

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7425449号  
(P7425449)

(45)発行日 令和6年1月31日(2024.1.31)

(24)登録日 令和6年1月23日(2024.1.23)

(51)国際特許分類		F I		
<b>B 6 5 G</b>	<b>1/137(2006.01)</b>	B 6 5 G	1/137	B
<b>G 0 6 Q</b>	<b>10/08 (2024.01)</b>	G 0 6 Q	10/08	

請求項の数 3 (全25頁)

(21)出願番号	特願2022-87203(P2022-87203)	(73)特許権者	515237061 株式会社 L I F E 大分県大分市高江西1-4361-10
(22)出願日	令和4年5月27日(2022.5.27)	(73)特許権者	521460985 株式会社ロンコ・ジャパン 大阪府大阪市東成区東小橋一丁目11番 10号
(65)公開番号	特開2023-174376(P2023-174376 A)	(74)代理人	100121371 弁理士 石田 和人
(43)公開日	令和5年12月7日(2023.12.7)	(72)発明者	前田 剛之 大分県大分市高江西一丁目4361番地 の10 株式会社L I F E内
審査請求日	令和5年5月12日(2023.5.12)	審査官	三宅 達
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 倉庫管理システム及びその管理サーバのプログラム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

着荷し又は出荷されるユニットロードを建屋に出し入れする一乃至複数の入出荷ゲートが設けられ、建屋内の保管スペースには、1つのユニットロードを保管可能な棚区劃を複数個具有するパレットラックが、街区状に複数個設置された倉庫に対して、該倉庫内での各ユニットロードの運搬及び保管に関する作業管理を行う倉庫管理システムであって、

管理サーバと、

各ユニットロードの運搬を行うフォークリフトに搭載されたディスプレイを具備する車載端末装置と、を備え、

前記管理サーバは、

前記倉庫に着荷するコンテナ内のユニットロードの其々について、該ユニットロードの識別番号、保管期間を含むロード属性を記憶するロード属性記憶手段と、

前記倉庫に保管される各ユニットロードに対して該ユニットロードが収納される棚区劃の割り当て情報である棚割情報を記憶する棚割情報記憶手段と、

前記倉庫に一度に着荷する複数のユニットロードを前記各パレットラック内の各棚区劃に収納するに当たり、前記各ユニットロードを収容する棚区劃の割り当てである棚割を行い、その棚割の情報を前記棚割情報記憶手段に保存するパレットロケーション決定手段と、

前記倉庫内の前記フォークリフトの現在位置を検出する車両位置検出手段と、

搬送指示生成手段と、

を備え、

10

20

前記パレットロケーション決定手段は、前記各ユニットロードの前記ロード属性を参照し、保管期間の短い前記ユニットロードほど、前記入出荷ゲートまでの距離が短い前記パレットラックの棚区劃を割り当てる処理を行うものであり、

搬送指示生成手段は、前記車両位置検出手段で検出される前記フォークリフトの現在位置から、該フォークリフトが運搬する前記ユニットロードに対し前記パレットロケーション決定手段が割り当てた該ユニットロードを収納する棚区劃までの、通路を通る最短経路を計算し、該最短経路の情報を、該ユニットロードを収納する棚区劃の情報とともに、該フォークリフトに搭載された前記車載端末装置へ送信し、

前記車載端末装置は、前記管理サーバから、前記最短経路の情報及び前記棚区劃の情報を受信すると、前記ディスプレイに倉庫内のレイアウト図を表示するとともに、該レイアウト図内に、該フォークリフトが運搬する前記ユニットロードを収納する棚区劃の位置と、現在の該フォークリフトの位置と、現在の該フォークリフトの位置から該棚区劃までの最短経路とを表示するものであり、

さらに、前記パレットロケーション決定手段は、

前記保管スペースを複数の保管区  $C_1, \dots, C_M$  に区劃して、前記各保管区  $C_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) に対して、他の保管区  $C_j$  ( $j \neq i$ ) と範囲が重複しないように且つどの範囲にも入らない保管期間が生じないように保管期間の範囲（以下「規準保管時区間」という。） $T I_i$  を割り当て、且つ保管区から前記入出荷ゲートまでの距離が小さいほど前記規準保管時区間の区間最小値が小さくなるように前記各保管区  $C_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) の規準保管時区間  $T I_i$  を割り当て、

前記各ユニットロードに対し、該ユニットロード  $U_k$  の前記ロード属性に含まれる保管期間を参照して該ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  を取得し、該保管期間  $T_s(U_k)$  を含む前記規準保管時区間  $T I_m$  が割り当てられた保管区  $C_m$  を選択し、前記棚割情報記憶手段に記憶された棚割の情報を参照し、選択された保管区  $C_m$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃のうち、その時点で他の前記ユニットロードが割り当てられていない棚区劃である空棚を、該ユニットロード  $U_k$  を収容する棚区劃に割り当て、

且つ、前記ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  を含む前記規準保管時区間  $T I_m$  が割り当てられた保管区  $C_m$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃において、その時点で空棚である棚区劃が存在しない場合、

前記棚割情報記憶手段に記憶された棚割の情報を参照し、その時点で空棚が存在する保管区  $C_j$  のうち、その前記規準保管時区間  $T I_j$  と前記ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  との時間距離  $|T_j(U_k) - \min(|T_s(U_k) - T_{j-1}|, |T_s(U_k) - T_j|)|$  (但し、 $T I_j = [T_{j-1}, T_j]$ )。  $T I_j$  は保管区  $C_j$  の規準保管時区間。) が最も小さい保管区  $C_1$  を選択し、選択された保管区  $C_1$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃のうち、その時点で空棚である棚区劃を、該ユニットロード  $U_k$  を収容する棚区劃に割り当てることを特徴とする倉庫管理システム。

#### 【請求項 2】

前記ロード属性には、荷主を特定する情報が含まれており、

前記パレットロケーション決定手段は、

前記各ユニットロードに対し、該ユニットロードのロード属性に含まれる保管期間及び荷主を参照し、荷主及び保管期間が同じユニットロードの集合（以下「同属性ユニットロード集合」という。）に属するユニットロードに対しては、選択された保管区内に於いて、該同属性ユニットロード集合の大きさと同数以上の連鎖する隣接関係がある空棚が存在する場合、該ユニットロードに割り当てられる棚区劃が、同じ同属性ユニットロード集合に属する他の何れかのユニットロードに割り当てられる棚区劃と上下又は左右に隣接するように、前記各ユニットロードに対し棚区劃の割り当てを行うことを特徴とする請求項 1 記載の倉庫管理システム。

#### 【請求項 3】

コンピュータに読み込ませて実行することにより、前記コンピュータを、請求項 1 又は 2 記載の倉庫管理システムの管理サーバとして機能させることを特徴とするプログラム。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、倉庫内における各パレットのロケーション管理を行う倉庫管理システム及びその管理サーバのプログラムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

物流倉庫やトランクルーム（以下、纏めて「倉庫」という。）においては、ユーザ（一般消費者や企業）から保管荷物を預かり、保管荷物を保管用のパレットに収容してユニットロードとし、一定の契約期間、倉庫に保管する。この際、倉庫内でのパレットのロケーション管理や収納スペースの効率化が求められる。斯かるロケーション管理や収納スペースに関する技術としては、特許文献1～4に記載の技術が公知である。

10

## 【0003】

特許文献1に記載の技術は、荷物を預かり保管エリアに保管するトランクルームに於いて、入庫した荷物を入庫口で保管手段（ボックスパレット）に積み付け、保管エリアの床面を区画して設けたロケーション上に置いて保管するとき、荷物の保管情報を、ボックスパレットを基準に収受して管理サーバでフリーロケーション管理を行うロケーション管理システムに関するものである。ボックスパレットには、荷物管理番号を格納したRFタグ（パレットタグ）が外付され、ボックスパレットに積み付けた保管荷物には、貨物番号を格納したRFタグ（荷物タグ）が外付けされる。トランクルームには、保管エリアの床の各ロケーションの手前位置に、それぞれロケーション番号を格納したRFタグ（床タグ）が設置される。入庫口のゲートに設けられた第1読取装置で、保管荷物を積み付けたボックスパレットが通過するとき荷物タグから保管荷物の貨物番号を読み取り、パレットタグから荷物管理番号を読み取り、管理サーバへ通信回線を介して送信する。保管作業用のフォークリフトには第2読取装置を設け、フォークを差し込んでボックスパレットを持ち上げるとき、前面部に設けたアンテナでパレットタグから荷物管理番号の読み取りを開始し、保管エリアの床面上を走行移動するとき、底面部に設けたアンテナで床タグからロケーション番号を読み取り、管理サーバへ通信回線を介して送信する。フォークリフトがボックスパレットの持ち上げ状態で保管エリアを走行移動中に、前面部のアンテナが所定の読取範囲を超えてパレットタグから離れ、荷物管理番号の読取不能状態になると、その直前に底面部のアンテナで読み取ったロケーション番号が当該ボックスパレットに積み付けた保管荷物の置き場所であると判定し、該ロケーション番号を荷物管理番号に紐付けして管理サーバへ送信する。これにより、各ボックスパレットの保管エリア内のロケーションが、自動的に管理サーバで管理（フリーロケーション管理）がされる。

20

30

## 【0004】

また、特許文献2にも、特許文献1と同様に、パレットタグ、床タグ、フォークリフトの車載RFタグリーダー、及び管理サーバ（主制御装置）を用いて、倉庫内のパレットのフリーロケーション管理を行う技術が記載されている。

## 【0005】

特許文献3には、フォークリフトに設置されたRFタグ（フォークリフトタグ）と、倉庫の内部（天井又は床）に設置されたRFIDリーダー（天井リーダー又は床リーダー）と、フォークリフトに設置されるフォークリフト通信部と、フォークリフト通信部と通信可能で乗員に対し指示情報を表示する表示部と、サーバを備え、倉庫内においてフォークリフトの位置の経時的な変化をモニターする倉庫管理システムが記載されている。RFIDリーダーは、フォークリフトタグのID（フォークリフトID）とRFIDリーダーのID（リーダーID）を定期的にサーバに送信し、サーバは、このリーダーIDとリーダーの位置情報とを対応づけてテーブルに格納し、リーダーIDを検索キーとしてテーブルを検索することにより位置情報を抽出し、フォークリフトIDと共に表示する。また、位置情報に基づき指示情報を生成し、指示情報をフォークリフトに送信する。フォークリフトは、受信した指示情報を、搭載された液晶ディスプレイに表示する。各時刻のフォークリフトタグの位置推

40

50

定は、該フォークリフトタグからの電波を受信した各RFIDリーダの位置座標を、該フォークリフトタグからの電波の受信感度で重み付けして足し合わせる方式で推定している。また、指示情報としては、各フォークリフトの現在位置から該フォークリフトがピッキングに向かう棚までの最短経路などとされている（全文献明細書〔0042〕）。

【0006】

特許文献4には、フォークリフト3搭載の車載端末4又は作業員5が携帯する携帯用端末6に、荷物1接近時に荷物1側に取り付けたRFタグ2を自動認識する固体認識機能を備え、フォークリフト3又は携帯用端末6の位置を検出する位置検出手段を設け、この位置検出手段によりフォークリフト3又は携帯用端末6の位置を検出することで、車載端末4又は携帯用端末6により認識したRFタグ2を取り付けた荷物1の位置を検出し、自動的に荷物1の保管場所を特定するようにした物流管理システムが記載されている。これにより、自動的に荷物の保管場所を特定でき、作業員が荷物の保管場所を入力する作業をなくして作業員への負担が軽減され、作業性の向上が図られる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2009-120380号公報

【文献】特開平4-292305号公報

【文献】特開2007-246250号公報

【文献】特開2005-35716号公報

20

【非特許文献】

【0008】

【文献】林和則，「狭帯域信号の到来方向推定」，IEICE Fundamentals Review, Vol. 8, No.3, pp.143-150, (2018)。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

実際の物流倉庫やトランクルームの事業では、ユーザから預かる保管荷物の保管期間が短期のものから長期のものまで極めて多様である。これらの保管期間が異なる保管荷物を倉庫に収納する場合、倉庫内での保管荷物のロケーション及び入庫・出庫日時を漏れなく管理すると共に、入出庫の際の搬送の利便性も考慮したパレットロケーションの管理が必要となる。

30

【0010】

上記特許文献1, 2の倉庫管理システムでは、各パレットにRFタグ（パレットタグ）を外付し、保管エリアの床に位置検出用のRFタグ（床タグ）を埋め込み設置し、フォークリフトに設置したRFIDリーダでパレットタグ及び床タグを読み取ることで、各パレットの保管位置を自動的に検出して、これをサーバで記録・管理するものであるが、各パレットのロケーションを決めるに当たっては保管荷物の保管期間が全く考慮されていない。従って、出し入れが頻繁に行われる保管荷物のパレットが倉庫の奥に配置されることもあり、パレットの入庫・出庫の作業効率が低下することが考えられる。

40

【0011】

上記特許文献3の倉庫管理システムでは、フォークリフトに設置されたRFタグ（フォークリフトタグ）と倉庫の内部（天井又は床）に設置されたRFIDリーダ（天井リーダ又は床リーダ）を用いて、倉庫内のフォークリフトの位置をリアルタイムで把握し、パレットの入庫・出庫の際に、現在のフォークリフトの位置から目的の棚の位置までの最短経路を自動計算して、経路指示をするものであるが、これも、各パレットのロケーションをどのように決めるかについては考慮されておらず、特許文献1, 2の場合と同様に、パレットの入庫・出庫の作業効率が低下することが考えられる。上記特許文献4の倉庫管理システムも同様である。

【0012】

50

そこで、本発明の目的は、保管荷物の各ユニットロード（パレット）の保管期間を考慮して、倉庫の入出庫の際の搬送の利便性も考慮したユニットロード（パレット）のロケーションの管理が可能な倉庫管理技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明に係る管理サーバの第1の構成は、着荷し又は出荷されるユニットロードを建屋に出し入れする一乃至複数の入出荷ゲートが設けられ、建屋内の保管スペースには、1つのユニットロードを保管可能な棚区劃を複数個具有するパレットラックが、街区状に複数個設置された倉庫に対して、該倉庫内での各ユニットロードの運搬及び保管に関する作業管理を行う倉庫管理システムであって、

10

管理サーバと、

各ユニットロードの運搬を行うフォークリフトに搭載されたディスプレイを具備する車載端末装置と、を備え、

前記管理サーバは、

前記倉庫に着荷するコンテナ内のユニットロードの其々について、該ユニットロードの識別番号、保管期間を含むロード属性を記憶するロード属性記憶手段と、

前記倉庫に保管される各ユニットロードに対して該ユニットロードが収納される棚区劃の割り当て情報である棚割情報を記憶する棚割情報記憶手段と、

前記倉庫に一度に着荷する複数のユニットロードを前記各パレットラック内の各棚区劃に収納するに当たり、前記各ユニットロードを収容する棚区劃の割り当てである棚割を行い、その棚割の情報を前記棚割情報記憶手段に保存するパレットロケーション決定手段と、

20

前記倉庫内の前記フォークリフトの現在位置を検出する車両位置検出手段と、

搬送指示生成手段と、

を備え、

前記パレットロケーション決定手段は、前記各ユニットロードの前記ロード属性を参照し、保管期間の短い前記ユニットロードほど、前記入出荷ゲートまでの距離が短い前記パレットラックの棚区劃を割り当てる処理を行うものであり、

搬送指示生成手段は、前記車両位置検出手段で検出される前記フォークリフトの現在位置から、該フォークリフトが運搬する前記ユニットロードに対し前記パレットロケーション決定手段が割り当てた該ユニットロードを収納する棚区劃までの、通路を通る最短経路を計算し、該最短経路の情報を、該ユニットロードを収納する棚区劃の情報とともに、該フォークリフトに搭載された前記車載端末装置へ送信し、

30

前記車載端末装置は、前記管理サーバから、前記最短経路の情報及び前記棚区劃の情報を受信すると、前記ディスプレイに倉庫内のレイアウト図を表示するとともに、該レイアウト図内に、該フォークリフトが運搬する前記ユニットロードを収納する棚区劃の位置と、現在の該フォークリフトの位置と、現在の該フォークリフトの位置から該棚区劃までの最短経路とを表示するものであることを特徴とする。

【0014】

この構成によれば、保管期間の短いユニットロードほど、入出荷ゲートまでの距離が短いパレットラックの棚区劃に保管される。従って、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を最小化することができる。

40

【0015】

ここで、「保管スペース」（storage space）とは、倉庫の建屋内の床上スペースの内、ラックそのものの設置スペース及びラック前面の通路スペースをいう。「入出荷ゲート」（entry-exit gate）とは、倉庫内の保管スペースに荷物の出し入れを行うためのゲートをいう。「コンテナ」（container）とは、物資を収納し、反復使用に適する耐久性のある包装容器をいう（JIS Z 0111：2006, 1018）が、ここでは特に、トラックコンテナ（トラックで牽引されるコンテナ。コンテナ車の荷台箱）や貨物コンテナ（一般貨物用のコンテナ；JIS Z 1627：2015）を指す。「パレット」（pallet）とは、ユニットロードシステムを推進するために用いられ、物品を荷役、輸送、及び保管するために単位数量

50

に取りまとめて載せる面をもつ台（上部構造物をもつものを含む。）をいう（JIS Z 0106：1997, 1001）。「ユニットロード」（unit load）とは、一般には、複数の物品又は包装貨物を、機械及び器具による取扱いに適するように、パレット、コンテナなどを使って一つの単位にまとめた貨物をいう（JIS Z 0111：2006, 1009）が、ここでは特に、パレットを使って一つの単位にまとめた貨物をいう。「ラック」（rack）とは、物品を保管するために使用する支柱と棚で構成される構造物をいう。「パレットラック」（pallet rack）とは、パレットに積載された物品を保管するラックをいう（JIS Z 0111：2006, 4006）。「棚区劃」（rack compartment）とは、ラック内の各棚板及び支柱で仕切られた荷物を置くための区劃空間をいう。「保管開始日」とは、ユニットロードを倉庫で保管し始める日をいう。「保管終了日」とは、ユニットロードを倉庫で保管し終える日をいう。「保管期間」（storage period）とは、保管開始日から保管終了日までの期間をいう。

10

## 【0016】

本発明に係る倉庫管理システムの第2の構成は、前記第1の構成に於いて、前記パレットロケーション決定手段は、前記保管スペースを複数の保管区  $C_1, \dots, C_M$  に区劃して、前記各保管区  $C_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) に対して、他の保管区  $C_j$  ( $j \neq i$ ) と範囲が重複しないように且つどの範囲にも入らない保管期間が生じないように保管期間の範囲（以下「規準保管時区間」という。）  $T I_i$  を割り当て、且つ保管区から前記入出荷ゲートまでの距離が小さいほど前記規準保管時区間の区間最小値が小さくなるように前記各保管区  $C_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) の規準保管時区間  $T I_i$  を割り当て、前記各ユニットロードに対し、該ユニットロード  $U_k$  の前記ロード属性に含まれる保管期間を参照して該ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  を取得し、該保管期間  $T_s(U_k)$  を含む前記規準保管時区間  $T I_m$  が割り当てられた保管区  $C_m$  を選択し、前記棚割情報記憶手段に記憶された棚割の情報を参照し、選択された保管区  $C_m$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃のうち、その時点で他の前記ユニットロードが割り当てられていない棚区劃である空棚を、該ユニットロード  $U_k$  を収容する棚区劃に割り当ててことを特徴とする。

20

## 【0017】

この構成によれば、保管期間の基準保管区間ごとに保管区を割り当て、入出荷ゲートまでの距離が小さい保管区ほど、基準保管区間の保管期間を短くすることで、保管期間の短いユニットロードほど、入出荷ゲートまでの距離が短いパレットラックの棚区劃に保管される。従って、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

30

## 【0018】

ここで、「規準保管時区間」とは、各保管区  $C_i$  ( $i = 1, \dots, M$ ) に対して割り当てられた保管期間の範囲をいう。「空棚」とは、或る時点で他のユニットロードが割り当てられていない棚区劃をいう。

## 【0019】

本発明に係る倉庫管理システムの第3の構成は、前記第2の構成に於いて、前記パレットロケーション決定手段は、前記ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  を含む前記規準保管時区間  $T I_m$  が割り当てられた保管区  $C_m$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃において、その時点で空棚である棚区劃が存在しない場合、前記棚割情報記憶手段に記憶された棚割の情報を参照し、その時点で空棚が存在する保管区  $C_j$  のうち、保管区  $C_m$  からの距離が最も小さい保管区  $C_1$  を選択し、選択された保管区  $C_1$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃のうち、その時点で空棚である棚区劃を、該ユニットロード  $U_k$  を収容する棚区劃に割り当ててことを特徴とする。

40

## 【0020】

この構成によれば、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T(U_k)$  に対応する保管区の棚区

50

劃に空棚がない場合には、その保管区に最も近い空棚のある保管区の棚区劃がユニットロード  $U_k$  の保管棚に割り当てられる。これにより、倉庫に保管するユニットロードが多くなった場合でも柔軟に保管棚の割り当てを行うと共に、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

【0021】

ここで、「保管区  $C_m$  から保管区  $C_1$  までの距離」は、保管区  $C_m$  の中心点（重心）から保管区  $C_1$  の中心点までの距離をいう。

【0022】

本発明に係る倉庫管理システムの第4の構成は、前記第2の構成に於いて、前記パレットロケーション決定手段は、  
前記ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  を含む前記規準保管時区間  $T_{I_m}$  が割り当てられた保管区  $C_m$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃において、その時点で空棚である棚区劃が存在しない場合、  
前記棚割情報記憶手段に記憶された棚割の情報を参照し、その時点で空棚が存在する保管区  $C_j$  のうち、その前記規準保管時区間  $T_{I_j}$  と前記ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  との時間距離  $T_j(U_k) = \min(|T_s(U_k) - T_{j-1}|, |T_s(U_k) - T_j|)$  (但し、 $T_{I_j} = [T_{j-1}, T_j]$ )。  $T_{I_j}$  は保管区  $C_j$  の規準保管時区間。) が最も小さい保管区  $C_1$  を選択し、選択された保管区  $C_1$  に含まれる前記各パレットラックの棚区劃のうち、その時点で空棚である棚区劃を、該ユニットロード  $U_k$  を收容する棚区劃に割り当てることを特徴とする。

【0023】

この構成によれば、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T(U_k)$  に対応する保管区の棚区劃に空棚がない場合には、空棚のある保管区のうち、その保管期間  $T(U_k)$  に最も近い基準保管区間の棚区劃がユニットロード  $U_k$  の保管棚に割り当てられる。これにより、倉庫に保管するユニットロードが多くなった場合でも柔軟に保管棚の割り当てを行うと共に、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

【0024】

本発明に係る倉庫管理システムの第5の構成は、前記第2乃至4の何れか一の構成に於いて、前記ロード属性には、荷主を特定する情報が含まれており、

前記パレットロケーション決定手段は、  
前記各ユニットロードに対し、該ユニットロードのロード属性に含まれる保管期間及び荷主を参照し、荷主及び保管期間が同じユニットロードの集合（以下「同属性ユニットロード集合」という。）に属するユニットロードに対しては、選択された保管区内に於いて、該同属性ユニットロード集合の大きさと同数以上の連鎖する隣接関係がある空棚が存在する場合、該ユニットロードに割り当てられる棚区劃が、同じ同属性ユニットロード集合に属する他の何れかのユニットロードに割り当てられる棚区劃と上下又は左右に隣接するように、前記各ユニットロードに対し棚区劃の割り当てを行うことを特徴とする。

【0025】

この構成によれば、同属性ユニットロード集合に属するユニットロードには、纏まった位置の棚区劃が割り当てられる。同属性ユニットロード集合に属するユニットロードは、同時に入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードの出し入れがされるので、このように纏まった位置の棚区劃を割り当てることで、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

【0026】

ここで、「荷主」(shipper)とは、荷物の持ち主、又は荷送人(発送人)をいう。「同属性ユニットロード」とは、荷主及び保管期間が同じユニットロードの集合をいう。「同属性ユニットロード集合の大きさ」とは、同属性ユニットロード集合に属するユニットロードの数をいう。空棚の集合が、該空棚の集合に属する各空棚が、他の空棚の集合に属する空棚の何れかと隣接関係にある場合、その空棚の集合を「連鎖する空棚群」と呼ぶ。

10

20

30

40

50

2つ以上の空棚が同じ連鎖する空棚群に属する場合には、それらの空棚を「連鎖する隣接関係がある空棚」と呼ぶ。

【0027】

本発明に係るプログラムは、コンピュータに読み込ませて実行することにより、前記コンピュータを、前記第1乃至5の何れか一記載の倉庫管理システムの管理サーバとして機能させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0028】

以上のように、本発明によれば、保管期間の短いユニットロードほど、入出荷ゲートまでの距離が短いパレットラックの棚区劃に保管される。従って、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を最小化することができる。これにより、保管荷物の各ユニットロードの保管期間を考慮して、倉庫の入出庫の際の搬送の利便性も考慮したロケーションの管理が可能な倉庫管理技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本実施例で管理対象となる倉庫の建屋内のレイアウト図である。

【図2】本発明の実施例1に係る倉庫管理システムの構成を表すブロック図である。

【図3】図2の管理サーバ10の機能的構成を表すブロック図である。

【図4】1つのユニットロードをトラックから搬出してパレットラックの棚区劃に収容するまでの倉庫管理システムの一連のセッションの流れを表すフローチャートである。

【図5】パレットロケーション決定部の動作説明で用いる倉庫の建屋内のレイアウト図である。

【図6】保管エリアに配置されているパレットラックとその棚区劃を表す図である。

【図7】実施例1のパレットロケーション決定部23による各ユニットロード $U_k$ を格納する棚区劃4aの決定動作を表すフローチャートである。

【図8】実施例2のパレットロケーション決定部23による各ユニットロード $U_k$ を格納する棚区劃4aの決定動作を表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0031】

(1) 倉庫建屋内のレイアウト

図1は、本実施例で管理対象となる倉庫の建屋内のレイアウト図である。尚、図1は、あくまでも説明のための一例であり、実際には、倉庫レイアウトは、それぞれの倉庫に応じてケース・バイ・ケースで設定される。ユーザ(荷主)から預かる保管荷物は、荷主毎にパレットに収容されてユニットロードとして一つの単位にまとめられ、ユニットロード単位で倉庫内に保管される。

【0032】

倉庫1の建屋内部は、コンテナ輸送により着荷し又は出荷されるユニットロードを保管する保管エリア2と、保管エリア2に保管されたユニットロードを出し入れする入出荷スペース3とが設けられている。保管エリア2には、複数のパレットラック4が街区状(行列状)に設置されている。ここで、「街区」とは、通路に囲まれた一区画(ラックブロック)をいう。各区画(ラックブロック)の間には、フォークリフト7が自由に走行・離合が可能な通路2aが設けられている。各パレットラック4は、物品を保管するために使用する支柱と棚で構成される構造物であり、1つのユニットロードを保管可能な棚区劃4a(上下の棚板4cの間の空間区劃)を複数個具有する(図2参照)。また、其々の棚区劃4aの上側の棚板4cには、該棚区劃4aを特定する棚区劃IDが記憶されているRFタグ(JIS X 0500-3:2009参照)である棚区劃タグ4bが付設されている。各街区の各パレットラック4は、表側が通路2aに面しており、表側から各棚区劃4aへ、ユニットロ

10

20

30

40

50

ードの出し入れが行われる。入出荷スペース3は、保管エリア2の一側辺に面して設けられた、フォークリフト7が自由に走行・離合が可能なスペースである。入出荷スペース3の、保管エリア2の反対側は、トラック8を駐車して荷物の積み下ろし又は積み込みをする、倉庫1の外側のスペースであるトラックパース5に面している。入出荷スペース3とトラックパース5の間には、ドックシェルター(dock shelter; トラックから荷物を出し入れする際に虫やホコリなどが入らないように、また外気がトラックや倉庫内に入ることも防ぐ囲い。)などの入出ゲート6が設けられている。

#### 【0033】

保管荷物を纏めたユニットロードは、トラック8で輸送され、着荷の際は、フォークリフト7により入出ゲート6から入出荷スペース3へ搬入され、保管エリア2内の各パレットトラック4の棚区劃4aへ収容される。また、出荷の際は、ユニットロードは、フォークリフト7により、保管エリア2内の各パレットトラック4の棚区劃4aから入出荷スペース3, 入出ゲート6を通過してトラック8の荷台へ搬出される。

10

#### 【0034】

##### (2) 倉庫管理システムの構成

図2は、本発明の実施例1に係る倉庫管理システムの構成を表すブロック図である。倉庫管理システムは、管理サーバ10, 車載端末装置11, 車載アレイアンテナ12, 車載RFIDリーダ13, 天井RFIDリーダ14, 荷台RFIDリーダ15, 通信回線16, 棚区劃タグ4b, フォークリフトタグ7a, パレットタグ9aを構成として備えている。管理サーバ10は、パーソナルコンピュータやワークステーションなどの汎用コンピュータで構成され、倉庫内での各ユニットロード9の運搬及び保管に関する作業管理を行うコンピュータである。

20

#### 【0035】

棚区劃タグ4bは、上述の通り、各パレットトラック4の各棚区劃4aに対して、其々設けられているRFタグである。棚区劃タグ4bには、それに対応する棚区劃4aの識別情報(棚区劃ID)が記憶されている。フォークリフトタグ7aは、倉庫1の建屋内でユニットロード9の搬送作業を行う各フォークリフト7の天井部に付されたRFタグである。フォークリフトタグ7aには、それに対応するフォークリフト7の識別情報(車両ID)が記憶されている。パレットタグ9aは、ユニットロード9のパレット(平パレット9b, ボックスパレット9c等)に付されたRFタグである。パレットタグ9aには、それに対応するユニットロード9のパレットの識別情報(パレットID)が記憶されている。

30

#### 【0036】

車載端末装置11は、各フォークリフト7に搭載されたタブレットなどの無線通信可能な可搬型コンピュータであり、タッチパネルやキーボード等の入力装置及び液晶ディスプレイ等の表示装置を備えている。車載アレイアンテナ12は、各フォークリフト7に搭載されたアレイアンテナであり、アダプティブ・アレイ(adaptive array)技術(例えば、非特許文献1参照)により、通信方向を自由に指定してRFタグとの通信を高指向性で行うことが可能なアンテナである。車載RFIDリーダ13は、車載アレイアンテナ12を用いて、各棚区劃タグ4b又は各パレットタグ9a等のRFタグに記録された情報の読み取りを行う装置である。天井RFIDリーダ14は、倉庫1の建屋の各所に複数設けられ、内蔵するアダプティブ・アレイ・アンテナにより、各フォークリフト7のフォークリフトタグ7aに記録された情報の読み取りを行う装置である。荷台RFIDリーダ15は、各トラック8の荷台の天井部に設置されたRFIDリーダである。荷台RFIDリーダ15は、無線により通信回線16に接続される。通信回線16は、無線LAN, 有線LANを含むローカル通信ネットワーク(Local Area Network)の通信回線である。管理サーバ10, 各車載端末装置11, 各天井RFIDリーダ14, 及び各荷台RFIDリーダ15は、通信回線16により、相互通信可能に接続されている。

40

#### 【0037】

尚、各トラック8の荷台RFIDリーダ15の代わりとして、各入出ゲート6の上部に取り付けたRFIDリーダである入出ゲートRFIDリーダを用いることもできる。

50

## 【 0 0 3 8 】

図 3 は、図 2 の管理サーバ 1 0 の機能的構成を表すブロック図である。管理サーバ 1 0 は、ロード属性記憶部 2 1 , 棚割情報記憶部 2 2 , パレットロケーション決定部 2 3 , 車両位置検出部 2 4 , 搬送指示生成部 2 5 , 指示送信部 2 6 , 車両情報受信部 2 7 , パレット収納記録部 2 8 , 通信インタフェース ( 通信 I / F ) 2 9 を備えている。これら各部のモジュールは、管理サーバ 1 0 のコンピュータにシステム用プログラムを読み込ませて実行することにより、コンピュータに機能モジュールとして構成されるものである。

## 【 0 0 3 9 】

ロード属性記憶部 2 1 は、コンテナ輸送により倉庫に着荷するコンテナ内のユニットロード 9 の其々について、該ユニットロード 9 の「識別番号」, 「荷主」, 「保管期間」を含む「ロード属性」を記憶し管理するデータベースである。ロードトラッキング記憶部 2 1 a は、各ユニットロード 9 のトラッキング情報を記憶し管理するデータベースである。ここで、「トラッキング情報」とは、各ユニットロードの現在の輸送・保管状況の情報であり、各ユニットロードが、現在までに、輸送又は保管経路上のどこを何時通り、現在どこにあるかに関する情報である。トラッキング情報は、各ユニットロード 9 のパレットに付されたパレットタグ 9 a を用いて、輸送又は保管経路上の各所で随時更新され、通信回線 1 6 を介して管理サーバ 1 0 に送信され、管理サーバ 1 0 は受信されるトラッキング情報により、ロードトラッキング記憶部 2 1 a のデータベースを随時更新する。棚割情報記憶部 2 2 は、倉庫に保管される各ユニットロード 9 に対して該ユニットロード 9 が収納される棚区劃 4 a の割り当て情報である「棚割情報」を記憶し管理するデータベースである。

## 【 0 0 4 0 】

尚、本実施例ではロード属性記憶部 2 1 , ロードトラッキング記憶部 2 1 a を管理サーバ 1 0 内に設けているが、ロード属性記憶部 2 1 , ロードトラッキング記憶部 2 1 a は、外部のクラウドコンピュータ上に設け、管理サーバ 1 0 は通信回線 1 6 を介してロード属性記憶部 2 1 , ロードトラッキング記憶部 2 1 a にアクセスできるようにしてもよい。

## 【 0 0 4 1 】

パレットロケーション決定部 2 3 は、それぞれのコンテナにより倉庫 1 に着荷する複数のユニットロード 9 を、各パレットラック 4 内の各棚区劃 4 a に収納するに当たり、各ユニットロード 9 を収容する棚区劃 4 a の割り当てを行い、その棚割情報を棚割情報記憶部 2 2 に格納する処理を行うモジュールである。

## 【 0 0 4 2 】

車両位置検出部 2 4 は、各天井 R F I D リーダ 1 4 によって検出される各フォークリフト 7 のフォークリフトタグ 7 a の位置 ( 天井 R F I D リーダ 1 4 に対する方位 ) から、倉庫 1 の建屋内における該フォークリフト 7 の位置を検出する処理を行うモジュールである。尚、各天井 R F I D リーダ 1 4 の位置は、建屋の天井に固定されており、各フォークリフト 7 のフォークリフトタグ 7 a の床面からの高さはほぼ一定であることから、天井 R F I D リーダ 1 4 に対するフォークリフトタグ 7 a の方位が検出できれば、三角法によって該フォークリフト 7 の位置を容易に計算することができる。天井 R F I D リーダ 1 4 に対するフォークリフトタグ 7 a の方位の検出については、天井 R F I D リーダ 1 4 によるアレリアンテナの信号処理による到来方向推定法 ( M U S I C 法や E S P R I T 法等。例えば、非特許文献 1 参照。 ) により推定することができる。

## 【 0 0 4 3 】

搬送指示生成部 2 5 は、パレットロケーション決定部 2 3 により決定された棚割情報と車両位置検出部 2 4 により検出される各フォークリフト 7 の位置情報に基づき、各フォークリフト 7 に対するユニットロード 9 の運搬指示情報を生成する処理を行うモジュールである。指示送信部 2 6 は、各フォークリフト 7 の車載端末装置 1 1 に対して、パレットロケーション決定部 2 3 により決定された棚割情報を送信するとともに、搬送指示生成部 2 5 が生成する運搬指示情報を送信する処理を行うモジュールである。

## 【 0 0 4 4 】

車両情報受信部 2 7 は、各フォークリフト 7 の車載端末装置 1 1 から送られてくる、

パレットタグ 9 a 又は棚区劃タグ 4 b から読み取られる情報 (パレット ID , 棚区劃 ID の情報) を受信する処理を行うモジュールである。パレット収納記録部 2 8 は、各フォークリフト 7 がユニットロード 9 を棚区劃 4 a に収納したときに、その収納時の (パレット ID , 棚区劃 ID ) の組み合わせの情報を、棚割情報記憶部 2 2 に記録する処理を行うモジュールである。

【 0 0 4 5 】

通信 I / F 2 9 は、通信回線 1 6 を介して、管理サーバ 1 0 と、各天井 R F I D リーダ 1 4 及び各フォークリフト 7 の車載端末装置 1 1 との間での通信処理を行うモジュールである。

【 0 0 4 6 】

( 3 ) 倉庫管理システムの単位ユニットロード収容セッションの動作

以上のように構成された本実施例の倉庫管理システムについて、以下、その動作を説明する。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、1つのユニットロードをトラックから搬出してパレットラックの棚区劃に収容するまでの倉庫管理システムの一連のセッションの流れを表すフローチャートである。

【 0 0 4 8 】

まず、トラックバース 5 の入出ゲート 6 (ここでは「Gate1」とする。)にトラック 8 が到着すると、通信回線 1 6 を介して、トラック 8 の荷台 R F I D リーダ 1 5 が管理サーバ 1 0 と交信を行い、管理サーバ 1 0 は、トラック 8 が入出ゲート Gate1 に到着したことを検知する ( S 1 0 , S 3 0 )。

【 0 0 4 9 】

管理サーバ 1 0 のパレットロケーション決定部 2 3 は、荷台 R F I D リーダ 1 5 の識別番号によって特定されるトラック 8 の荷台に搭載されている全てのユニットロード 9 を、ロードトラッキング記憶部 2 1 a を参照することによって抽出し、抽出された各ユニットロード 9 を収納するパレットラック 4 の棚区劃 4 a を決定し、その結果を棚割情報記憶部 2 2 のデータベースに保存する ( S 1 1 )。この決定方法については、後述する。

【 0 0 5 0 】

尚、本実施例では、パレットロケーション決定部 2 3 による各ユニットロード 9 を収納するパレットラック 4 の棚区劃 4 a の決定を行うタイミングは、トラック 8 が入出ゲートに到着した後として説明するが、この棚区劃 4 a の決定を行うタイミングは、保管荷物の受け付けや予約を行ったとき (例えば、配送センターやインターネット上の予約サイトなどで保管荷物の受け付けや予約を行ったとき。)とすることもできる。

【 0 0 5 1 】

次に、トラックバース 5 の入出ゲート 6 (ここでは「Gate1」とする。)に駐車したトラック 8 の荷台にフォークリフト 7 が侵入し、荷台に積まれたユニットロード 9 の 1 つをフォークで捕捉し、荷台から入出ゲート Gate1 を通って入出荷スペース 3 へ退出する。このとき、フォークリフト 7 の車載 R F I D リーダ 1 3 は、捕捉したユニットロード 9 のパレットに付されたパレットタグ 9 a のパレット ID (ここでは「PID1」とする。)を読み取り、車載端末装置 1 1 は、読み取ったパレット ID (PID1) を管理サーバ 1 0 へ送信する ( S 0 2 )。また、トラック 8 の荷台出口の天井部中央に設けられた荷台 R F I D リーダ 1 5 は、荷台から退出するフォークリフト 7 のフォークリフトタグ 7 a の車両 ID (ここでは「FID1」とする。)、及び、荷台から退出するユニットロード 9 のパレットに付されたパレットタグ 9 a のパレット ID (PID1) を読み取り、読み取った車両 ID (FID1) 及びパレット ID (PID1) を管理サーバ 1 0 へ送信する ( S 3 2 )。また、フォークリフト 7 が退出する入出ゲート Gate1 付近の建屋天井に設けられた天井 R F I D リーダ 1 4 は、入出ゲート Gate1 から退出するフォークリフト 7 のフォークリフトタグ 7 a の車両 ID (FID1)、及び、入出ゲート 6 から退出するユニットロード 9 のパレットに付されたパレットタグ 9 a のパレット ID (PID1) を読み取り、読み取った車両 ID (FID1) 及びパレット ID (PID1) を管理サーバ 1 0 へ送信す

10

20

30

40

50

る ( S 2 2 )。

【 0 0 5 2 】

管理サーバ 1 0 は、これら、フォークリフト 7 の車載端末装置 1 1 , トラック 8 の荷台 R F I D リーダ 1 5 , 入出ゲート Gate 1 付近の天井 R F I D リーダ 1 4 から同時刻に送信される車両 I D ( F I D 1 ) 及びパレット I D ( P I D 1 ) を受信すると、車両 I D が F I D 1 のフォークリフト 7 ( 以下「フォークリフト F I D 1 」と呼ぶ。 ) がパレット I D が P I D 1 のユニットロード 9 ( 以下「ユニットロード P I D 1 」と呼ぶ。 ) を捕捉して入出ゲート Gate 1 を出たと判定する ( S 1 2 )。そして、フォークリフト F I D 1 がユニットロード P I D 1 を捕捉して入出ゲート Gate 1 を退出したことが検出されると、ユニットロード P I D 1 を収納するパレットラック 4 の棚区劃 4 a を棚割情報記憶部 2 2 から読み出す。ここでは、決定された棚区劃 4 a の棚区劃タグ 4 b の棚区劃 I D を「 R I D 1 」とし、以下ではこの棚区劃 I D が「 R I D 1 」の棚区劃 4 a を「棚区劃 R I D 1 」と呼ぶ。

10

【 0 0 5 3 】

次に、管理サーバ 1 0 の車両位置検出部 2 4 は、各天井 R F I D リーダ 1 4 で検出されるフォークリフト F I D 1 の位置 ( 天井 R F I D リーダ 1 4 に対する相対位置 ) から、倉庫 1 の建屋内に於けるフォークリフト F I D 1 の現在の位置 ( 絶対位置 ) を逐次算出し続ける。管理サーバ 1 0 の搬送指示生成部 2 5 は、フォークリフト F I D 1 の現在の位置から棚区劃 R I D 1 までの通路 2 a を通る最短経路を計算し、この最短経路の情報を、ユニットロード P I D 1 を収納する棚区劃 I D ( R I D 1 ) とともに、フォークリフト F I D 1 の車載端末装置 1 1 へ送信する ( S 1 3 )。フォークリフト F I D 1 の車載端末装置 1 1 は、この情報を受信すると、ディスプレイに、図 1 のような建屋内のレイアウト図を表示するとともに、この図内に、ユニットロード P I D 1 を収納する棚区劃 R I D 1 の位置と、現在のフォークリフト F I D 1 の位置と、現在のフォークリフト F I D 1 の位置から棚区劃 R I D 1 までの最短経路とを表示する ( S 0 3 )。

20

【 0 0 5 4 】

フォークリフト F I D 1 を運転する作業者は、このディスプレイに表示された経路に沿って、フォークリフト F I D 1 を移動させる。フォークリフト F I D 1 が建屋内を移動すると、車両位置検出部 2 4 は、各天井 R F I D リーダ 1 4 で検出されるフォークリフト F I D 1 の位置 ( 天井 R F I D リーダ 1 4 に対する相対位置 ) から、倉庫 1 の建屋内に於けるフォークリフト F I D 1 の現在の位置 ( 絶対位置 ) を逐次算出し、搬送指示生成部 2 5 は、フォークリフト F I D 1 の現在の位置から棚区劃 R I D 1 までの通路 2 a を通る最短経路を再計算し、この最短経路の情報及びフォークリフト F I D 1 の現在位置の情報を、フォークリフト F I D 1 の車載端末装置 1 1 へ送信する ( S 2 4 , S 1 4 )。フォークリフト F I D 1 の車載端末装置 1 1 は、逐次更新される最短経路の情報及び現在位置を、ディスプレイ上のレイアウト図上に表示する ( S 0 4 )。

30

【 0 0 5 5 】

フォークリフト F I D 1 が棚区劃 R I D 1 に到着し、フォークリフト F I D 1 のフォークからユニットロード P I D 1 を棚区劃 R I D 1 へ下ろすと、フォークリフト F I D 1 の車載 R F I D リーダ 1 3 は、棚区劃 R I D 1 の棚区劃タグ 4 b の電波到来方向及びユニットロード P I D 1 のパレットタグ 9 a の電波到来方向を検出し、車載端末装置 1 1 は、これらの電波到来方向の関係から、ユニットロード P I D 1 が棚区劃 R I D 1 に収納されたことを判定する。そして、車載端末装置 1 1 は、パレット I D ( P I D 1 ) 及び棚区劃 I D ( R I D 1 ) の情報と共に、収納完了の情報を管理サーバ 1 0 に送信する ( S 0 5 )。管理サーバ 1 0 のパレット収納記録部 2 8 は、これらの情報を受信すると、棚割情報記憶部 2 2 に、ユニットロード P I D 1 が棚区劃 R I D 1 に収納された旨の情報を記録する ( S 1 5 )。以上により、1 つのユニットロードをトラックから搬出してパレットラックの棚区劃に収容するまでの倉庫管理システムの一連のセッション処理が終了する。

40

【 0 0 5 6 】

( 4 ) パレットロケーション決定動作の説明

次に、図 4 のステップ S 1 2 に於ける、パレットロケーション決定部 2 3 による、ユニ

50

ットロード P I D 1 を収納するパレットラック 4 の棚区劃 4 a の決定方法について詳述する。

【 0 0 5 7 】

( 4 . 1 ) 基本的な用語及び記号の定義

図 5 は、パレットロケーション決定部の動作説明で用いる倉庫の建屋内のレイアウト図である。図 6 は、保管エリア 2 に配置されているパレットラック 4 とその棚区劃 4 a を表す図である。尚、図 5 では、保管エリア 2 内のパレットラック 4 の配置と、入出荷スペース 3 の入出ゲート 6 の配置は、図 1 と同様としている。以下では、まず、パレットロケーション決定動作の説明において用いる基本的な用語及び記号について説明する。

【 0 0 5 8 】

〔 A 〕 入出荷スペース

入出荷スペース 3 は、保管エリアと入出ゲートの間で貨物 (ユニットロード 9 ) を出し入れするためのスペースである。入出荷スペース 3 のトラックバース 5 の側の右辺には、 $N_g$  個の入出ゲート  $Gate_j$  ( $j = 1, 2, \dots, N_g$ ) が設けられている (図 5 では  $N_g = 5$ )。ここで、 $j$  は入出ゲート番号を表す。また、入出ゲート  $Gate_j$  の位置座標を  $(x_j^{(g)}, y_j^{(g)})$  とする。入出荷スペース 3 の保管エリア 2 の側の左辺は、保管エリア 2 の通路口及び入出荷スペース 3 に隣接するラック  $R_{1, y}$  に面している。これらの通路口及び隣接ラック  $R_{1, y}$  の位置を、図 5 の上側から順に、 $M_1, M_2, \dots, M_{N_y + N_{p_y}}$  とする。ここで、 $N_y$  は保管エリアに行列状に配置されたラックの行数、 $N_{p_y}$  は保管エリアの行方向の通路の数である。図 5 では、 $N_y = 6, N_{p_y} = 3$  である。これらの各点  $M_1, M_2, \dots, M_{N_y + N_{p_y}}$  を「始点」と呼ぶ。また、始点  $M_k$  ( $k = 1, \dots, N_y + N_{p_y}$ ) の座標を  $(x_k^{(m)}, y_k^{(m)})$  とする。入出ゲート  $Gate_j$  から始点  $M_k$  までの直線距離 (図 5 の線分  $Gate_j M_k$  の長さ) を  $l_{jk}^{(0)}$  とする。

【 0 0 5 9 】

【数 1】

$$l_{jk}^{(0)} = \sqrt{\left(x_k^{(m)} - x_j^{(g)}\right)^2 + \left(y_k^{(m)} - y_j^{(g)}\right)^2} \quad (1)$$

である。

【 0 0 6 0 】

〔 B 〕 保管エリア

今、図 5 に示すように、 $x$  方向と  $y$  方向を設定し、保管エリアの床面上に  $N_y \times N_x$  行列で配置された各パレットラック 4 を  $R_{x, y}$  ( $x = 1, \dots, N_x; y = 1, \dots, N_y$ ) と記す。ここで、 $N_y$  はパレットラック 4 の行数、 $N_x$  はパレットラック 4 の列数 (図 5 では  $N_x = 10, N_y = 6$ ) である。そして、各パレットラック  $R_{x, y}$  の棚の段数を  $N_{row}$  とする。また、パレットラック  $R_{x, y}$  の  $r$  段目 ( $r = 1, \dots, N_{row}$ ) の棚区劃 4 a を  $S_{x, y, r}$  と記す (図 6 参照)。簡単化のため、各棚区劃には通し番号を割り当てることとし、各パレットラックの各棚区劃を  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N_s$ ) と記す。ここで、 $i$  は棚番号を表し、

【 0 0 6 1 】

【数 2】

$$S_i = S_{x,y,r} \quad (\text{where } i = N_{row}(N_x(y-1) + x-1) + r) \quad (2a)$$

$$N_s = N_x N_y N_{row} \quad (2b)$$

とする。

【 0 0 6 2 】

行列状に配置された各パレットラック 4 は 2 列毎に縦通路で仕切られ、3 行毎に横通路で仕切られている。そして、保管エリア 2 を、図 5 の点線 (以下「格子線」) で示すよう

10

20

30

40

50

に格子状に分割する。横方向の格子間隔は  $d_x$ 、縦方向の格子間隔は  $d_y$  とする。各パレットラック 4 の通路（又は入出荷スペース 3）に面する縦辺（パレットラック 4 の貨物入出側面）中央近傍の通路 2 a 上の格子点（図 5 の白丸点）を、そのパレットラック 4 の「入出点」とする。また、図 5 で一点鎖線（図 5 では、格子線との重なりを避けて見易くするため僅かにずらして記載。）で示したように、通路上の格子線をフォークリフトの「動線」(traffic line) とする。各パレットラック  $R_{x,y}$  の入出点を  $q_{x,y}$  と記し、その格子座標を  $(i_x, i_y)$  とする。ここで、 $i_x$  は入出荷スペースから入出点  $q_{x,y}$  までの横方向の格子点数、 $i_y$  は入出点  $q_{x,y}$  に最も近い横通路上の格子点から入出点  $q_{x,y}$  までの縦方向の格子点数とする。例えば、図 5 において、パレットラック  $R_{5,3}$  の入出点  $q_{5,3}$  の格子座標は  $(8, 1)$ 、パレットラック  $R_{8,5}$  の入出点  $q_{8,5}$  の格子座標は  $(15, 2)$  である。

10

【0063】

入出荷スペースからパレットラック  $R_{x,y}$  までの格子線に沿った最短距離を「道程距離」と呼び、 $l(R_{x,y})$  と記す。道程距離  $l(R_{x,y})$  は、パレットラック  $R_{x,y}$  の入出点  $q_{x,y}$  ( $i_x, i_y$ ) から、入出点  $q_{x,y}$  に最も近い始点  $M_k$  までのシティーブロック距離である。すなわち、

【0064】

【数 3】

$$l(R_{x,y}) := i_x d_x + i_y d_y \quad (3)$$

20

である。

【0065】

また、入出荷スペースからパレットラック  $R_{x,y}$  内の棚区劃  $S_{x,y,r}$  ( $= S_i$ ) までの道程距離  $l_i$  ( $= l(S_i) = l(S_{x,y,r})$ ) を  $l(R_{x,y})$  とする。

【0066】

【数 4】

$$l_i = l(S_i) = l(S_{x,y,r}) := l(R_{x,y}) \quad (4)$$

(where  $i = N_{row}(N_x(y-1) + x - 1) + r$ )

30

【0067】

また、入出点  $q_{x,y}$  に最も近い始点を  $M_k$  とすると、入出ゲート  $Gate_j$  から棚区劃  $S_{x,y,r}$  ( $= S_i$ ) までの最短道程距離  $l_{ji}$  を、

【0068】

【数 5】

$$l_{ji} := l_{jk}^{(0)} + l_i \quad (5)$$

と定義する。

【0069】

40

〔C〕ユニットロード

入出ゲート 6 に着荷したユニットロード 9 を  $U_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N_u$ ) とする。 $k$  はユニットロード番号を表す。 $N_u$  は着荷したユニットロード 9 の数を表す。ユニットロード  $U_k$  の識別番号を  $ID(U_k)$  と記す。ユニットロード  $U_k$  の保管期間を  $T_s(U_k)$  と記す。ユニットロード  $U_k$  の荷主を  $O_w(U_k)$  と記す。また、ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃を  $S(U_k)$  と記す。各ユニットロード  $U_k$  のパレットに付されているパレットラック 4 には、そのユニットロード  $U_k$  の識別番号  $ID(U_k)$  が記憶されている。

【0070】

各ユニットロード  $U_k$  には、識別番号  $ID(U_k)$ 、荷主  $O_w(U_k)$ 、保管期間  $T_s(U_k)$  を含むロード属性が与えられており、これらロード属性は、ユーザから保管荷物を

50

預かる際に管理サーバ10に入力され、ロード属性記憶部21のデータベースに記憶・管理されている。ロード属性は組(識別番号, 荷主, 保管期間, ...)により表されるが、このうち、荷主と保管期間のみを抜き出した組(荷主, 保管期間)を「特定ロード属性」と呼ぶこととし、記号 $A_p$  ( $p = 1, 2, \dots$ )で記す。ここで、 $p$ は特定ロード属性の組み合わせを指定する番号である。1台のトラック8により倉庫1の或る入出ゲート6に着荷する全てのユニットロード $U_k$ の集合 $\{U_k\}$ のうち、特定ロード属性が $A_p$ であるユニットロード $U_k$ の部分集合(以下「同属性ユニットロード集合」という。)を $\{U_k | A_p\}$ と記す。また、同属性ユニットロード集合 $\{U_k | A_p\}$ の元の個数を、同属性ユニットロード集合 $\{U_k | A_p\}$ の「大きさ」と呼び、 $|A_p|$ と記す。例えば、或る1台のトラック8により倉庫1に着荷する30個の全てのユニットロード $U_k$ のうち、特定ロード属性が、 $A_1 = (P株式会社, 10日)$ のユニットロードが10個、 $A_2 = (P株式会社, 30日)$ のユニットロードが15個、 $A_3 = (Q株式会社, 30日)$ のユニットロードが4個、 $A_4 = (Q株式会社, 60日)$ のユニットロードが1個とした場合、 $|A_1| = 10$ 、 $|A_2| = 15$ 、 $|A_3| = 4$ 、 $|A_4| = 1$ である。

10

【0071】

〔D〕基本棚区劃集合

保管エリア2内の棚区劃4aの全体集合を、入出荷スペース3から棚区劃4aまでの最短距離に応じてM個の部分集合 $G_1, G_2, \dots, G_M$ にグループ分けする。部分集合 $G_m$ に属する棚区劃 $S_i$ の道程距離 $l_i$ は、 $L_{m-1} < l_i < L_m$ であるとし、 $L_0 = 0 < L_1 < \dots < L_{M-1} < L_M = \infty$ とする。すなわち、

20

【0072】

【数6】

$$G_m = \{S_i | L_{m-1} \leq l_i < L_m\} \tag{6}$$

とする。この部分集合 $G_m$ を「基本棚区劃集合」と呼ぶ。 $m = m'$ とすると、 $G_m \cap G_{m'} = \emptyset$  (  $\emptyset$  は空集合 ) である。基本棚区劃集合 $G_m$ に含まれる棚区劃の数 ( $G_m$ の元の個数) を $|G_m|$ と記し、これを基本棚区劃集合 $G_m$ の「要素数」と呼ぶ。図5では、各棚区劃を、 $M = 6$ 個の基本棚区劃集合 $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ にグループ分けしている。各基本棚区劃集合は、

30

【0073】

【数7】

$$\begin{aligned} G_1 &= \{S_{x,y,r} | x = 1; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \\ G_2 &= \{S_{x,y,r} | x = 2, 3; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \\ G_3 &= \{S_{x,y,r} | x = 4, 5; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \\ G_4 &= \{S_{x,y,r} | x = 6, 7; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \\ G_5 &= \{S_{x,y,r} | x = 8, 9; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \\ G_6 &= \{S_{x,y,r} | x = 10; \quad y = 1, \dots, 6; \quad r = 1, \dots, N_{row}\} \end{aligned} \tag{7}$$

40

であり、 $\Delta$  を  $0 < \Delta < \min(d_x, d_y)$ の或る定数として、

【0074】

【数8】

$$\begin{aligned} L_1 &= \Delta, & L_2 &= 4d_x + 2d_y + \Delta, \\ L_3 &= 8d_x + 2d_y + \Delta, & L_4 &= 12d_x + 2d_y + \Delta, \\ L_5 &= 16d_x + 2d_y + \Delta & L_6 &= \infty \end{aligned} \tag{8}$$

としている。また、各基本棚区劃集合 $G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6$ の要素数は、 $|G_1| = |G_6| = 6$ 、 $|G_2| = |G_3| = |G_4| = |G_5| = 12$ である。

50

## 【 0 0 7 5 】

保管エリア 2 を基本棚区劃集合  $G_1, G_2, \dots, G_M$  が設置された部分領域 ( 図 5 に於いて一点鎖線で囲まれた各部分領域 )  $C_1, C_2, \dots, C_M$  に分割するとき、其々の基本棚区劃集合  $G_m$  に対応する保管エリア 2 の分割領域  $C_m$  を「保管区」と呼ぶ。保管区と基本棚区劃集合とは一対一対応する。

## 【 0 0 7 6 】

## 〔 E 〕 基準保管時区間

其々の基本棚区劃集合  $G_m$  に属する各棚区劃 4 a に保管されるユニットロード 9 の保管期間の範囲の規準値を「規準保管時区間」と呼ぶ。基本棚区劃集合  $G_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) の規準保管時区間を  $TI_m = [T_{m-1}, T_m)$  とし、 $T_0 = 0 < T_1 < \dots < T_M =$  とする。

10

## 【 0 0 7 7 】

## 〔 F 〕 空棚

各パレットラック 4 の各棚区劃  $S_i$  のうち、ユニットロード 9 が保管されておらず、且つ保管予約もされていない棚区劃を「空棚」と呼ぶ。 $N_q$  個 ( $N_q > 1$ ) の空棚の其々が、他の何れかの空棚に対し上下又は左右で隣接している ( 連鎖する隣接関係がある ) 場合、この  $N_q$  個の空棚を「連鎖する  $N_q$  個の空棚群」と呼ぶ。基本棚区劃集合  $G_m$  に含まれる空棚の集合を  $Z(G_m)$  と記し、集合  $Z(G_m)$  の元の個数 ( 要素数 ) を  $|Z(G_m)|$  と記す。また、基本棚区劃集合  $G_m$  に含まれる連鎖する  $N_q$  個の空棚群の集合を  $Z(G_m; N_q)$  と記し、集合  $Z(G_m; N_q)$  の元の個数 ( 要素数 ) を  $|Z(G_m; N_q)|$  と記す。また、基本棚区劃集合  $G_m$  に含まれる連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群の集合を  $Z(G_m; N_q)$  と記し、集合  $Z(G_m; N_q)$  の元の個数 ( 要素数 ) を  $|Z(G_m; N_q)|$  と記す。例えば、基本棚区劃集合  $G_m$  に 10 個の空棚  $S_1 \sim S_{10}$  があり、このうち、5 個の空棚  $S_1 \sim S_5$  が独立 ( 他の空棚と隣接していない ) で、2 個の空棚  $S_6, S_7$  が互いに隣接し、3 個の空棚  $S_8, S_9, S_{10}$  が連鎖する隣接関係にあり、空棚 ( $S_6, S_7$ ) と空棚 ( $S_8, S_9, S_{10}$ ) との間では隣接関係が全くないとすると、 $|Z(G_m; 1)| = 5$ 、 $|Z(G_m; 2)| = 1$ 、 $|Z(G_m; 3)| = 1$ 、 $|Z(G_m; 1)| = 10$ 、 $|Z(G_m; 2)| = 2$ 、 $|Z(G_m; 3)| = 1$  である。

20

## 【 0 0 7 8 】

連鎖する  $N_q$  個の空棚群の集合  $Z(G_m; N_q)$  が空集合ではない場合、集合  $Z(G_m; N_q)$  に属する ( 集合  $Z(G_m; N_q)$  の要素である )、個々の連鎖する  $N_q$  個の空棚群を  $B(G_m; N_q)$  ( $= 1, \dots, |Z(G_m; N_q)|$ ) と記す。また、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群の集合  $Z(G_m; N_q)$  が空集合ではない場合、集合  $Z(G_m; N_q)$  に属する ( 集合  $Z(G_m; N_q)$  の要素である )、個々の連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群を  $B(G_m; N_q)$  ( $= 1, \dots, |Z(G_m; N_q)|$ ) と記す。また、空棚群  $B(G_m; N_q)$ 、 $B(G_m; N_q)$  の要素数を、それぞれ  $|B(G_m; N_q)|$ 、 $|B(G_m; N_q)|$  と記す。

30

## 【 0 0 7 9 】

## ( 4 . 2 ) パレットロケーション決定動作の説明

入出ゲート  $Gate_j$  に  $N_u$  個のユニットロード  $U_k$  ( $k = 1, \dots, N_u$ ) が着荷した場合、パレットロケーション決定部 2 3 は、各ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃 4 a を、次のようなロケーション決定アルゴリズムに従って決定する。

40

## 【 0 0 8 0 】

( A ) ユニットロード  $U_k$  が属する同属性ユニットロード集合  $\{U_k | A_q\}$  の大きさ  $|A_q| = N_q$  が 1 の場合

## 【 0 0 8 1 】

( A . 1 ) ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  が属する規準保管時区間  $TI_m = [T_{m-1}, T_m)$  ( $T_s(U_k) \in TI_m$ ) を検索し、ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃 4 a を、基本棚区劃集合  $G_m$  に属するものと仮決定する。また、探索範囲  $r$  を 1 に設定する。

50

## 【 0 0 8 2 】

( A . 2 ) 基本棚区劃集合  $G_m$  に空棚がある場合 (  $| Z ( G_m ) | > 0$  の場合 ) には、基本棚区劃集合  $G_m$  を、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  と決定する。

## 【 0 0 8 3 】

( A . 3 ) 基本棚区劃集合  $G_m$  に空棚がない場合 (  $| Z ( G_m ) | = 0$  の場合 )、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れかの基本棚区劃集合であって空棚がある基本棚区劃集合を、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  と決定する。このとき、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れにも空棚があった場合には、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  は、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  のうち入出荷スペース 3 に近い方に決定する。

10

## 【 0 0 8 4 】

( A . 4 ) 基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れにも空棚がない場合には、探索範囲  $r$  を 1 だけ増やして再び ( A . 3 ) の探索を行うという処理を、空棚がある基本棚区劃集合が見つかるまで繰り返す。これにより、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  を決定する。

## 【 0 0 8 5 】

( A . 5 ) ( A . 2 ) ~ ( A . 4 ) で決定された基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  に属する空棚のうち、入出ゲート  $Gate_j$  からの最短道程距離  $l_j$  が最小の空棚を検索し、これをユニットロード  $U_k$  の棚区劃  $S ( U_k )$  に決定する。

20

## 【 0 0 8 6 】

( B ) ユニットロード  $U_k$  が属する同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_q \}$  の大きさ  $| A_q | = N_q$  が 2 以上の場合

この場合、それぞれの同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  をひとまとまりとして、属する同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  に属する全てのユニットロード  $U_k$  についての棚区劃  $S ( U_k )$  の決定を行う。具体的には、次のようにして行う。

## 【 0 0 8 7 】

( B . 1 ) 或るユニットロード  $U_k$  が属する同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  に属する全てのユニットロード  $U_k$  について、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s ( U_k )$  が属する規準保管時区間  $T I_m = [ T_{m-1}, T_m )$  (  $T_s ( U_k ) \in T I_m$  ) を検索し、ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃  $4 a$  を、基本棚区劃集合  $G_m$  に属するものと仮決定する。また、探索範囲  $r$  を 1 に設定する。

30

## 【 0 0 8 8 】

( B . 2 ) 基本棚区劃集合  $G_m$  に連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群がある場合 (  $| Z ( G_m ; N_q ) | > 0$  の場合 ) には、基本棚区劃集合  $G_m$  を、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  と決定する。

## 【 0 0 8 9 】

( B . 3 ) 基本棚区劃集合  $G_m$  に連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群がない場合 (  $| Z ( G_m ; N_q ) | = 0$  の場合 )、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れかの基本棚区劃集合で連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群がある基本棚区劃集合を、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  と決定する。このとき、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れにも連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群があった場合には、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  は、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  のうち入出荷スペース 3 に近い方に決定する。

40

## 【 0 0 9 0 】

( B . 4 ) 基本棚区劃集合  $G_m$ 、 $G_{m-r}$ 、 $G_{m+r}$  の何れにも連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群がない場合 ( 即ち、 $| Z ( G_m ; N_q ) | = 0$ 、 $| Z ( G_{m-r} ; N_q ) | = 0$ 、 $| Z ( G_{m+r} ; N_q ) | = 0$  の場合 )、ユニットロード  $U_k$  が属する同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  を 2 つに等分割 (  $N_q$  が奇数の場合は要素数  $[ N_q / 2 ]$  個の集合と要素数  $[ N_q / 2 ] + 1$  個の集合に分割。但し、 $[ ]$  はガウス記号。 ) して、分

50

割した其々の同属性ユニットロード集合に対して、上記 ( B . 2 ) , ( B . 3 ) の基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  の決定処理を再度行う。この分割と分割後の再度の基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  の決定処理は、同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  に属する全てのユニットロード  $U_k$  の基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  が決定されるまで繰り返される。

【 0 0 9 1 】

( B . 5 ) 上記 ( B . 2 ) ~ ( B . 4 ) の処理でも同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_p \}$  に属する全てのユニットロード  $U_k$  の基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  が決定できない場合には、探索範囲  $r$  を 1 だけ増やして再び ( B . 2 ) ~ ( B . 4 ) の探索を行うという処理を、空棚群がある基本棚区劃集合が見つかるまで繰り返す。これにより、ユニットロード  $U_k$  の棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  を決定する。

10

【 0 0 9 2 】

( B . 6 ) ( B . 2 ) ~ ( A . 5 ) で決定された基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  に属する連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群  $B ( G_m ; N_q ) ( = 1 , \dots , | Z ( G_m ; N_q ) | )$  のうち、入出ゲート  $Gate_j$  からの最短道程距離  $l_j [ B ( G_m ; N_q ) ]$  が最小の空棚を検索し、これをユニットロード  $U_k$  の棚区劃  $S ( U_k )$  に決定する。ここで、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群  $B ( G_m ; N_q )$  の入出ゲート  $Gate_j$  からの最短道程距離  $l_j [ B ( G_m ; N_q ) ]$  は、次式で定義されるものとする。

【 0 0 9 3 】

【数 9】

$$l_j [ B_\beta ( G_m ; \geq N_q ) ] := \min_{B_\alpha ( G_m ; N_q ) \in B_\beta ( G_m ; \geq N_q )} l_j [ B_\alpha ( G_m ; N_q ) ] \quad (9a) \quad 20$$

$$l_j [ B_\alpha ( G_m ; N_q ) ] := \frac{1}{N_q} \sum_{S_i \in B_\alpha ( G_m ; N_q )} l_{ji} \quad (9b)$$

【 0 0 9 4 】

ここで、上式中の空棚群  $B ( G_m ; N_q )$  は、空棚群  $B ( G_m ; N_q )$  に属する連鎖する  $N_q$  個の空棚群である。棚区劃  $S_i$  は、空棚群  $B ( G_m ; N_q )$  に属する個々の棚区劃である。  $l_{ji}$  は、棚区劃  $S_i$  に対して式 ( 5 ) で定義される入出ゲート  $Gate_j$  からの最短道程距離である。

30

【 0 0 9 5 】

図 7 は、実施例 1 のパレットロケーション決定部 2 3 による各ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃 4 a の決定動作を表すフローチャートである。図 7 は、上記のロケーション決定アルゴリズムをさらに具体化したものである。図 7 では、1 台のトラック 8 により、入出ゲート  $Gate_j$  に  $N_u$  個のユニットロード 9 が着庫した場合についてのパレットロケーション決定部 2 3 による各ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃 4 a の決定動作を表す。

【 0 0 9 6 】

まず、パレットロケーション決定部 2 3 は、ロードトラッキング記憶部 2 1 a を参照して、トラック 8 により入出ゲート  $Gate_j$  に着庫した ( 即ち、トラック 8 の荷台に積まれている ) 全ユニットロードの集合  $\{ U_k \}$  を得る。次いで、パレットロケーション決定部 2 3 は、ロード属性記憶部 2 1 を参照して集合  $\{ U_k \}$  に属する各ユニットロード  $U_k ( k = 1 , \dots , N_u )$  の特定ロード属性 ( ( 荷主 , 保管期間 ) 属性 ) を取得する。そして、全ユニットロードの集合  $\{ U_k \}$  を、特定ロード属性が同一の部分集合 ( 同属性ユニットロード集合 )  $\{ U_k | A_1 \} , \{ U_k | A_2 \} , \dots , \{ U_k | A_n \}$  に分割する ( S 1 0 1 ) 。ここで、  $n$  は、分割された同属性ユニットロード集合の数である。ここで、  $\{ U_k | A_1 \} , \{ U_k | A_2 \} , \dots , \{ U_k | A_n \}$  は、パレットロケーション決定部 2 3 によって、要素数が大きい順にソーティングされているものとする。即ち、  $| A_1 | \geq | A_2 | \geq \dots \geq | A_n |$  であるとする。

40

【 0 0 9 7 】

次に、パレットロケーション決定部 2 3 は、同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_a \}$

50

のインデックス  $a$  を 1 から  $n$  まで変化させながら、以下のステップ S 1 0 3 ~ S 1 1 9 の動作を繰り返す ( S 1 0 2 , S 1 2 0 )。

【 0 0 9 8 】

まず、パレットロケーション決定部 2 3 は、内部変数として保持している探索範囲  $r$  を 1 に設定する ( S 1 0 3 )。

【 0 0 9 9 】

次に、パレットロケーション決定部 2 3 は、同属性ユニットロード集合  $\{ U_k | A_a \}$  に属するユニットロード数  $| A_a |$  を内部変数  $N_q$  に設定し、特定ロード属性  $A_a$  の保管期間  $T_s ( U_k | U_k \in \{ U_k | A_a \} )$  を内部変数  $T_{s a}$  に設定する ( S 1 0 4 )。

【 0 1 0 0 】

次に、パレットロケーション決定部 2 3 は、 $M$  個の規準保管時区間  $T I_1, T I_2, \dots, T I_M ( T I_m = [ T_{m-1}, T_m ] ; m = 1, 2, \dots, M ; T_0 = 0 < T_1 < \dots < T_M = )$  の中から、保管期間  $T_{s a}$  が属する規準保管時区間  $T I_m = [ T_{m-1}, T_m ]$  を索出し、検索の基点となる基本棚区劃集合  $G_m$  を決定する ( S 1 0 5 )。

【 0 1 0 1 】

次に、ステップ S 1 0 6 に於いて、パレットロケーション決定部 2 3 は、基本棚区劃集合  $G_m$  の中に、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群が存在するか否かを判定し、

存在する場合には、ユニットロード  $U_k ( U_k \in \{ U_k | A_a \} )$  を格納する棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  を基本棚区劃集合  $G_m$  に設定して ( S 1 0 7 )、後述のステップ S 1 1 9 の処理へ進み、

存在しない場合には、次のステップ S 1 0 8 の処理に進む。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 0 8 に於いて、パレットロケーション決定部 2 3 は、基本棚区劃集合  $G_{m-r}$  の中に、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群が存在するか否かを判定し、

存在する場合には、ユニットロード  $U_k ( U_k \in \{ U_k | A_a \} )$  を格納する棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  を基本棚区劃集合  $G_{m-r}$  に設定して ( S 1 0 9 )、後述のステップ S 1 1 9 の処理へ進み、

存在しない場合には、次のステップ S 1 1 0 の処理に進む。

尚、 $m-r < 1$  の場合には、このステップ S 1 0 8 は省略される。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 1 1 0 に於いて、パレットロケーション決定部 2 3 は、基本棚区劃集合  $G_{m+r}$  の中に、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群が存在するか否かを判定し、

存在する場合には、ユニットロード  $U_k ( U_k \in \{ U_k | A_a \} )$  を格納する棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  を基本棚区劃集合  $G_{m+r}$  に設定して ( S 1 1 1 )、後述のステップ S 1 1 9 の処理へ進み、

存在しない場合には、次のステップ S 1 1 2 の処理に進む。

尚、 $m+r > M$  の場合には、このステップ S 1 1 0 は省略される。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 1 1 2 に於いて、パレットロケーション決定部 2 3 は、集合  $\{ U_k | A_a \}$  に属するユニットロードの数  $N_q$  が 1 よりも大きいかが否かを判定し、

$N_q > 1$  の場合には、集合  $\{ U_k | A_a \}$  を二等分に分割 ( $N_q$  が奇数の場合は要素数  $[ N_q / 2 ]$  個の集合と要素数  $[ N_q / 2 ] + 1$  個の集合に分割。但し、 $[ ]$  はガウス記号。) して、2 つの集合  $\{ U_k | A_{a'} \}, \{ U_k | A_{a+1} \}$  とし ( S 1 1 3 )、 $( n - a + 2 )$  個の集合  $\{ U_k | A_{a'} \}, \{ U_k | A_{a+1} \}, \dots, \{ U_k | A_n \}, \{ U_k | A_{n+1} \}$  を、要素数が大きい順に再度並べ替えて、並べ替え後の特定ロード属性  $A$  のインデックスを昇順に付け直して、改めて  $\{ U_k | A_a \}, \{ U_k | A_{a+1} \}, \dots, \{ U_k | A_n \}, \{ U_k | A_{n+1} \}$  とし ( S 1 1 4 )、分割された同属性ユニットロード集合の数  $n$  の値を 1 だけ増加させ ( S 1 1 5 )、ステップ S 1 0 3 の処理へ戻る。

一方、ステップ S 1 1 2 に於いて、 $N_q = 1$  の場合には、これ以上、集合  $\{ U_k | A_a \}$  は分割できないので、探索範囲  $r$  の値を 1 だけ増加させる ( S 1 1 6 )。

10

20

30

40

50

ここで、 $r$ の値の増加後に $m + r > M$ 且つ $m - r < 1$ となる場合には ( S 1 1 7 )、これ以上の探索範囲  $r$ の拡大は出来ないので、パレットロケーション決定部 2 3 は、「空棚が不足している」旨のエラーメッセージを出力して、パレットロケーション決定動作を中断する ( S 1 1 8 )。

一方、 $r$ の値の増加後にも $m + r \leq M$ 又は $m - r \geq 1$ である場合には ( S 1 1 7 )、ステップ S 1 0 8 の処理へ戻る。

【 0 1 0 5 】

ここまでの一連の処理で、ユニットロード  $U_k$  (  $\{ U_k | A_a \}$  ) を格納する棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  が決定されるので、

次に、ステップ S 1 1 9 に於いて、基本棚区劃集合  $G ( U_k )$  に属する、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群  $B ( G ( U_k ) ; N_q )$  (  $= 1, 2, \dots$  ) のうち、最短道程距離  $l_j [ B ( G ( U_k ) ; N_q ) ]$  が最小の空棚群を、ユニットロード集合  $\{ U_k | A_a \}$  の各ユニットロードを格納する空棚群に決定する。ここで、最短道程距離  $l_j [ B ( G ( U_k ) ; N_q ) ]$  は式 ( 9 a ) の通りである。

【 0 1 0 6 】

以上のようなパレットロケーション決定処理により、保管期間  $T_s$  の短いユニットロードほど、入出荷ゲート 6 までの距離が短いパレットラック 4 の棚区劃 4 a に保管される。従って、入出荷ゲート 6 と棚区劃 4 a の間でユニットロード 9 を出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

【 0 1 0 7 】

尚、本実施例に於いては、パレットロケーション決定部 2 3 による各ユニットロード 9 を収納するパレットラック 4 の棚区劃 4 a の決定を行うタイミングは、トラック 8 が入出ゲートに到着した後として説明したが、この棚区劃 4 a の決定を行うタイミングを、保管荷物の受け付けや予約を行ったとき (例えば、配送センターやインターネット上の予約サイトなどで保管荷物の受け付けや予約を行ったとき。) とした場合には、トラック 8 が着庫する入出ゲート  $Gate_j$  は、棚区劃 4 a の決定を行う時点では未決定となる。この場合には、式 ( 5 ) の最短道程距離  $l_{j,i}$  の計算に於いて、 $l_{j,k}^{(0)} = 0$  (入出荷スペース 3 内の移動距離を考慮しない) とするか、又は、トラック 8 が着庫する入出ゲート  $Gate_j$  を中央の入出ゲート 6 (入出ゲート 6 の数が偶数の場合は、中央の 2 つの入出ゲート 6 の何れか) と仮定して最短道程距離  $l_{j,i}$  を計算すればよい。

【 実施例 2 】

【 0 1 0 8 】

本実施例 2 の倉庫管理システムは、管理サーバ 1 0 のパレットロケーション決定部 2 3 のパレットロケーション決定処理の部分のみが実施例 1 と異なり、他は、実施例 1 と同様とする。実施例 1 では、ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃  $S ( U_k )$  を決定するに当たり、基本棚区劃集合  $G_m$  に空棚が不足している場合には、基本棚区劃集合  $G_m$  に順序的に近い基本棚区劃集合から順に (  $G_{m \pm 1}, G_{m \pm 2}, \dots$  の順に )、空棚の探索を行うことにより、棚区劃  $S ( U_k )$  を決定した。しかし、この手法では、パレットラック 4 の混み具合によっては、長期間保管が必要なユニットロード  $U_k$  が手前側 (入出荷スペース 3 に近い側) に格納されたり、短期間しか保管しないユニットロード  $U_k$  が奥側 (入出荷スペース 3 から遠い側) に格納されるケースも稀に起こりえる。そこで、本実施例では、このようなケースをより生じにくくなるように改良する。

【 0 1 0 9 】

基本的な考え方としては、

( a ) ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s ( U_k )$  が属する規準保管時区間  $T I_m$  に対応する基本棚区劃集合  $G_m$  に十分な空棚があれば、棚区劃  $S ( U_k )$  を基本棚区劃集合  $G_m$  の空棚に決定し、

( b ) 基本棚区劃集合  $G_m$  に十分な空棚がなければ、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s ( U_k )$  と他の基本棚区劃集合  $G_{m \pm r}$  (  $r \geq 1$  ) の規準保管時区間  $T I_{m \pm r}$  との時間距離  $T_{m \pm r} ( U_k ) = \min ( | T_s ( U_k ) - T_{m \pm r - 1} | , | T_s ( U_k ) - T_{m \pm r} |$

10

20

30

40

50

| ) を考え、時間距離  $T_{m \pm r}(U_k)$  が小さい基本棚区劃集合  $G_{m \pm r}$  から順に空棚の探索を行うことにより、棚区劃  $S(U_k)$  を決定する。

【0110】

図8は、実施例2のパレットロケーション決定部23による各ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃4aの決定動作を表すフローチャートである。図8に於いて、図7と同じ部分については同符号を付して説明は省略する。

【0111】

ステップS101~S107及びS112~S120は、実施例1と同様であるが、本実施例2では、探索範囲  $r$  は、上側の探索範囲  $r_1$  と下側の探索範囲  $r_2$  で異なるので、パレットロケーション決定部23は、内部変数として探索範囲  $r_1, r_2$  を保持している。そして、図7のステップS103に対応するステップS103'では、パレットロケーション決定部23は、内部変数として保持している探索範囲  $r_1, r_2$  を1に設定する。また、探索範囲  $r_1, r_2$  は独立して変化するため図7のステップS116は省略され、図7のステップS117に対応するステップS117'では、「 $m+r_1 > M$  且つ  $m-r_2 < 1$  となるか否か」を判定する。

【0112】

図8のステップS106に於いて、基本棚区劃集合  $G_m$  の中に、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群が存在しない場合、パレットロケーション決定部23は、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  と基本棚区劃集合  $G_{m+r_1}, G_{m-r_2}$  の規準保管時区間  $T_{I_{m+r_1}} = [T_{m+r_1-1}, T_{m+r_1})$ ,  $T_{I_{m-r_2}} = [T_{m-r_2-1}, T_{m-r_2})$  との間の時間距離  $T_{m+r_1}(U_k)$ ,  $T_{m-r_2}(U_k)$  を計算する(S131)。ここで、

$$T_{m+r_1}(U_k) = T_{m+r_1-1} - T_s(U_k),$$

$$T_{m-r_2}(U_k) = T_s(U_k) - T_{m-r_2}$$

である。

【0113】

次に、パレットロケーション決定部23は、時間距離  $T_{m+r_1}(U_k)$  が時間距離  $T_{m-r_2}(U_k)$  よりも小さいか否かを判定する(S132)。

ステップS132で  $T_{m+r_1}(U_k) < T_{m-r_2}(U_k)$  の場合には、探索位置  $r$  を  $r_1$  に設定した後に上側探索範囲  $r_1$  の値を1だけ増加させ(S133)、ステップS135に進み、

ステップS132で  $T_{m+r_1}(U_k) \geq T_{m-r_2}(U_k)$  の場合には、探索位置  $r$  を  $-r_2$  に設定した後に下側探索範囲  $r_2$  の値を1だけ増加させ(S134)、ステップS135に進む。

【0114】

ステップS135に於いて、パレットロケーション決定部23は、基本棚区劃集合  $G_{m+r}$  の中に、連鎖する  $N_q$  個以上の空棚群が存在するか否かを判定し、

存在する場合には、ユニットロード  $U_k$  ( $\{U_k | A_a\}$ ) を格納する棚区劃が属する基本棚区劃集合  $G(U_k)$  を基本棚区劃集合  $G_{m+r}$  に設定して(S136)、後述のステップS119の処理へ進み、

存在しない場合には、次のステップS112の処理に進む。

【0115】

これにより、時間距離が小さい基本棚区劃集合  $G_{m+r}$  から順に空棚の探索を行い、棚区劃  $S(U_k)$  を決定することができる。

【0116】

以上のように、本実施例のパレットロケーション決定部23によるパレットロケーション決定処理では、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  が含まれる規準保管時区間  $T_{I_m}$  に対応する保管区  $C_m$  (基本棚区劃集合  $G_m$ ) に空棚が存在しない場合には、基本的に、その時点で空棚が存在する他の保管区  $C_j$  (基本棚区劃集合  $G_j$ ) のうち、その規準保管時区間  $T_{I_j}$  とユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  との時間距離  $T_j(U_k) = \min(|T_s(U_k) - T_{j-1}|, |T_s(U_k) - T_j|)$  が最も小さい保管区  $C_1$

10

20

30

40

50

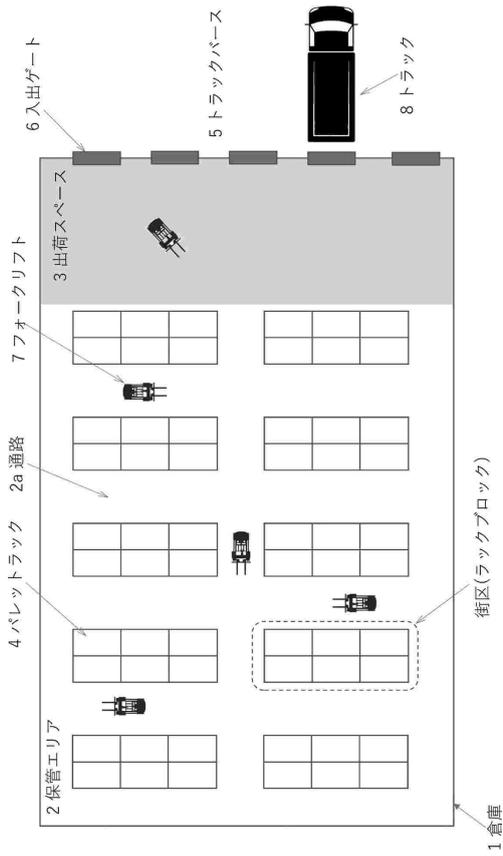
を選択し、選択された保管区  $C_1$  に含まれる空棚を、該ユニットロード  $U_k$  を収容する棚区劃に割り当てる。これにより、ユニットロード  $U_k$  の保管期間  $T_s(U_k)$  とできる限り規準保管時区間が近い保管区  $C_j$  (基本棚区劃集合  $G_j$ ) の空棚が、該ユニットロード  $U_k$  を格納する棚区劃に決定されるので、長期間保管が必要なユニットロード  $U_k$  が手前側(入出荷スペース 3 に近い側)に格納されたり、短期間しか保管しないユニットロード  $U_k$  が奥側(入出荷スペース 3 から遠い側)に格納されるケースが生じにくくなる。これにより、倉庫に保管するユニットロードが多くなった場合でも柔軟に保管棚の割り当てを行うと共に、入出荷ゲートと棚区劃の間でユニットロードを出し入れする際の運搬仕事を極力小さくすることができる。

【符号の説明】

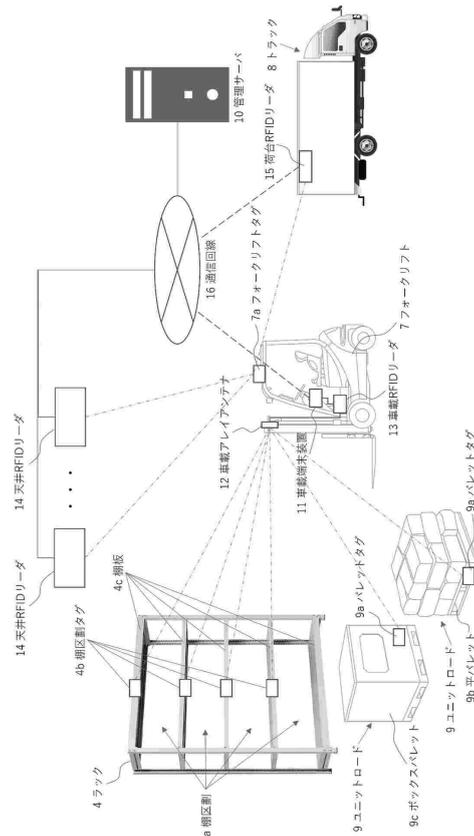
【0117】

- |      |               |    |
|------|---------------|----|
| 1    | 倉庫            |    |
| 2    | 保管エリア         |    |
| 2 a  | 通路            |    |
| 3    | 入出荷スペース       |    |
| 4    | パレットラック       |    |
| 4 a  | 棚区劃           |    |
| 4 b  | 棚区劃タグ         |    |
| 4 c  | 棚板            |    |
| 5    | トラックバース       | 10 |
| 6    | 入出ゲート         |    |
| 7    | フォークリフト       |    |
| 7 a  | フォークリフトタグ     |    |
| 8    | トラック          |    |
| 9    | ユニットロード       |    |
| 9 a  | パレットタグ        |    |
| 9 b  | 平パレット         |    |
| 9 c  | ボックスパレット      |    |
| 10   | 管理サーバ         |    |
| 11   | 車載端末装置        | 20 |
| 12   | 車載アレイアンテナ     |    |
| 13   | 車載RFIDリーダー    |    |
| 14   | 天井RFIDリーダー    |    |
| 15   | 荷台RFIDリーダー    |    |
| 16   | 通信回線          |    |
| 21   | ロード属性記憶部      |    |
| 21 a | ロードトラッキング記憶部  |    |
| 22   | 棚割情報記憶部       |    |
| 23   | パレットロケーション決定部 |    |
| 24   | 車両位置検出部       | 30 |
| 25   | 搬送指示生成部       |    |
| 26   | 指示送信部         |    |
| 27   | 車両情報受信部       |    |
| 28   | パレット収納記録部     |    |
| 29   | 通信I/F         | 40 |

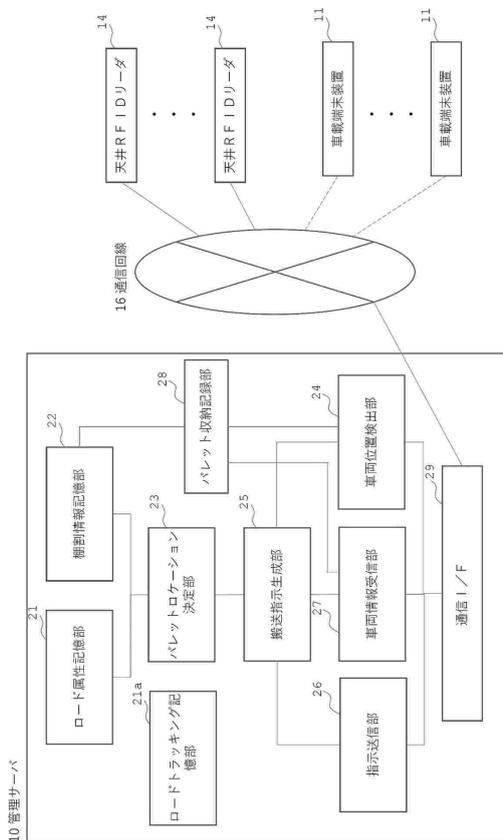
【図面】  
【図 1】



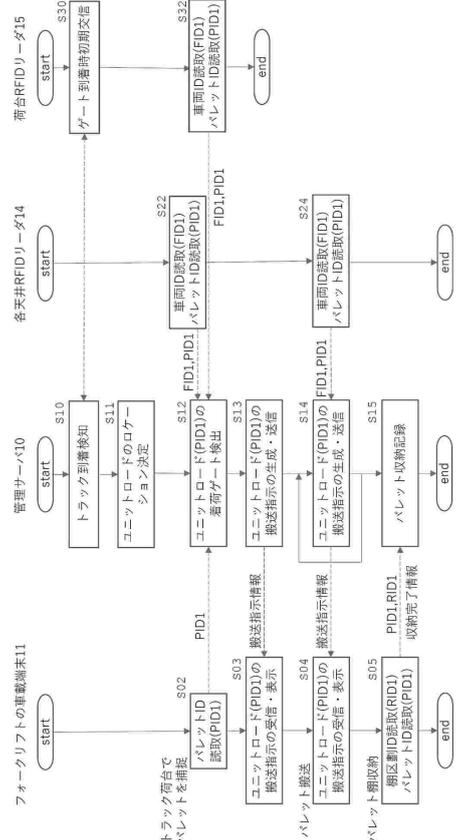
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

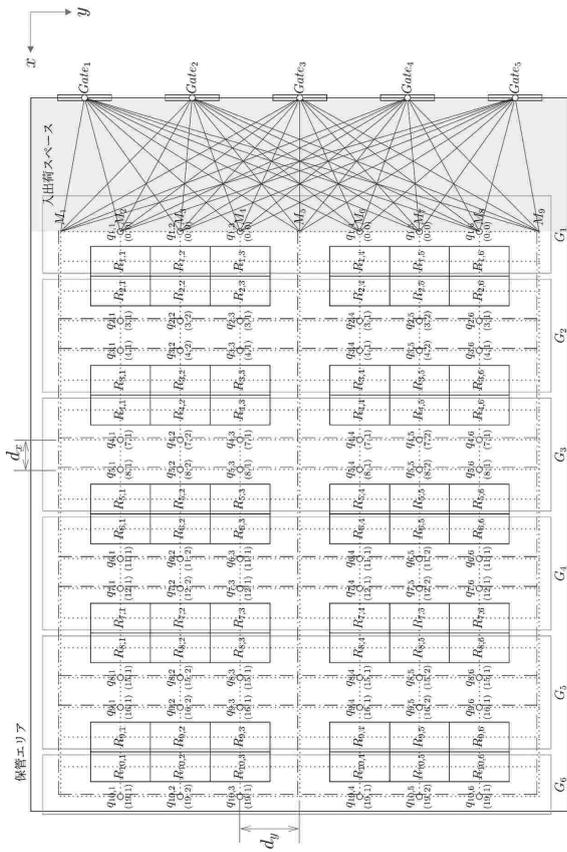
20

30

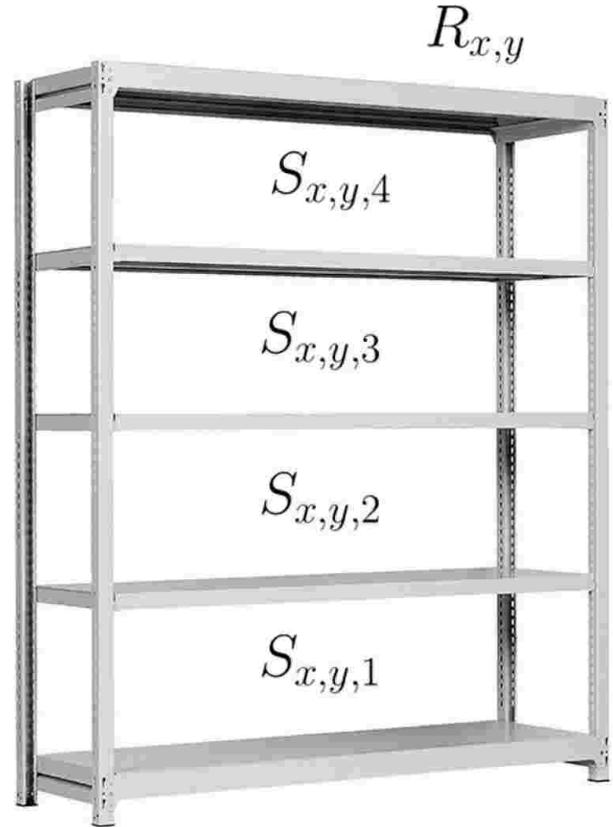
40

50

【図5】



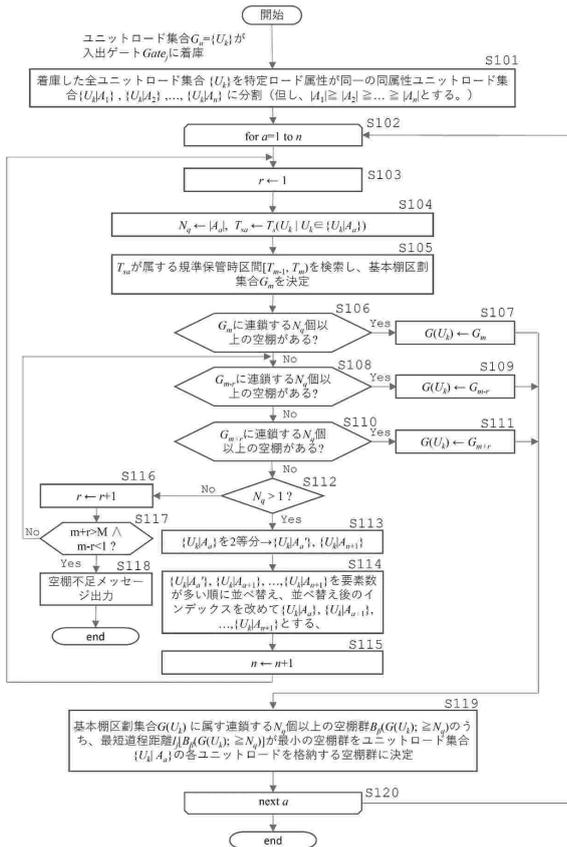
【図6】



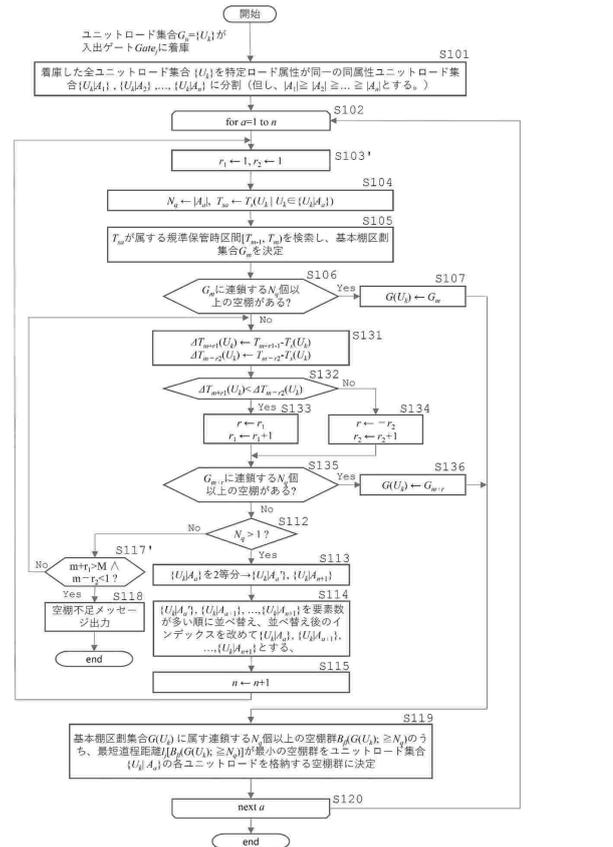
10

20

【図7】



【図8】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 1 5 0 4 6 1 ( U S , A 1 )  
特開昭 6 1 - 2 2 9 7 0 5 ( J P , A )  
特開平 0 5 - 2 0 8 7 1 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 7 - 2 4 6 2 5 0 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 6 5 G 1 / 1 3 7  
G 0 6 Q 1 0 / 0 8