

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-509481

(P2004-509481A)

(43) 公表日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04Q 7/34	H04Q 7/04 C	5K051
H04M 3/00	H04M 3/00 Z	5K067
H04Q 7/38	H04B 7/26 109M	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 156 頁)

(21) 出願番号	特願2001-574992 (P2001-574992)	(71) 出願人	501361460 コムル・リミテッド
(86) (22) 出願日	平成13年3月20日 (2001.3.20)		イスラエル 49001 ペタ・ティクヴァ、ピー・オー・ボックス 10050
(85) 翻訳文提出日	平成14年10月7日 (2002.10.7)	(74) 代理人	100082072 弁理士 清原 義博
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/008793	(72) 発明者	ニットザン アラジ イスラエル ラマト・ハシャロン ハツァ
(87) 国際公開番号	W02001/078246		イフオム・ストリート4
(87) 国際公開日	平成13年10月18日 (2001.10.18)	(72) 発明者	ヤーロン ソファー イスラエル ネス・ジオナ エリ・コヘン
(31) 優先権主張番号	60/195,219		5B
(32) 優先日	平成12年4月7日 (2000.4.7)	(72) 発明者	ハイム バラク イスラエル クファ・サバ マボ・ストリート8
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	60/208,306		
(32) 優先日	平成12年6月1日 (2000.6.1)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09/784,109		
(32) 優先日	平成13年2月16日 (2001.2.16)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モバイル・ユニットと基地局間の無線構内交換機 (WPBX) 及び通信

(57) 【要約】

標準コードレス電話 (送受器)、特にブルートゥース短距離無線通信プロトコルを使用するモバイル装置のようなモバイル装置 (121、123) を含む、無線構内交換機 (WPBX) (123、124) のようなセルラー方式様の通信システムを作る方法。この方法は、モバイル装置がピコセル間を移動している間、基地局とスイッチ (129) の間で高レベルの同期化を実行することによって、基地局のセッション間で継ぎ目の無い信頼性のあるハンドオフを提供する。小さなカバー領域を持つピコセルの基地局は送受器と通信する。通信プロトコルは、基地局によって実行される低レベル・プロトコル (280、281) と、全ての基地局に接続されたスイッチによって実行される高レベル・プロトコル (283、284) とに分割される。この方法は、データ、音声あるいは電話術無線ネットワークにおいて、基地局カバー領域間を移動する間にセッションのハンドオフを処理する仕様となっていないモバイル計算機、あるいは電話装置、及び通信プロトコルをサポートする。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 つの基地局、基地局と通信する少なくとも 1 つのスイッチからなる無線通信システムにおいて、

短距離通信プロトコルを、正確な時間の同期化を必要とするタスクを実行するための低レベルプロトコルと、正確な時間の同期化を必要としない高レベルプロトコルに分割すること、

基地局とモバイル・ユニットの各接続のために、モバイル・ユニットと接続された基地局で低レベルプロトコルの例を実行し、スイッチで高レベルプロトコルの例を実行すること

、

からなるモバイル・ユニットと基地局間の通信方法。

10

【請求項 2】

低レベルプロトコルが、基地局、周波数ホッピング、エラー修正、正確な時間の同期化、装置アドレス、大まかな日時 (T O D)、ボイス・チャンネル配分、エラー修正パラメータの転送、暗号化キー、認証キー、ボイス・コーディング、装置のアドレス指定、パークされたモバイル・ユニットのアドレス、非同期データ・リンクの定義、F I F O のデータによってモバイル・ユニットに伝送される R F 信号の制御及び調節から構成される群から選択された手順からなり、

高レベルプロトコルが、リンクのセットアップと制御、高レベルプロトコル・マルチプレクシング、パケット・セグメント化及び再アセンブル、サービス・マネジメントのクオリティ、サービス発見、論理リンク・マネージャのシリアルポートのエミュレーション、ブルートゥース及び赤外線プロトコルの適用のための相互運用、モバイル・ユニット間のスピーチ及びデータの呼び出しの呼び出し制御信号及び設立、ワイヤレス・アプリケーション・プロトコル (W A P) のための通信運搬体としての P P P を備えたブルートゥース無線技術のための相互運用、ベース・バンド制御器及びリンク・マネージャへのコマンド・インタフェース、利用可能なサービスを発見するステータス情報へのアクセス、コードレス電話技術、送受器におけるインターホン特徴のサポート、シリアル・ポートのエミュレーション、ヘッドセットの使用のサポート、ダイヤル・アップ通信網のサポート、ファックスの送受信のサポート、モバイル・ユニットがいかにして P P P で L A N にアクセスできるかを明確にする、汎用のオブジェクトの交換を明確にすること、オブジェクト・プッシュ・モデルをサポートすること、ファイル伝送をサポート、モバイル・ユニットの同期化、から構成される群から選択された手順からなること、

20

30

を特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

基地局及びスイッチにおいて同時にプロトコルの多くの例を処理することを可能とするためにリアル・タイム・マルチ・タスク・オペレーティング・システムを用いることをさらに含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

スイッチが、高レベル・プロトコルから低レベルプロトコル及び低レベルプロトコルから高レベルプロトコルデータのルート割当処理を行うことを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 5】

モバイル・ユニットが短距離無線通信トランスミッタ／受信器を装備されることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

モバイル・ユニットが、

電話送受器、標準のコードレス電話送受器、携帯電話送受器、パーソナル・データ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント (P D A)、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央アクセス・サーバを介すインターネットへのポイント・ツー・ポイント・プロトコル (P P P) を使用する装置、ヘッドセット、パーソナル・

50

サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ、モバイル音楽プレーヤ、
からなる群から選択される装置であることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

基地局間の通信リンクが、RF リンク及び陸線からなる群から選択されることを特徴とする、
基地局間の通信リンクを提供すること、
通信リンク上の基地局間の接続ステータス情報及び同期化情報を伝送すること、
をさらに含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

有線又は無線のローカル・エリア・ネットワークを介して基地局及びスイッチが接続されることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 9】

複数の第 1 基地局が第 1 スwitch に接続され、
複数の第 2 基地局が第 2 スwitch に接続され、
スイッチが、処理され互いのステータス・テーブルのコピーが維持される、呼び出し及び
接続のためのステータス・テーブルを維持し、
スイッチがそのステータス・テーブルの 1 つを更新するとき、そのスイッチは更新された
ステータス・テーブルを他のスイッチに送信すること、
を特徴とする、請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

無線通信システムが、送受器からなるモバイル・ユニットからの呼び出しを処理する無線
構内交換機 (WPBX) からなること、
を特徴とする、請求項 1 記載の方法。

20

【請求項 11】

スイッチにおいて、WPBX によって処理される各アクティブ呼び出しのための独自の呼
び出し識別番号、呼び出しの出所、呼び出し識別、呼び出しの宛先、呼び出し番号識別
(CNID)、宛先番号 (DN)、親基地局識別、宛先基地局識別、呼び出しのステータス
、課金のための情報、パフォーマンス分析のための情報からなる群から選択された情報
を含む、WPBX によって処理される呼び出しのテーブルを維持すること、
をさらに含む、請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】

30

スイッチにおいて、各呼び出しのため、送受器 ID、現時点の基地局 ID、高レベルプロ
トコルの処理、低レベルプロトコルの処理、ハンドオフのための候補基地局の数、ハンド
オフのための候補基地局のリスト、各候補基地局のためのハンドオフ・ステータスのリス
トからなる群から選択された情報からなる接続のテーブルを維持すること、
をさらに含む、請求項 10 記載の方法。

【請求項 13】

モバイル・ユニットと接続される基地局からなる無線通信システムにおいて、
モバイル・ユニットと接続される基地局から、呼び出しパラメータと大まかな同期化情報
を少なくとも 1 つの隣接する基地局へ送信すること、及び
少なくとも 1 つの隣接する基地局において、
モバイル・ユニットと接続される基地局、
モバイル・ユニット、及び
少なくとも 1 つの隣接する基地局及びモバイル・ユニットと接続される基地局の範囲内の
ビーコン・トランスミッタからのビーコン信号、
の少なくとも 1 つの伝送をモニタリングすること、
からなる少なくとも 1 つの隣接する基地局をモバイル・ユニットと接続された基地局と接
続する方法。

40

【請求項 14】

モバイル・ユニットが、
電話送受器、標準のコードレス電話送受器、セルラー方式電話送受器、パーソナル・デー

50

タ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アクセス・サーバを介してインターネットへのポイント・ツー・ポイント・プロトコル（PPP）を利用する装置、ヘッドセット、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ、およびモバイルの音楽プレーヤ、からなる群から選択された装置であることを特徴とする、請求項13記載の方法。

【請求項15】

多数の基地局、及び基地局と通信する少なくとも1つのスイッチからなる無線通信システムにおいて、少なくとも1つの近接基地局を、1つのモバイル・ユニットに接続された基地局と同期化させるための方法であって、
モバイル・ユニットに接続された基地局から、標準伝送よりも高い伝送出力で、選択された時間間隔で周期的に伝送すること、
少なくとも1つの近接基地局にて、より高い伝送出力で伝送されたものを受信すること、
からなることを特徴とする方法。

10

【請求項16】

選択された時間間隔が、一連の周期的ホップでの同期化ホップであり、
その同期化ホップの間に増加した伝送出力が、標準伝送出力の少なくとも2倍の大きさであることを特徴とする、請求項15記載の方法。

【請求項17】

選択された時間間隔が、一連の周期的なホップでの同期化ホップであり、
その同期化ホップは、残る周期的なホップとは異なった周波数で伝送されることを特徴とする、請求項15記載の方法。

20

【請求項18】

モバイル・ユニットが、短距離無線通信の発信器／受信器を備えていることを特徴とする、請求項15記載の方法。

【請求項19】

モバイル・ユニットが、
電話送受器、標準のコードレス電話送受器、セルラー方式の電話送受器、パーソナル・データ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ（PDA）、中央のリモート・アクセス・サーバを介してインターネットへのポイント・ツー・ポイント・プロトコル（PPP）を利用する装置、ヘッドセット、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ、モバイル音楽プレーヤからなる群から選択された装置であることを特徴とする、請求項15記載の方法。

30

【請求項20】

基地局間に通信リンクを設けることであって、その基地局間の通信リンクは、RFリンク、陸線からなる群から選択され、
通信リンクの基地局間で接続ステータス情報及び大まかな同期化情報を伝送すること、をさらに含むことを特徴とする、請求項15記載の方法。

【請求項21】

基地局とスイッチが、有線或いは無線のローカル・エリア・ネットワーク（LAN）を介して接続されることを特徴とする、請求項15記載の方法。

40

【請求項22】

第1の複数の基地局が第1のスイッチに接続され、
第2の複数の基地局が第2のスイッチに接続され、
そのスイッチは、それらが処理する呼び出し及び接続のためのステータス・テーブルを維持し、互いのステータス・テーブルのコピーを維持し、
スイッチがステータス・テーブルの1つを更新するとき、スイッチは他のスイッチに対し更新されたステータス・テーブルを送信することを特徴とする、請求項15記載の方法。

【請求項23】

50

無線通信システムは、送受器を含むモバイル・ユニットからの呼び出しを処理する無線の構内交換機（W P B X）からなることを特徴とする、請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 2 4】

スイッチにおいて、

W P B X によって処理される各アクティブ呼び出しのための独自の呼び出し識別番号、呼び出しの出所、呼び出しの宛先、呼び出し番号識別（C N I D）、宛先番号（D N）、親基地局識別、宛先基地局識別、呼び出しのステータス、課金情報、パフォーマンス分析のための情報からなる群から選択された情報を含む、W P B X によって処理される呼び出しのテーブルを維持すること、

を更に含む請求項 2 3 記載の方法。

10

【請求項 2 5】

スイッチにおいて、各呼び出しのために、送受器 I D、現時点の基地局 I D、高レベルプロトコルの処理、低レベルプロトコルの処理、ハンドオフのための候補基地局の数、ハンドオフのための候補基地局のリスト、及び各候補基地局のためのハンドオフ・ステータスのリストからなる群から選択された情報からなる接続のテーブルを維持すること、を更に含む請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 2 6】

モバイル・ユニットと接続される基地局からなる無線通信システムにおいて、

モバイル・ユニットに接続された基地局が、モバイル・ユニットとの接続についての情報を、大まかな T O D 及びモバイル・ユニットのための装置アドレスを含めて、少なくとも 1 つの近接基地局へ供給すること、

20

少なくとも 1 つの近接基地局において、情報を受信すること及びモバイル・ユニットが伝送しそうな周波数のリストを作ること、

少なくとも 1 つの近接基地局において、モバイル・ユニットによって伝送された 1 つの信号をチェックすること、

からなる少なくとも 1 つの近接基地局のカバー範囲で特定のモバイル・ユニットの存在を検出する方法。

【請求項 2 7】

近接基地局において、妨害によってブロックされない周波数をモニタすることを更に含む、請求項 2 6 記載の方法。

30

【請求項 2 8】

モニタされる各周波数のために、特定の持続時間に検出された多くのホップのヒストグラム、及び、平均信号雑音比を維持することを更に含む、請求項 2 7 記載の方法。

【請求項 2 9】

ホップの信号対雑音比（S N R）の機能としてモニタされている周波数のスペクトル明瞭性の基準決定を更に含む請求項 2 8 記載の方法。

【請求項 3 0】

時間の大半において最良の明瞭性の基準を持つ周波数の群（M）をモニタすることを更に含む請求項 2 9 記載の方法。

【請求項 3 1】

40

最良の明瞭性の基準を持つ周波数の群に無い周波数を周期的にモニタすることを更に含む請求項 3 0 記載の方法。

【請求項 3 2】

モバイル・ユニットが、

電話送受器、標準のコードレス電話送受器、携帯電話送受器、パーソナル・データ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント（P D A）、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アクセス・サーバを介してインターネットへのポイント・ツー・ポイント接続プロトコル（P P P）を利用する装置、ヘッドセット、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ及びモバイル音楽プレーヤ、を含む群から選択される装置であることを特徴とする請求項 2 6 記載の方法。

50

【請求項 33】

基地局間の通信リンクが R F リンク及び陸線を含む群から選択されることを特徴とする、
基地局間で通信リンクを提供すること、及び、
基地局間の接続ステータス情報及びおおまかな同期化情報を通信リンク上に転送すること
、
を更に含む請求項 26 記載の方法。

【請求項 34】

基地局及びスイッチが、有線或いは無線のローカル・エリア・ネットワーク (L A N) を
介して接続されることを特徴とする請求項 26 記載の方法。

【請求項 35】

無線通信システムが、送受器を含むモバイル・ユニットからの呼び出しを処理する無線構
内交換機 (W P B X) を含むことを特徴とする請求項 26 記載の方法。

【請求項 36】

周波数ホッピングが基地局とモバイル・ユニット間の通信のために用いられることを特徴
とする、基地局によってモバイル・ユニットを検出するための方法であって、
モバイル・ユニットに接続された基地局において周期的にホップをうみだすこと、及び、
モバイル・ユニットに接続された基地局によって生じたホップの間に少なくとも 1 つの隣
接基地局からのモバイル・ユニットと通信すること、
を含む方法。

【請求項 37】

互いに接近していない隣接基地局においてモバイル・ユニットと通信するために同じホッ
プを使用すること、及び、
互いに接近している隣接基地局においてモバイル・ユニットと通信するために異なるホッ
プを使用すること、
を更に含む請求項 36 記載の方法。

【請求項 38】

モバイル・ユニットに接続された基地局からなる無線通信システムにおいて、モバイル・
ユニットがそのカバー領域に入るのを待つ少なくとも 1 つの基地局によって送受器を検出
する方法であって、
モバイル・ユニットがそのカバー領域に入るのを待つ少なくとも 1 つの基地局及びモバイ
ル・ユニットに接続された基地局から、P I N G コマンドをモバイル・ユニットに送信す
ること、及び、
モバイル・ユニットがそのカバー領域に入るのを待つ基地局で、モバイル・ユニットから
E C H O 返答を受信すること、
からなる方法。

【請求項 39】

モバイル・ユニットがそのカバー領域に入るのを待つ基地局から、モバイル・ユニットに
接続された基地局がもたらした時間間隔の間 P I N G コマンドを送信することを更に含む
請求項 38 記載の方法。

【請求項 40】

E C H O 返答を受信する各基地局において、E C H O 返答のクオリティを測定し、基地局
に接続されたスイッチにクオリティ基準を報告することを更に含む請求項 38 記載の方法
。

【請求項 41】

エネルギー・レベル測定、信号対雑音比 (S N R) 測定、パケット損失率及びビット・エ
ラー率測定 (B E R) からなる群から選択された技術によって、各 E C H O 返答のクオリ
ティを測定することを更に含む請求項 38 記載の方法。

【請求項 42】

P I N G コマンドが、モバイル・ユニットのための装置アドレス、モバイル・ユニットの
ための識別子、メッセージ長、及びデータからなる群から選択されたデータ・フィールド

10

20

30

40

50

を含み、また E C H O 返答は、モバイル・ユニット、メッセージ長、及びデータのための識別子からなる群から選択されたデータ・フィールドを含むことを特徴とする請求項 38 記載の方法。

【請求項 43】

各基地局で、モバイル・ユニットと隣接基地局間の接続についての情報を維持することであって、この情報は、接続の数、送受器 I D、基地局 I D、ハンドオフ・ステータス、及び送受器検出ステータスからなる群から選択されることを特徴とする請求項 38 記載の方法。

【請求項 44】

送受器検出ステータス情報が、成功 P I N G の数、前の成功 P I N G の時間、成功 P I N G のためのクオリティ測定からなる群から選択される情報を含むことを特徴とする請求項 43 記載の方法。 10

【請求項 45】

モバイル・ユニットが、
電話送受器、標準のコードレス電話送受器、携帯電話送受器、パーソナル・データ装置、
パーソナル・デジタル・アシスタント (P D A)、コンピュータ、ラップトップ・コンピ
ュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アクセス・サーバによってインターネット
へのポイント・ツー・ポイント接続プロトコル (P P P) を利用する装置、ヘッドセッ
ト、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ及びモバイル音楽プレーヤ、
からなる群から選択される装置であることを特徴とする請求項 38 記載の方法。 20

【請求項 46】

基地局間の通信リンクが R F リンク及び陸線からなる群から選択されることを特徴とする
、基地局間で通信リンクを提供すること、及び、
基地局間の接続ステータス情報及びおおまかな同期化情報を通信リンク上で転送すること
、
を更に含む請求項 38 記載の方法。

【請求項 47】

無線通信システムが、送受器を含むモバイル・ユニットからの呼出しを処理する無線構内
交換機 (W P B X) を含むことを特徴とする請求項 38 記載の方法。

【請求項 48】

少なくとも 2 つの基地局、基地局と接続された少なくとも 1 つのスイッチ、及び少なく
とも 1 つのモバイル・ユニットからなる無線通信システムにおいて、モバイル・ユニット及
び隣接する基地局と通信する基地局からモバイル・ユニットをハンドオフする方法であっ
て、
複数の基地局によって送受器から受信した複数の信号を平滑化すること、
信号を互いに比較すること、
また信号クオリティに基づいたハンドオフのための基地局を選択すること、
からなる方法。 30

【請求項 49】

信号が、所定の基地局からの次の信号を包含する時間間隔について所定の基地局から受信
された平均信号クオリティを算出することにより比較される請求項 48 記載の方法。 40

【請求項 50】

一以上の基地局から信号が受信される時間の間のみ信号を比較することから更になる請求
項 48 記載の方法。

【請求項 51】

信号クオリティが、エネルギー・レベル、信号対ノイズ比 (S N R)、パケット損失比及
びビット誤差比 (B E R) からなる群から選択された量に基づいている請求項 48 記載の
方法。

【請求項 52】

基地局がホップ中のモバイル・ユニットと通信し、さらに信号の比較に先立って、同じホ 50

ップの量を同時に揃えることからなる請求項 48 記載の方法。

【請求項 53】

量がホップの数 (X) について平均される請求項 52 記載の方法。

【請求項 54】

モバイル・ユニットが、電話の送受器、標準コードレス電話の送受器、セルラー方式の電話送受器、パーソナル・データ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント (PDA)、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アクセス・サーバを介してインターネットにポイント・ツー・ポイント・プロトコル (PPP) を利用する装置、ヘッドセット、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ及びモバイル音楽プレーヤからなる群から選択された装置である請求項 48 記載の方法。 10

【請求項 55】

基地局間に通信リンクを提供し、基地局間の通信リンクが RF リンク及び陸線からなる群から選択され、通信リンクを通じて基地局間の接続ステータス情報及び同期化情報を転送することから更になる請求項 48 記載の方法。

【請求項 56】

基地局及びスイッチが無線又は有線のローカル・エリア・ネットワーク (LAN) を介して接続されている請求項 48 記載の方法。

【請求項 57】

無線通信システムが、送受器からなるモバイル・ユニットからの通話を扱う無線構内交換機 (WPBX) からなる請求項 48 記載の方法。 20

【請求項 58】

少なくとも 2 つの基地局と、基地局を連絡する少なくとも 1 つのスイッチからなる無線通信システムにおいて、低レベル通信プロトコルの事例がモバイル・ユニットに接続された基地局で実行されており、モバイル・ユニットに接続された基地局から近接する基地局への接続のハンドオフを実行する方法であって、
スイッチにて、選択された近接する基地局の一つにハンドオフを実行するときを決定し、
選択された近接する基地局の一つにて、少なくとも同期化された日時 (TOD) パラメータを含む低レベル通信プロトコルのコピーを作成し、
スイッチから、指定された TOD でモバイル・ユニットとの通信を中止するためのコマンドをモバイル・ユニットと接続された基地局に送り、指定された TOD でモバイル・ユニットと通信を開始するためのコマンドを選択された近接する基地局の一つに送り、
スイッチ及び基地局における接続ステータステーブルを更新することからなる方法。 30

【請求項 59】

接続が電話呼び出し及びデータリンクからなる群から選択される請求項 58 記載の方法。

【請求項 60】

低レベル通信プロトコルが、基地局によりモバイル・ユニットに送られる RF の制御及び変調、周波数ホッピング、誤差修正、正確な時間同期化、装置アドレス、大まかな日時 (TOD)、音声チャンネル配分、前方誤差修正パラメータ、暗号化キー、認証キー、音声コード化、装置アドレッシング、待ち状態のモバイル・ユニットのアドレス、非同期化データリンク及びデータ FIFOs からなる群から選択された処理手順からなる請求項 58 記載の方法。 40

【請求項 61】

モバイル・ユニットに短距離無線通信送信機／受信機が備えられている請求項 58 記載の方法。

【請求項 62】

モバイル・ユニットが、電話の送受器、標準コードレス電話の送受器、セルラー方式の電話送受器、パーソナルデータ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント (PDA)、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アク 50

セス・サーバを介してインターネットにポイント・ツー・ポイント・プロトコル（PPP）を利用する装置、ヘッドセット、パーソナル・サーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ及びモバイル音楽プレーヤからなる群から選択された装置である請求項58記載の方法。

【請求項63】

基地局間に通信リンクを提供し、基地局間の通信リンクがRFリンク及び陸線からなる群から選択され、通信リンクを通じて基地局間の接続ステータス情報及び同期化情報を転送することから更になる請求項58記載の方法。

【請求項64】

基地局及びスイッチが無線又は有線のローカルエリアネットワーク（LAN）を介して接続されている請求項58記載の方法。 10

【請求項65】

無線通信システムが、送受器からなるモバイル・ユニットからの通話を扱う無線構内交換機（WPBX）からなる請求項58記載の方法。

【請求項66】

モバイル・ユニットと接続された基地局からなる無線通信システムにおける、モバイル・ユニットとの接続のハンドオフを受信するに先立って、モバイル・ユニットを検知し同期化する方法であって、

モバイル・ユニットに接続された基地局から、少なくとも一つの近接する基地局に大まかな同期化情報を送り、 20

近接する基地局にて、モバイル・ユニットに接続された基地局により与えられた大まかな同期化情報に基づいて、モバイル・ユニットに関して正確なタイミングをもつ「目標」信号について広域検索を実行し、

モバイル・ユニットからの実際の信号について検索を狭め、

目標信号を獲得し、

近接する基地局をモバイル・ユニットと接続された基地局と同期化する方法。

【請求項67】

モバイル・ユニットに短距離無線通信送信機／受信機が備えられている請求項66記載の方法。

【請求項68】

モバイル・ユニットが、電話の送受器、標準コードレス電話の送受器、セルラー方式の電話送受器、パーソナルデータ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メール・サーバ、中央のリモート・アクセス・サーバを介してインターネットにポイント・ツー・ポイント・プロトコル（PPP）を利用する装置、ヘッドセット、パーソナルサーバ、携帯型コンピュータ、無線カメラ及びモバイル音楽プレーヤからなる群から選択された装置である請求項66記載の方法。 30

【請求項69】

基地局間に通信リンクを提供し、基地局間の通信リンクがRFリンク及び陸線からなる群から選択され、通信リンクを通じて基地局間の接続ステータス情報及び同期化情報を転送することから更になる請求項66記載の方法。 40

【請求項70】

基地局及びスイッチが無線又は有線のローカルエリアネットワーク（LAN）を介して接続されている請求項66記載の方法。

【請求項71】

無線通信システムが、送受器からなるモバイル・ユニットからの通話を扱う無線構内交換機（WPBX）からなる請求項66記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

（発明の技術分野）

本発明は、モバイル・ユニットが基地局に隣接する範囲の領域を動くとき、複数の基地局 50

で短距離間を接続する能力を有する複数のモバイル・ユニット（装置）を持つ無線通信システム及び1つの基地局からモバイル・ユニットをハンドオフする技術に関する。

【0002】

（発明の背景）

基地局からのコードレス送受器のようなモバイル装置の効果的な範囲は、モバイル装置及び基地局の伝送出力及び受信機の感度によって限定される。無線構内交換機（WPBX）システムは、1つ以上の基地局（BS）を用いることにより、この限界に対応する。

基地局がカバーする領域をセルと呼ぶ。主として以下、コードレス（電話）送受器であるモバイル・ユニット（装置）が検討される。

【0003】

WPBXにおいて基地局は、異なったセルにある送受器が互いに通信することを可能にするために相互に連結している。送受器が、呼び出しの間1つのセルから別のセルへ移動するとき、1つの基地局から別の基地局の通信のハンドオフ（変換）は、中断することのない通信を可能とする。

通常「スイッチ」と呼ばれる中央ユニットは全ての基地局に接続される。スイッチはシステムの操作を制御し、基地局とゲートウェイの間の呼び出しのルート割当を決め、基地局とゲートウェイはWPBXを外部の通信システムへ接続する。

WPBXにおけるコードレス送受器の伝送出力は、通常標準的なセルラー方式システムより低く、そのセルラー方式システムは、コードレス送受器のためのWPBXにおいて標準的な電話システムのセルより小さいセル（ミニセル、マイクロセル又はピクセルと呼ばれる）を持つということになる。

【0004】

コードレス送受器中には、セルラー方式システムで用いられる通信プロトコルを用いるが、それらはモバイル（セルラー方式）送受器より低い出力で伝送する。例えば、用いるプロトコルはGSM及びIS-136である。

これらのプロトコルによれば、セル間のハンドオフは、コードレス送受器、基地局及びスイッチの共同作業によって実行される。そのカバー領域にある場合、これら送受器はWPBXに接続することができ、それらが用いる通信プロトコルをサポートする、他のセルラー方式システムにさらに接続することができる。

【0005】

送受器の中には、特にWPBXとの通信を可能とするように設計された通信プロトコルを用いるものもある。いくつかの例はDECT、CT-2、PAC及びPACSである。送受器は通常WPBXによってカバーされた領域でのみ用いられる、専用の送受器である。

【0006】

送受器の中には二重のモード・サポートを得ているものもある。例えば、送受器はDECTを用いて、WPBXと通信することもでき、GSMを用いて、他のセルラー方式システムとの通信を可能とすることもある。

【0007】

WPBXの中には標準のコードレス送受器を用いるものもある。これら送受器は、セル間のハンドオフをサポートする特別のメカニズムを持たない。これらのシステムでは、スイッチ及び基地局がハンドオフを実行し、また送受器は、ハンドオフ・プロセスを認識していない（アクティブにそこへ参加しない）。標準のコードレス送受器があるセルから別のセルへ移動する場合、スイッチは、呼び出しから別のセルへのルート割当を決める。

コードレスホンが「単純な」プロトコル、例えば、アナログ固定伝送、を使用するので、呼び出しが新しいセルへのルート割当を決定される場合、コードレスホンは自動的にそれを受け取る。

【0008】

近年、短距離通信プロトコルは、はるかにより複雑になった。非常に低い出力が、多くのシステムが隣接している近辺で作動することを可能にするために用いられる。

周波数のホッピング及び広げられたスペクトルのような複雑な伝送方法が妨害を克服し、

10

20

30

40

50

かつ通信クオリティを改善するために用いられる。デジタル通信方法は、同じシステムのデータ及び音声通信を可能として用いられる。エラー訂正エンコーダは信頼度を改善するために用いられる。通信のセキュリティ及びプライバシーは、デジタル認証及び暗号化を用いて改善される。

【0009】

短距離通信システムは、多くの目的のために用いられる。もっか流行している短距離通信方法は、「全てが一体となった送受器」及び個人データ装置のようなパーソナル・エリア・ネットワーク（PAN）装置及び応用である。

そのようなタイプの送受器は、標準のセルラー方式通信をサポートし、短距離通信を用いて、その周辺にあるパーソナル・エリア・ネットワーク装置と通信する能力がさらにある。PAN短距離通信標準の中には、可動性を可能とすることが設計されておらず、すなわちこれら標準は、通常及びアクティブなセッション中の基地局の間でハンドオフを可能とするようには設計されていなかった。

これは、1つの基地局すなわち非常に限定された領域にリンクされるそのような装置を介してセッションを制限する。

【0010】

「ブルートゥース」標準は、音声応用及び電話技術（例えば、コードレス電話、無線ヘッドセット）及びデータ・アプリケーション（ラップトップからのパソコン通信、無線ローカル・エリア・ネットワーク・ゲートウェイ等）のための多くの利用方法を持つ短距離無線通信標準である。

ブルートゥース無線通信技術は、短距離の特別な目的のためのネットワークを介す無線で通信し接続するポータブル電子装置を可能とする2.45GHzの周波数帯の中で普遍的なラジオ・インターフェースを用いて実行される。

各ユニットは、1ピコネット当たり最大7つの他のユニットと同時に通信することができる。さらに、各ユニットは、同時にいくつかのピコネットに属することができる。

【0011】

ブルートゥース接続は、将来のセルラー方式送受器、パーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）、パームトップ及びラップトップ・コンピュータにおける標準の特徴となるよう計画されている。

ケーブル代替品として本来短距離の範囲の通信として設計されたので、ブルートゥース標準は基地局の間の可動性をサポートしない。ブルートゥース無線通信技術を備えたセルラー方式送受器は、コードレスホンとして1つの基地局の近辺でのみ作動することができるであろう。同じ制限は、PDAとモバイル・コンピュータのようなモバイル・パーソナル・データ装置に当てはまる。

【0012】

<用語解説>

もし別のやり方で記載されないならば又は用法の前後関係から明らかとなるならば、ここで用いられるどのような単語、略語、頭文字又は科学記号及び表記は、発明に最も近く関係のある、技術分野における通常の意味で与えられる。

専門語の以下の用語解説が、先行技術文献と同様に本文に含まれる様々な記載に対し、明瞭さと一貫性が適合するように意図される。

A T M	非同期転送モード
B E R	ビット・エラー率
B l u e t o o t h	短距離無線通信標準／インターフェース／プロトコル
B S	基地局
C P U	中央演算処理装置
C R C	巡回冗長検査
C T - 2	通信プロトコル
D E C T	デジタル強調コードレス電話通信プロトコル
D N	宛先番号

10

20

30

40

50

ECHO	PINGへの返答	
FIFO	先入れ先出し	
FTP	ファイル転送プロトコル	
Gateway	似通ったサービス間での通信のためのインタフェース	
GHz	ギガヘルツ	
GSM	モバイル通信のためのグローバル・システム	
handoff	1つの基地局から他の基地局へのモバイル装置の転送	
ID	識別(番号)	
IEEE 802.2	イーサネット(登録商標)プロトコル	
IS-136	通信プロトコル	10
ISDN	総合デジタル通信網	
ITU-T 802.15	ブルートゥース標準に似た通信標準	
ITU-T Q.931	呼び出しセットアップのための電話技術プロトコル	
IVR	双方向性音声応答	
LAN	ローカル・エリア・ネットワーク	
LMSE	最小二乗誤差	
MSC	移動通信交換局(MSC)	
PAC	通信プロトコル	
PACS	通信プロトコル	
PAN	パーソナル・エリア・ネットワーク	20
PBX	構内交換機	
PABX	構内自動交換機(PBXとしても参照される)	
PDA	パーソナル・デジタル(又はデータ)・アシスタント	
picocell	短距離基地局のカバー領域	
PING	返答を求めるために送信されるコマンド	
PPP	ポイント・ツー・ポイント・プロトコル	
PSTN	アナログ電話回線通信機能	
RF	ラジオ周波数	
SNR	信号対雑音比	
Switch	電話呼び出しのルート割当のための器具	30
TOD	日時	
WAP	ワイヤレス・アプリケーション・プロトコル	
WPBX	無線構内交換機	

【0013】

(発明の要約)

本発明の一般的な対象は、無線通信(ブルートゥース無線技術のような)をサポートする標準のコードレス電話機及びPDA(パーソナル・デジタル・アシスタント)、ラップトップ又はノート型コンピュータ、又は同様の装置のようなモバイル装置が、無線構内交換機(WPBX)、標準の(有線の)PBX、LAN、携帯電話ネットワーク又は標準の有線の電話ネットワークに対し途切れなく接続することを可能とするための技術を提供することであり、それにより、上記モバイル装置を含めた特別の(通常高価な)送受器、付属部品、ソフトウェア又はハードウェア・エージェントを避けることである。

【0014】

本発明によれば、少なくとも2つの基地局、基地局と通信する少なくとも1つのスイッチからなる無線通信システムにおいて、通信プロトコルを正確なタイム同期化を要求するタスクを実行するための低レベルプロトコルと正確なタイム同期化を必要としない高レベルプロトコルに分割すること、基地局を備えたモバイル・ユニットの接続のためにモバイル・ユニットに接続された基地局で低レベルプロトコルの例を実行し、スイッチでの高レベルプロトコルの例を実行することからなる方法が提供される。

【0015】

本発明によれば、モバイル・ユニットと接続される基地局からなる無線通信システムにおいて、少なくとも1つの隣接する基地局をモバイル・ユニットに接続された基地局と同期化する方法であって、モバイル・ユニットと接続する基地局から少なくとも隣接する基地局へ呼び出しパラメータ及び大まかな同期化情報を送信すること、少なくとも1つの隣接する基地局において、モバイル・ユニットに接続された基地局、モバイル・ユニット及び少なくとも1つの隣接する基地局及びモバイル・ユニットと接続される基地局の範囲内のビーコン・トランスミッタからのビーコン信号の内の少なくとも1つの伝送をモニタリングすることからなる方法が提供される。

【0016】

本発明によれば、複数の基地局及び基地局と通信する少なくとも1つのスイッチからなる無線通信システムにおいて、少なくとも1つの隣接する基地局をモバイル・ユニットと接続される基地局と同期化する方法であって、選択された時間の間、通常の伝送のよりも高い伝送出力で周期的に伝送すること、少なくとも1つの隣接する基地局より高い伝送出力で伝送を受信することからなる方法が提供される。 10

【0017】

本発明によれば、モバイル・ユニットに接続される基地局からなる無線通信システムにおいて、少なくとも1つの隣接する基地局のカバー領域において、モバイル・ユニットの存在を検出する方法であって、モバイル・ユニットに接続された基地局が、モバイル・ユニットのための装置アドレスと大まかなTODを含み、モバイル・ユニットとの接続に関する情報を少なくとも1つの隣接する基地局へ提供すること、少なくとも1つの隣接する基地局において、情報を受信し、モバイル・ユニットが伝送しそうな周波数のリストを生み出すこと、少なくとも1つの隣接する基地局において、モバイル・ユニットによって信号の伝送をチェックすることからなる方法が提供される。 20

【0018】

本発明によれば、周波数ホッピングが、基地局とモバイル・ユニットの間で通信するのに用いられることを特徴とする、基地局によってモバイル・ユニットを検出する方法であって、モバイル・ユニットと接続される基地局で周期的にホップを生み出すこと、モバイル・ユニットと接続された基地局から生み出されるホップの間少なくとも1つの隣接する基地局からのモバイル・ユニットと通信することからなる方法が提供される。

【0019】

本発明によれば、モバイル・ユニットと接続される基地局からなる無線通信システムにおいて、モバイル・ユニットがカバー領域へ入ることを待つ少なくとも1つの基地局及びモバイル・ユニットと接続される基地局から、PINGコマンドをモバイル・ユニットへ送信し、モバイル・ユニットがカバー領域へ入ることを待つ基地局において、モバイル・ユニットからECHO返答を受信する方法が提供される。 30

【0020】

本発明によれば、基地局と通信する少なくとも2つの基地局及び少なくとも1つのスイッチ及び少なくとも1つのモバイル・ユニットからなる無線通信システムにおいて、複数の基地局によって送受器から受信した複数の信号を円滑にすること、信号を互いに比較すること、信号クオリティに基づいて基地局を選択することからなる、基地局及び隣接する基地局と通信する基地局からモバイル・ユニットをハンドオフする方法が提供される。 40

【0021】

本発明によれば、システムは、1又はそれ以上の標準のコードレス送受器のようなモバイル・ユニット、2又はそれ以上の基地局及び少なくとも1つのスイッチからなる。基地局は、スイッチに互いに接続される。送受器は、互いよりも基地局と直接通信する。

【0022】

本発明の1つの側面によれば、基地局及びスイッチは、例えばPSTN上で互いが直接通信する。

しかしながら、システムは、PSTN、インターネット又はLAN、又はゲートウェイを介したPBXとインタフェースすることもある。

【0023】

本発明の特徴によれば、1つ以上の基地局に対しする接続をサポートせず、基地局間の継ぎ目の無いハンドオフでの移動性をサポートしないモバイル・ユニット（例えば、標準のコードレス送受器）と1つの基地局から他の（隣接する）基地局へのハンドオフ呼び出しのための方法が提供される。

複雑なデジタル通信方法をモバイル装置が用いるのでこれは重要な特徴であり、従ってスイッチのみがサポートする単純なハンドオフ方法だけが不適當である。もっと正確に言えば、スイッチと基地局は、ハンドオフ操作のために互いに協力する。基地局の正確な同期化はハンドオフを促進する。有利なことに、ハンドオフ操作は、モバイル装置と基地局間の明白な協力を要求しない。

10

【0024】

本発明の1つの側面によれば、正確な時間の同期化を必要としない高レベルプロトコルと、厳密な時間の同期化（正確な時間の同期化を要求する）を必要とする低レベルプロトコルの間の送受器によって用いられる短距離通信プロトコルを分割するための方法が提供される。

低レベルプロトコルは、基地局によって実行され又高レベルプロトコルは、スイッチで実行される。複雑な（例えば、周波数ホッピング、暗号化、認証）及び多重レベルのプロトコルが用いられる場合でさえ、これはハンドオフを実行することを可能とする。これは、さらに基地局間の同期化の必要条件を縮小する。

【0025】

本発明の1つの側面によれば、正確に基地局を同期化させ、具体的には、周波数ホッピング通信が用いられるとき、基地局を同期化するための方法が提供される。

20

【0026】

本発明の1つの側面によれば、基地局（つまりそのピコセル）のカバー領域においてモバイル装置の存在を検出するための方法が提供される。

【0027】

本発明の1つの側面によれば、基地局で信号のクオリティを測定することにより、セッション（つまり通話、データリンク等）のハンドオフをいつ実行するべきであるか、どの基地局でセッションをハンドオフするかを決定するための方法が提供される。複雑な送信方法が用いられる場合でも、この方法は有効である。

30

【0028】

ここに示された方法は、ある特定のデータ・タイプの通信に制限されない。従って、電話技術応用のため及びデータ適用のために利用することができる。

【0029】

本発明の他の目的、特徴及び利点は、以下の記載を考慮して明白となる。

【0030】

（発明の詳細な説明）

本発明の好適な実施形態が、付随する図面で示され詳細に言及される。図面は制限するためではなく、例証するよう意図される。

【0031】

本発明は、好適な実施形態に照らして一般的に記載されるが、本発明の精神及び範囲が特にこれら実施形態を制限するようには意図されないことが理解されるべきである。

40

【0032】

ここで示されるフローチャートの中で長方形のボックスは、通常実行されている連続するステップを表し、ダイヤモンド型のボックスは通常、2つの相反する結果（「Y」＝はい、「N」＝いいえ）がある決定ステップ（テスト）を表し、空の円はステップ又はテストではなく、単にフローチャート中の2つ以上の経路のグラフ式の結合ポイントである。

【0033】

本発明の好適な実施形態の構造、操作及び利点は、付随の図と共に得られる以下の記載の考慮でさらに明白となる。

50

【0034】

図1は、全体的な通信システム100の、模範となる基礎的な構造および動作を示す。セルラー方式システムの基地局101は、比較的大きなカバー領域111を有するセル111をカバーする。(基地局101は、カバー領域111において中心から外れて示され、そのカバー領域111は、明瞭な説明のために円よりもむしろ楕円として示される。)WPBXシステムの基地局107、108および109は、それぞれがセル102、103および104を個別にカバーし、各セルは比較的小さなカバー領域を有する。(基地局107、108および109は、明瞭な説明のためにそれぞれのカバー領域102、103および104において中心から外れて示される。)時々、これらの小さなセル102、103および104は「マイクロセル」、「ピコセル」、あるいは「ミニセル」と称される。

10

【0035】

モバイル送受器110は、通信リンク105を介してセルラー基地局101と通信することができ、また、モバイル送受器110がWPBXのカバー領域にあるとき、基地局107、108および109のうちの1つと通信するために短距離通信リンク106を使用することもできる。この方法では、短距離通信リンク(例えばブルートゥース無線通信技術)で増強される(さらに装備をされた)標準のセルラー方式送受器110は、WPBX基地局107、108、又は109のうちの1つの範囲に存在するときは常に、WPBXシステムに接続することができる。

20

【0036】

セルラーのカバー領域が全くない場合でも、WPBXシステムは作動することができる。送受器110は、通常のコードレス電話送受器でもよい。したがって、本発明のWPBXシステムが含まれる範囲において、図1に示されるセルラー基地局101はオプションである。以下では主に、短距離通信リンク(例えばブルートゥース無線通信リンク)を装備した送受器が使用され、そうでなければ通常のコードレス電話送受器である送受器が発明を説明するために使用される。

【0037】

オフィス環境では、WPBXシステムが、従業員(彼らは可動性の送受器を運ぶ)の稼働性を改善し、したがって運用上のコストを縮小し、生産力を増加させる。家庭環境では、WPBXシステムが、特別のコードレスホンに代えて標準のセルラー送受器の使用を可能にする。

30

【0038】

本発明において、送受器がセルラー送受器と同じである場合、設備のコストは、専用送受器を必要とする標準のWPBXのコストよりも低い。WPBXは、それに接続された送受器との間での呼び出しを処理するので、標準のセルラー通信がすべての呼び出しのために使用される場合よりも通信費が安い。

【0039】

送受器110は、1つ以上のサービスを利用可能であることをユーザに示す。ユーザは、どのサービス(セルあるいはWPBX)を使用するかを決定する。サービスを選択する能力は多くの自動車電話でよく知られた特徴である。

40

【0040】

以下により非常に詳しく記述されるように、送受器110は、いかなる数の電話、音声、基地局経由で通信する計算機或いはデータ装置である「モバイル・ユニット」の一例に過ぎないことが理解されるべきである。ここに使用されるように、「モバイル・ユニット」は基地局と無線で通信する(「接続された」と表現される)装置である。

【0041】

図1に示される(セルラー基地局101およびリンク105を無視して)ように、送受器110は現時点で、基地局108と通信して(接続されて)いる。基地局107および109は、送受器が現在接続されている基地局108に各々近接しているので、基地局107および109は各々「近接」基地局と称される。本発明は、送受器が或るミニセルから

50

別のミニセルまで移動するときに送受器のようなモバイル・ユニットとの通信が、或る基地局から別の（近接）基地局へどのようにハンドオフ（運ばれる）のかに大いに関係する。

【0042】

図2は、図1のWPBXシステムとしての使用にふさわしいWPBXシステム200の主要な構成要素と構造を例示する。WPBXシステムの構造は、一般にセルラーシステムの構造に似ている。しかしながら、以下により詳細に記述されるように、本発明はハンドオフのためのサポートが組み込まれていないモバイル・ユニットとの短距離通信を扱うので、各構成要素が実行する機能は異なる。

【0043】

WPBX200は、多くの基地局（3つ示された）123、124、125を含む。送受器121は、短距離通信リンク122（例えばブルートゥース無線通信リンク）を介して基地局#1 123と通信する。基地局#2 124および基地局#3 125は、送受器121がそのカバー領域へ移動すれば呼び出しを受ける準備ができています。同時に、他の基地局は他の送受器とともに呼び出しに参加してもよい。例えば、基地局#2 124は、短距離通信リンク134（例えばブルートゥース無線通信リンク）を介して送受器133と通信する。以下により非常に詳しく記述されるように、送受器121および133は、WPBX（互いに直接相対して）を介して互いに通信してもよい。

【0044】

例示されるように、通信リンク126、127、128は、基地局123、124、125を互いに接続する。以下により非常に詳しく記述されるように、これらの通信リンクは、音声通信、データ通信、接続ステータス情報および同期化情報を含めて、基地局123、124、125の間でデータを転送し、RFリンク或いは陸線（例えば銅線、光ファイバーなど）であってもよい。

【0045】

通信リンク130、131、132は、基地局123、124、125を、中央スイッチ（以下、「スイッチ」）129に、それぞれ接続する。以下により非常に詳しく記述されるように、スイッチ129は、これらの通信リンクによって基地局の動作を制御することができ、通信プロトコルのより高いレベルに加わることができ、そのリンクはRFリンク或いは陸線であってもよい。

【0046】

図3Aは、図2のWPBXシステム200へのゲートウェイ135の追加を例示する。ゲートウェイ135は、アナログ電話回線通信機能（PSTN）136にスイッチ129を接続する。WPBXシステム200が、PSTNに接続される他の遠距離通信システム（図示せず）に発信の呼び出しを送ること、及び、受信の呼び出しを受け取ることを可能にする。ゲートウェイ135は、ハードウェアおよび／またはソフトウェアの中でのように任意の適切な方法で実行されてもよい。

【0047】

ここに使用されるように、「ゲートウェイ」は2つの異なる通信ネットワーク間の論理的或いは物理的な接続である。メッセージ或いは情報の重要な転換を要求しないポイントの意味する「ポート」と対比されるように、その用語は、作動のための、情報或いは通信のいくつかの様相の変換の必要性を意味する。ゲートウェイは既知である。

【0048】

図3Bは、図2のWPBXシステム200へのゲートウェイ137の追加を例示する。ゲートウェイ137は、標準の構内交換機（PBX）138にスイッチ129を接続する。これによって、WPBXシステム200は、受信する呼び出しを受け取ることができ、また、PBX138に接続された標準の電話セット139へ発信の呼び出しを送ることができる。図示されるように、PBX138は、PSTN136とインタフェースで接続されている。従って、WPBXシステム200は、PSTNに接続された他の遠距離通信システム（図示せず）と通信することができる。

10

20

30

40

50

【0049】

図2に例示されるように、すべての基地局123、124、125およびスイッチ129のための接続をもつことは、一般にコスト効率が良くない。むしろ、リアル・タイムの相互作用あるいは同期化が要求されない場合、共有されるローカル・ネットワーク（例えばIEEE 802.2イーサネット（登録商標）のようなローカル・エリア・ネットワーク）は、コスト効率の良いやり方でこれらのユニットを接続することができる。

【0050】

図4は、通信リンクを介して接続されている複数の（3つが示されている）基地局123、124、及び125（図2と比較）を例示し、その通信リンクは、基地局123、124、及び125、スイッチ129、およびこの例においてはPSTN136へのゲートウェイ135の間の情報の転送を処理するローカル・エリア・ネットワーク（LAN）140である。通信バックボーンとして標準のローカル・エリア・ネットワーク（LAN）を使用することは、IVR（対話型の音声レスポンス）、ボイス・ロッジャー、ボイス・メール、および課金システムのような他の電話術アプリケーション・サーバ（図示せず）を備えた単純な統合を可能にする。LAN140は、有線或いは無線とすることができる。

【0051】

図2、3A、3B、及び4は、WPBXの主要な構成要素が互いに接続され、他の通信システム（PSTN、PBXなど）とインタフェースで接続されることができ多くの手段を一般的な様式で例示する。

【0052】

オフィスWPBX適用については、スイッチ129が、何百もの呼び出しのスイッチングを同時に処理するために必要になった処理力を持つ標準のコンピュータであってもよい。それは、多数サーバ環境の中での動作をサポートするべきである。これは、標準のサーバ・ハードウェアで達成することができる。家庭WPBX適用については、スイッチ129が1つの基地局の一部、あるいはいくつかの基地局の一部であってもよい。

【0053】

＜呼び出しセットアップ手順＞。

図5、6及び7は、「発生」基地局（例えば123）での、「受信」基地局（例えば124）での、およびスイッチ（例えば129）での単一の呼び出しのための呼び出しセットアップ手順をそれぞれ例示する。送受器（例えば121）と、それが接続される基地局（例えば123）の間の呼び出しセットアップは、標準の電話術プロトコル（例えばITU-T Q.931）によって適切に実行される。同様のプロトコルはブルートゥース・プロトコル・スタックの一部である。しかしながら、本発明は、呼び出しセットアップ用の特定のプロトコルに制限されない。

【0054】

図5は、基地局に接続される送受器（例えば121）が呼び出しを始めようとするときに親基地局（例えば123）によって実行される呼び出しセットアップ手順を例示する。ステップ151で示されるように、呼び出しを発する送受器は宛先番号（DN）を送信する。次のステップ152では、親基地局（例えば123）が、「基地局接続テーブル」の中に宛先送受器（例えば133）があるかどうかをチェックする。言い換えれば、宛先送受器が親基地局のカバー領域に存在するかどうかをチェックする。もし存在しなければ（ステップ152、「N」）、ステップ160では、宛先番号（DN）は、中央のWPBXスイッチ（例えば129）へ通信リンク（例えばLAN140）を介して送られる。親基地局はタイムアウトをセットし、スイッチからの返答を待つ（ステップ161）。ステップ161でセットされたタイムアウトは適切に約5秒以内である。次に、タイムアウトがあるかどうかステップ162で判定される。

【0055】

タイムアウトがある場合（ステップ162、「Y」）、基地局は親送受器に使用中の表示（適切には1つの音）を送信し（ステップ177）、スイッチは呼び出しの失敗について更新される（ステップ178）。タイムアウトがない場合（ステップ162、「N」）、

10

20

30

40

50

親基地局は、宛先基地局のアドレスを受け取る（スイッチから）（ステップ163）。その後、親基地局は宛先基地局を呼び出し（ステップ164）、宛先基地局の隣（近接基地局）すべての基地局を呼び出す（ステップ180）。その後、親基地局はタイムアウトをセットし、呼び出された基地局（またその隣）からの返答を待つ（ステップ165）。1つより多くの宛先基地局を呼び出すことは、ハンドオフ中の不確実性を克服するために好ましい。ステップ165でセットされたタイムアウトは、適切には約5秒以内である。次に、タイムアウトがあるかどうかはステップ166で判定される。

【0056】

タイムアウトがある場合（ステップ166、「Y」）、基地局は親送受器に話中音を送信し（ステップ177）、スイッチは呼び出しの失敗に関して更新される（ステップ178）。タイムアウトがない場合（ステップ166、「N」）、宛先基地局からの返答が受信され、呼び出しが接続されるかどうかをチェックし（ステップ167）、次に親送受器に接続し（ステップ168）、呼び出しの成功に関してスイッチを更新する（ステップ169）。

10

【0057】

ステップ163において宛先基地局のアドレスが受信されない場合（N）、呼び出しの宛先がスイッチ自体であるかどうかを判定する（ステップ170）。そうであるならば（ステップ170、「Y」）、別の基地局へ呼び出しを送信するためのそれに似た手順が実行され、それ以外は、呼び出しは、別の基地局ではなくスイッチへ送信される（ステップ171）。その後、親基地局はタイムアウトをセットし、スイッチが返答するのを待つ（ステップ172）。タイムアウトは適切に約5秒以内である。次に、タイムアウトがあるかどうかはステップ173で判定される。

20

【0058】

タイムアウトがある場合（ステップ173、「Y」）、基地局は親送受器に話中音を送信し（ステップ177）、スイッチは呼び出しの失敗に関して更新される（ステップ178）。呼び出しが接続されるとスイッチが答える場合、タイムアウトはなく（ステップ173、「N」）親基地局が送受器と接続し（ステップ175）、呼び出しのステータスに関してスイッチを更新する（ステップ176）。

【0059】

親基地局のカバー領域に宛先送受器があると判定され（ステップ152、「Y」）、話中信号が返されない場合（ステップ153、「N」）、親基地局は宛先送受器に呼び出しを接続する試みを行い（ステップ154）、また、すべての近接基地局に呼び出しを接続する試みを行う（ステップ181）。この場合もやはり、近接基地局の呼び出しは、呼び出しセットアップ中に送受器を移動させるような不確実性を克服するために好まれる。その後、親基地局は、タイムアウトをセットし、スイッチが返答するのを待ち（ステップ155）、呼び出しを接続するか（ステップ158）或いは接続を切り（ステップ177）、スイッチを更新する（ステップ159あるいは178）という、上述の手順と似た手順を実行する。

30

【0060】

要約では、親基地局（例えば123）によって実行された呼び出しセットアップ手順は、まず親基地局が、親送受器（例えば121）からの呼び出し要求が以下のいずれに対してなされるかを判定することである：

40

- a. 親基地局のカバー領域中のDNであって（例えばステップ152）、この場合、親基地局が、その近接基地局にさらに呼び出しを接続することを試み（ステップ181）、
- b. 別の親基地局のカバー領域中のDNであって（例えばステップ164）、この場合、親基地局が、宛先基地局に近接する基地局にさらに呼び出しを接続することを試み（ステップ180）、
- c. WPBXカバー領域の外部のDNであって、呼び出し要求が、スイッチに関連したゲートウェイ（図7を参照）を通じて行われる（ステップ170、171）。

【0061】

50

これら各場合に、親基地局は、その後、

- d. タイムアウトをセットし（ステップ155、165、172）、
- e. スイッチが、呼び出しが接続されている（ステップ157、167、174）と返答するのを待ち（ステップ156、166、173）、
- f. 親送受器と接続し（ステップ158、168、175）、
- g. 呼び出しのステータスに関してスイッチを更新し（ステップ159、169、176）、
- h. 新しいイベント（新しい呼び出しセットアップ）のために待機する（ステップ179）。

【0062】

図6は、宛先基地局（例えば124）で実行された呼び出しセットアップ手順を例示するものであり、その宛先基地局は、呼び出しが別の基地局あるいはスイッチからのものであるかどうかの呼び出しを受ける。伝えられるところでは、宛先基地局が、そのカバー領域内にある送受器（例えば133）への呼び出しを接続するための要求（ステップ201）を受け取るとき、宛先基地局は、第1に、送受器が既に宛先基地局と通信している（接続された）かどうかをチェックする。送受器が基地局に既に接続されている場合（ステップ202、「Y」）、基地局は送受器に呼び出しを接続しようとする。タイムアウトは再び約5秒以内セットされ（ステップ203）、基地局は待機する（ステップ204）。

【0063】

タイムアウトが生じる場合（ステップ204、「Y」）、あるいはタイムアウトが生じない（ステップ204、「N」）が、呼び出しを接続することができなかった場合（ステップ205、「N」）、宛先基地局は、親基地局（あるいは場合に応じてスイッチ）に呼び出しセットアップ失敗（「接続できない」）の表示を返信する（ステップ208）。しかしながら、接続が成功すれば（ステップ205、「Y」）、基地局は、親基地局に呼び出しセットアップ成功（「呼び出しが接続されている」）の表示を返信する（ステップ206）。いずれの場合（呼び出しが接続されている、接続することができない）も、宛先基地局は、親基地局のすべての近接基地局へ同様の表示を再度送信し（ステップ211、212、それぞれ）、近接基地局に返答を送信することが、ハンドオフ中の不確実性を克服する。両方の場合において、スイッチは、ステップ207および209でそれぞれ更新される。最後に、基地局は、新しいイベント（新しい呼び出しセットアップ）を待つ（ステップ210）。

【0064】

図7は、スイッチ（例えば129）で実行された呼び出しセットアップ手順を例示する。スイッチは2つのタイプのメッセージを処理し、一方は新しい呼び出しを確立する要求であり、他方は呼び出しのステータスへの更新である。ステップ231では、要求が新しい呼び出しのための要求（ステップ231、「Y」）であるのかあるいは呼び出しを更新するための要求（ステップ231、「N」）であるのかを判定する。

【0065】

到着するメッセージが呼び出しを更新する要求（ステップ231、「N」）である場合、「呼び出しテーブル」の更新が一般に要求される（ステップ254、「Y」）。スイッチは、それが、呼び出しが接続されるという表示を受け取るかどうかをチェックする（ステップ255）。呼び出しが接続される場合（ステップ255、「Y」）、呼び出しのステータスは呼び出しテーブルの中で更新される（ステップ256）。そうでなければ（ステップ255、「N」）、その呼び出しは呼び出しテーブルから取り除かれる（ステップ257）。

【0066】

到着するメッセージが新しい呼び出しを始める要求（ステップ231、「Y」）である場合、スイッチはWPBXに接続された送受器に対する呼び出しが意図されるかどうかをチェックする（ステップ232）。これはその「接続テーブル」のチェックにより行われる。呼び出しが外部のWPBX（例えばPSTN136を介した）との接続のために意図さ

10

20

30

40

50

れる場合、スイッチは、宛先番号（DN）が法的な（有効）番号であるかどうかをチェックする（ステップ233）。DNが有効な番号である場合（ステップ233、「Y」）、ステップ234では、スイッチはゲートウェイ（例えば135）に呼び出しを転送し、タイムアウトをセットし（ステップ235）、待機する（ステップ236）。そうでなければ（ステップ233、「N」）、プログラムが終了する。

【0067】

ゲートウェイによる接続が成功した場合（ステップ236、「N」）、呼び出しが接続されるかどうか判定される（ステップ237）。呼び出しが接続される場合（ステップ237、「Y」）、スイッチは、スイッチに呼び出しを転送することを親基地局から要求し（ステップ238）、親基地局との接続を待つ（ステップ239、240）。接続が成功し、呼び出しが接続される場合（ステップ242、「Y」）、呼び出しは、「呼び出しテーブル」に加えられ（ステップ243）、呼び出しはゲートウェイを経て送信される（ステップ244）。接続が失敗した場合（ステップ240「Y」；あるいはステップ242、「N」）、ゲートウェイとの接続は切断される（ステップ241）。 10

【0068】

呼び出し宛先が基地局のうちの1つである場合（ステップ259）、その出所は別の基地局（ステップ249）であってもよいし、あるいはゲートウェイ（ステップ245）であってもよい。出所が別の基地局である場合、スイッチは、親基地局へ、宛先基地局のアドレスを送信し、「呼び出しテーブル」に呼び出しを加える。呼び出しがゲートウェイから到着した場合、スイッチは、宛先基地局に呼び出しを接続しようとする（ステップ245 20）。それが成功すれば、呼び出しは「呼び出しテーブル」に加えられ（ステップ252）、その呼び出しは宛先へ転送される（ステップ253）。それが失敗すれば、ゲートウェイとの接続が切断される。

【0069】

さらに、1つより多いゲートウェイがPSTNへのWPBXに接続する場合、例えば、2つの支店が単一のWPBXを共有し、それぞれがPSTNに対する独立した接続を有している場合に、図7に記述された手順は適用可能である。主な違いは、スイッチが発信の呼び出しを処理する時、どのゲートウェイに対して呼び出しを送るかを決定する点であろう。これは任意に行うことができ、あるいは前もって決めておくことができる。図7の中で 30 上述されるように、受信する呼び出しの処理は進むであろう。

【0070】

図5、6および7は、単一呼び出しの処理のための呼び出しセットアップ手順を例示する。基地局あるいはスイッチのいずれかが、1つより多くの呼び出しを処理することを必要とするとき、これらの手順のいくつかの例は平行して実行することができる。その目的のために、基地局ソフトウェアおよびスイッチ・ソフトウェアの両方は、好ましくは、マルチタスキングをサポートするリアル・タイム・オペレーティング・システムに基づく。個々の新しい呼び出しについては、新しいタスクが作成され、そのタスクは、図5、6および7に記述された手順を実行するであろう。手順が終わる時、そのタスクは終了するであろう。

【0071】

非常に多くの基地局を備えたシステムでは、各スイッチの制限のある処理力のために、スイッチを2ユニット若しくはそれ以上に分割することが望ましいかもしれない。スイッチを数ユニットに分割することは、全システムをシャットダウンする失敗の単一のポイントを持つ可能性を除去することで、WPBXの信頼度を改善することができる。 40

【0072】

図22は、基地局を2つに分割する例を示すものであり、そのうちの第1のグループ（グループA）1050は、複数の基地局（4つが示される）1050a、1050b、1050c、および1050dからなり、第2のグループ（グループB）1051は、複数の基地局（4つが示される）1051a、1051b、1051c、および1051dからなる。 50

グループ A の基地局は、第 1 のスイッチ（スイッチ A）1052 に接続され、グループ B の基地局は第 2 のスイッチ（スイッチ B）1053 に接続される。基地局およびスイッチは、図 5、6 および 7 に記述された手順に従って機能する。スイッチはすべて、他のスイッチのステータス・テーブルをすべて映し出し、つまり、「呼び出しテーブル」及び「接続テーブル」は互いのコピーをもつ。スイッチがそのステータス・テーブルのうちの 1 つを更新する場合、それは他のすべてのスイッチへ情報を送信し、従ってスイッチはそれらのテーブルを更新する。このプロセスが信頼できるものとなるように、他のスイッチは、メッセージが受け取られたという表示を送るであろう。親スイッチが T1 ミリ秒以内のそのような返答を受け取らない場合、親スイッチはメッセージを再送信するであろう。再送信は P 回まで繰り返されるであろう。例えば、T1 は 100 に等しいものとする。また、P は 5 に等しいものとする。 10

【0073】

2 より多いスイッチが採用されること、及び、対応する 2 つより多い基地局のグループが採用されることは本発明の範囲内である。上述されるように、スイッチはすべて互いのステータス・テーブルを映し出し、そして更新するであろう。2 個のスイッチ 1052 および 1053 の記述は、制限ではなく典型的になるように意図される。

【0074】

<呼び出しテーブル>

スイッチ（129）は「呼び出しテーブル」を維持し、このテーブルは、WPBX によって処理されるアクティブな全ての呼び出しについてのステータスおよび情報を含んでいる 20

。「呼び出しテーブル」は以下の情報を含む：

- 1) 個々のアクティブな呼び出しは独自の「呼び出し識別番号」を持つ。
- 2) 「内部」或いは「外部」のいずれかに存在可能な呼び出しの出所。
- 3) 「内部」或いは「外部」のいずれかに存在可能な呼び出しの宛先。
- 4) 「呼び出しの番号識別（CNID）」、利用可能であるならば呼び出しパーティーの番号。
- 5) 宛先番号（DN）、利用可能であるならば応答パーティーの番号。
- 6) 内部出所からの呼び出しのための「親基地局識別」
- 7) 内部宛先からの呼び出しのための「宛先基地局識別」 30
- 8) 開始され、接続され、接続が切断された、呼び出しのステータス
- 9) 呼び出し開始時間、ハンドオフ数、最後のハンドオフからの時間等のような、課金、パフォーマンス分析のための追加情報。

【0075】

送受器が或る基地局から別の基地局へ移動する場合、「親基地局識別」及び「宛先基地局識別」が更新される。スイッチは、ハンドオフが生じるべきと判定する場合にこれらのフィールドを更新する。ハンドオフの間、短時間、これらのフィールドの有効性に関して不確実性があるかもしれない。基地局は、図 5 及び図 6 に関して上述されるように（例えばステップ 180、181、211、212 を参照）、基地局の群に呼出しセットアップ・メッセージを「マルチキャストリング」することによって不確実性を補う。 40

【0076】

上述された手順は、ゲートウェイ及び送受器がサポートできる独自の全ての電話術特徴を WPBX が処理することを制限しない。例えば、各接続が個別の呼出しとして扱われる場合、多数の接続は、送受器間、及び送受器とゲートウェイ間で作成されることができる。別の例は、ゲートウェイが送受器に送信できる「呼出し人 ID」である。別の例は、送受器がゲートウェイへパスできる「ホック・フラッシュ」（瞬間的な切断）である。WPBX はこれら全ての電話術特徴のための、ユーザに気づかれない中継の役割をする。

【0077】

<高レベル及び低レベル・プロトコル>

上述された説明では、以下のことが一般的に仮定される：

1. 各基地局は、どの送受器がそのカバー範囲にあるか認識している。
2. スイッチは、全ての基地局の接続を認識している。
3. 接続はユーザ、及びまた上述された高レベルの呼出しセットアップ手順にとって静止して見える。

【0078】

これら3つの仮定を実現する可動性を達成する方法は、詳細に以下に詳述される。

【0079】

本発明によれば、短距離通信プロトコル・スタックは2つの部分、つまりリアル・タイム・タスクを実行する低レベル・プロトコルと、リアル・タイム必要条件を持たない高レベル・プロトコルとに分割される。

10

【0080】

例えばブルートゥース短距離通信プロトコル・スタックでは、低レベル・プロトコルは無線周波数(RF)伝送器、及びベース・バンド制御器である。ブルートゥース・プロトコルが周波数ホッピング伝送を利用するので、ベース・バンド制御器はRF上でリアル・タイム制御を実行する。ベース・バンド・プロトコルは更に、伝送の各時間スロット(つまり各周波数ホップ)のために、どんな情報が伝送されるかを決定する。ベース・バンド・プロトコルは更に、音声コード化、エラー訂正、暗号化及び認証を扱う。例えば、ブルートゥース・スタックのより高いレベルのプロトコルは、「ベース・バンド」によって作られたチャンネルをどんな情報が通過するのかを決定し、作動状態(例えば、アクティブ、ポーリング、パークされた)を決定する「リンク・マネージャ」を含む。

20

【0081】

リアル・タイム能力を要求する低レベル・プロトコルは基地局で実行される。より高レベルのプロトコルはスイッチにおいて実行される。(しかしながら、以下に記述されるように、たとえそれらがリアル・タイム能力を要求しなくても、特定の高レベル・プロトコルもまた基地局で実行することができる。)スイッチは、より高いレベルのプロトコルからより低いレベル・プロトコルへのデータのルート割当を処理する。(呼出しルート割当タスク282は、より詳細に以下に記述される)。したがって、より高いレベルのプロトコルは、それらが制御している、より低いレベルのプロトコルがどの基地局で実行されるかについて「認識している」必要がない。

【0082】

30

図8A及び図8Bは、2つの送受器121、133、及び2つの基地局123、124、並びに1つのスイッチ129を備えたWPBXシステム800の例を示す。この例においては2つの呼出しが処理される。ゲートウェイ(例えば135、137)は例を明瞭にするために省略される。上記に言及されるように(例えば図22を参照)、スイッチは幾つかのユニットに分割されることができる。

【0083】

図8Aに示されるように、送受器121は現時点で基地局123と通信(接続)しており、送受器133は現時点で基地局124と通信している。低レベル・プロトコルの例280は基地局123上で実行しており、また低レベル・プロトコルの別の例281は基地局124上で実行している。低レベル・プロトコルの各例は1つの呼出しのみをサポートする。同様の方法でスイッチ129は、送受器121を備えた呼出しのための高レベル・プロトコルの例283を処理し、また送受器133を備えた呼出しのための高レベル・プロトコルの別の例284を処理する。単一の呼出しルート割当タスク282は、低レベル・プロトコルと高レベル・プロトコルの例の間で正確な宛先へ転送されるデータを処理する。

40

【0084】

図8Aに示されるように、呼出しルート割当タスク282は、低レベル・プロトコルの例280から高レベル・プロトコルの例283へ到達するデータ、及び低レベル・プロトコルの例281から高レベル・プロトコルの例284へ到達するデータのルートを割り当てる。高レベル・プロトコルと低レベル・プロトコル間の相互作用が通常比較的まれである

50

ので（例えば呼出しセットアップ）、呼出しルート割当タスクからの厳密なリアル・タイム必要条件は存在しない。呼出しルート割当タスク 282 は、図 12 に関して、より詳細に以下に記述される。

【0085】

図 8 B に示されるように、送受器 133 は、基地局 123 によってカバーされる領域へ移動したとして示される。基地局 123 は、以前に基地局 124 上で実行した低レベル・プロトコルの例 281 のコピー 281' の作成によって送受器 133 との通信を処理する。これは、基地局の変更が生じたことを認識せずに送受器 133 が通信を継続することを可能とする。呼出しルート割当タスク 282 は、基地局 123 上で実行している低レベル・プロトコルの例 281' からスイッチ 129 上で実行している高レベル・プロトコルの例 284 へ到達するデータのルートを割り当てる。 10

【0086】

送受器と基地局との各接続のために、送受器に接続された基地局で実行している低レベル・プロトコルの個別の例、及びスイッチで実行している高レベル・プロトコルの対応する個別の例がある。これらの例は接続が開始されるとき、必要とされるに従って作成される。好ましくは、リアル・タイム・マルチタスキング・オペレーティング・システムは、基地局及びスイッチでプロトコルの多数の例の処理を同時に可能とするために用いられる。接続開始中及びその後、及びハンドオフの間にスイッチが使用する手順は、より詳細に以下に言及される。

【0087】

<ハンドオフの間の基地局の同期化>

以下に続く記述は、ある基地局から別の基地局への呼出しのハンドオフの間に実行される手順に関する。送受器が現時点で接続されている基地局は「現時点の」基地局と称される。送受器がハンドオフされている基地局は「次の」基地局と称され、典型的には「隣接する」基地局である。一旦ハンドオフが生じたならば、この隣接／次の基地局は「現時点の」基地局になる。また、そこから送受器が移動した基地局は「前の」基地局になる。 20

【0088】

本発明の 1 つの側面によれば、送受器は可動性（つまりハンドオフ）をサポートするために特に装備される必要はなく、或いはサポート可能な仕様とされる必要がない（好ましくはそうされていない）。したがって、送受器が或る基地局から別の基地局に移動するとき、現時点及び次の基地局は、好ましくは通信における著しい中断なしに送受器との通信を継続することに対して責任があり、また送受器がそこへ移動した次の基地局は、送受器がそこから移動した前の基地局の伝送がしたであろうように、本質的に正確に伝送すべきである。この例の言及のために、どの基地局から送受器が移動し、どの基地局に向かって送受器が移動しているのかが認識されており、またハンドオフの正確なタイミングも認識されていると想定される。これらの問題はより詳細に以下に記述される。 30

【0089】

図 9 A、9 B、9 C は一般的な方法で、2 つの基地局 123 及び 124 と WPBX の単一の送受器 121 の間に起こるハンドオフを示す。

【0090】

図 9 A は、短距離通信リンク 122（例えばブルートゥース無線通信リンク）を介して基地局（基地局 #1）123 と通信（接続）する送受器 121 を示す。「現時点の」基地局 123 は LAN 140 上へ、呼出しパラメータ及びおおまかな同期化情報を、その 1 つが基地局 #2 124 として示される隣接基地局へ送信する。この方法では、隣接する基地局は、それらが現時点の基地局から呼出しのハンドオフを受信するための「候補」基地局であることを「認識」している。現時点の基地局によって、候補である次の基地局へ一斉通報される情報は、低レベル通信プロトコル状態及びパラメータを含んでおり、このことはより詳細に以下に詳述される。基地局 123 から基地局 124 へのこの通信は、矢印 141 によって示され、そこに含まれた情報は基地局間のおおまかな（粗い）同期化を達成するために用いられる。この情報は時間において正確である必要がないので、基地局を 40 50

すべて接続するデータリンク（例えば LAN 140）上で伝送することができる。

【0091】

図9Bは今まさに生じようとしているハンドオフを示す。ここにおいて、送受器121は、基地局123及び124の両方によってカバーされる領域に位置している。基地局124は、現時点の基地局123で正確な（最適な）同期化を達成するためにこの状況を使用する。次の基地局124はこれにより、ハンドオフの後、ハンドオフが生じなかった場合に前の基地局123が伝送していたとして、実質的に正確に伝送することができる。隣接する基地局間のこの最適な同期化をもたらす方法は、より詳細に以下に詳述される。

【0092】

同期化の重要なパラメータは日時（TOD）であり、事実上、希望のいかなる正確さのレベル（例えばマイクロ秒）で決定することができる。TODの最適な同期化を達成するために、より詳細に以下に記述されるように、送受器121を待つ基地局124は、送受器と現時点で通信している送受器121或いは基地局123のどちらかの伝送を受動的にモニタする。図9Bでは、次の候補基地局#2 124がモニタできる、2つの起こりうる最適な同期化信号が示され、基地局#1 123から発信される信号142、及び送受器121から発信される別の信号143が示される。

【0093】

図9Cは、現時点及び次の基地局の範囲内にあるビーコン・トランスミッタ299からのビーコン信号の使用によって基地局123及び124の同期化が達成されることを示し、この場合、低レベル・プロトコルのための正確な（最適な）同期化を達成することができる。基地局の同期化を達成するために、ビーコン・トランスミッタ299は、基地局123及び124の両方へビーコン信号144を伝送する。この図中では2つのみが示されるが、この方法は多数の基地局の同期化を考慮に入れている。この場合、LAN 140上に同期化情報を伝送する必要はない。呼び出しパラメータ（例えば低レベル・プロトコル）は、矢印141'によって示されるように、現時点の基地局と隣接する次の候補基地局との間で通信されさえすればよい。

【0094】

＜ブルートゥース短距離無線通信プロトコル＞

上述されるように、送受器を備えた短距離通信プロトコルは、低レベル・プロトコルがリアル・タイム必要条件を有することから、基地局が処理するより低いレベルのプロトコルと、高レベル・プロトコルがリアル・タイム必要条件を要求しないことから、スイッチが処理するより高いレベルのプロトコルとに分割される。ブルートゥース無線通信技術は、このような短距離通信プロトコルの例である。表1では、このような低レベルと高レベルのプロトコル中へのブルートゥース短距離無線通信プロトコルの分割が示される。

【表1】

10

20

30

通信プロトコル

要素 (プロトコル名)	プロトコルの説明 (ブルートゥース・プロトコル)	リアル・タイム 必要条件	レ ベ ル / どこで
ラジオ周波数 (RF)	変調構成、及び 周波数帯域の決定	リアル・タイム で要求されるラ ジオ周波数の制 御、各符号の変 調	低/ 基地局
ベース・バン ド	周波数制御、チャンネル決 定、伝送／受信制御、暗号 化、エラー訂正、認証	リアル・タイム でのホッピング 周波数の制御、 各ホップにどの パケットが送ら れるかの決定。 各ホップに対す る暗号化／エラ ー訂正。正確な 時間の同期化	低/ 基地局
リンク・マネ ージャ	リンク・セットアップ制御	無し	低 或 い は高/ 基 地 局 或 い は ス イ ッ チ
ホスト制御 器 インタフェ ース	プロトコル・スタックとよ り低レベルの実行間での通 信	無し	低 或 い は高 基 地 局 或 い は ス イ ッ チ
論理リンク・ マネージャ	高レベル・プロトコルのマ ルチプレクシング、パケッ トのセグメント化及び再ア センブル、サービス・マネ ジメントのクオリティ	無し	高/ ス イ ッ チ
サービ ス 発 見	ブルートゥース装置による 利用可能なサービスの発見	無し	高/ ス イ ッ チ

10

20

30

40

RF COMM	ETSI TS 07.101 標準のサブセット、論理リンク・マネージャ上でのシリアルポートのエミュレーション	無し	高／スイッチ
Ird 相互作用	ブルートゥース及び赤外線プロトコル上のアプリケーションのための相互作用	無し	高／スイッチ
電話術制御プロトコル	制御信号の呼出し及びスピーチの確立及びブルートゥース装置間のデータ呼出し	無し	高／スイッチ
WAP 運搬体としてのブルートゥース技術のための相互作用必要条件	WAP のための通信運搬体として PPP を備えたブルートゥース・プロトコル	無し	高／スイッチ
ホスト制御インタフェース	ベース・バンド制御器、リンク・マネージャ、及びステータス情報へのアクセスに対するコマンド・インタフェース	無し	高／スイッチ
汎用的アクセス・プロトコル	サービスの発見及びブルートゥース装置の接続のための汎用的手順	無し	高／スイッチ
サービス発見アプリケーション・プロフィール	他のブルートゥース装置中のサービスを発見する目的の、ブルートゥース装置中のアプリケーションのための手順	無し	高／スイッチ
コードレス	オール・イン・ワンにおける手順	無し	高／
電話術プロフィール	送受器		スイッチ
内部通信プロフィール	オール・イン・ワン送受器における内部通信特徴のためのサポート	無し	高／スイッチ
シリアルポート・プロフィール	シリアル・ケーブルのエミュレーションのための手順	無し	高／スイッチ

10

20

30

40

ヘッドセット・プロフィール	ブルートゥース無線リンクでのヘッドセットの使用	無し	高／スイッチ
ダイヤル・アップ・ネットワーク・プロフィール	ブルートゥース無線技術を備えた装置中のダイヤル・アップ・ネットワークのためのサポート	無し	高／スイッチ
FAX プロフィール	ブルートゥース無線技術を備えた装置での FAX 送信或いは受信のためのサポート	無し	高／スイッチ
LAN アクセスプロフィール	ブルートゥース無線技術を備えた装置がどのように PPP を備えた LAN にアクセスできるかの決定	無し	高／スイッチ
汎用的オブジェクト交換プロフィール	汎用的オブジェクト交換の可能性を決定する	無し	高／スイッチ
オブジェクト・プッシュ・モデル・プロフィール	オブジェクト・プッシュ・モデルのためのサポート	無し	高／スイッチ
ファイル伝送プロフィール	ファイル伝送のためのサポート	無し	高／スイッチ
同期化プロフィール	例えば PDA、ラップトップなど、ブルートゥースを使用可能とした装置の同期化	無し	高／スイッチ

10

20

30

40

50

【0095】

表1は、ブルートゥース・プロトコルの要素を、現在実行されるように一般的に示す。他のプロフィールを今後加えることが可能であり（或いは既に加えられたかもしれない）、またこれらのプロフィールが厳密なリアル・タイム必要条件を持たない高レベル・プロトコルになることが予想される。

【0096】

表1で示されるように、リンク・マネージャ及びホスト制御インタフェースは、基地局或いはスイッチのどちらかで実行される。リンク・マネージャ及びホスト制御器インタフェースはリアル・タイム・パフォーマンスを要求しないが、それらは基地局のベース・バンド制御器において容易に実行される。低レベル・プロトコルの一部として、どのような高レベル・プロトコルも基地局で実行されることは発明の範囲内であるが、その後それらはハンドオフに加わる。

【0097】

低レベル及び高レベルのプロトコルを分割する発明技術によれば、高レベル・プロトコルは、基地局及びスイッチ上で実行するルート割当タスクによって、ハンドオフの発生から「バッファ」される。したがって本発明は、高レベル・プロトコル（例えば LAN アクセス、WAP、FAX、FTP）のいずれもサポートするブルートゥース無線通信技術を備えた装置の可動性を許容する。上述されたコードレスホンの可動性のための解決は、いかに方法が利用されるかの例にすぎない。

【0098】

図8A及び図8Bに関して上述された、同じ接続（例えば281、281'）を表わす低レベル・プロトコルの異なる例は同期化される必要がある。表2は、基地局が同期化させる低レベル・プロトコルの要素（パラメータ）を表す。各要素については、おおまかな、或いは最適な同期化が要求されるかどうかについてもまた示している。ここでもまた、プロトコルは、ブルートゥース短距離通信プロトコルとの関連において例を通して詳述される。

【0099】

おおまかな同期化は、基地局を接続するローカル・エリア・ネットワーク（例えばLAN 140、図9A、9Bを参照）を介して達成される。最適な同期化は、より詳細に以下

10

【表2】

低レベル・プロトコルの同期化

要素／ パラメータ	説明	同期化方法
装置アドレス	基地局の独自のアドレス、ホッピング・シーケンスの決定、キーの暗号化及びキーの認証	LAN 経由
TOD	マイクロ秒で計測された日時はホッピング・シーケンスの正確なタイミングを決定する	LAN 経由のおおまかな同期化、他の方法による最適の同期化
SCO	同期化した音声チャンネル割当	LAN 経由
FEC	エラー訂正パラメータを転送	LAN 経由
暗号化キー	データ及び音声を暗号化するために使用	LAN 経由
同期化キー	接続を開始するために使用	LAN 経由
音声コーディング	音声コーディング方法： CVSD 或いは PCM	LAN 経由
AM_ADDR	ピコセルにおける要素のアドレス	LAN 経由
PM_ADDR	パークされた送受器のアドレス（送受器がアクティブでない時、エネルギー節約モード）	LAN 経由
ACL	非同期データリンクの決定	LAN 経由
FIFO	FIFO のデータ	データのフラッシュ、及びハンドオフの間データを停止させるためにフロー制御を使用

20

30

40

【0100】

50

表 2 に記載されたパラメータは T O D を除いて全て、ハンドオフに先立って、ローカル・エリア・ネットワーク（例えば L A N 1 4 0 ）、或いは基地局を接続する他の通信リンクを通じて送信することができる。図 9 A に関して上述されるように、おおまかな（粗い）T O D も L A N を通じて送信することができる。

【0101】

ブルートゥース・プロトコル・スタックの他の部分のうちの 1 つが基地局で実行される場合、これもまたハンドオフに加わる。ローカル・エリア・ネットワーク（L A N 1 4 0）を介して内部状態パラメータを送信することにより、上述されるように、異なる基地局の同じプロトコルの例の同期化が行われる。例えば、基地局のリンク・マネージャ及びホスト制御器インタフェースの実行によって、これらのプロトコルの内部状態パラメータは、送受器に接続される基地局によって隣接する基地局へ一斉通報される。 10

【0102】

＜最適な同期化＞

T O D の最適な同期化を達成するために、上記に言及されるように、送受器を待っている基地局は、送受器及び／又は送受器と現時点で接続されている基地局の伝送を受動的にモニタすべきである。図 9 B では、受信する（次の）基地局 1 2 4 がモニタできる 2 つの起りうる信号が示され、1 つは基地局 1 2 3 から発信され、もう 1 つは基地局 1 2 3 に現時点で接続される送受器 1 2 1 から発信される。

【0103】

本発明によれば、次の基地局 1 2 4 は、現時点の基地局 1 2 3 から同期化信号を受信することによって最適に同期化される。通常、基地局 1 2 4 は基地局 1 2 3 から信号を受信しない。したがって、基地局 1 2 3 から同期化信号を受信する基地局 1 2 4 を促進するために、基地局 1 2 3 は通常の伝送中よりも高い伝送出力で周期的に伝送する。これは、基地局 1 2 4 が基地局 1 2 3 から、スペクトルの劣化を本質的に増長させることなく伝送を受信することを可能とする。発明技術は周波数ホッピングに関して詳述される。各ホップで周波数を変更する技術を含めて、周波数ホッピング技術はよく知られている。 20

【0104】

図 1 0 は、多数の（一連の）連続ホップ 2 9 0 のために、送受器と現時点で接続されている基地局（例えば 1 2 3）の伝送出力を制御するための技術を示す。グラフの縦軸は基地局の伝送出力（任意のユニット中の）であり、水平軸は時間である。T h はホップ 2 9 0 の継続時間である。この例においてホップ 2 9 0 はすべて等しい継続時間を持つ。T p は連続ホップ（或いは「ホップ・タイム・スロット」）の時間間隔であり、この例において、連続ホップの間隔は一定である（時間において等しい間隔をあけられている）。各ホップ 2 9 0 の通常の伝送出力は P 0 である。例えば短距離通信システムでは、基地局の通常の伝送出力 P 0 は適切には約数百ミリワットである。 30

【0105】

本発明に従って、基地局とその隣接基地局間の同期化を達成するために、すべての K 番目ホップ 2 9 0 ' は、増加した出力 P 1 で伝送される「同期化」ホップである。P 1 は、P 0 より本質的に適切に（例えば 2 - 1 0 回）大きい。トランスミッタが伝送周波数を各ホップにおいて変更する時、すべての K 番目（同期化）ホップはまた異なる周波数で伝送される。 40

【0106】

或いは、高い出力 P 1 で伝送される同期化ホップ 2 9 0 ' 間に、可変時間間隔（T p）が提供されることは本発明の範囲内にある。例えば、変更 K（K（n）によって表示される。つまりホップ番号「n」のための K）は、最大長シフト・レジスタ・シーケンスのような擬似ランダム・シーケンスによって作成される。擬似ランダム・シーケンスは通信システムでの使用のためによく知られている。

【0107】

ビーコン・トランスミッタ（例えば 2 9 9）が基地局（例えば、図 9 C 参照）を同期化させるのに使用される時（基地局及び送受器から受信された信号に加えて）、ビーコン・ト 50

ランスミッタはKホップでビーコン信号を適切に一回伝送し、また上述されるように、Kは一定であるか、或いは時間（変数）が経過するとともに変化することができる。

【0108】

＜基地局に於ける低レベル同期化＞

図11は、ハンドオフのために待機する基地局1100の重要構成要素及び、基地局に於けるTODと送受器が向かおうとする基地局のTODを正確に同期化させる方法を示す。

また、以下のもの、

- ・タイム・クロック310；
- ・TODカウンタ303；
- ・アンテナ301；
- ・受信器305；
- ・周波数ホッピング発生器304；
- ・エミュレータ307；
- ・相関検出器308；と
- ・加算器（ADD）309

を含む。

図面で示されるとともに以下記述されるように全て接続される。

【0109】

図9Aに関して上記したように、受送器に現時点で接続されている基地局からの大まかなTODは、LAN140のような通信リンク上に於けるハンドオフのために待機する（次の）基地局を利用できる。この大まかなTODはTODカウンタ303（例えば、LAN140のインタフェースを通り）へ提供される。タイム・クロック310は、TODカウンタ303を区分化するクロック信号を発生させる。それ故、TODカウンタ303の出力は、TODの大まかな推定値である（TOD推定値）。TODの大まかな推定値と実際のTODとの間には不確定性（許容誤差）“Tu”が存在し、LAN140を通る伝送に依存している。“Tu”は、システムの物理的構成に従って、特定のWPBXシステムのために直ちに計算される。

【0110】

TODカウンタ及びデバイス・アドレス（メディア・アクセス制御アドレスによって共通に表示された、若しくはMACアドレス）によって出力されたTODの大まかな推定値から、周波数ホッピング・リストは、周波数ホッピング発生器304によって発生され受信器305の出力をエミュレートするエミュレータ307へ供給される。2・Tuのサイズを有するウィンドウに於いて、ホッピング・シーケンスからのたった一つの周波数が選ばれ、そして、受信器305は、2・Tuの存続期間この周波数を待つ。一度2・Tuの期間で、受信器305は、周波数ホッピング発生器304によって発生された信号に応じて、周波数をスイッチする。2・Tuのウィンドウ取得を開始することは、この持続期間中に受信器305が少なくとも1つのホップを捕捉することを確実にする。相関器／検出器308は、受信器の出力（例えば、ベース・バンド若しくは中間周波数信号）及び受信器の出力に於いて現れる信号のエミュレーション307を受信する。TODの大まかな推定値が得られ、またホッピング周波数リスト及び受信器周波数リストからも受信器305の出力はエミュレートされる。エミュレータ307は、受信器周波数及びホッピング周波数の間の一致を絶えず確認し、一致を発見すると周波数及びタイム（大まかなTOD）を相関器／検出器308へ報告する。実際に受信された信号と大まかなTODを基礎としたエミュレーション307と比較することによって、相関器308は、TOD補正（例えば、TOD推定値及び実際のTODとの間の誤差）の最適な推定値を計算する（そして出力する）とともに、これをTODカウンタ303からの大まかなTOD推定値も受信し実際のTODを暗示する信号（“最適なTOD”）を発生する加算器309へ供給される。相関器をベースとしたタイム補正測定は、多くの教科書で記載される標準的な推定方法であり、その装置の例は、以下により詳細に記載される。

【0111】

10

20

30

40

50

呼び出しが手渡される基地局は、どの呼び出しが受信されるか“認識”し、更に（LANを経由して）呼び出しパラメータを受信し、TODを正確に推定することができるので、それは、送受器が間もなく出す基地局として代替的に正確に伝送し、均一なハンドオフを実行できる。上記した如く、低レベル・プロトコル（例えば281'）の反復は、ハンドオフの予想に於ける基地局を受信することが準備されている。

【0112】

＜呼び出しルート割り当てタスク（282）＞

高レベル・プロトコルは、スイッチに於いて実行され、それ故ハンドオフ過程の“認識なし”となる。スイッチに於いて“呼び出しルート割り当てタスク”282（図8A、図8B）は、高レベル・プロトコルを変化する環境から分離する。“呼び出しルート割り当てタスク”282は、送受器及び基地局の間の全ての接続についての情報を含有する“接続テーブル”を維持している。接続テーブルを維持することは、これより以下により詳細に述べられる。次の節から接続テーブルが“呼び出しルート割り当てタスク”282によってどのように用いられるかの例を示す。

10

【0113】

次の情報は、接続テーブルに於いて、

- 1) 送受器ID
 - 2) 現在の基地局ID
 - 3) 高レベル・プロトコルの処理（例）
 - 4) 低レベル・プロトコルの処理（例）
 - 5) ハンドオフのための複数の候補となる基地局
 - 6) ハンドオフのための候補となる基地局のリスト
 - 7) 各候補となる基地局のためのハンドオフ・ステータス（例えば、アイドル状態／開始された状態）のリスト
- を含有している。

20

【0114】

（スイッチに於いて実行する）高レベル・プロトコル及び（基地局に於いて実行する）低レベル・プロトコルがお互いに送信するメッセージは以下のフォーマットである。

1) メッセージ・ヘッダ

- ・発信元
- ・低レベル・プロトコルから
- ・高レベル・プロトコルから
- ・送受器ID
- ・基地局ID
- ・基地局（低レベル・プロトコルの複数の例）に於ける低レベル・プロトコル処理
- ・スイッチ（高レベル・プロトコルの複数の例）に於ける高レベル・プロトコル処理
- ・HEC（ヘッダー誤り訂正）

30

2) メッセージ・データ

3) CRC（巡回冗長検査）

【0115】

図12は、図9Aに関して上記した“呼び出しルート割り当てタスク”282を施行する方法を示す。“呼び出しルート割り当てタスク”282はスイッチ129に於いて実行される。

40

【0116】

第1のステップ351に於いて、呼び出しルート割り当てタスク282は、スイッチ129上で実行する高レベル・プロトコル例の1つから若しくは基地局（例えば、123）上で実行する低レベル・プロトコル例の1つからのメッセージを待つ。そして、ステップ352に於いて、呼び出しが何処から生じたのか決定される。

【0117】

もし、メッセージが基地局の1つから届けば（ステップ352、“Y”）、呼び出しパラ

50

メータは、接続テーブルと比較され（ステップ 353）、メッセージはスイッチ 129 に於いて実行する高レベル・プロトコルの例へ送信される（ステップ 354）。

【0118】

もし、メッセージがスイッチから届けば（ステップ 352、“N”）、送信する低レベル・プロトコル例の ID が“接続テーブル”に於いて位置付けられ（ステップ 353）、メッセージは対応する高レベル・プロトコルの例へ送信される（ステップ 354）。もし、メッセージが高レベル・プロトコルの 1 つから届けば（ステップ 352、“N”）、ハンドオフが開始（進行中）かどうかを決定する（ステップ 360）。もし、ハンドオフが進行中でないなら（ステップ 360、“N”）、呼び出しパラメータは接続テーブルと比較され（ステップ 358）、メッセージが宛先低レベル・プロトコル例が実行されている基地局へ送信される（ステップ 359）。もし、ハンドオフが進行中であれば（ステップ 360、“Y”）、呼び出しパラメータは接続テーブルと比較され（ステップ 355）、メッセージは宛先低レベル・プロトコル例が実行されている基地局に送信される（ステップ 356）。メッセージは、ハンドオフのために候補となる全ての基地局—例えば、近接の基地局—へも送信される（ステップ 357）。次に、メッセージを受信した基地局は、それらが宛先低レベル・プロトコルを実行しているかどうかを確認し、そうでなければメッセージを単に廃棄する。図 12 に示された手順は、単にメッセージを処理する。マルチタスク・オペレーション・システムを使用することによって、これらの手順の幾つかの例を実行し、このようにして 1 つ以上のメッセージを同時に処理することを可能にする。

【0119】

<送受器検出>

このように記述された方法は、通信プロトコルがハンドオフが起こったとき操作を続けることを可能にする。それらは、どの送受器がどの基地局の被覆領域にあるか、送受器がどこを移動中であるか、またハンドオフを実行する最適時間はいつかを決定する能力に依存している。定義によって、ハンドオフは、2 つの基地局間でのみ起こるが、しかし、実際のハンドオフの発起の前の一定時間に於いて、ハンドオフのための候補となる 1 以上の基地局が存在する。ハンドオフのための候補を決定するために、どの基地局が実際にハンドオフに参加するか、またハンドオフを実行する時は、基地局及びスイッチの協調を要求する。

【0120】

上記の議論からはっきりするように、送受器は、積極的にハンドオフ操作に参加することは全くない。それ故に、基地局は、どちらかの伝送情報を受動的に捕捉することによって、若しくは、そのような目的のために用いられる情報を伝送するために送受器を“トリッキング”することによって、どの送受器が被覆範囲内にあるかを決定する。

【0121】

上述した如く、各基地局は、その被覆範囲内に於いて起こっている呼び出しについての情報を全ての近接する基地局へ伝送する。この情報は、共有ローカル・エリア・ネットワーク（例えば LAN 140）のような低帯域幅通信リンクを介して送信された全ての呼び出しパラメータを含む。この情報は、どの送受器が近接する基地局の 1 つからある基地局の被覆範囲へ移動するかを検出するために充分である。

【0122】

図 13 は、ハンドオフを待つ基地局 1300 の概略構成と、基地局に於ける TOD を送受器が離れようとする基地局の TOD へ正確に同期化する方法と、呼び出し期間で基地局の被覆範囲に於ける送受器の到着を検出するための受動的方法を示す。また、以下の

- ・ 3 つの TOD カウンタ 371、380 及び 384（303 と比較する）；
- ・ アンテナ 382（301 と比較する）；
- ・ 受信器 379（305 と比較する）；
- ・ 受信器周波数制御器 375；
- ・ 3 つのホッピング・シーケンス発生器 372、373 及び 374；
- ・ 3 つのエミュレータ 376、377 及び 378；

10

20

30

40

50

・ 3つの相関器 381、382 及び 383（308 と比較する）
を含み、全て図に示されるように及び以下に記述されるように接続される。

【0123】

図 13 は、どの送受器（例えば、ある特定のデバイス・アドレスを伴う呼び出しに参加している送受器）の伝送が基地局によって受信されているのかどうか決定する受動的方法を示す。

【0124】

複数の（“K”、3つ示す）TOD カウンタ 371、380 及び 384 は、他の基地局から LAN（140）を介して大まかな TOD（“Rough TOD”）推定値を受信するとき、セットされる。カウンタ 371、380 及び 384 は、TOD クロック 310 によって区切られている。TOD 及び、近接するセル（近接する基地局へ接続される）に於いて呼び出しへ接続されているデバイス・アドレス（“ブルートゥース・デバイス・アドレス”）を使用することによって、対応する複数の（“K”、3つ示す）のホッピング周波数（シーケンス）発生器 372、373 及び 374 は、送受器が伝送するであろう周波数のリストを発生する。 10

【0125】

受信器周波数制御器 375 は、受信器 379 が監視する周波数をセットする。複数の（“K”、3つ示す）相関器 381、382 及び 383 は、受信器の出力と受信器の出力のエミュレートと比較するために使用される。受信器の出力は、TOD の大まかな推定値は得ることができるので、ホッピング周波数リスト及び受信器周波数リストと同様にエミュレートされる。エミュレータは、それが相関器へ報告する一致が周波数及びタイムであることが発見されると、受信器周波数及びホッピング周波数間に於ける一致を絶えず確認することによって、相関器は、伝送器の存在を検出し TOD オフセット（例えば、大まかな TOD 推定値と実際の TOD 間の誤差）の最適推定値を計算する。相関器を基礎としたタイム・オフセット量は、多くの教科書に記載される標準的な推定方法であり、実験の例示の後ほど記述する。同時に検出される送受器の数は、ホッピング・シーケンス発生器の数と受信器出力エミュレータの数と相関器の数に等しい。 20

【0126】

図 13 に於いて ‘K’ 番目の送受器に至るまで同時に検出できる。上記された方法の重要な優位さは、検出が受動的でないので、基地局間での最適な同期化を達成する必要がないことである。この受動的方法の他の優位さは、送受器が伝送するメッセージを解読する必要がない、それ故に比較的容易な装置でよい。 30

【0127】

受信器周波数制御器 375 は、受信器 379 が“捕捉”ホップを待つ周波数を選択する。検出の可能性を増加させるために、受信器周波数制御器 375 は、干渉（例えば、ブルートゥース伝送器以外からの干渉）によって妨害されない周波数を選び出すようにプログラムされている。受信器周波数制御器 375 が選び出す各周波数にとって、ある特定期間に於いて検出されたホップの数の棒グラフ及び信号対雑音比は、受信器周波数制御器 375 によって維持される。ある特定の周波数のスペクトル“明瞭さ”の測定は、ホップの信号対雑音比（SNRs）の機能、例えば、ホップの平均信号対雑音比（SNRs）によって重ね合わされた複数のホップとして決定される。 40

【0128】

受信器周波数制御 375 は、最適な“明瞭さ”測定を有する ‘M’ 周波数のグループを好ましく選び、そして受信器 379 は、一度 T1 ミリ秒に於いて制御器が周波数を変えるとき、時間の大部分に於いてそれらを待つ。一度 T2 ミリ秒（T2 は T1 よりもはるかに長く選択される）に於いて、受信器周波数制御器 375 は、‘M’ 最適グループ中にはない周波数を選択し、そして受信器 379 は、T3 ミリ秒（T3 は T1 よりも小さく選択される）の間待機する。このことは、受信器周波数制御器 375 が ‘M’ 最適周波数中にはない周波数の“明瞭さ”を監視することを可能にする。もし、受信器周波数制御器 375 が 50

、そのリストにある‘M’周波数の1つよりもより明瞭である周波数を検出すれば、最も低い“明瞭さ”測定を伴う周波数に代わって、リストの中に入れる。パラメータM、T1、T2、T3のための典型的な値は、それぞれ20、250、2500、100である。

【0129】

一般的に、各ホップの信号対雑音比(SNR)若しくは信号対干渉比は、ホップ持続時間と一致しない全ての他の信号にとって、予測されるホップ持続時間と一致するエネルギーの爆発を測定することによって測定される。騒音レベルの平均は絶え間なく監視されている。Th-DからTh+D(Thは名目上ホップ持続時間；Dは“ウィンドウ”間隔量である)までの範囲の持続時間でエネルギーが増加するとき、ホップ・エネルギーは計算され、そして、それは平均ホップ・エネルギーへ加えられる。ホップの持続期間に於いて平均騒音レベルは、更新されない。Th及びDのための典型的な値は、それぞれ0.65ミリ秒、1000ミリ秒である。

【0130】

＜送受器を検出する他の方法＞

基地局の被覆範囲に入る送受器を検出する代替方法は、以上に述べられる。この方法も受動的であり、送受器を検出するために呼出しに従事される送受器にも依存している。この方法は、基地局間における最適な同期化を要求し、それ故に、先に記載された受動的な方法より複雑な何かがあるが、しかし、この方法を使用することは、先に記載された方法より幾つかの実質的な有利さを有しており、以下のものを

改善された検出性能、

改善されたハンドオフのタイミングと、

呼出しに現時点で参加されていない移動する送受器を検出する能力を含む。

【0131】

本発明に従って、近接する基地局の1つ若しくはそれ以上の基地局が送受器へ伝送を行う間の短い伝送持続時間を現時点で送受器と通信している基地局は、“諦める”(省略する、近隣へ明渡す)。送受器がそれらの伝送を受信するために、そのため、近接する基地局は、送受器が現時点で通信している基地局と同期化されると共に、近接する基地局が伝送するタイムの期間に於いて、それ(それら)は、あたかもそれが、近接する基地局によって、送受器検出のために伝送スロットに従っている基地局として役割を果たす。

【0132】

この方法は、周波数ホッピングに利用されることを特徴とするブルートゥース短距離通信の背景に示される。現時点で送受器と通信している基地局は、単一ホップを諦める。お互いに接近していない近接するあらゆる基地局は、送受器へ伝送するために同様のホップを使用する。互いに接近している近接する基地局は、送受器を呼び出す(通信する)ために、異なるホップを使用する。このことは、図14A、14B、14C及び14Dに示す。

【0133】

図1に類似している図14は、無線電話送受器であるモバイル・ユニット390と現時点で通信している基地局391及び、被覆範囲に入れるために送受器390を待つ近接する複数の(6つを示す)基地局392、393、394、395、396及び397を含有する無線通信システム1400(例えば、WPBX)を示す。各基地局391、392、393、394、395、396及び397は、それぞれ被覆する391a、392a、393a、394a、395a、396a及び397aの範囲を有する。図2および図4に示されるような、基地局間の相互接続及び基地局と中央スイッチとの間は明確に示されるために省略されている。

【0134】

図10に類似した図14は、送信器390と現時点で通信している基地局391が、近接する基地局がそのTODと同期化できるように周期的に(Kホップに1回)、より高い出力P₁で出力する。言及されている送受器検出技術によれば、基地局391はまた、近接する基地局392、393、394、395、396、及び397がそのTODと同じ時

間で伝送することができるように、単一ホップ702、703（破線で示される）で周期的に（Mホップに1回）伝送をスキップする。図14Cに示されるように、近接する3つの基地局393、395、397は偶数回スキップされたホップ705で伝送する。図14Dに示されるように、他の3つの近接する基地局392、394、396は奇数回スキップされたホップ707で伝送される。他の時間において（ホップ705、707以外で）、近接する基地局392、393、394、395、396、及び397は、それらが接続される他の送受器（図示されず）へ通常のとおり伝送してもよい。

【0135】

上述されるように、送受器と通信している基地局は、全ての基地局を接続するローカル・エリア・ネットワーク（LAN140）を介して呼出しパラメータを近接する基地局へ送信する。その基地局はまた、通信している送受器を呼出すために用いるホップのタイミングに関する情報を送信する。図11に関して上述されるように、近接する基地局はTODを同期化することができる。高出力（ P_1 ）で受信されたホップのタイミングに従って、呼出しを待つ基地局は、それらが送受器の呼出しを試みることができる時間を決定する。これらの時間において、基地局は近接する基地局と通信している全ての送受器へ伝送する。

10

【0136】

＜送受器の移動の検出＞

この直前で詳述された、送受器を検出するための2つの技術は、呼出し（基地局に接続される）に従属する開始アクション以外に、送受器によって取られるいかなるアクションも要求しないという意味から受動的である。この直後に詳述される技術は、それが送受器からのいくらかの更なる参加（例え最小でも）を要求するという意味から能動的である。しかしながら、このようなメカニズムは大部分の無線通信プロトコルにおいて標準的であり、本来は移動性（ハンドオフ）をサポートするように意図されていなかったものにおいてさえ標準的である。受動的あるいは能動的のいずれかの場合で、そこにおける修正なしに、本発明は標準的な送受器で機能できることが認識されるべきである。

20

【0137】

送受器がハンドオフをサポートする（能動的に参加する）ためのメカニズムを持つ必要が無いにもかかわらず、送受器は好ましくは、その通信リンクが正常に動作しているかどうかをチェックできるメカニズムを有する。例えば、ブルートゥース短距離通信リンクにおいて、非同期リンク上に送信される「PING」コマンドは、データ通信リンクが動作可能かどうかチェックするために用いられる。送受器が「PING」コマンドを受信するとき、それは自動的に「ECHO」メッセージ（応答）で応答する。「PING」コマンドは非同期リンク上に送信され、音声通信のために用いられる同期リンク上には送信されない。このため、「PING」コマンドは音声クオリティに支障をきたさず、データ転送のための利用可能な帯域幅をかすかに（及び一時的に）減少させるのみである。

30

【0138】

「PING」コマンドは以下のデータ領域を含む。

装置アドレス、
識別子、
長さ、
データ（随意）

40

【0139】

「ECHO」応答は以下のものを含む。

識別子、
長さ、
データ（随意）

【0140】

識別子において、発生を生じている基地局の識別が送られる。従って、送受器が返信する時、「ECHO」返信を受信する任意の基地局にとってどの基地局が返信を生じたか知る

50

ことが可能である。

【0141】

「PING」コマンド及び「ECHO」応答は、ある送受器がそのカバー領域に入ったかどうか断定するために基地局によって使用される。上述した、送受器の存在を消極的に検出する方法と異なり、この方法は、ハンドオフの時に呼出にアクティブに従事していなかった基地局の検出を許可する。送受器にとって基地局との初期の通信を作成しただけで十分である。

【0142】

図15A及び15Bは、「PING」コマンドの使用、及び呼出を待っている基地局による「ECHO」応答を示す。

10

【0143】

図15Aに示されるように、送受器121は一般に通信リンク122を介して基地局#1 123と通信している。この時間の間、呼出を待っている基地局#2 124は、周期的に送受器121へ「PING」コマンド145を送信する。送受器121が待機基地局124のカバー領域（範囲にある）に入る時、且つそのアドレスを備えた「PING」コマンドを受信する時、「ECHO」応答146で返信する。「ECHO」応答146はまた基地局#1 123に受信される。

【0144】

待機基地局#2 124は、上述したように基地局#1 123がこの操作のために供された（手放した）ホップ中に「PING」コマンド145を伝送する（例えば図14B中、702、703参照）。「ECHO」返信146は基地局123と124の両方に受信され、その結果、基地局123と124は各々、受信信号（「ECHO」）のクオリティを測定することができ、スイッチ（例えば図2の129）にその量を伝えることができる。受信信号のクオリティのこの量に基づいて、スイッチ129は信号クオリティを比較し、いつがハンドオフを実行する正しい時間であるかを決定し、かつ上述したハンドオフ手順を実行することができる。

20

【0145】

図15Bは、送受器121を検出するための代わりの「アクティブな」方法を示す。この例において、送受器121に一般に接続する基地局#1 123は、かつてMホップ中にある「PING」コマンド147を伝送する。送受器121は、それが受信する各「PING」コマンド147に対して「ECHO」返信146'で返信する。送受器121が近隣の基地局#2 124のカバー領域に入る時、近隣の基地局#2 124はそれに接近している送受器121の「ECHO」応答を受信するために、各M番目のホップのモニタリングによって「ECHO」返信146'を受信する。近隣の基地局#2 124が「ECHO」返信146'を受信する時、それは受信信号のクオリティを測定し、スイッチ129へ伝える。この方法は、2つの見地において図15Aに関して前述した方法とは異なる。

30

1) 図15Bの方法では、送受器に接続した基地局123が各M番目のホップを飛ばさないが、送受器に「PING」を伝送する。

2) 図15Bの方法では、近隣の基地局（例えば124）が送受器121に「PING」を伝送しないどころか、消極的に各M番目のホップのみ追跡する。

40

【0146】

各ホップのクオリティはエネルギーレベル量、信号対ノイズ比（SNR）量、パケット損失比及び各メッセージのヘッダー上で実行することができるビット誤差比量（BER）のような多くの既知の方法によって測定される。

【0147】

<他の送受器検出技術>

各基地局は、送受器と近隣の基地局間の接続に関する情報を含む「隣接接続テーブル」を保持する。「隣接接続テーブル」は次の情報を含む。

・接続数

50

- ・送受器 I D
- ・基地局 I D
- ・ハンドオフステータス：空転状態／開始状態
- ・送受器検出ステータス
- ・成功「P I N G」数
- ・最終成功「P I N G」時間
- ・成功「P I N G」中のクオリティ量

【0148】

図16Aは、（図15Bの例のように）送受器が一般に接続される基地局が、該送受器に送られる「P I N G」コマンドを発生させる時、基地局のカバー領域に入る送受器を検出するための技術（手順）を示す。全ての基地局（例えば、図14A中391～397）は、それらの送受器が接続しようがしまいが同じ検出手順を好ましく作動する。 10

【0149】

ホップが予定されている場合（ステップ400、401）、偶数のホップは送受器によって使用され、基地局は奇数のホップを使用する。ステップ402において、ホップ・カウンタは1つずつ増加させられ、（ステップ403に明らかにされているように）それがK番目のホップならば、基地局は「P I N G」をハンドオフ用の候補である送受器のひとつへ送信しようとする。それがK番目のホップでない場合（ステップ403、「N」）、基地局は次のホップを待つ（ステップ400）。 20

【0150】

ここで使用されるように、「N M A C」は呼び出される送受器のアドレスを表わし、「N e g T a b」は「隣接接続テーブル（N e i g h b o r i n g C o n n e c t i o n T a b l e）」の略語である。 20

【0151】

ハンドオフが任意の送受器（ステップ404、「N」）に対してまだ開始していない場合、全ての送受器は適切に呼び出される。N e g T a bへのポインタは増加し（ステップ405）、送受器のアドレスはN e g T a bから検索される（ステップ406）。それから基地局は送受器のアドレスを備えた「P I N G」コマンドを伝送する（ステップ407）。ハンドオフが既に1又はそれ以上の送受器を備えて始まっている時、これらの送受器は他のものよりしばしば「P I N G」される。N e g T a bの次のアイテムは確認され（ステップ411）、それを備えたハンドオフが既に開始されているならば、「P I N G E D」となる（ステップ412、407）。ハンドオフが始まっていない送受器はK2「P I N G」において一度のみ「P I N G」される（ステップ410、413、414）。 30

【0152】

「E C H O」が受信され（ステップ420、「Y」）、それが近隣の基地局に通信する送受器からであるとわかる時（ステップ419、「N」）、「隣接接続テーブル」（N e g T a b）421、422のすべてのエントリと比較される。N e g T a bで見つかる場合（ステップ422、「Y」）、ホップのクオリティは測定され（ステップ423）、前のホップでの平均クオリティの記録は「隣接接続テーブル」に保持される（ステップ424）。以下の測定パラメータがスイッチに送られる（ステップ425）。 40

- ・送受器と通信する基地局
- ・「P I N G」を発生する基地局
- ・「P I N G」を受信する基地局
- ・送受器の識別
- ・受信した信号のクオリティ

【0153】

図16Bは、（図16A中、ステップ419、「Y」からの）基地局に接続する送受器の1つから「E C H O」応答を受信する時、該基地局が作動する手順を示す。接続した基地局又はその近接のうちの 하나가送受器へ「P I N G」メッセージを送る時、「E C H O」応答も受信することができる。（例えば図15A及び15B参照） 50

【0154】

第一に、基地局は、「ECHO」返信がそれ自身、或いは近隣の基地局の1つによって引き起こされたかを見るために確認する(ステップ430、431)。この情報は、上述したように、「ECHO」返信の識別子に含まれる。

【0155】

「ECHO」が、近隣の基地局によって引き起こされた場合(ステップ431、「Y」)、受信信号のクオリティは測定され平均され(ステップ432)、そして、測定パラメータは、いつハンドオフを実行するか決めるのにスイッチによって使用されるためにスイッチ(ステップ433)を送信される。基地局自身が「ECHO」返信を引き起こした場合(ステップ431、「N」)、タスクは単に終了する(「B」)。

10

【0156】

図16A及び16Bは、送受器も接続される基地局から「PING」の伝送手順、及び近隣の基地局からの送受器の到達の検出手順を示す。

【0157】

図23は、ホップの受理又は伝送が要求される時(ステップ1200、1201)、基地局による実行の手順を示す。一旦Kホップにおいて(ステップ1202)、次のスロットが伝送用であるならば(ステップ1203)、基地局はそれに接続される送受器の1つに「PING」を送信する。Tカウントは増加され(ステップ1204)、基地局に接続される送受器(接続テーブル、又は「ConTab」)のリストに現われる次の送受器が選択される(ステップ1205)。

20

【0158】

「PING」はConTabから得られたアドレスで送信される(ステップ1206)。ホップを受信する時機である時、受信器は「ECHO」応答を探す(ステップ1207)。「ECHO」が受信され、そして発信源が近隣の基地局であった場合(ステップ1208)、パラメータはNegTabと比較され(ステップ1209)、また、それがテーブルで見つかる場合(ステップ1214)、信号のクオリティは測定され(ステップ1210)、平均される(ステップ1211)。「ECHO」応答が、同じ基地局から発生した「PING」コマンドに対するものであった場合、クオリティが測定される(ステップ1213)。両方の場合において、接続パラメータ及びクオリティがスイッチへ送られる(ステップ1212)。

30

【0159】

「ECHO」応答が受信される時(図16A中、ステップ425；又は図16B中、ステップ433；或いは図23中、ステップ1212)、以下のデータがスイッチに送信される。

- ・受信されたクオリティ
 - ー近隣の基地局からの送受器からならば、受信された「PINGS」の平均クオリティ
 - ー同基地局に接続する送受器からならば、連続的にモニターされる受信されたクオリティ
- ・「PING」を発生する基地局
- ・「ECHO」を受信する基地局
- ・送受器に一般に接続する基地局
- ・測定TOD

40

【0160】

<ハンドオフの実行>

送受器がある基地局から別の基地局へ移動することを検出する2つの方法が、上記に記述されている。第1の送受器検出方法(図13、14A、14B、14C、14D)は、送受器の受動のモニタリングに基づく。第2の送受器検出方法(図15A、15B、16A、16B)では、送受器がアクティブに「PING」され、それらの「ECHO」応答が表示される。これらの2つの方法のいずれか一方を使用して、連続的に送受器に接続される基地局はスイッチへ受信クオリティ量を送信し、近隣の基地局が送受器を検出する時、

50

クオリティ量もまた近隣の基地局によってスイッチへ送信される。基地局に接続される送受器の1つから「ECHO」を受信する基地局（例えば、図15B）は、さらにスイッチへクオリティ量を送る。1つの基地局と別の基地局の間で、いつハンドオフを実行するべきかに関する決定は、時間を決定する基地局及びハンドオフの目的地からのこれらの信号クオリティ量を使用するスイッチで下される。図17Aは、受動の検出方法が使用される時、ハンドオフ決定を下す方法を示す。図17Bは、活発な検出方法が使用される時、ハンドオフ決定を下す方法を示す。

【0161】

図17Aは、どの基地局へ送受器が渡されるべきかを決定するためにスイッチ（129）で実行される手順を示す。上述されるように（例えばLAN140上）、単一の送受器（つまり同じ送受器、示されない）から信号（つまり同じ信号）を受信する、2つ又はそれ以上（3つが示される）の基地局801、802及び803からのエネルギー量は、スイッチに供給される。スイッチでは、これらの量が複数（3つが示される）引窓平均フィルタ804、805及び806によってそれぞれ「平坦化され」、それらは、ハンドオフをもたらすために信号（「基地局を選ぶ」）を出す決定（ハンドオフ・コントロール）ロジック807によって互いに比較される。引窓平均フィルタ804、805及び806は、通常は送受器信号が1以上の基地局によって受信された回数だけを考慮する何百ミリ秒である、前のT_rミリ秒以上（受信する基地局から少なくとも2つの後の信号を包含する1回の間隔以上）の与えられた基地局から受信した平均クオリティを計算する。

【0162】

次の擬似コードは、決定ロジック807の好ましい作動を記述する。

決定ロジックへの入力 $X_1 \dots X_k$ で表わされる。

送受器に通信する最新の基地局は基地局「m」である。

- (1) 最大($X_1, \dots, X_k$) = X_j の場合
- (2) $X_j > X_m + D_1$ の場合
- (3) 前のハンドオフからの時間 $> T_d$ の場合
- (4) 基地局 j への転送呼出
- (5) $X_j > X_m + D_2$ の場合
- (6) 基地局 j への転送呼出

【0163】

基地局が、送受器が一般に通信する基地局によって一般に受信されるレベルより少なくとも D_1 デシベルだけ強いレベルで送受器を受信し、且つ少なくとも T_d ミリ秒が最後のハンドオフから通過した場合、ハンドオフが要求される。これは、ある基地局から別の基地局へ送受器の適度で遅い移動の状態をアドレスするように意図される。

【0164】

基地局が、送受器が一般に通信する基地局によって一般に受信されるレベルより少なくとも D_2 デシベルだけ強いレベルで送受器を受信する場合、ハンドオフは直ちに実行される。これは、ある基地局から別の基地局へ急な動きの状況をアドレスするように意図される。

【0165】

基地局が送受器存在を検出するためにアクティブな方法の1つを使用する時、決定アルゴリズムは基本的に今記述されているものと同じである。主な違いは、アクティブな方法では、異なる基地局がすべてが識別することができる単一ホップのためにそれらが測定したクオリティを決定することができるという事実から来る。したがって、スイッチは、ホップ当たりのクオリティ差を計算し、したがって、ハンドオフのタイミング精度を改善することができる。

【0166】

図17Bは、アクティブな検出方法を使用する場合のハンドオフ決定方法を示す。クオリティ量と共に受信されるTOD表示に従って、同じホップの量が正しくそろえられる（808）。その後、それらは、Xのホップに関して平均され（804、805、806）、

上述された同じ決定ロジック（８０７）は、どれが送受器に接続すべき最も適切な基地局か決定するために使用され、「基地局を選ぶ」信号を出す。

【０１６７】

上述された方法は、送受器が呼出を導いている時に、基地局間のハンドオフを実行することに関係する。送受器が呼出を導いていない時、それは１つの基地局から他方まで移動する。移動する時、１つの接続は終了され、別の接続が作成される。接続を終えて、新しい接続を開始するためのメカニズムは、短距離無線通信プロトコルの一部である。ブルートゥース・プロトコルにおいて例えば、送受器は基地局を検索し、１つを見つける時、接続されてとどまる。送受器が基地局のカバー領域を去る時、接続は終了し、送受器は基地局を再び検索する。このメカニズムは、一般に呼出中でない送受器に対して十分であるが、呼出中の間、順調なハンドオフを保証しない。この方法はいくつかの状態で適切かもしれないが、１つの基地局から接続を絶ち他の基地局と接続を再開することは、数秒を要し、この時間の間、呼出を開始することは不可能である。送受器を活動的に「PING」する方法の利点の１つは、呼出に従事していない時でさえその移動は速く検出され、この「待つ」期間は削除することができる。

10

【０１６８】

<操作手順>

以下の項は以下の事柄に使用される基地局及びスイッチの操作手順を説明する。

- ・新しい接続が作られる
- ・接続は閉じられる
- ・送受器の存在が検出される
- ・スイッチはハンドオフを決定する
- ・ハンドオフは基地局によって作動する
- ・基地局から最新メッセージを受信する時

20

基地局手順：

１）新接続作成

- ・新しい低レベルプロトコル例の作成
- ・「基地局接続テーブル」への接続の付加
- ・近接の伝送のための予備ホップのセット（アクティブな検出方法が使用される場合）
- ・スイッチへ新接続情報（送受器 I D、基地局 I D、低レベルプロトコル例へのハンドル）の送信
- ・全ての近接の基地局への新接続情報の送信（送受器 I D、基地局 I D、予備ホップ、呼出パラメータ：T O D、デバイス・アドレス、暗号化キー、認証キー、リンクステータスなど）

30

２）接続閉鎖

- ・低レベルプロトコル例の閉鎖
- ・「基地局接続テーブル」からの接続の削除
- ・スイッチへ閉鎖接続情報の送信（送受器 I D、基地局 I D、低レベルプロトコル例へのハンドル）
- ・近隣の基地局への閉鎖接続情報の送信（送受器 I D、基地局 I D）

40

３）近隣の基地局からの新接続情報の受信

- ・「基地局接続テーブル」への接続情報の付加

４）近隣の基地局からの閉鎖接続情報の受信

- ・「近隣の接続テーブル」からの接続の削除

５）カバー領域の送受器の存在の検出

- ・低レベルプロトコル例の作成
- ・T O D の同調
- ・受信クオリティの測定
- ・スイッチの更新（送受器 I D、近隣の基地局 I D、及び基地局 I D、T O D、低レベルプロトコル例のハンドル）

50

6) 高レベルプロトコルからのメッセージの受信

・関連する低レベルプロトコルが基地局で実行されているかどうか、及びそうかどうかの確認

・関連する低レベルプロトコル例へのメッセージの発送

7) ハンドオフのTODを命令するハンドオフの受信

・基地局が送受器と一般に通信する基地局ならば：

・ハンドオフTODまで待つ

・送受器への伝送を止める

・「基地局接続テーブル」から「近隣の接続テーブル」へ接続パラメータの移動・基地局が送受器と通信する近隣の基地局であったならば：

・ハンドオフTODまで待つ

・送受器への伝送の開始

・目的の基地局又はスイッチへ呼出の発送

・スイッチへ新接続情報（送受器ID、基地局ID、低レベルプロトコル例へのハンドル）の送信

・全ての近隣の基地局へ新接続情報の送信（送受器ID、基地局ID、予備ホップ、呼出パラメータ：TOD、装置アドレス、暗号化キー、認証キー、リンクステータスなど）

スイッチ手順

1) 新接続情報の受信

・高レベルプロトコルの例の作成

・「接続テーブル」の更新

1) 閉鎖接続メッセージの受信

・高レベルプロトコル例の閉鎖

・「接続テーブル」からの削除

1) 基地局からのクオリティ量の受信

・送受器に接続した基地局からならば、

・測定されたクオリティ及び測定のTODの格納

・近隣の基地局が（送受器を発見した最後のTODによる）ハンドオフ候補リストから削除されるべきかどうかの確認、及び必要ならば削除

・送受器に接続した近隣の基地局からならば、

・メッセージのTODを備えた「接続テーブル」にハンドオフ用の候補として近隣のものを付加

・ハンドオフのクオリティ比較及び決定の実行

・ハンドオフが要求される場合、

・発生を生じている基地局及び送受器を受信する基地局へハンドオフ・コマンドの送信

・「接続テーブル」の更新

【0169】

システム（例えば、図22参照）に1以上のスイッチがある場合、スイッチ手順は以下の様にわずかに異なる。

1) 新しい接続情報の受信

・高レベルのプロトコルの例の作成

・「接続テーブル」の更新

・すべてのスイッチへ新しい接続情報の送信

1) 閉鎖接続メッセージの受信

・高レベルのプロトコル例の閉鎖

・「接続テーブル」からの削除

・全スイッチへ削除接続の送信

1) 基地局からクオリティ量の受信

・送受器へ接続した基地局からならば、

・測定されたクオリティ及び測定のTODの格納

10

20

30

40

50

- ・近隣の基地局が（送受器を発見した最後のTODによる）ハンドオフ候補リストから削除されるべきかどうかの確認、及び必要ならば削除
- ・近隣の基地局の1つが異なるスイッチに接続される場合、別のスイッチへ最新情報の送信
- ・送受器に接続された基地局の近隣のものからならば、
- ・メッセージのTODを備えた「接続テーブル」にハンドオフに対する候補として近隣のものの付加
- ・ハンドオフのクオリティ比較及び決定の実行
- ・ハンドオフが要求される場合、
- ・発生を生じている基地局及び送受器を受信する基地局へハンドオフ・コマンドの送信 10
- ・「接続テーブル」の更新
- ・「呼出テーブル」の更新
- ・全スイッチへ情報の送信
- 1) 別のスイッチから更新の受信
- ・新しい接続の場合、「接続テーブル」にアイテムの付加
- ・閉鎖した接続の場合、「接続テーブル」からアイテムの削除
- ・クオリティ量の場合、「接続テーブル」の更新
- ・ハンドオフならば、
- ・「接続テーブル」の更新
- ・「呼出テーブル」の更新 20

【0170】

スイッチは、さらにシステムでの事柄のLOGファイルを維持する。LOGファイルはクオリティ量、呼出パラメータ（時間、呼出者ID、呼出されたID、終了のための理由など）及びハンドオフ決定を含む。これらは、基地局の位相を分析し、位相改良や調節を許す役目をする。例えば、呼出終了の理由は、「穴」が適用パターンにあることを暗示することができた低受信クオリティに関連させられる。

【0171】

＜検出及び時間同期化＞

図20は、相関器に基づく検出及び時間同期化方法のインプリメンテーションを示す。上述したように、相関器／検出器（308）は図11の中のTODの同期化の、及び図13 30
の中の発信器の存在の検出及び同期化の基本であった。

【0172】

ハンドオフを受信するのに先立ってモバイル・ユニットで検出し同期化することができることは近隣の基地局にとって重要である。このプロセスは、接続の途切れのないハンドオフを保証するためにできるだけ速く行われるべきである。一般に、プロセスは、モバイル・ユニットと接続する基地局によって提供されるおおまかな同期化情報に基づいて、モバイル・ユニットのための正確なタイミングをもつ「目標」信号のための広範囲での検索で始まる。これらの「目標」信号はおおまかな同期化データに基づいて推定される。（モバイル・ユニットからの実際の信号が得られる）一致が見られる時、検索範囲は、状況に応じて（かつ劇的に）狭くなることができる。その後、上述したように、同期化は進むこと 40
ができる。

【0173】

検出器／相関器2000は信号検出器1001及び相関器1002を含む。検出器／相関器2000のタスクは、目標信号が一般に受信されたかどうかの情報を提供し、ハンドオフ・プロセスに役立つパラメータを推定することである。図示したように、信号検出器1001及び相関器1002は実際の受信信号1008及びその対応する時間1009及び周波数1004を受信し、エミュレートされた時間及び周波数例1006にそれらに関連させる。目標信号の好ましいTOD、ドリフト及びクオリティは、目標信号が得られたかどうかを示すステータスに加えて、推定されたパラメータ1007を伝える相関器1002によって推定される。信号検出器1001のタスクは、受信信号1008を処理し、到着 50

時間 (T O A) つまり、ホップの正確なタイミング及びクオリティ値 1 0 0 3 を推定することである。これは、古典的検出理論として有名であるいくつかの技術によって行われる。そのような技術の例として、エネルギー検出器及び整合フィルタが使用される。

【0174】

図 2 1 は、図 2 0 の信号検出器 1 0 0 1 のインプリメンテーションの例を示す。図 2 1 では、R F 受信器出力から受信される受信信号 1 0 0 8 が、エネルギー検出器 1 0 1 1 に供給される。エネルギー検出器 1 0 1 1 は信号の一時的なエネルギー形を表わす信号 1 0 1 4 を生じる。一時的なエネルギー形 1 0 1 4 は整合フィルタ 1 0 1 2 に供給される。整合フィルタ 1 0 1 2 は目標信号のエネルギー形と一致するインパルス応答を備えている。既知の如く、古典的な推定や検出理論によって、整合フィルタ 1 0 1 2 は、目標信号 1 0 0 8 の到着時間 (T O A)、つまりホップの正確なタイミングの推定を表わす時間例において最大値を生じるだろう。フィルタ出力の最大値は、受信信号クオリティの推定を表わす。T O A の推定を表わす時間例はタイム・クロック 1 0 0 9 という言葉で表わされる。整合フィルタ 1 0 1 2 は、T O A 及びクオリティがしきい値 T_h の上にあるクオリティ値を伝え、その最大は、 $T_{s,1}$ マイクロ秒の両側の時間窓内の全体的な最大である。図 2 0 中の信号検出器 1 0 0 1 の他のインプリメンテーションは利用できる。そのようなインプリメンテーションは、そのエネルギーの一時的な形の代わりに、受信信号 1 0 0 8 と目標信号の一時的なパターンの既知の部分とを関連させることができる。そのようなインプリメンテーションは改善された推定実行を達成する。

【0175】

図 2 0 中の時間周波数相関器 1 0 0 2 は、信号の検出器 1 0 0 1 及び R F 受信器の実際のチューニング周波数である対応する周波数値 1 0 0 4 によって生産された T O A とクオリティ値 1 0 0 3 を受信する。これらの入力は「実際の」T O A 周波数クオリティ例としてここに引用される。これらは、様々な発生源から受信される信号の推定された情報を含んでいる。他の入力においては、時間／周波数相関器 1 0 0 2 が、T O A のエミュレートされた値を受信し、周波数 1 0 0 6 が特定の目標発生源（つまり特定の送受器）に対する例をあげる。これらの値を今後「目標」T O A 周波数例として引用する。時間周波数相関器は、両方の発生源、つまり「実際の」と「目標」から例中の一致を探し、「目標」パターンに「似ている」、「実際の」例で T O A 周波数パターンを検出する。このプロセスは 2 つの可能なモードで実行される。

1. 「実際の」パターンへの「目標」の一致がより長い時間で検索される「取得」モードは、可能な好ましい T O D の不確実性をカバーする期間を変える。
2. 好ましい T O D とドラフトが既に推定されている「トラッキング」モードと「目標」と「実際の」の一致は、より短い不確実性期間の新しい T O A 周波数例で検索され確認される。

【0176】

「実際の」データ 1 0 0 3 と 1 0 0 4 は、「実際の」例の履歴バッファ（例えば F I F O）に書かれており、レコードが「実際の__T O A」、「実際の__周波数」及び「実際の__クオリティ」から成るリストを構成する。「目標」データ 1 0 0 6 は、「目標」例の履歴バッファ（例えば F I F O）に書かれており、レコードが「目標__T O A」及び「目標__周波数」から成るリストを構成する。

【0177】

所定の時間に、一般のタイム・クロック（以降「若い」レコードとして引用される）に関して、T O A 値が $T_{y,1}$ ミリ秒（ここで $T_{y,1}$ は通常は 1 0, 0 0 0 である）より「より若い」である両方のリストから記録する「取得」モードにおいて、以下のように処理される。

【0178】

各「目標」レコードについては、満たす「実際の」レコードを検索する。

- ・周波数値との一致（つまり「実際の__周波数」＝「目標__周波数」）
- ・「T O A __d i f f」の絶対値（「T O A __d i f f」＝「既知__d i f f」（「実際の 50

の「__TOA」－「目標__TOA」))は T_{y2} ミリ秒(ここで T_{y2} は通常は500である)より小さい。注:「既知__diff」は取得モードで0である。

条件を満たす「目標」及び「実際の」レコードは、「候補__レコード」として今後引用される。

【0179】

「候補__レコード」の各々のために対応する「TOA__diff」、「実際の__クオリティ」値及び「実際の__TOA」値を「候補__リスト」に書き込む。

【0180】

全ての「若い__目標」レコードが全ての「若い__実際の」レコードに対して処理される時、以下のように「TOA__diff」値によって「候補__リスト」を分類し、 T_{y3} マイクロ秒(ここで T_{y3} は通常は1000である)の解決で「diff__ヒストグラム」を生じる。 10

【0181】

分類された「候補__リスト」レコードの走査、各ビンのTOAdiff範囲内にある「TOA__diff」値の識別、及び各ビンについて「diff__クオリティ__ヒストグラム」値を生じる、対応する「クオリティ__値」の蓄積。

【0182】

K_y (ここで K_y は通常は50である)より大きい値のための「diff__クオリティ__ヒストグラム」の検索。見つかった場合は、「detected」にステータス出力1007値をセットし、対応する「実際の__TOA」と「TOA__diff」値を識別。対応する「実際の__TOA」及び「実際の__diff」値は以降レコードの「diff__クラスター」として引用される。「diff__クオリティ__ヒストグラム」値が K_y を超過しない場合は、ステータス出力1007を「not_detected」にセット。 20

【0183】

ステータスが「detected」にセットされている場合、二次元の「diffクラスター」(「実際の__diff」による「実際の__TOA」)例にほとんど適合する、線形のラインの「最小二乗平均誤差(least mean square error)」(LMSE)推定を実行。LMSE推定は既知の推定技術で、古典文献に記述される。

【0184】

推定された線形のラインは次のように表わされる。 30

$diff = \text{est_diff0} + \text{est_ドリフト} * (TOA - TOA0)$ 、ここでTOA0は「diffクラスター」レコードからの最も小さい「実際のTOA」値、「est_diff0」は「好ましいTOD」1007の推定された出力パラメータ、及び「estドリフト」は出力パラメータ「ドリフト」1007の推定である。対応する「ビン集団」によって標準化された「diffクオリティヒストグラム」値は、「クオリティ」出力1007値である。

【0185】

「トラッキング」モードでは、以下の相違点を除いて、常に、「取得」モードにおける場合と類似した方法でデータを処理する。

- ・「known_diff」値は、「prev_est_diff0」+「prev_est_drift」* (「current_TOA0」－「prev_TOA0」)に設定される。「prev_est_diff0」及び「prev_TOA0」の用語は、前の演算(「取得」モード又は「トラッキング」モードのいずれか)で評価された「est_diff0」及び「TOA0」に相当する。「current_TOA0」の用語は、前の演算の「TOA0」である。 40

- ・「トラッキング」モードのための T_{y4} マイクロ秒(T_{y4} が概して2000のとき)のより小さな値は、「取得」モードの T_{y2} に置き換えられる。

【0186】

<基地局>

ブロック図形式である図18は、基地局1800の主要構成を示す。複数(図では三つ) 50

の前置プロセッサ604, 605及び606は、複数(図では三つ)のアンテナ601, 602及び603にそれぞれ接続されている。前置プロセッサ604, 605及び606は、上述した短距離通信プロトコルの低レベルプロトコルを実行する。

【0187】

アイドル状態のとき、前置プロセッサ604, 605及び606は、送受器の新しい接続が確立されることを待機する。接続が形成された場合、呼出パラメータ(例えば、ブルートゥースのデバイス・アドレス、TOD、暗号化キー、認証鍵など)を報告するとともに、中央演算処理装置607に呼出ストリームを送信する。前置プロセッサがアイドル状態のとき、基地局周辺から送出される送受器を受信する(検出する、モニターする)ためにも使用される。中央演算処理装置607は、その後、呼出パラメータ及び正確なハンドオフ時間を前置プロセッサに送信する。前置プロセッサは、基地局周辺にあるかのように、その時点で、送受器との連絡を継続する。 10

【0188】

分離回路モジュール612(TOD同期化と送受器検出)は、上述した技術に従って、新しい送受器の着信を検出するために及び全ての呼出のTODを同期化するために使用される。ユニット612は、それ自身のアンテナ611を有することが示されている。

【0189】

中央演算処理装置607は、新しい送受器及び正確なTOD判断に関するデータを受信し、周辺の基地局からのデータを受信し、「隣接接続テーブル」を維持し、切替装置及び他の基地局と通信する、前置プロセッサ604, 605及び606の動作を制御する。ローカル・エリア・ネットワーク・インターフェース609は、例えば10Base-T又は100Base-Tのイーサネット(登録商標)への接続のような、ローカル・エリア・ネットワーク(LAN)140への接続のための適当な標準的なインターフェースである。メモリ608及び不揮発性メモリ(NVM)610は、中央演算処理装置(CPU)607と接続して示されている。 20

【0190】

図19は、図18で述べられた前置プロセッサ604, 605及び606のうちの一つを代表して604の実行について、より詳細に示されている。ベース・バンドプロセッサ631は、伝送及び受信チャンネルを確定し、スピーチをエンコード及びデコードし、誤差修正、認証及び暗号化を処理する。無線周波数前置630は、データを変調及び復調し、アンテナ601に接続される。ベース・バンドプロセッサ631は、それぞれのホップの周波数(「周波数制御」633)を制御し、RF前置からデータ(「エネルギー、検出時間」634)を送信及び受信し、信号強度(「ベース・バンドパラメータ」635)の表示を受信する。 30

【0191】

＜WPBXのためのアプリケーション＞

前のセクションの大部分は、通信技術アプリケーションをサポートするWPBXのためのこの発明において開示された方法の使用を明確にする。図5, 6及び7で示された方法を除いて、上述した大部分の方法は、以下示すように、独立したアプリケーションである。 40

- 一装置の移動性を支持する目的の短距離通信プロトコルの分割方法。通信技術関連プロトコルを含む高レベルプロトコル、及び短距離通信リンク上のPPPのようなデータ変換のためのプロトコル。

- 一基地局の同期化のための方法。

- 一基地局から他への伝送器の移動を検出する方法。

- 一いつハンドオフを実行し、どの基地局が電話を渡すかを決定する方法。

【0192】

これらの方法は、ブルーツースチップセットのような短距離通信の伝送器/受信器を装備しているモバイル装置を接続するために実行されることができ。スイッチ及び基地局が、ある基地局から別の局へ接続のハンドオフを処理する場合、このような装置は、ある基地局のカバー領域から他のカバー領域へ移動することができる。一般的なアプリケーション 50

ンは、団体の電子メールサーバへのブルーーツ短距離通信リンクを装備したラップトップ・コンピュータの接続かもしれない。別の考えられるアプリケーションは、例えばブルーーツ無線リンクに関してPPP（ポイント・ツー・ポイントプロトコル）を利用するようなモバイル装置で中央のリモートアクセス・サーバを経由してインターネットに接続することである。システムはさらにいくつかのそのようなアプリケーションをサポートすることができる。

【0193】

例えば、図24で示されるように、携帯情報（デジタル）端末（PDA）1301、ラップトップ・コンピュータ1302及びセルラー方式の送受器1303は、システム基地局1304及び1305へ接続する。PDA1301及びラップトップ1302は、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）1306を経由してメッセージを送信又は受信するための電子メールサーバ1308に接続することができ、インターネット接続用のリモートアクセス・サーバ（RAS）1309にさらに接続することができる。セルラー方式の送受器1303は、別の送受器（図示せず。）に、又は通信技術ゲートウェイ1306を経由してPSTNに接続することができる。基地局1304及び1305並びにスイッチ1307は、上述した方法を利用して、通信プロトコルの様々なレベルを処理する。

【0194】

本発明の範囲におけるモバイル・ユニットは以下の装置、即ち、電話機の送受器、標準のコードレス電話機の送受器、セルラー方式の電話送受器、個人データ装置、パーソナル・デジタル・アシスタント（PDA）、コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、電子メールサーバ、又は中央のリモートアクセス・サーバを経由してインターネットにポイント・ツー・ポイント（PPP）を利用する装置、ヘッドセット（コードレスヘッドセットを含む。）個人用サーバ、携帯型コンピュータ（又は演算装置）、無線（ビデオ又はステレオ）カメラ、又はモバイル音楽プレーヤ（即ち、MP3装置など）の装置のいずれかである。

【0195】

本発明は限定された数の実施形態に関して述べたが、ここで開示したように、発明の範囲内になるように意図された多くの変形、修正及び発明の他の適用を作成できることが認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】

比較的大きな領域をカバーするセルラー方式システムと比較的より小さな領域をカバーする無線構内交換機（WPBX）システムの図であり、セルラー方式送受器が、セルラー方式システムの基地局及びWPBXシステムの基地局と通信することができることを示す図である。

【図2】

図1のWPBXシステムとして用いるのに適しているWPBXシステムの主要な構成要素及び構造を示す略ブロック図である。

【図3A】

WPBXをアナログ電話回線通信機能（PSTN）に接続する追加のゲートウェイを備えた、図2のWPBXのようなWPBXを組み入れる通信システムの略ブロック図である。

【図3B】

WPBXを構内交換機（PBX）に接続する追加のゲートウェイを備えた、図2のWPBXのようなWPBXを組み入れる通信システムの略ブロック図である。

【図4】

ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）によって相互に連結した基地局、スイッチ及びゲートウェイを備えた、WPBXの構造を示す略ブロック図である。

【図5】

WPBXの基地局の出所における呼び出し「セットアップ」のための手順を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 6】

W P B X の基地局の受信における呼び出し「セットアップ」のための手順を示すフローチャートである。

【図 7】

W P B X の基地局のスイッチにおける呼び出し「セットアップ」のための手順を示すフローチャートである。

【図 8 A】

本発明に沿った、特にハンドオフ中の W P B X の基地局及びスイッチそれぞれにおける実行のために通信プロトコルを低レベルと高レベルのプロトコルに分割するための構造を示す略ブロック図である。

10

【図 8 B】

本発明に沿った、特にハンドオフ中の W P B X の基地局及びスイッチそれぞれにおける実行のために通信プロトコルを低レベルと高レベルのプロトコルに分割するための構造を示す略ブロック図である。

【図 9 A】

本発明に従って、特にハンドオフの間に W P B X の基地局の大まかな及び最適な同期化を示すブロック図である。

【図 9 B】

本発明に従って、特にハンドオフの間に W P B X の基地局の大まかな及び良い同期化を示すブロック図である。

20

【図 9 C】

本発明に従って、特にハンドオフの間に W P B X の基地局の大まかな及び良い同期化を示すブロック図である。

【図 10】

ホップの間、K ホップごとに一回、基地局が伝送するエネルギーは、伝送する基地局からの伝送を通常受信しない他の基地局が伝送する基地局と同期化できるように増加することを示す、本発明に従った基地局の伝送出力のグラフである。

【図 11】

発明に従った、基地局の主要構成のための構造を示すブロック図である。

【図 12】

本発明に従った、ハンドオフの発生から高レベルのプロトコルを分離するためにスイッチで実行する「呼び出しルート割当タスク」を示すフローチャートである。

30

【図 13】

本発明に従った、呼出しの間に基地局のカバー領域の送受器の到着を検出するために受動的な方法を示す略ブロック図である。

【図 14 A】

1 つの基地局と通信する送受器と、送受器がカバー領域に入るのを待つ 6 つの他の隣接する基地局を示す、本発明に従った図である。

【図 14 B】

本発明に従って、送受器と通信する基地局、及び隣接する基地局による伝送を示すグラフである。

40

【図 14 C】

本発明に従って、送受器と通信する基地局、及び隣接する基地局による伝送を示すグラフである。

【図 14 D】

本発明に従って、送受器と通信する基地局、及び隣接する基地局による伝送を示すグラフである。

【図 15 A】

本発明に従った、送受器及び隣接する基地局と通信する基地局による送受器の検出を示す図である。

50

【図 1 5 B】

本発明に従った、送受器及び隣接する基地局と通信する基地局による送受器の検出を示す図である。

【図 1 6 A】

本発明に従った、カバー領域に入る送受器を検知するために基地局が用いることができる手順を示すフローチャートである。

【図 1 6 B】

本発明に従った、基地局に接続される送受器が他の基地局のカバー領域へ動くことを決定するために基地局が用いることができる手順を示すフローチャートである。

【図 1 7 A】

本発明に従った、受動検知方法が用いられるとき、中央のスイッチで実行される、ハンドオフ決定をする方法を示す略ブロック図である。

【図 1 7 B】

アクティブ検出方法が使用されるとき中央スイッチにおいて実行される、本発明に従ったハンドオフ判定方法の略ブロック図である。

【図 1 8】

中央演算処理装置（C P U）、前置プロセッサ、メモリ、T O D同期化、及び送受器検出ユニット、ローカル・エリア・ネットワーク（L A N）へのインタフェースからなる、本発明に従った基地局の略ブロック図である。

【図 1 9】

図 1 8 の本発明に従った基地局の前置プロセッサを示す略ブロック図であって、その前置プロセッサは、ベース・バンド・プロセッサ、無線周波数（R F）前置からなる。

【図 2 0】

マッチング相関器を基礎とした、本発明に従った検出器及び最適 T O D 推定器の構造を示す略ブロック図である。

【図 2 1】

図 2 0 の本発明に従ったタイム周波数相関器の実行を示す略ブロック図である。

【図 2 2】

2 つのスイッチをもつ本発明に従った W P B X システムの実行を示す略ブロック図である。

【図 2 3】

「P I N G」コマンドを発生する基地局が、送受器が接続される基地局と同じであるとき、送受器への「P I N G」コマンド伝送と送受器からの「E C H O」レスポンス受信の本発明における手順を示すフローチャートである。

【図 2 4】

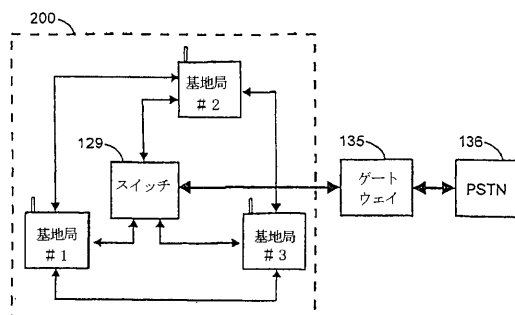
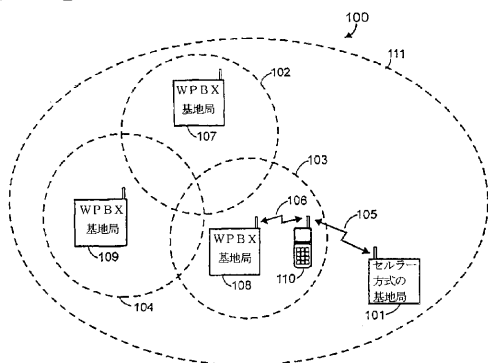
無線送受器のみならず個人データ装置の移動性をサポートする本発明の方法を利用するシステムを示す略ブロック図である。

10

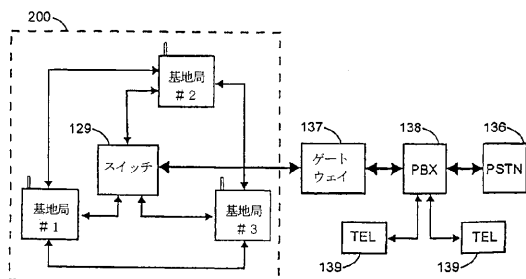
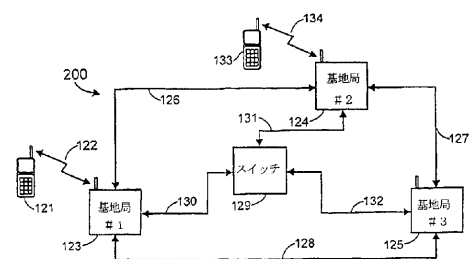
20

30

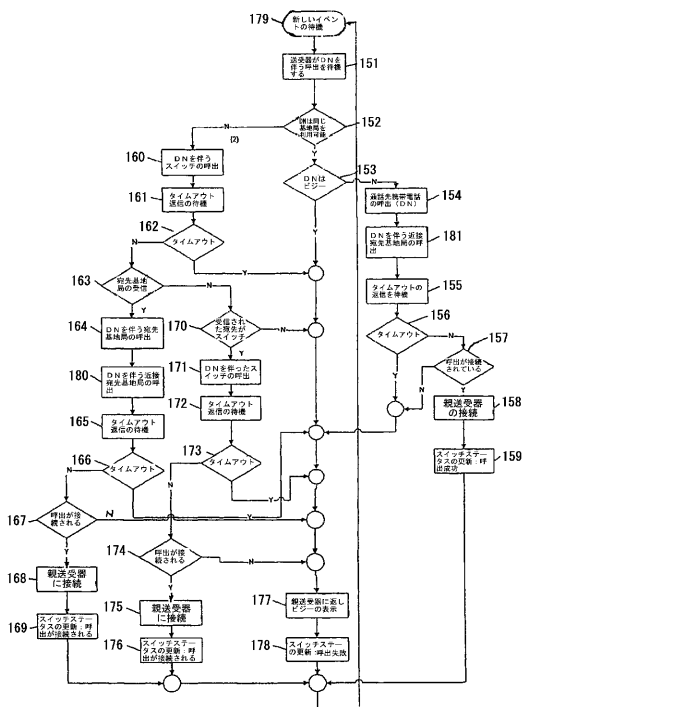
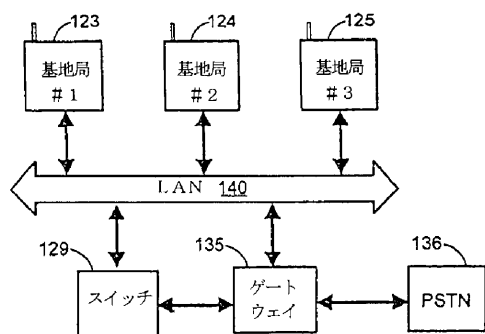
【图 3 A】



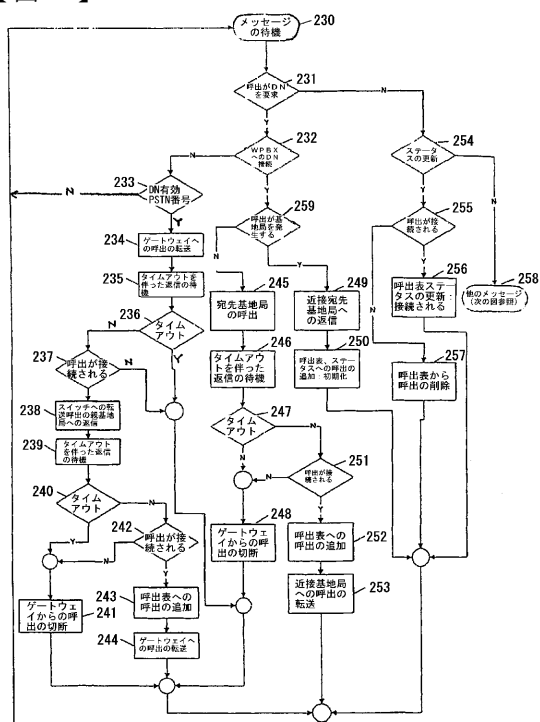
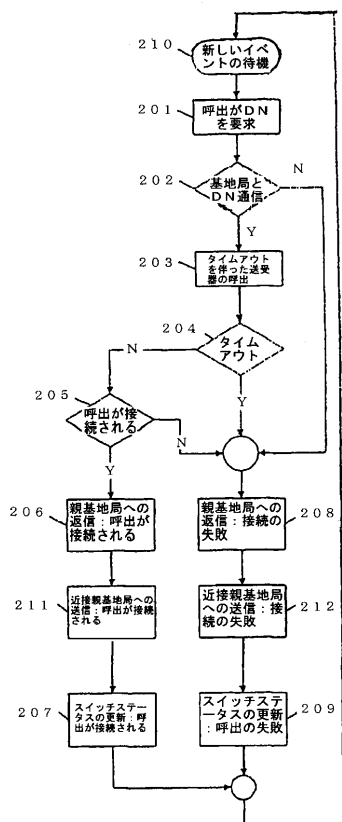
【図 3 B】



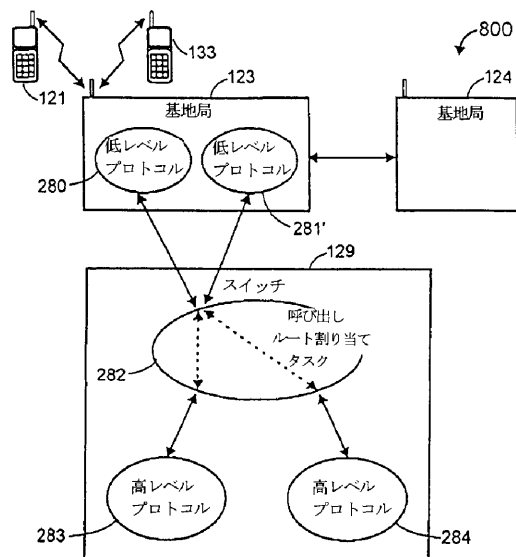
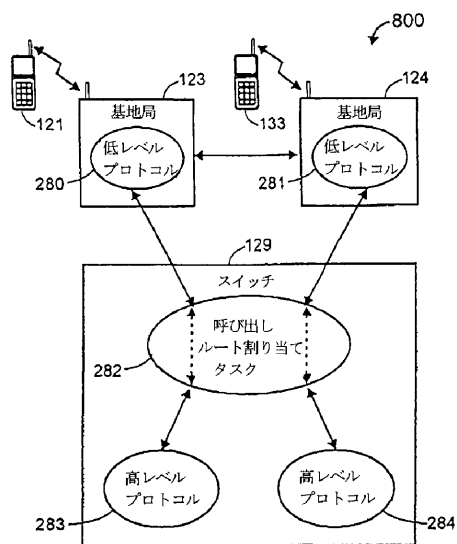
【図 5】



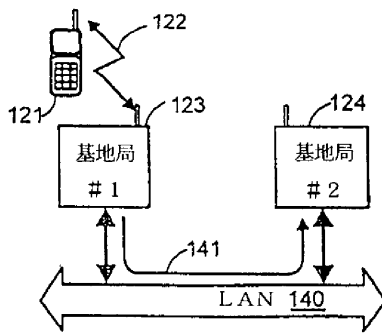
【图 7】



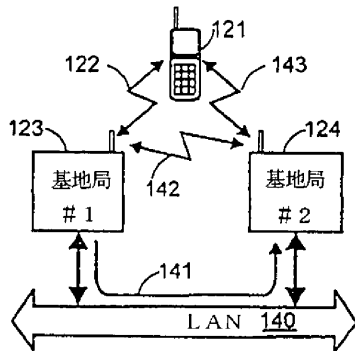
【 図 8 B 】



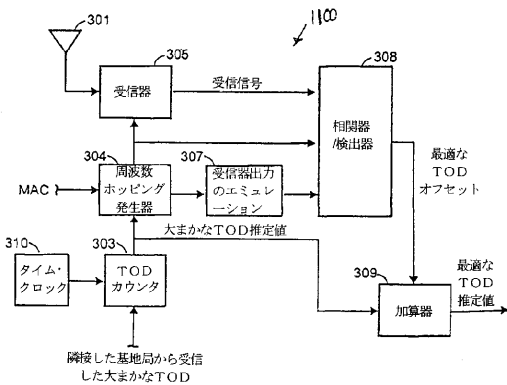
【図 9 A】



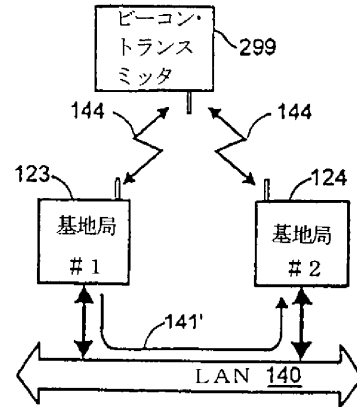
【図 9 B】



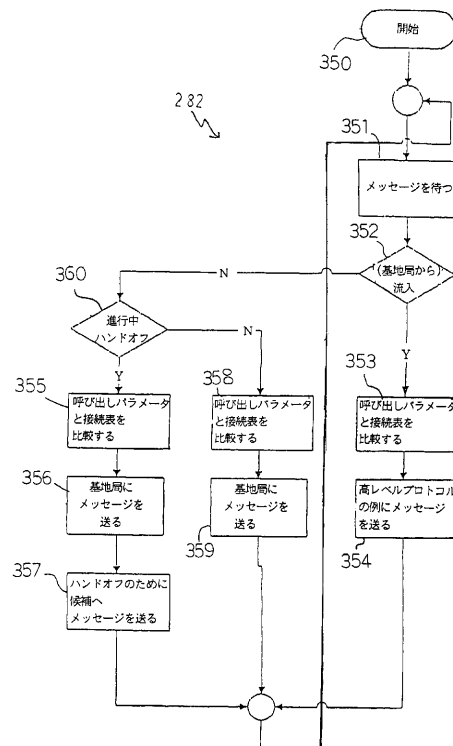
【図 1 1】



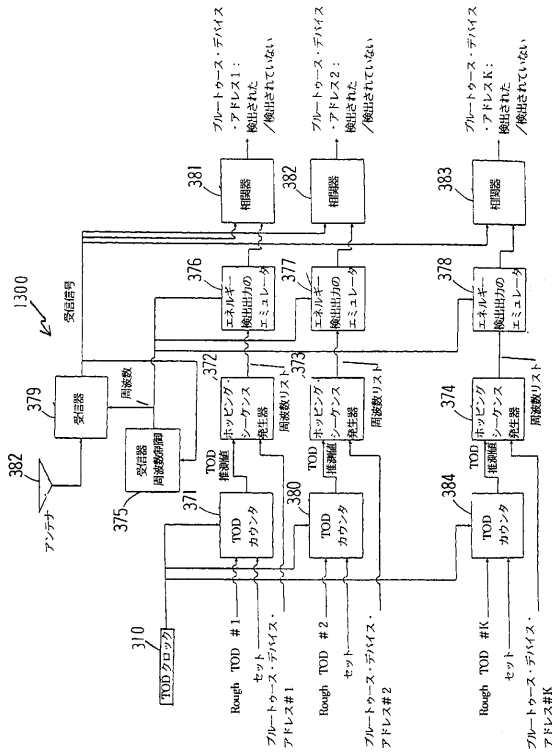
【図 9 C】



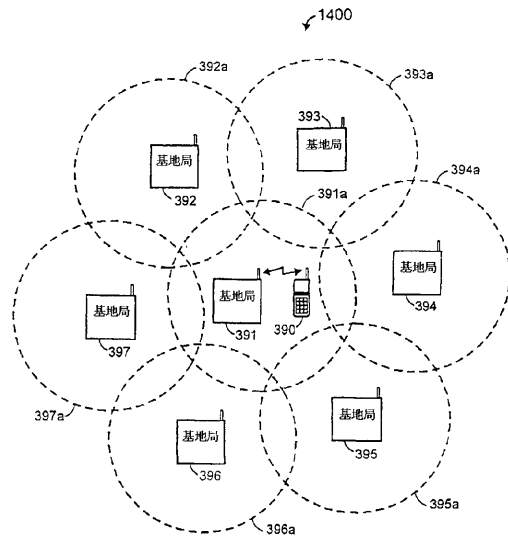
【図 1 2】



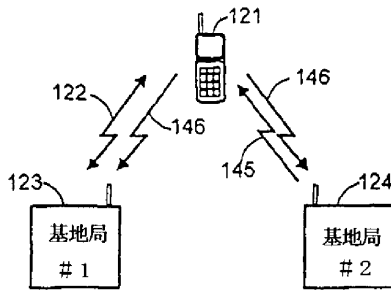
【図 13】



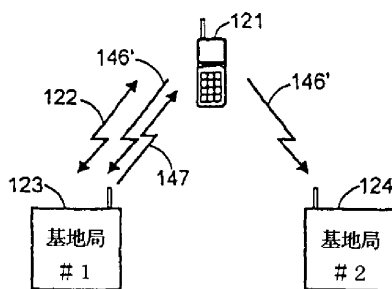
【図 14 A】



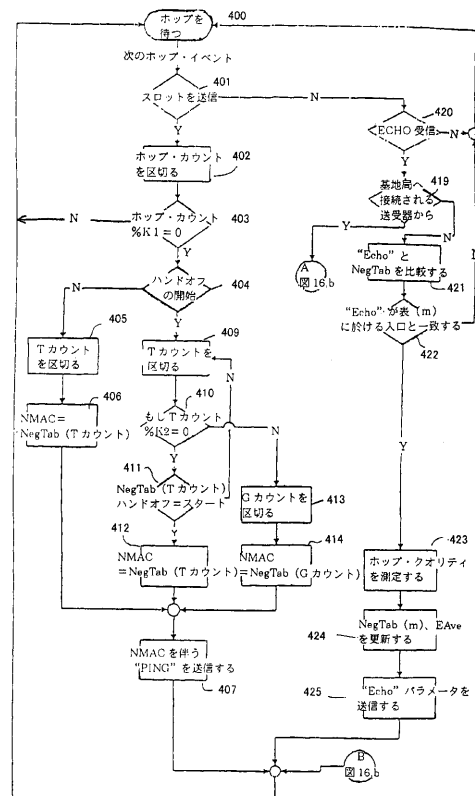
【図 15 A】



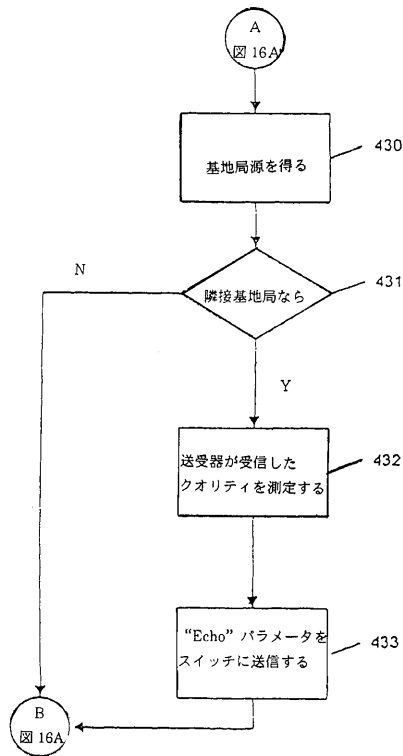
【図 15 B】



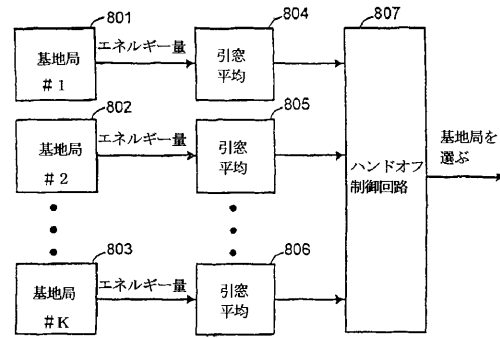
【図 16 A】



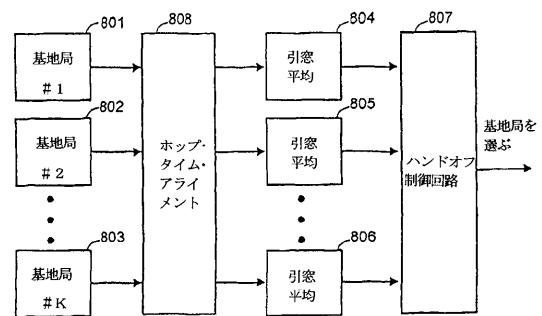
【図 16 B】



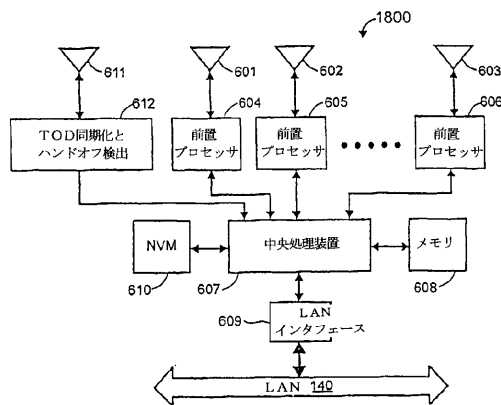
【図 17 A】



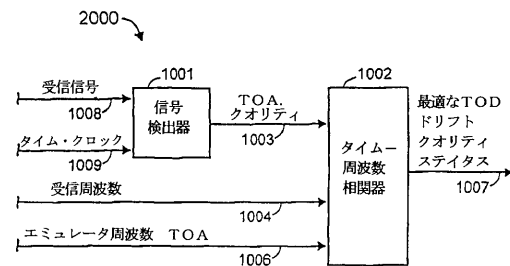
【図 17 B】



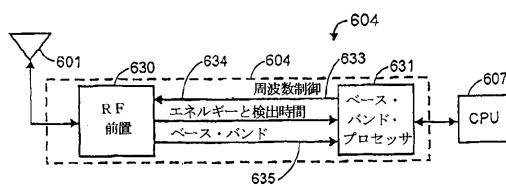
【図 18】



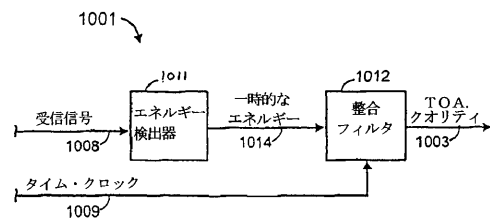
【図 20】



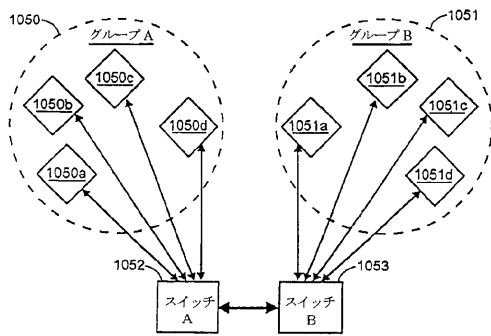
【図 19】



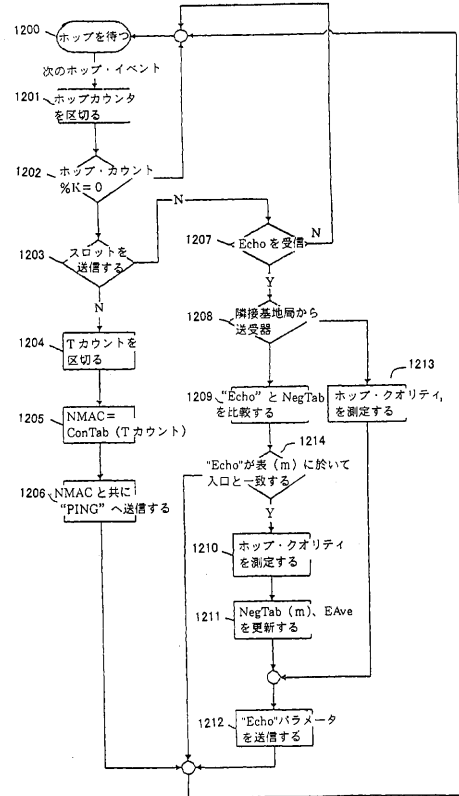
【図 21】



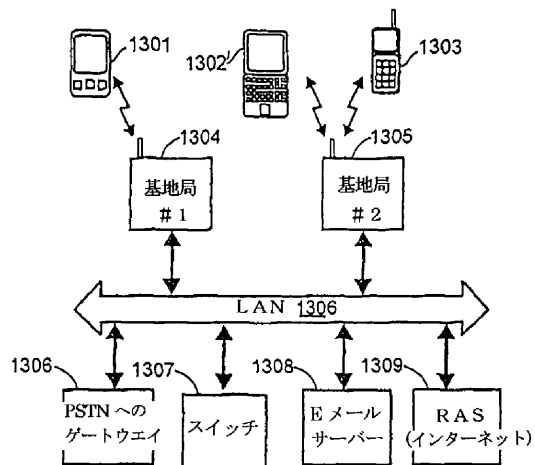
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
18 October 2001 (18.10.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/78246 A1

- (51) International Patent Classification: **H04B 1/38**,
H04M 1/00, H04Q 7/20
- (21) International Application Number: PCT/US01/08793
- (22) International Filing Date: 20 March 2001 (20.03.2001)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:
60/195,219 7 April 2000 (07.04.2000) US
60/208,306 1 June 2000 (01.06.2000) US
09/784,109 16 February 2001 (16.02.2001) US
- (71) Applicant (for all designated States except US): **COM-
MIL LTD.** (IL/IL); P.O. Box 3382, 47131 Ramat Hasharon
(IL).
- (71) Applicant (for *TJ* only): **FRIEDMAN, Mark, M.**
[US/IL]; 1 Alhanzi, Raanana (IL).
- (72) Inventors; and
(75) Inventors/Applicants (for *US* only): **ARAZI, Nitzan**
[IL/IL]; 4 Hazofim St., Ramat Hasharon (IL). **SOFFER,**
- (74) Common Representative: **FRIEDMAN, Mark, M.**, c/o
Castorina, Anthony, 2001 Jefferson Davis Highway, Suite
207, Arlington, VA 22202 (US).
- (81) Designated States (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (84) Designated States (*regional*): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian
patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European
patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE,
IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published:**
— with international search report
- For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 01/78246 A1

(54) Title: WIRELESS PRIVATE BRANCH EXCHANGE (WPBX) AND COMMUNICATING BETWEEN MOBILE UNITS AND BASE STATIONS

(57) Abstract: Methods to create a cellular-like communication system, such as a Wireless Private Branch Exchange (WPBX) (123, 124), which includes mobile devices (121, 123) such as a standard cordless phone (handsets), particularly, mobile devices utilizing the Bluetooth short-range wireless communication protocol. The methods provide seamless and reliable handoff of sessions between Base Stations while the mobile device is moving between picocells, by implementing a high-level of synchronization between the Base Stations and the Switch (129). Base Stations of picocells having small coverage areas communicate with the handsets. The communication protocol is divided into a low-level protocol (280, 281) performed by the Base Stations and a high-level protocol (283, 284) performed by the Switch connected to all the Base Stations. The methods support mobile computing or telephony devices and communication protocols, which are not specified to handle handoffs of sessions while moving between Base Stations coverage areas in a data, voice or telephony wireless network.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

1

WIRELESS PRIVATE BRANCH EXCHANGE (WPBX) AND
COMMUNICATING BETWEEN MOBILE UNITS AND BASE STATIONS

TECHNICAL FIELD OF THE INVENTION

5 The invention relates to wireless communications systems having a plurality of mobile units (devices) having the ability to connect short-range with a plurality of Base Stations, and techniques for handing off a mobile unit from one Base Station to another when the mobile unit moves between areas of coverage of neighboring Base Stations.

10 BACKGROUND OF THE INVENTION

The effective range of a mobile device, such as a cordless handset, from its Base Station is limited by its transmission power and by the receiver sensitivity of the mobile device and the Base Station. Wireless Private Branch Exchange (WPBX) systems address this limitation by using more than one Base Station (BS). The area that a Base Station covers is called a cell. In the main, hereinafter, mobile units (devices) that are cordless (telephone) handsets are discussed.

15 In a WPBX, the Base Stations are interconnected in order to allow handsets that are in different cells to communicate with one another. When a handset moves from one cell to another during a call, the handoff (or handover) of communication from one Base Station to another Base Station enables uninterrupted communication. A central unit that is usually called the "Switch" is connected to all the Base Stations. The Switch controls the operation of the system, routes the call to Base Stations and to Gateways, which connect the WPBX to external communication systems. The transmission power of a cordless handset in the WPBX is usually lower than the transmission power of the handset of a standard cellular system, which results in a WPBX for cordless handsets having much smaller cells (referred to as mini-cells, or micro-cells or picocells) than the cells of a standard cellular system.

20 Some cordless handsets use communication protocols that are also used in cellular system, but they transmit in a lower power than a mobile (cellular) handset. For examples

WO 01/78246

PCT/US01/08793

2

protocols in use are GSM and IS-136. According to these protocols the handoff between cells is performed by collaboration of the cordless handset, the Base Stations and the Switch. These handsets can connect to the WPBX when they are in its coverage area, and can also connect to any other cellular system that supports the communication protocol that they are using.

Some handsets use communication protocols that were designed especially to allow communication with WPBX. Some examples are DECT, CT-2, PAC, and PACS. The handset is usually a dedicated handset that is used only in the area covered by the WPBX.

Some handsets have dual mode support. For example a handset may communicate with the WPBX using DECT, and may allow communication with other cellular systems using GSM.

Some WPBXs use standard cordless handsets. These handsets have no special mechanism to support the handoff between cells. In these systems the Switch and the Base Stations perform the handoff, and the handset is not aware of (does not participate actively in) the handoff process. When a standard cordless handset moves from one cell to another the Switch routes the call to another cell. Since cordless phones use "simple" protocols, for example an analog fixed transmission, when the call is routed to the new cell, the cordless phone automatically will receive it.

During the last years short-range communication protocols have become much more complicated. Very low power is used in order to allow many systems to operate in close vicinity. Complex transmissions methods like frequency hopping and spread spectrum are used in order to overcome interference, and improve the communication quality. Digital communication methods are used allowing communication of data and voice on the same system. Error correction encoders are used in order to improve reliability. Security and privacy of the communication is improved with the use of Digital authentication and encryption.

Short-range communication systems are used for many purposes. A growing trend for short-range communication usage is Personal Area Network (PAN) devices and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

3

applications, among such is the "all in one handset" and personal data devices. Such type of handset supports standard cellular communication, and also has the ability to communicate with personal area network devices that are in its near vicinity, using short-range communication. Some PAN short-range communication standards were not
5 designed to allow mobility; i.e. they were not designed to allow handoff in between Base Stations in general and during an active session in particular. This limits a session via such device to be linked to a single Base Station and therefore to very limited area.

The "Bluetooth" standard is a short-range wireless communication standard that has many uses for voice applications and telephony (e.g. cordless phone, wireless
10 headsets) and also for data applications (laptop to personal computer communication, wireless local area network Gateways etc.). The Bluetooth wireless technology is implemented using a universal radio interface in the 2.45 GHz frequency band that enables portable electronic devices to connect and communicate wirelessly via short-range, *ad hoc* networks. Each unit can simultaneously communicate with up to
15 seven other units per piconet. Moreover, each unit can simultaneously belong to several piconets.

Bluetooth connection is planned to be standard feature in future cellular handsets, Personal Digital Assistants (PDAs), Palmtop and Laptop computers. The Bluetooth standard does not support mobility between Base Stations, since it was primarily designed
20 for short-range communication as a cable replacement. A cellular handset with Bluetooth wireless technology will be able to operate as a cordless phone, but only in the near vicinity of a single Base Station. The same limitation applies to mobile personal data devices such as PDA's and mobile computers.

GLOSSARY

25 Unless otherwise noted, or as may be evident from the context of their usage, any terms, abbreviations, acronyms or scientific symbols and notations used herein are to be given their ordinary meaning in the technical discipline to which the invention most nearly pertains. The following glossary of terms is intended to lend clarity and consistency to the various descriptions contained herein, as well as in prior art documents:

WO 01/78246

PCT/US01/08793

4

	ATM	Asynchronous Transfer Mode
	BER	Bit Error Rate
	Bluetooth	short-range wireless communications standard/interface/protocol
	BS	Base Station
5	CPU	Central Processing Unit
	CRC	Cyclic Redundancy Check
	CT-2	a communication protocol
	DECT	Digital Enhanced Cordless Telephone communication protocol
	DN	Destination Number
10	ECHO	a response to a PING
	FIFO	First In, First Out
	FTP	File Transfer Protocol
	Gateway	an interface for communications between dissimilar services
	GHz	GigaHertz
15	GSM:	Global System for Mobile Communication
	handoff	transfer of mobile devices from one Base Station to another Base Station
	ID	Identification (number)
	IEEE 802.2	Ethernet protocol
20	IS-136	communication protocol
	ISDN	Integrated Services Digital Network
	ITU-T 802.15	a communication standard similar to the Bluetooth standard
	ITU-T Q.931	a telephony protocol for call setup
	IVR	Interactive Voice Response
25	LAN	Local Area Network
	LMSE	Least Mean Square Error
	MSC	Mobile Switching Center (MSC)
	PAC	a communication protocol
	PACS	a communication protocol

WO 01/78246

PCT/US01/08793

5

PAN	Personal Area Network
PBX	Private Branch Exchange
PABX	Private Automatic Branch Exchange (also referred to as PBX)
PDA	Personal Digital (or Data) Assistant
5 picocell	a coverage area of a short-range Base Station
PING	a command which is sent, soliciting a response
PPP	Point-To-Point Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
RF	Radio Frequency
10 SNR	Signal-to-Noise Ratio
Switch	Apparatus for routing telephone calls
TOD	Time Of Day
WAP	Wireless Application Protocol
WPBX	Wireless Private Branch Exchange

15

SUMMARY OF THE INVENTION

A general object of the invention is to provide a technique for allowing mobile units (devices) such as standard cordless telephone handsets and PDA (Personal Digital Assistant), laptop or notebook computers or similar devices that support wireless communication (such as Bluetooth wireless technology) to seamlessly connect to a Wireless Private Branch Exchange (WPBX), or to a standard (wired) PBX or to a LAN or to a cellular telephone network or to a standard wired telephone network, thereby avoiding the use of special (typically expensive) handsets or attachments or software or hardware agents, with the abovementioned mobile devices.

25 According to the present invention there is provided, in a wireless communication system comprising at least two Base Stations, at least one Switch in communication with the Base Stations, a method of communicating between mobile units and the Base Stations comprising: dividing a communication protocol into a low-level protocol for performing tasks that require accurate time synchronization and a high-level protocol

WO 01/78246

PCT/US01/08793

6

which does not require accurate time synchronization; and for each connection of a mobile unit with a Base Station, running an instance of the low-level protocol at the Base Station connected with the mobile unit and running an instance of the high-level protocol at the Switch.

5 According to the present invention there is provided, in a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of synchronizing at least one neighboring Base Station to the Base Station connected with the mobile unit comprising: from the Base Station connected with the mobile unit, sending call parameters and rough synchronization information to the at least one
10 neighboring Base Station; and at the at least one neighboring Base Station, monitoring transmissions of at least one of: the Base Station connected with the mobile unit; the mobile unit; and a beacon signal from a beacon transmitter which is within range of the at least one neighboring Base Station and the Base Station connected with the mobile unit.

According to the present invention there is provided, in a wireless communication
15 system comprising a plurality of Base Stations and at least one Switch in communication with the Base Stations, a method of synchronizing at least one neighboring Base Station to a Base Station connected with a mobile unit comprising: from the Base Station connected with the mobile unit, periodically transmitting during a selected time interval with higher transmission power than during normal transmission; and receiving the
20 transmission with higher transmission power at the least one neighboring Base Station.

According to the present invention there is provided, in a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of detecting the presence of a mobile unit in a coverage area of at least one neighboring Base Station, comprising: the Base Station connected with the mobile unit provides, to the at least one
25 neighboring Base Station, information about the connection with the mobile unit, including rough TOD and a device address for the mobile unit; at the at least one neighboring Base Station, receiving information and generating a list of frequencies in which the mobile unit is likely to transmit; and at the at least one neighboring Base Station, checking for a signal transmitted by the mobile unit.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

7

According to the present invention there is provided a method for detecting a mobile unit by a Base Station, wherein frequency-hopping is used to communicate between Base Stations and mobile units, comprising: at a Base Station that is connected to a mobile unit, periodically yielding a hop; and during the hop which has been yielded
5 by the Base Station connected with the mobile unit, communicating with the mobile unit from at least one neighboring Base Station.

According to the present invention there is provided, in a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of detecting a handset by at least one Base Station which is waiting for the mobile unit to enter its
10 coverage area, comprising: from the at least one Base Station waiting for the mobile unit to enter its coverage area and the Base Station connected with the mobile unit, sending a PING command to the mobile unit; and at the Base Station waiting for the mobile unit to enter its coverage area, receiving an ECHO reply from the mobile unit.

According to the present invention there is provided, in a wireless communication
15 system comprising at least two Base Stations, at least one Switch in communication with the Base Stations, and at least one mobile unit, a method of handing off the mobile unit from a Base Station communicating with the mobile unit and a neighboring Base Station, comprising: smoothing a plurality of signals received from a handset by a plurality of Base Stations; comparing the signals with one another; and selecting a Base Station for
20 handoff based on signal quality.

According to the present invention, a system comprises one or more mobile units such as standard cordless handsets, two or more Base Stations, and at least one Switch. The Base Stations are connected to one another and to the Switch. The handsets communicate directly with the Base Stations, rather than with one another.

25 According to an aspect of the present invention, the Base Stations and Switch communicate directly with one another, rather than, for example, over the PSTN. However, the system may interface with the PSTN, the Internet or a LAN, or with a PBX via a Gateway.

According to a feature of the present invention, a method is provided for handing

WO 01/78246

PCT/US01/08793

8

off calls from a one Base Station to another (neighboring) Base Station, with mobile units (e.g., standard cordless handsets) that do not support connection to more than one Base Station and that do not support mobility with seamless handoff between Base Stations. This is an important feature because the mobile device uses complicated digital communication methods, so simple handoff methods that only the Switch supports are inadequate. Rather, the Switch and Base Stations cooperate with one another for the handoff operation. Accurate synchronization of Base Stations facilitates handoff. Advantageously, the handoff operation does not require explicit cooperation between the mobile device and the Base Stations.

10 According to an aspect of the present invention, a method is provided for dividing the short-range communication protocol that is used by the handset between high-level protocols which do not need accurate time synchronization and low-level protocols which have strict time synchronization requirements (require accurate time synchronization). The low-level protocols are performed by the Base Stations, and the
15 high-level protocols are performed in the Switch. This enables handoff to be performed even when complex (e.g. frequency hopping, encryption, authentication) and multi-level protocols are used. This also reduces the synchronization requirements between Base Stations.

20 According to an aspect of the present invention, a method is provided for accurately synchronizing the Base Stations and, more particularly, for synchronizing the Base Stations when frequency-hopping communication is used.

According to an aspect of the present invention, a method is provided for detecting the presence of a mobile device in the coverage area of a Base Station (i.e., its picocell).

25 According to an aspect of the present invention, a method is provided for determining when to perform handoff of a session(i.e., a phone call, a data link, etc.), and to which Base Station to hand the session, by measuring signal quality at the Base Stations. This method is effective, even when complex transmission methods are used.

The methods disclosed herein are not limited to the communication of a certain

WO 01/78246

PCT/US01/08793

9

type of data. Hence, they can be utilized for telephony applications and for data applications.

Other objects, features and advantages of the invention will become apparent in light of the following description thereof.

5

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Reference will be made in detail to preferred embodiments of the invention, examples of which may be illustrated in the accompanying drawing figures. The figures are intended to be illustrative, not limiting. Although the invention is generally described in the context of these preferred embodiments, it should be understood that it is not intended to limit the spirit and scope of the invention to these particular embodiments.

10

In flowcharts presented herein, rectangular boxes generally represent a sequential step being performed, a diamond shaped box generally represents a decision step (test) having two mutually-exclusive results ("Y"=Yes; "N"=No), and an empty circle is not a step or a test, but is merely a graphical junction point at which two or more paths in the flowchart converge.

15

The structure, operation, and advantages of the present preferred embodiment of the invention will become further apparent upon consideration of the following description, taken in conjunction with the accompanying figures, wherein:

20

Figure 1 is a diagram of a cellular system covering a relatively large area and a Wireless Private Branch Exchange (WPBX) system covering a relatively smaller area, illustrating that a cellular handset can communicate with a Base Station of the cellular system and also with Base Stations of the WPBX;

25

Figure 2 is a schematic block diagram illustrating main components and architecture of a WPBX system, suitable for use as the WPBX system of **Figure 1**;

Figure 3A is a schematic block diagram of a communications system incorporating a WPBX, such as the WPBX of **Figure 2**, with the addition of a Gateway connecting the WPBX to the Public Switched Telephone Network (PSTN);

Figure 3B is a schematic block diagram of a communications system

WO 01/78246

PCT/US01/08793

10

incorporating a WPBX, such as the WPBX of **Figure 2**, with the addition of a Gateway connecting the WPBX to a Private Branch Exchange (PBX);

Figure 4 is a schematic block diagram illustrating an architecture for a WPBX, with the Base Stations, the Switch and the Gateway interconnected by a local area network (LAN);

Figure 5 is a flowchart illustrating a procedure for call "setup" at an originating Base Station of a WPBX;

Figure 6 is a flowchart illustrating a procedure for call "setup" at a receiving Base Station of a WPBX;

Figure 7 is a flowchart illustrating a procedure for call "setup" at a Switch of a WPBX;

Figures 8A and 8B are schematic block diagrams illustrating an architecture for dividing the communication protocol into low-level and high-level protocols for implementation in the Base Stations and in the Switch, respectively, of a WPBX particularly during a handoff, according to the invention;

Figures 9A, 9B and 9C are schematic block diagrams illustrating rough and fine synchronization of Base Stations in a WPBX, particularly during a handoff, according to the invention;

Figure 10 is a graph of a Base Station's transmission power, during hops, illustrating that once in every K hops the energy that the Base Station transmits may be increased to allow other Base Stations that normally do not receive transmissions from the transmitting Base Station to synchronize to the transmitting Base Station, according to the invention;

Figure 11 is a schematic block diagram illustrating an architecture for major components of a Base Station, according to the invention;

Figure 12 is a flowchart illustrating a "call routing task" that runs in the Switch in order to isolate the high-level protocols from the occurrence of the handoff, according to the invention;

Figure 13 is a schematic block diagram illustrating a passive method for detecting

WO 01/78246

PCT/US01/08793

11

arrival of a handset in a Base Station's coverage area during a call, according to the invention;

5 **Figures 14A** is a diagram illustrating a handset communicating with one Base Station, and six other neighboring Base Stations waiting for the handset to enter their coverage area, according to the invention;

Figures 14B, 14C and 14D are graphs illustrating transmissions by the Base Station communicating with the handsets, and by the neighboring Base stations, according to the invention;

10 **Figures 15A and 15B** are diagrams illustrating detection of a handset by a Base Station in communication with the handset and a neighboring Base Station, according to the invention;

Figure 16A is a flowchart illustrating a procedure that Base Stations may use to detect a handset that enters their coverage area, according to the invention;

15 **Figure 16B** is a flowchart illustrating a procedure that Base Stations may use to determine that a handset connected to them is moving into the coverage area of another Base Station, according to the invention;

Figure 17A is a schematic block diagram illustrating a method for making a handoff decision, performed in the central Switch, when a passive detection method is used, according to the invention;

20 **Figure 17B** is a schematic block diagram illustrating a method for making a handoff decision, performed in the central Switch, when an active detection method is used, according to the invention;

Figure 18 is a schematic block diagram of a Base Station comprising a central processing unit (CPU), front end processors, memory, TOD synchronization and handset detection unit, and an interface to a local area network (LAN), according to the invention;

25 **Figure 19** is a schematic block diagram illustrating the front-end processor of the Base Station of **Figure 18**, which comprises a base-band processor and a radio frequency (RF) front end, according to the invention;

Figure 20 is a schematic block diagram illustrating the structure of a detector and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

12

fine TOD estimator, based on a matching correlator, according to the invention;

Figure 21 is a schematic block diagram of an implementation for the Time-Frequency Correlator of **Figure 20**, according to the invention;

5 **Figure 22** is a diagram illustrating an implementation of a WPBX system with two Switches, according to the invention.

Figure 23 is a flow chart illustrating a procedure for transmitting "PING" commands to a handset and receiving "ECHO" responses from the handset, when the Base Station originating the "PING" command is the same Base Station the handset is currently connected to, according to the invention; and

10 **Figure 24** is a schematic block diagram of a system utilizing the methods of the current invention to support mobility of personal data devices as well as wireless handsets, according to the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

15 **Figure 1** illustrates the basic components and operation of an exemplary, overall communication system 100. A Base Station 101 of a cellular system covers a cell 111 having a relatively large coverage area 111. (The Base Station 101 is shown off-center in its coverage area 111, and the coverage area 111 is shown as elliptical rather than circular, for illustrative clarity.) Base Stations 107, 108 and 109 of a WPBX system cover cells
20 102, 103 and 104, respectively, each having relatively smaller coverage areas. (The Base Stations 107, 108 and 109 are shown off-center in their respective coverage areas 102, 103 and 104, for illustrative clarity.) Sometimes, these smaller cells 102, 103 and 104 are referred to as "microcells", or "picocells", or "minicells".

A mobile handset 110 can communicate with the cellular Base Station 101 via a
25 communication link 105 and, when it is in the coverage area of the WPBX, it also can use short-range communication link 106, to communicate with one of its Base Stations 107, 108 and 109. In this manner, a standard cellular handset 110, that is enhanced (additionally equipped) with a short-range communication link (e.g. Bluetooth wireless technology) can connect with the WPBX system whenever it is in range of one of the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

13

WPBX Base Stations 107, 108 and 109.

The WPBX system can also operate when there is no cellular coverage at all. And the handset 110 can be an ordinary cordless telephone handset. Therefore, the cellular Base Station 101 shown in Figure 1 is optional, insofar as the WPBX system of the present invention is involved. In the main hereinafter, a handset which is an otherwise ordinary cordless telephone handset, equipped with a short-range communication link (e.g. Bluetooth wireless link) will be used to describe the invention.

In an office environment, a WPBX system improves availability of employees, who carry mobile handsets, and therefore reduces operational cost and increases productivity. In the home environment, a WPBX system enables the use of the standard cellular handsets instead of special cordless phones.

In the present invention, when the handset is the same as the cellular handset, the cost of equipment is lower than the cost of a standard WPBX which requires dedicated handsets. Since the WPBX handles calls between handsets connected to it, the communication charges are lower than when standard cellular communication is used for all the calls.

The handset 110 may indicate to the user that more than one service is available. The user decides which service to use (Cellular or WPBX). The ability to choose between services is a well-known feature in many mobile phones.

It should be understood that the handset 110 is merely an example of a "mobile unit" which can be any of a number of telephony, voice, computing or data devices which communicate via Base Stations, as described in greater detail hereinbelow. As used herein, "Mobile Units" are devices communicating wirelessly with (also referred to as "connected to") Base Stations.

As illustrated in Figure 1 (and ignoring the cellular Base Station 101 and link 105) the handset 110 is currently communicating with (connected to) the Base Station 108. The Base Stations 107 and 109 are each referred to as "neighboring" Base Stations since they are each adjacent to the Base Station 108 that the handset is currently connected to. The present invention deals largely with how communication with a

WO 01/78246

PCT/US01/08793

14

Mobile Unit such as a handset is handed off (or passed off) from a one Base Station to another (neighboring) Base Station when the handset moves from one minicell to another minicell.

Figure 2 illustrates the main components and architecture of a WPBX system 200 suitable for use as the WPBX system of **Figure 1**. The architecture of a WPBX system generally resembles the architecture of a cellular system. However, as described in greater detail hereinbelow, the function that each component performs is different, since the current invention deals with short-range communication with mobile units that have no built-in support for handoff.

The WPBX 200 comprises a plurality (three shown) of Base Stations 123, 124, 125. A handset 121 communicates via a short-range communication link 122 (e.g. Bluetooth wireless link) with Base Station #1 123. Base Station # 2 124 and Base Station #3 125 are ready to receive the call should handset 121 move into their coverage area. At the same time, the other Base Stations may participate in calls with other handsets. For example, Base Station #2 124 communicates via a short-range communication link 134 (e.g. Bluetooth wireless link) with a handset 133. The handsets 121 and 133 may communicate with each other via the WPBX (as opposed to directly with one another), as described in greater detail hereinbelow.

Communication links 126, 127, 128 connect the Base Stations 123, 124, 125 with one another, as illustrated. These communications links transfer data between the Base Stations 123, 124, 125, including voice communication, data communication, connection status information and synchronization information, as described in greater detail hereinbelow, and may be RF links or land lines (e.g., copper wires, optical fibers, etc.).

Communication links 130, 131, 132 connect the Base Stations 123, 124, 125, respectively, with a Central Switch (hereinafter "Switch") 129. These communication links enable the Switch 129 to control the operation of the Base Stations and to participate in the higher levels of the communication protocols, as described in greater detail hereinbelow, and may be RF links or land lines.

Figure 3A illustrates the addition of a Gateway 135 to the WPBX system 200 of

WO 01/78246

PCT/US01/08793

15

Figure 2. The Gateway 135 connects the Switch 129 to a Public Switched Telephone Network (PSTN) 136. This enables the WPBX system 200 to receive incoming calls from and to send outgoing calls to other telecommunication systems (not shown) which are connected to the PSTN. The Gateway 135 may be implemented in any suitable manner, such as in hardware and/or software.

As used herein, a "Gateway" is a logical or physical connection between two different communication networks. The term implies a need for conversion of some aspect of the information or communication in order to operate, as contrasted with a "port" which implies a point not requiring significant conversion of the message or information. Gateways are well known.

Figure 3B illustrates the addition of a Gateway 137 to the WPBX system 200 of **Figure 2.** The Gateway 137 connects the Switch 129 to a standard Private Branch Exchange (PBX) 138. This enables the WPBX system 200 to receive incoming calls from and to send outgoing calls to standard telephone sets 139 connected to the PBX 138. As illustrated, the PBX 138 is interfaced with the PSTN 136. Thus, the WPBX system 200 can also communicate with other telecommunication systems (not shown) which are connected to the PSTN.

Having dedicated connections for all the Base Stations 123, 124, 125 and the Switch 129, such as illustrated in **Figure 2**, hereinabove, is generally not cost-effective. Rather, when real time interaction or synchronization is not required, a shared local network, for example a local area network such as the IEEE 802.2 Ethernet, can connect these units in a cost-effective manner.

Figure 4 illustrates a plurality (three shown) of Base Stations 123, 124 and 125 (compare **Figure 2**) connected via a communications link which is a Local Area Network (LAN) 140 which handles the transfer of information between the Base Stations 123, 124, and 125, the Switch 129 and, in this example, the Gateway 135 to the PSTN 136. Using a standard local area network (LAN) as the communication backbone allows simple integration with other telephony application servers (not shown), such as IVR (interactive voice response), voice loggers, voice mail and billing systems. The LAN 140 can be

WO 01/78246

PCT/US01/08793

16

either wired, or wireless.

Figures 2, 3A, 3B and 4 therefore illustrate, in a general manner, a number of ways in which the main components of a WPBX can be connected with one another, and interfaced with other communications systems (PSTN, PBX, etc.)

5 For office WPBX applications the Switch 129 may be a standard computer that has the processing power required for handling the switching of hundreds of calls simultaneously. It should support operation in a multi-server environment. This can be achieved with standard server hardware. For home WPBX applications, the Switch 129 may be a part of one Base Station, or a part of several Base Stations.

10 *Call Setup Procedures*

Figures 5, 6 and 7 illustrate call setup procedures for a single call at an "originating" Base Station (e.g., 123), at a "receiving" Base Station (e.g., 124), and at the Switch (e.g., 129), respectively. Call setup between the handset (e.g., 121) and the Base Station it is connected to (e.g., 123) is suitably performed according to standard telephony protocols, for example ITU-T Q.931. A similar protocol is a part of the Bluetooth protocol stack. However, the present invention is not limited to a specific protocol for call setup.

Figure 5 illustrates a call setup procedure performed by an originating Base Station (e.g. 123) when a handset (e.g., 121) that is connected to it, tries to initiate a call. As shown in the step 151, the handset that is originating the call sends a destination number (DN). In a next step 152, the originating Base Station (e.g., 123) checks whether the destination handset (e.g., 133) is in its "Base Station Connection Table" - in other words, whether the destination handset is in the originating Base Station's coverage area. If not (step 152, "N"), in a step 160 the destination number (DN) is sent via the communications link (e.g., LAN 140) to the central WPBX Switch (e.g., 129). The originating Base Station then sets a timeout (step 161), and waits for a reply from the Switch. The timeout set in the step 161 is suitably on the order of up to 5 seconds. Next, it is determined in a step 162 whether there is a timeout.

If there is a timeout (step 162, "Y"), the Base Station sends a busy indication

WO 01/78246

PCT/US01/08793

17

(suitably a tone) to the originating handset (step 177), and the Switch is updated about the failure of the call (step 178). If, there is not a timeout (step 162, "N"), the originating Base Station receives (from the Switch) the address of a destination Base Station (step 163). The originating Base Station then calls the destination Base Station (step 164), and it also calls all the neighbors (neighboring Base Stations) of the destination Base Station (step 180). Then the originating Base Station sets a timeout (step 165) and waits for a reply from the called Base Station (and its neighbors). Calling more than one destination Base Station is preferred in order to overcome uncertainties during handoff. The timeout set in the step 165 is suitably on the order of up to 5 seconds. Next, it is determined in a step 166 whether there is a timeout.

If there is a timeout (step 166, "Y"), the Base Station sends a busy tone to the originating handset (step 177), and the Switch is updated about the failure of the call (step 178). If, there is not a timeout (step 166, "N"), and a reply from the destination Base Station is received, the originating Base Station checks if the call is connected (step 167), and then connects the originating handset (step 168), and updates the Switch about the success of the call (step 169).

If, in the step 163 the address of a destination Base Station is not received (N), it is determined (step 170) whether the destination of the call is the Switch itself. If so (step 170, "Y"), a procedure similar to that for sending a call to another Base Station is implemented, except that the call is sent to the Switch (step 171) and not to another Base Station. Then the originating Base Station sets a timeout (step 172) and waits for the Switch to reply (step 173). The timeout is suitably on the order of up to 5 seconds. Next, it is determined in the step 173 whether there is a timeout.

If there is a timeout (step 173, "Y"), the Base Station sends a busy tone to the originating handset (step 177), and the Switch is updated about the failure of the call (step 178). If the Switch responds that the call is connected, there is not a timeout (step 173, "N"), and the originating Base Station connects the handset (step 175), and updates the Switch (step 176) about the status of the call.

If it is determined that the destination handset is in the originating Base Station's

WO 01/78246

PCT/US01/08793

18

coverage area (step 152, "Y"), and a busy signal is not returned (step 153, "N"), the originating Base Station then attempts (step 154) to connect the call to the destination handset, and also to all the neighboring Base Stations (step 181). Again, the calling of neighboring Base Stations is preferred in order to overcome uncertainties, such as the handset moving, during the call setup. Then the originating Base Station performs a procedure similar to that described hereinabove of setting a timeout (step 155), waiting for the Switch to reply (step 156), connecting (step 158) or disconnecting (step 177) the call, and updating the Switch (steps 159 or 178).

In summary, the call setup procedure performed by an originating Base Station (e.g., 123) is that, first, the originating Base Station determines whether a call request from an originating handset (e.g., 121) is:

- a. to a DN in the originating Base Station's coverage area (e.g., step 152), in which case the originating Base Station attempts (step 181) to also connect the call to its neighboring Base Stations; or
- b. to a DN in another Base Station's coverage area (e.g., step 164), in which case the originating Base Station attempts (step 180) to also connect the call to Base Stations which are neighbors of the destination Base Station; or
- c. to a DN outside of the WPBX coverage area and is to be routed through a Gateway (see **Figure 7**) associated with the Switch (steps 170, 171).

In each case, the originating Base Station then:

- d. sets a timeout (steps 155, 165, 172);
- e. waits for the Switch to reply (steps 156, 166, 173) that the call is connected (steps 157, 167, 174)
- f. connects the originating handset (steps 158, 168, 175);
- g. updates the Switch (steps 159, 169, 176) about the status of the call; and
- h. waits (step 179) for a new event (a new call setup).

Figure 6 illustrates the call setup procedure performed at a destination Base Station (e.g., 124) which is receiving a call, whether it be from another Base Station or from the Switch. When the destination Base Station receives a request (step 201) to

WO 01/78246

PCT/US01/08793

19

connect a call to a handset (e.g., 133) which is reportedly within its coverage area, it first checks (step 202) whether the handset is already communicating with (connected to) it. If the handset is already connected to the Base Station (step 202, "Y"), the Base Station tries to connect the call to the handset. A timeout is set (step 203), again on the order of up to 5 seconds, and the Base Station waits (step 204).

If a time-out occurs (step 204, "Y"), or if a timeout does not occur (step 204, "N") but the call was unable to connect (step 205, "N"), the destination Base Station returns an indication (step 208) of call setup failure ("unable to connect") to the originating Base Station (or to the Switch, as the case may be). If, however, the connection succeeds (step 205, "Y") the Base Station returns an indication (step 206) of successful call setup ("call connected") to the originating Base Station. In either case (call connected, unable to connect), the destination Base Station sends similar indications (steps 211, 212, respectively) to all the neighboring Base Stations of the originating Base Station. Again, sending the reply to the neighboring Base Stations is to overcome uncertainties during handoff. In both cases the Switch is updated at steps 207 and 209, respectively. Finally the Base Station waits (step 210) for a new event (a new call setup).

Figure 7 illustrates the call setup procedure performed at the Switch (e.g., 129). The Switch handles two types of messages, one is a request to establish a new call, and the other is an update to the status of the call. In a step 231, it is determined whether the request is for a new call (step 231, "Y") or a request to update a call (step 231, "N").

If the arriving message is a request to update a call (step 231, "N"), an update of the "Calls Table" is generally required (step 254, "Y"). The Switch checks if it receives indication that the call is connected (step 255). If the call is connected, (step 255, "Y"), the status of the call is updated in the Calls Table (step 256). Otherwise (step 255, "N"), the call is removed from the Calls Table (step 257).

If the arriving message is a request to initiate a new call (step 231, "Y"), the Switch checks if the call is intended to a handset connected to the WPBX (step 232). This is done by checking its "Connections Table". If the call is intended to connect to outside the WPBX (e.g., via the PSTN 136), the Switch checks (step 233) if the destination

WO 01/78246

PCT/US01/08793

20

number (DN) is a legal (valid) number. If the DN is a valid number (step 233, "Y"), in a step 234 the Switch transfers the call to the Gateway (e.g., 135), sets a timeout (step 235) and waits (step 236). If not (step 233, "N"), the program exits.

If the connection via the Gateway succeeds (step 236, "N"), it is whether the call
5 is connected determined (step 237). If the call is connected, (step 237, "Y"), the Switch requests from the originating Base Station to transfer the call to the Switch (step 238), and waits for connection with originating Base Station (steps 239, 240). If connection succeeds, and the call is connected (step 242, "Y"), the call is added to the "Calls Table" (step 243), and the call is routed to the Gateway (step 244). If connection fails (step 240,
10 "Y"; or step 242, "N"), the connection with the Gateway is disconnected (step 241).

If the call destination is one of the Base Stations (step 259), its source may be another Base Station (step 249), or the Gateway (step 245). If the source is another Base Station, the Switch send to the originating Base Station the address of the destination Base Station, and adds the call to the "Calls Table". If the call arrived from the Gateway
15 the Switch tries to connect the call to the destination Base Station (step 245). If it succeeds the call is added to the "Calls Table" (step 252), the call is transferred to the destination (step 253). If it fails the connection with the Gateway is disconnected.

The procedure described in **Figure 7** is also applicable to the case when more than one Gateway connects to the WPBX to the PSTN - for example, in a case where two
20 branch offices share a single WPBX, and each has its own independent connection to the PSTN. The main difference would be that when the Switch handles an outgoing call, it will determine to which Gateway to send the call. This can either be done randomly, or can be pre-determined. The handling of the incoming calls would proceed as set forth above in **Figure 7**.

Figures 5, 6 and 7 have illustrated a call setup procedure for the handling of a
25 single call. When either the Base Stations or the Switch need to handle more than one call, several instances of these procedures can be run in parallel. For that purpose, both Base Station software and Switch software are preferably based on a real time operating system that supports multi-tasking. For each new call, a new task will be created, and the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

21

task will perform the procedures described in **Figures 5, 6 and 7**. The task will be closed when the procedure is completed.

In systems with a very large number of Base Stations, due to limited processing power of each Switch, it may be preferable to divide the Switch into two or more units.

- 5 Dividing the Switch into several units can also improve the reliability of the WPBX, by eliminating the possibility of having a single point of failure shutting down the entire system.

Figure 22 illustrates the division of the Base Stations, into two groups; a first group (Group A) 1050 comprising a plurality (four shown) of Base Stations 1050a, 1050b, 1050c and 1050d; and a second group (Group B) 1051 comprising a plurality (four shown) of Base Stations 1051a, 1051b, 1051c, 1051d. The Base Stations of Group A are connected to a first Switch (Switch A) 1052, and the Base Stations of Group B are connected to a second Switch (Switch B) 1053. The Base Stations and the Switches function according to the procedures described in **Figures 5, 6 and 7**. All the Switches mirror all the status tables of the other Switches, i.e. by having copies of each other's "Calls Table" and "Connections Table". When a Switch updates one of its status tables, it sends the information to all the other Switches, and they update their tables accordingly. In order for this process to be reliable, the other Switches will send an indication that the message was received. If the originating Switch does not receive such a reply within T_1 milliseconds, it will retransmit the message. The retransmission will be repeated up to P times. For example T_1 shall be equal to 100, and P shall be equal to 5.

It is within the scope of the invention that more than two Switches, and corresponding more than two groups of Base Stations can be employed. As described hereinabove, all of the Switches would mirror and update each other's status tables. The description of two Switches 1052 and 1053 is intended to be exemplary rather than limiting.

Calls Table

The Switch (129) maintains the "Calls Table", which contains the status and information about all the active calls being handled by the WPBX. The "Calls Table" comprises the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

22

following information:

- 1) Each active call has a unique "Call Identification number".
- 2) The origin of the call, which can be either "Internal" or "External".
- 3) The destination of the call, which can be either "Internal" or "External".
- 54) "Calling Number Identification (CNID)", the number of the calling party, if available.
- 5) Destination Number (DN), the number of the answering party if available.
- 6) "Originating Base Station Identification" for calls from internal origin
- 7) "Destination Base Station Identification" for calls with internal destination,
- 108) Status of call - initiated, connected, disconnected.
- 9) Additional information for billing, performance analysis, such as call starts time, number of handoffs, time since last handoff, etc.

The "Originating Base Station Identification" and the "Destination Base Station Identification" are updated when a handset moves from one Base Station to another. The Switch updates these fields when it determines that the handoff should occur. During handoff, for a short time, there may be uncertainty about the validity of these fields. The Base Stations compensate for the uncertainty by "multicasting" the call setup messages to a group of Base Stations, as described hereinabove with respect to **Figures 5 and 6** (see, e.g., steps 180, 181, 211, 212).

The procedures described above do not limit the WPBX from handling all unique telephony features that the Gateway and the handsets can support. For example, multiple connections can be created between handsets, and between handsets and the Gateway, when each connection is treated as a separate call. Another example is "Caller ID", that the Gateway can send to a handset. Another example is a "Hook-Flash" (momentary disconnect) that the handset can pass to the Gateway. The WPBX acts as a transparent relay for all these telephony features.

High-Level and Low-Level Protocols

In the descriptions set forth hereinabove, it has generally been assumed that:

1. Each Base Station knows which handsets are in its coverage range.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

23

2. The Switch is aware of the connections of all the Base Stations.

3. Connections appear static to users and also to the high-level call setup procedures described above.

A method to achieve mobility, which fulfills these three assumptions is described in detail, hereinbelow.

According to the invention, the short-range communication protocol stack is divided into two parts:

low-level protocols performing real time tasks, and

high-level protocols that do not have real time requirements.

For example in the Bluetooth short-range communication protocol stack, the low-level protocols are the radio frequency (RF) transmitter and the base-band controller. The base-band controller performs real time control over the RF, since the Bluetooth protocol utilizes frequency-hopping transmission. The base-band protocol also determines, for each time slot of transmission (i.e. each frequency hop), what information will be transmitted. The base-band protocol also deals with voice coding, error correction, encryption and authentication. For example, higher level protocols of the Bluetooth stack include the "Link Manager" which determines what information will go through the channels created by the "Base-Band", and determines the state of operation (e.g. Active, Polling, Parked).

The low-level protocols that require real time capabilities are performed in the Base Station. The higher-level protocols are performed at the Switch. (However, as described hereinbelow, certain high-level protocols can also be performed in the Base Station, even though they do not require real time capabilities.) The Switch handles the routing of data from the higher-level protocols to the lower level protocols. (A call routing task (282) is described in greater detail hereinbelow.) Therefore, the higher-level protocols do not need to "know" in which Base Station the lower level protocol that they are controlling is being performed.

Figures 8A and 8B illustrate an example of a WPBX system 800 with two handsets 121 and 133, two Base Stations 123 and 124, and one Switch 129. In this

WO 01/78246

PCT/US01/08793

24

example, two calls are being handled. Gateways (e.g., 135, 137) are omitted, for illustrative clarity. As mentioned hereinabove (see, e.g., **Figure 22**), the Switch can be divided into several units

As illustrated in **Figure 8A**, the handset 121 is currently communicating with
5 (connected to) the Base Station 123, and the handset 133 is currently communicating with the Base Station 124. An instance 280 of the low-level protocol is running on the Base Station 123, and another instance 281 of the low-level protocol is running on the Base Station 124. Each instance of the low-level protocol supports only one call. In a similar manner, the Switch 129 handles an instance 283 of the high-level protocol for the
10 call with the handset 121, and another instance 284 of the high-level protocol for the call with the handset 133. A single call routing task 282 handles the data that is transferred between the instances of the low-level protocols and the high-level protocols to the correct destination.

As illustrated in **Figure 8A**, the call routing task 282 routes data arriving from
15 instance 280 of the low-level protocol to instance 283 of the high-level protocol, and from the instance 281 of the low-level protocol to the instance 284 of the high-level protocol. Since interaction between the high-level-protocol and low-level protocol, is normally relatively rare (e.g. call setup), there are no strict real time requirements from the call routing task. The call routing task 282 is described in greater detail hereinbelow, with
20 respect to **Figure 12**.

As illustrated in **Figure 8B**, the handset 133 is shown as having moved to the area covered by the Base Station 123. The Base Station 123 will handle the communication with the handset 133, by creating a copy 281' of the instance 281 of the low-level protocol, that previously ran on Base Station 124. This allows the handset 133 to
25 continue communication without "knowing" that a changeover of Base Stations has occurred. The call routing task 282 will now route the data arriving from the instance 281' of the low-level protocol running on Base Station 123 to the instance 284 of the high-level protocol 284 which is running on the Switch 129.

For each connection of a Base Station with a handset, there is a separate instance

WO 01/78246

PCT/US01/08793

25

of the low-level protocol running at a Base Station connected to the handset, and a corresponding separate instance of the high-level protocol running at the Switch. These instances are created, on an as-needed basis, when a connection is initiated. Preferably, a real time multi-tasking operating system is used in order to allow handling of many instances of the protocols simultaneously in the Base Stations and in the Switch. The procedures that the Switch uses during initiation of a connection and later, during handoff, are discussed in greater detail hereinbelow.

Synchronization of Base Stations During a Handoff

There follows a description of procedures that are performed during handoff of a call from one Base Station to another Base Station. The Base Station with which a handset is currently connected is termed the "current" Base Station. The Base Station to which a handset is being handed off is termed the "next" Base Station, and is typically a "neighboring" Base Station. Once the handoff has occurred, this neighboring/next Base Station becomes the "current" Base Station and the Base Station from which the handset has moved becomes the "previous" Base Station.

According to an aspect of the invention, the handsets do not need to be (and preferably are not) specially equipped or enabled to support mobility (i.e. handoff). Therefore, when a handset moves from one Base Station to another, the current and the next Base Stations are responsible for continuing the communication with the handset, preferably with no noticeable interruption in the communication, and the next Base Station to which the handset has moved should transmit substantially exactly as the previous Base Station from which the handset has moved would have transmitted. For purposes of the discussion of this example, it is assumed that it is known from which Base Station the handset has moved and to which Base Station the handset is moving, and that the exact timing of handoff is also known. These issues are discussed in greater detail hereinbelow.

Figures 9A, 9B and 9C illustrate, in a general manner, a handoff taking place between two Base Stations 123, 124 and a single handset 121 of a WPBX.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

26

Figure 9A illustrates the handset 121 communicating with (connected to) a Base Station (Base Station #1) 123 via a short-range communication link 122 (e.g. Bluetooth wireless link). The "current" Base Station 123 sends call parameters and rough synchronization information over the LAN 140 to the neighboring Base Stations, a one of which is shown as Base Station #2 124. In this manner, the neighboring Base Stations "know" that they are "candidate" Base Stations for receiving a handoff of the call from the current Base Station. The information which is broadcast by the current Base Station to the candidate next Base Stations includes low-level communications protocol states and parameters, discussed in greater detail hereinbelow. This communication from the Base Station 123 to the Base Stations 124 is indicated by the arrow 141, and the information contained therein is used to achieve rough (coarse) synchronization between the Base Stations. Since this information does not need to be accurate in time, it can be transmitted over the data link (e.g., LAN 140) connecting all of the Base Stations.

Figure 9B illustrates a handoff as it is about to take place. Here, the handset 121 is situated in an area covered by both Base Stations 123 and 124. Base Station 124 uses this situation to achieve exact (fine) synchronization with the current Base Station 123. This will enable the next Base Station 124 to transmit, after the handoff, substantially exactly as previous Base Station 123 would have transmitted if the handoff had not occurred. A method for effecting this fine synchronization between neighboring Base Stations is discussed in greater detail hereinbelow.

An important parameter of synchronization is Time Of Day (TOD), which can be determined with virtually any desired level of precision (e.g., microseconds). As described in greater detail hereinbelow, in order to achieve fine synchronization of TOD, the Base Station 124 that is waiting for the handset 121 may passively monitor the transmissions of either the handset 121, or of the Base Station 123 that is currently connected with the handset. In **Figure 9B**, the two possible fine synchronization signals that the candidate next Base Station #2 124 can monitor are shown, a signal 142 originating from the Base Station #1 123, and another signal 143 originating from the handset 121.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

27

Figure 9C illustrates that synchronization of the Base Stations 123 and 124 may alternatively be achieved by use of a beacon signal from a beacon transmitter 299 which is within range of current and next Base Stations, in which case precise (fine) synchronization for the low-level protocols can also be achieved. The beacon transmitter 299 transmits a beacon signal 144 to both of the Base Stations 123 and 124 to achieve synchronization of the Base Stations. This method allows for the synchronization of many Base Stations, although only two are illustrated in this figure. In this case, there is no need to transmit synchronization information over the LAN 140. Only call parameters (e.g., low-level protocol) need to be communicated between the current Base Station and the neighboring candidate next Base Stations, as indicated by the arrow 141'.

Bluetooth Short-Range Wireless Communication Protocol

As discussed hereinabove, a short-range communication protocol with the handset can be divided into lower-level protocols which the Base Stations handle, since they have real time requirements, and higher-level protocols which the Switch handles since they do not require real time requirements. Bluetooth wireless technology is an example of such a short-range communication protocol. In Table 1, a division of the Bluetooth short range wireless protocol into such low-level and high-level protocols is presented.

Table 1
Communication Protocols

Element (Protocol Name)	Description of Protocol (Bluetooth Protocol)	Real time requirements	Level / Where
Radio Frequency (RF)	Defines the modulation scheme and the frequency range	Control of radio frequency in real time required, modulates each symbol	Low / Base Station
Base-band	Frequency control, channel definition, transmission/reception control, encryption, error correction, authentication.	Control frequency hopping in real time. Determines what packet will be sent at each hop. Encryption/Error correction for each	Low / Base Station

WO 01/78246

PCT/US01/08793

28

		hop. Accurate time synchronization	
Link Manager	Link setup and control	None	Low or High Base station or Switch
Host Controller Interface	Communication between protocol stack and lower level implementation	None	Low or High Base station or Switch
Logical link manager	High level protocol multiplexing, packet segmentation and Reassembly, quality of service management	None	High / Switch
Service discovery	Locating a service available by a Bluetooth device	None	High / Switch
RF COMM	A subset of the ETSI TS 07.10 standard, emulation of serial port over the Logical link manager	None	High / Switch
Ird Interoperability	Interoperability for applications over Bluetooth and infra-red protocols	None	High / Switch
Telephony control protocol	Call control signaling and establishment of speech and data calls between Bluetooth devices.	none	High / Switch
Interoperability requirements for Bluetooth technology as WAP bearer	Bluetooth protocol with PPP as communication bearer for WAP	none	High / Switch
Host control Interface	Command interface to the base-band controller and link manager, and access to status information	none	High / Switch
Generic Access Protocol	Generic procedures for Discovery of services and connection of Bluetooth devices	none	High / Switch
Service discovery application profile	Procedures for an application in a Bluetooth device to discover the services in other Bluetooth devices	none	High / Switch
Cordless	Procedures in an all in one	none	High /

Telephony Profile	handset		Switch
Intercom Profile	Support for intercom feature in an all in one handset	none	High / Switch
Serial Port Profile	Procedure for emulation of serial cable	none	High / Switch
Headset Profile	Headset use over Bluetooth wireless link	none	High / Switch
Dial up Networking Profile	Support for dial up networking in a device with Bluetooth wireless technology	none	High / Switch
FAX Profile	Support for fax transmission or reception on a device with Bluetooth wireless technology	none	High / Switch
LAN Access Profile	Defines how device with Bluetooth wireless technology can access a LAN with PPP	none	High / Switch
Generic Object Exchange Profile	Defines the possibility of Generic Object Exchange	none	High / Switch
Object Push Profile	Support for object push model	none	High / Switch
File Transfer Profile	Support for file transfer	none	High / Switch
Synchronization Profile	Synchronization of Bluetooth enabled device, e.g. PDAs Laptops	none	High / Switch

Table 1 shows the elements of the Bluetooth protocol, generally, as currently implemented. Other profiles may be added in the future (or may have already been added), and it is anticipated that these profiles will be high-level protocols, which do not have strict real time requirements.

As shown in **Table 1**, the Link Manager and the Host Controller Interface can be implemented in either the Base Station or in the Switch. Although the Link Manager and Host Controller Interface, do not require real time performance, they may readily be implemented in the base-band controller of the Base-Station. It is within the scope of the invention that any of the high-level protocols can also be implemented in the Base Station as part of the low-level protocol, but then they will take part in the handoff.

According to the inventive technique of dividing the low-level and high-level protocols, the high-level protocols are "buffered" from the occurrence of handoff by the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

30

Base Stations and the routing task that runs on the Switch. Therefore, the present invention allows mobility of any device with Bluetooth wireless technology that supports any of the high-level protocols (e.g. LAN access, WAP, FAX, FTP). The solution for mobility of cordless phones, described hereinabove, is only an example of how the methods can be utilized.

As described hereinabove with respect to **Figures 8A and 8B**, different instances of the low-level protocols that represent the same connection (e.g., 281, 281') need to be synchronized. **Table 2**, presents elements (parameters) of the low-level protocols that the Base Stations will synchronize. For each element, it also shows whether rough or fine synchronization is required. Again, the protocols are described, by way of example, in the context of the Bluetooth short-range communication protocol.

Rough synchronization may be achieved via the local area network (see, e.g., LAN 140, **Figures 9A and 9B**) connecting the Base Stations. Fine synchronization may be achieved by other methods described in greater detail hereinbelow.

Table 2

Low-Level Protocol Synchronization

Element / Parameter	Description	Synchronization method
device address	The unique address of the Base Station, determines the hopping sequence, effects the encryption and authentication keys.	Via LAN
TOD	Time Of Day, measured in micro-seconds, it determines the exact timing of the hopping sequence	Rough synchronization via LAN, fine synchronization by other methods
SCO	Synchronous voice channels allocation	Via LAN
FEC	Forward error correction parameters	Via LAN
Encryption key	Use to encrypt data and voice	Via LAN
Authentication key	Used to initiate a connection	Via LAN
Voice coding	Method of voice coding: CVSD or PCM	Via LAN
AM_ADDR	Address of member in a picocell	Via LAN
PM_ADDR	Address of a parked handset (energy saving mode, when the handset is inactive)	Via LAN

WO 01/78246

PCT/US01/08793

31

ACL	Definition of the asynchronous data link	Via LAN
FIFO	Data FIFOs	Flush of data, and using flow control to halt data during handoff

All the parameters listed in **Table 2**, except for the TOD, can be sent prior to handoff, thorough the local area network (e.g., LAN 140), or any other communication link connecting the Base Stations. As described hereinabove with respect to **Figure 9A**, rough (coarse) TOD can also be sent through the LAN.

If one of the other parts of the Bluetooth protocol stack is also implemented in the Base Station, then it will also take part in the handoff. Synchronizing the instances of the same protocols in different Base Stations is done as described above, by sending internal state parameters via the local area network (LAN 140). For example, by implementing the Link Manager and Host Controller Interface in the Base Station, the internal state parameters of these protocols will be broadcast to the neighboring Base Stations, by the Base Station that is connected to the handset.

Fine Synchronization

As mentioned hereinabove, in order to achieve fine synchronization of TOD, the Base Station that is waiting for the handset, should passively monitor the transmission of the handset and/or the Base Station that is currently connected with the handset. In **Figure 9B**, the two possible signals that the receiving (next) Base Station 124 can monitor are shown, one originating from Base Station 123, and the other originating from the handset 121 which is currently connected to the Base Station 123.

According to the invention, the next Base Station 124 can be finely synchronized by receiving synchronization signals from the current Base Station 123. Normally, the Base Station 124 does not receive signals from the Base Station 123. Therefore, to facilitate the Base Station 124 receiving synchronization signals from the Base Station 123, Base Station 123 periodically transmits with higher transmission power than during normal transmission. This allows the Base Station 124 to receive transmissions from Base Station 123, without a substantial increase in spectral contamination. The inventive

WO 01/78246

PCT/US01/08793

32

technique is described in the context of frequency-hopping. Frequency-hopping techniques are well known, including techniques that change frequency with each hop.

Figure 10 illustrates a technique for controlling the transmission power of a Base Station (e.g., 123) that is currently connected with the handset, for a plurality (series) of successive hops 290. The vertical axis of the graph is the Base Station's transmission power (in arbitrary units), and the horizontal axis is time. T_h is the duration of a hop 290. In this example, the hops 290 all have equal duration. T_p is the time interval between successive hops (or "hop time slot") and, in this example, the intervals between successive hops are constant (evenly spaced in time). The normal transmission power for each hop 290 is P_0 . For example, in a short-range communication system, the normal transmission power P_0 of a Base Station is suitably on the order of a hundreds of milliwatts.

According to the invention, in order to effect synchronization between a Base Station and its neighboring Base Stations, every K th hop 290' is a "synchronization" hop that is transmitted with increased power P_1 . P_1 is suitably substantially (e.g., 2-10 times) greater than P_0 . In the case that the transmitter changes the transmission frequency in each hop, every K th (synchronization) hop will also be transmitted at a different frequency.

Alternatively, it is within the scope of the invention that a variable time interval (T_p) is provided between the synchronization hops 290' that are transmitted with high power P_1 . For example a changing K (that shall be denoted by $K(n)$, i.e. K for hop number 'n'), can be generated by a pseudo random sequence such as a maximal length shift register sequence. Pseudo random sequences are well known for use in communication systems.

In the case that a beacon transmitter (e.g., 299) is used (in addition to signals received from the Base Station and handset) to synchronize the Base Stations (see, e.g., **Figure 9C**), it can suitably transmit the beacon signal once in K hops, and K can either be constant or it can be changed over time (variable), as described above.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

33

Low-Level Synchronization at the Base Station

Figure 11 illustrates major components of a Base Station 1100 waiting for handoff, and a method of accurately synchronizing the TOD at the Base Station to the TOD of the Base Station which the handset is about to leave, including:

- 5 - Time Clock 310;
- TOD counter 303;
- Antenna 301;
- Receiver 305;
- Frequency Hopping Generator 304;
- 10 - Emulator 307;
- Correlation Detector 308; and
- Adder (ADD) 309;

all connected as illustrated in the figure and as discussed hereinbelow.

As described hereinabove with respect to **Figure 9A**, a rough TOD from the Base Station currently connected with the handset is available to the (next) Base Station waiting for a handoff on a communication link such as the LAN 140. This rough TOD is provided to the TOD counter 303 (e.g., via an interface to the LAN 140). A Time Clock 310 generates clock signals for incrementing the TOD counter 303. The output of the TOD counter 303 is therefore a rough estimate of the TOD ("TOD Estimate"). There is an uncertainty (margin of error) " T_u " between the rough estimate of TOD and the actual TOD, and which depends on the transmission latencies thorough the LAN 140. " T_u " is readily calculated for a given WPBX system, according to its physical configuration.

From the rough estimate of the TOD output by the TOD counter and the device address ("Commonly denoted by Media Access Control Address, or MAC address"), a frequency-hopping list is generated by a frequency-hopping generator 304 and supplied to an emulator 307 which emulates the output of the receiver 305. In a window with size of $2 \cdot T_u$, a single frequency from the hopping sequence is chosen, and the receiver 305 will wait on this frequency for duration of $2 \cdot T_u$. Once in a period of $2 \cdot T_u$, the receiver 305 will switch frequency, in response to a signal generated by the frequency-hopping

WO 01/78246

PCT/US01/08793

34

generator 304. Opening an acquisition window of $2 \cdot T_a$ ensures that during this time duration the receiver 305 will capture at least one hop. A correlator/detector 308 receives the receiver's output (e.g. a base-band or intermediate frequency signal) and an emulation 307 of the signal that should appear at the receiver's output. The output of the receiver 5 305 can be emulated, since a rough estimate of the TOD is available, and also from the hopping frequency list, and the receiver frequency list. The emulator 307 continuously checks for a match between receiver frequency and the hopping frequency and, when it finds a match, it reports the frequency and the time (rough TOD) to the correlator/detector 308. By comparing the actual received signal with the emulation that is based on the 10 rough TOD, the correlator 308 computes (and outputs) a fine estimate of the TOD offset (i.e., the error between the TOD estimate and the actual TOD), and provides this to Adder 309, which also receives the rough TOD estimate from the TOD counter 303 and generates a signal ("Fine TOD") indicative of the actual TOD. Correlator-based time offset measurement is a standard estimation method that is described in many textbooks, 15 and an example of its implementation is described in greater detail hereinbelow.

Since the Base Station to which the call is to be handed "knows" which call it is going to receive, and it has received the call parameter (via the LAN), and is able to accurately estimate the TOD, it will be able to perform a seamless handoff, transmitting substantially exactly as the Base Station that the handset is about to leave. As mentioned 20 above, an iteration of the low-level protocol (e.g., 281') can be prepared at the receiving Base Station in anticipation of the handoff.

Call Routing Task (282)

The higher-level protocols are run at the Switch, and are therefore "ignorant" of the handoff processes. At the Switch the "call routing task" 282 (**Figures 8A, 8B**) 25 isolates the high-level protocols from the changing environment. The "call routing task" 282 maintains the "Connections Table", which contains information about all the connections between handsets and Base Stations. Maintaining the Connections Table is described in greater detail hereinbelow. The following sections describe an example of how the Connections Table is used by the "call routing task" 282.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

35

The following information is included in the Connections Table:

- 1) Handset ID
- 2) Current Base Station ID
- 5 3) Handle (of instance) of high-level protocols
- 4) Handle (of instance) of low-level protocols
- 5) Number of candidate Base Stations for handoff
- 6) List of candidate Base Stations for handoff
- 7) List of Handoff status for each candidate Base Station (i.e., Idle/Started)

10

The messages that the high-level protocol (that runs on the Switch) and the low-level protocol (that runs on the Base Station), send each other have the following format:

- 1) Message Header
 - 15 ▪ Origin:
 - from low-level protocol
 - from high-level protocol
 - Handset ID
 - Base Station ID
 - 20 ▪ Low-Level Protocol Handle in the Base Station (number of instance of low-level protocol)
 - High-Level Protocol Handle in the Switch, (number of instance of high-level protocol)
 - HEC (header error correction)
- 25 2) Message Data
- 3) CRC (Cyclic Redundancy Check)

Figure 12 illustrates a method of implementing the "call routing task" 282 which was mentioned hereinabove with respect to **Figure 9A**. The "call routing task" 282 is performed in the Switch 129.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

36

In a first step 351, the call routing task 282 waits for a message from one of the high-level protocol instances running on the Switch 129 or from one of the low-level protocol instances running on the Base Stations (e.g., 123). Then, in a step 352, it is determined where the call came from.

If the message arrived from one of the Base Stations (step 352, "Y"), the call parameters are compared with the Connections Table (step 353) and the message is sent (step 354) to the instance of the high-level protocol running on the Switch (129).

If the message arrived from the Switch (step 352, "N") the ID of the sending low-level protocol instance is located (step 353) in the "Connections Table", and the message is sent (step 354) to an instance of a corresponding high-level protocol. If the message arrived from one of the high-level protocols (step 352, "N") , it is determined (step 360) whether a handoff has begun (is in progress). If a handoff is not in progress (step 360, "N"), the call parameters are compared with the Connections Table (step 358) and the message is sent to the Base Station on which the destination low-level protocol instance is running (step 359). If a handoff is in progress (step 360, "Y") the call parameters are compared with the Connections Table (step 355) and the message is sent to the Base Station on which the destination low-level protocol instance is running (step 356). The message is also sent (step 357) to all the Base Stations that are candidates for handoff - e.g., neighboring Base Stations. The Base Stations receiving the message can then check if they are running the destination low-level protocol and, if not, the message is simply discarded. The procedure shown in **Figure 12** handles a single message. By using a multi-tasking operating system, it is possible to run several instances of these procedures, and thus handle more than one message simultaneously.

Detecting a Handset

The methods described thus far enable the communication protocols to continue operation when a handoff occurs. They rely on the ability to determine, which handset is in the coverage area of which Base Station, where a handset is moving, and when is the best time to perform handoff. By definition, handoff occurs between only two Base

WO 01/78246

PCT/US01/08793

37

Stations, but for a certain time prior to the actual occurrence of the handoff there may be more than one Base Station that are candidates for handoff. Determining the candidates for handoff, which Base Station will actually participate in handoff and when to perform handoff requires collaboration of the Base Stations and the Switch.

5 As is evident from the discussions hereinabove, the handsets do not actively participate in the handoff operations. Therefore, the Base Stations will determine which handsets are in their coverage range, by either passively capturing transmission information, or by "tricking" the handset to transmit information that can be used for that purpose.

10 As discussed hereinabove, each Base Station will transmit, to all the neighboring Base Stations, information about the calls that are taking place in its coverage area. This information will include all the call parameters that can be sent through a low bandwidth communication link, such as the shared local area network (e.g., LAN 140). This information is sufficient for detecting which handset is moving from one of the
15 neighboring Base Stations into the coverage area of a Base Station.

Figure 13 illustrates major components of a Base Station 1300, waiting for handoff, and a method of accurately synchronizing the TOD at the Base Station to the TOD of the Base Station, which the handset is about to leave, and a **passive** method for detecting the arrival of a handset in a Base Station's coverage area during a call,
20 including:

- Three TOD counters 371, 380 and 384 (compare 303)
- Antenna 382 (compare 301);
- Receiver 379 (compare 305);
- A Receiver Frequency Controller 375;
- 25 - Three Hopping Sequence Generators 372, 373 and 374;
- Three Emulators 376, 377 and 378;
- Three Correlators 381, 382 and 383 (compare 308),

all connected as illustrated in the figure and as discussed hereinbelow.

Figure 13 illustrates a passive method for determining which handsets' (i.e.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

38

handset which is participating in a call with a certain device address) transmissions is being received by a Base Station.

A plurality ("K", three shown) of TOD counters 371, 380 and 384 are set when a rough TOD ("Rough TOD") estimate is received, via the LAN (140), from other Base Stations. The counters 371, 380 and 384 are incremented by the TOD clock 310. Using the TOD and the device addresses ("Bluetooth Device Address") that are connected to calls in which handsets in the neighboring cells (connected to neighboring Base Stations) participates, a corresponding plurality ("K", three shown) of hopping frequency (sequence) generators 372, 373, 374 generate the list of frequencies in which the handsets are likely to transmit.

The receiver frequency controller 375 sets the frequency, which the receiver 379 will monitor. A plurality ("K", three shown) of correlators 381, 382 and 383 is used to compare the energy at the receiver's output, to the emulation of the receiver's output. The output of the receiver can be emulated, since a rough estimate of the TOD is available, as well as the hopping frequency list, and the receiver frequency list. The emulator continuously checks for a match between receiver frequency and the hopping frequency, when it finds the match it reports to the correlator the frequency and the time. By comparing the actual received signal with the emulation that is based on the rough TOD, the correlator detect the presence of the transmitter and computes a fine estimate of the TOD offset (i.e., the error between the rough TOD estimate and the actual TOD). Correlator-based time offset measurement is a standard estimation method that is described in many textbooks, example of implementation shall be described later on. The number of handsets that can be detected simultaneously is equal to the number of hopping sequence generators, and the number of emulators of receiver output, and the number of correlators.

In Figure 13 up to 'K' handsets can simultaneously be detected. The main advantage of the method described above is that since the detection is passive, there is no need to achieve fine synchronization between Base Stations. Another advantage of this passive method is that there is no need to decode the messages that the handset transmits,

WO 01/78246

PCT/US01/08793

39

and therefore it is relatively easy to implement.

The receiver frequency controller 375 selects the frequency on which the receiver 379 will wait to "capture" hops. To increase the probability of detection, the receiver frequency controller 375 should be programmed to choose frequencies that are not blocked by interferences (e.g., interferences from other than Bluetooth transmitters). For each frequency that the receiver frequency controller 375 chooses, a histogram of the number of hops that have been detected in a certain duration of time, and their average signal-to-noise ratios are maintained by the receiver frequency controller 375. A measure of the spectral "cleanness" of a certain frequency can be determined as a function of the signal-to-noise ratios (SNRs) of the hops - for example, as the number of hops multiplied by the average signal-to-noise ratios (SNRs) of the hops.

The receiver frequency controller 375 preferably chooses a group of 'M' frequencies that have the best "cleanness" measure, and the receiver 379 waits on them most of the time, when once in T1 milliseconds the controller changes the frequency. Once in T2 milliseconds (T2 is selected to be much larger than T1) the receiver frequency controller 375 selects a frequency which is not in the group of 'M' best, and the receiver 379 waits on it for T3 milliseconds (T3 is selected to be smaller than T1). This enables the receiver frequency controller 375 to monitor the "cleanness" of frequencies that are not in the 'M' best frequencies. If the receiver frequency controller 375 detects a frequency that is cleaner than one of the 'M' frequencies that is in its list, it puts it in the list, instead of the frequency with the lowest "cleanness" measure. Typical values for the parameters M, T1, T2, T3 are 20, 250, 2500, 100, respectively.

Generally, the signal-to-noise ratio (SNR) or signal-to-interference ratio for each hop is measured by measuring the bursts of energy which match the expected hop duration, to all other signals that do not match the hop duration. The average noise level is continuously monitored. When the energy increases for duration ranging from $T_h - D$ to $T_h + D$ (T_h is the nominal hop duration; D is a measurement "window" interval), the hop energy will be computed, and it will be added to the average hop energy. During the duration of the hop the average noise level is not be updated. Typical values for T_h and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

40

D, are 0.65 milliseconds, and 1000 milliseconds respectively.

Another Method of Detecting a Handset

An alternative method for detecting a handset which enters the coverage area of a Base Station, is now described. This method is also passive, and also relies on a handset being engaged in a call in order to detect the handset. This method requires fine synchronization between the Base Stations and therefore is somewhat more complicated than the passive method previously described, but using this method has a few substantial advantages over the method previously described, including:

- improved detection performance,
- improved timing of handoff, and
- the ability to detect a moving handset that is not currently participating in a call.

According to the invention, once in a while the Base Station that is currently communicating with the handset will "give up" (omit, yield to its neighbors) a short transmission duration, during which one or more neighboring Base Stations may transmit to the handset. In order for the handset to receive their transmission, the neighboring Base Station(s) must therefore be synchronized with the Base Station that is currently communicating with the handset, and during the time that the neighboring Base Station(s) transmits, it (they) acts as if it were the Base Station that has yielded a transmission slot for handset detection by the neighboring Base Stations.

This method can be illustrated in the context of the Bluetooth short-range communication, wherein frequency hopping is used. The Base Station that is currently communicating with the handset, will give up a single hop. Any of the neighboring Base Stations that are not close to each other may use the same hop to transmit to the handset. The neighboring Base Stations that are close to each other will use different hops to call (communicate with) the handset. This is illustrated in **Figures 14A, 14B, 14C and 14D**.

Figure 14A, which is similar to **Figure 1**, illustrates a wireless communication system 1400 (e.g., WPBX) having a Base Station 391 that is currently communicating with a mobile unit 390 that is a wireless telephone handset, and a plurality (six shown) of neighboring Base Stations 392, 393, 394, 395, 396 and 397 that are waiting (available) for

WO 01/78246

PCT/US01/08793

41

the handset 390 to enter their coverage areas. Each Base Station 391, 392, 393, 394, 395, 396 and 397 has an area of coverage 391a, 392a, 393a, 394a, 395a, 396a and 397a, respectively. The interconnections between the Base Stations, and between the Base Stations and a central Switch, such as shown in **Figures 2 and 4**, are omitted, for
 5 illustrative clarity.

Figure 14B, which is similar to **Figure 10**, illustrates that the Base Station 391 which is currently communicating with the handset 390, periodically (once in K hops) transmits with higher power P_1 , in order to enable the neighboring Base Stations to synchronize their TOD. According to the handset detection technique being discussed,
 10 the Base Station 391 also periodically (once in M hops) skips a transmission on a single hop 702, 703 (shown as dashed lines) in order to allow the neighboring Base Stations 392, 393, 394, 395, 396 and 397 to transmit at these times. As shown in **Figure 14C**, three of the neighboring Base Stations 393, 395, 397 transmit on even-numbered skipped hops 705. As shown in **Figure 14D**, the other three of the neighboring Base Stations 392,
 15 394, 396 transmit on odd-numbered skipped hops 707. At other times (other than the hops 705, 707), the neighboring Base Stations 392, 393, 394, 395, 396 and 397 may transmit normally to other handsets (not shown) to which they are connected.

As described hereinabove, the Base Station that is communicating with the handset sends the call parameters to neighboring Base Stations via the local area network
 20 (LAN 140) that connects all of the Base Stations. It will also send information regarding the timing of hops that they may use to call handsets that it is communicating with. As described hereinabove with respect to **Figure 11**, the neighboring Base Stations can synchronize the TOD. According to the timing of the hops received with high energy (P_1), the Base Stations that wait for the call, can determine the times in which they are
 25 allowed to try to call the handset. In these times the Base Stations transmit to all handsets that are communicating with neighboring Base Stations.

Detecting Movement of a Handset

The two techniques for detecting a handset, described immediately hereinabove, are "passive" in the sense that they do not require any actions to be taken by the handset,

WO 01/78246

PCT/US01/08793

42

other than the initial action of being engaged in a call (connected to a Base Station). The technique described immediately hereinbelow is "active" in the sense that it requires some further participation (albeit minimal) from the handset. However, such a mechanism is standard in most wireless communication protocols, even in those that were not originally
5 meant to support mobility (handoff). In either case ("passive" or "active"), it is important to recognize that the present invention can work with standard handsets, without modification thereto.

Although the handsets do not need to have a mechanism for supporting (actively participating in) handoff, they preferably have a mechanism that allows checking whether
10 their communication links are operating normally. For example, in the Bluetooth short-range communication link, a "PING" command that is sent on the asynchronous link is used to check whether the data communication link is operative. When the handset receives a "PING" command it will automatically respond with an "ECHO" message (response). Since the "PING" command is sent on an asynchronous link, and not the
15 synchronous link that is used for voice communication, it does not disrupt the voice quality, but only slightly (and temporarily) reduces the available bandwidth for data transfer.

The "PING" command includes the following data fields:

- Device address
- 20 ▪ Identifier
- Length
- Data (optional)

The "ECHO" response includes the:

- 25 ▪ Identifier
- Length
- Data (optional)

In the Identifier, an identification of the originating Base Station is sent. Hence,

WO 01/78246

PCT/US01/08793

43

when the handset replies it is possible for any Base Station receiving the "ECHO" reply to know which Base Station originated the reply.

The "PING" command and "ECHO" response are used by a Base Station in order to determine whether a certain handset has entered its coverage area. Unlike the methods of passively detecting the handset presence, discussed hereinabove, this method allows detection of a Base Station that was not actively engaged in a call at the time of handoff. It is enough for the handset to have only created an initial communication with a Base Station.

Figures 15A and 15B, illustrate the use of "PING" command and the "ECHO" response by the Base Station that is waiting for the call.

As shown in **Figure 15A**, the handset 121 is currently communicating with the Base Station #1 123 via communications link 122. During this time, the Base Station #2 124 that is waiting for the call will periodically send a "PING" command 145 to the handset 121. When the handset 121 enters the coverage area (is in range) of the waiting Base Station 124, and when it receives a "PING" command with its address, it will reply with an "ECHO" response 146. The "ECHO" response 146 is also received by the Base Station #1 123.

The waiting Base Station #2 124 transmits the "PING" command 145 during the hops that the Base Station #1 123 has dedicated (yielded) for this operation, as described hereinabove (see, e.g., **Figure 14B**, 702, 703). The "ECHO" reply 146 will be received by both Base Stations 123 and 124, whereupon the Base Stations 123 and 124 can each measure the quality of the received signal ("ECHO") and report the measurements to the Switch (e.g., 129; **Figure 2**). Based on this measurement of the quality of the received signal, the Switch 129 can compare signal quality and decide when is the right time to perform the handoff, and implement the handoff procedures described hereinabove.

Figure 15B illustrates an alternative, "active" method for detecting the handset 121. In this example, The Base Station #1 123 that is currently connected to the handset 121 transmits a "PING" command 147, once in **M** hops. The handset 121 replies with an "ECHO" response 146' for each "PING" command 147 it receives. When the handset

WO 01/78246

PCT/US01/08793

44

121 enters the coverage area of neighboring Base Station #2 124, the neighboring Base Station #2 124 will receive the "ECHO" response 146' by monitoring each Mth hop, in order to receive the "ECHO" response of the handset 121 that is approaching it. When the neighboring Base Station #2 124 receives the "ECHO" response 146', it measures the quality of the received signal, and reports to the Switch 129. This method is different from the method previously described with respect to **Figure 15A** in two aspects:

- 1) In the method of **Figure 15B**, the Base Station 123 connected to the handset, does not skip each Mth hop, but rather transmits a "PING" to the handset
- 2) In the method of **Figure 15B**, the neighboring Base Stations (e.g., 124) do not transmit "PING"s to the handset 121 - rather, they only passively monitor each Mth hop

The quality of each hop may be measured by many known methods, such as energy level measurement, signal-to-noise ratio (SNR) measurement, packet loss ratio and bit error rate measurement (BER) that can be performed on the header of each message.

Another Handset Detection Technique

Each Base Station maintains a "Neighbor Connections Table", which includes information about the connections between handsets and neighboring Base Stations. The "Neighbor Connections Table", includes the following information:

- Connection number
- Handset ID
- Base Station ID
- Handoff status: Idle / Started
- Handset detection status
- Number of successful "PING"
- Time of last successful "PING"
- Quality measurements in successful "PING"

Figure 16A illustrates a technique (procedure) for detecting a handset that enters

WO 01/78246

PCT/US01/08793

45

the coverage area of a Base Station when (as in the example of **Figure 15B**) the Base Station that the handset is currently connected to generates the "PING" command that is sent to the handsets. All of the Base Stations (e.g., 391-397; **Figure 14A**) preferably perform the same detection procedure, whether they the handset is connected with them or not.

When a hop is due (steps 400, 401), the even-numbered hops are used by the handset, and the Base Stations use the odd-numbered hops. In a step 402, a hop counter is incremented by one, and if (as determined in the step 403) it is the Kth hop, the Base Station will try to send a "PING" to one of the handsets that are candidates for handoff.

If it is not the Kth hop (step 403, "N"), the Base Station waits for the next hop (step 400).

As used herein, "NMAC" represents the address of the handset that will be called, and "NegTab" is an abbreviation of "Neighboring Connection Table".

If handoff has not started yet with any handset (step 404, "N"), all the handsets will be called in order. The pointer to the NegTab is incremented (step 405), and the address of the handset is retrieved from the NegTab (step 406). The Base Station then transmits a "PING" command with the address of the handset (step 407). When handoff has already started with one or more than one handsets, these handsets are "PING"ed more often than the others. The next item in the NegTab is checked (step 411) and, if handoff with it has already started, it will be "PINGED" (steps 412, 407). The handsets that have not started handoff, will be "PING"ed only once in K2 "PING"s (steps 410, 413, 414).

When an "ECHO" is received (step 420, "Y") and it is determined to be from a handset that communicates with a neighboring Base Station (step 419, "N"), it will be compared to all the entries in the "Neighbor Connections Table" (NegTab) 421,422. If it is found in the NegTab (step 422, "Y"), the quality of the hop is measured (step 423) and a record of the average quality in the previous hops is maintained in the "Neighbor Connections Table" (step 424). The following measurement parameters are sent to the Switch (step 425):

- Base Station communicating with handset

WO 01/78246

PCT/US01/08793

46

- Base Station originating "PING"
- Base Station receiving "PING"
- Identification of handset
- Quality of received signal

5 **Figure 16B** illustrates a procedure that a Base Station performs when it receives an "ECHO" response from one of the handsets that are connected to it (from **Figure 16A**, step 419, "Y"). The "ECHO" response can be received either when the connected Base Station or one of its neighbors sends a "PING" message to the handset. (See, e.g., **Figures 15A and 15B**.)

10 First, the Base Station checks to see if the "ECHO" reply was caused by itself, or by one of the neighboring Base Stations (steps 430, 431). This information is contained in the Identifier of the "ECHO" reply, as described hereinabove.

15 If the "ECHO" was caused by a neighboring Base Station (step 431, "Y"), the quality of the received signal is measured and averaged (step 432), and the measurement parameters are sent the Switch (step 433) to be used by the Switch in determining when to perform handoff. If the Base Station itself caused the "ECHO" reply (step 431, "N"), the task simply exits ("B").

20 **Figures 16A and 16B** illustrated the procedure of transmitting the "PING" from the Base Station that the handset is connected too, and detecting the arrival of a handset from a neighboring Base Station.

Figure 23 illustrates a procedure for performed by the Base Station when reception or transmission of a hop is required (steps 1200, 1201). Once in **K** hops (step 1202), if the next time slot is for transmission (step 1203), the Base Stations sends a "PING" to one of the handsets that are connected to it. **Tcount** is incremented (step 1204), and the next handset that appears in the list of handsets (Connection Table, or "ConTab") that are connected to the Base Station is chosen (step 1205).

 The "PING" is sent with the address taken from the ConTab (step 1206). When it is time to receive a hop, the receiver looks for an "ECHO" response (step 1207). If an "ECHO" is received, and it originator was a neighboring Base Station (step 1208), the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

47

parameters are compared to the NegTab (step 1209), and if it is found in the table (step 1214), the quality of the signal is measured (step 1210) and averaged (step 1211). If the "ECHO" response was to a "PING" command that originated from the same Base Station, the quality is measured (step 1213). In both cases the connection parameters and the quality are sent to the Switch (step 1212).

When an "ECHO" response is received (**Figure 16A**, step 425; or **Figure 16B**, step 433; or **Figure 23**, step 1212), the following data is sent to the Switch:

- Received quality
- If from handset from neighbor Base Station, the average quality of the received "PINGS"
- If from handset connected to same Base Station, the received quality that is monitored continuously, and also the average quality of the received "PINGS"
- Base Station originating "PING"
- Base Station receiving "ECHO"
- Base Station currently connected to handset
- Measurement TOD

Performing Handoff

Two methods for detecting that a handset moves from one Base Station to another have been described hereinabove. The first handset detection method (**Figures 13, 14A, 14B, 14C, 14D**) is based on passive monitoring of the handset. In the second handset detection method (**Figures 15A, 15B, 16A, 16B**) the handsets are actively "PING"ed, and their "ECHO" responses are noted. Using either one of these two methods, a Base Station that is connected to a handset continuously sends received quality measurements to the Switch and, when a neighboring Base Station detects a handset, a quality measurement is also sent by the neighboring Base Station to the Switch. A Base Station receiving an "ECHO" from one of the handsets that are connected to it (e.g., **Figure 15B**), also sends the quality measurement to the Switch. The decision as to when to perform handoff, between one Base Station and another, is made at the Switch, which uses these signal quality measurements from the Base Stations to determine the time for and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

48

destination of a handoff. **Figure 17A** illustrates a method for making the handoff decision, when a passive detection method is used. **Figure 17B** illustrates a method for making the handoff decision, when an active detection method is used.

Figure 17A illustrates a procedure that is implemented at the Switch (129) in order to decide to which Base Station the handset should be handed. Energy measurements from two or more (three shown) Base Stations 801, 802 and 803 receiving a signal (i.e., the same signal) from a single handset (i.e., the same handset, not shown) are provided to the Switch, as described hereinabove (e.g., over the LAN 140). At the Switch, these measurements are "smoothed" by a plurality (three shown) of sliding window averaging filters 804, 805 and 806, respectively, and they are compared with one another by decision (handoff control) logic 807, which issues a signal ("Select Base Station") to effect handoff. The sliding window average filters 804, 805 and 806 compute the average quality received from a given Base Station over the previous T_r milliseconds, typically hundreds of milliseconds, (over a time interval encompassing at least two subsequent signals from the receiving Base Station), taking into account only the times in which the handset signal was received by more than one Base Station.

The following pseudo-code describes a preferred operation of the decision logic 807:

The inputs to the decision logic are marked by $X_1 \dots X_k$.

The current Base Station communicating with the handset is Base Station 'm'

- (1) If maximum $(X_1, \dots, X_k) = X_j$
- (2) If $X_j > X_m + D_1$
- (3) * If time from previous handoff $> T_d$
- (4) Transfer call to Base Station j
- 25 (5) If $X_j > X_m + D_2$
- (6) Transfer call to Base Station j

If a Base Station receives the handset at a level which is stronger by at least D_1 decibels than the level which is currently received by the Base Station with which the handset currently communicates, and at least T_d milliseconds have passed from the last

WO 01/78246

PCT/US01/08793

49

handoff, a handoff is required. This is intended to address the situation of a moderate and slow movement of a handset from one Base Station to another.

If a Base Station receives the handset at a level, which is stronger by at least D_2 decibels than the level, which is currently received by the Base Station with which the handset currently communicates a handoff will be performed immediately. This is intended to address the situation of an abrupt move from one Base Station to another.

When the Base Stations use one of the active methods to detect handset presence, the decision algorithm is basically the same as has just been described. The main difference comes from the fact that in the active method the different Base Stations are able to determine the quality that they measured for a single hop, which all of them can identify. Therefore, the Switch is able to compute the quality difference per hop, and thus improve the timing accuracy of handoff.

Figure 17B illustrates the handoff decision method when using an active detection method. According to the TOD indication that is received along with the quality measurements, the measurements of the same hops are aligned in time (808). They are then averaged over X hops (804, 805, 806), and the same decision logic (807) that was described above may be used to determine which is the most suitable Base Station to connect to the handset, and issue the "select Base Station" signal.

The methods described hereinabove relate to performing handoff between Base Stations when the handset is conducting a call. When a handset is not conducting a call it may move from one Base Station to the other. When it moves, one connection will be ended, and another will be created. The mechanism for ending a connection, and initiating a new one is part of the short-range wireless communication protocol. For example in the Bluetooth protocol, the handset searches for a Base Station, when it finds one, it stays connected to it. If it leaves the coverage area of the Base Station, the connection will end, and the handset will search again for a Base Station. This mechanism is sufficient for a handset that is not currently in a call, but it does not guarantee smooth handoff while in a call. Although this method may be suitable in some conditions, disconnecting from one Base Station and re-establishing connection with the

WO 01/78246

PCT/US01/08793

50

other may take several seconds, and during this time it will not be possible to initiate a call. One of the advantages of the method of actively "PING"ing a handset is that its movement can be detected quickly, even when it is not engaged in a call, and this "waiting" period can be eliminated.

5

Operation Procedures

The following sections describe the operation procedures of the Base Stations and the Switch, that are used on the following events:

- A new connection is created
- A connection is closed
- 10 ▪ A handset presence is detected
- Switch decides on handoff
- Handoff performed by Base Stations
- When receiving an update message from a Base Station

Base Station Procedures:

15

1) New connection created:

- Create new low-level protocol instance.
- Add connection to "Base Station Connections Table"
- Set reserved hops for neighbors transmissions (if active detection method is
- 20 used)
- Send new connection information (handset ID, Base Station ID, handle to low-level protocol instance) to Switch
- Send new connection information to all neighboring Base Stations (handset, id, Base Station id, reserved hops, call's parameters: TOD, device address, encryption
- 25 key, authentication key, links status, etc.)

2) Connection closed:

- Close low-level protocol instance.
- Remove connection from "Base Station Connections Table"
- Send closed connection information to Switch (handset ID, Base Station ID,

WO 01/78246

PCT/US01/08793

51

- handle to low-level protocol instance)
- Send closed connection information to neighboring Base Stations (handset ID, Base Station ID)
 - 3) Receive new connection information from neighboring Base Station
 - 5 ▪ Add connection information to "Neighboring Connections Table"
 - 4) Receive closed connection information from neighboring Base Station
 - Remove connection from "Neighboring Connections Table"
 - 5) Detect presence of handset in coverage area
 - Create low-level protocol instance.
 - 10 ▪ Synchronize TOD
 - Measure received quality
 - Update Switch (handset ID, neighbor Base Station ID, and Base Station ID, TOD, handle of low-level protocol instance).
 - 6) Receive message from high-level protocol
 - 15 ▪ Check if corresponding low-level protocol is running on Base Station and, if it is:
 - Route message to the corresponding low-level protocol instance.
 - 7) Receive handoff command with TOD of handoff
 - If the Base Station is the Base Station currently communicating with the handset:
 - 20 ▪ Wait until handoff TOD
 - Stop transmissions to the handset
 - Move connection parameters from "Base Station connection table" to "Neighboring Connection Table"
 - 25 ▪ If the Base Station was a neighbor of the Base Station communicating with the handset:
 - Wait until handoff TOD
 - Start transmitting to handset
 - Route call to destination Base Station or Switch

WO 01/78246

PCT/US01/08793

52

- Send new connection information (handset id, Base Station ID, handle to low-level protocol instance) to Switch
 - Send new connection information to all neighboring Base Stations (handset, ID, Base Station ID, reserved hops, call's parameters: TOD, device address, encryption key, authentication key, links status, etc.)
- 5 Switch procedures:
- 1) Receive new connection information
 - Create instance of high-level protocol
 - Update "Connections Table"
- 10
- 1) Receive close connection message
 - Close high-level protocol instance
 - Remove from "Connections Table"
- 15
- 1) Receive quality measurement from Base Station
 - If from Base Station connected to the handset,
 - Store measured quality and TOD of measurement
 - Check if a neighboring Base Stations should be removed from the handoff candidate list (according to last TOD in which they detected the handset), and
- 20
- remove if necessary
 - If from a neighbor of the Base Station connected to the handset,
 - Add neighbor as candidate for handoff to "Connection Table" with TOD of message.
 - Perform quality comparison and decision of handoff.
- 25
- If a handoff is required:
 - Send handoff commands to the originating Base Station and the Base Station receiving the handset.
 - Update "Connections Table"

WO 01/78246

PCT/US01/08793

53

When there is more than one Switch in the system (see, e.g., **Figure 22**) the Switch procedures will be slightly different, as follows:

- 1) Receive new connection information
 - Create instance of high-level protocol
- 5 ▪ Update "Connections Table"
 - Send new connection information to all the Switches.
- 1) Receive close connection message
 - Close high-level protocol instance
 - Remove from "Connections Table"
- 10 ▪ Send remove connection to all Switches
- 1) Receive quality measurement from Base Station
 - If from Base Station connected to the handset
 - Store measured quality and TOD of measurement
 - Check if the neighboring Base Stations should be removed from handoff
- 15 candidate list (according to last TOD in which they detected the handset), and remove if necessary
 - If one of the neighboring Base Stations is connected to a different Switch, send updated information to the other Switch.
 - If from a neighbor of the Base Station connected to the handset
- 20 ▪ Add neighbor as candidate for handoff to "Connection Table" with TOD of message.
 - Perform quality comparison and decision of handoff.
 - If a handoff is required:
 - Send handoff commands to the originating Base Station and the
- 25 Base Station receiving the handset.
 - Update "Connections Table"
 - Update "Calls Table"
 - Send information to all Switches

WO 01/78246

PCT/US01/08793

54

1) Receive update from another Switch

- If new connection: add item to "Connections Table"
- If closed connection: remove item from "Connections Table"
- If quality measurement: update "Connection Table"
- 5 ▪ If handoff
- Update "Connections Table"
- Update "Calls Table"

The Switch also keeps a LOG file of the events in the system. The LOG file includes the quality measurements, call parameters (time, caller ID, called ID, reason for termination, etc.) and the handoff decisions. These may serve to analyze the Base Station's topology and allow for topology improvements and adjustments. For example the reason for a call termination may be correlated to low receive quality, which could imply that there is a "hole" in the coverage pattern.

Detection and Time Synchronization

15 **Figure 20** illustrates the implementation of detection and time synchronization method that is based on a correlator. As described hereinabove, the correlator/detector (308) was the basis for synchronization of TOD in **Figure 11**, and for the detection of presence of a transmitter and synchronization in **Figure 13**.

It is important for a neighboring Base Station to be able to detect and synchronize with a mobile unit prior to receiving a handoff. This process should be done as quickly as possible to ensure seamless handoff of a session. Generally, the process begins with a wide-range search for "target" signals having the correct timing for a mobile unit, based on the rough synchronization information provided by the Base Station which is connected with the mobile unit. These "target" signals are estimated, based on the rough synchronization data. When a match is found (an actual signal from mobile unit is acquired) the search range can be narrowed accordingly (and dramatically). Then, synchronization can proceed as described hereinabove.

The detector/correlator 2000 comprises a signal detector 1001 and a correlator 1002. The task of the detector/correlator 2000 is to provide information whether a target

WO 01/78246

PCT/US01/08793

55

signal is currently received, and to estimate the parameters which serve the hand-off process. The signal detector 1001 and correlator 1002 receive the actual received signal 1008 and its corresponding time 1009 and frequency 1004, as illustrated, and correlates them to the emulated time and frequency instances 1006. The fine TOD, drift and quality of the target signal are estimated by the correlator 1002 which reports the estimated parameters 1007, along with a status which indicates whether the target signal has been acquired, or not. The task of the signal detector 1001 is to process the received signal 1008 and to estimate its time of arrival (TOA), i.e. the exact timing of a hop, and quality values 1003. This may be done by several techniques, which are well known from classical detection theory. As an example of such techniques, an energy detector and a matched filter can be used.

Figure 21 shows an example of the implementation of the signal detector 1001 of Figure 20. In Figure 21, the received signal 1008, which is received from the RF receiver output, is fed to an energy detector 1011. The energy detector 1011 produces a signal 1014, which represents the temporal energy shape of the signal. The temporal energy shape 1014 is fed into a matched filter 1012. The matched filter 1012 has an impulse response, which matches the energy shape the target signal. As is known, per classical estimation and detection theory, the matched filter 1012 will produce maximum value at the time instance which represents an estimation of the time of arrival (TOA), i.e. exact timing of the hops, of the target signal 1008. The maximum value of the filter output represents an estimation of the received signal quality. The time instance, which represents the estimation of the TOA, is represented in terms of the time clock 1009. The matched filter 1012 reports TOA and quality values of which the quality is above a threshold value T_h , and the maximum is a global maximum within a two-sided time window of T_d microseconds. Other implementations of the signal detector 1001 in Figure 20 can be utilized. Such implementations can correlate the received signal 1008 with the known portions of the target signal temporal pattern instead of its energy temporal shape. Such implementations may achieve improved estimation performance.

The time-frequency correlator 1002 in Figure 20 receives the TOA and quality

WO 01/78246

PCT/US01/08793

56

values 1003 produced by the signal detector 1001 and corresponding frequency values 1004, which are the actual tuning frequency of the RF receiver. These inputs are referred to herein as the 'actual' TOA-frequency-quality instances. These include the estimated information of the signals, which are received from the various sources. On the other inputs, the time/frequency correlator 1002 receives emulated values of TOA and frequency 1006 instances for a specific target source (i.e. a specific handset). We will refer to these values hereafter as 'target' TOA-frequency instances. The time-frequency correlator seeks matches in the instances from both sources – the 'actual' and the 'target' and detects TOA-frequency patterns at the 'actual' instances which are 'similar' to the 'target' pattern. This process is performed in two possible modes:

1. 'Acquisition' mode in which a match of the 'target' to 'actual' patterns is searched over longer time shifts periods, which cover the uncertainty of the possible fine TOD.
2. 'Tracking' mode in which the fine TOD and drift have been already estimated, and the match between of the 'target' to 'actual' is searched and verified on new TOA-frequency instances over a shorter uncertainty period.

The 'actual' data 1003 and 1004 is written into 'actual' instances history buffer (e.g., FIFO) and constitutes a list of which records consists of 'actual_TOA', 'actual_frequency' and 'actual_quality'. The 'target' data 1006 is written into 'target' instances histories buffer (e.g., FIFO) and constitutes a list of which records consist of 'target_TOA' and 'target_frequency'.

In the 'acquisition' mode, at any given time, records from both lists of which TOA values are 'younger' than T_{y1} milliseconds (where T_{y1} is typically 10,000) in relation to current time clock (to be referred hereafter as 'young' records) are processed as follows:

For each 'target' record, look for 'actual' records, which satisfy:

- Matching frequency value (i.e. 'actual_frequency'='target_frequency').
- Absolute value of 'TOA_diff' ('TOA_diff'='known_diff' ('actual_TOA'-'target_TOA')) is smaller than T_{y2} milliseconds (where T_{y2} is typically 500). Note: 'known_diff' is 0 in the acquisition mode.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

57

The 'target' and 'actual' records, which satisfy the conditions, are referred hereafter as 'candidate_records'.

For each of the 'candidate_records' write the corresponding 'TOA_diff', 'actual_quality' value and 'actual_TOA' value into a 'candidates_list'.

5 When all the 'young_target' records are processed against all 'young_actual' records, sort the 'candidate_list' by the 'TOA_diff' values and produce a 'diff_histogram' with resolution of T_{y3} microseconds (where T_{y3} is typically 1000) as follows:

Scan the sorted 'candidate_list' records, identify the 'TOA_diff' values which are within the TOA diff range of each bin, and accumulate the corresponding 'quality_values' producing 'diff_quality_histogram' values per each bin.

10 Search the 'diff_quality_histogram' for values, which are bigger than K_y (where K_y is typically 50). If found, set the status output 1007 value to 'detected', and identify the corresponding 'actual_TOA' and 'TOA_diff' values. The corresponding 'actual_TOA' and 'actual_diff' values are referred to hereinafter as a 'diff_cluster' of records. If no 'diff_quality_histogram' values exceed K_y , set the status output 1007 to 'not_detected'.

If status has been set to 'detected' perform a 'least mean square error' (LMSE) estimation of a linear line which mostly fits the two-dimensional 'diff cluster' instances ('actual_TOA' by 'actual_diff'). LMSE estimation is a well-known estimation technique and is described in the classical literature.

20 The estimated linear line can be represented as:

$$\text{diff} = \text{'est_diff0'} + \text{'est_drift'} * (\text{TOA} - \text{TOA0})$$
 where TOA0 is the smallest 'actual TOA' value out of the 'diff cluster' records, 'est_diff0' is the estimated output parameter of 'fine TOD' 1007 and 'est_drift' is the estimation the output parameter 'drift' 1007. The 'diff quality histogram' value normalized by the corresponding 'bin population' is the 'quality' output 1007 value.

In the 'tracking' mode, at any given time, process the data in a similar way as in the 'acquisition mode but with the following differences:

- The value of 'known diff' is set to 'prev_est_diff0' + 'prev_est_drift' *

WO 01/78246

PCT/US01/08793

58

('current_TOA0'-'prev_TOA0'). The terms 'prev_est_diff0' and 'prev_TOA0' represented the 'est_diff0' and 'TOA0' which has been evaluated in the previous calculation (either in 'acquisition' mode or in 'tracking' mode). The term 'current_TOA0' is the 'TOA0' of current calculation.

- 5 ▪ A smaller value of T_{y4} microseconds (when T_{y4} is typically 2000) for the 'tracking' mode replaces T_{y2} of the 'acquisition' mode.

Base Station

Figure 18 illustrates, in block diagram form, major components of a Base Station 1800. A plurality (three shown) of front-end processors 604, 605 and 606 are connected to a plurality (three shown) of antennas 601, 602 and 603, respectively. The front-end processors 604, 605 and 606 perform the low-level protocols of the short-range communication protocol, described hereinabove.

When idle, a front-end processor 604, 605 and 606 waits for a handset to establish a new connection. When a connection is created it reports the call parameters (e.g., Bluetooth device address, TOD, Encryption key, authentication key, etc.) and transfers the call stream to the central processing unit 607. When a front-end processor is idle, it can also be used to receive (detect, monitor) a handset that is leaving a neighboring Base Station. The central processing unit 607 then sends the front-end processor, the call parameters, and the exact time of handoff. The front-end processor, would at that time, continue the communicating with the handset, as if it was still in the neighboring Base Station.

A separate circuit module 612 (TOD Synchronization & Handset Detection) is used to detect arrival of new handset, and also to synchronize the TOD of all the calls, according to the techniques described hereinabove. This unit 612 is shown having its own antenna 611.

The central processing unit 607 controls the operation of the front-end processors 604, 605 and 606, receives data about new handoff and fine TOD estimation, receives data from neighboring Base Station, maintains the "Neighbor Connection Table", communicates with the Switch and the other Base Stations. The local area network

WO 01/78246

PCT/US01/08793

59

interface 609 is suitably a standard interface, for example a connection to a 10Base-T or 100-Base-T Ethernet, for connecting to the Local Area Network (LAN) 140. Memory 608 and Non-Volatile Memory (NVM) 610 is shown connected to the central processing unit (CPU) 607.

5 **Figure 19** illustrates, in greater detail, an implementation of a representative one 604 of the front-end processors 604, 605 and 606 described hereinabove with respect to **Figure 18**. A base-band processor 631 determines the transmission and reception channels, encodes and decodes speech, deals with error correction, authentication and encryption. The radio frequency front end 630 modulates and demodulates the data, and
10 connects to the antenna 601. The base-band processor 631 controls the frequency ("frequency control" 633) of each hop, sends and receives data ("energy, time of detection" 634) from the RF front end, and receives indication of signal strength ("base band parameters" 635).

Applications for the WPBX

15 Most of the preceding sections discussed the use of the methods disclosed in the current invention for a WPBX supporting telephony applications. Except for the methods shown in **Figures 5, 6 and 7**, most of the methods disclosed hereinabove are application independent, as follows:

- The method for dividing the short-range communication protocol in order to
20 support mobility of devices. The high-level protocols, including telephony-related protocols, and also protocols for data transfer, such as PPP over the short-range communication link.
- The methods for synchronizing the Base Station.
- The methods for detecting movement of transmitter from one Base Station to
25 another
- The methods for decide when to perform handoff and to what Base Station to hand the call.

These methods can be implemented in order to connect mobile devices that are equipped with a short-range communication transmitter/receiver such as a Bluetooth

WO 01/78246

PCT/US01/08793

60

chipset. Such devices may move from the coverage area of one Base Station to the coverage area of another, when the Switch and Base Stations handle the handoff of the connection from one Base Station to another. Typical application may be the connection of laptop computers equipped with a Bluetooth short-range communication link to the organization's e-mail server. Another possible application is connecting such mobile devices that for example utilize the PPP (point-to-point protocol) over Bluetooth wireless link, to the Internet, via a central remote access server. A system may also support several such applications.

For example in **Figure 24**, a personal data (or digital) assistant (PDA) 1301, a laptop computer 1302 and a cellular handset 1303, connect to the systems Base Stations 1304 and 1305, as illustrated. The PDA 1301 and the laptop 1302 may connect, via the local area network (LAN) 1306 to an e-mail server 1308 in order to send or receive messages, and may also connect to a remote access server (RAS) 1309 for Internet connection. The cellular handset 1303 may connect to another handset (not shown) or, via a Telephony Gateway 1306 to the PSTN. The Base Stations 1304 and 1305 and the Switch 1307 handle the various levels of the communication protocol, utilizing the methods described hereinabove.

It is within the scope of the invention that the mobile unit is a device which is any of the following devices: telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, and a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset (including a cordless headset), a personal server, a wearable computer (or computing device), a wireless (video or still) camera, or a mobile music players (i.e., MP-3 devices etc).

Although the invention has been described with respect to a limited number of embodiments, it will be appreciated that many variations, modifications and other applications of the invention may be made, and are intended to be within the scope of the invention, as disclosed herein.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

61

WHAT IS CLAIMED IS:

1. In a wireless communication system comprising at least two Base Stations, at least one Switch in communication with the Base Stations, a method of communicating between mobile units and the Base Stations comprising:

dividing a short-range communication protocol into a low-level protocol for performing tasks that require accurate time synchronization and a high-level protocol which does not require accurate time synchronization; and

for each connection of a mobile unit with a Base Station, running an instance of the low-level protocol at the Base Station connected with the mobile unit and running an instance of the high-level protocol at the Switch.

2. Method, according to claim 1, wherein:

the low-level protocol comprises procedures selected from the group consisting of control and modulation of RF signals transmitted to the mobile unit by the Base Station, frequency hopping, error correction, accurate time synchronization, device address, rough Time Of Day (TOD), voice channel allocation, forward error correction parameters, encryption keys, authentication keys, voice coding, device addressing, address of a parked mobile unit, definition of an asynchronous data link, and data FIFOs; and

the high level protocol comprises procedures selected from the group consisting of procedures for **link setup and control**, high-level protocol multiplexing, packet segmentation and re-assembly, quality of service management, service discovery, emulation of serial port over a logical link manager, interoperability for applications over Bluetooth and infra-red protocols, call control signaling and establishment of speech and data calls between mobile units, interoperability for Bluetooth wireless technology with PPP as communication bearer for wireless application protocol (WAP), command interface to a base-band controller and link manager, access to status information, discovering available services, cordless telephony, supporting intercom features in

WO 01/78246

PCT/US01/08793

62

handsets, emulation of serial port, supporting the use of a headset, supporting dial up networking, supporting fax transmission and reception, defining how mobile units can access a LAN with PPP, defining generic object exchange, supporting an object push model, supporting file transfer, and synchronizing the mobile units.

3. Method, according to claim 1, further comprising:
using a real time multi-tasking operating system in order to allow handling of many instances of the protocols simultaneously in the Base Stations and in the Switch.
4. Method, according to claim 1, wherein:
the Switch handles routing of data from the high-level protocols to the low-level protocols, and from the low-level protocols to the high-level protocols.
5. Method, according to claim 1, wherein:
the mobile unit is equipped with a short-range wireless communication transmitter/receiver.
6. Method, according to claim 1, wherein a mobile unit is a device selected from the group consisting of:
telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.
7. Method, according to claim 1, further comprising:
providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

63

transferring connection status information and synchronization information between the Base Stations over the communications links.

8. Method, according to claim 1, wherein:
the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless local area network (LAN).
9. Method, according to claim 1, wherein:
a first plurality of Base Stations are connected to a first Switch;
a second plurality of Base Stations are connected to a second Switch;
the Switches maintain status tables for calls and connections that they are handling, and maintain copies of each other's status tables; and
when a Switch updates one of its status tables, it sends the updated status table to the other Switches.
10. Method, according to claim 1, wherein:
the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.
11. Method, according to claim 10, further comprising:
in the Switch, maintaining a table of calls being handled by the WPBX, comprising information selected from the group consisting of a unique Call Identification number for each active call being handles by the WPBX, the origin of the call, the destination of the call, Calling Number Identification (CNID), Destination Number (DN), Originating Base Station Identification, Destination Base Station Identification, Status of call, information for billing, and information for performance analysis.
12. Method, according to claim 10, further comprising:
in the Switch, for each call, maintaining a table of connections comprising

WO 01/78246

PCT/US01/08793

64

information selected from the group consisting of Handset ID, Current Base Station ID, handle of high-level protocols, handle of low-level protocols, Number of candidate Base Stations for handoff, List of candidate Base Stations for handoff, and List of handoff status for each candidate Base Station.

13. In a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of synchronizing at least one neighboring Base Station to the Base Station connected with the mobile unit comprising:

from the Base Station connected with the mobile unit, sending call parameters and rough synchronization information to the at least one neighboring Base Station; and

at the at least one neighboring Base Station, monitoring transmissions of at least one of:

the Base Station connected with the mobile unit;

the mobile unit; and

a beacon signal from a beacon transmitter which is within range of the at least one neighboring Base Station and the Base Station connected with the mobile unit.

14. Method, according to claim 13, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:

telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

15. In a wireless communication system comprising a plurality of Base Stations and at least one Switch in communication with the Base Stations, a method of synchronizing at least one neighboring Base Station to a Base Station connected with a mobile unit comprising:

WO 01/78246

PCT/US01/08793

65

from the Base Station connected with the mobile unit, periodically transmitting during a selected time interval with higher transmission power than during normal transmission; and

receiving the transmission with higher transmission power at the least one neighboring Base Station.

16. Method, according to claim 15, wherein:
the selected time interval is a synchronization hop in a series of periodic hops; and
the increased transmission power during the synchronization hop is at least twice as great as the normal transmission power.

17. Method, according to claim 15, wherein:
the selected time interval is a synchronization hop in a series of periodic hops; and
the synchronization hop is transmitted at a different frequency than the remaining periodic hops.

18. Method, according to claim 15, wherein:
the mobile unit is equipped with a short-range wireless communication transmitter/receiver.

19. Method, according to claim 15, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:
telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

66

20. Method, according to claim 15, further comprising:
providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and
transferring connection status information and rough synchronization information between the Base Stations over the communications links.
21. Method, according to claim 15, wherein:
the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless local area network (LAN).
22. Method, according to claim 15, wherein:
a first plurality of Base Stations are connected to a first Switch;
a second plurality of Base Stations are connected to a second Switch;
the Switches maintain status tables for calls and connections that they are handling, and maintain copies of each other's status tables; and
when a Switch updates one of its status tables, it sends the updated status table to the other Switches.
23. Method, according to claim 15, wherein:
the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.
24. Method, according to claim 23, further comprising:
in the Switch, maintaining a table of calls being handled by the WPBX, comprising information selected from the group consisting of a unique Call Identification number for each active call being handles by the WPBX, the origin of the call, the destination of the call, Calling Number Identification (CNID), Destination Number (DN), Originating Base Station Identification, Destination Base Station Identification, Status of

WO 01/78246

PCT/US01/08793

67

call, information for billing, and information for performance analysis.

25. Method, according to claim 23, further comprising:

in the Switch, for each call, maintaining a table of connections comprising information selected from the group consisting of Handset ID, Current Base Station ID, handle of high-level protocols, handle of low-level protocols, Number of candidate Base Stations for handoff, List of candidate Base Stations for handoff, and List of handoff status for each candidate Base Station.

26. In a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of detecting the presence of a specific mobile unit in a coverage area of at least one neighboring Base Station, comprising:

the Base Station connected with the mobile unit provides, to the at least one neighboring Base Station, information about the connection with the mobile unit, including rough TOD and a device address for the mobile unit;

at the at least one neighboring Base Station, receiving information and generating a list of frequencies in which the mobile unit is likely to transmit; and

at the at least one neighboring Base Station, checking for a signal transmitted by the mobile unit.

27. Method, according to claim 26, further comprising:

at the neighboring Base Station, monitoring frequencies that are not blocked by interferences

28. Method, according to claim 27, further comprising:

for each frequency that is monitored, maintaining a histogram of a number of hops that have been detected in a certain duration of time, and their average signal-to-noise ratios.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

68

29. Method, according to claim 28, further comprising:
determining a measure of spectral cleanness of a frequency being monitored as a function of signal-to-noise ratios (SNRs) of the hops.
30. Method, according to claim 29, further comprising:
monitoring a group (M) of frequencies that have a best cleanness measure most of the time.
31. Method, according to claim 30, further comprising:
periodically monitoring a frequency which is not in the group of frequencies having the best cleanness measure.
32. Method, according to claim 26, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:
telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.
33. Method, according to claim 26, further comprising:
providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and
transferring connection status information and rough synchronization information between the Base Stations over the communications links.
34. Method, according to claim 26, wherein:
the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless

WO 01/78246

PCT/US01/08793

69

local area network (LAN).

35. Method, according to claim 26, wherein:
the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.

36. A method for detecting a mobile unit by a Base Station, wherein frequency-hopping is used to communicate between Base Stations and mobile units, comprising:

at a Base Station that is connected to a mobile unit, periodically yielding a hop; and

during the hop which has been yielded by the Base Station connected with the mobile unit, communicating with the mobile unit from at least one neighboring Base Station.

37. Method, according to claim 36, further comprising:
at neighboring Base Stations that are not close to each other, using the same hop to communicate with the mobile unit; and

at neighboring Base Stations which are close to one another, using different hops to communicate with the mobile unit.

38. In a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of detecting a handset by at least one Base Station which is waiting for the mobile unit to enter its coverage area, comprising:

from the at least one Base Station waiting for the mobile unit to enter its coverage area and the Base Station connected with the mobile unit, sending a PING command to the mobile unit; and

at the Base Station waiting for the mobile unit to enter its coverage area, receiving an ECHO reply from the mobile unit.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

70

39. Method, according to claim 38, further comprising:
from the Base Station waiting for the mobile unit to enter its coverage area, sending the PING command during a time interval that the Base Station connected with the mobile unit has yielded.
40. Method, according to claim 38, further comprising:
at each Base Station receiving the ECHO response, measuring the quality of the ECHO response and reporting the quality measurements to a Switch connected to the Base Stations.
41. Method, according to claim 38, further comprising:
measuring the quality of each ECHO response by a technique selected from the group consisting of energy level measurement, signal-to-noise ratio (SNR) measurement, packet loss ratio, and bit error rate measurement (BER).
42. Method, according to claim 38, wherein:
the PING command comprises data fields selected from the group consisting of a device address for the mobile unit, an identifier for the mobile unit, a message length, and data; and
the ECHO response comprises data fields selected from the group consisting of an identifier for the mobile unit, a message length, and data.
43. Method, according to claim 38, further comprising:
at each Base Station, maintaining information about connections between mobile units and neighboring Base Stations, wherein the information is selected from the group consisting of connection number, handset ID, Base Station ID, handoff status and handset detection status.

WO 01/78246

PCT/US01/08793

71

44. Method, according to claim 43, wherein the handset detection status information comprises information selected from the group consisting of number of successful PING, time of last successful PING, quality measurements for successful PINGs.

45. Method, according to claim 38, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:

telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

46. Method, according to claim 38, further comprising:

providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and

transferring connection status information and rough synchronization information between the Base Stations over the communications links.

47. Method, according to claim 38, wherein:

the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.

48. In a wireless communication system comprising at least two Base Stations, at least one Switch in communication with the Base Stations, and at least one mobile unit, a method of handing off the mobile unit from a Base Station communicating with the mobile unit and a neighboring Base Station, comprising:

smoothing a plurality of signals received from a handset by a plurality of

WO 01/78246

PCT/US01/08793

72

Base Stations;

comparing the signals with one another; and
selecting a Base Station for handoff based on signal quality.

49. Method, according to claim 48, wherein:
the signals are compared by computing an average signal quality received from a given Base Station over a time interval encompassing subsequent signals from the given Base Station.

50. Method, according to claim 48, further comprising:
comparing the signals only during times in which the signal was received by more than one Base Station.

51. Method, according to claim 48, wherein the signal quality is based on a measurement selected from the group consisting of energy level, signal-to-noise ratio (SNR), packet loss ratio, and bit error rate (BER).

52. Method, according to claim 48, wherein:
the Base Stations communicate with the mobile units in hops;
the method further comprising:
prior to comparing the signals, aligning in time the measurements of the same hops.

53. Method, according to claim 52, wherein:
the measurements are averaged over a number (X) of hops

54. Method, according to claim 48, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:
telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone

WO 01/78246

PCT/US01/08793

73

handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

55. Method, according to claim 48, further comprising:

providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and

transferring connection status information and synchronization information between the Base Stations over the communications links.

56. Method, according to claim 48, wherein:

the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless local area network (LAN).

57. Method, according to claim 48, wherein:

the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.

58. In a wireless communication system comprising at least two Base Stations and at least one Switch in communication with the Base Stations, a method of performing handoff of a session from a Base Station connected with a mobile unit to a neighboring Base Station, wherein an instance of a low-level communications protocol is running at the Base Station connected with the mobile unit, comprising:

at the Switch, determining when to perform handoff to a selected one of the neighboring Base Stations;

at the selected one of the neighboring Base Stations, creating a copy of the low-level communications protocol, including at least a synchronized time of day (TOD)

WO 01/78246

PCT/US01/08793

74

parameter;

from the Switch, sending a command to stop communication with the mobile unit at a specified TOD to the Base Station connected with the mobile unit and sending a command to start communication with the mobile unit at the specified TOD to the selected one of the neighboring Base Stations; and

updating session status tables in the Switch and in the Base Stations.

59. Method, according to claim 58, wherein:

the session is selected from the group consisting of phone call and data link.

60. Method, according to claim 58, wherein:

the low-level communications protocol comprises procedures selected from the group consisting of control and modulation of RF signals transmitted to the mobile unit by the Base Station, frequency hopping, error correction, accurate time synchronization, device address, rough Time Of Day (TOD), voice channel allocation, forward error correction parameters, encryption keys, authentication keys, voice coding, device addressing, address of a parked mobile unit, definition of an asynchronous data link, and data FIFOs.

61. Method, according to claim 58, wherein:

the mobile unit is equipped with a short-range wireless communication transmitter/receiver.

62. Method, according to claim 58, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:

telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet

WO 01/78246

PCT/US01/08793

75

via a central remote access server, a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

63. Method, according to claim 58, further comprising:
providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and
transferring connection status information and synchronization information between the Base Stations over the communications links.

64. Method, according to claim 58, wherein:
the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless local area network (LAN).

65. Method, according to claim 58, wherein:
the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.

66. In a wireless communication system comprising a Base Station connected with a mobile unit, a method of detecting and synchronizing with the mobile unit prior to receiving a handoff of a session with the mobile unit, comprising:
from the Base Station connected with the mobile unit, sending rough synchronization information to at least one neighboring Base Station;
at the neighboring Base Station, performing a wide-range search for "target" signals having the correct timing for a mobile unit, based on the rough synchronization information provided by the Base Station which is connected with the mobile unit;
narrowing the search for an actual signal from the mobile unit;
acquiring the target signal; and

WO 01/78246

PCT/US01/08793

76

synchronizing the neighboring Base Station to the Base Station connected with the mobile unit.

67. Method, according to claim 66, wherein:

the mobile unit is equipped with a short-range wireless communication transmitter/receiver.

68. Method, according to claim 66, wherein the mobile unit is a device selected from the group consisting of:

telephone handset, standard cordless telephone handset, cellular telephone handset, personal data device, personal digital assistant (PDA), computer, laptop computer, e-mail server, a device utilizing point-to-point protocol (PPP) to the Internet via a central remote access server a headset, a personal server, a wearable computer, a wireless camera, and a mobile music player.

69. Method, according to claim 66, further comprising:

providing communication links between the Base Stations, wherein the communication links between the Base Stations are selected from the group consisting of RF links and land lines; and

transferring connection status information and rough synchronization information between the Base Stations over the communications links.

70. Method, according to claim 66, wherein:

the Base Stations and the Switch are connected via a wired or wireless local area network (LAN).

71. Method, according to claim 66, wherein:

the wireless communication system comprises a wireless private branch exchange (WPBX) handling calls from mobile units comprising handsets.

Figure 1

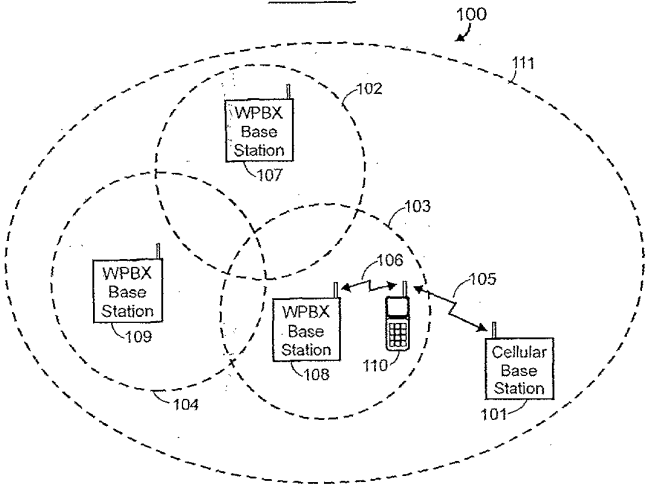


Figure 2

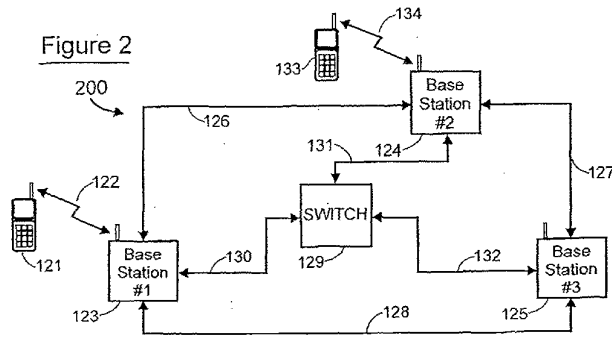


Figure 3A

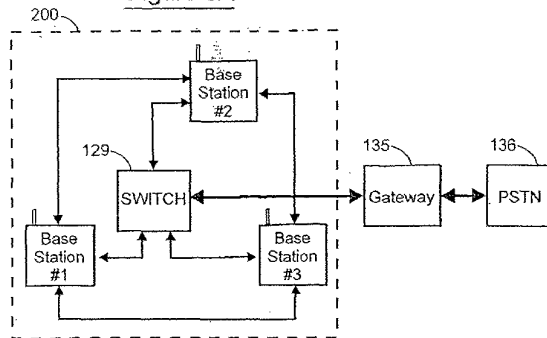


Figure 3B

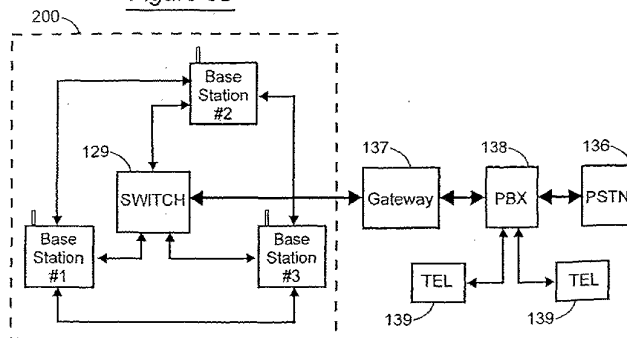


Figure 4

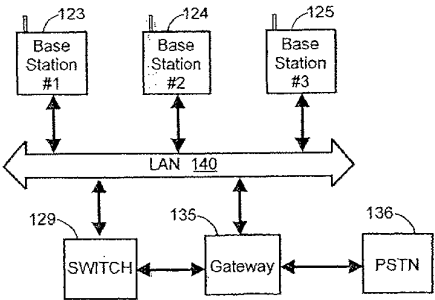
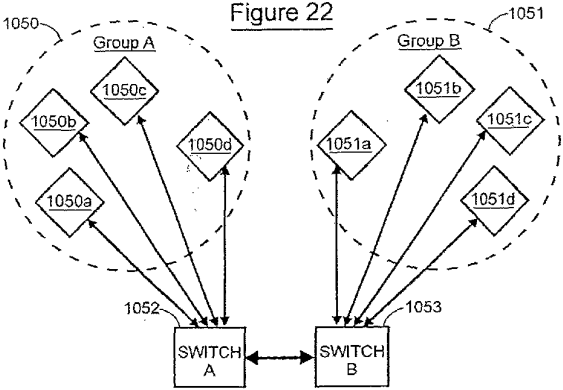


Figure 22

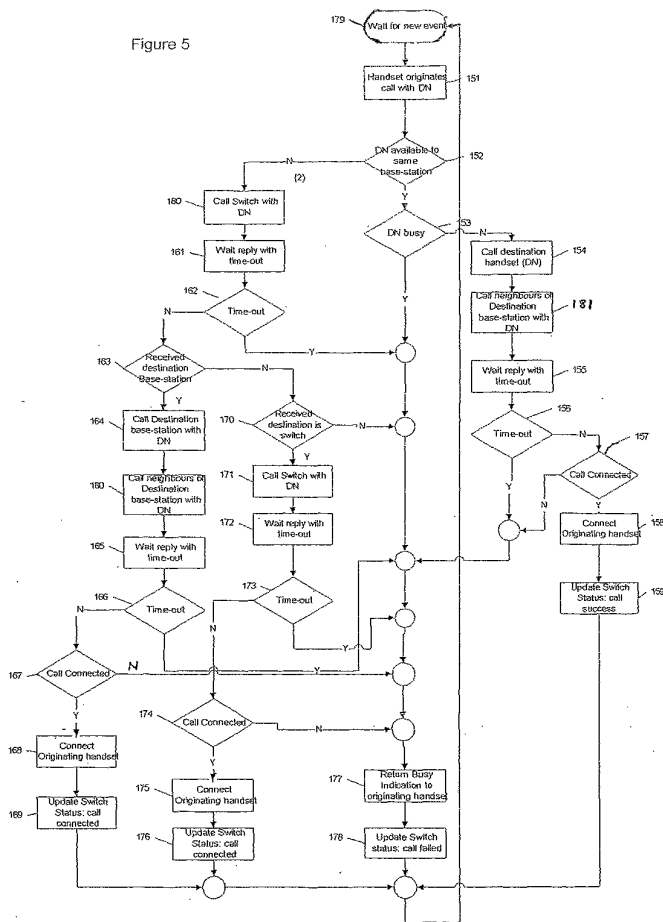


WO 01/78246

4/22

PCT/US01/08793

Figure 5



WO 01/78246

5/22

PCT/US01/08793

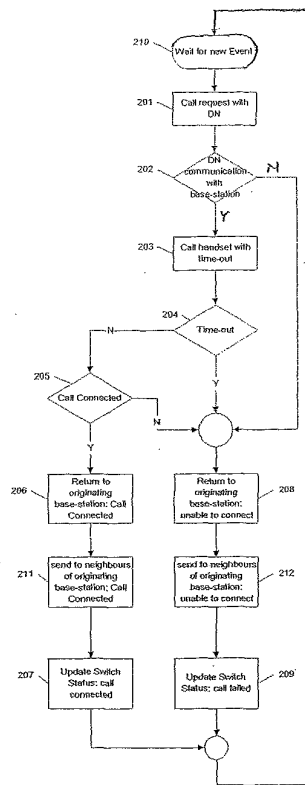


Figure 6

WO 01/78246

6/22

PCT/US01/08793

Figure 7

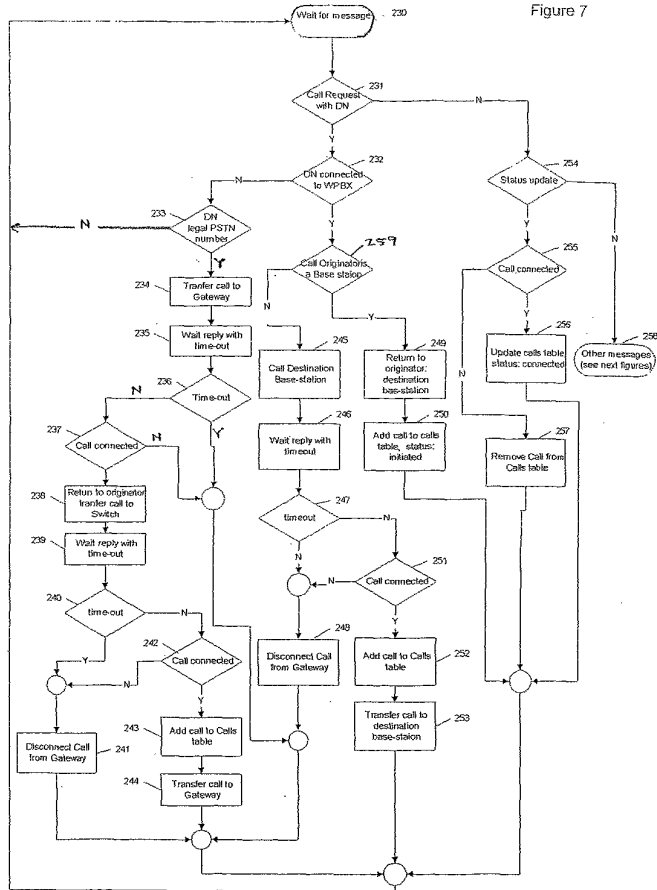


Figure 8A

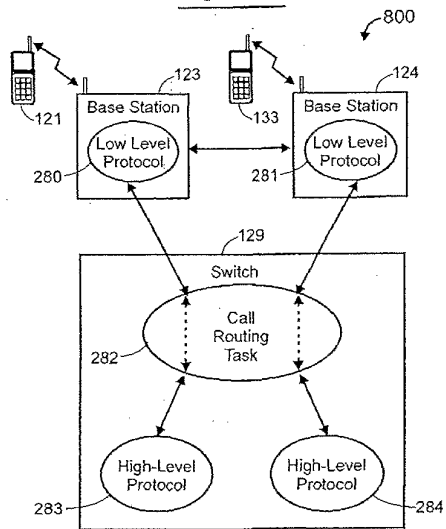
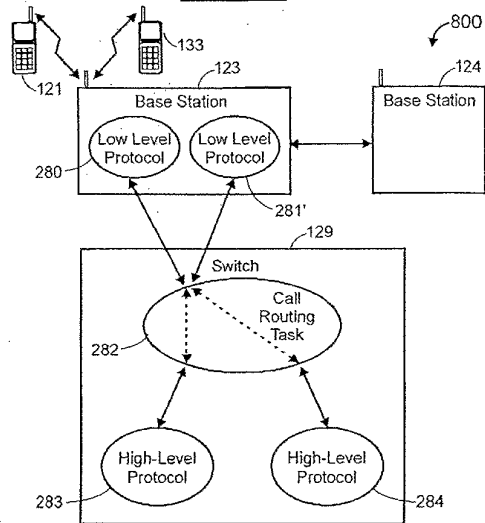


Figure 8B



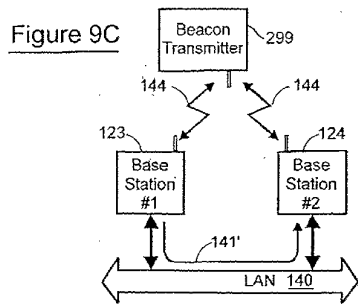
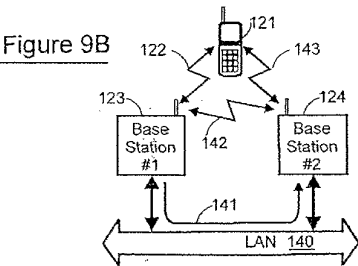
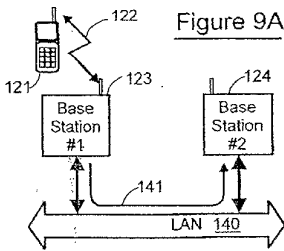


Figure 10

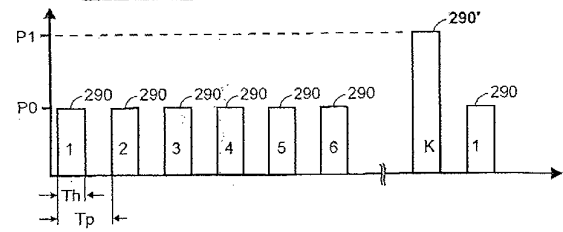
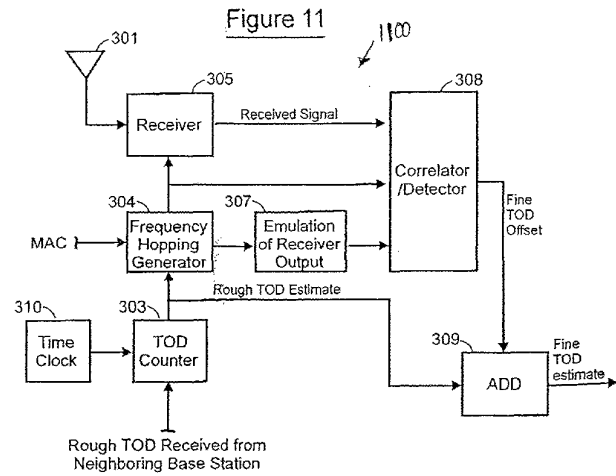


Figure 11



WO 01/78246

11/22

PCT/US01/08793

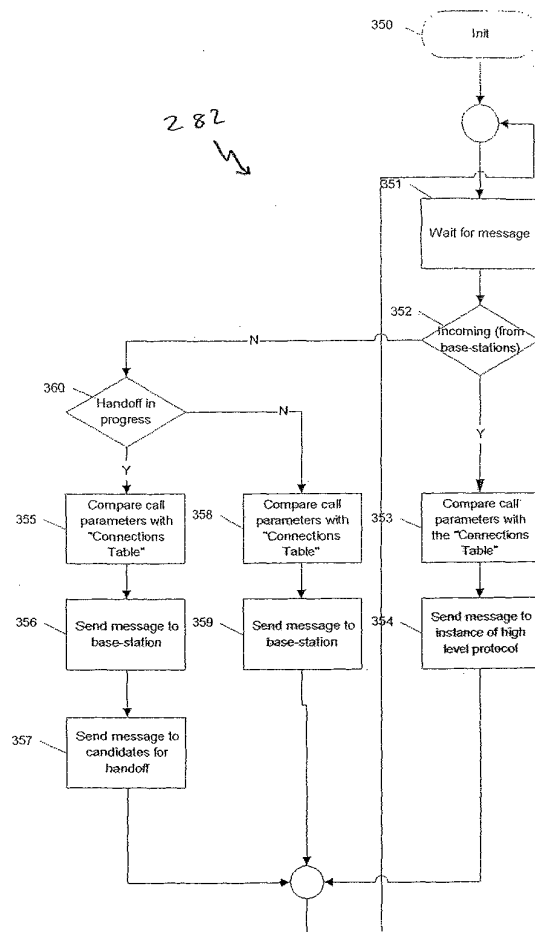


Figure 12

WO 01/78246

12/22

PCT/US01/08793

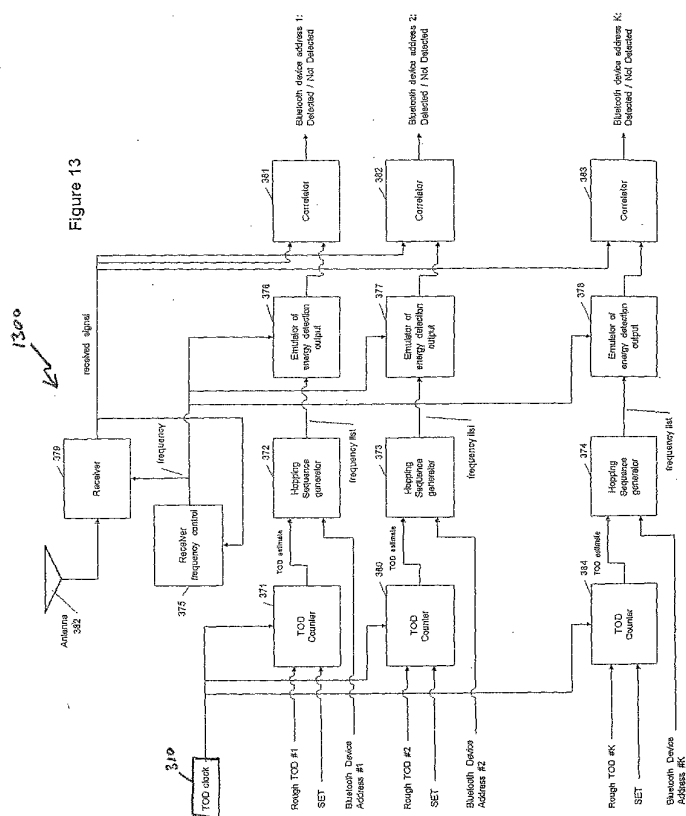


Figure 14A

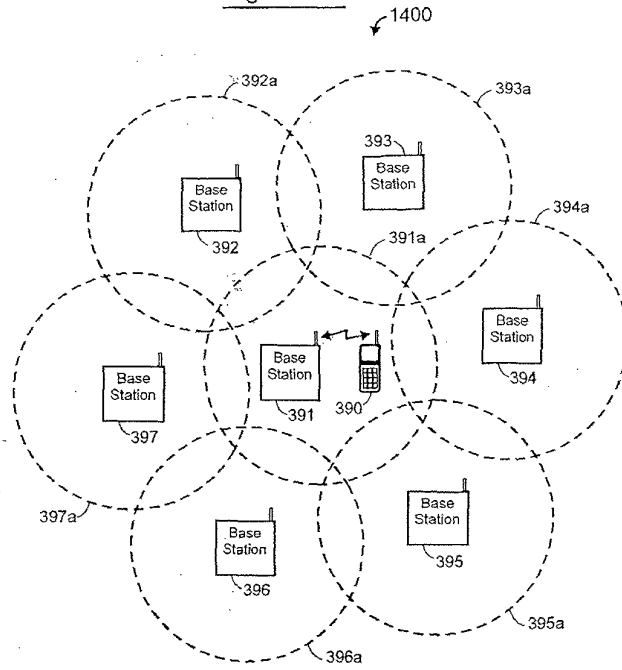


Figure 14B

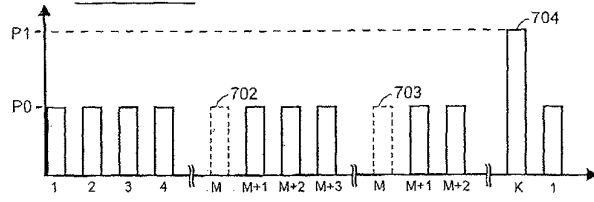


Figure 14C

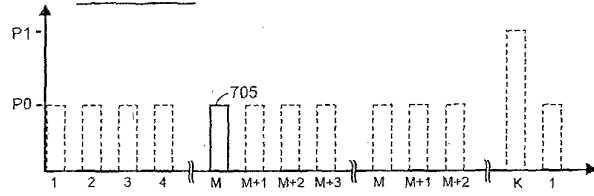


Figure 14D

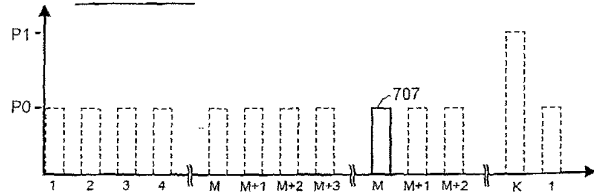


Figure 15A

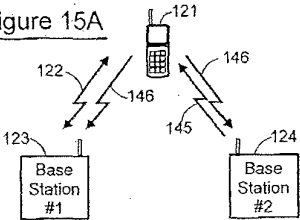
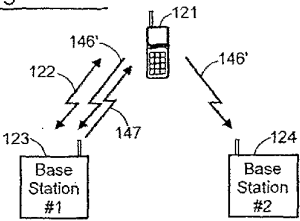


Figure 15B

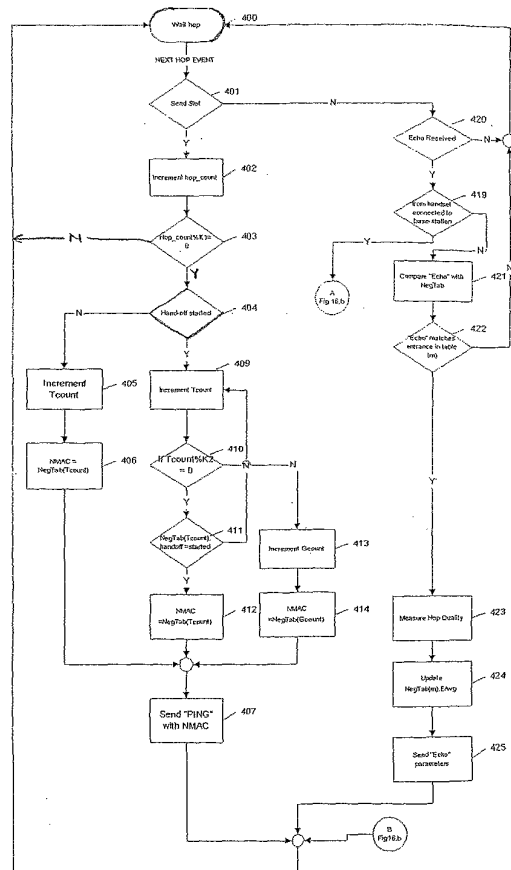


WO 01/78246

16/22

PCT/US01/08793

FIG. 16A



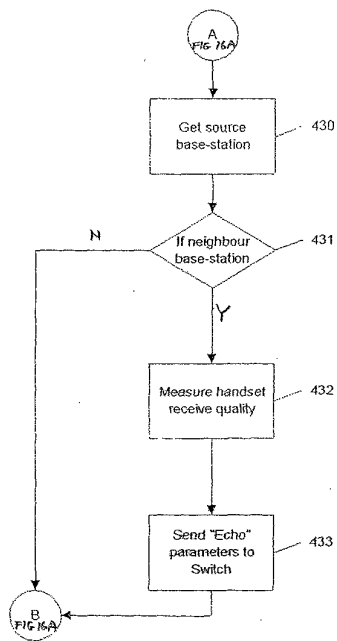


Figure 16.b

Figure 17A

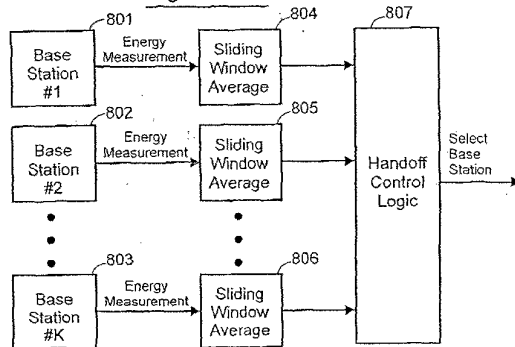


Figure 17B

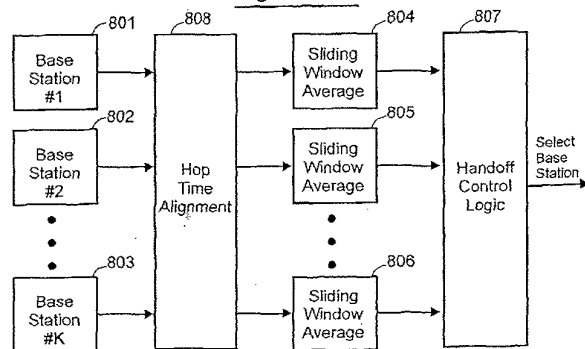


Figure 18

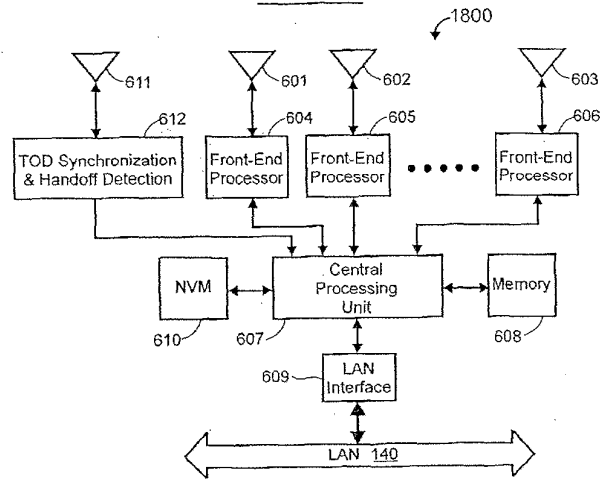
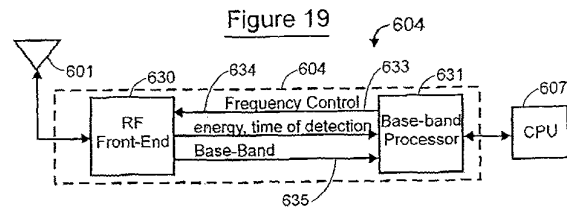
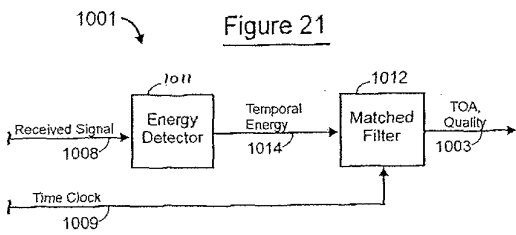
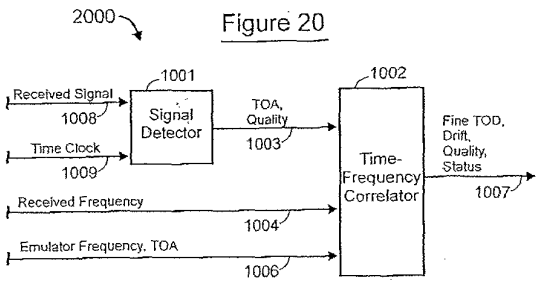


Figure 19





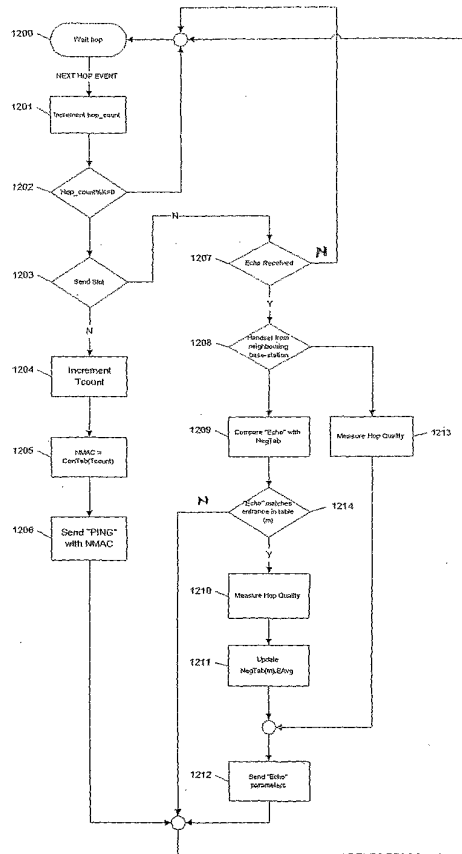
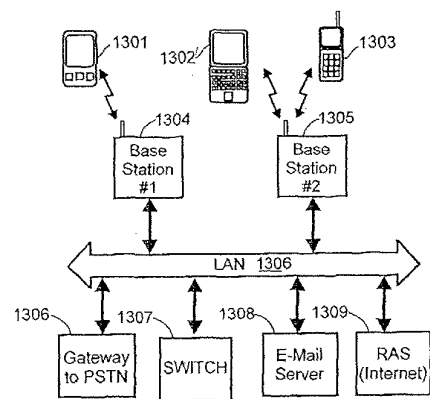


FIG. 23

Figure 24



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US01/08793
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H04B 1/38; H04M 1/00; H04Q 7/20 US CL : 455/555, 561, 560, 41, 436 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 455/555, 561, 560, 41, 436, 554, 426, 552, 446, 449, 432; 370/331; 709/203, 223 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y,E	US 6,226,515 B1 (PAULI et al) 01 May 2001, Abstract; Figures 1 & 9; col. 11, line 27-col. 12, line 39.	1-71
Y,P	US 6,175,860 B1 (GAUCHER) 16 January 2001, Abstract; Figure 3; col. 1, line 48-67; col. 4, line 48-col. 7, line 20.	1-14
Y,P	US 6,078,571 A (HALL) 20 June 2000, Abstract; Figures 1 & 3-5; col. 3, line 15-col. 6, line 29.	15-71
Y	US 5,960,344 A (MAHANY) 28 September 1999, Figure 2, 9 & 15; col. 5, lines 16-30; col. 6, lines 22-60; col. 11, line 42-col. 12, line 49; col. 18, line 61-col. 19, line 50.	1-12
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier document published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 MAY 2001		Date of mailing of the international search report 08 JUN 2001
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer TRACY M. LEGREY <i>R. Legrey</i> Telephone No. (703) 305-4760

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998) *

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US01/08793
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A,P	US 6,201,962 B1 (STURNIOLO et al) 13 March 2001, Abstract.	1-71

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZW

Fターム(参考) 5K051 CC07 CC15 DD01 DD03 DD15 HH01 HH11 HH27
5K067 BB04 DD13 DD17 DD19 DD25 DD45 DD46 DD57 EE02 EE10
EE16 EE23 EE35 EE37 HH05 HH22 HH23 HH36 JJ72