取り、レプリカを受信した衛星C/Aコードとの相関が得られるまで時間軸上でシフトすることにより、無線信号が衛星から受信機への伝搬に要する時間を測定する。無線信号の伝搬速度は既知であり、衛星は、「GPS時間」に一致して1ミリ秒毎に周期的に信号を放射するように同期されているため、到着までに要した時間を決定することにより、信号が伝搬した距離を決定することができる。開けた場所にいるユーザに対して、GPS受信機は、障害物のない衛星を通常視野に入れている。従って、ユーザが開けた場所にいるときは、衛星から受信機まで通常直線的な「見通し線」であるため、GPS信号の到着時刻を測定することは、容易である。しかし、無線通信の状況では、ユーザは、GPS測位を困難にするかもしれない建造物あるいは他の障害物のある都市に位置するかもしれない。

【0041】

図2に代表的なセルラBTSカバレッジエリアの構造を示す。このような代表的構造において、複数の六角形のBTSカバレッジカバレッジエリア24は対称的にタイル張りでお互いに接している。BTS10は各BTSカバレッジエリア24内にそれぞれ配置されており、それらが配置されている領域内をカバーする。特に、ここでの説明のために、BTS10aは、カバレッジエリア24a内にカバレッジを提供し、BTS10bは、カバレッジエリア24b内にカバレッジを提供し、以下同様である。

【0042】

理想的な移動体通信ネットワークにおいて、カバレッジエリア24は、互いに隣接して構成され、種々のカバレッジエリアを通じて移動局が進行するときに、移動局に連続したセルカバレッジを提供する。しかし、ほとんどのセルラネットワークには、セルカバレッジで問題を起こすギャップ、干渉、および他の障害がある。例えば、トンネル、車庫、お

10

20

30

40

50

よび運動競技場のような環境はセルラサービスに対して問題を発生させる。他の例として、広い高速道路および田舎のカバレッジをBTSで維持することは非常に費用がかかる可能性がある。したがって、BTSを別に設置するよりはるかに少ない費用でBTSのカバレッジを拡大または拡張するために、カバレッジエリアの中に1つ以上の中継器16が置かれるかもしれない。

【0043】

一実施例において、図3を参照してより詳細に説明されるように、中継器16は移動局およびBTSへおよびから信号を送信並びに受信するアンテナ並びにトランシーバーを含む。1つの簡単な例では、中継器は、受信信号を増幅し、同じ周波数でそれらを再送信する。

10

【0044】

図2において、移動局22を持っているユーザ20は第1のカバレッジエリア24a内に位置している。移動局22は、大きなビルディング(図示しない)のような障害物による干渉により、第1のBTS10aから十分な強度のパイロット信号を受信できないかもしれない。さらに、移動局22は、第2のBTS10bが比較的遠距離であるために、直接第2のBTS10bから十分な強度のパイロット信号を受信できないかもしれない。しかし、中継器16bがカバレッジエリア24b内に適切に配置され、それにより、それがなければ使用中にギャップを経験するだろう移動局22の位置は十分カバーされるかもしれない。言い換えれば、第2のBTS10bからパイロット信号を送信する時、その信号は中継器16bを通して増幅され、移動局22で受信されるだろう。

20

【0045】

移動局22は、AFLTを含む上述のような位置決定能力を有し、従って移動局22は、現に移動局に割り当てられているパイロット信号(すなわちアクティブセット)を利用するだけでなく、移動局の位置決定のためにアクティブセット以外のパイロット信号を利用できる。例えば、一実施例において、移動局は、移動局が受信することができるかもしれないパイロット信号のリストである隣接リスト29の中にあるパイロット信号を探索する。隣接リストは、例えば基地局から提供されるかもしれない。

【0046】

隣接リストの中のあるパイロットは、現在のCDMA規格に従って候補セット28用(すなわち、パイロット信号が、移動局が観測可能で、移動局が測定したときの強度が「無線経由」の与えられたしきい値を超える)、またはアクティブセット27用(すなわち、現に移動局に割り当てられている順方向トラヒックチャネルに関連したパイロット信号、これはローカル基地局から移動局が受信した最大強度のパイロット信号であり、かつ通常は同じパイロット信号のマルチパスである)に選ばれるかもしれないことに注意する必要がある。

30

【0047】

移動局22の位置決定にAFLT測定値を用いるために、中継器に対してパイロット信号(アクティブ、候補または隣接セットにかかわらず)の選別に成功しなければならない。中継された場合は、移動局は信号がどの中継器から来たかを決定しなければならない。さらに、位置決定の計算において、中継されたAFLT測定値を用いるために、中継器の位置と内部遅延も既知かつ利用可能でなければならぬ。

40

【0048】

ここにこれまで説明したように、移動局内の従来のAFLTおよびA-GPSの定位システムは、中継信号を検出および/または識別しない。これは、中継器のカバレッジを有する領域では、位置決定用のパイロット位相測定値を実質的に無駄にしてしまう。この問題を検討するために、順方向リンク信号に一意的に透かしを入れることができる中継器、および透かしを入れられた中継信号を検出し識別することができる移動局がここに開示される。移動局は信号が中継されたか否か、中継された場合はどの中継器から信号がくるかを検出し識別できるため、正確な位置情報は、移動局で受信されたアクティブ、候補および隣接パイロット信号のいずれかを用いて決定されるかもしれない。さらに、順方向リンク

50

ク信号に（一意的または非一意的に）透かしを入れることができる中継器、および透かしを入れた中継信号を検出することだけができる移動局がここに開示される。この実施例において、移動局は、信号が中継されたかどうかの検出だけができるため、すべての中継されたパイロット信号（および中継器で選別に成功しなかったパイロット信号）は位置決定から除外されなければならない。

説明

順方向リンク中継器の周波数透かし入れ（F L R F W M）システム

図3はF L R F W Mシステムを実施する通信システムのブロックダイアグラムである。通信システムは基地局（B T S）10、中継器16、および移動局（M S）22を含む。B T S 10は、順方向リンクパイロット信号31を送信するためのアンテナ30を有する。中継器16は、B T S 10からの順方向リンク信号31を受信するための第1のアンテナ32と、その信号を増幅するための増幅器33と、F L信号に透かしを入れるための高速周波数変調器34と、透かし入り順方向リンク信号37をM S 22へ送信するための第2のアンテナ36とを有する。M Sは、中継器からの透かし入り順方向リンク信号37を受信するためのアンテナ38と、F L信号37の正確な復調を可能にするための周波数トランシングループ39とを有する。

【0049】

B T S 10は、無線通信に用いられる任意の適切な基地局を含むかもしれない。一実施例において、B T SはC D M Aネットワーク用に構成される。しかし、他の実施例では、B T Sは、T D M AやG S Mのような他の無線通信ネットワーク用に実施されるかもしれない。送信アンテナ用にただ1つのアンテナ30を示したが、このB T Sは、信号を送信および受信するための1つ以上の送受信機およびアンテナを含む、B T Sの典型的な構成を有していることが理解されるべきである。

【0050】

中継器16は、通信信号を増幅するための増幅器33を有している任意の適切な中継器を含む。すなわち、中継器16は、B T S 10とM S 22へおよびからの通信信号を受信し、増幅し、再送信する任意の適当な構成を含む。さらに、中継器は、後で例えば図4または図5を参照してさらに詳細に検討するように、高速周波数変調で順方向リンク信号31に透かしを入れる周波数変調器34を含む。

【0051】

一実施例において、中継器16は第1および第2のアンテナ32、36を含む。第一のアンテナ32は、順方向リンク信号31を受信するために用い、第2のアンテナ36は中継器から順方向リンク信号37を再送信するために用いられる。図3の中継器は増幅器と周波数変調器だけを示しているが、中継器16は任意の適当な構成を有することが理解されるべきであることに注意する必要がある。例えば、中継器は、アンテナ32、36を介して中継器16へおよびから信号を受信および再送信するように動作する送受信機（送信機／受信機）を含むかもしれない。

【0052】

中継器が代替的な構成を含むかもしれないことに注意する必要がある。例えば、中継器は有線接続でB T Sに接続されるかもしれない。そのような例は、光信号を受信し（たとえば光ファイバー）、それを増幅し（および／または再整形、リタイミング、周波数シフトおよび再構成し）、それを無線で（同じまたは異なる周波数で）再送信する光中継器を含む。

【0053】

中継器16は、例えば図4または図5を参照してより詳細に説明されるような高速周波数透かしで順方向リンク信号31を周波数変調する高速周波数変調器34を含む。高速周波数透かしは、順方向リンク信号を中継された信号として特定し、どの中継器を通過したかを示す一意の中継器I Dを特定するかもしれない。中継された順方向リンク信号に透かしを入れることによって、どのパイロットが中継されたかを決定することができ、さらに、中継された順方向信号に一意的に透かしを入れることによって、中継されたパイロット

に対して、どの特定の中継器がパイロット信号を中継したかを決定できる。この情報を用いて、A F L T または他の同様の位置決定技術を用いて正確な位置決定情報を得るかもしれない。

【 0 0 5 4 】

図 3 をさらに参照して、移動局 2 2 は、中継器 1 6 からの透かし入り順方向リンク信号 3 7 を含む、B T S および中継器からの通信信号を受信するためのアンテナ 3 8 を有する。後で図 7 および図 8 を参照してより詳細に説明されるように、M S 2 2 は F L 信号上の高速周波数透かしを検出することができ、もしあれば、信号が中継器から来たかを区別でき、いくつかの実施例では、その信号をどの特定の中継器が送信したかを識別でき、その結果正確な A F L T 測定値を得ることができ、かつこの中のほかの場所で説明されるようにそれらを位置決定計算に用いることができる。また、図 4 および図 6 を参照して後でより詳細に説明されるように、周波数トラッキングループ 3 9 は高速周波数透かしを検出できない方がよいことに注意すべきである。10

中継器の周波数透かし入れ変調方式

図 4 および図 5 を参照する。これらは、F L 信号に透かしを入れるのに用いられるかもしれない 2 つの高速周波数変調波形の例を示す。図 4 に、F L 信号を周波数変調するため用いる周期的矩形波の波形を示す。ここで後述するように各中継器に一意の中継器 I D が変調波形の周波数によって特定される（すなわち半周期 T の選択）。図 5 に、F L 信号を周波数変調するために用いる非周期波形を示す。ここで各中継器に一意の中継器 I D が 2 相位相変調（B P S K）を用いて変調波形内で符号化される。F L 信号に透かしを入れるために、種々の異なる変調波形で、F L 信号を周波数変調するかもしれないことに注意すべきである。例えば、正弦波並びに三角波のような周期的波形、および Q P S K 並びに O Q P S K のような非周期的波形が用いられるかもしれない。20

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施例において、中継された信号の検出のみが要求されている場合、移動局は信号が通過した中継器を識別することなく、単に信号が中継されたか否かを検出するかもしれない。この場合、変調波形の存在は、単にパイロット信号が中継されたことを示すだけであり、付加的情報を必要としないため、すべての中継器は、同じ I D が割り当てられても良く、その結果、同じ変調波形をすべての中継された F L 信号に適用する。しかし、中継された信号の検出と識別の両方が要求されている他の実施例では、変調波形は各中継器に一意的な中継器 I D を含み、それにより移動局は変調波形の存在を検出できるだけではなく、変調波形から、パイロット信号が通過した中継機を識別することができるかもしれない。30

【 0 0 5 6 】

図 4 に、一実施例において、信号に透かしを入れるために F L 信号が中継器を通過する時、F L 信号を変調するかもしれない変調波形 4 0 の一例を示す。この実施例において、変調波形の周波数は F L 信号を中継した中継器の一意的 I D である。すなわち、波形の半周期 T は F L 信号が通過した中継器の中継器 I D を表す。この実施例において、変調波形は、振幅が f A 、周期 4 4 が 2 T の周期的矩形波 4 0 を含む。変数 f A (周波数変調波形の振幅) および変数 T (波形の半周期) 4 2 は、後でほかの場所でさらに詳細に説明されるように、中継器の検出および識別確率を最大にしながら、F L 、A F L T 、および G P S 性能への悪影響を最小にするように選ばるべきである。40

【 0 0 5 7 】

パイロット信号に n ビット（n は中継器 I D に使用されるビット数を表す）の透かしを入れるために、各々が $2 [T_{MIN} : inc : T_{MAX}] T_c$ 秒の周期を持つ $N = 2^n$ 個の波形が定義されるかもしれない。ここで、 $2 T_{MIN}$ は C D M A チップで表して最短、および、 $2 T_{MAX}$ は最長の変調波形、N は本実施例において変調されるかもしれない相異なる中継器 I D の数、inc は N 個の透かし間に等周波数間隔を生成するように選択される。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

さらに、半周期 T_{42} は、最も遅い透かし（すなわち最大の T (T_{MAX}) を持つ透かし）が、MSにおいて周波数トラッキングループ (FTL) (図3の39) による検出を実質的に防ぐほどに十分速くなるように選択されるべきである。そうではなく、FTLがMSで周波数透かしを検出することができる場合、TRK_L0_ADJ (移動局内で、すべてのクロックおよび周波数基準が生成されるかもしれない、電圧制御、温度補償形水晶発振器 (VCTCXO) を制御する信号) は周波数透かしの現在の振幅 (f_A または $-f_A$) によってオフになる。CDMAネットワークシステムにおいては、AFLT探索において実施される時間トラッキングは普通は無いため、これは、AFLT測定値の精度に悪影響を与えるであろう不要なCDMA符号ドップラーを生ずるだろう。他の無線通信システムで実施されても、同様の問題が結果として生じるかもしれない。さらに、GPSのシステムにおいて、移動体がいつも捕捉モードにあり、TRK_L0_ADJが、フリーズした瞬間の透かしの振幅の反対であるかもしれない最後のCDMA値でフリーズしているため、周波数トラッキングループはGPS処理の間、無効にされる。この誤差は、GPS疑似距離測定値の測定歩留まりと、結果として得られる位置決定精度を潜在的に低下させ、結果としてGPS疑似距離測定値のGPSドップラー誤差になる。

【0059】

いくつかの実施において、約50Hzまでの大きさの f_A を持つ波形を選択することは、FL性能の劣化を最小（たとえば、平均で0.2dBより小さい）にし、中継器の検出と識別確率を最大にし、識別までの時間を最小にするために好都合であるかもしれない。CDMAネットワークシステムで高速周波数変調が実施されている図4の波形の一実施例において、 f_A が約50Hz、Tが約[10*64:inc:11*64]CDMAチップ範囲にある時、良好な結果になることがわかる。ここで、CDMAチップ期間 T_c は1/1.2288e6秒、incはより容易な検出のために等周波数間隔を得るように選択される。次に得られた値は、最も近いチップ×8クロックになるように切り捨てられる。例えば、得られた透かし波形の周波数は一定（約2.815Hz）の間隔を持って[872.72:960]Hzの範囲にあるだろう。これらの結果は実例の章でより詳細に説明されるだろう。その章で、FL CDMA、AFLT並びにGPS性能、最大中継器検出並びに識別確率、および識別までの最小時間への影響を最小にするために、どのように変数（例えば f_A および T）を最適化することができるかについて考察する。

【0060】

図4の実施例における高速周波数変調は、1つにはシンボル時間同期を必要としないため、好都合である。言い換えれば、中継器が特定 (nビット) のシンボル符号よりむしろ周期的変調波形の周波数によって（すなわち半周期Tによって）一意的に識別されるため、そうでなければ、非周期的な変調波形（例えば、符号化されたnビットのシンボル符号）の始まり（終わり）と正確に同期をとらなければならない中継器において、同期を取る必要はない。さらに、この実施例における周期的変調波形固有の特性のため、詳細には変調波形周波数で符号化された中継器IDであるが、この透かしは他の周波数変調ベースの透かし方式に比べ、極めてフェージングの影響を受けにくい。

【0061】

次に図5を参照する。図5はFLに透かしを入れる他の変調波形例50を示す。特に、図5は2相位相変調 (BPSK) を用いてFL信号をnビットの中継器IDで高速周波数変調する例を示す。この実施例では、各ビット期間54は2つの半周期Tで定義される。「0」56は、最初の半周期Tに対してパイロット信号を f_A で変調し、続く半周期Tに対して信号を $-f_A$ で変調することにより生成される。「1」58は、2つの連続した期間Tに対して最初は $-f_A$ でついで f_A でFL信号を変調することにより生成される。この透かし入れ変調は (nビット) のシンボル時間同期を必要とするだろう。したがって、中継器は、必要な同期を実行するシステムを有していないなければならない。シンボル時間同期は中継器における高速周波数変調の実施に複雑さと費用を加えるかもしれないが、いくつかの実施例において、利点の方が費用を上回るかもしれない、また、この変調方式で良い結果を得ることができる。

10

20

30

40

50

【0062】

CDMAシステムについてのいくつかの実施例をここに示したが、高速周波数変調はTDMAやGSMのような種々の無線通信システムにおいて実施されるかもしれないことに注意する必要がある。

移動局

図6はAFLTとGPSベースの位置決定能力を組み込み、FL信号上の透かしを検出できる中継器識別システムを含む（すなわち、信号が中継された場合）移動局22の一実施例のブロックダイアグラムである。透かしが検出されると、これは中継された透かし入りFL信号から中継器情報を抽出することができる。この実施例は位置を決定するためにGPSおよび/またはAFLTを利用する。しかし、代替的な実施例において、AFLTは単独で用いられるかもしれない。

10

【0063】

図6において、無線通信システム60は1つ以上のアンテナ59に接続される。無線通信システム60は、FL信号を受信するための受信機61、およびFL信号の正確な復調を可能にする周波数トラッキングループ(FTL)62を含み、無線BTSと交信、および/または無線BTSからの信号を検出するための適当な装置、ハードウェア、およびソフトウェアを含む。

【0064】

一実施例において、無線通信システム60は無線BTSのCDMAネットワークとの交信に適切なCDMA通信システムを含む。しかし、他の実施例では、無線通信システムはTDMAかGSMのような別の形式のネットワークを含むかもしれない。

20

移動局制御システム63は、無線通信システム60に接続され、他の計算および制御システムと同様、標準的処理機能を提供するマイクロプロセッサを通常含む。AFLT探索器64は無線通信システム60および移動局制御システム63に接続される。AFLT探索器がパイロットを検出し、移動局の検出パイロット信号（例えば、アクティブ、候補、および隣接パイロットセットからの）についてパイロット位相測定を実行し、これらの測定値をパイロット位相測定値(PPM)データベース65へ供給する。

【0065】

制御システム63に接続されたパイロット位相測定値(PPM)データベース65は、AFLT探索器からの観測データ測定値、例えば、到着時刻、RMSE、およびEc/Io、に関する情報を格納するために備えられる。パイロットIDはデータベースの各パイロット信号を一意的に特定する。

30

【0066】

移動局の中で選択的に備えられるかもしれない位置決定システム66は、移動局制御システム63およびPPMデータベース65に接続される。位置決定システム66は、他のシステム（例えば、GPS通信システム、PPMデータベース、および中継器識別システム）からの情報と動作を適宜要求し、任意の適当なAFLTアルゴリズム、GPSアルゴリズム、またはAFLTとGPSアルゴリズムの組み合わせ(A-GPS)で得られた測定値を用いて、移動局の位置を決定するために必要な計算を実行する。そのため、位置決定システム66は、パイロット信号がアクティブ、候補、および隣接リスト内にリストされているすべてのBTSおよび中継器の位置と内部遅延のデータベース（図示しない）も含むかもしれない。

40

【0067】

位置決定システム66がネットワーク位置決定エンティティ(PDE)を用いずに単独で機能するかもしれないことに注意するべきである。すなわち、MSは、MS（スタンドアロンモード）の外部資源からの支援なしにそれ自身の位置を決定するかもしれない。代替的には、位置決定システム66はネットワーク内の他の場所にある外部PDEと共に機能するかもしれない。すなわち、MSは位置計算(MSベースのモード)を実行するかもしれないが、PDEはMSがGPS探索リストを（例えば、GPSアルマナックおよび軌道情報をMSに提供することによって）生成するのを支援するかもしれない。しかし、い

50

いくつかの代替的な実施例では、移動局制御システム 63 は、外部 PDE から GPS 捕捉支援（例えば、符号および周波数両方で表した探索窓のある GPS 探索リスト）を受け、さらに位置測定情報（例えば、AFLT、GPS 測定値、中継器情報など）の一部またはすべてを、MS の外部にあって MS の位置を計算して無線通信ネットワークを通じて位置を MS に送り返すかもしれない PDE に伝達するかもしれない。PDE は移動局と通信するためにネットワーク化されている 1 つ以上の外部の処理システム上にあるかもしれない。PDE 支援は、利用している基地局が入手可能な中継器支援情報（および MS で位置決定が実行される場合、潜在的にそれらの位置）を MS へ送ることを含むように変更することができることに注意する必要がある。この中継器情報とは特定の PN 上のすべての可能な中継器、それらの中継器 ID、およびそれらの内部遅延のようなものである。これは、中継器の識別までの時間および決定までの時間短縮の助けになるかもしれない。 10

【 0068 】

ユーザーインターフェース 67 は、ユーザと MS とのやりとりを可能とするマイクロホン／スピーカー 68、キーパッド 69、およびディスプレイ 70 のようなインターフェースシステムを含む。マイクロホン／スピーカー 68 は、無線通信システムを用いて音声通信サービスを提供する。キーパッド 69 はユーザが入力するための適当なボタンを含む。ディスプレイ 70 は背面光形 LCD ディスプレイのような適当なディスプレイを含む。

【 0069 】

GPS 通信システム 74 は、移動局制御システム 63 および 1 つ以上のアンテナ 59 に接続され、GPS 信号を受信および処理するための適当なハードウェアおよびソフトウェア含む。 20

移動局 22 は中継器 AFLT 探索器 73、中継器識別システム 72、および選択的に中継器 ID データベース 71 をさらに含む。これらは共同して中継器が存在する無線通信力バレッジエリア内でも位置決定のための正確な PPM を可能とする。要求に応じて、中継器 AFLT 探索器 73 は標準的な AFLT 探索器 64 によって検出されたアクティブ、候補、隣接パイロットの一部またはすべてについて中継器 AFLT を動作させる。結果は、中継器識別探索を動作させる適当なハードウェア、ファームウェア、および／または、ソフトウェアを含む中継器識別システム 72 へ送られる。中継器識別探索は、中継された信号を、もしあれば、検出でき、FL 信号がどの中継器から来たかを決定するために信号上の透かしを復号することができる。後で図 8 を参照して検討されるように、中継器識別探索は通常デジタル的に実施される。しかし、他の実施は他の探索方法を使用するかもしれない。 30

【 0070 】

いくつかの実施例において、中継器識別システム 72 に接続されている中継器 ID データベース 71 は、選択的に用意され、検出および位置決定支援のために、移動局の付近で中継された信号に関する、移動局へ現に送ることができる情報を保持するかもしれない。中継器 ID データベースは中継器の識別支援に役立つかもしれない。例えば、中継器 ID データベース内の情報は、移動局の位置決定において、中継されたパイロット信号を用いるために移動局内部の位置決定システム、または、MS の外部にあるネットワーク位置決定エンティティへ送られるかもしれない。中継器 ID データベースに格納された情報は、選択的に MS の外部で、位置決定システム 66 を参照して説明したような PDE 内に収容されるかもしれないことに注意する必要がある。 40

中継器周波数透かし検出および識別方式

次に図 7 を参照する。図 7 は中継器識別探索のフローチャートであり、一実施例において中継器識別探索が单一 FL 信号上の透かしを検出し、特定する方法を示している。後で図 9 および図 10 を参照して説明されるように、複数の中継器の AFLT 探索は、位置決定のための中継器で選別した十分な AFLT 測定値を得るために、複数のパイロット信号に関する通常実行されるだろう。しかし、図 7 および図 8 は单一 FL パイロット信号に適用された場合の中継器探索に重点を置くだろう。

【 0071 】

10

20

30

40

50

76で、所要のプロセス利得を得て、S N R を向上させるために、単一パイロット信号の複数のパイロット信号サンプルが累算される（例えばパイロット探索器によって）。その結果、注目のパイロット信号強度に対する信頼性のある中継器検出と識別が可能となる。

【0072】

77で、中継器識別探索は、F L 信号上の高速周波数透かし波形をもしあれば検出し、いくつかの実施例においては、透かしから中継器I Dを決定する。一例を図8の88を参照して説明する。図8は、中継器I Dを決定する透かしの周波数を決定するために周波数相関を用いる。

【0073】

透かしから中継器I Dを検出し、識別するための多くの異なる方法が可能であることが理解されるべきである。たとえば、透かしがB P S K高速周波数変調（図5）で符号化された中継器I Dを含む場合、中継器識別探索は周波数相関関係を用いず、むしろ整合フィルタベースの方法を用いるかもしれない。また、中継機でシンボル時間同期を必要とするだろう。中継器の検出のみ（識別はしない）が要求されている一例では、透かし符号化およびその結果としての検出は簡単になるかもしれない。

【0074】

78で、中継器探索で集められた中継器情報は、適切な処理のために移動局制御システムまたはP D Eに送られる。透かしに関して中継された信号の検出のみが提供されるいくつかの実施例において（すなわち、非一意的な中継器I D）、中継器識別探索は、中継器による信号の選別（たとえば、中継器探索が試行されない場合、または中継器探索が試行されたが失敗した場合、あるいは中継器探索の実行に成功した場合）に成功したか否か、成功した場合、信号が中継されたか否かを示す中継器情報をもたらすだろうことに注意する必要がある。しかし、中継器I Dが波形で提供される場合、中継器情報は、中継されたことがわかったパイロット信号に対する透かし波形から抽出した中継器I Dを含むだろう。

【0075】

後で図9および図10を参照して他の場所で図に関して説明するように、中継器A F L T探索器は、移動局の位置を決定するのに十分な数の中継器で選別したパイロット位相測定値（P P M）を得るために、複数パイロットを連続的または並列に実行するかもしれない。

【0076】

次に図8を参照する。図8は中継器識別システムの一実施例を例示するブロックダイアグラムであって、中継器識別探索が、順方向リンク信号を検査し、あり得るすべての中継器I Dとの周波数相関を用いて中継器I Dに対応する透かし周波数を検索するために、どのように構成されるかを示している。この例において、中継器I Dは透かしの期間（2 T）内に含まれており、Nは、変調方式の一例において変調されるかもしれない透かし（中継器I D）の相異なる数を表す。

【0077】

80で、中継器A F L T探索器は f_c （チップ周波数）で同相（I - 相）および直交位相（Q - 相）のパイロット信号サンプルを受信し、より高いプロセス利得を得るために $N_{P R E} / 2$ パイロット信号サンプルのコヒーレント累算を実行する。これにより、コヒーレント累算の（80での）出力は、より遅い速度で（ $f_c / (N_{P R E} / 2)$ ）、より高いS N R の $N_{P R E} / 2$ のパイロット信号サンプルを含む。その結果は、I およびQ - パイロット信号サンプルの形で、中継器識別システムへ送られる。これは参考番号82, 84, 86, および88を参照して後で説明されるだろう。

【0078】

82で、中継器識別システムは、 $N_{P R E} / 2$ のC D M Aチップのパイロット信号サンプル和を、中継器A F L T探索器80から受け取り、もう2回それらをコヒーレント累算する。この付加的コヒーレント累算は、パイロットサンプルのS N R をさらに向上させ、

10

20

30

40

50

それによりプロセス利得をさらに向上させる。

【0079】

2つの連続した遅れのない、および2つの連続した $N_{PRE}/2$ のCDMAチップ遅延した $N_{PRE}/2$ チップのパイロットサンプルのコヒーレント和について82で2組のコヒーレント累算を示していることに注意する必要がある。(ここで、 z^{-1} は $N_{PRE}/2$ チップのパイロットサンプル和に適用した $N_{PRE}/2$ のCDMAチップ遅延を表す)。これは、中継器ID検出器のサンプリング位相依存性を、 N_{PRE} がとり得る最大値である $T_{MIN}/2$ (以下に述べるような)から低下することなく除去するために実施されるかもしれない一実施例である。言い換えれば、互いに $N_{PRE}/2$ チップだけオフセットされた N_{PRE} チップのパイロットサンプルについて、2つのコヒーレント和を得るために、これらの二組を2回(1つは遅延の、他は非遅延の)コヒーレントに累算する必要があるかもしれない。

【0080】

84で、82からの2つの N_{PRE} チップパイロット信号サンプルのコヒーレント和を受け取り、($N_{PRE}/2$ チップだけオフセットされている)それらに同じ処理を実行する。従って、この処理について説明するためには、84におけるパイロットサンプルの上側の遅れ無しの N_{PRE} チップ和の処理のみを注目して良い。 z^{-1} は、82からの1つの N_{PRE} パイロットサンプル和出力を遅延させるために適用される N_{PRE} 個のCDMAチップの遅延を示す。86を参照して後で検討されるように、 N_{PRE} パイロット信号チップサンプル和の N_{PRE} チップ遅延および非遅延したものは、クロス乗積を計算するための信号を提供するだろう。

【0081】

86で、中継器識別システムは N_{PRE} 遅延した並び非遅延の N_{PRE} パイロット信号サンプル和(遅延無しおよび $N_{PRE}/2$ 遅延の和の双方に対する)を84から受け取る。次に、84からの、 N_{PRE} 個のCDMAチップパイロット信号のサンプルの遅延並びに非遅延のコヒーレント和(遅延無しおよび $N_{PRE}/2$ 遅延の和の双方に対する)のクロス乗積を計算して透かしが検索される。クロス乗積の実用上の引き込み範囲($f_c/4T_{CPD}$)が原因で、 N_{PRE} は $T_{MIN}/2$ (ナイキストレートの2倍)以下に制限される。ここで、 T_{MIN} はTの最小値、 T_{CPD} はCDMAチップで表したクロス乗積更新率である(N_{PRE} 個のCDMAチップに等しい)。

【0082】

図8の86で、 $N_{PRE}/2$ チップだけオフセットされた N_{PRE} のコヒーレント和に関する、2組のクロス乗積が並列に示されていることに注意する必要がある。これは上述した理由により、2組のコヒーレント累算の後に続いている。次に、これらの2つのクロス乗積の出力は、一体となった周波数透かしを検索するために、 $f_s = 2f_c/N_{PRE}$ のスイッチで時間多重され、または並べられる。(例えば $2f_c/N_{PRE}$ でサンプルされる、ここで f_c はCDMAチップ周波数であり1.2288MHzである)

88で、中継器識別システムは、86から高速周波数透かしを、もしあれば受け取り、そこから中継器IDを抽出するためにすべての可能な中継器IDで周波数相関をとる。本質的に周波数相関器は、周波数透かし波形の周波数の内容を、もしあれば、獲得する。これは、一実施例において、中継器IDを識別する。

【0083】

88に示すように、周波数相関器はN個の可能な透かし波形周波数についてN個の複素回転を、後段にM回の非コヒーレント累算を備えた N_{POST} 回の連続した複素回転出力についてコヒーレント累算と共に、実行し、順方向リンク中継器周波数透かし(FLRFWM)の検出と識別を実現する。言い換えれば、N個の得られたエネルギーの中で、最も高く、かつ設定しきい値より高いエネルギーが最終的ピーカとして選定され、この最終ピーカに対する複素回転を実行するために用いられた周波数が中継器透かし波形周波数(1/(2T))を定義する。したがって、その番号(1からN)は中継器IDを定義する。得られたN個のエネルギーのどれも最終ピーカ規準を満足しない場合(例えば、エネルギー

10

20

30

40

50

ーがすべて設定しきい値よりひくい)、F L 信号上に透かしは存在せず、F L 信号は中継されない。

【0084】

一実施例において、周波数相関はN点FFT(高速フーリエ変換)アルゴリズムを含む。N点FFTアルゴリズム(例えば、本実施例では32点FFT)を実行すると、FFTを実行し識別までの時間に要する時間を短縮できるため、全N_{POINT}のFFT(例えば、ここでは2×1364点)を実行するよりも有利であることに注意すべきである。透かしにはN個の相異なる周波数しかなく、全周波数範囲のわずかな部分しか占めないため、N点FFTで十分である。これは、中継器IDが透かし波形周期(2T)内に含まれ、かつパイロット信号(例えば、図4の波形)毎に全部でN個の可能な一意的中継器IDが提供されるかもしれない—実施例において、中継器IDを抽出するために用いられるかもしれない—アルゴリズム例であることに注意する必要がある。しかし、代替的な実施例が本透かし波形例または他の透かし波形から中継器情報を抽出するために他のアルゴリズムを利用するかもしれないことが理解されるべきである。

中継器AFLT探索方法

図9および図10は、移動局の位置を決定するための、中継器で選別された十分な数のパイロット位相測定値(PPM)を得るために複数のパイロットについて中継器探索を実行するための2つの代替的な方法例を示すフローチャートである。多くの可能な中継器探索方法があることに注意する必要があるが、ここでは2つの方法だけを示す。例えば、A-GPSシステムでは、1つまたは2つの追加PPMだけが位置決定(GPSからのPRM測定値と組み合わせて)のために必要であると、決定されるかもしれない。したがって、中継器探索は1つまたは2つの最良のパイロット信号だけを検査するはるかに簡単な方法で良いかもしれない。

【0085】

図7と8は移動局が単一のパイロット信号から中継器情報をいかに抽出するかを示しているが、図9と10は中継器のAFLT探索と識別法を示していることに注意する必要がある。この方法はパイロット信号を選択することと、各パイロット信号について中継器識別を実行することと、移動局の予決定および/または最終位置決定のために十分な数の測定値が得られるまで処理を繰り返すこととを含む。

【0086】

図9に参照する。図9は中継器探索の実行方法のフローチャートであり、移動局内の中継器識別システムがどのように中継器探索を実行するかを示す。

90で、標準的なAFLT探索がすべてのパイロット信号(例えば、アクティブ、候補、および隣接セットからの)について実行される。

【0087】

92で、効率的に動作を開始するために、標準的なAFLT探索から「最良」検出パイロットが決定される。「最良」のパイロット信号の選択は、標準的なAFLT探索の結果についての適切な規準に基づいて行われる。規準とは、種々の実用上の要素および設計基準によって、例えばパイロット強度(Ec/Io)、RMSEなどで、「最良」パイロットは最大Ec/Io、最小RMSEなどとなるパイロットだろう。

【0088】

94で、中継器識別探索は図7および図8を参照して説明したように選択されたパイロットについて実行される。

96で、移動局は、中継器探索から中継器で選別された十分な数のPPMを得たかどうかを判定する(すなわち、MSの最終位置を予決定するため、または決定するために十分な数の中継器で選別したPPM)。

【0089】

97で、中継器で選別された十分なPPMが得られていない場合、中継器選別のために、追加のパイロットを、選択する必要がある。

98で、上の番号92を参照して説明されるように、次善の「最良」パイロットが選ば

10

20

30

40

50

れる。このプロセスは、中継器 ID の存在に関して十分なパイロット測定値が探索されるまで、次善の最良パイロット信号についてステップ 94 と 96 を繰り返しながら、ループ状に続き、予決定または最終決定のために正確に MS の位置を決定する。

【 0090 】

99 で、中継器情報のために十分な数の PPM が選別された時、中継器 AFLT 探索は完了し、結果をほかの場所で説明した（図 6 の 66 ）MS の位置決定システムまたは PDE のような移動局の位置処理用の適切なシステムへ送る。参考番号 78 および 119 を参照して、詳細に説明されるように、中継器情報は、中継器が信号の選別に成功したか否か（例えば、中継器探索が試行されていないか、または中継器探索が試行されたが失敗したか、または中継器探索の実行に成功したか）、信号が中継されたものとして検出されたか否か、およびいくつかの実施例においては、中継された信号に関連する一意的な中継器 ID の指標を含むかもしれない。 10

【 0091 】

図 10 を参照する。図 10 は、複数パイロットに対する中継器探索を実行するための代替的方法を示す。この方法は、中継器識別処理を完了するまでの時間を有利に短縮するかもしれない。この方法は、より高い Ec / Io のより強いパイロットに対して、中継器識別処理は、より低い Ec / Io のより弱いパイロットに対するほどに時間を掛ける必要はなく、同じ識別特性を保持する必要もない（例えば、誤り検出および識別の同じ目標確率）という事実を利用する。したがって、中継器識別探索感度は、識別までの時間を向上させるように変更することができ、かつ高 Ec / Io シナリオに対してより迅速な応答を提供するために、浅い探索および深い探索を分離することができる。 20

【 0092 】

本実施例において、中継器識別システムは、正確な予決定または最終位置決定に必要な標準的な AFLT 探索から検出された「最良」パイロットに関してだけ中継器識別を実行している。しかし、中継器識別処理自体はパイロット信号強度 (Ec / Io) に基づいて、より短縮できる。

【 0093 】

100 で、標準的な AFLT 探索はアクティブ、候補、および隣接セットからのすべてのパイロット信号に関して実行されており、標準的な AFLT 探索の L 個の最良結果が、中継器 AFLT 探索をそれらに関して実行するために中継器識別システムに送られる。「最良」のパイロット信号の選択は、標準的な AFLT 探索の結果についての適切な規準に基づいて行われる。規準とは、種々の実用上の要素および設計基準によって、例えばパイロット強度 (Ec / Io)、RMSE などで、「最良」パイロットは最大 Ec / Io、最小 RMSE などとなるパイロットだろう。 30

【 0094 】

101 で、中継器識別システムは L 個の最良パイロットのセット内の第 1 のパイロットを選択する。

102 で、各パイロットは Ec / Io 強度に基づいて 4 つのパイロット強度グループ S₁、S₂、S₃、S₄ へ分類され、Ec / Io 深さが異なり、従って探索時間の異なる 4 種の中継器識別探索で探索される。グループ分けは以下のように実行されるかもしれない。しきい値 Th₁、Th₂、Th₃、Th₄ が設定され (Th₁ が最も高く、Th₄ が最も低い Ec / Io しきい値)、第 1 のパイロットに対する Ec / Io 測定値が第 1 のしきい値 Th₁ と比較され、もしそのしきい値を超える測定値があれば、グループ S₁ に置かれ、もしなければ、パイロットは、次に、Th₂ と比較され、そのしきい値を超える測定値があれば、グループ S₂ に置かれ、以下同様である。 40

【 0095 】

103 で、標準的な AFLT 探索からの L 個の最良結果内に、さらにパイロットが残っている場合、L 個の最良パイロットがすべて分類されるまで、ループが続けられる。

104 で、最も強いグループ S₁ 内のすべてのパイロットに関して、最初に、最短で最も浅い中継器識別探索 S₁ が並列に実行される。4 個のパイロット強度グループ S₁、S₂ 50

、₃、₄の各々が異なるE c / I o、従って異なる探索時間を有していることに注意する必要がある。したがって、中継器用に選別されなければならない、標準的なA F L T探索で検出されるすべてのL個の「最良」パイロットが、高いE c / I o（例えば、> T h₁）を有している場合、中継器識別は深い探索を実行することなく完了し（例えば、すべてのパイロットが最も浅く、従って、最短の探索S₁で中継器I Dが探索される）、その結果、中継器識別処理を完了するために必要な時間を最小にする。

【0096】

105で、MSの位置を決定するために十分な数の中継器で選別されたパイロット位相測定値（すなわち、中継器で選別されたP P M）を得ている場合、これ以上の中継器探索は必要ではない。

10

106で、すべてのパイロットが中継器情報のために選別されるまで、または十分な中継器測定値がMSの位置の予決定および／もしくは最終決定用として得られるまで、中継器探索（すなわち、ステップ104）が探索グループ内の残りのパイロットに関して繰り返される。

【0097】

107で、ステップ104ないし106は残りのグループ（S₂、₃、₄）に関しそれ以上の探索グループ（例えば、この例ではi = 4）が無くなるまで繰り返される。

108で、十分な中継器測定値を得た後、またはこれ以上の探索グループが残っていない場合、処理は完了し、MSの（位置決定の）予決定または最終決定のために適切な測定値を送出するかもしれない。

20

【0098】

いくつかの実施例において、好適な応答品質の概念が組み込まれるかもしれない。種々の好適な応答品質値は所望の中継器探索感度、目標確率、範囲／歩留まり、および識別までの時間の最大許容値と一致する。このように、中継器探索の初期の粗位置決定（すなわち予決定）のため、および最終位置決定（すなわち最終決定）のための種々の好適な応答品質が得られ、識別までの時間要求の種々の最大値をこの2つの間で考慮することができる。さらに、中継器検出処理に関する種々の形式のアプリケーションが出しうる種々の要求を考慮するために、最終決定のための種々の好適な応答品質値もあるかもしれない。

【0099】

好適な応答品質値は、目標検出処理の誤り確率を設定するだろう。それはS₁、₂、₃、₄の探索のE c / I o感度、および他の様々な中継器探索パラメータの選択を指示するだろう。パラメータとは、例えば中継器探索が実行されることになるパイロットの最大および最小数、および識別までの総時間の最大値のようなものである。識別までの総時間を最短にするために、探索検出しきい値T h₁、₂、₃、₄は、標準的なA F L T探索から得た結果および所望の好適な応答品質パラメータに基づいて中継器探索毎に動的に調整される。例えば、識別までの時間の最大許容値に対して好適な応答品質が設定されるかもしれないが、中継器用に選別される必要のあるすべてのA F L T測定値が高いE c / I oを持っている場合、A F L T中継器探索セッションにおけるしきい値T h₁、₂、₃、₄は、深い探索が実行されず、従って識別までの実時間を最小にするように動的に調整されなければならない。

30

【0100】

次節でより詳細に説明するように、中継器探索（結果として中継器識別）は、処理時間（M I P S）を節約し、決定までの時間を短縮するために必要なときにのみ、すなわち、予決定のみのため、またはG P S探索（A - G P Sを実行している場合）が十分なG P S測定値を戻さない場合にのみ、実行される。図11を参照して位置決定の一方法を説明する。

40

F L R F W Mを用いた位置決定の方法例

図11は、中継器が存在するセルラカバレッジエリア内でA F L TまたはA - G P Sを用いて移動局の位置決定をする一方法例のフローチャートである。ここに開示される中継器識別システムを用いて、多くの異なる位置決定方法が実施されるかもしれないのは、明

50

らかである。

【0101】

110で、セルラBTS隣接の探索リストを得る。セル探索リストはリスト上のセルラ局からのパイロット信号を探索するために用いられ、リスト上の局のパイロット信号を検出する際に有効な情報も含むかもしない。

セル探索リストは種々の方法で得られるかもしない。1つの簡単な実施例において、セル探索リストはセルラシステムにおけるすべてのあり得るパイロット信号を含む。しかし、すべてのあり得るパイロット信号を探索することは、時間を消費して望ましくないかもしない。一実施例において時間を節約するために、移動局と交信中のローカルセル基地局は、移動局のために、各パイロット信号を探索する探索窓を含むセル探索リストを提供することができる。セル探索リストは、利用している基地局が利用可能な中継器支援情報を、もしあれば、含むように変更することができることに注意する必要がある。この情報は、例えば、リスト内のPN上のすべてのあり得る中継器、それらのID、およびそれらの内部遅延（および、MSで位置決定が実行されることになる場合は可能性としてそれらの位置）のようなものである。これは、中継器の識別までの時間短縮、決定までの時間短縮を支援するかもしない。

【0102】

112で、セル探索リスト上の各セルラBTSからのパイロット信号のAFLT測定値を取る。パイロット信号の強度が交信を確立するには不十分であっても、パイロット信号には、検出され、到着時刻並びに他の品質を測定できるには十分な強度がまだあるかもしないことに注意する必要がある。

【0103】

一実施例において、AFLT測定値は、最も早い到着時刻（TOA）推定値、最も早いTOAを提供する経路のRMSE推定値、およびパイロット信号のすべての分離可能な経路に対するEc/Io推定値を含む。このEc/Io推定値はパイロット信号に対するEc/Ioを更新するために用いられるだろう。図6に示されるように、測定値は各パイロット信号が複数の関連の測定値に関連して格納されているPPMデータベースに格納されるかもしない。

【0104】

114で、GPS衛星探索リストが得られるかもしない。これは選択的操作であり、その操作は衛星を探すためにGPSシステムが用いることができる探索リストを有利に提供し、それにより位置を決定するために十分な数の衛星を定位するに要する時間を短縮する。代替的に、GPSシステムは簡単に全天空を探索できる。しかし、そのような全天空探索は通常はるかに長い時間を費やす。

【0105】

116で、適当なGPS手順に従ってGPS測定値を求める。1つの実施例において、GPS通信システムは、最初にリストの中の指定された探索窓にわたり、見えている衛星リストの中の指定された衛星を探す。これは十分なGPS信号を得るのに要する時間を顕著に短縮することができる。

【0106】

117で、MSは、位置決定のために十分なGPS測定値を得ているかどうかを決定する。十分な測定値を得ている場合、MSでさらなる処理を負担する理由はなく、処理はフローチャートの119へ進み、適切な疑似距離測定値（おそらく標準的なAFLT探索からのPPMおよび中継器探索が実行されなかったことを示す中継器情報も）をMS内にある、またはMSの外部でセルラ通信内のネットワークに置かれたPDE内にある位置決定システムへ提供する。位置決定システムまたはPDEはGPS測定を処理し、MSの決定位置を返す。十分な測定値を得ていない場合、図9または図10を参照して説明し、また以下に118を参照して説明するように、中継器AFLT探索が実行される。

【0107】

118で、中継器AFLT探索が、標準的なAFLT探索の間に取得したパイロット信

10

20

30

40

50

号について、図9または図10を参照してより詳細に説明したように実行される。中継器探索が、標準的なAFLT探索で既に検出されたパイロットについて実行されるため、探索は小さい探索窓にわたって実行され、探索器は同時にそれらを行うことができる。この探索技術に基づき、目標の移動局モデル(MSM)に依存して、約1から8個のパイロットを、並行して中継器のために再探索することができる。

【0108】

119で、GPS探索からの、疑似距離測定値(PRM)、標準的なAFLT探索からのパイロット位相測定値(PPM)、および中継器の(AFLT)探索からの中継器情報は、MS内にある、またはMSの外部でセルラ通信内のネットワークに置かれたPDE内にある位置決定システムへ提供されるかもしれない。MSの位置決定システムまたはPDEは、MSの決定位置を得るために、これらのすべての測定値を処理する。

10

【0109】

中継された信号の検出だけの能力(すなわち、一意的な中継器IDがない)が透かし内に提供されているいくつかの実施例において、中継器探索で集められた中継器情報は、中継器による信号の選別に成功しているか否か(たとえば、中継器探索が施行されていない、または中継器探索が施行されたが失敗した、または中継器探索の実行は成功した)を示し、もし成功していれば、信号が中継されたか否かを示すことに注意する必要がある。これらの実施例において、MSの位置決定システムまたはPDEは、中継された信号、および中継器による選別が成功しなかった信号に対するPPM測定値を除外して、MSの位置を決定することを選択するかもしれない。

20

【0110】

また、いくつかの実施例において、中継器IDが透かし波形内に提供されている場合、中継器探索で集められた中継器情報は、いずれかの信号が中継された場合、透かし波形から抽出した中継器IDを含むことに注意する必要がある。これらの実施例において、MSの位置決定システムまたはPDEは、識別された中継器に関する情報(たとえば、それらの位置および内部遅延)を利用して、含まれている中継器信号のPPMを用いて移動体の位置を計算するかもしれない。

【0111】

より正確なGPS支援情報(より小さいGPS窓)を生成するためのAFLT測定値に基づく初期粗位置決定(予決定)計算にかかる呼のフローに対し、より正確なGPS探索窓を提供するために、予決定計算における標準的なAFLT探索測定値を用いる前に、「中継器」のAFLT探索が実行されるべきであることに注意する必要がある。

30

FLLRFWMの実施例

一実施例において、CDMAシステムにFLLRFWMが適用され、位置決定性能を最適化する。実施例の結果は、誤り検出確率(P_{FA})、検出失敗確率($P_{MISSDET}$)、および約 10^{-2} の識別失敗確率(P_{MISSID})のような妥当な目標誤り事象確率について、約358マイクロ秒(ms)で約-16.9dB、約712msで-19.2dB、約1.423秒で-21.2dBおよび約2.844秒で-23.1dBまでの低いパイロットに対するFLL周波数透かしの識別結果を含む。

【0112】

40

この実施例において、FM変調器によって順方向リンク信号に適用された変調波形は、大きさが $+/-f_A$ 、周期が $2T$ の周期的矩形波である。ここで、この例の実施では f_A は50Hz、Tは $[10*64:inc:11*64]$ のチップ範囲にある。増分 inc は、より容易な検出のために、周波数で表して透かしに一定の間隔となるように選択され、その値は最も近い $chip \times 8$ クロックになるように切り捨てられることに注意すべきである。本例では、得られた透かし波形の周波数は約2.815Hzの一定の間隔を有する約872.72Hzから960Hzの範囲にある。FLL CDMA性能に対する周波数透かしによる劣化を最小にできる。

【0113】

本例が限られた数(例えば32)の中継器IDに対してのみ実行され得るという制約が

50

あり、システムのほかの場所で実施される予備的アルゴリズムを必要とすることに注意する必要がある。したがって、F L R F W Mベースの方式は、通信事業者が展開した、通信事業者が中継器展開の一部として予備的アルゴリズムを実行できるかもしれないセクタ中継器に対する方が、予備的方式を実施することが困難または中継器の数が順方向リンクの高速周波数透かしベースの方式が支援できる数より多くなるかもしれない個人用中継器に対するよりも、より適切であるかもしれない。

【0114】

周波数トラッキンググループは、望まれているように、周波数透かし波形を追跡していないことに注意する必要がある。最も遅い中継器透かしは周波数トラッキンググループの時定数の約1/60の最大T(T_{MAX})を有しているためである。結果としてa cリプルはGPS周波数において約+/-3.0Hz(GPS周波数において約2.5Hzに等価である)である一方、0Hzの平均推定周波数誤差が得られる。したがって、透かしはGPSまたはA F L Tの性能のいずれにも大きな影響を与えない。

【0115】

実施例は図8を参照して説明した中継器ID検出器を用いる。検出器SNRで発生するペナルティを払わずに中継器ID検出器のSNRのサンプリング位相依存性を減少させるために、最大の可能な値から N_{PRE} を減少させるよりもむしろ、 $N_{PRE}/2$ チップだけオフセットされている N_{PRE} チップのコヒーレント和について並列に2組のクロス乗積が実行されることに注意する必要がある。 N_{PRE} は、対象のパイロットEc/Io強度の範囲にわたり目標誤り検出確率、検出および識別確率に必要な処理利得を最大にするために $T_{MIN}/2$ (たとえば、本実施例では5*64CDMAチップ)の取り得る最大値に設定される。最大 N_{PRE} における設計上の制限は、クロス乗積の実用的な $f_c/(4T_{CPD})$ の引き込み範囲の制約に帰因する。ここで T_{CPD} は、このほかの場所で検討したように、CDMAチップで表したクロス乗積更新率である。周波数相関器はF L周波数透かしを識別するために32の中継器ID周波数について実行される。2*1364の複素回転後のコヒーレント累算長は N_{POST} に対して選択され、その結果、周波数ビンサイズは、周波数で表した(ここでは2.815Hz)中継器署名間隔を弁別することができるほど小さくなる。この値を超えて N_{POST} を増加させることは、処理利得をいくらか(以下に検討するように、 N_{PRE} の増加より顕著に少ない)増加させるだろう。しかし、決定までの時間を増加させるだろう。

【0116】

最終的に、Ec/Io = -16.9dBの感度に対し、ただ1つの非コヒーレント累算が必要(すなわち、M=1)であり、Ec/Io = -19.2dBに対し、M=2、Ec/Io = -21.2dBに対し、M=4、およびEc/Io = -23.1dBに対し、M=8が必要である。

【0117】

小さい探索窓について探索されていると仮定すると、標準的なA F L T探索で既に検出されたパイロットの再探索であり、かつ T_{FC} で定義されるバックグラウンドタスクとして32の中継器ID周波数についてクロス乗積と周波数相関を行う時間を考えているため、識別までの時間は1パイロット当たり約($N_{PRE}N_{POST}M + T_{FC}$)チップとなるだろう。したがって、 T_{FC} が約2msと推定される場合、Ec/Io感度が-16.9dBの探索S1に対して、検出までの時間は1パイロットあたり約358msとなる。

【0118】

識別までの時間と処理時間(MIPS)を節約するために、必要なときだけ、すなわち、A F L Tベースの予決定が必要なときはいつも、およびGPS探索が移動局の位置決定に要する十分な測定値を返さない時だけ最終決定のために、中継器探索を実行することができるので注意すべきである。

【0119】

さらに、非コヒーレント和の数は予決定と最終決定(すなわち、初期および最終A F L T探索)において異なっても良く、また、もし必要なら、標準的なA F L T探索と所望の

10

20

30

40

50

好適な応答品質の結果に基づいて、既に検討したように、動的に調整されても良いことに注意すべきである。より短時間の、より低い感度の中継器 A F L T 探索が予決定のために実行されるかもしれない。また、必要に応じて、標準的な A F L T 探索と所望の好適な応答品質の結果に基づいて、より短時間またはより長時間 / より高感度な中継器 A F L T 探索後が最終決定のために実行されるかもしれない。中継器識別探索は図 10 に示す方法に従うかもしれない。

【0120】

透かし用の変調波形の選択およびその特性は、4つの相反する条件を満たすように設計される。すなわち、F L、A F L T 並びに G P S 特性への悪影響の最小化、検出並びに識別確率の最大化、および識別までの時間の最小化である。

F L 性能への影響を最小にするために、透かしは F L の C D M A の S N R における最小の劣化、すなわち T_{MAX} および f_A を最小化して位相変動を最小にすることにより、0.2 d B を超えない平均損失となるように設計されるかもしれない。さらに、G P S 並びに A F L T 特性への最小の悪影響は、ここでほかの場所で説明されるように、F T L による透かしの検出が可能でなくなるように、変調波形に対して十分小さい T_{MAX} の値を選択し、周波数トラッキングループが周波数透かし波形を追跡していないことを保証することにより得られるかもしれない。すなわち、平均への寄与および分散への最小寄与も F T L 内であるべきではない。またピークツーピークのリップルの最大増加は約数 H z 以下であるべきである。

【0121】

T の最大値 (T_{MAX}) および周波数の振幅 (f_A) の選択は、2つの相反する要求事項のバランスをとるように設計される。すなわち、最良の検出および識別確率のために f_A および T_{MAX} を最大にする一方で、 f_A および T_{MAX} を最小にして F L の C D M A 、 A F L T および G P S 特性に関する劣化を最小にすることである。例えば、透かし波形の F L 特性への悪影響を最小化するために、 T_{MAX} は $11 * 64$ のチップとなるよう に、また f_A は大きくても $+/-50$ H z であるように選択した。中継器検出と識別確率を最大にするために、これらのパラメータに対するこれらの最大許容値を選択した。この T_{MAX} は F T L の最高速時定数 (ここで最高速時定数は -3.0 d B の P C S パイロット追跡に対して定義される) の約 $1/60$ であり、それにより、G P S 周波数において $2T_{MAX}$ の周期を持つ最も遅い変化の透かし波形に対する最悪変動は $+/-2.5$ H z となり、最悪の C D M A 符号ドップラーは約 $+/-3.0$ H z となる。これは結果として G P S および A F L T 性能への最小悪影響となる。

【0122】

非コヒーレント段階の入力における中継器 I D 探索出力の S N R は次式で近似的に与えられることを示すことができる。

【0123】

【数1】

$$SNR_{rapIDsearch} \approx 10 \cdot \log \left(\left(\pi \cdot T_c \right)^2 \cdot \frac{\alpha}{k} \cdot N_{POST} \cdot N_{PRE}^4 \cdot f_A^2 \cdot \frac{E_c^2 \cdot \text{sinc}^4(f_A \cdot T_c \cdot N_{PRE})}{\sigma_n^2 \cdot (\sigma_n^2 + N_{PRE} \cdot E_c \cdot \text{sinc}^2(f_A \cdot T_c \cdot N_{PRE}))} \right)$$

ここで、 T_c は C D M A チップ周期 = $1 / f_c$ 、 E_c は C D M A チップ上のパイロットエネルギー、 σ_n はパイロットサンプルの雑音標準偏差、 α はクロス乗積出力電力の理想値からの d B で表した損失、および k は隣接クロス乗積雑音サンプルの相関による雑音分散値の上昇である。また、中継器 I D 検出器の出力 S N R を増加させることは検出と識別の確率の増加となることに注意すべきである。この式から、中継器 I D 検出器の S N R (および、従って検出と識別の確率) の最大の増加は、 N_{PRE} を増加させ、次に f_A を増加させることによって得られることは明らかである。

10

20

30

40

50

【0124】

透かし波形の周波数に関する設計上限 (T_{MIN} の下限) は、検出確率と識別までの時間のバランスをとった選択されるかもしれない。識別までの最小時間に対しては、 T_{MIN} は最小化されるべきであるが、一方、最大中継器 ID 検出確率に対しては、 T_{MIN} は最大化されるべきである。すなわち、 T_{MIN} は、最大の可能な N_{PRE} を課すことによって、検出器の SNR を決定するだろう。最高速透かし波形を Nyquist レートでサンプリングするのを保証するために、最大 N_{PRE} は T_{MIN} に設定されるべきである。さらに、クロス乗積弁別器の実用的な引き込み範囲、 $f_c / (4T_{CPD})$ は最大 N_{PRE} を制限する。ここで T_{CPD} はクロス乗積更新率であり、 N_{PRE} 個の CDMA チップに等しい。すなわち、最大の透かし周波数、 $f_{MAX} = f_c / (2T_{MIN})$ はクロス乗積の実用的な引き込み範囲の境界を超えるべきでない。その結果、 N_{PRE} の最大値は $T_{MIN} / 2$ となる。 N_{PRE} は、上で検討したように、中継器 ID 検出器の SNR に最も大きい影響を与えるだろう。この実施例において、上記の複数の考察は結合され、最良の総合 T_{MIN} は約 $10 * 64$ 個のチップである。

【0125】

これらの教示に鑑みて、当業者は本発明の精神または範囲を逸脱することなく代替的な実施例が実施されるかもしれないことを理解するだろう。本発明は、上記の明細書と関連図面に関連して考察したようなすべての実施例および変更を含む以下の請求項によってのみ制限される。

【図面の簡単な説明】

20

【0126】

【図1】複数の無線通信ネットワーク基地局、中継器を配置した建物、GPS衛星、およびユーザが保持する移動局の全体図。

【図2】代表的セルラ基地局のカバレッジエリア構造を示す図。

【図3】無線基地局 (BTS)、中継器、および移動局 (MS) を含む順方向リンク中継器の周波数透かし (F L R F W M) システムのブロック図。

【図4】F L 信号に透かしを入れるために周波数変調器 (図3) で適用された変調波形 F (t) の一例を示すグラフ。

【図5】B P S K 波形を含む変調波形 F (t) の他の一例を示すグラフ。

【図6】無線通信と位置決定の能力を組み込み、かつ中継器識別システムを含む移動局の一実施例のブロック図。

30

【図7】1パイロットについて実行される中継器識別探索を例示するフローチャート。

【図8】一実施例で F L パイロット信号から中継器 ID を決定するために用いられる中継器識別探索を例示するブロックダイアグラム。

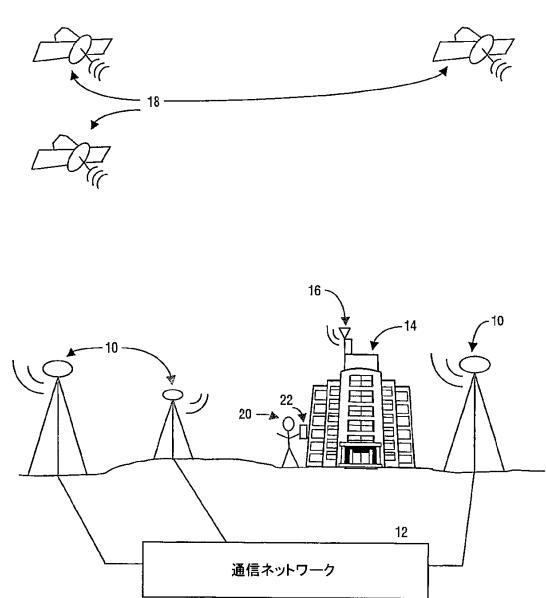
【図9】一実施例で複数の F L パイロット信号について実行される中継器 A F L T 探索を例示するフローチャート。

【図10】識別までの最短時間を最適化した他の実施例で、複数の F L パイロット信号について実行される中継器 A F L T 探索を例示するフローチャート。

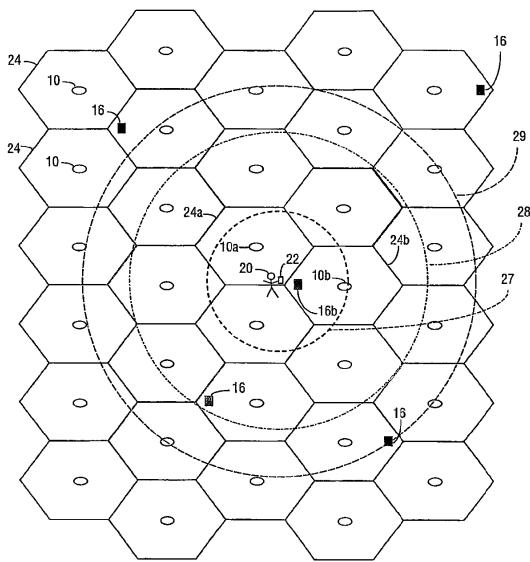
【図11】中継器が存在するセルラカバレッジエリアで A F L T または A - G P S システムを用いる移動局の位置決定の一方法例のフローチャート。

40

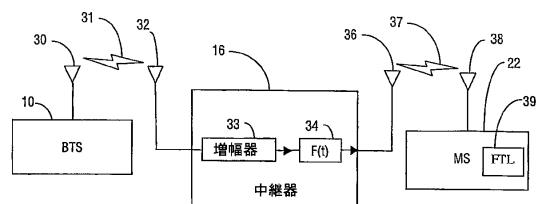
【図1】



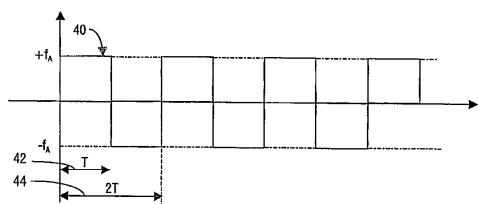
【図2】



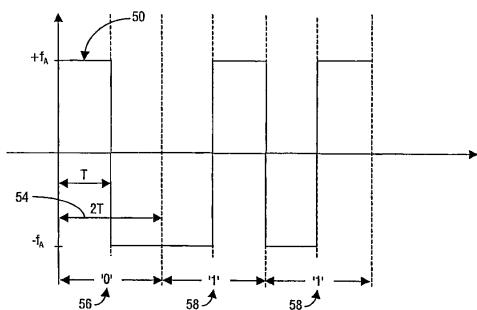
【図3】



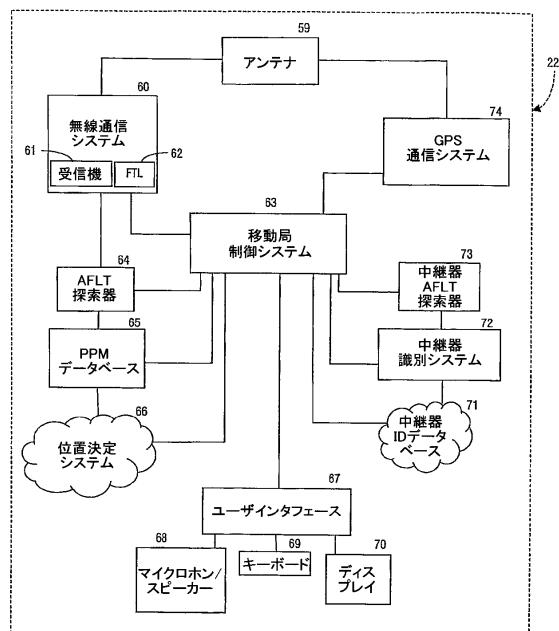
【図4】



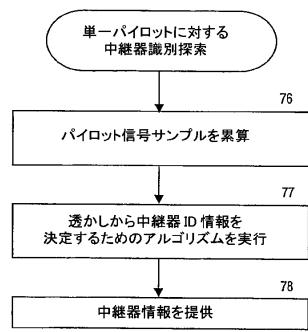
【図5】



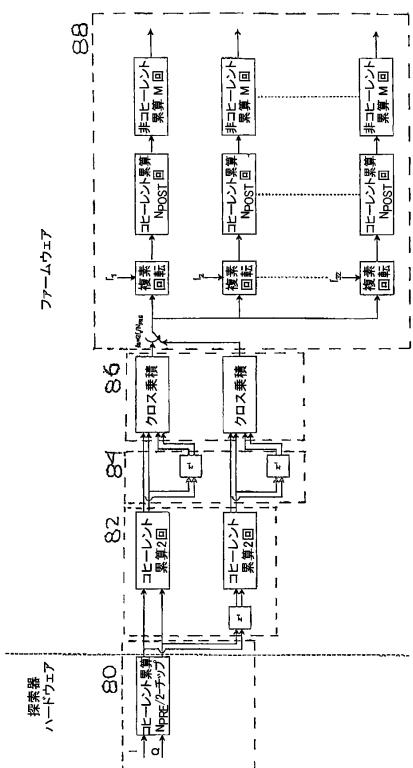
【図6】



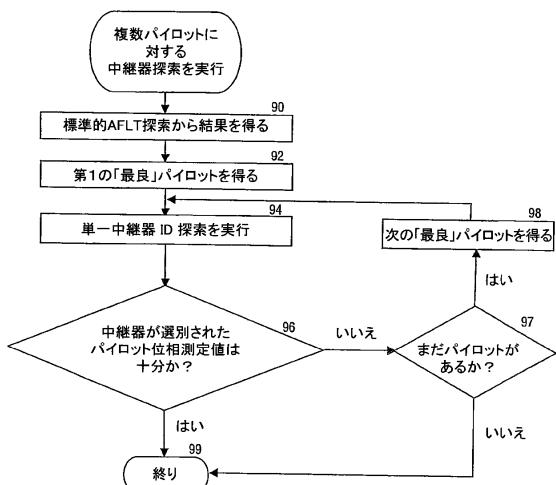
【図7】



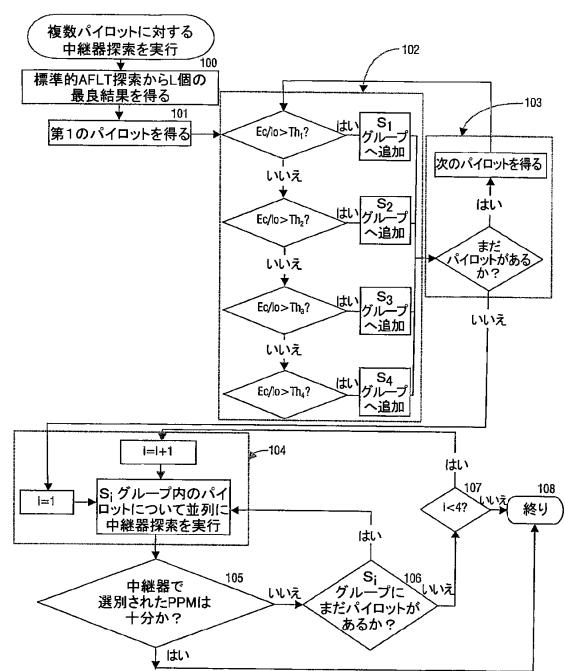
【図8】



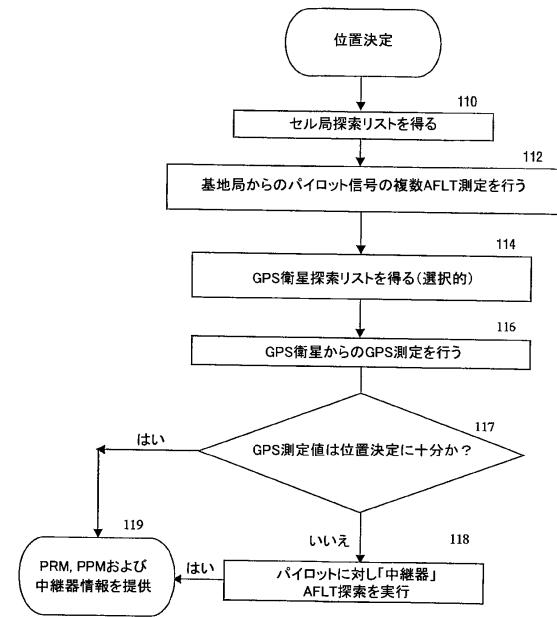
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(74)代理人 100075672
弁理士 峰 隆司
(74)代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(72)発明者 シミク、エミリヤ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92037、ラ・ジョラ、ビア・マロルカ 8435
(72)発明者 パトリック、クリストファー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92129、サン・ディエゴ、ダルハウズィー・ロード 1
4358

審査官 望月 章俊

(56)参考文献 特表2004-501585 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00-H04W99/00
H04B7/24-H04B7/26