

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5401651号
(P5401651)

(45) 発行日 平成26年1月29日(2014.1.29)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 64/00 (2009.01)

H O 4 W 64/00 1 5 0

H O 4 W 4/02 (2009.01)

H O 4 W 4/02 1 5 0

H O 4 W 64/00 1 6 0

請求項の数 10 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2009-229831 (P2009-229831)
 (22) 出願日 平成21年10月1日(2009.10.1)
 (65) 公開番号 特開2011-78015 (P2011-78015A)
 (43) 公開日 平成23年4月14日(2011.4.14)
 審査請求日 平成24年9月24日(2012.9.24)

(73) 特許権者 393031586
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 (74) 代理人 100104444
 弁理士 上羽 秀敏
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (74) 代理人 100125704
 弁理士 坂根 剛
 (74) 代理人 100120662
 弁理士 川上 桂子
 (72) 発明者 野間 春生
 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

任意の建物の1つの部屋内において各々が無線通信によって電波を送信する複数の第1の無線装置と、

前記1つの部屋内において各々が前記複数の第1の無線装置から送信された電波を受信する複数の第2の無線装置とを備え、

前記複数の第2の無線装置の各々は、前記1つの部屋内において1つの前記第1の無線装置との間の距離が1つの距離に設定されたときに前記1つの第1の無線装置から送信された電波を受信したときの受信信号強度と前記受信信号強度の分布の度合いとの関係を示す距離識別関数を前記1つの第1の無線装置との間の複数の距離に対応付けて予め保持しており、前記複数の第1の無線装置のいずれかの第1の無線装置から電波を受信すると、前記電波を受信したときの受信信号強度を検出し、前記複数の距離に対応付けて保持された複数の距離識別関数を参照して、前記検出した受信信号強度に対応する前記分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第1の最大分布度合いを検出し、その検出した第1の最大分布度合いが得られた距離識別関数に対応する距離を自己と前記第1の無線装置との間の識別距離として検出する処理を前記複数の第1の無線装置について実行し、更に、前記複数の距離識別関数を予め決められた第1の規則に従って重み付けして合成した結果を前記第2の無線装置を識別する第1の識別関数として算出し、

前記第1の規則は、前記第1の無線装置と前記第2の無線装置との距離が短くなるに従って重み係数が直線的に大きくなる規則、前記第1の無線装置と前記第2の無線装置との

10

20

距離が長くなるに従って重み係数が直線的に大きくなる規則、前記第 1 の無線装置と前記第 2 の無線装置との距離が一定の距離で重み係数が最小になり、かつ、前記第 1 の無線装置と前記第 2 の無線装置との距離が前記一定の距離からずれるに従って前記重み係数が直線的に大きくなる規則、および前記第 1 の無線装置と前記第 2 の無線装置との距離が一定の距離で重み係数が最大になり、かつ、前記第 1 の無線装置と前記第 2 の無線装置との距離が前記一定の距離からずれるに従って前記重み係数が直線的に小さくなる規則のいずれかからなる、通信システム。

【請求項 2】

前記複数の第 2 の無線装置の各々は、一定時間内に前記いずれかの第 1 の無線装置から Q (Q は正の整数) 個の電波を受信し、前記 Q 個の電波を受信したときの Q 個の受信信号強度の平均を前記受信信号強度として検出する、請求項 1 に記載の通信システム。

10

【請求項 3】

前記複数の第 2 の無線装置の各々は、前記第 2 の無線装置を識別する識別関数を定期的に算出し、 H (H は 2 以上の整数) 個の連続するタイミングで算出した H 個の識別関数の和を前記第 1 の識別関数として算出する、請求項 1 または請求項 2 に記載の通信システム。

【請求項 4】

前記検出された受信信号強度、複数の前記識別距離、および複数の前記第 1 の識別関数を前記 1 つの部屋内に配置された前記複数の第 2 の無線装置から受信し、その受信した複数の第 1 の識別関数を前記第 2 の無線装置に対する重みを用いて重み付けして合成した結果を前記建物内の部屋を識別する第 2 の識別関数として算出する処理を複数の部屋内に配置された前記第 2 の無線装置から受信した複数の第 1 の識別関数について実行し、前記算出した複数の第 2 の識別関数に基づいて、前記複数の部屋内に配置された前記第 2 の無線装置から受信した受信信号強度に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第 2 の最大分布度合いを検出し、その検出した第 2 の最大分布度合いが得られた第 2 の識別関数に対応する部屋を前記複数の第 1 の無線装置が滞在する部屋として判定し、その判定した部屋内に配置された前記複数の第 2 の無線装置から受信した前記受信信号強度、前記複数の識別距離および前記複数の第 1 の識別関数に基づいて、1 つの前記第 1 の無線装置から送信された電波を前記複数の第 2 の無線装置によって受信したときの複数の受信信号強度に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第 3 の最大分布度合いを検出し、その検出した第 3 の最大分布度合いが得られた前記第 1 の識別関数を送信した第 2 の無線装置を前記 1 つの第 1 の無線装置が最も近い第 2 の無線装置として判定し、前記最も近い第 2 の無線装置から受信した識別距離に基づいて前記 1 つの第 1 の無線装置の位置を判定する処理を前記複数の第 1 の無線装置について実行する通信装置を更に備える、請求項 1 または請求項 3 に記載の通信システム。

20

30

【請求項 5】

前記通信装置は、更に、前記最も近い第 2 の無線装置に対する信頼度である第 1 の信頼度を演算する処理を前記複数の第 1 の無線装置の全てについて実行し、前記演算した第 1 の信頼度が大きいほど、大きさが大きくなる図形を用いて、前記演算した複数の信頼度を前記複数の第 1 の無線装置の位置とともに視覚情報として表示する、請求項 4 に記載の通信システム。

40

【請求項 6】

前記複数の第 2 の無線装置は、病院内の 1 つ病室内の複数のベッドに対応して前記 1 つの病室内に配置されており、

前記複数の第 1 の無線装置は、前記病院内における医師および看護師に装着されている、請求項 5 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記通信装置は、前記第 1 の信頼度が第 1 のしきい値以上であるとき、前記最も近い第 2 の無線装置に対応するベッドの患者を看護記録の対象とする患者として選択する、請求項 6 に記載の通信システム。

50

【請求項 8】

前記通信装置は、前記第 1 の信頼度が第 1 のしきい値よりも低いとき、前記最も近い第 2 の無線装置が配置された部屋の全患者から看護記録の対象とする患者を選択する、請求項 6 に記載の通信システム。

【請求項 9】

前記通信装置は、更に、前記複数の第 1 の無線装置が滞在する部屋に対する信頼度である第 2 の信頼度を演算する処理を前記複数の第 1 の無線装置の全てについて実行し、前記第 1 の信頼度が第 1 のしきい値よりも低く、かつ、前記第 2 の信頼度が第 2 のしきい値よりも低いとき、前記最も近い第 2 の無線装置が配置された部屋および前記部屋に隣接する部屋の両方の部屋の全患者から看護記録の対象とする患者を選択する、請求項 6 に記載の通信システム。

10

【請求項 10】

前記通信装置は、更に、前記判定した前記複数の第 1 の無線装置の位置を前記病院内に設置された情報通信システムへ送信する、請求項 6 に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、通信システムに関し、特に、各無線装置の位置を判定可能な通信システムに関するものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来、ある 1 つの無線モジュールに近接する無線モジュールを検出可能な通信システムが知られている（特許文献 1）。

【0003】

この通信システムにおいては、各無線モジュールは、他の無線モジュールから電波を受信したときの受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度に基づいて、自己と他の無線モジュールとの間の距離を演算する。

【0004】

そして、各無線モジュールは、その演算した距離が基準値（＝3 m）以下であれば、他の無線モジュールを近接無線モジュールとして検出する。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2006 - 352518 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかし、従来の通信システムにおいては、各無線モジュールは、他の無線モジュールから電波を受信したときの受信信号強度に基づいて他の無線モジュールとの間の距離を演算しているため、他の無線モジュールとの間の距離を正確に演算するのが困難であるという問題がある。

40

【0007】

即ち、電波がマルチパスを經由して伝搬する場合、受信信号強度は、広い範囲に分布するため、2 つの無線モジュール間の 1 つの距離に対して複数の受信信号強度が存在する場合があります、2 つの無線モジュール間の距離を正確に演算するのが困難である。

【0008】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、マルチパス環境においても、受信信号強度に基づいて無線装置間の距離を正確に判定可能な通信システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 9 】

この発明によれば、通信システムは、複数の第1の無線装置と、複数の第2の無線装置とを備える。複数の第1の無線装置は、任意の建物の1つの部屋内において各々が無線通信によって電波を送信する。複数の第2の無線装置は、1つの部屋内において各々が複数の第1の無線装置から送信された電波を受信する。そして、複数の第2の無線装置の各々は、1つの部屋内において1つの第1の無線装置との間の距離が1つの距離に設定されたときに1つの第1の無線装置から送信された電波を受信したときの受信信号強度と受信信号強度の分布の度合いとの関係を示す距離識別関数を1つの第1の無線装置との間の複数の距離に対応付けて予め保持しており、複数の第1の無線装置のいずれかの第1の無線装置から電波を受信すると、電波を受信したときの受信信号強度を検出し、複数の距離に対応付けて保持された複数の距離識別関数を参照して、検出した受信信号強度に対応する分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第1の最大分布度合いを検出し、その検出した第1の最大分布度合いが得られた距離識別関数に対応する距離を自己と第1の無線装置との間の識別距離として検出する処理を複数の第1の無線装置について実行する。

10

【 0 0 1 0 】

好ましくは、複数の第2の無線装置の各々は、一定時間内にいずれかの第1の無線装置から Q (Q は正の整数)個の電波を受信し、 Q 個の電波を受信したときの Q 個の受信信号強度の平均を受信信号強度として検出する。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、複数の第2の無線装置の各々は、更に、複数の距離識別関数を予め決められた第1の規則に従って重み付けして合成した結果を第2の無線装置を識別する第1の識別関数として算出する。

20

【 0 0 1 2 】

好ましくは、複数の第2の無線装置の各々は、第2の無線装置を識別する識別関数を定期的に算出し、 H (H は2以上の整数)個の連続するタイミングで算出した H 個の識別関数の和を第1の識別関数として算出する。

【 0 0 1 3 】

好ましくは、通信システムは、通信装置を更に備える。通信装置は、検出された受信信号強度、複数の識別距離、および複数の第1の識別関数を1つの部屋内に配置された複数の第2の無線装置から受信し、その受信した複数の第1の識別関数を予め決められた第2の規則に従って重み付けして合成した結果を建物内の部屋を識別する第2の識別関数として算出する処理を複数の部屋内に配置された第2の無線装置から受信した複数の第1の識別関数について実行し、算出した複数の第2の識別関数に基づいて、複数の部屋内に配置された第2の無線装置から受信した受信信号強度に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第2の最大分布度合いを検出し、その検出した第2の最大分布度合いが得られた第2の識別関数に対応する部屋を複数の第1の無線装置が滞在する部屋として判定し、その判定した部屋内に配置された複数の第2の無線装置から受信した受信信号強度、複数の識別距離および複数の第1の識別関数に基づいて、1つの第1の無線装置から送信された電波を複数の第2の無線装置によって受信したときの複数の受信信号強度に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第3の最大分布度合いを検出し、その検出した第3の最大分布度合いが得られた第1の識別関数を送信した第2の無線装置を1つの第1の無線装置が最も近い第2の無線装置として判定し、最も近い第2の無線装置から受信した識別距離に基づいて1つの第1の無線装置の位置を判定する処理を複数の第1の無線装置について実行する。

30

40

【 0 0 1 4 】

好ましくは、通信装置は、更に、最も近い第2の無線装置に対する信頼度である第1の信頼度を演算する処理を複数の第1の無線装置の全てについて実行し、演算した第1の信頼度が大きいほど、大きさが大きくなる図形を用いて、演算した複数の信頼度を複数の第1の無線装置の位置とともに視覚情報として表示する。

【 0 0 1 5 】

50

好ましくは、複数の第2の無線装置は、病院内の1つ病室内の複数のベッドに対応して1つの病室内に配置されている。複数の第1の無線装置は、病院内における医師および看護師に装着されている。

【0016】

好ましくは、通信装置は、第1の信頼度が第1のしきい値以上であるとき、最も近い第2の無線装置に対応するベッドの患者を看護記録の対象とする患者として選択する。

【0017】

好ましくは、通信装置は、第1の信頼度が第1のしきい値よりも低いとき、最も近い第2の無線装置が配置された部屋の全患者から看護記録の対象とする患者を選択する。

【0018】

好ましくは、通信装置は、更に、複数の第1の無線装置が滞在する部屋に対する信頼度である第2の信頼度を演算する処理を複数の第1の無線装置の全てについて実行し、第1の信頼度が第1のしきい値よりも低く、かつ、第2の信頼度が第2のしきい値よりも低いとき、最も近い第2の無線装置が配置された部屋および部屋に隣接する部屋の両方の部屋の全患者から看護記録の対象とする患者を選択する。

【0019】

好ましくは、通信装置は、更に、判定した複数の第1の無線装置の位置を病院内に設置された情報通信システムへ送信する。

【発明の効果】

【0020】

この発明による通信システムにおいては、第2の無線装置は、マルチパス環境において予め実測された受信信号強度の各距離における分布を示す距離識別関数を参照して、距離の識別時に検出した受信信号強度に対応する第2の無線装置と第1の無線装置との間の距離の確からしさ(=確率)を求め、最大の確からしさ(=確率)が得られる距離識別関数に対応する距離を第2の無線装置と第1の無線装置との間の識別距離として検出する。

【0021】

その結果、識別距離の識別時に検出された受信信号強度と、予め実測された受信信号強度の分布の度合いが最大になる受信信号強度とのずれの程度が大きくなるに従って、距離識別関数に対応する距離に対する確からしさは、小さくなる。一方、識別距離の識別時に検出された受信信号強度と、予め実測された受信信号強度の分布の度合いが最大になる受信信号強度とのずれの程度が小さくなるに従って、距離識別関数に対応する距離に対する確からしさは、大きくなる。

【0022】

従って、マルチパス環境下において検出された受信信号強度を用いて第2の無線装置と第1の無線装置との間の距離を検出しても、受信信号強度の揺らぎによる影響を除去して第2の無線装置と第1の無線装置との間の距離を正確に検出できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】この発明の実施の形態による通信システムの概略図である。

【図2】図1に示す基地局の構成を示す概略ブロック図である。

【図3】図1に示すサーバの構成を示す概略ブロック図である。

【図4】距離識別関数を求める方法を説明するための図である。

【図5】受信信号強度の実測結果を示す図である。

【図6】ガウス分布の概念図である。

【図7】各種の分布の概念図である。

【図8】応答信号(=FHSパケット)の受信タイミングを示す図である。

【図9】各基地局と各無線装置との距離を識別する方法を説明するための図である。

【図10】基地局識別関数を求めるときの重みの例を示す図である。

【図11】基地局識別関数の概念図である。

【図12】受信バッファの構成図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 2 に示す受信バッファにおけるデータの記憶形態を示す図である。

【図 1 4】基地局における動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 5】図 1 4 に示すステップ S 6 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 6】サーバの受信処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 7】サーバの位置検出処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 8】図 1 7 に示すステップ S 2 8 の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 9】基地局識別関数を求めるときの重みの他の例を示す図である。

【図 2 0】基地局識別関数を求めるときの重みの更に他の例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0025】

図 1 は、この発明の実施の形態による通信システムの概略図である。図 1 を参照して、この発明の実施の形態による通信システム 100 は、基地局 1 ~ 16 と、無線装置 21 ~ 30 と、サーバ 40 とを備える。通信システム 100 は、例えば、病院等の医療機関に設置される。

【0026】

20

基地局 1 ~ 4 は、病院の部屋 R 1 内に設置される。基地局 5 ~ 8 は、病院の部屋 R 2 内に設置される。基地局 9 ~ 12 は、病院の部屋 R 3 内に設置される。基地局 13 ~ 16 は、病院の部屋 R 4 内に設置される。

【0027】

より具体的には、基地局 1 ~ 4 は、それぞれ、部屋 R 1 内に設置されたベッド BD 1 ~ BD 4 に近接して設置される。また、基地局 5 ~ 8 は、それぞれ、部屋 R 2 内に設置されたベッド BD 5 ~ BD 8 に近接して設置される。更に、基地局 9 ~ 12 は、それぞれ、部屋 R 3 内に設置されたベッド BD 9 ~ BD 12 に近接して設置される。更に、基地局 13 ~ 16 は、それぞれ、部屋 R 4 内に設置されたベッド BD 13 ~ BD 16 に近接して設置される。

30

【0028】

病院の医師、看護師および技師（例えば、レントゲン写真を撮る技師）等の医療機関で働く人は、無線装置 21 ~ 30 を持ち歩く。従って、無線装置 21 ~ 30 は、医師、看護師および技師が病院内を移動することによって病院内を移動する。図 1 に示す場合、無線装置 21 ~ 23 は、部屋 R 1 内に位置し、無線装置 24 ~ 26 は、部屋 R 2 内に位置し、無線装置 27, 28 は、部屋 R 3 内に位置し、無線装置 29, 30 は、部屋 R 4 内に位置する。

【0029】

サーバ 40 は、ナースステーション NS に設置される。そして、サーバ 40 は、基地局 1 ~ 16 と有線ケーブル（図示せず）によって接続されている。

40

【0030】

なお、部屋 R 1, R 2 は、それぞれ、廊下 CRD 1 を挟んで部屋 R 3, R 4 の向かい側に配置されている。また、ナースステーション NS は、廊下 CRD 2 を挟んで部屋 R 1 の向かい側に配置されている。

【0031】

また、部屋 R 1 は、壁 WL 1 を挟んで部屋 R 2 に隣接しており、部屋 R 3 は、壁 WL 2 を挟んで部屋 R 4 に隣接している。

【0032】

基地局 1 ~ 16 は、Bluetooth 規格によって無線装置 21 ~ 30 と相互に無線通信を行なう。

50

【 0 0 3 3 】

より具体的には、基地局 1 ~ 1 6 は、B l u e t o o t h 規格の問い合わせ (I n q u i r y) 状態を利用して問い合わせ信号を周囲へ送信 (ブロードキャスト) するとともに、問い合わせ信号に対する応答信号を無線装置 2 1 ~ 3 0 から受信する。そして、基地局 1 ~ 1 6 は、その受信した応答信号の受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度に基づいて、後述する方法によって、無線装置 2 1 ~ 3 0 との間の距離を識別し、その識別した識別距離を検出する。

【 0 0 3 4 】

また、基地局 1 ~ 1 6 は、各無線装置 2 1 ~ 3 0 に最も近い基地局 (基地局 1 ~ 1 6 のいずれか) を識別する識別関数を後述する方法によって算出する。

10

【 0 0 3 5 】

そして、基地局 1 ~ 1 6 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 の識別子、無線装置 2 1 ~ 3 0 から受信した応答信号の受信信号強度、無線装置 2 1 ~ 3 0 との識別距離、および識別関数を有線ケーブル (図示せず) を介してサーバ 4 0 へ送信する。

【 0 0 3 6 】

無線装置 2 1 ~ 3 0 は、B l u e t o o t h 規格に従って基地局 1 ~ 1 6 との間で無線通信を行なう。

【 0 0 3 7 】

より具体的には、無線装置 2 1 ~ 3 0 は、B l u e t o o t h 規格の問い合わせ信号を基地局 (基地局 1 ~ 1 6 のいずれか) から受信すると、その受信した問い合わせ信号に対する応答信号を生成し、その生成した応答信号を基地局 (基地局 1 ~ 1 6 のいずれか) へ送信する。

20

【 0 0 3 8 】

サーバ 4 0 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 の識別子、無線装置 2 1 ~ 3 0 から受信した応答信号の受信信号強度、基地局 1 ~ 1 6 と無線装置 2 1 ~ 3 0 との間の識別距離、および識別関数を有線ケーブル (図示せず) を介して基地局 1 ~ 1 6 の各々から受信する。

【 0 0 3 9 】

そして、サーバ 4 0 は、その受信した無線装置 2 1 ~ 3 0 の識別子、無線装置 2 1 ~ 3 0 から受信した応答信号の受信信号強度、基地局 1 ~ 1 6 と無線装置 2 1 ~ 3 0 との間の識別距離、および識別関数に基づいて、後述する方法によって、各無線装置 2 1 ~ 3 0 がどの部屋のどの位置に存在するかを判定する。

30

【 0 0 4 0 】

図 2 は、図 1 に示す基地局 1 の構成を示す概略ブロック図である。図 2 を参照して、基地局 1 は、無線モジュール 1 1 0 と、組込 C P U 1 2 0 とを含む。

【 0 0 4 1 】

無線モジュール 1 1 0 は、プロトコル管理ユニット 1 1 1 と、送信処理ユニット 1 1 2 と、無線ユニット 1 1 3 と、受信処理ユニット 1 1 4 とを含む。

【 0 0 4 2 】

プロトコル管理ユニット 1 1 1 は、組込 C P U 1 2 0 のマイクロコンピュータ 1 2 1 からの制御に従って、問い合わせ発信指令 (I n q u i r y 発信指令) および問い合わせ応答指令 (I n q u i r y S c a n 指令) を生成して送信処理ユニット 1 1 2 へ出力する。

40

【 0 0 4 3 】

また、プロトコル管理ユニット 1 1 1 は、後述する F H S パケットと F H S パケットの受信信号強度 R S S I とを受信処理ユニット 1 1 4 から受ける。そして、プロトコル管理ユニット 1 1 1 は、その受けた F H S パケットから、F H S パケットを送信した無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) のアドレスを検出し、その検出したアドレスと、受信処理ユニット 1 1 4 から受けた受信信号強度 R S S I とをマイクロコンピュータ 1 2 1 へ送信する。

【 0 0 4 4 】

50

送信処理ユニット１１２は、プロトコル管理ユニット１１１からの問い合わせ発信指令に応じて、基地局１の周囲に無線装置が存在するか否かを問い合わせるための問い合わせ信号（＝ＩＱパケット）を定期的に生成し、その定期的に生成したＩＱパケットを無線ユニット１１３へ出力する。

【００４５】

また、送信処理ユニット１１２は、プロトコル管理ユニット１１１からの問い合わせ応答指令に応じて、無線装置から受信した問い合わせ信号（＝ＩＱパケット）に対応する応答信号（＝ＦＨＳパケット）を生成して無線ユニット１１３へ出力する。

【００４６】

無線ユニット１１３は、スペクトル拡散によりパケットを送受信する。より具体的には、無線ユニット１１３は、１６００回／秒の速さの周波数ホッピング方式を採用し、情報変調信号（１ＭＨｚ）を２４０２～２４８１．５ＭＨｚの帯域内で７９チャンネル（１ＭＨｚ／チャンネル）にホッピングさせ、７９ＭＨｚ帯域に拡散変調する。そして、無線ユニット１１３は、その拡散変調したパケットを送受信する。

10

【００４７】

無線ユニット１１３は、送信処理ユニット１１２からＩＱパケットを受けると、その受けたＩＱパケットを問い合わせホッピングシーケンスに従って周波数ホッピングして送信する。より具体的には、無線ユニット１１３は、ＩＱパケットを２４０２～２４８１．５ＭＨｚの帯域内で３２チャンネルまたは１６チャンネルに周波数ホッピングして送信する。

【００４８】

20

また、無線ユニット１１３は、送信処理ユニット１１２からＦＨＳパケットを受けると、その受けたＦＨＳパケットを応答シーケンスに従って周波数ホッピングして送信する。より具体的には、無線ユニット１１３は、ＦＨＳパケットを２４０２～２４８１．５ＭＨｚの帯域内で３２チャンネルまたは１６チャンネルに周波数ホッピングして送信する。

【００４９】

更に、無線ユニット１１３は、無線装置からＩＱパケットを受信し、その受信したＩＱパケットを受信処理ユニット１１４へ出力する。

【００５０】

受信処理ユニット１１４は、無線ユニット１１３からＩＱパケットを受けると、その受けたＩＱパケットの受信信号強度ＲＳＳＩを検出する。そして、受信処理ユニット１１４は、ＩＱパケットをスペクトル逆拡散し、そのスペクトル逆拡散後のＩＱパケットと、検出した受信信号強度ＲＳＳＩとをプロトコル管理ユニット１１１へ出力する。

30

【００５１】

組込ＣＰＵ１２０は、マイクロコンピュータ１２１と、記憶装置１２２とを含む。マイクロコンピュータ１２１は、問い合わせ発信の開始または中断を行なうように無線モジュール１１０のプロトコル管理ユニット１１１を制御するとともに、問い合わせ応答の開始または中断を行なうようにプロトコル管理ユニット１１１を制御する。

【００５２】

また、マイクロコンピュータ１２１は、プロトコル管理ユニット１１１からアドレスおよび受信信号強度ＲＳＳＩを受信する。そして、マイクロコンピュータ１２１は、その受信したアドレスおよび受信信号強度ＲＳＳＩを相互に対応付けて記憶装置１２２に格納する。

40

【００５３】

この場合、マイクロコンピュータ１２１は、プロトコル管理ユニット１１１からアドレスおよび受信信号強度ＲＳＳＩを受信すれば、その受信したアドレスが既に受信したアドレスと同じであっても、その受信したアドレスおよび受信信号強度ＲＳＳＩを記憶装置１２２へ順次記憶する。

【００５４】

更に、マイクロコンピュータ１２１は、基地局１と１つの無線装置（無線装置２１～３０のいずれか）との間の距離が既知の距離に設定されたときに、１つの無線装置から応答

50

信号 (= F H S パケット) を受信したときの受信信号強度 R S S I と受信信号強度 R S S I の分布の度合いとの関係を示す距離識別関数を記憶装置 1 2 2 から読み出すとともに、各無線装置 2 1 ~ 3 0 のアドレスに対応付けられた受信信号強度 R S S I を記憶装置 1 2 2 から読み出す。

【 0 0 5 5 】

そして、マイクロコンピュータ 1 2 1 は、その読み出した距離識別関数および受信信号強度 R S S I に基づいて、後述する方法によって、基地局 1 と無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) との間の距離を識別し、その識別した識別距離を検出する。

【 0 0 5 6 】

更に、マイクロコンピュータ 1 2 1 は、基地局 1 と無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) との間の各距離に対応付けられた距離識別関数に基づいて、後述する方法によって、無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) が基地局 1 に近い度合いを識別する基地局識別関数を演算する。

【 0 0 5 7 】

そして、マイクロコンピュータ 1 2 1 は、無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) のアドレス、無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) から応答信号 (F H S パケット) を受信したときの受信信号強度 R S S I、基地局 1 と無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) との間の識別距離および基地局識別関数を有線ケーブル (図示せず) を介してサーバ 4 0 へ送信する。

【 0 0 5 8 】

記憶装置 1 2 2 は、各無線装置 2 1 ~ 3 0 のアドレスと、受信信号強度 R S S I とを対応付けて記憶する。

【 0 0 5 9 】

また、記憶装置 1 2 2 は、基地局 1 と無線装置 (無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか) との間の各距離に対応付けて距離識別関数を記憶する。

【 0 0 6 0 】

なお、図 1 に示す基地局 2 ~ 1 6 および無線装置 2 1 ~ 3 0 の各々は、図 2 に示す基地局 1 と同じ構成からなる。

【 0 0 6 1 】

図 3 は、図 1 に示すサーバ 4 0 の構成を示す概略ブロック図である。図 3 を参照して、サーバ 4 0 は、受信ユニット 4 1 と、記憶装置 4 2 と、処理ユニット 4 3 と、表示ユニット 4 4 とを含む。

【 0 0 6 2 】

受信ユニット 4 1 は、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数からなるデータと、各基地局 1 ~ 1 6 のアドレスとを含むパケット P K T = [A d d m / 無線装置のアドレス / 受信信号強度 / 識別距離 / 基地局識別関数] (m = 1 ~ 1 6) を有線ケーブル (図示せず) を介して受信する。

【 0 0 6 3 】

そして、受信ユニット 4 1 は、パケット P K T からアドレス A d d m と、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数とを取り出し、その取り出したアドレス A d d m、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数を相互に対応付けて記憶装置 4 2 に記憶する。

【 0 0 6 4 】

記憶装置 4 2 は、アドレス A d d m、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数を相互に対応付けて記憶する。

【 0 0 6 5 】

また、記憶装置 4 2 は、病院の部屋 R 1 と基地局 1 ~ 4 のアドレス A d d 1 ~ A d d 4 とを相互に対応付けて記憶し、病院の部屋 R 2 と基地局 5 ~ 8 のアドレス A d d 5 ~ A d d 8 とを相互に対応付けて記憶し、病院の部屋 R 3 と基地局 9 ~ 1 2 のアドレス A d d 9 ~ A d d 1 2 とを相互に対応付けて記憶し、病院の部屋 R 4 と基地局 1 3 ~ 1 6 のアドレ

10

20

30

40

50

ス A d d 1 3 ~ A d d 1 6 とを相互に対応付けて記憶する。

【 0 0 6 6 】

更に、記憶装置 4 2 は、処理ユニット 4 3 による処理結果を記憶する。

【 0 0 6 7 】

処理ユニット 4 3 は、アドレス A d d m、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数を記憶装置 4 2 から読み出し、その読み出したアドレス A d d m、無線装置のアドレス、受信信号強度、識別距離および基地局識別関数に基づいて、後述する方法によって、各無線装置 2 1 ~ 3 0 が病院のどの部屋のどの位置に存在するかを定期的に判定する。そして、処理ユニット 4 3 は、その判定結果を表示ユニット 4 4 へ出力する。

10

【 0 0 6 8 】

表示ユニット 4 4 は、処理ユニット 4 3 による処理結果を表示する。

【 0 0 6 9 】

図 4 は、距離識別関数を求める方法を説明するための図である。図 4 を参照して、基地局 1 は、例えば、部屋 R 1 内に設置される。そして、1つの無線装置（無線装置 2 1 ~ 3 0 のいずれか）が位置 P 1 1 に配置される。位置 P 1 1 は、基地局 1 から 1 m だけ離れた位置である。

【 0 0 7 0 】

位置 P 1 1 に設置された無線装置は、無指向性アンテナを用いて基地局 1 へ複数の F H S パケットを順次送信する。そして、基地局 1 は、複数の F H S パケットを順次受信したときの複数の受信信号強度 R S S I を順次検出する。その後、基地局 1 は、その検出した複数の受信信号強度 R S S I の分布をガウス分布として検出する。

20

【 0 0 7 1 】

引き続き、無線装置は、位置 P 2 1 に設置される。位置 P 2 1 は、基地局 1 から 3 m だけ離れた位置である。

【 0 0 7 2 】

位置 P 2 1 に設置された無線装置は、同様にして、無指向性アンテナを用いて基地局 1 へ複数の F H S パケットを順次送信する。そして、基地局 1 は、複数の F H S パケットを順次受信したときの複数の受信信号強度 R S S I を順次検出する。その後、基地局 1 は、その検出した複数の受信信号強度 R S S I の分布をガウス分布として検出する。

30

【 0 0 7 3 】

引き続き、無線装置は、位置 P 3 1 に設置される。位置 P 3 1 は、基地局 1 から 6 m だけ離れた位置である。位置 P 3 1 に設置された無線装置は、同様にして、無指向性アンテナを用いて基地局 1 へ複数の F H S パケットを順次送信する。そして、基地局 1 は、複数の F H S パケットを順次受信したときの複数の受信信号強度 R S S I を順次検出する。その後、基地局 1 は、その検出した複数の受信信号強度 R S S I の分布をガウス分布として検出する。

【 0 0 7 4 】

このように、基地局 1 の正面方向において基地局 1 から 1 m、3 m および 6 m だけ離れた位置 P 1 1 , P 2 1 , P 3 1 に無線装置を設置し、無線装置から基地局 1 へ複数の F H S パケットを送信したときの F H S パケットの複数の受信信号強度 R S S I を検出し、その検出した複数の受信信号強度 R S S I の分布を検出する。

40

【 0 0 7 5 】

図 5 は、受信信号強度の実測結果を示す図である。また、図 6 は、ガウス分布の概念図である。図 5 を参照して、基地局 1 と無線装置との距離が 1 m である場合、受信信号強度 R S S I は、約 - 7 0 d B m ~ - 5 7 d B m の範囲に分布する。そして、実測された受信信号強度 R S S I の個数は、2 2 7 個である。

【 0 0 7 6 】

また、基地局 1 と無線装置との距離が 3 m である場合、受信信号強度 R S S I は、約 - 7 5 d B m ~ - 6 2 d B m の範囲に分布する。そして、実測された受信信号強度 R S S I

50

の個数は、219個である。

【0077】

更に、基地局1と無線装置との距離が6mである場合、受信信号強度RSSIは、約-90dBm～-65dBmの範囲に分布する。そして、実測された受信信号強度RSSIの個数は、246個である。

【0078】

その結果、基地局1と無線装置との距離が1mである場合、受信信号強度RSSIの分布DB1が得られ、基地局1と無線装置との距離が3mである場合、受信信号強度RSSIの分布DB2が得られ、基地局1と無線装置との距離が6mである場合、受信信号強度RSSIの分布DB3が得られる。

10

【0079】

そして、各分布DB1～DB3において、平均 μ および分散 σ^2 を演算し、基地局1と無線装置との距離1m, 3m, 6mに対してガウス分布を演算する。

【0080】

その結果、ガウス分布GD1～GD3がそれぞれ分布DB1～DB3から得られる。ガウス分布GD1～GD3は、それぞれ、平均 $\mu_1 \sim \mu_3$ を有する。

【0081】

そして、ガウス分布GD1は、各受信信号強度RSSIに対応する基地局1と無線装置との距離が1mである確からしさ(=確率)を表す。同様に、ガウス分布GD2は、各受信信号強度RSSIに対応する基地局1と無線装置との距離が3mである確からしさ(=確率)を表し、ガウス分布GD3は、各受信信号強度RSSIに対応する基地局1と無線装置との距離が6mである確からしさ(=確率)を表す。

20

【0082】

従って、ガウス分布GD1～GD3は、基地局1と無線装置との距離を識別する距離識別関数である。

【0083】

上述した方法によって、ガウス分布GD1～GD3が予め演算され、その演算されたガウス分布GD1～GD3からなる距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2) \sim P_3(x|\mu, \sigma^2)$ は、それぞれ、1m, 3m, 6mの距離に対応付けられて基地局1の記憶装置122に予め格納されている。ここで、 x は、確率変数である。

30

【0084】

距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2) \sim P_3(x|\mu, \sigma^2)$ は、それぞれ、式(1)～(3)によって表される。

【0085】

【数1】

$$P1(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left(-\frac{(x-\mu_1)^2}{\sigma_1^2}\right) \quad \dots (1)$$

40

【0086】

【数2】

$$P2(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp\left(-\frac{(x-\mu_2)^2}{\sigma_2^2}\right) \quad \dots (2)$$

【0087】

50

【数 3】

$$P3(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_3} \exp\left(-\frac{(x-\mu_3)^2}{\sigma_3^2}\right) \cdots (3)$$

【0088】

再び、図4を参照して、上記においては、基地局1の正面方向における位置P11, P21, P31に無線装置を設置して基地局1における受信信号強度RSSIの分布を検出すると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、位置P11~P15, P21~P25, P31~P35に無線装置を設置して基地局1における受信信号強度RSSIの分布を検出し、その検出した受信信号強度RSSIの分布に基づいて距離識別関数 $P1(x|\mu, \sigma^2) \sim P3(x|\mu, \sigma^2)$ を上述した方法によって算出するようにしてもよい。

10

【0089】

図7は、各種の分布の概念図である。また、上記においては、受信信号強度RSSIの分布をガウス分布として検出すると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、受信信号強度RSSIの分布を三角分布(図7の(a)参照)、一様分布(図7の(b)参照)、多項分布(図7の(c)参照)および多峰分布(図7の(d)参照)のいずれかとして検出してもよく、一般的には、確率分布としての条件を満たす関数 $f(x)$ であれば、どのような分布を用いてもよい。ここで、確率分布としての条件は、 $f(x) \geq 0$ であり、かつ、 $f(x)$ を $x = -\infty \sim +\infty$ の範囲で積分したとき、その積分値が“1”になることである。

20

【0090】

なお、基地局1を部屋R1の1つの壁の略中央部に設置して各距離に対して距離識別関数 $P1(x|\mu, \sigma^2) \sim P3(x|\mu, \sigma^2)$ を演算すると説明したが、実際には、基地局1を図1に示す部屋R1内における基地局1の設置位置に設置して各距離に対して距離識別関数 $P1(x|\mu, \sigma^2) \sim P3(x|\mu, \sigma^2)$ を演算する。基地局2~16についても同様である。

30

【0091】

従って、基地局1~16の記憶装置122に記憶された距離識別関数 $P1(x|\mu, \sigma^2) \sim P3(x|\mu, \sigma^2)$ は、相互に異なる。

【0092】

各基地局1~16と各無線装置21~30との距離を識別する方法について説明する。図8は、応答信号(=FHSパケット)の受信タイミングを示す図である。なお、図8においては、基地局 m ($m=1 \sim 16$)の期間 $t^{(m)}$ に無線装置 s ($s=21 \sim 30$)から q (q は正の整数)番目に受信したFHSパケットの受信信号強度RSSIを $x_{t^{(m)}, q(s)}$ とする。

【0093】

また、Inquiry Intervalは、例えば、5120msに設定され、Inquiry Lengthは、例えば、2560msに設定される。

40

【0094】

図8を参照して、基地局1は、期間 $1^{(1)}$ のInquiry Lengthにおいて、1番目の問い合わせ信号(IQパケット)をブロードキャストする。そして、基地局1は、無線装置21から1番目のFHSパケットを受信し、1番目の受信信号強度 $x_{1^{(1)}, 1^{(21)}}$ を検出するとともに、無線装置22から1番目のFHSパケットを受信し、1番目の受信信号強度 $x_{1^{(1)}, 1^{(22)}}$ を検出する。

【0095】

その後、基地局1は、期間 $1^{(1)}$ のInquiry Lengthにおいて、2番目

50

の問い合わせ信号（IQパケット）をブロードキャストする。そして、基地局1は、無線装置21から2番目のFHSパケットを受信し、2番目の受信信号強度 $x_{1(1), 2(21)}$ を検出し、無線装置23から1番目のFHSパケットを受信し、1番目の受信信号強度 $x_{1(1), 1(23)}$ を検出し、無線装置22から2番目のFHSパケットを受信し、2番目の受信信号強度 $x_{1(1), 2(22)}$ を検出する。

【0096】

更に、その後、基地局1は、期間 $2^{(1)}$ のInquiry Lengthにおいて、同様にして、無線装置21～23から受信信号強度 $x_{2(1), 1(21)}, x_{2(1), 1(22)}, x_{2(1), 2(21)}, x_{2(1), 1(23)}, x_{2(1), 2(22)}$ を検出する（図8の(a)参照）。

10

【0097】

また、基地局2も、基地局1と同様にして、期間 $1^{(2)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{1(2), 1(21)}, x_{1(2), 1(22)}, x_{1(2), 2(21)}, x_{1(2), 1(23)}, x_{1(2), 2(22)}$ を検出し、期間 $2^{(2)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{2(2), 1(21)}, x_{2(2), 1(22)}, x_{2(2), 2(21)}, x_{2(2), 1(23)}, x_{2(2), 2(22)}$ を検出する（図8の(b)参照）。

【0098】

そうすると、基地局1のマイクロコンピュータ121は、期間 $1^{(1)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{1(1), 1(21)}, x_{1(1), 1(22)}, x_{1(1), 2(21)}, x_{1(1), 1(23)}, x_{1(1), 2(22)}$ を期間 $1^{(1)}$ に対応付けて記憶装置122に記憶する。また、基地局1のマイクロコンピュータ121は、期間 $2^{(1)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{1(2), 1(21)}, x_{1(2), 1(22)}, x_{1(2), 2(21)}, x_{1(2), 1(23)}, x_{1(2), 2(22)}$ を期間 $2^{(1)}$ に対応付けて記憶装置122に記憶する。

20

【0099】

更に、基地局2のマイクロコンピュータ121は、期間 $1^{(2)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{1(2), 1(21)}, x_{1(2), 1(22)}, x_{1(2), 2(21)}, x_{1(2), 1(23)}, x_{1(2), 2(22)}$ を期間 $1^{(2)}$ に対応付けて記憶装置122に記憶する。更に、基地局2のマイクロコンピュータ121は、期間 $2^{(2)}$ のInquiry Lengthにおいて、受信信号強度 $x_{2(2), 1(21)}, x_{2(2), 1(22)}, x_{2(2), 2(21)}, x_{2(2), 1(23)}, x_{2(2), 2(22)}$ を期間 $2^{(2)}$ に対応付けて記憶装置122に記憶する。

30

【0100】

なお、基地局1における期間 $1^{(1)}, 2^{(1)}, \dots$ は、基地局1における期間 $1^{(2)}, 2^{(2)}, \dots$ と非同期である。

【0101】

図9は、各基地局1～16と各無線装置21～30との距離を識別する方法を説明するための図である。

40

【0102】

基地局1のマイクロコンピュータ121は、期間 $1^{(1)}$ のInquiry Lengthの後の期間において、無線装置21との間の距離を識別する場合、1m：距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2)$ 、3m：距離識別関数 $P_2(x|\mu, \sigma^2)$ 、6m： $P_3(x|\mu, \sigma^2)$ および $1^{(1)}: x_{1(1), 1(21)}, x_{1(1), 2(21)}$ を記憶装置122から読み出す。

【0103】

基地局mが1つの期間 $t^{(m)}$ において無線装置sから受信したFHSパケットに基づいて検出した $Q^{(s)}$ 個の受信信号強度 $x_{t^{(m)}, 1(s)}, x_{t^{(m)}, 2(s)}, \dots$

50

・ ・ ・ , $x_{t(m)}$, $Q(s)$, の平均値 $^{(s)}x_{t(m)}$ は、次式によって表される。
 【 0 1 0 4 】
 【 数 4 】

$$^{(s)}x_{t(m)} = \frac{1}{Q^{(s)}} \sum_{q=1}^{Q^{(s)}} x_{t(m),q} \quad \cdots (4)$$

【 0 1 0 5 】

10

基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、受信信号強度 $x_{1(1)}$, $1(21)$, $x_{1(1)}$, $2(21)$ を読み出すと、受信信号強度 $x_{1(1)}$, $1(21)$, $x_{1(1)}$, $2(21)$ の平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ を式 (4) によって演算する。

【 0 1 0 6 】

そうすると、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ を距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2) \sim P_3(x|\mu, \sigma^2)$ の確率変数として用いる。そして、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2)$ (= G D 1) を参照して、平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ に対応する確率値 $P_1__(21)$ を算出する。より具体的には、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ を式 (1) の x に代入して確率値 $P_1__(21)$ を算出する。

20

【 0 1 0 7 】

また、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離識別関数 $P_2(x|\mu, \sigma^2)$ (= G D 2) を参照して、同じ方法によって、平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ に対応する確率値 $P_2__(21)$ を算出する。

【 0 1 0 8 】

更に、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離識別関数 $P_3(x|\mu, \sigma^2)$ (= G D 3) を参照して、同じ方法によって、平均値 $^{(21)}x_{1(1)}$ に対応する確率値 $P_3__(21) = 0$ を算出する。

【 0 1 0 9 】

そして、確率値 $P_1__(21)$ は、確率値 $P_2__(21)$, $P_3__(21)$ よりも大きいので、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、確率値 $P_1__(21) \sim P_3__(21)$ のうち、最大の確率値 $P_1__(21)$ を検出する。

30

【 0 1 1 0 】

そうすると、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、最大の確率値 $P_1__(21)$ が得られた距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2)$ に対応する距離 (= 1 m) を基地局 1 と無線装置 2 1 との間の距離として識別する。そして、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、1 m の距離を基地局 1 と無線装置 2 1 との間の識別距離として検出する。

【 0 1 1 1 】

なお、確率値 $P_1__(21) \sim P_3__(21)$ の各々は、受信信号強度 $^{(21)}x_{1(1)}$ の分布の度合いを表すので、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 が上述した方法によって識別距離を検出することは、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 が複数の距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2) \sim P_3(x|\mu, \sigma^2)$ を参照して、検出された受信信号強度 $^{(21)}x_{1(1)}$ に対応する受信信号強度の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第 1 の最大分布度合い (= $P_1__(21)$) を検出し、その検出した第 1 の最大分布度合い (= $P_1__(21)$) が得られた距離識別関数 $P_1(x|\mu, \sigma^2)$ に対応する距離 (= 1 m) を基地局 1 と無線装置 2 1 との間の識別距離として検出することに相当する。

40

【 0 1 1 2 】

基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、期間 $1^{(1)}$ の Inquiry Length の後の期間において、 $1^{(1)}$: 受信信号強度 $x_{1(1)}$, $1(22)$, $x_{1(1)}$

50

, 2 (2 2) , X 1 (1) , 1 (2 3) を記憶手段 1 2 2 から読み出し、その読み出した受信信号強度 $X_{1(1)}, 1(22), X_{1(1)}, 2(22), X_{1(1)}, 1(23)$ に基づいて、上述した方法によって、基地局 1 と無線装置 2 2 , 2 3 との間の識別距離を検出する。

【 0 1 1 3 】

この場合、無線装置 2 3 から受信した F H S パケットの受信信号強度は、1 個の受信信号強度 $X_{1(1)}, 1(23)$ であるので、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、この 1 個の受信信号強度 $X_{1(1)}, 1(23)$ を式 (1) ~ (3) の x に代入して確率値 $P_{1_}(23) \sim P_{3_}(23)$ を演算する。

【 0 1 1 4 】

更に、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、期間 2 (1) の Inquiry Length の後の期間においても、同様にして、基地局 1 と無線装置 2 1 ~ 2 3 との識別距離を検出する。

【 0 1 1 5 】

更に、基地局 2 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、期間 1 (2) , 2 (2) の Inquiry Length の後の期間において、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 と同じ方法によって、基地局 2 と無線装置 2 1 ~ 2 3 との識別距離を検出する。

【 0 1 1 6 】

更に、基地局 3 , 4 の各々において、マイクロコンピュータ 1 2 1 は、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 と同じ方法によって、基地局 3 , 4 と無線装置 2 1 ~ 2 3 との識別距離を定期的に検出する。

【 0 1 1 7 】

更に、基地局 5 ~ 8 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 と同じ方法によって、基地局 5 ~ 8 と無線装置 2 4 ~ 2 6 との識別距離を定期的に検出する。

【 0 1 1 8 】

更に、基地局 9 ~ 1 2 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 と同じ方法によって、基地局 9 ~ 1 2 と無線装置 2 7 , 2 8 との識別距離を定期的に検出する。

【 0 1 1 9 】

更に、基地局 1 3 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 と同じ方法によって、基地局 1 3 ~ 1 6 と無線装置 2 9 , 3 0 との識別距離を定期的に検出する。

【 0 1 2 0 】

即ち、基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、次式によって識別距離 $D(x, \lambda)$ を演算する。

【 0 1 2 1 】

【数 5】

$$D(x, \lambda) = \arg \max_{i=1}^N P(x | \mu_i, \sigma_i^2) \quad \cdots (5)$$

【 0 1 2 2 】

このように、この発明の実施の形態においては、各基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、マルチパス環境において予め実測された F H S パケットの受信信号強度 R S S I の各距離における分布をガウス分布として検出し、その検出したガウス分布からなる距離識別関数を参照して、距離の識別時に検出した受信信号強度に対応する基地局と無線装置との間の距離の確からしさ (= 確率) を求め、最大の確からしさ (= 確率) が得られる距離識別関数に対応する距離を基地局と無線装置との間の識別距離として検出する。

【 0 1 2 3 】

その結果、識別距離の識別時に検出された受信信号強度と、予め実測された受信信号強度の分布の度合いが最大になる受信信号強度とのずれの程度が大きくなるに従って、ガウス分布（＝距離識別関数）に対応する距離に対する確からしさは、小さくなる。一方、識別距離の識別時に検出された受信信号強度と、予め実測された受信信号強度の分布の度合いが最大になる受信信号強度とのずれの程度が小さくなるに従って、ガウス分布（＝距離識別関数）に対応する距離に対する確からしさは、大きくなる。

【 0 1 2 4 】

従って、マルチパス環境下において検出された受信信号強度RSSIを用いて各基地局1～16と各無線装置21～30との間の距離を検出しても、受信信号強度の揺らぎによる影響を除去して基地局と無線装置との間の距離を正確に検出できる。

10

【 0 1 2 5 】

各基地局1～16のマイクロコンピュータ121は、無線装置21～30との間の識別距離を検出すると、次の方法によって、基地局1～16を識別する基地局識別関数を演算する。

【 0 1 2 6 】

図10は、基地局識別関数を求めるときの重みの例を示す図である。また、図11は、基地局識別関数の概念図である。

【 0 1 2 7 】

図10を参照して、重み w_i は、例えば、ガウス分布GD3からガウス分布GD1に向かうに従って直線的に大きくなるように決定される。即ち、重み w_i は、基地局と無線装置との間の距離が6m、3mおよび1mと近づくに従って直線的に大きくなる。

20

【 0 1 2 8 】

重み w_i が図10に示すように決定されるのは、次の理由による。マルチパスの激しい環境下では、特に、近距離においても、受信信号強度RSSIは、複数回の反射で小さくなる。その場合、受信信号強度RSSIの小さい領域における重みを小さくすることによって、マルチパス成分によって生じる距離の識別の誤差を小さくできるからである。

【 0 1 2 9 】

そして、基地局識別関数 $P(x|\lambda)$ は、次式によって演算される。

【 0 1 3 0 】

30

【 数 6 】

$$P(x|\lambda) = \sum_{i=1}^N w_i \times P(x|\mu_i, \sigma_i^2) \quad \cdots (6)$$

【 0 1 3 1 】

なお、式(6)において、 λ は、予め異なる距離毎に推定しておいた受信信号強度RSSIのガウス分布のパラメータ（平均 μ_i および分散 σ_i^2 ）と重み w_i の集合 $\{\mu_i, \sigma_i^2, w_i\}$ である。 $i = 1 \sim N$ であり、 N は、距離識別関数の個数である。

40

【 0 1 3 2 】

図10に示す重み w_i を用いて基地局識別関数 $P(x|\lambda)$ を演算すると、図11に示すようになる。

【 0 1 3 3 】

各基地局1～16のマイクロコンピュータ121は、記憶装置122から読み出した距離識別関数 $P1(x|\mu, \sigma^2) \sim P3(x|\mu, \sigma^2)$ を式(6)に代入して期間 $t^{(m)}$ において無線装置 s に対する基地局識別関数 $P((^{(s)})x_{t^{(m)}}|\lambda)$ を演算する。

【 0 1 3 4 】

その後、各基地局1～16のマイクロコンピュータ121は、期間 $t^{(m)} - 1 \sim$ 期間

50

$t^{(m)} - H + 1$ (H は正の整数)において演算した基地局識別関数 $P^{(s)}(x_{t^{(m)} - H + 1} | \lambda) \sim P^{(s)}(x_{t^{(m)} - H + 1} | \lambda)$ を記憶装置 122 から読み出し、基地局識別関数 $P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) \sim P^{(s)}(x_{t^{(m)} - H + 1} | \lambda)$ を次式に代入して基地局識別関数 $P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ を演算する。

【0135】

【数7】

$$\bar{P}^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) = \sum_{h=1}^H P^{(s)}(x_{t^{(m)}-h+1} | \lambda) \cdots (7)$$

10

【0136】

なお、式(7)における H は、無線装置 21 ~ 30 の各部屋 $R_1 \sim R_4$ における滞在を確認したい時間間隔を考慮して決定される。そして、 H は、例えば、無線装置 21 ~ 30 の各部屋 $R_1 \sim R_4$ における滞在を確認したい時間間隔を 30 s とした場合、 $30000 \div 5120 = 6$ に設定される。

【0137】

基地局 1 ~ 16 のマイクロコンピュータ 121 は、識別距離 $D^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ を検出し、基地局識別関数 $P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ を演算すると、期間 $t^{(m)}$ 、無線装置 s のアドレス Add_s 、受信信号強度 $(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ 、識別距離 $D^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ および基地局識別関数 $P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda)$ からなるデータと、基地局 m のアドレス Add_m とを含むパケット $PKT = [Add_m | t^{(m)} | Add_s | (x_{t^{(m)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) | m]$ を生成する。そして、基地局 1 ~ 16 のマイクロコンピュータ 121 は、パケット $PKT = [Add_m | t^{(m)} | Add_s | (x_{t^{(m)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(m)}} | \lambda) | m]$ を有線ケーブル(図示せず)を介してサーバ 40 へ送信する。

20

【0138】

図12は、受信バッファの構成図である。図12を参照して、受信バッファ RB_F は、記憶装置 42 に設けられ、受信バッファ $RB_F 1 \sim RB_F 4$ からなる。受信バッファ $RB_F 1$ は、部屋 R_1 に属する基地局 1 ~ 4 の受信バッファであり、受信バッファ $RB_F 2$ は、部屋 R_2 に属する基地局 5 ~ 8 の受信バッファであり、受信バッファ $RB_F 3$ は、部屋 R_3 に属する基地局 9 ~ 12 の受信バッファであり、受信バッファ $RB_F 4$ は、部屋 R_4 に属する基地局 13 ~ 16 の受信バッファである。

30

【0139】

受信バッファ $RB_F 1$ は、基地局 1 ~ 4 から受信したデータを記憶し、受信バッファ $RB_F 2$ は、基地局 5 ~ 8 から受信したデータを記憶し、受信バッファ $RB_F 3$ は、基地局 9 ~ 12 から受信したデータを記憶し、受信バッファ $RB_F 4$ は、基地局 13 ~ 16 から受信したデータを記憶する。

【0140】

図13は、図12に示す受信バッファにおけるデータの記憶形態を示す図である。図13を参照して、受信バッファ $RB_F 1$ は、データ $(= t^{(1)} | Add_s | (x_{t^{(1)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(1)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(1)}} | \lambda) | 1)$ を基地局 1 のアドレス Add_1 に対応付けて記憶し、データ $(= t^{(2)} | Add_s | (x_{t^{(2)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(2)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(2)}} | \lambda) | 2)$ を基地局 2 のアドレス Add_2 に対応付けて記憶し、データ $(= t^{(3)} | Add_s | (x_{t^{(3)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(3)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(3)}} | \lambda) | 3)$ を基地局 3 のアドレス Add_3 に対応付けて記憶し、データ $(= t^{(4)} | Add_s | (x_{t^{(4)}} | \lambda) | D^{(s)}(x_{t^{(4)}} | \lambda) | P^{(s)}(x_{t^{(4)}} | \lambda) | 4)$ を基地局 4 のアドレス Add_4 に対応付けて記憶する。

40

50

【 0 1 4 1 】

受信バッファ R B F 2 は、基地局 5 ~ 8 から送信されたデータを受信バッファ R B F 1 と同じ形態で記憶する。また、受信バッファ R B F 3 は、基地局 9 ~ 1 2 から送信されたデータを受信バッファ R B F 1 と同じ形態で記憶する。更に、受信バッファ R B F 4 は、基地局 1 3 ~ 1 6 から送信されたデータを受信バッファ R B F 1 と同じ形態で記憶する。

【 0 1 4 2 】

サーバ 4 0 の受信ユニット 4 1 は、パケット P K T = [A d d 1 | t ^(1) | A d d s | ^(s) x _{t (1)} | D (^(s) x _{t (1)} , λ) | / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1] を基地局 1 から受信し、その受信したパケット P K T = [A d d 1 | t ^(1) | A d d s | ^(s) x _{t (1)} | D (^(s) x _{t (1)} , λ) | / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1] から A d d 1 | t ^(1) | A d d s | ^(s) x _{t (1)} | D (^(s) x _{t (1)} , λ) | / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1 を検出する。そして、サーバ 4 0 の受信ユニット 4 1 は、アドレス A d d 1 に t ^(1) | A d d s | ^(s) x _{t (1)} | D (^(s) x _{t (1)} , λ) | / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1 を対応付けて記憶装置 4 2 の受信バッファ R B F 1 に格納する。

10

【 0 1 4 3 】

サーバ 4 0 の受信ユニット 4 1 は、他の基地局 2 ~ 1 6 からデータを受信し、その受信したデータを受信バッファ R B F 1 ~ R B F 4 のいずれかに格納する。

【 0 1 4 4 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、基地局 1 ~ 1 6 と部屋 R 1 ~ R 4 との対応関係を記憶装置 4 2 から読み出し、基地局 1 ~ 4、基地局 5 ~ 8、基地局 9 ~ 1 2、および基地局 1 3 ~ 1 6 がそれぞれ部屋 R 1 ~ R 4 内に設置されていることを検出する。

20

【 0 1 4 5 】

各無線装置 2 1 ~ 3 0 がどの部屋に滞在しているかを識別する確率を決定する部屋識別関数 P (x | λ , v) は、次式によって決定される。

【 0 1 4 6 】

【 数 8 】

$$P(x|\lambda, v) = \sum_{m=1}^n v_m \times P(x_m|\lambda) \quad \cdots (8)$$

30

【 0 1 4 7 】

なお、式 (8) において、 v _m は、各基地局 m に対する重みであり、 n は、各部屋 R 1 ~ R 4 内に設置された基地局の個数である。

【 0 1 4 8 】

ここで、重み v _m は、次のように設定される。部屋の識別に大きなノイズを与える要因となる基地局に対する重み v _m を下げる。例えば、廊下を介して電波が届く恐れのある廊下近くの基地局の重み、周辺から電波ノイズが発生する付近に設置された基地局の重み、および隣の部屋の影響が無視できない基地局の重みは、小さく設定され、それ以外の基地局の重みを大きく設定される。

40

【 0 1 4 9 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、部屋 R 1 内に設置された基地局 1 ~ 4 の基地局識別関数 / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1 ~ / P (^(s) x _{t (4)} | λ) を部屋 R 1 に所属する基地局 1 ~ 4 の受信バッファ R B F 1 から読み出す。そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、その読み出した基地局識別関数 / P (^(s) x _{t (1)} | λ) 1 ~ / P (^(s) x _{t (4)} | λ) を式 (8) に代入して部屋識別関数 P (x | λ , v) R 1 を演算する。

【 0 1 5 0 】

また、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、部屋 R 2 内に設置された基地局 5 ~ 8 の基地

50

局識別関数 $/ P ((s) x_{t(5)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(8)} | \lambda)$ を部屋 R 2 に所属する基地局 5 ~ 8 の受信バッファ R B F 2 から読み出す。そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、その読み出した基地局識別関数 $/ P ((s) x_{t(5)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(8)} | \lambda)$ を式 (8) に代入して部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 2$ を演算する。

【0151】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋 R 3 内に設置された基地局 9 ~ 12 の基地局識別関数 $/ P ((s) x_{t(9)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(12)} | \lambda)$ を部屋 R 3 に所属する基地局 9 ~ 12 の受信バッファ R B F 3 から読み出す。そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、その読み出した基地局識別関数 $/ P ((s) x_{t(9)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(12)} | \lambda)$ を式 (8) に代入して部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 3$ を演算する。

10

【0152】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋 R 4 内に設置された基地局 13 ~ 16 の基地局識別関数 $/ P ((s) x_{t(13)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(16)} | \lambda)$ を部屋 R 4 に所属する基地局 13 ~ 16 の受信バッファ R B F 4 から読み出す。そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、その読み出した基地局識別関数 $/ P ((s) x_{t(13)} | \lambda) 1 \sim / P ((s) x_{t(16)} | \lambda)$ を式 (8) に代入して部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 4$ を演算する。

【0153】

20

そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋 R 1 内に設置された基地局 1 ~ 4 のアドレス $A d d 1 \sim A d d 4$ に対応付けられたデータ $D A T A _ 1 \sim _ 4$ 中に存在する無線装置 21 ~ 23 のデータ (受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)} \sim (^{21}) x_{t(4)}$, $(^{22}) x_{t(1)} \sim (^{22}) x_{t(4)}$, $(^{23}) x_{t(1)} \sim (^{23}) x_{t(4)}$) を検出する。

【0154】

そうすると、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)} \sim (^{21}) x_{t(4)}$ を部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 1$ に代入して部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 1 _ (21)$ を演算する。

【0155】

30

また、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)} \sim (^{21}) x_{t(4)}$ を部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 2$ に代入して部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 2 _ (21)$ を演算する。

【0156】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)} \sim (^{21}) x_{t(4)}$ を部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 3$ に代入して部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 3 _ (21)$ を演算する。

【0157】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)} \sim (^{21}) x_{t(4)}$ を部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 4$ に代入して部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 4 _ (21)$ を演算する。

40

【0158】

そうすると、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 1 _ (21) \sim P (x | \lambda , v) R 4 _ (21)$ から最大の部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 1 _ (21)$ を検出する。そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、最大の部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 1 _ (21)$ が部屋 R 1 における滞在確率を示す部屋識別関数 $P (x | \lambda , v) R 1$ から得られたので、無線装置 21 が部屋 R 1 に存在することを検出する。

【0159】

なお、サーバ 40 の処理ユニット 43 が複数の部屋識別確率 $P (x | \lambda , v) R 1 _ ($

50

21) ~ $P(x|\lambda, v) R4$ __ (21) から最大の部屋識別確率 $P(x|\lambda, v) R1$ __ (21) を検出することは、サーバ40が基地局1 ~ 16から受信した受信信号強度に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第2の最大分布度合いを検出することに相当する。

【0160】

1つの受信信号強度 $(^s) x_{t(m)}$ を複数の部屋識別関数 $P(x|\lambda, v) R1 \sim P(x|\lambda, v) R4$ に代入して演算した複数の確率は、1つの受信信号強度 $(^s) x_{t(m)}$ に対応する複数の部屋識別関数 $P(x|\lambda, v) R1 \sim P(x|\lambda, v) R4$ における受信信号強度 $(^s) x_{t(m)}$ の複数の分布の度合いであるからである。

【0161】

また、サーバ40の処理ユニット43は、受信信号強度 $(^{22}) x_{t(1)} \sim (^{22}) x_{t(4)}$ および部屋識別関数 $P(x|\lambda, v) R1 \sim P(x|\lambda, v) R4$ に基づいて、上述した方法によって、無線装置22が部屋R1に存在することを検出する。

【0162】

更に、サーバ40の処理ユニット43は、受信信号強度 $(^{23}) x_{t(1)} \sim (^{23}) x_{t(4)}$ および部屋識別関数 $P(x|\lambda, v) R1 \sim P(x|\lambda, v) R4$ に基づいて、上述した方法によって、無線装置23が部屋R1に存在することを検出する。

【0163】

そして、サーバ40の処理ユニット43は、上述した方法によって、基地局5 ~ 8が部屋R2内に存在することを検出し、基地局9 ~ 12が部屋R3内に存在することを検出し、基地局13 ~ 16が部屋R4内に存在することを検出する。

【0164】

サーバ40の処理ユニット43は、基地局1 ~ 4が部屋R1内に存在することを検出すると、部屋R1内に設置された基地局1 ~ 4に対応付けられたデータ $DATA_{1 \sim 4} = [Add1: t^{(1)} | Add s | (^s) x_{t(1)} | D(^s) x_{t(1)}, \lambda) | / P(^s) x_{t(1)} | \lambda) 1, Add2: t^{(2)} | Add s | (^s) x_{t(2)} | D(^s) x_{t(2)}, \lambda) | / P(^s) x_{t(2)} | \lambda) 2, Add3: t^{(3)} | Add s | (^s) x_{t(3)} | D(^s) x_{t(3)}, \lambda) | / P(^s) x_{t(3)} | \lambda) 3, Add4: t^{(4)} | Add s | (^s) x_{t(4)} | D(^s) x_{t(4)}, \lambda) | / P(^s) x_{t(4)} | \lambda) 4]$ を受信バッファRBF1から読み出す。

【0165】

そして、サーバ40の処理ユニット41は、その読み出したデータ $DATA_{1 \sim 4}$ 中に無線装置21 ~ 23のデータ(受信信号強度)が存在するか否かを判定する。

【0166】

無線装置21のデータ(受信信号強度)がデータ $DATA_{1 \sim 4}$ 中に存在する場合、サーバ40の処理ユニット43は、 $Add1: t^{(1)} | Add21 | (^{21}) x_{t(1)} | D(^{21}) x_{t(1)}, \lambda) | / P(^{21}) x_{t(1)} | \lambda) 1, Add2: t^{(2)} | Add21 | (^{21}) x_{t(2)} | D(^{21}) x_{t(2)}, \lambda) | / P(^{21}) x_{t(2)} | \lambda) 2, Add3: t^{(3)} | Add21 | (^{21}) x_{t(3)} | D(^{21}) x_{t(3)}, \lambda) | / P(^{21}) x_{t(3)} | \lambda) 3, Add4: t^{(4)} | Add21 | (^{21}) x_{t(4)} | D(^{21}) x_{t(4)}, \lambda) | / P(^{21}) x_{t(4)} | \lambda) 4$ をデータ $DATA_{1 \sim 4}$ から検出する。

【0167】

そして、サーバ40の処理ユニット43は、基地局1において検出された受信信号強度 $(^{21}) x_{t(1)}$ を基地局識別関数 $/ P(^{21}) x_{t(1)} | \lambda) 1$ の確率変数 $(^s) x_{t(m)}$ に代入して基地局1の基地局識別確率 $/ P1$ __ (21) を演算する。

【0168】

また、サーバ40の処理ユニット43は、基地局2において検出された受信信号強度 $(^{21}) x_{t(2)}$ と、基地局2の基地局識別関数 $/ P(^{21}) x_{t(2)} | \lambda) 2$ とに基づいて、同様に、基地局2の基地局識別確率 $/ P2$ __ (21) を演算する。

【 0 1 6 9 】

更に、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、基地局 3 において検出された受信信号強度 $(^{21}) \times t_{(3)}$ と、基地局 3 の基地局識別関数 $/ P ((^{21}) \times t_{(3)} | \lambda) 3$ とに基づいて、同様に、基地局 3 の基地局識別確率 $/ P 3 _ (2 1)$ を演算する。

【 0 1 7 0 】

更に、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、基地局 4 において検出された受信信号強度 $(^{21}) \times t_{(4)}$ と、基地局 4 の基地局識別関数 $/ P ((^{21}) \times t_{(4)} | \lambda) 4$ とに基づいて、同様に、基地局 4 の基地局識別確率 $/ P 4 _ (2 1)$ を演算する。

【 0 1 7 1 】

そうすると、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、基地局識別確率 $/ P 1 _ (2 1) \sim / P 4 _ (2 1)$ のうち、最大の基地局識別確率を検出する。例えば、基地局識別確率 $P 2 _ (2 1)$ が最大である場合、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、基地局識別確率 $/ P 1 _ (2 1) \sim / P 4 _ (2 1)$ から最大の基地局識別確率 $P 2 _ (2 1)$ を検出する。

10

【 0 1 7 2 】

そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、最大の基地局識別確率 $P 2 _ (2 1)$ が得られた基地局識別関数 $/ P ((^{21}) \times t_{(2)} | \lambda) 2$ を演算した基地局 2 を無線装置 2 1 が最も近い基地局として検出する。

【 0 1 7 3 】

なお、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 が複数の基地局識別確率 $/ P 1 _ (2 1) \sim / P 4 _ (2 1)$ から最大の基地局識別確率 $P 2 _ (2 1)$ を検出することは、1つの無線装置 (例えば、無線装置 2 1) から送信された電波 (= 応答信号) を複数の基地局 1 ~ 4 によって受信したときの複数の受信信号強度 $(^{21}) \times t_{(1)} \sim (^{21}) \times t_{(4)}$ に対応する複数の分布の度合いのうち最大の分布の度合いである第 3 の最大分布度合いを検出することに相当する。

20

【 0 1 7 4 】

複数の受信信号強度 $(^{21}) \times t_{(1)} \sim (^{21}) \times t_{(4)}$ をそれぞれ複数の基地局識別関数 $/ P ((^{21}) \times t_{(1)} | \lambda) 1 \sim / P ((^{21}) \times t_{(4)} | \lambda) 4$ に代入して演算した複数の確率の各々は、1つの受信信号強度 (= 受信信号強度 $(^{21}) \times t_{(1)} \sim (^{21}) \times t_{(4)}$ のいずれか) に対応する 1つの基地局識別関数 (= 基地局識別関数 $/ P ((^{21}) \times t_{(1)} | \lambda) 1 \sim / P ((^{21}) \times t_{(4)} | \lambda) 4$ のいずれか) における 1つの受信信号強度の分布の度合いであるからである。

30

【 0 1 7 5 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、他の無線装置 2 2 , 2 3 についても、上述した方法によって、無線装置 2 2 , 2 3 が最も近い基地局を検出する。

【 0 1 7 6 】

引き続いて、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、部屋 R 2 内に設置された基地局 5 ~ 8 に対応付けられたデータ D A T A _{5 ~ 8} を受信バッファ R B F 2 から読み出し、その読み出したデータ D A T A _{5 ~ 8} 中に無線装置 2 4 ~ 2 6 のデータ (受信信号強度) が存在することを検出する。

【 0 1 7 7 】

そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、無線装置 2 4 のデータ (受信信号強度) を含む A d d 5 : $t_{(5)} | A d d 2 4 | (^{24}) \times t_{(5)} | D ((^{24}) \times t_{(5)}, \lambda) | / P ((^{24}) \times t_{(5)} | \lambda) 5$, A d d 6 : $t_{(6)} | A d d 2 4 | (^{24}) \times t_{(6)} | D ((^{24}) \times t_{(6)}, \lambda) | / P ((^{24}) \times t_{(6)} | \lambda) 6$, A d d 7 : $t_{(7)} | A d d 2 4 | (^{24}) \times t_{(7)} | D ((^{24}) \times t_{(7)}, \lambda) | / P ((^{24}) \times t_{(7)} | \lambda) 7$, A d d 8 : $t_{(8)} | A d d 2 4 | (^{24}) \times t_{(8)} | D ((^{24}) \times t_{(8)}, \lambda) | / P ((^{24}) \times t_{(8)} | \lambda) 8$ をデータ D A T A _{5 ~ 8} 中から検出する。

40

【 0 1 7 8 】

その後、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、上述した方法によって、無線装置 2 4 が最

50

も近い基地局 5 を検出する。

【 0 1 7 9 】

また、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、同様にして、無線装置 2 5 , 2 6 が最も近い基地局 6 , 7 を検出する。

【 0 1 8 0 】

更に、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、同様にして、部屋 R 3 内に配置された基地局 9 ~ 1 2、および部屋 R 4 内に配置された基地局 1 3 ~ 1 6 に対応付けられたデータに基づいて、無線装置 2 7 , 2 8 に最も近い基地局 9 , 1 2 を検出し、無線装置 2 9 , 3 0 に最も近い基地局 1 4 , 1 5 を検出する。

【 0 1 8 1 】

即ち、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、次式によって各無線装置 2 1 ~ 3 0 が最も近い基地局 $B(x, \lambda)$ を検出する。

【 0 1 8 2 】

【数 9】

$$B(x, \lambda) = \arg \max_{m=1}^n P(x_m | \lambda) \quad \cdots (9)$$

【 0 1 8 3 】

なお、式 (9) において、 n は、部屋ごとの基地局の個数である。

【 0 1 8 4 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、上述した方法によって、期間 t において、無線装置 2 1 が部屋 R 1 内に滞在すること、無線装置 2 1 が最も近い基地局が基地局 1 であること、および無線装置 2 1 が基地局 1 から識別距離 $D((x^{(2,1)})_{t(1)}, \lambda)$ の位置に存在することを検出する。

【 0 1 8 5 】

また、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、上述した方法によって、期間 t において、無線装置 2 2 が部屋 R 1 内に滞在すること、無線装置 2 2 が最も近い基地局が基地局 2 であること、および無線装置 2 2 が基地局 2 から識別距離 $D((x^{(2,2)})_{t(2)}, \lambda)$ の位置に存在することを検出する。

【 0 1 8 6 】

更に、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、上述した方法によって、期間 t において、無線装置 2 3 が部屋 R 1 内に滞在すること、無線装置 2 3 が最も近い基地局が基地局 4 であること、および無線装置 2 3 が基地局 4 から識別距離 $D((x^{(2,3)})_{t(4)}, \lambda)$ の位置に存在することを検出する。

【 0 1 8 7 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、同様にして、期間 t における無線装置 2 4 ~ 3 0 の滞在位置を検出する。

【 0 1 8 8 】

そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、期間 t における無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を検出すると、その検出した無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を期間 t に対応付けて表示ユニット 4 4 へ出力する。

【 0 1 8 9 】

そして、サーバ 4 0 の表示ユニット 4 4 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を期間 t に対応付けて表示する。

【 0 1 9 0 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を上述した方法によって定期的に検出し、その検出した無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を各期間に対応付けて表示ユニット 4 4 へ出力し、表示ユニット 4 4 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 の滞在位置を各期

10

20

30

40

50

間に対応付けて表示する。

【0191】

図14は、基地局における動作を説明するためのフローチャートである。なお、図14においては、基地局1を例として基地局の動作を説明する。

【0192】

図14を参照して、一連の動作が開始されると、基地局1のマイクロコンピュータ121は、期間 t を $t = 1$ に設定する(ステップS1)。

【0193】

そして、基地局1のマイクロコンピュータ121は、期間 t において、Inquiryの実行を開始する(ステップS2)。これによって、基地局1は、問い合わせ信号(=IQパケット)をブロードキャストするとともに、応答信号(=FHSパケット)を無線装置 s から受信する。

10

【0194】

その後、基地局1のマイクロコンピュータ121は、無線装置 s からの受信信号強度RSSIを受信したか否かを判定する(ステップS3)。

【0195】

ステップS3において、無線装置 s からの受信信号強度RSSIを受信したと判定されたとき、基地局1のマイクロコンピュータ121は、無線装置 s のアドレスと、受信信号強度RSSIとを対応付けて記憶装置122に記憶する(ステップS4)。

20

【0196】

ステップS3において、無線装置 s からの受信信号強度RSSIを受信しなかったと判定されたとき、またはステップS4の後、基地局1のマイクロコンピュータ121は、Inquiryが終了したか否かを判定する(ステップS5)。より具体的には、基地局1のマイクロコンピュータ121は、Inquiryの開始から2560msが経過したか否かを判定することによって、Inquiryが終了したか否かを判定する。

【0197】

ステップS5において、Inquiryが終了していないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS3へ戻り、上述したステップS3～ステップS5が繰返し実行される。

【0198】

一方、ステップS5において、Inquiryが終了したと判定されたとき、基地局1のマイクロコンピュータ121は、識別距離を検出するとともに、基地局識別関数を演算する(ステップS6)。

30

【0199】

そして、基地局1のマイクロコンピュータ121は、基地局1の電源がオフされたか否かを判定することによって、一連の動作を終了するか否かを判定する(ステップS7)。

【0200】

ステップS7において、一連の動作を終了しないと判定されたとき、基地局1のマイクロコンピュータ121は、 $t = t + 1$ を設定する(ステップS8)。その後、一連の動作は、ステップS2へ戻り、上述したステップS2～ステップS8が繰返し実行される。

【0201】

一方、ステップS7において、一連の動作を終了すると判定されたとき、一連の動作は、終了する。

40

【0202】

図15は、図14に示すステップS6の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。図15を参照して、基地局1のマイクロコンピュータ121は、図14に示すステップS5において、Inquiryが終了したと判定された後、 $s = 21$ を設定する(ステップS61)。

【0203】

そして、基地局1のマイクロコンピュータ121は、無線装置 s のデータ(RSSI)が記憶装置122に存在するか否かを判定する(ステップS62)。

50

【 0 2 0 4 】

ステップ S 6 2 において、無線装置 s のデータ (R S S I) が記憶装置 1 2 2 に存在すると判定されたとき、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、無線装置 s の受信信号強度 $x_{t(m),q}$ を記憶装置 1 2 2 から読み出し、その読み出した受信信号強度 $x_{t(m),q}$ を式 (4) に代入して受信信号強度 R S S I の平均を算出する (ステップ S 6 3)。

【 0 2 0 5 】

そして、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、式 (1) ~ 式 (3) に示す複数の距離識別関数 $P 1 (x | \mu , \sigma^2) \sim P 3 (x | \mu , \sigma^2)$ を記憶装置 1 2 2 から読み出し、その読み出した複数の距離識別関数 $P 1 (x | \mu , \sigma^2) \sim P 3 (x | \mu , \sigma^2)$ にステップ S 6 3 において演算した平均を代入して距離識別確率を演算する。即ち、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離識別確率を距離ごとに演算する (ステップ S 6 4)。

10

【 0 2 0 6 】

その後、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、演算した複数の距離識別確率のうち最大の距離識別確率が得られた距離識別関数に対応する距離を識別距離として検出する (ステップ S 6 5)。

【 0 2 0 7 】

そして、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、複数の距離識別関数 $P 1 (x | \mu , \sigma^2) \sim P 3 (x | \mu , \sigma^2)$ に基づいて、上述した方法によって、基地局識別関数を演算する (ステップ S 6 6)。

20

【 0 2 0 8 】

そうすると、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、期間 t 、無線装置 s のアドレス $A d d s$ 、識別距離および基地局識別関数をサーバ 4 0 へ送信する (ステップ S 6 7)。

【 0 2 0 9 】

ステップ S 6 2 において、無線装置 s のデータ (R S S I) が記憶装置 1 2 2 に存在しないと判定されたとき、またはステップ S 6 7 の後、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、バッファ (記憶装置 1 2 2) が空であるか否か、または無線装置 s の個数が最大数 S であるか否かを判定する (ステップ S 6 8)。

30

【 0 2 1 0 】

ステップ S 6 8 において、バッファ (記憶装置 1 2 2) が空でないと判定されたとき、または無線装置 s の個数が最大数 S でないと判定されたとき、またはバッファ (記憶装置 1 2 2) が空でなく、かつ、無線装置 s の個数が最大数 S でないと判定されたとき、基地局 1 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、 $s = s + 1$ を設定する (ステップ S 6 9)。

【 0 2 1 1 】

その後、一連の動作は、ステップ S 6 2 へ戻り、上述したステップ S 6 2 ~ ステップ S 6 9 が繰返し実行される。

【 0 2 1 2 】

一方、ステップ S 6 8 において、バッファ (記憶装置 1 2 2) が空であると判定されたとき、または無線装置 s の個数が最大数 S であると判定されたとき、一連の動作は、図 1 4 に示すステップ S 7 へ移行する。

40

【 0 2 1 3 】

図 1 6 は、サーバ 4 0 の受信処理を説明するためのフローチャートである。図 1 6 を参照して、一連の動作が開始されると、サーバ 4 0 の受信ユニット 4 1 は、基地局 m からのデータの受信が有るか否かを判定する (ステップ S 1 1)。

【 0 2 1 4 】

ステップ S 1 1 において、基地局 m からのデータの受信が有るか判定されたとき、サーバ 4 0 の受信ユニット 4 1 は、受信データをバッファに格納する (ステップ S 1 2)。

【 0 2 1 5 】

50

なお、受信データは、基地局 m のアドレス $A d d m$ 、期間 $t^{(m)}$ 、無線装置 s のアドレス $A d d s$ 、受信信号強度、識別距離、および基地局識別関数からなる。

【0216】

そして、ステップ $S 1 1$ において、基地局 m からのデータの受信が無いと判定されたとき、またはステップ $S 1 2$ の後、サーバ 40 の受信ユニット 41 は、サーバ 40 の電源がオフであるか否かを判定することによって、一連の動作が終了したか否かを判定する（ステップ $S 1 3$ ）。

【0217】

ステップ $S 1 3$ において、一連の動作が終了していないと判定されたとき、一連の動作は、ステップ $S 1 1$ へ戻り、ステップ $S 1 1 \sim S 1 3$ が繰返し実行される。

10

【0218】

一方、ステップ $S 1 3$ において、一連の動作が終了したと判定されたとき、一連の動作は、終了する。

【0219】

図 17 は、サーバ 40 の位置検出処理を説明するためのフローチャートである。図 17 を参照して、一連の動作が開始されると、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、 $r = 1$ を設定する（ステップ $S 2 1$ ）。なお、 r は、部屋 $R 1 \sim R 4$ のいずれかを表す指数である。

【0220】

そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋 r に所属する基地局 m の受信バッファに無線装置 s のデータが有るか否かを判定する（ステップ $S 2 2$ ）。

20

【0221】

ステップ $S 2 2$ において、部屋 r に所属する基地局 m の受信バッファに無線装置 s のデータが有ると判定されたとき、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、無線装置 s のデータ（＝基地局 m のアドレス $A d d m$ 、期間 $t^{(m)}$ 、無線装置 s のアドレス $A d d s$ 、受信信号強度、識別距離、および基地局識別関数）を記憶装置 42 から読み出す。

【0222】

そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、受信信号強度を基地局識別関数に代入して基地局識別確率を演算し、その演算した基地局識別確率のうちの最大の基地局識別確率が得られる基地局を基地局識別結果として演算する（ステップ $S 2 3$ ）。

【0223】

30

その後、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、上述した方法によって、部屋識別関数を演算する（ステップ $S 2 4$ ）。

【0224】

そうすると、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局識別結果および部屋識別関数を記憶装置 42 に格納する（ステップ $S 2 5$ ）。

【0225】

そして、ステップ $S 2 2$ において、部屋 r に所属する基地局 m の受信バッファに無線装置 s のデータが無いと判定されたとき、またはステップ $S 2 5$ の後、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、部屋数 r が最大数 R であるか否かを判定する（ステップ $S 2 6$ ）。

【0226】

40

ステップ $S 2 6$ において、部屋数 r が最大数 R でないと判定されたとき、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、 $r = r + 1$ を設定する（ステップ $S 2 7$ ）。その後、一連の動作は、ステップ $S 2 2$ へ戻り、ステップ $S 2 2 \sim S 2 7$ が繰返し実行される。

【0227】

そして、ステップ $S 2 6$ において、部屋数 r が最大数 R であると判定されたとき、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、各無線装置 s の位置を検出する（ステップ $S 2 8$ ）。

【0228】

その後、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、サーバ 40 の電源がオフであるか否かを判定することによって、一連の動作が終了したか否かを判定する（ステップ $S 2 9$ ）。

【0229】

50

ステップS 2 9において、一連の動作が終了していないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS 2 1へ戻り、ステップS 2 1～S 2 9が繰返し実行される。

【0 2 3 0】

一方、ステップS 2 9において、一連の動作が終了したと判定されたとき、一連の動作は、終了する。

【0 2 3 1】

図1 8は、図1 7に示すステップS 2 8の詳細な動作を説明するためのフローチャートである。

【0 2 3 2】

図1 8を参照して、図1 7に示すステップS 2 6において、部屋数 r が最大数 R であると判定されると、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、 $s = 1$ を設定し(ステップS 2 8 1)、部屋識別関数のバッファに無線装置 s のデータが有るか否かを判定する(ステップS 2 8 2)。

10

【0 2 3 3】

ステップS 2 8 2において、部屋識別関数のバッファに無線装置 s のデータがあると判定されたとき、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、無線装置 s の受信信号強度および部屋識別関数を記憶装置4 2から読み出す。

【0 2 3 4】

そして、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、無線装置 s の受信信号強度および部屋識別関数に基づいて、部屋識別結果を演算する(ステップS 2 8 3)。つまり、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、無線装置 s が滞在する部屋を検出する。

20

【0 2 3 5】

その後、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、部屋識別結果によって識別された部屋に所属する基地局 m の基地局識別結果を受信バッファから取り出す(ステップS 2 8 4)。

【0 2 3 6】

そして、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、基地局識別結果からその基地局の距離識別結果(=識別距離)を受信バッファから取り出す(ステップS 2 8 5)。

【0 2 3 7】

そうすると、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、部屋識別結果、基地局識別結果および距離識別結果(=識別距離)を表示ユニット4 4へ出力し、表示ユニット4 4は、部屋識別結果、基地局識別結果および距離識別結果(=識別距離)を表示する(ステップS 2 8 6)。

30

【0 2 3 8】

そして、ステップS 2 8 2において、部屋識別関数のバッファに無線装置 s のデータが無いと判定されたとき、またはステップS 2 8 6の後、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、無線装置の個数が最大数 S であるか否かを判定する(ステップS 2 8 7)。

【0 2 3 9】

ステップS 2 8 7において、無線装置の個数が最大数 S でないと判定されたとき、サーバ4 0の処理ユニット4 3は、 $s = s + 1$ を設定する(ステップS 2 8 8)。

【0 2 4 0】

40

その後、一連の動作は、ステップS 2 8 2へ戻り、ステップS 2 8 2～ステップS 2 8 8が繰返し実行される。

【0 2 4 1】

一方、ステップS 2 8 7において、無線装置の個数が最大数 S であると判定されたとき、一連の動作は、図1 7のステップS 2 9へ移行する。

【0 2 4 2】

このように、この発明の実施の形態によれば、サーバ4 0は、各無線装置2 1～3 0が滞在する部屋を検出し、その後、各無線装置2 1～3 0が最も近い基地局を検出し、更に、その後、各無線装置2 1～3 0と最も近い基地局との距離を検出することを特徴とする(図1 8のステップS 2 8 3～S 2 8 5参照)。

50

【 0 2 4 3 】

なお、この発明の実施の形態においては、上述した図 1 7 に示すステップ S 2 3 を図 1 8 に示すステップ S 2 8 4 へ移動させ、部屋識別結果を演算した後に、ステップ S 2 8 4 において、部屋識別結果によって識別された部屋に所属する基地局の基地局識別結果を演算するようにしてもよい。

【 0 2 4 4 】

この場合、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、図 1 7 に示すステップ S 2 5 において、部屋識別関数のみをバッファを格納する。

【 0 2 4 5 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、上述した方法によって、無線装置 2 1 ~ 3 0 の位置を定期的に検出する。そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、その検出した無線装置 2 1 ~ 3 0 の位置を無線装置 2 1 ~ 3 0 の履歴情報として記憶装置 4 2 に格納する。

【 0 2 4 6 】

サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、無線装置 2 1 ~ 3 0 のアドレス A d d 2 1 ~ A d d 3 0 と、病院に勤務する医師、看護師および技師の名前との対応関係を記憶装置 4 2 から読み出すとともに、無線装置 2 1 ~ 3 0 の履歴情報を記憶装置 4 2 から読み出す。

【 0 2 4 7 】

そして、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、その読み出した対応関係および履歴情報に基づいて、医師、看護師および技師の各々の行動履歴を検出する。例えば、サーバ 4 0 の処理ユニット 4 3 は、無線装置 2 1 が部屋 R 1 の基地局 1 の近くに一定期間滞在した場合、無線装置 2 1 を装着した看護師が基地局 1 の近くのベッド B D 1 の患者を看護したことを検出する。

【 0 2 4 8 】

上記においては、基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離識別確率を演算し、その演算した距離識別確率に基づいて、基地局 1 ~ 1 6 と無線装置 2 1 ~ 3 0 との距離を識別すると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、距離信頼度 $P(d|x)$ を演算し、その演算した距離信頼度 $P(d|x)$ に基づいて、基地局 1 ~ 1 6 と無線装置 2 1 ~ 3 0 との距離を識別してもよい。

【 0 2 4 9 】

この場合、基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、次式によって距離信頼度 $P(d|x)$ を演算する。

【 0 2 5 0 】

【 数 1 0 】

$$P(d|x) = \frac{P(x|\mu_d, \sigma_d^2)}{\sum_{i=1}^N P(x|\mu_i, \sigma_i^2)} \quad \dots (10)$$

【 0 2 5 1 】

なお、式 (1 0) において、 d は、 $d = 1 \text{ m}, 3 \text{ m}, 6 \text{ m} \dots$ 等の距離である。

【 0 2 5 2 】

基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、識別距離を検出すると、その識別距離が得られたときの最大の距離識別確率 $P(x|\mu_d, \sigma_d^2)$ と、全ての距離識別関数を用いて演算された全ての距離識別確率 $P(x|\mu_i, \sigma_i^2)$ とを式 (1 0) に代入して距離信頼度 $P(d|x)$ を演算する。

【 0 2 5 3 】

距離信頼度 $P(d|x)$ が用いられる場合、基地局 1 ~ 1 6 のマイクロコンピュータ 1 2 1 は、図 1 5 に示すステップ S 6 4 において、距離信頼度 $P(d|x)$ を各距離ごとに

演算し、ステップ S 6 5 において、その演算した距離信頼度 $P(d|x)$ に基づいて識別距離を検出する。

【0254】

そして、基地局 1 ~ 16 のマイクロコンピュータ 121 は、その演算した距離信頼度 $P(d|x)$ をステップ S 6 7 において、サーバ 40 へ送信する。

【0255】

従って、サーバ 40 は、基地局 1 ~ 16 から受信した距離信頼度 $P(d|x)$ を受信バッファ RBF1 ~ RBF4 によって記憶する。そして、サーバ 40 は、図 18 に示すステップ S 286 において、距離信頼度 $P(d|x)$ を表示する。

【0256】

また、この発明の実施の形態においては、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局識別確率に加えて基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算し、その演算した基地局信頼度 $P(b|x)$ を用いて、各無線装置 21 ~ 30 が最も近い基地局を識別してもよい。

【0257】

この場合、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、次式によって基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算する。

【0258】

【数 11】

$$P(b|x) = \frac{P(x_b|\lambda)}{\sum_{m=1}^n P(x_m|\lambda)} \quad \dots (11)$$

【0259】

なお、式 (11) において、 b は、基地局 1 ~ 16 を表す。

【0260】

サーバ 40 の処理ユニット 43 は、1つの無線装置から送信された応答信号 (= FHS パケット) を受信した全ての基地局における全ての基地局識別確率 $P(x_m|\lambda)$ と、全ての基地局識別確率 $P(x_m|\lambda)$ から検出された最大の基地局識別確率 $P(x_b|\lambda)$ とを式 (11) に代入して、1つの無線装置が最も近い基地局に対する信頼度である基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算する。

【0261】

そして、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、各部屋 (部屋 R1 ~ R4 のいずれか) に滞在する全ての無線装置に対して基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算する。

【0262】

基地局信頼度 $P(b|x)$ が用いられる場合、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、図 17 に示すステップ S 22 とステップ S 23 との間で基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算し、ステップ S 23 において、基地局識別関数から演算した基地局識別確率に加えて基地局信頼度 $P(b|x)$ を用いて基地局識別結果を演算する。

【0263】

この場合、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局識別確率が最大であり、かつ、基地局信頼度が最大である基地局を基地局識別結果として演算する。

【0264】

また、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、ステップ S 25 において、その演算した基地局信頼度 $P(b|x)$ を記憶装置 42 に格納する。

【0265】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、図 18 に示すステップ S 286 において、基地局信頼度 $P(b|x)$ を表示ユニット 44 によって表示する。

【0266】

10

20

30

40

50

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ４０の処理ユニット４３は、基地局識別確率に代えて基地局信頼度 $P(b|x)$ を演算し、その演算した基地局信頼度 $P(b|x)$ を用いて、各無線装置２１～３０が最も近い基地局を識別してもよい。

【０２６７】

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ４０の処理ユニット４３は、部屋識別確率に加えて部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算し、その演算した部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を用いて、各無線装置２１～３０が滞在する部屋を識別してもよい。

【０２６８】

この場合、サーバ４０の処理ユニット４３は、次式によって部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算する。

【０２６９】

【数１２】

$$P(r|\Lambda) = \frac{P(x_r|\lambda, v_r)}{\sum_{k=1}^R P(x_k|\lambda, v_k)} \quad \dots (12)$$

【０２７０】

なお、式（１２）において、 r は、部屋 $R_1 \sim R_4$ を表す。

【０２７１】

サーバ４０の処理ユニット４３は、部屋 $R_1 \sim R_4$ の全てにおける全ての部屋識別確率 $P(x_k|\lambda, v_k)$ と、全ての部屋識別確率 $P(x_k|\lambda, v_k)$ から検出された最大の部屋識別確率 $P(x_r|\lambda, v_r)$ とを式（１２）に代入して、１つの無線装置が滞在する部屋に対する信頼度である部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算する。

【０２７２】

そして、サーバ４０の処理ユニット４３は、各部屋（部屋 $R_1 \sim R_4$ のいずれか）に滞在する全ての無線装置に対して部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算する。

【０２７３】

部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ が用いられる場合、サーバ４０の処理ユニット４３は、図１８に示すステップＳ２８３において、部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算し、その演算した部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ と、部屋識別関数から演算した部屋識別確率とを用いて部屋識別結果を演算する。

【０２７４】

この場合、サーバ４０の処理ユニット４３は、部屋識別確率が最大であり、かつ、部屋信頼度が最大である部屋を部屋識別結果として演算する。

【０２７５】

また、サーバ４０の処理ユニット４３は、図１８に示すステップＳ２８６において、部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を表示ユニット４４によって表示する。

【０２７６】

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ４０の処理ユニット４３は、部屋識別確率に代えて部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を演算し、その演算した部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を用いて、各無線装置２１～３０が滞在する部屋を識別してもよい。

【０２７７】

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ４０の処理ユニット４３は、基地局信頼度 $P(b|x)$ および部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ を用いて次の方法によって各無線装置２１～３０の位置を表示してもよい。

【０２７８】

サーバ４０の処理ユニット４３は、基地局信頼度 $P(b|x)$ が大きい程、大きさが大きくなる図形（三角形、四角形および五角形等の多角形および円）を用いて、基地局信頼

10

20

30

40

50

度 $P(b|x)$ を各無線装置 21 ~ 30 の位置とともに表示ユニット 44 によって表示する。

【0279】

また、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局信頼度 $P(b|x)$ がしきい値 t_{h1} 以上であるとき、看護師に装着された無線装置が最も近い基地局に対応するベッドの患者を看護記録の対象として決定する。

【0280】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局信頼度 $P(b|x)$ がしきい値 t_{h1} よりも低いとき、看護師に装着された無線装置が最も近い基地局を設置した部屋の全ての患者から看護記録の対象とする患者を選択する。

10

【0281】

更に、サーバ 40 の処理ユニット 43 は、基地局信頼度 $P(b|x)$ がしきい値 t_{h1} よりも低く、かつ、部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ がしきい値 t_{h2} よりも低いとき、看護師に装着された無線装置が最も近い基地局を設置した部屋と、その部屋に隣接する部屋との両方の部屋の全患者から看護記録の対象とする患者を選択する。

【0282】

更に、通信システム 100 を博物館の自動展示説明に応用する場合、基地局信頼度 $P(b|x)$ がしきい値 t_{h1} 以上であるとき、対象展示物の展示説明のみを再生し、基地局信頼度 $P(b|x)$ がしきい値 t_{h1} よりも低いとき、対象展示物および対象展示物の近辺の展示物の展示説明を再生するようにする。この場合、更に、部屋信頼度 $P(r|\Lambda)$ としきい値 t_{h2} との比較を行ない、その比較結果に応じて、再生する展示説明を切替えるようにしてもよい。

20

【0283】

上述した図 10 に示す重み w_i は、一般的には、基地局の近距離にいることの判断に重きを置くアプリケーションに利用される。そして、このアプリケーションとしては、上述した医療機関における看護師等の位置の検出以外に、博物館等で PDA (Personal Digital Assistant) 等を用いて自動展示説明を提供するときの見学者の位置の検出が想定される。

【0284】

図 19 は、基地局識別関数を求めるときの重みの他の例を示す図である。図 19 を参照して、重み w_i は、ガウス分布 $GD1$ からガウス分布 $GD3$ に向かうに従って直線的に大きくなるように決定される。即ち、重み w_i は、基地局と無線装置との間の距離が 1 m、3 m および 6 m と遠ざかるに従って直線的に大きくなる。

30

【0285】

図 19 に示す重み w_i が用いられる応用としては、工場でのロボットの動作範囲の規制において、対象 (人間) がある進入禁止区域 (ロボットの動作範囲) に入る場合に、その進入を精度良く識別する場合が想定される。

【0286】

図 20 は、基地局識別関数を求めるときの重みの更に他の例を示す図である。図 20 を参照して、重み w_i は、ガウス分布 $GD2$ において小さくなり、ガウス分布 $GD2$ からガウス分布 $GD1$ に向かうに従って、またはガウス分布 $GD2$ からガウス分布 $GD3$ に向かうに従って、直線的に大きくなるように決定される。即ち、重み w_i は、基地局と無線装置との間の距離が中程度である場合、小さくなり、近距離または遠方で直線的に大きくなる。

40

【0287】

図 20 に示す重み w_i は、対象の無線装置が基地局から一定の距離に存在することの検出を重視する場合に用いられる。より具体的には、図 20 に示す重み w_i は、イベントおよび展示において、展示物の極近には来場者を寄せたくないが、ある一定範囲に来場者を確保したいときに、その近接状態を観測してゲストの誘導を行なう場合に用いられる。

【0288】

50

なお、上記においては、基地局 1 ~ 16 が問い合わせ信号をブロードキャストするとともに、応答信号を受信し、無線装置 21 ~ 30 が応答信号を送信すると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、無線装置 21 ~ 30 が問い合わせ信号をブロードキャストするとともに、応答信号を受信し、基地局 1 ~ 16 が応答信号を送信するようにしてもよい。

【0289】

この場合、各基地局 1 ~ 16 は、上述した無線装置 21 ~ 30 の動作を行い、各無線装置 21 ~ 30 は、上述した基地局 1 ~ 16 の動作を行なう。そして、各無線装置 21 ~ 30 は、基地局識別関数に代えて無線装置識別関数を演算する。

【0290】

従って、この発明の実施の形態においては、基地局 1 ~ 16 および無線装置 21 ~ 30 のいずれか一方が応答信号（電波）を送信し、基地局 1 ~ 16 および無線装置 21 ~ 30 のいずれか他方が応答信号（電波）を受信して識別距離を検出するとともに、基地局識別関数または無線装置識別関数を演算する。

【0291】

また、上記においては、通信システム 100 は、基地局 1 ~ 16 と、無線装置 21 ~ 30 と、サーバ 40 とを備えると説明したが、この発明の実施の形態においては、これに限らず、この発明の実施の形態による通信システムは、基地局 1 ~ 16 と、無線装置 21 ~ 30 とを備えていればよい。

【0292】

基地局 1 ~ 16 と、無線装置 21 ~ 30 とを備えていれば、各基地局 1 ~ 16 は、マルチパス環境においても、受信信号強度に基づいて基地局 1 ~ 16 と無線装置 21 ~ 30 との間の距離を正確に判定できるからである。

【0293】

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ 40 は、上述した方法によって検出した無線装置 21 ~ 30 の位置を病院内に設置された情報通信システムへ無線通信によって送信してもよい。この情報通信システムは、病院に勤務する看護師、医師および技師の労務を管理する労務管理システム、または医師が各看護師の滞在場所を確認するシステムからなる。そして、この情報通信システムは、サーバ 40 から受信した無線装置 21 ~ 30 の位置を用いて看護師、医師および技師の労務を管理し、またはサーバ 40 から受信した無線装置 21 ~ 30 の位置を用いて看護師の位置を医師が使用する端末装置（パーソナルコンピュータ等）へ送信する。

【0294】

更に、この発明の実施の形態においては、サーバ 40 が識別距離の検出、基地局識別関数の演算、基地局識別確率の演算、部屋識別関数の演算および部屋識別確率の演算を行なうようにしてもよい。

【0295】

更に、この発明の実施形態においては、基地局 1 ~ 16 は、各期間における識別距離、受信信号強度、および基地局識別関数を無線通信によってサーバ 40 へ送信するようにしてもよい。

【0296】

更に、この発明の実施の形態においては、無線装置 21 ~ 30 は、「複数の第 1 の無線装置」を構成し、基地局 1 ~ 16 は、「複数の第 2 の無線装置」を構成し、サーバ 40 は、「通信装置」を構成する。

【0297】

更に、この発明の実施の形態においては、基地局識別関数は、「第 1 の識別関数」を構成し、部屋識別関数は、「第 2 の識別関数」を構成する。

【0298】

更に、この発明の実施の形態においては、上述した方法によって重み w_i を用いてガウス分布 $G D 1 \sim G D 3$ を合成することは、第 1 の規則に従って重み付けしてガウス分布 G

10

20

30

40

50

D 1 ~ G D 3 を合成することに相当する。

【 0 2 9 9 】

更に、この発明の実施の形態においては、上述した方法によって重み v_m を用いて基地局識別関数を合成することは、第 2 の規則に従って重み付けして基地局識別関数を合成することに相当する。

【 0 3 0 0 】

更に、この発明の実施の形態においては、最大の距離識別確率は、「第 1 の最大分布度合い」を構成し、最大の部屋識別確率は、「第 2 の最大分布度合い」を構成し、最大の基地局識別確率は、「第 3 の最大分布度合い」を構成する。

【 0 3 0 1 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【 0 3 0 2 】

この発明は、マルチパス環境においても、受信信号強度に基づいて無線装置間の距離を正確に判定可能な通信システムに適用される。

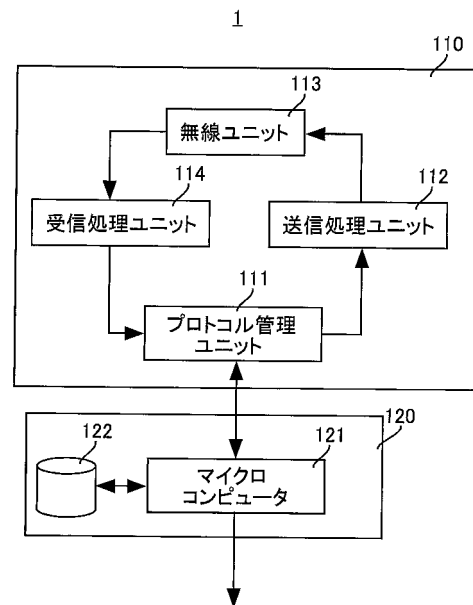
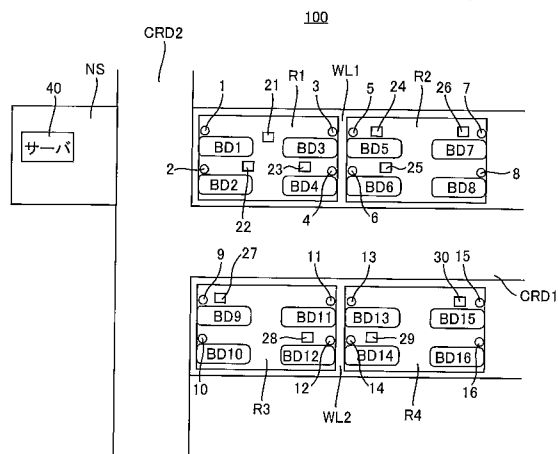
【符号の説明】

【 0 3 0 3 】

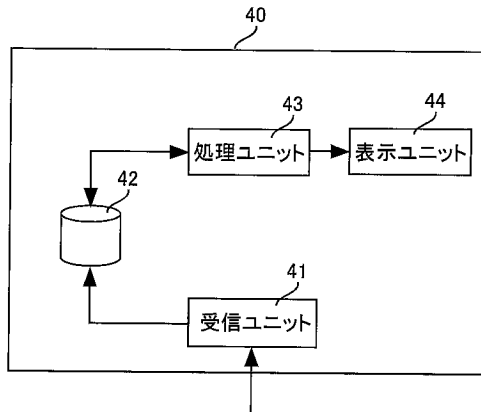
1 ~ 16 基地局、21 ~ 30 無線装置、40 サーバ、41 受信ユニット、42 記憶装置、43 処理ユニット、44 表示ユニット、100 通信システム、110 無線モジュール、111 プロトコル管理ユニット、112 送信処理ユニット、113 無線ユニット、114 受信処理ユニット、120 組込 CPU、121 マイクロコンピュータ。

【図 1】

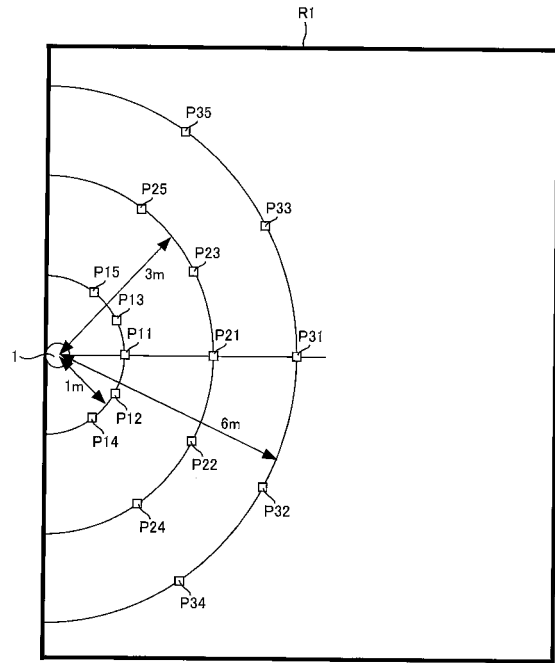
【図 2】



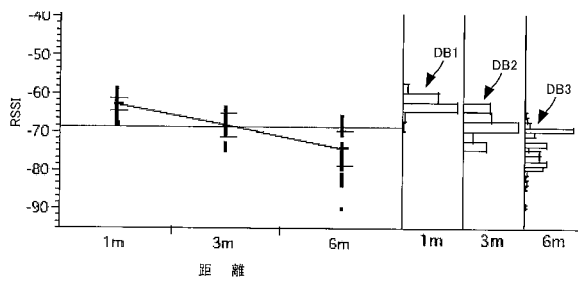
【図 3】



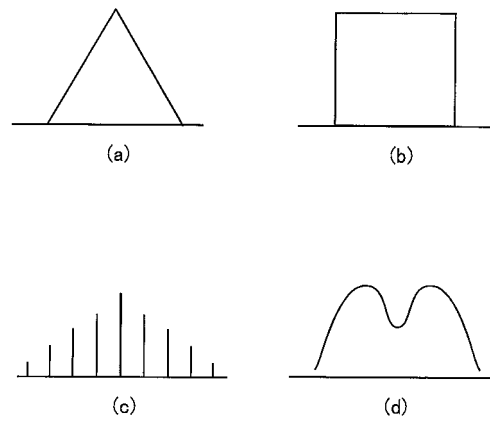
【図 4】



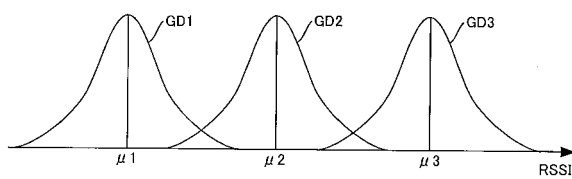
【図 5】



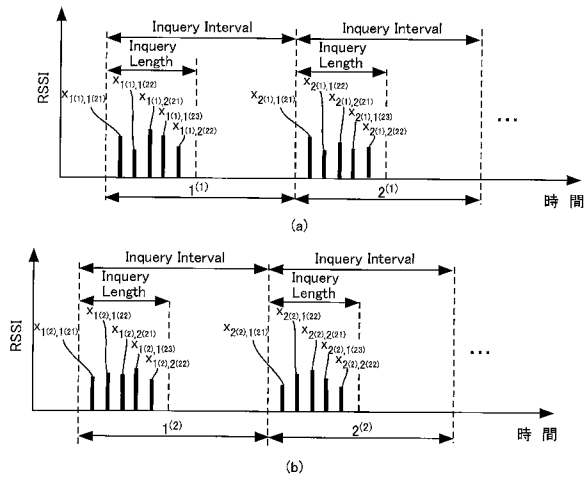
【図 7】



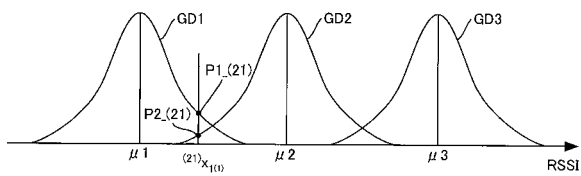
【図 6】



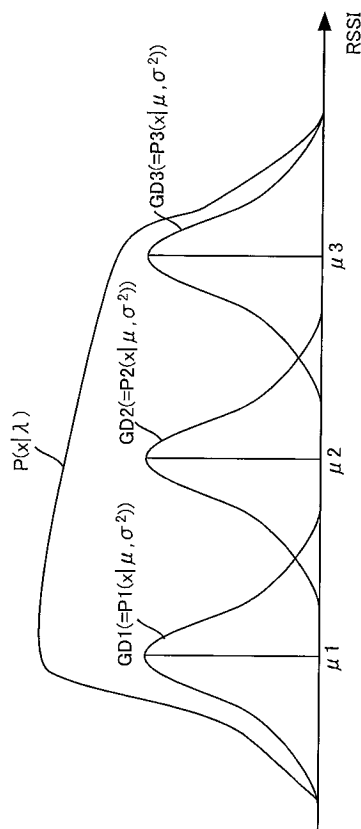
【図 8】



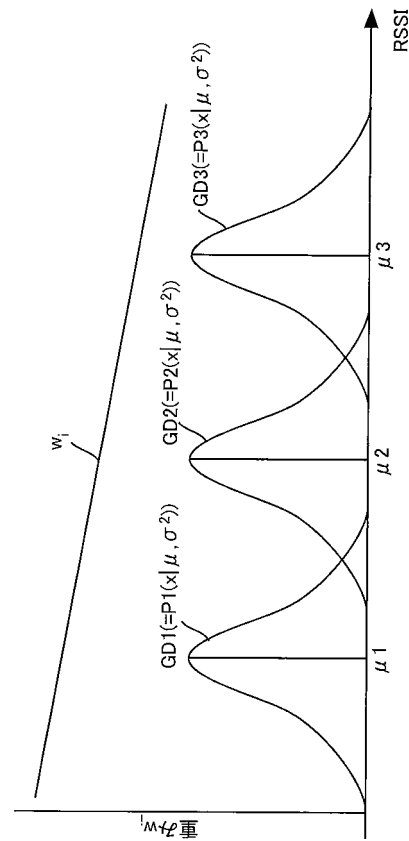
【図 9】



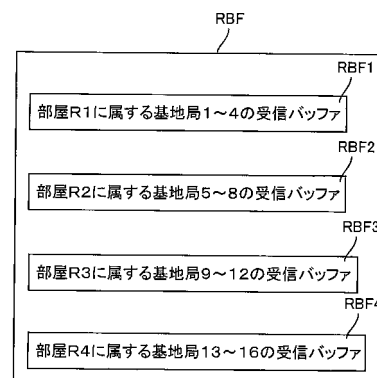
【図 11】



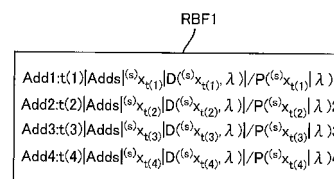
【図 10】



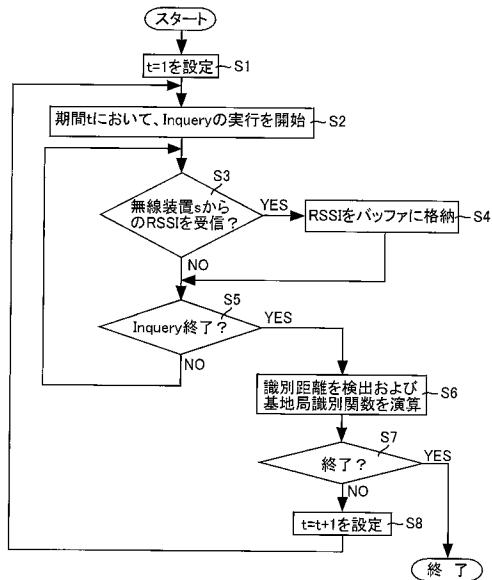
【図 12】



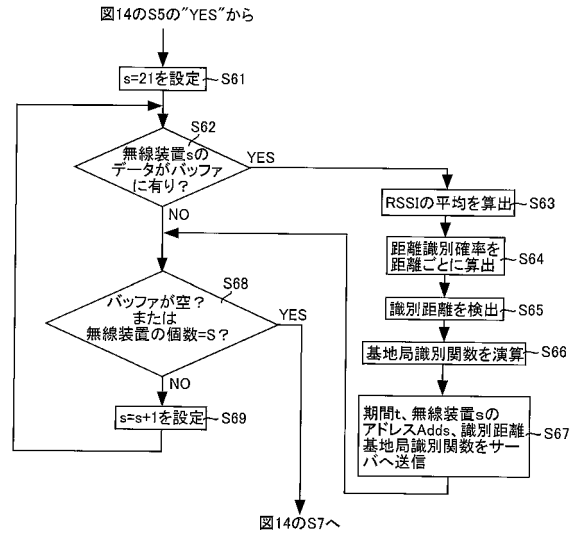
【図 13】



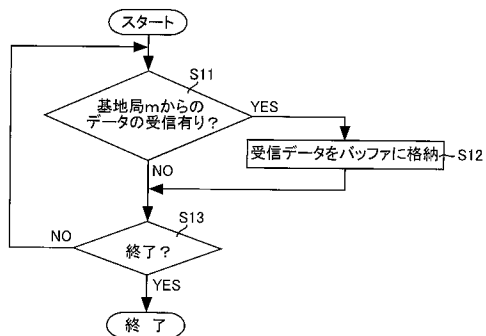
【図14】



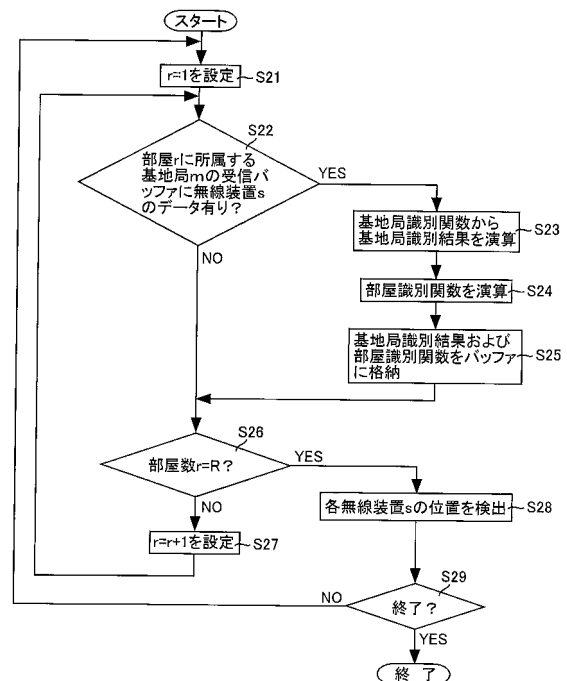
【図15】



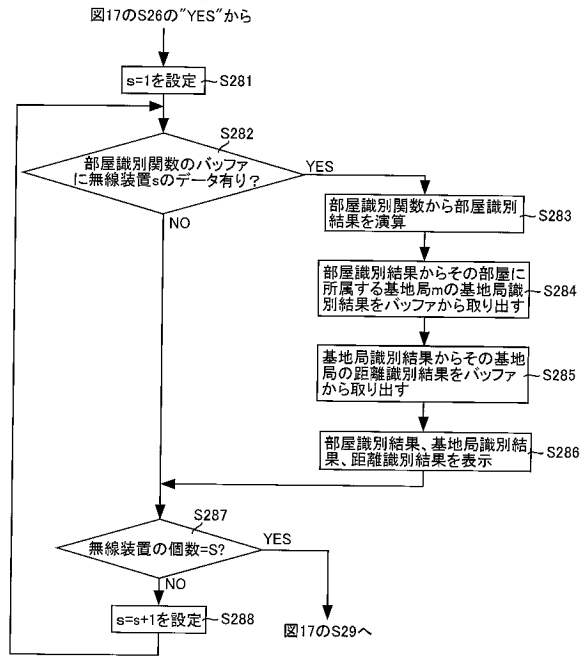
【図16】



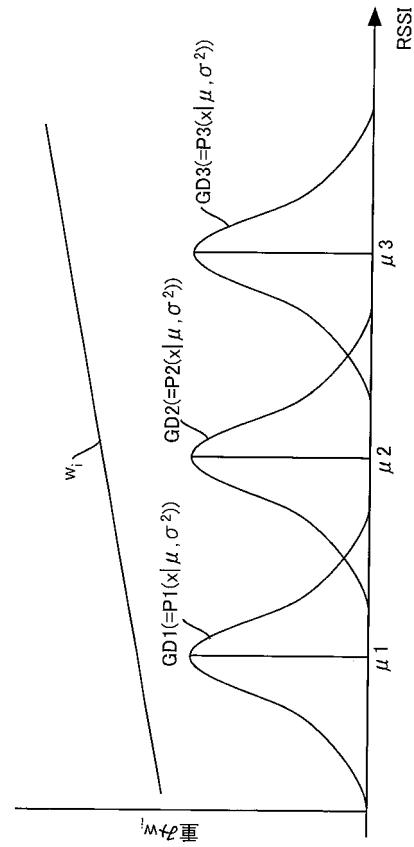
【図17】



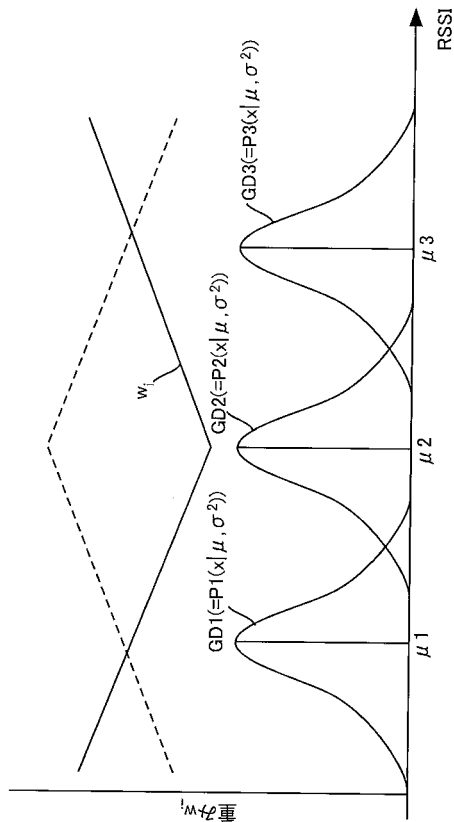
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

- (72)発明者 田川 博章
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 河野 みちよ
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 大西 敏夫
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 石田 昌敏

- (56)参考文献 特開2009-159336(JP,A)
特開2008-122131(JP,A)
特開2009-065394(JP,A)
特開2001-313972(JP,A)
特表2005-532560(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 4/00-99/00
H04J 1/00-15/00
H04L 12/28