

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-32267

(P2009-32267A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G06K 17/00 (2006.01) G06K 17/00 F 5B058

審査請求 有 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-197094 (P2008-197094) (22) 出願日 平成20年7月30日 (2008.7.30) (31) 優先権主張番号 200710135862.5 (32) 優先日 平成19年7月30日 (2007.7.30) (33) 優先権主張国 中国 (CN)</p>	<p>(71) 出願人 505418870 エヌイーシー (チャイナ) カンパニー、 リミテッド NEC (China) Co., Ltd. 中華人民共和国 100007 北京 , ドングチェングディストリクト, ドング シンチャオ エー22, ナシカン グ タワ ー ビー, スイート1222 (74) 代理人 100093595 弁理士 松本 正夫 (72) 発明者 ソン チェン 中華人民共和国 100084 北京 , チンフア サイエンス パーク, イ ノベーション プラザ, ビルディング エー, 14エフ 最終頁に続く</p>
---	--

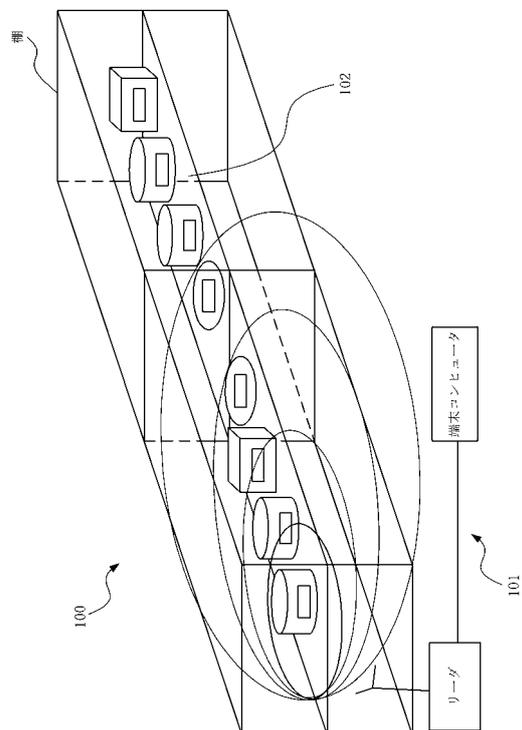
(54) 【発明の名称】 タグ識別システム、タグ読み取り装置、およびタグ位置判定方法

(57) 【要約】

【課題】 タグ識別システム、タグ読取装置、およびタグ位置判定方法を提供する。

【解決手段】 タグ識別システムであって、呼び出し信号を送信するタグ読み取り装置と連続して配置された複数のタグとを備え、複数のタグは受信した呼び出し信号に応答して返信を返すことができ、タグ読み取り装置は、呼び出し信号に応答して複数のタグによって返され、かつタグ読み取り装置が受信した返信に基づいて、複数のタグの配置位置を判定する位置判定手段を少なくとも備えることを特徴とするタグ識別システムが提供される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

タグ識別システムであって、

呼び出し信号を送信するタグ読み取り装置と、連続して配置された複数のタグとを備え

、
前記複数のタグは受信した前記呼び出し信号に応答して返信信号を返すことが可能であり、

前記タグ読み取り装置は、呼び出し信号に応答して前記複数のタグから返された前記返信信号を受信し、受信した前記返信信号に基づいて前記複数タグの配置位置を判定する位置判定手段を少なくとも備えることを特徴とするタグ識別システム。

10

【請求項 2】

前記タグ読み取り装置は、さらに、前記呼び出し信号に応答して返信信号を返した複数のタグ中のタグ数を計数し、計数結果を前記位置判定手段に送信する返信計数手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のタグ識別システム。

【請求項 3】

前記タグ読み取り装置は、さらに、前記複数のタグ中の所定数のタグのみが前記タグ読み取り装置によって送信した呼び出し信号を受信できるように、前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定する有効範囲設定手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のタグ識別システム。

【請求項 4】

前記有効範囲設定手段は、

直前の呼び出し信号に応答して返信され、前記タグ読み取り装置で受信した返信信号に基づいて、現在の呼び出し信号が送信された場合、直前の呼び出し信号を受信した前記複数のタグ中のタグ数と比較して、前記現在の呼び出し信号を受信できる前記複数のタグ中のタグ数を増減することで前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 3 に記載のタグ識別システム。

20

【請求項 5】

前記有効範囲設定手段は、現在の呼び出し信号が送信された場合、現在の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグ数が、直前の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグの数より 1 多くなるように前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 4 に記載のタグ識別システム。

30

【請求項 6】

前記有効範囲設定手段は、前記複数の呼び出し信号のうちの最初の呼び出し信号が、前記タグ読み取り装置によって複数のタグに送信されると、複数のタグのうちの 1 つだけが最初の呼び出し信号を受け取ることが可能であるように前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 3 に記載のタグ識別システム。

【請求項 7】

前記タグ読み取り装置が、RFID読み取り装置であり、前記複数のタグが、RFIDタグであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のタグ識別システム。

【請求項 8】

呼び出し信号を送信し、タグから返された返信信号を受信するタグ読み取り装置であって、

送信した複数の前記呼び出し信号に応答して複数のタグから返された前記返信信号を受信し、受信した前記返信信号に基づいて連続配置された前記複数タグの配置位置を判定する位置判定手段を備えることを特徴とするタグ読み取り装置。

40

【請求項 9】

前記呼び出し信号に応答して返信信号を返した複数のタグのタグ数を計数し、計数結果を前記位置判定手段に送信する返信計数手段を備えることを特徴とする請求項 8 に記載のタグ読み取り装置。

【請求項 10】

50

前記複数のタグのうち所定数のタグのみが前記タグ読み取り装置によって送信した呼び出し信号を受信できるように、前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定する有効範囲設定手段を備えることを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載のタグ読み取り装置。

【請求項 1 1】

前記有効範囲設定手段は、

先の呼び出し信号に応答して返信され、前記タグ読み取り装置で受信した返信信号に基づいて、現在の呼び出し信号が送信された場合、先の呼び出し信号を受信できる前記複数のタグのうちタグ数と比較して、前記現在の呼び出し信号を受信できる前記複数のタグのうちタグ数を増減することで前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 1 0 に記載のタグ読み取り装置。

10

【請求項 1 2】

前記有効範囲設定手段は、現在の呼び出し信号が送信された場合、現在の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグ数が、直前の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグの数より 1 多くなるように前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 1 1 に記載のタグ読み取り装置。

【請求項 1 3】

前記有効範囲設定手段は、前記複数の呼び出し信号のうち最初の呼び出し信号が、前記タグ読み取り装置によって複数のタグに送信されると、複数のタグのうち 1 つだけが最初の呼び出し信号を受け取ることが可能であるように前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 1 0 に記載のタグ読み取り装置。

20

【請求項 1 4】

前記タグ読み取り装置が、RFID読み取り装置であり、前記複数のタグが、RFIDタグであることを特徴とする請求項 8 又は請求項 9 に記載のタグ読み取り装置。

【請求項 1 5】

タグ読み取り装置を使用した複数のタグの配置位置判定方法であって、

前記タグ読み取り装置から前記複数のタグに複数の呼び出し信号を送信する呼び出し信号送信ステップと、

前記複数の呼び出し信号に応答して前記複数のタグから返された前記返信信号を受信し、受信した前記返信信号に基づいて、前記複数のタグの配置位置を判定する位置判定ステップとを含むことを特徴とする配置位置判定方法。

30

【請求項 1 6】

1 つの呼び出し信号に応答して返信信号を返した複数のタグ中のタグ数を計数する返信計数ステップを有し、

前記位置判定ステップで、前記計数結果と前記返信信号が返信された順序に基づいて前記複数のタグの配置位置を判定することを特徴とする請求項 1 5 に記載の配置位置判定方法。

【請求項 1 7】

前記複数のタグ中の所定数のタグのみが前記タグ読み取り装置によって送信した呼び出し信号を受信できるように、前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定する有効範囲設定ステップを有することを特徴とする請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載の配置位置判定方法。

40

【請求項 1 8】

前記有効範囲設定ステップが、直前の呼び出し信号に応答して返信され、前記タグ読み取り装置で受信した返信信号に基づいて、現在の呼び出し信号が送信された場合、直前の呼び出し信号を受信した前記複数のタグ中のタグ数と比較して、前記現在の呼び出し信号を受信できる前記複数のタグ中のタグ数を増減することで前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 1 7 に記載の配置位置判定方法。

【請求項 1 9】

前記有効範囲設定ステップが、現在の呼び出し信号が送信された場合、現在の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグ数が、直前の呼び出し信号を受け取ることが可能な複数のタグ中のタグの数より 1 多くなるように前記タグ読み取り装置の有効範

50

圏を設定することを特徴とする請求項 18 に記載の配置位置判定方法。

【請求項 20】

前記有効範囲設定ステップが、前記複数の呼び出し信号のうちの最初の呼び出し信号が、前記タグ読み取り装置によって複数のタグに送信されると、複数のタグのうちの 1 つだけが最初の呼び出し信号を受け取ることが可能であるように前記タグ読み取り装置の有効範囲を設定することを特徴とする請求項 17 に記載の配置位置判定方法。

【請求項 21】

前記タグ読み取り装置が、RFID読み取り装置であり、前記複数のタグが、RFIDタグであることを特徴とする請求項 15 又は請求項 16 に記載の配置位置判定方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンピュータシステムに関し、特に、タグ識別システム、タグ読み取り装置、およびタグ位置判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

識別を目的としたデータ交換のための、無線周波数を介した非接触式双方向通信技術として、無線周波数識別 (RFID) の普及が急速に進んでいる。

【0003】

RFIDシステムは、典型的には、RFIDリーダとRFIDタグという2つの主要部分で構成される。RFIDタグは読み取り対象物に付加され、RFIDシステムのデータ記憶媒体として機能する。RFIDタグは、典型的には、データを記憶するマイクロチップと、コイル・アンテナ等のRFIDリーダとの無線周波数通信用の接続素子とを含む。RFIDタグには、アクティブとパッシブの2種類がある。アクティブRFIDタグは、タグ上に電源装置 (バッテリー等) を備え、RF信号を能動的に送信して通信を行う。パッシブRFIDタグは、必要な電力をRFIDリーダの呼び出し信号から得て、RFIDリーダの信号を反映もしくはロード変調して通信を行う。パッシブかアクティブかにかかわらず、ほとんどのRFIDタグは、RFIDリーダからの呼び掛けがあったときにのみ通信する。

20

【0004】

RFIDリーダは、RFIDタグとの間でデータの読み取りと書き込みを行うことができる。RFIDリーダは、典型的には、無線周波数モジュールと、コントローラと、RFIDタグと無線周波数通信を行うための接続素子 (アンテナ等) とを含む。さらに、多数のRFIDリーダには、受信したデータをデータ処理サブシステムに伝達するための情報読み取りインタフェースが設けられている。このインタフェースの一例としては、パソコン上で稼働するデータベースが挙げられる。

30

【0005】

ほとんどのRFIDシステムは、RFIDリーダのアンテナが呼び出し信号を送信し、アンテナの有効範囲 (以下、「RF領域」ともいう) 内にあるタグがそれを受信することで機能する。有効範囲の大きさは、RFIDリーダの動作周波数とアンテナのサイズによって決まる。アンテナの有効範囲内に入ったRFIDタグは、リーダの呼び出し信号を検出し、それに応答して、タグ内に格納される識別対象物に関する情報またはデータを返信として送信することができる。リーダは、RFIDタグから返された返信を受信し、その内容に基づいて、RFIDタグによって識別される物品を識別する。

40

【0006】

RFIDは、バーコード、磁気カード、ICカード等の従来の識別技術と比較すると、非接触式で動作範囲が広い、悪環境への適応性が高い等の利点を有する。これらの利点により、RFIDは物品を高密度で集積する倉庫、ライブラリ等における管理において、ますます広く利用されるようになってきている。しかし、図1に示すように、RFIDアプリケーション層では、個別管理はバッチ管理よりも困難である。

50

【 0 0 0 7 】

高密度管理で重要となる課題の1つは、倉庫またはライブラリ管理における個別位置問題を解決することである。従来の方法では、衝突が発生して順序が混乱状態になる上に、バッチ情報は個別位置管理では無力なことから、様々な課題を抱える。

【 0 0 0 8 】

現時点では、以下の理由から、高密度の配置（シーケンス）においてRFIDタグの個別順序（関係位置）を検出することは困難である。

【 0 0 0 9 】

1. RFIDリーダがタグに送信した信号に対して、複数のタグが同時にリーダに応答する可能性がある。

10

【 0 0 1 0 】

2. RFIDリーダは複数のタグを同時に読み取ることができるが、図2に示すように、読み取られる情報は単純で、順序が混乱しがちである。

【 0 0 1 1 】

3. 複数のタグがRF領域に同時に入ると衝突が発生する。衝突が発生すると自然順序が完全に混乱し、以下のような問題が生じる。

a. パッシブタグの場合は、タグ内に電源がないため、状態情報の信頼性が失われる。

b. タグ同士が通信できない。これは、複数チャンネルにアクセスする通信において発生する問題である。

c. タグのメモリ量が少なく、計算能力も低い。そのため、タグ上での計算はほぼ不可能である。

20

d. 衝突防止を目指した従来技術も存在するが、この技術は高密度配置（シーケンス）の正しい順序を検出する上ではおおむね無力である。

【 0 0 1 2 】

4. リーダの衝突防止能力を高くするにつれて、個別位置検出効率がボトルネックとなる。現在のリーダはC1 G2（クラス1第2世代）のタグを毎秒600以上読み取ることができるが、実環境のタグを専用RFIDリーダが読み取る際には、1つ当たりおよそ数十ミリ秒を要する。そのため、「グローバルスクロール」の効率は「在庫」の効率よりも低い。

【 0 0 1 3 】

したがって、高密度RFIDタグの適正順序すなわち個別位置判定問題を解決する必要がある。図3に、この問題のモデルを示す。

30

【 0 0 1 4 】

混乱順序情報とは、高密度配置（シーケンス）の観測順序情報が、真の順序情報と等しくないことを意味する。すなわち、観測値

【 数 1 】

$$\bar{S} = \{B \rightarrow A\}$$

は、

40

【 数 2 】

$$\bar{S} = (\{A \rightarrow B\} \text{または} \{B \rightarrow A\})$$

である。混乱シーケンス情報は、以下の特徴を有する。

【 0 0 1 5 】

a. 物品AおよびBが観測領域に同時に入ったときに衝突が発生する。

b. 衝突が開始する前に、物品Aのみが観測される短い期間が存在する。

c. 衝突が終了した後に、物品Bのみが観測される短い期間が存在する。

d. 単一物品と複数の物品の境界を判別し、観測結果を制御するための精密な方法がな

50

い。

e . 物品 A と物品 B 間の間隔が不明確である。

【 0 0 1 6 】

R F I D リーダの呼び掛けエリア内には無数のタグが存在しうる。R F I D システム内のリーダは、呼び掛けメッセージをタグに送信することができ、メッセージを受信したすべてのタグは直ちにリーダに応答を送信する。複数のタグが応答した場合には、これらの応答が R F 通信チャンネル内で衝突するため、リーダはそれを受信できない。この衝突を解決する問題は一般に「衝突防止問題」と呼ばれ、この問題を解決することはきわめて重要である。

【 0 0 1 7 】

マルチアクセス手順の中で最も単純なのは、A L O H A 手順である。タグは、データパケットを取得すると直ちにリーダに送信する。これはタグ駆動型の確率的 T D M A 手順とすることができる。この手順は、読み取り専用タグに対してのみ使用される。読み取り専用タグは、通常、少量のデータ（シリアル番号）を周期的なシーケンス（順序）でリーダに送信する。データ送信時間は繰り返し時間のうちごく一部を使って行われるため、次の送信までに比較的長い休止時間がある。また、この繰り返し時間はタグ間で少しずつ異なるため、ある程度の確率で、2 つのタグがデータパケットを送るタイミングがずれてデータパケットの衝突が発生しないケースが生じる。図 4 に、A L O H A システムにおけるデータ送信の時間シーケンス（順序）を示す。

【 0 0 1 8 】

数種類のスロット付き A l o h a プロトコルが、P H I L I P S の ' I - c o d e ' 、I S O / I E C - 1 8 0 0 0 - 6 C 等の商業用タグ製品で衝突防止方法の基本概念として広く利用されている。このアルゴリズムの中心概念は、空のスロットや衝突スロット等の無効なスロットを減らすことで在庫プロセスの迅速化を図ることにある。しかし、A l o h a と関連の衝突防止アルゴリズムの無作為選択方法によって正しい順序が崩されてしまうため、このアルゴリズムは R F I D タグが R F 領域に入る順序を判定する際には無力である。

【 0 0 1 9 】

また、短い時間で大量のタグを読み取ることを目指した従来技術も存在するが、高密度配置の正しい順序を検出するには無力であり、ときに余計な混乱を招くことさえある。図 5 に、従来技術の概念を示す。

【 0 0 2 0 】

前述したように、従来 of 解決策は強力な方法を使用して大量のタグを読み取ろうとするものであるが、従来 of 衝突防止アルゴリズムでは複数のタグの順序が完全に混乱してしまう。これらのアルゴリズムは、短い時間で複数のタグを検出する方法を提供するが、読み取られる情報にはシーケンス（番号など）や原時間とは無関係の情報しか含まれない。

【 0 0 2 1 】

上記のことから、高密度 R F I D タグの相対的位置関係を确实かつ効率的に検出するシステムと方法が必要とされていることは明らかである。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 2 】

本発明の目的は、高密度 R F I D タグの相対的配置位置を确实かつ効率的に検出するタグ識別システム、タグ読み取り装置、およびタグ位置判定方法を提供することである。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 1 の態様によれば、タグ識別システムであって、呼び出し信号を送信するタグ読み取り装置と、連続して配置された複数のタグとを備え、複数のタグは受信した呼び出し信号に応答して返信信号を返すことが可能であり、タグ読み取り装置は、呼び出し信号に応答して複数のタグから返された返信信号を受信し、受信した返信信号に基づいて複数タグの配置位置を判定する位置判定手段を少なくとも備えることを特徴とするタグ識別

10

20

30

40

50

システムが提供される。

【0024】

本発明の第2の態様によれば、呼び出し信号を送信し、タグから返された返信信号を受信するタグ読み取り装置であって、送信した複数の呼び出し信号に 응답して複数のタグから返された返信信号を受信し、受信した返信信号に基づいて連続配置された複数タグの配置位置を判定する位置判定手段を備えることを特徴とするタグ読み取り装置。が提供される。

【0025】

本発明の第3の態様によれば、タグ読み取り装置を使用した複数のタグの配置位置判定方法であって、タグ読み取り装置から複数のタグに複数の呼び出し信号を送信する呼び出し信号送信ステップと、複数の呼び出し信号に 응답して複数のタグから返された返信信号を受信し、受信した返信信号に基づいて、複数のタグの配置位置を判定する位置判定ステップとを含むことを特徴とする配置位置判定方法。が提供される。

【発明の効果】

【0026】

本発明の技術的解決策は、特に以下の側面において大きな技術的効果を達成する。

【0027】

1. 情報の発信元が単一領域か複数領域かを正確に分類でき、単一領域の判別が容易である。

【0028】

2. シーケンス検出に適したRF領域のサイズを決定するための手法と基準が提供される。

【0029】

3. 以下の状況での展開が容易である。

- a. 周波数が異なる複数のリーダを使用する場合
- b. 距離を変化させる必要がある場合
- c. 異なる通信速度が使用される場合

【0030】

3. 衝突防止アルゴリズムまたはプロトコルに依存しない。

【0031】

4. 正検出率が高く、十分な信頼性がある。

【0032】

次に、図面を参照して、本発明の上記およびその他の機能と利点を詳細に説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下では、本発明の特徴と利点を、本発明の好適な実施例に関連して図面を参照しながら詳細に説明する。

【0034】

図6は、本発明の一実施例によるRFIDシステム100の概略図を示す。本実施例は棚上の品目を管理する事例である。しかし、本発明によるRFIDシステムは、識別対象の物品の空間的位置を判定し、様々な位置の識別によって空間的概略図を描画するために、倉庫、ライブラリ等の管理システムにも適用できることは当業者によって理解されるであろう。

【0035】

図6に示すように、本発明の当該実施例のRFIDシステム100は、1つのRFID読み取り装置101と複数のRFIDタグ102とを含む。RFIDタグ102を付加した品目は不確定かつ無作為な間隔で棚上に置かれており、これらのタグは高密度配置(シーケンス)を形成している。RFID読み取り装置101は棚上のタグに呼び出し信号を送信し、タグ付き品目をさらに厳密に管理するために、タグが呼び出し信号に 응답して返してきた返信に基づいて、棚上のタグの相対位置を判定する。図6のシステムではさらに

10

20

30

40

50

、RFID読み取り装置101が受信したデータを処理するための端末コンピュータもRFID読み取り装置101に接続されているが、本発明はこうした構成に限定されないことは当業者には明らかであろう。このデータ処理能力は、RFID読み取り装置101に内蔵することも可能である。

【0036】

図7に、RFID読み取り装置101の構造を示す概略ブロック図を示す。図7に示すように、本発明によるRFID読み取り装置101は、無線周波数通信によりデータを送受信するためのアンテナ1010を含む。アンテナは対応する有効範囲を有する。有効範囲タグ内のタグは、アンテナを介してRFID読み取り装置101によって送信された呼び出し信号を受信し、呼び出し信号に应答して返信を返すことができる。これにより、RFID読み取り装置101は、アンテナを介してその返信を受信することができる。

10

【0037】

RFID読み取り装置101は、位置判定手段1011を含み、任意で返信計数手段1012と、有効範囲設定手段1013とを含むこともできる。

【0038】

位置判定手段1011は、タグ102から返され、アンテナ1010によって受信された返信に基づいて、タグ102の配置位置を判定する。

【0039】

返信計数手段1012は、呼び出し信号に应答して返信を返した複数のタグのタグ数を計数し、その計数結果を位置判定手段に送信する。具体的には、返信計数手段1012は、受信された返信の返信元となったタグ数を判定し、その結果に基づいて受信した情報を分類するための情報分類機能を実装する。さらに具体的には、返信計数手段1012は、アンテナによって受信された1つの呼び出し信号に应答して返された返信を分類して、その返信の返信元が単一領域と複数領域のいずれかを判定し、その返信の返信元が複数領域であった場合には、それが最近接複数領域(NM領域)かどうかをさらに判定して、その結果を位置判定手段1011に送信する。ここで、単一領域とは、受信した返信が1つのタグから返された1つの返信のみを含むことを意味し、複数領域とは、受信した返信が複数のタグから返された複数の返信を含むことを意味し、最近接複数領域とは、現在の呼び出し信号に应答して返された返信数が、直前の呼び出し信号に应答して返された返信数よりも1多い、すなわち、現在の呼び出し信号を受信して返信を行ったタグ数が、直前の呼び出し信号を受信して返信を行ったタグ数よりも1多いことを意味する。

20

30

【0040】

有効範囲設定手段1013は、RFID読み取り装置101の有効範囲、すなわちアンテナ1010の有効範囲を、複数のタグ102のうち所定数のタグのみがRFID読み取り装置101によってアンテナ1010を介して送信された呼び出し信号を受信できるように設定するために使用される。図8に、最適減衰レベルと信頼可能RF領域を示す。

【0041】

具体的には、有効範囲設定手段1013は、RFID読み取り装置101により受信された直前の呼び出し信号に対する返信に基づいて、複数のタグ102のうち現在の呼び出し信号を受信可能なタグ数が、複数のタグ102のうち直前の呼び出し信号を受信できたタグ数よりも1多くなるように、現在の呼び出し信号送信時におけるアンテナ1010の有効範囲を設定する。

40

【0042】

さらに、有効範囲設定手段1013は、RFID読み取り装置101が呼び出し信号を初めて複数のタグ102に送信する際に、アンテナの有効範囲を、複数のタグ102のうち1つだけがRFID読み取り装置101により送信されたこの最初の呼び出し信号を受信できるように設定する。

【0043】

実際には、本発明のRFID読み取り装置101に含まれる位置判定手段1011、返信計数手段1012、および有効範囲設定手段1013は共に、情報パーティションおよ

50

び順序最適化 (OO: Ordinal Optimization) に基づいたタグ配置位置識別手法を構成する。以下では、その原理と特徴について詳細に説明する。

【0044】

前述したように、返信計数手段1012は、アンテナによって受信された返信を分類して、その返信の返信元が単一領域と複数領域のいずれかを判定し、その返信の返信元が複数領域であった場合には、それが最近接複数領域 (NM領域) かどうかをさらに判定する。

【0045】

次に、返信計数手段1012の情報パーティション方法について説明する。返信計数手段1012で実行される情報パーティション方法は、読み取り領域を単一領域と複数領域に分割する。図9に示すように、複数の物品の読み取りにおいては、2種類の領域が存在する。ここで、棚上に、A、B、Cという3つの物品が「1.A、2.B、3.C」({ C -> B -> A }) の順序 (相対的位置関係) で置かれており、それぞれタグ102A、タグ102B、タグ102Cが付加されているとする。

10

【0046】

1. RF領域が最近接RFIDタグのみを含む場合、すなわち、物品 { A } のタグ102Aのみが読み取られた場合には、その領域は「単一領域」と呼ばれる。

【0047】

2. RF領域が複数のRFIDタグを含む場合、すなわち、物品 { A, B } または { A, B, C } のタグが読み取られた場合には、その領域は「複数領域」と呼ばれる。

20

【0048】

隣接した物品の正しい順序を判定する上では、 M_i 領域内でのサンプリングを正常に完了することが重要な要因となる。この領域のサイズは、以下の条件を満たす必要がある。

【数3】

$$\begin{cases} |M_i| = |S| + 1 & i = 1 \\ |M_i| = |M_{i-1}| + 1 & i > 1 \end{cases}$$

30

単一領域から複数領域までの間で「最近接複数領域」(NM領域)を捕捉できれば、タグの順序を決定することができる。最近接複数領域とは、サイズが直前の領域よりも1大きい領域である。

【0049】

NM領域を捕捉するためにいかにしてサンプルを選別するかは、きわめて重要な問題である。図10に示すように、従来の連続サンプル方法は、NM領域ではなく他の複数領域を捕捉する可能性が高いため、非効率的である。NM領域がなければ、正しい順序を決定することは不可能である。そのため、本発明の手法の主眼はNM領域を捕捉する手法を提案することにある。

【0050】

前述したように、NM領域間の境界は見分けにくいいため、厳密な方法ではNM領域を捕捉することは困難である。そのため、本発明では、順序最適化(OO)に基づく粗密な方法が提案される。図10に、異なる選別方法の効果を示す。

40

【0051】

この問題の目的は、設計空間における検索および選択設計によって、妥当な設計を得ることにある。全数検索は一般に非効率的であり、ときには不可能なことさえある。また、検索結果は膨大な数に上る。検索空間は連続空間であるため、無限に広い。そのため、問題を離散事象システム (DES: Discrete Event System) の最適化問題として公式化する必要がある。

【0052】

50

順序最適化 (OO) は、1990年代に Prof. Ho によって提唱された、最適化に基づくシミュレーションである。順序最適化方法を使用すると、最適化手法をベースとしたシミュレーションを効率的に実行することが可能になる。この方法の意図は、プランまたは選択集合のパフォーマンスを見積もるための計算上単純な粗モデルを使って、多数の候補から (真に最適解ではなく) まずまずかまたは満足できる解を見つけることにある。「妥当な選択」とは、「高い確率で定量化および判定が可能な集合」として定義される。この粗モデルに基づき、これらの選択の部分集合 (「選択部分集合 S」と呼ばれる) が観測「妥当」集合として選択される。その後、部分集合 S と真に妥当な部分集合 G との間の「一致」または「整合」の度合いが定量化される。順序最適化方法は、多大なノイズに影響されず、かつ計算の複雑性を適度に抑えることができるため、確率離散最適化にはとりわけ有効である。

10

【0053】

上記で説明したように、順序最適化の基本概念は、順序比較と目標緩和という2つの原理に基づく。まず、決定 A が決定 B よりも妥当かどうかを判定することは、「 $A - B = ?$ 」を判定するよりもはるかに容易である。A と B との相対的順序は、「値」が $1 / t^{1/2}$ の速度で収束する間に、急激に収束する。A と B のうちどちらが妥当かを決定する際には、正確なカージナル値は必須ではない。正確なカージナル値は、選択の有用性 (価値) を見積もる値ではなく、選択 (順序) そのものを重視した値である。順序最適化のもう一つの主要概念は、目標緩和である。これは、妥当部分集合 G と選択部分集合 S との間の「一致度」を、効率的で信頼度の高い方法で適度なレベルに保つことにより達成される。妥当部分集合 G の基準は、決定空間の上位 n パーセントイルとして選択され、ここでは真の最適解を見つける必要はない。図 11 に、順序最適化の基本概念を示す。

20

【0054】

まず、「整合確率」 (AP: Alignment Probability) の意味を説明する。制約なし問題においては、「一致」または「整合」とは妥当部分集合 G と選択部分集合 S との交点を意味する。AP は、以下のように定義される。

【数 4】

$$AP = Prob\{|G \cap S| \geq k\} \tag{1}$$

30

ここで、k は「整合度」である。

【0055】

選択ルールの一つ、盲目選別 (BP: Blind Picking) は、部分集合 S は決定空間 から、1) 無作為、2) 置換なし、および 3) 比較なし、の方法で選択する選択ルールである。この選択ルールによって、決定空間でのランク評価において、すべての決定が同一の傾向を持つことが保証される。また、この場合における AP は、以下のよう閉形式で表すことができる。

【数 5】

40

$$AP(|G \cap S| \geq k) = \sum_{i=k}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} \tag{2}$$

これは、超幾何分布であり、N は決定空間のサイズを示す。盲目選別の場合、AP は以下によって決まる。

【0056】

50

1 . 整合度 k

【 0 0 5 7 】

2 . 妥当部分集合 G のサイズ (| G | = g) 、および

【 0 0 5 8 】

3 . 選択部分集合 S のサイズ (| S | = s)

【 0 0 5 9 】

一般的な順序最適化問題は、以下の最適化問題に公式化できる。

Min | S | (3)

s . t . | { i | i={A} or i={B} | > 0 ; (4)

| | = N ; (5)

| G | = r % \cdot N (の上位 r %) (6)

Prob(|G \cap S| > k) > Preq (7)

ここで

S = { i_1, i_2, ..., i_s } - - - - - 選択部分集合 | S | = s

i - - - - - 時間 t_i におけるタグラベルの集合

- - - - - 設計空間

G - - - - - 妥当部分集合 | G | = g

k - - - - - 整合度

10

20

G および S 間の整合度が k となる確率は、以下の式で得られる。

【 数 6 】

Prob(|G \cap S| = k) = \frac{\binom{g}{k} \binom{N-g}{s-k}}{\binom{N}{s}} (8)

30

【 0 0 6 0 】

そのため、G および S 間の整合度が少なくとも k となる確率は、以下のように表される。

【 数 7 】

Prob(|G \cap S| \ge k) = \sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} (9)

40

したがって、選択部分集合 S の最小サイズは、以下の式で得られる。

【数 8】

$$s = \arg \left(\sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} \geq P_r \right) \quad (10)$$

【0061】

本発明の高密度RFIDシーケンス検出の場合、SはRF領域が調整される回数、すなわち、サンプル空間において選択部分集合となる回数である。GはNM領域である。Nは、すべての可能な領域を含むサンプル空間である。NM領域においてサンプルを捕捉する上では、RF領域を何回調整すればよいかは主要な問題となる。

10

【0062】

単純な盲目選別方法を図12の事例に適用すると、設計空間はN、妥当部分集合はGである。この場合は、G領域内のサンプルを選別することによってのみ、NM領域内のサンプルを捕捉できるようになる。シーケンスは、NM領域内のサンプルが検出された場合にのみ判定できる。{S回の読み取りが少なくともkの単一領域を含む}確率は、以下の式で表される。

【数 9】

$$\text{Prob}(|G \cap S| \geq k) = \sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} \quad (11)$$

20

したがって、以下のようなになる。

【数 10】

$$s = \arg \min \left(\sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} \geq P_r \right) \quad (12)$$

30

【0063】

問題は、この盲目選別方法をいかにして改良するかである。この方法は、単一領域内のサンプルを捕捉するために多数の検出器を必要とするため、効率的ではない。No-Free-lunch定理によれば、「どのアルゴリズムも、構造情報がなければ、その平均パフォーマンスは盲目的探索を上回ることはできない」のである。そのため、効率を高めるためには構造情報を得る必要がある。これまでに研究から、NM領域内のサンプルを捕捉できないのは、設計空間が「大きすぎる」ためであることが判明している。そのため、設計空間を小さくすることができれば、NM領域を捕捉する確率は高まる。通常、この調整方法の選別効果が高められるかどうかは、実環境によって決まる。図12に、この基本原理を示す。

40

【0064】

増大したサイズをNとすると、設計空間のサイズはN - Nになる。そのため、{S回の読み取りが少なくともkの単一領域を含む}確率は、以下の式で表される。

【数 1 1】

$$\text{Prob}(|G \cap S| \geq k) = \sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-\Delta N-g}{s-i}}{\binom{N-\Delta N}{s}} \quad (13)$$

よって、以下のようになる。

【数 1 2】

$$s = \arg \min \left(\sum_{i=1}^{\min(g,s)} \frac{\binom{g}{i} \binom{N-\Delta N-g}{s-i}}{\binom{N-\Delta N}{s}} \geq P_r \right) \quad (14)$$

したがって、確率の向上幅は、以下のようになる。

【数 1 3】

$$\Delta \text{Prob}(|G \cap S| \geq k) = \sum_{i=1}^{\min(g,s)} \binom{g}{i} \left(\frac{\binom{N-\Delta N-g}{s-i}}{\binom{N-\Delta N}{s}} - \frac{\binom{N-g}{s-i}}{\binom{N}{s}} \right) \quad (15)$$

【0065】

設計空間のサイズを200、妥当集合のサイズを80msとすると、式14から、設計空間のサイズを120にまで縮小できれば、NM領域の選別に成功する確率は大幅に高まる
ことが明らかである。表1と図13に、純粹BPアルゴリズムと本発明の方法の論理比較
を示す。

【表 1】

読み取り回数	1	2	3	4	5	6	7	8
BP	0.4000	0.6412	0.7862	0.8730	0.9248	0.9557	0.9740	0.9847
IDEA	0.6667	0.8908	0.9648	0.9889	0.9965	0.9989	0.9997	0.9999

【0066】

表1から、シーケンス検出において確率要件を満たす上では、本発明の方がBP法に勝
っていることが明らかである。例えば、90%超の整合確率が必要とされる場合、BPで
は少なくとも5回の読み取りが必要なのに対し、本発明の手法によれば3回の読み取りで
この要件を満たすことができる。

【0067】

図14に、図6に示すRFIDシステム100のRFID読み取り装置101が、複数の
RFIDタグ102の配置位置を判定する際の動作の流れを示す。

【0068】

図14に示すように、ステップS11において、有効範囲設定手段1013はアンテナ
1010の有効範囲を、RFID読み取り装置101がアンテナ1010を介して送信し
た呼び出し信号を1つの複数のRFIDタグ102（通常は空間位置においてRFID読
み取り装置101に最も近いタグ）のみが受信できるように設定する。RFID読み取
り装置101のカウンタi（図示せず）の計数値はゼロにリセットされる。

10

20

30

40

50

【0069】

R F I D読み取り装置101は、ステップS12において、アンテナ1010を介して呼び出し信号を送信し、ステップS13において、呼び出し信号に応答して(1つまたは複数)のタグから返された(1つまたは複数の)返信をアンテナ1010を介して受信する。

【0070】

ステップS14において、返信計数手段1012は、受信した返信を返してきたタグの個数を判定することにより、受信した情報を分類する。

【0071】

ステップS15において、位置判定手段1011は、返信計数手段1012から送られてきた計数結果に基づいて、この呼び出し信号に応答したタグ数が($i+1$)かどうか、すなわち、呼び出し信号の初回送信により単一領域が捕捉され、呼び出し信号の以降の送信によりNM領域が捕捉されたかどうかを判定する。具体的には、呼び出し信号の最初の送信においてそれに応答してきたタグ数が1かどうか判定され、2回目以降には、呼び出し信号が送信されるたびに、応答してきたタグ数が($i+1$)かどうか判定される。

10

【0072】

ステップS15の判定結果が「NO」の場合、すなわち今回受信した返信にタグ($i+1$)個分の返信が含まれていない場合には、ステップS16において、有効範囲設定手段1013が今回受信された返信に基づいてアンテナの有効範囲を調整する。例えば、今回受信した返信に($i+1$)を超えるタグ数分の返信が含まれる場合には、有効範囲設定手段1013はアンテナ1010の有効範囲を、NM領域が最後に捕捉されたときの有効範囲のサイズを下回らない程度まで縮小する。逆に、今回受信した返信に含まれるタグからの返信数が($i+1$)未満の場合には、有効範囲設定手段1013はアンテナ1010の有効範囲を拡大する。

20

【0073】

その後、ステップS16からステップS12に戻り、アンテナの有効範囲に変更があった場合には位置判定手段1011が再び呼び出し信号を送信し、以降の動作が繰り返される。

【0074】

一方、ステップS15の判定結果が「YES」の場合、すなわち今回受信した返信にタグ($i+1$)個分の返信が含まれている場合、言い換えれば呼び出し信号の最初の送信で単一領域が捕捉され、呼び出し信号の以降の送信でNM領域が捕捉された場合には、位置判定手段1011はステップS17において複数のタグ102の配置位置を判定する。次に、ステップS18において、すべてのタグが読み取られた(すなわち、返信を返してきた)と判定された場合には、位置判定手段1011はステップS20において位置判定結果を出力する。そして、ステップS19においてカウンタ*i*の値が1増分され、ステップS12に戻って呼び出し信号が送信され、以降の動作が繰り返される。

30

【0075】

以上、本発明を特定の好適な実施例を参照して説明してきたが、その形態と詳細については、付記した特許請求項に定義される本発明の精神と範囲から逸脱することなく様々な変更が可能なことは当業者には理解されるであろう。

40

【0076】

例えば、上記では、本発明のタグ識別システム、タグ読み取り装置、およびタグ位置判定方法について、それぞれR F I D識別システム、R F I D読み取り装置、およびR F I Dタグ位置判定方法を例として説明してきたが、本発明のタグ識別システム、タグ読み取り装置、およびタグ位置判定方法は提示した実施例に限定されないことは当業者には明らかであろう。本発明の原理は、タグ読み取り装置が高密度タグから返されたデータを読み取り、タグの順序(相対的位置関係)を判定することにより、タグが付加された品目の相対的位置関係を判定する他の状況にも同様に適用できる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 7 7 】

- 【 図 1 】 R F I Dアプリケーション層での個別管理で遭遇される障害を示す。
- 【 図 2 】 複数のタグからの同時応答による順序混乱の問題を示す。
- 【 図 3 】 高密度タグの適正順序判定問題のモデルを示す。
- 【 図 4 】 A L O H Aシステムにおけるデータ送信の時間シーケンスを示す。
- 【 図 5 】 従来技術の概念を示す。
- 【 図 6 】 本発明の一実施例による R F I Dシステムの概略図を示す。
- 【 図 7 】 図 6 に示す R F I D読み取り装置の構造を示す概略ブロック図である。
- 【 図 8 】 最適減衰レベルと信頼可能 R F 領域を示す。
- 【 図 9 】 複数のタグが読み取られる際に存在しうる領域を概略的に示す。
- 【 図 1 0 】 異なる選別方法の効果を示す。
- 【 図 1 1 】 順序最適化の基本原理を示す。
- 【 図 1 2 】 本発明による拾受方法の基本原理を示す。
- 【 図 1 3 】 P u r e B Pアルゴリズムと本発明の方法との理論比較を示す。
- 【 図 1 4 】 図 6 に示す R F I Dシステムの、複数の R F I Dタグの配置位置を判定するための R F I D読み取り装置の動作の流れを示す。

10

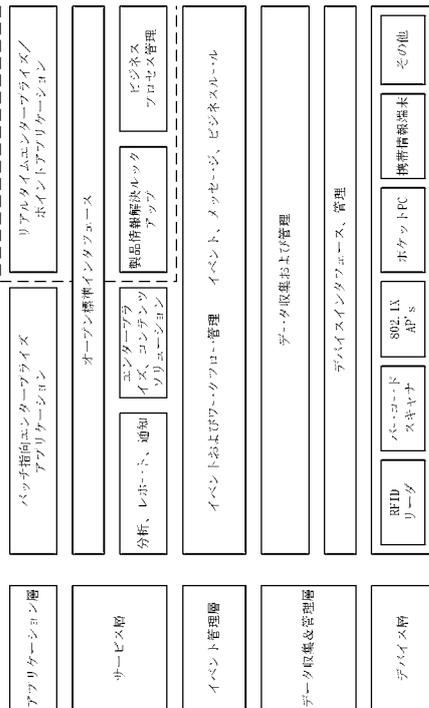
【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

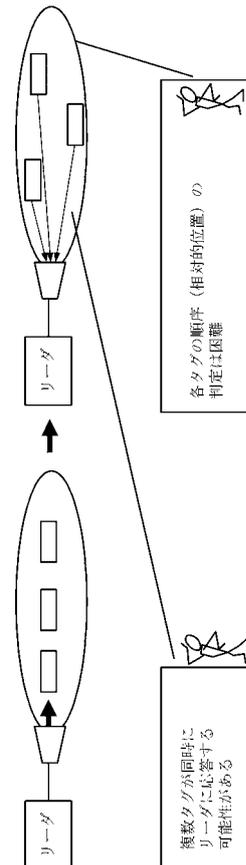
- 1 0 1 1 : 位置判定手段
- 1 0 1 2 : 返信係数手段
- 1 0 1 3 : 有効範囲設定手段
- 1 0 1 : 読み取り装置

20

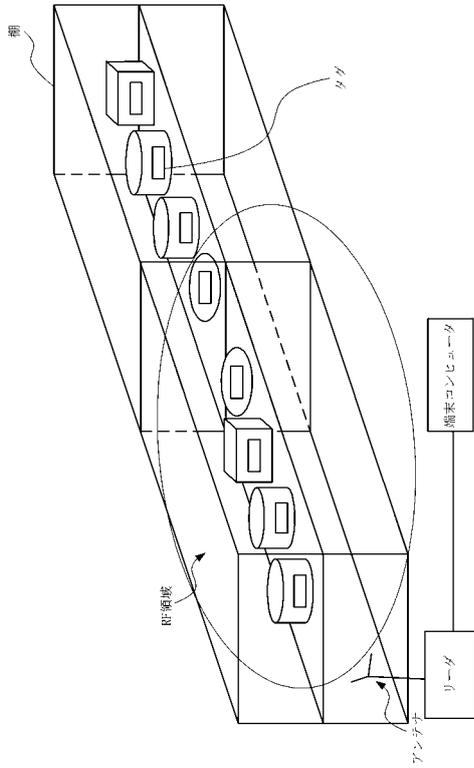
【 図 1 】



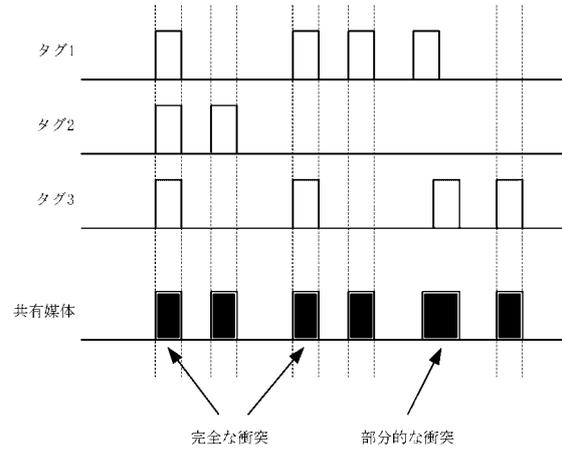
【 図 2 】



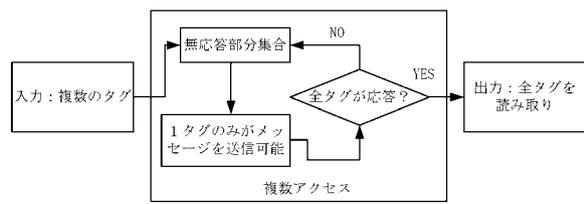
【図3】



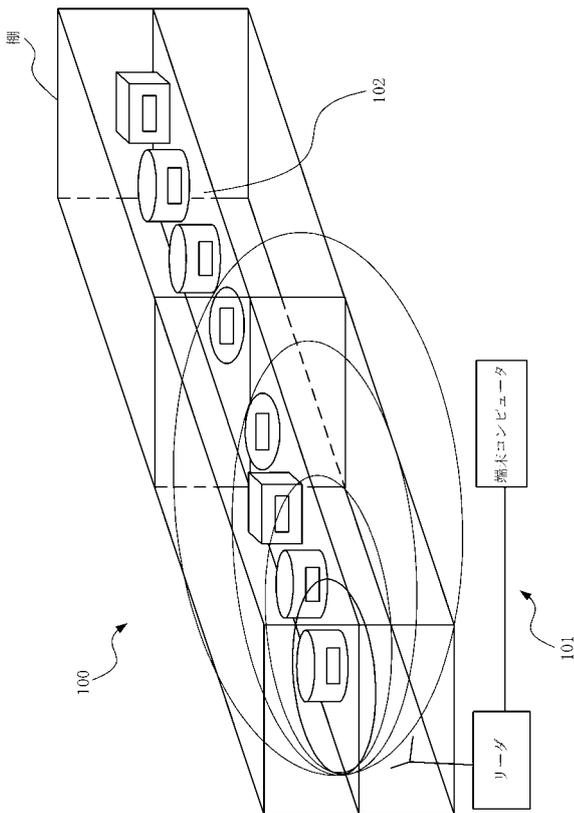
【図4】



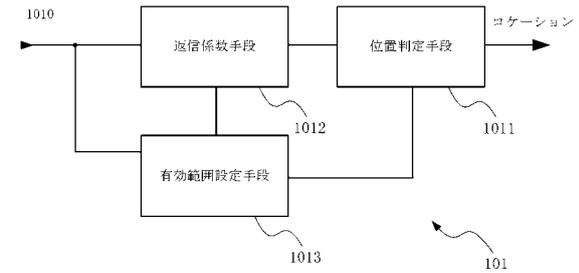
【図5】



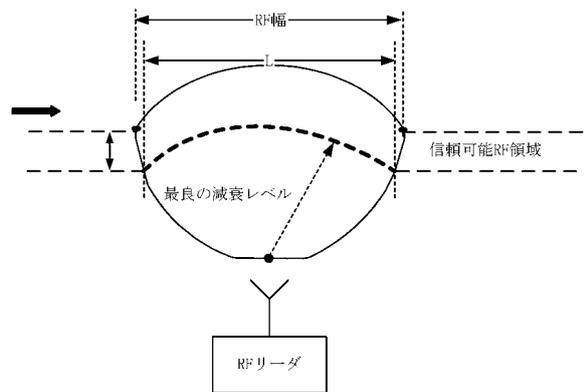
【図6】



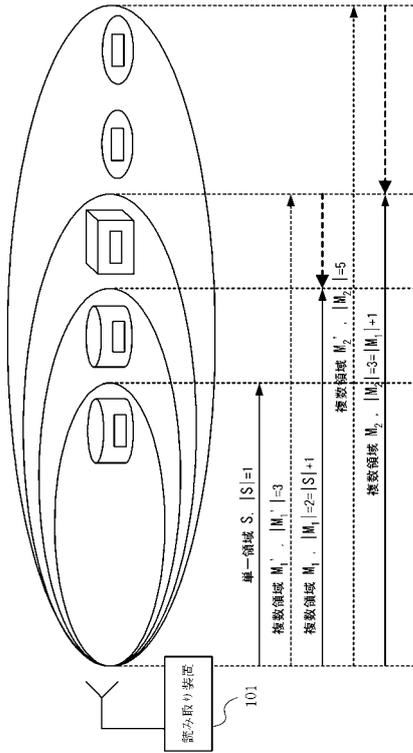
【図7】



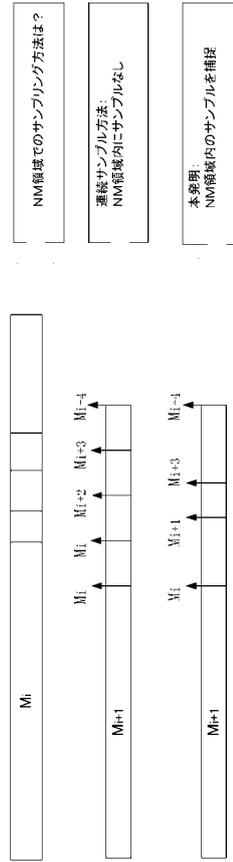
【図8】



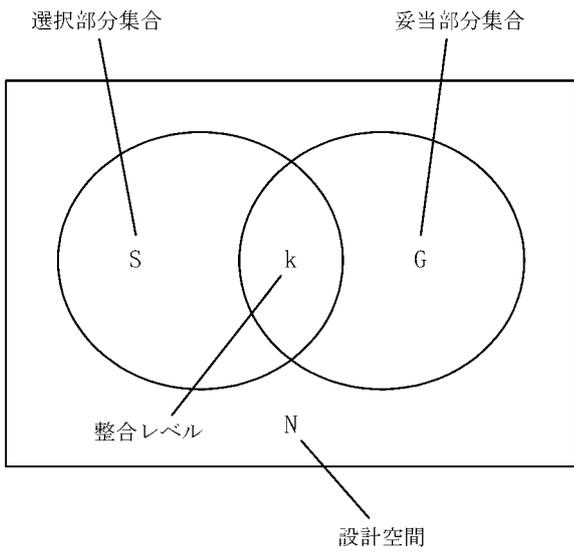
【 図 9 】



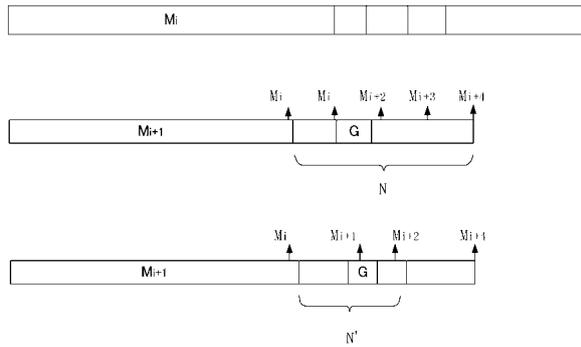
【 図 10 】



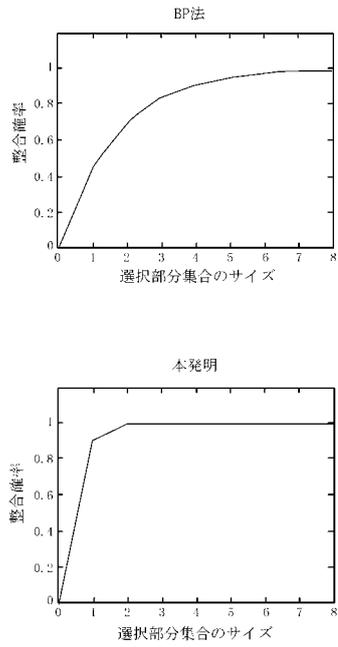
【 図 11 】



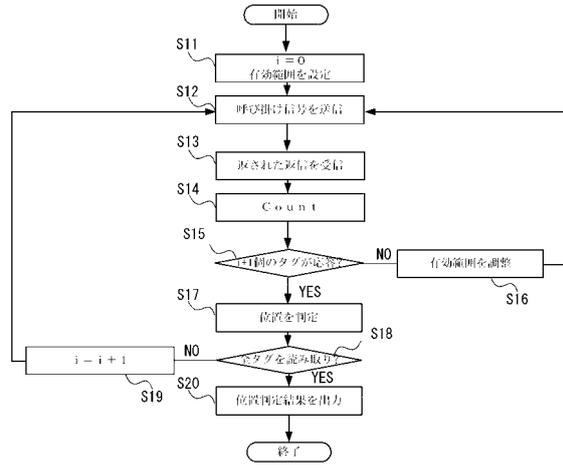
【 図 12 】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(72)発明者 チョウ ボウ

中華人民共和国 100084 ベイジン, チンファ サイエンス パーク, イノベーション
プラザ, ビルディング エー, 14エフ

(72)発明者 ワン ヤボ

中華人民共和国 100084 ベイジン, チンファ サイエンス パーク, イノベーション
プラザ, ビルディング エー, 14エフ

(72)発明者 リウ シャオウェイ

中華人民共和国 100084 ベイジン, チンファ サイエンス パーク, イノベーション
プラザ, ビルディング エー, 14エフ

Fターム(参考) 5B058 CA17

【外国語明細書】

2009032267000001.pdf