

明 細 書

発明の名称：旅客搭乗橋の監視装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数の旅客搭乗橋を監視する旅客搭乗橋の監視装置に関する。

背景技術

[0002] 空港において、航空機に乗降する際には、ターミナルビルと航空機とを連結する旅客搭乗橋が用いられる。旅客搭乗橋は、空港のターミナルビルに設置された伸縮及び回転自在なトンネル状通路であり、乗降時には、旅客搭乗橋の先端のキャブが航空機のドアに装着され、乗客はその内部通路を通して航空機の乗り降りを行う。

[0003] ところで、1機の航空機に対して複数の旅客搭乗橋が用いられる場合には、その取り付けまたは取り外しの際に、旅客搭乗橋同士が衝突するおそれがある。そこで、従来より、旅客搭乗橋の衝突を防止する衝突防止装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 特許文献1には、一方の旅客搭乗橋の所定の角部と他方の旅客搭乗橋の所定の側部との間の距離、及び／または、一方の旅客搭乗橋の所定の角部と他方の旅客搭乗橋の所定の角部との間の距離を複数箇所について演算し、演算した複数箇所の距離のうち何れかの距離が所定値以下になると衝突防止動作を実行するようにした構成が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4106155号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記構成では、2つの旅客搭乗橋間における複数箇所の距離を算出し、何れかの距離が所定値以下になると2つの旅客搭乗橋が接近していると判定し、衝突防止動作を実行するようにしている。この場合、点（角部）と線（側

部)との間の距離、及び／または、点(角部)と点(角部)との間の距離を算出するようにしている。このように、少なくとも一方の端部は点(角部)を基準にして距離を算出するようにしているため、算出する距離の両端部の決め方及び2つの旅客搭乗橋の移動位置によっては、2つの旅客搭乗橋が接近状態であることを検出できない可能性がある。

[0007] 本発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、旅客搭乗橋同士の接近状態を確実に検出することができる旅客搭乗橋の監視装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明のある態様に係る旅客搭乗橋の監視装置は、複数の旅客搭乗橋を航空機の複数の乗降部に取り付ける際および／または前記乗降部から取り外す際に、複数の前記旅客搭乗橋を監視する旅客搭乗橋の監視装置であって、各々の前記旅客搭乗橋は、ターミナルビルに接続され、水平回転自在に支持されたロタンダと、基端が前記ロタンダに接続され、伸縮可能なトンネル部と、前記トンネル部を支持するとともに、正逆回転駆動可能な走行車輪を有する走行装置と、前記トンネル部の先端に設けられ、前記航空機の乗降部に取り付けられる回転可能なキャブと、前記ロタンダの回転角度を検出する検出手段と、前記トンネル部の長さを検出する検出手段と、前記キャブの回転角度を検出する検出手段と、を備えており、互いに隣り合う前記旅客搭乗橋のうちの一方の前記旅客搭乗橋について、当該旅客搭乗橋の各々の前記検出手段の検出値に基づいて、他方の前記旅客搭乗橋と隣接する側の平面視における輪郭に対して、当該輪郭から外側方向に離れて前記輪郭の形状に倣うラインとなるように定められた仮想ラインの現在位置を算出するとともに、前記他方の旅客搭乗橋について、当該旅客搭乗橋の各々の前記検出手段の検出値に基づいて、前記一方の旅客搭乗橋と隣接する側の平面視における輪郭に対して、当該輪郭に沿って又は当該輪郭から外側方向に離れて前記輪郭の形状に倣うラインとなるように定められた仮想ラインの現在位置を算出するライン算出部と、所定の交差判定条件に基づいて、

前記ライン算出部によって現在位置が算出される前記一方の旅客搭乗橋の前記仮想ラインと前記他方の前記旅客搭乗橋の前記仮想ラインとが交差状態であるか否かを判定し、前記交差状態であると判定したときに第1の接近抑制処理を実行する監視制御部と、を備えている。

[0009] この構成によれば、一方の旅客搭乗橋の仮想ラインと他方の旅客搭乗橋の仮想ラインとが交差状態であるか否かを判定し、交差状態であると判定したときに第1の接近抑制処理が実行される。このように、互いに隣り合う旅客搭乗橋の仮想ライン間の状態を判定するようにしているので、旅客搭乗橋同士の接近状態を確実に検出することができる。

[0010] 前記監視制御部は、所定の接近判定条件に基づいて、前記ライン算出部によって現在位置が算出される前記一方の旅客搭乗橋の前記仮想ラインと前記他方の前記旅客搭乗橋の前記仮想ラインとが接近状態であるか否かを判定し、前記接近状態であると判定したときに第2の接近抑制処理を実行するよう構成されていてもよい。

[0011] この構成によれば、互いに隣り合う旅客搭乗橋の仮想ライン間の接近状態を判定するようにしているので、旅客搭乗橋同士の接近状態を確実に検出することができる。なお、仮想ライン間の状態が接近状態である場合は、交差状態である場合よりも、旅客搭乗橋同士は離れた状態である。

[0012] 前記旅客搭乗橋は、表示装置を備えており、前記ライン算出部によって現在位置が算出される前記仮想ラインを前記表示装置に表示させるための表示データを生成する表示データ生成部をさらに備えていてもよい。

[0013] この構成によれば、例えば、オペレータは、表示装置に表示される互いに隣り合う旅客搭乗橋の仮想ラインを見てこれらの旅客搭乗橋間の間隔を確認しながら旅客搭乗橋の操作を行うことができるので、旅客搭乗橋同士の異常な接近を回避することができる。

[0014] 前記ライン算出部は、前記一方の旅客搭乗橋の前記仮想ラインの現在位置と前記他方の前記旅客搭乗橋の前記仮想ラインの現在位置とのそれぞれを、所定位置を原点とする単一の直交座標系を用いた座標にて算出するよう構成

されていてもよい。

発明の効果

[0015] 本発明は、以上に説明した構成を有し、旅客搭乗橋同士の接近状態を確実に検出することができる旅客搭乗橋の監視装置を提供することができるという効果を奏する。

[0016] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本実施形態に係る旅客搭乗橋の監視装置によって監視される2つの旅客搭乗橋の一例を示す概略平面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る旅客搭乗橋の監視装置及び2つの旅客搭乗橋の一例を示すブロック図である。

[図3]図3は、一方の旅客搭乗橋についてトンネル部近傍の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。

[図4]図4は、他方の旅客搭乗橋についてトンネル部近傍の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。

[図5]図5は、旅客搭乗橋についてキャブの周囲の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。

[図6]図6は、2つの線分が交差するときの条件について説明するための図である。

[図7]図7は、監視装置の処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、表示装置の画面に表示される仮想ライン等の情報を示す一例である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。また、本発明は、以下の実施形態に限定されない。

[0019] (実施形態)

図1は、本実施形態に係る旅客搭乗橋の監視装置によって監視される2つの旅客搭乗橋の一例を示す概略平面図である。図2は、上記監視装置及び2つの旅客搭乗橋の一例を示すブロック図である。

[0020] 図1に示す2つの旅客搭乗橋1A、1Bは、航空機に設けられている2つの乗降部（ドア部分）に取り付けられるものである。なお、2つの旅客搭乗橋1A、1Bは基本的には同一の構成であり、互に対応する部分には、同一符号を付して説明する。

[0021] また、以下の図1の説明では、便宜上、各旅客搭乗橋1A、1Bにおいて、トンネル部5の全長が伸縮する方向を前後方向とし、重力が作用する方向を上下方向とし、旅客搭乗橋1A、1Bの幅方向（前後方向および上下方向に直交する方向）を左右方向として説明する。

[0022] 一方の旅客搭乗橋1Aのロタンダ（後方円形室）4は、ターミナルビル2の一方の乗降口2aに接続され、他方の旅客搭乗橋1Bのロタンダ4は、ターミナルビル2の他方の乗降口2bに接続されている。

[0023] 各旅客搭乗橋1A、1Bは、支柱によって鉛直軸（回転軸）の回りに正逆回転自在に支持されたロタンダ4と、基端がロタンダ4に接続されて先端が昇降するように上下方向に揺動可能なトンネル部5と、トンネル部5の先端に回転可能に設けられたキャブ（前方円形室）6と、トンネル部5の先端寄りでトンネル部5を支持するドライブコラム7と、補助階段STと、を備えている。

[0024] トンネル部5は、乗客の歩行通路を形成し、筒状体の複数のトンネル5a、5bがテレスコピック式（入れ子式）に嵌合されて長手方向に伸縮自在に構成されている。ここでは、2つのトンネル5a、5bによって構成されたトンネル部5が例示されているが、トンネル部5は2つ以上の複数のトンネルによって構成されていばよい。

[0025] また、トンネル部5の先端寄り部分（最も先端側のトンネル5a）には、支持脚としてドライブコラム7が設けられている。ドライブコラム7には、

トンネル部 5 を上下移動（昇降）させる昇降装置 8 が設けられている。この昇降装置 8 によってトンネル部 5 を上下移動させることにより、キャブ 6 及びトンネル部 5 は、ロタンダ 4 を基点として上下方向に揺動運動することができる。

[0026] また、ドライブコラム 7 には、昇降装置 8 の下方に、個々に独立して回転駆動可能である一対の走行車輪を有する走行装置 9 が設けられている。走行装置 9 は、2 つの走行車輪の回転駆動によって前進走行及び後退走行が可能で、かつ、走行方向を変更可能に構成されている。走行装置 9 の走行車輪がエプロンの地面を走行することにより、トンネル部 5 をロタンダ 4 のまわりに回転させるとともにトンネル部 5 を伸縮させることができる。なお、ドライブコラム 7 は、トンネル 5 a ではなくキャブ 6 に設けられてあってもよい。

[0027] キャブ 6 は、トンネル部 5 の先端に設けられており、図示しない回転機構（図 2 のキャブ回転装置 6 1）によってキャブ 6 の床面に垂直な回転軸の回りに正逆回転可能に構成されている。

[0028] また、図 2 に示すように、キャブ 6 内には、操作装置 3 2 及び表示装置 3 3 を備えた操作盤 3 1 が設置されている。操作装置 3 2 には、各種操作スイッチおよび操作レバーが備えられており、これらを用いて、オペレータが旅客搭乗橋 1 A、1 B を操作することができる。

[0029] また、旅客搭乗橋 1 A、1 B には、ロタンダ 4 の回転角度 α 、 β を検出するロタンダ用角度センサ（ロタンダ回転角度検出手段）2 1 と、キャブ 6 の回転角度 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ を検出するキャブ用角度センサ（キャブ回転角度検出手段）2 2 と、ロタンダ 4 の回転中心点 4 C からキャブ 6 の回転中心点 6 C までの距離 $L A$ 、 $L B$ （図 1）を検出するためのトンネル長さセンサ（トンネル長さ検出手段）2 3 とが、適宜な位置に設けられている。トンネル長さセンサ 2 3 は、例えば、トンネル部 5 の長さを測定する距離計等で構成され、その測定値から上記のロタンダ・キャブ中心間距離 $L A$ 、 $L B$ を算出することができる。

- [0030] なお、本実施形態では、図1に示すように、各ロタンダ4の回転角度 α 、 β は、各ロタンダ4が接続された乗降口2a、2bの端面の平行線に対してトンネル部5の中心線5CLが時計まわりになす角度としている。また、各キャブ6の回転角度 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ は、各トンネル部5の中心線5CLに対してキャブ6の中心線6CLがなす角度であり、ここでは、キャブ6の中心線6CLがトンネル部5の中心線5CLと一致する場合を 0° とし（例えば、 $\omega 2 = 0$ ）、キャブ6の中心線6CLがトンネル部5の中心線5CLに対して左側に振れる角度をマイナスの値とし（例えば、図示された $\omega 1$ はマイナスの値）、これとは逆に右側に振れる角度をプラスの値としている。各キャブ6は、例えば、回転角度 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ が $-90^\circ \sim +30^\circ$ の範囲で正逆回転可能に構成されている。
- [0031] また、制御装置50は、操作装置32の操作に基づく情報（操作情報）が入力されるとともに各センサ21～23の出力信号等が入力され、表示装置33に表示される情報等を出力する。また、制御装置50は、操作装置32の操作に基づいて、キャブ回転装置61、昇降装置8及び走行装置9等を制御する。制御装置50は、例えば、キャブ6または最も先端側のトンネル5a等に設けられている。
- [0032] 監視装置51は、本実施形態に係る旅客搭乗橋の監視装置の一例である。この監視装置51は、コンピュータ等で構成され、旅客搭乗橋1A、1Bの両方の制御装置50と通信可能に構成されている。監視装置51は、所定期間で、両方の制御装置50から、旅客搭乗橋1A、1Bのロタンダ4の回転角度 α 、 β 、キャブ6の回転角度 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ 及びロタンダ・キャブ中心間距離 $L A$ 、 $L B$ を受信し、これらに基づいて、後述の仮想ライン等を算出する（ライン算出部52の機能）。なお、監視装置51は、旅客搭乗橋1A、1Bの動作に伴って変化する値（上記の α 、 β 、 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ 、 $L A$ 、 $L B$ ）以外で、仮想ライン等を算出するために必要な情報は、全て、内部の記憶部（図示せず）に予め記憶されている。
- [0033] 監視装置51は、例えば、図1に示すような単一のXY直交座標系（以下

、「XY座標系」という)を用いて、旅客搭乗橋1A、1Bに関する位置座標をあらわすようにしている。ここでは、一方の旅客搭乗橋1Aのロタンダ4の回転中心点4Cを原点(0, 0)にして、X軸、Y軸をとっている。よって、他方の旅客搭乗橋1Bのロタンダ4の回転中心点4Cの位置座標は、一方の旅客搭乗橋1Aのロタンダ4の回転中心点4CからのX軸方向の所定のずれ量 L_x と、Y軸方向の所定のずれ量 L_y とを用いて、(L_x , L_y)で表される。また、所定の角度 γ は、ターミナルビル2の一方の乗降口2aに接続された旅客搭乗橋1Aのロタンダ4と、他方の乗降口2bに接続された他方の旅客搭乗橋1Bのロタンダ4との配置角度である。なお、XY座標系は、上記例に限らず、所定位置を原点とする直交座標系であればよい。

[0034] 次に、監視装置51のライン算出部52の機能について、図3～図5を参照して説明する。

[0035] 図3は、一方の旅客搭乗橋1Aについてトンネル部5近傍の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。

[0036] ライン算出部52は、旅客搭乗橋1Aについて、XY座標系における点 $AL1 \sim AL10$ の位置座標を算出する。点 $AL1 \sim AL10$ は、旅客搭乗橋1Aに対して予め定められた位置を示す点(仮想点)である。具体的には、例えば、次のように定めておくことができる。

[0037] 点 $AL1$ と点 $AL9$ とを結ぶ線分は、旅客搭乗橋1Aについて旅客搭乗橋1Bと隣接する側の平面視における輪郭に略沿った一部の輪郭ライン5*Vi*aとなる。

[0038] 点 $AL1$ は、例えば、キャブ6の中心からトンネル部5の幅方向(短手方向)へ所定距離 $L1a$ だけ離れた位置の点である。

[0039] 点 $AL9$ は、例えば、トンネル部5が接続されたロタンダ4の先端の中心からトンネル部5の幅方向へ所定距離 $L1a$ だけ離れた位置の点である。この場合、ロタンダ4の先端の中心からロタンダ4の回転中心点4Cまでの距離は所定距離 $L4a$ である。

[0040] そして、点 $AL1$ 、点 $AL9$ からトンネル部5の幅方向外側へ所定距離 L

2 a だけ離れた位置の点を、それぞれ点 A L 3、点 A L 1 0 とする。この点 A L 3 と点 A L 1 0 とを結ぶ線分は、点 A L 1 と点 A L 9 とを結ぶ輪郭ライン 5 V i a が所定距離 L 2 a だけ外側へ移動したラインに相当する仮想ライン 5 V o a となる。

[0041] なお、点 A L 2、A L 4 ~ A L 8 は、仮に、旅客搭乗橋 1 A の最も先端側のトンネル 5 a に、旅客搭乗橋 1 B 側へ突出する突出部（例えば、エアコンの室外機等であり、図 8 の突出部 R a 参照）が設けられている場合に、その突出部の位置に応じて定められた点である。この場合、点 A L 2 と点 A L 5 は、上記突出部のトンネル長手方向における両端の位置に応じて点 A L 1 と点 A L 9 とを結ぶ線上に設定される。また、点 A L 4、点 A L 6 は、それぞれ点 A L 2、点 A L 5 からトンネル部 5 の幅方向外側へ所定距離 L 2 a だけ離れた位置の点であり、点 A L 3 と点 A L 1 0 とを結ぶ線上に設定される。この場合、点 A L 1、A L 2、A L 4、A L 6、A L 5、A L 9 をこの順番に結ぶラインが輪郭ライン 5 V i a となる。そして、点 A L 4、点 A L 6 からトンネル部 5 の幅方向外側へ所定距離 L 3 a だけ離れた位置の点を、それぞれ点 A L 7、点 A L 8 とする。ここで、所定距離 L 3 a は、上記突出部の旅客搭乗橋 1 B 側への突出量に応じて定められている。この場合、点 A L 3、A L 4、A L 7、A L 8、A L 6、A L 1 0 をこの順番に結ぶラインが仮想ライン 5 V o a となる。この場合の仮想ライン 5 V o a は、点 A L 3、A L 4 を端点とする線分と、点 A L 4、A L 7 を端点とする線分と、点 A L 7、A L 8 を端点とする線分と、点 A L 8、A L 6 を端点とする線分と、点 A L 6、A L 1 0 を端点とする線分とで構成される。

[0042] 図 4 は、他方の旅客搭乗橋 1 B についてトンネル部 5 近傍の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。

[0043] ライン算出部 5 2 は、旅客搭乗橋 1 B について、X Y 座標系における点 B L 1 ~ B L 1 0 の位置座標を算出する。点 B L 1 ~ B L 1 0 は、旅客搭乗橋 1 B に対して予め定められた位置を示す点（仮想点）である。点 B L 1 ~ B L 1 0 は、旅客搭乗橋 1 B のトンネル部 5 の中心線 5 C L に対して左側の点

であるのに対し、点AL1～AL10は、旅客搭乗橋1Aのトンネル部5の中心線5CLに対して右側の点であるという相違はあるが、それ以外については、旅客搭乗橋1Aに対して定められる点AL1～AL10と同様にして定めることができる。図4の所定距離L1b, L2b, L3b, L4bはそれぞれ、図3の距離L1a, L2a, L3a, L4aに対応する部分の距離である。

[0044] よって、点BL1と点BL9とを結ぶ線分は、旅客搭乗橋1Bについて旅客搭乗橋1Aと隣接する側の平面視における輪郭に略沿った一部の輪郭ライン5Vibとなる。また、点BL1、点BL9からトンネル部5の幅方向外側へ所定距離L2bだけ離れた位置の点を、それぞれ点BL3、点BL10とし、この点BL3と点BL10とを結ぶ線分が仮想ライン5Vobとなる。

[0045] なお、点BL2, BL4～BL8は、図3の点AL2, AL4～AL8の場合と同様、仮に、旅客搭乗橋1Bの最も先端側のトンネル5aに、旅客搭乗橋1A側へ突出する突出部（例えば、エアコンの室外機等であり、図8の突出部Rb参照）が設けられている場合に、その突出部の位置に応じて予め定められた点である。この場合、点BL1, BL2, BL4, BL6, BL5, BL9をこの順番に結ぶラインが輪郭ライン5Vibとなる。そして、点BL3, BL4, BL7, BL8, BL6, BL10をこの順番に結ぶラインが仮想ライン5Vobとなる。この場合の仮想ライン5Vobは、点BL3, BL4を端点とする線分と、点BL4, BL7を端点とする線分と、点BL7, BL8を端点とする線分と、点BL8, BL6を端点とする線分と、点BL6, BL10を端点とする線分とで構成される。

[0046] 図5は、旅客搭乗橋1A, 1Bについて、キャブ6の周囲の仮想ライン等の設定方法の一例を示す図である。ここでの説明における前後左右の概念は、図5に示す前後左右に基づくものである。

[0047] ライン算出部52は、各旅客搭乗橋1A, 1Bについて、XY座標系における点C1～C10の位置座標を算出する。なお、本例では、XY座標系に

おける点C 1 1～C 1 4の位置座標は旅客搭乗橋1 Bについてのみ算出することとするが、旅客搭乗橋1 Aについても同様に算出しても構わない。この場合は、2つの旅客搭乗橋1 A, 1 Bの輪郭ライン6 V i及び仮想ライン6 V oは同様に設定される。

[0048] 旅客搭乗橋1 Bのキャブ6の場合、点C 9, C 1 0, C 1, C 2, C 1 4をこの順番に結ぶラインがキャブ6の輪郭に略沿った輪郭ライン6 V i（以下、旅客搭乗橋1 Bの「6 V i」を「6 V i b」と記載）となる。よって、この輪郭ライン6 V i bは、点C 9, C 1 0を端点とする線分と、点C 1 0, C 1を端点とする線分と、点C 1, C 2を端点とする線分と、点C 2, C 1 4を端点とする線分とで構成される。

[0049] また、旅客搭乗橋1 Bのキャブ6の場合、点C 8, C 7, C 6, C 5, C 4, C 3, C 1 1, C 1 2, C 1 3をこの順番に結ぶラインが輪郭ライン6 V i bの外側に離れた仮想ライン6 V o（以下、旅客搭乗橋1 Bの「6 V o」を「6 V o b」と記載）となる。よって、この仮想ライン6 V o bは、点C 8, C 7を端点とする線分と、点C 7, C 6を端点とする線分と、点C 6, C 5を端点とする線分と、点C 5, C 4を端点とする線分と、点C 4, C 3を端点とする線分と、点C 3, C 1 1を端点とする線分と、点C 1 1, C 1 2を端点とする線分と、点C 1 2, C 1 3を端点とする線分とで構成される。

[0050] 一方、旅客搭乗橋1 Aのキャブ6の場合、点C 9, C 1 0, C 1, C 2をこの順番に結ぶラインが輪郭ライン6 V i（以下、旅客搭乗橋1 Aの「6 V i」を「6 V i a」と記載）となる。よって、この輪郭ライン6 V i aは、点C 9, C 1 0を端点とする線分と、点C 1 0, C 1を端点とする線分と、点C 1, C 2を端点とする線分とで構成される。

[0051] また、旅客搭乗橋1 Aのキャブ6の場合、点C 8, C 7, C 6, C 5, C 4, C 3をこの順番に結ぶラインが外側の仮想ライン6 V o（以下、旅客搭乗橋1 Aの「6 V o」を「6 V o a」と記載）となる。よって、この仮想ライン6 V o aは、点C 8, C 7を端点とする線分と、点C 7, C 6を端点と

する線分と、点C 6， C 5を端点とする線分と、点C 5， C 4を端点とする線分と、点C 4， C 3を端点とする線分とで構成される。

[0052] 上記の点C 1～C 14は、各キャブ6に対して予め定められた位置を示す点（仮想点）である。具体的には、例えば、次のように定めておくことができる。

[0053] 点C 1は、例えば、キャブ6の先端側の右端近傍の仮想点である。この点C 1は、キャブ6の回転中心点6 Cから右前方へ伸びてキャブ6の中心線6 C Lに対して所定角度 λ をなす線上の点で、キャブ6の回転中心点6 Cから所定距離L 5だけ離れた位置の点である。

[0054] 点C 2は、例えば、キャブ6の先端側の左端近傍の仮想点である。この点C 2は、キャブ6の回転中心点6 Cから左前方へ伸びてキャブ6の中心線6 C Lに対して所定角度 σ をなす線上の点で、キャブ6の回転中心点6 Cから所定距離L 6だけ離れた位置の点である。

[0055] 点C 3は、点C 2から前方へ所定距離L 8だけ離れた位置の点である。また、点C 4は、点C 1から前方へ所定距離L 8だけ離れた位置の点である。

[0056] 点C 5は、点C 1から右方へ所定距離L 9だけ離れた位置の点である。点C 6は、点C 5から後方へ所定距離L 7だけ離れた位置の点である。

[0057] 点C 10は、例えば、キャブ6の右側面近傍の点として設定され、キャブ6の回転中心点6 Cから右方へ所定距離L 13（不図示）だけ離れた位置の点である。そして、点C 7は、点C 10から右方へ所定距離L 9だけ離れた位置の点である。

[0058] また、点C 9は、例えば、キャブ6の右後方側面近傍の点として設定され、キャブ6の回転中心点6 Cから右後方へ伸びてキャブ6の中心線6 C Lに対して所定角度（本例では 45° ）をなす線上の点で、キャブ6の回転中心点6 Cから所定距離L 13（不図示）だけ離れた位置の点である。

[0059] そして、点C 8は、キャブ6の回転中心点6 Cから右後方へ伸びてキャブ6の中心線6 C Lに対して所定角度（本例では 45° ）をなす線上の点で、点C 9から外側へ所定距離L 10だけ離れた位置の点である。

- [0060] また、点C 1 1は、点C 2から左方へ所定距離L 1 1だけ離れた位置の点である。点C 1 2は、点C 1 1から後方へ所定距離L 7だけ離れた位置の点である。
- [0061] 点C 1 4は、例えば、キャブ6の左側面近傍の点として設定され、キャブ6の回転中心点6 Cから左方へ所定距離L 1 3（不図示）だけ離れた位置の点である。そして、点C 1 3は、点C 1 4から左方へ所定距離L 1 2だけ離れた位置の点である。
- [0062] なお、上記のキャブ6に関する所定値（ λ 、 σ 、L 5～L 1 3）は、2つの旅客搭乗橋1 A、1 Bにおいて、キャブ6の大きさ等に応じて異なってもよい。
- [0063] ライン算出部5 2は、旅客搭乗橋1 Aについて、仮想ライン（5 V o a、6 V o a）を構成する複数の線分の各端点の位置座標を算出することにより、同仮想ラインの現在の存在位置（現在位置）を算出する。また、輪郭ライン（5 V i a、6 V i a）を構成する複数の各線分の端点の位置座標を算出することにより、同輪郭ラインの現在の存在位置（現在位置）も算出している。
- [0064] 同様に、ライン算出部5 2は、旅客搭乗橋1 Bについて、仮想ライン（5 V o b、6 V o b）を構成する複数の線分の各端点の位置座標を算出することにより、同仮想ラインの現在位置を算出する。また、輪郭ライン（5 V i b、6 V i b）を構成する複数の各線分の端点の位置座標を算出することにより、同輪郭ラインの現在位置も算出している。
- [0065] なお、一方の旅客搭乗橋1 A（1 B）の仮想ラインは、前述のように複数の線分からなり、他方の旅客搭乗橋1 B（1 A）と隣接する側の平面視における旅客搭乗橋1 A（1 B）の輪郭に対して、当該輪郭から外側方向に離れて輪郭の形状に倣うラインとなるように予め定められている。
- [0066] また、一方の旅客搭乗橋1 A（1 B）の輪郭ラインは、前述のように複数の線分からなり、他方の旅客搭乗橋1 B（1 A）と隣接する側の平面視における旅客搭乗橋1 A（1 B）の輪郭に対して、当該輪郭に沿って当該輪郭の

形状に倣うラインとなるように予め定められている。

[0067] なお、旅客搭乗橋 1 A, 1 B の仮想ライン及び輪郭ラインを構成する各線分の端点は、旅客搭乗橋 1 A, 1 B の本体（ボディー）を基準にして定められているので、旅客搭乗橋 1 A, 1 B の平面視における姿勢を決める測定値（すなわち、ロタンダ用角度センサ 2 1 で検出されるロタンダ 4 の回転角度 α , β と、キャブ用角度センサ 2 2 で検出されるキャブ 6 の回転角度 $\omega 1$, $\omega 2$ と、トンネル長さセンサ 2 3 の測定値から算出されるロタンダ・キャブ中心間距離 $L A$, $L B$ ）に基づいて、上記各線分の端点の位置座標を計算により算出可能である。

[0068] 一例を挙げれば、旅客搭乗橋 1 A のトンネル部 5 近傍の点 A L 3 の位置座標（ $XAL3$, $YAL3$ ）は、例えば、次式で算出することができる。

$$YAL3 = LA \times \sin(\alpha - \gamma) + (L1a + L2a) \times \cos(\alpha - \gamma)$$

$$XAL3 = -LA \times \cos(\alpha - \gamma) + (L1a + L2a) \times \sin(\alpha - \gamma)$$

また、旅客搭乗橋 1 A のキャブ 6 の周囲の点 C 1（図 5）の位置座標（ $XAC1$, $YAC1$ ）は、例えば、次式で算出することができる。

$$YAC1 = LA \times \sin(\alpha - \gamma) + L5a \times \sin\{(\alpha - \gamma) + \omega 1 + \lambda a\}$$

$$XAC1 = -LA \times \cos(\alpha - \gamma) - L5a \times \cos\{(\alpha - \gamma) + \omega 1 + \lambda a\}$$

上式において、 $L5a$, λa は、旅客搭乗橋 1 A のキャブ 6 についての所定距離 $L5$ 、所定角度 λ （図 5）の値である。

[0069] また、旅客搭乗橋 1 B のトンネル部 5 近傍の点 B L 3 の位置座標（ $XBL3$, $YBL3$ ）は、例えば、次式で算出することができる。

$$YBL3 = LB \times \sin \beta - (L1b + L2b) \times \cos \beta + Ly$$

$$XBL3 = -LB \times \cos \beta - (L1b + L2b) \times \sin \beta + Lx$$

また、旅客搭乗橋 1 B のキャブ 6 の周囲の点 C 1（図 5）の位置座標（ $XBC1$, $YBC1$ ）は、例えば、次式で算出することができる。

$$YBC1 = LB \times \sin \beta + L5b \times \sin(\beta + \omega 2 + \lambda b) + Ly$$

$$X_{BC1} = -L_B \times \cos \beta - L_{5b} \times \cos (\beta + \omega_2 + \lambda_b) + L_x$$

上式において、 L_{5b} 、 λ_b は、旅客搭乗橋1Bのキャブ6についての所定距離 L_5 、所定角度 λ （図5）の値である。

[0070] 他の各点の位置座標についても、ロタンダ4の回転角度 α 、 β 、キャブ6の回転角度 ω_1 、 ω_2 、及びロタンダ・キャブ中心間距離 L_A 、 L_B 等を適宜用いて算出することができる。

[0071] 上記のようにライン算出部52で算出された仮想ライン等の情報は、監視制御部53と表示データ生成部54へ入力される。

[0072] 表示データ生成部54では、入力される仮想ライン等の情報を表示装置33の画面に表示するための表示データを生成する。この表示データは、例えば、監視装置51から各旅客搭乗橋1A、1Bの制御装置50へ送信され、それぞれの表示装置33の画面に表示される。

[0073] 図8は、表示装置33の画面に表示される輪郭ライン及び仮想ラインの情報を示す一例である。この図8では、旅客搭乗橋1A、1Bの各トンネル5aに突出部 R_a 、 R_b が設けられている場合の例が示されている。図8では、旅客搭乗橋1Aについて、輪郭ライン（ $5V_{ia}$ 、 $6V_{ia}$ ）及び仮想ライン（ $5V_{oa}$ 、 $6V_{oa}$ ）とで囲まれる領域がハッチングを用いて表示され、同様に、旅客搭乗橋1Bについても、輪郭ライン（ $5V_{ib}$ 、 $6V_{ib}$ ）及び仮想ライン（ $5V_{ob}$ 、 $6V_{ob}$ ）とで囲まれる領域がハッチングを用いて表示されている。ここで、輪郭ライン及び仮想ラインが、当該ラインを表す線のみ、あるいは線と計算点（ $AL_1 \sim AL_{10}$ 、 $BL_1 \sim BL_{10}$ 、 $C_1 \sim C_{14}$ 等の点）とで表示されるようにしてもよい。また、仮想ラインのみが表示されるようにしてもよい。

[0074] 監視制御部53では、ライン算出部52で算出された仮想ラインの情報を、旅客搭乗橋1Aの仮想ライン（ $5V_{oa}$ 、 $6V_{oa}$ ）と、旅客搭乗橋1Bの仮想ライン（ $5V_{ob}$ 、 $6V_{ob}$ ）とが、所定の交差判定条件に基づいて交差状態であるか否かを判定するとともに、所定の接近判定条件に基づいて接近状態であるか否かを判定する。

[0075] ここで、旅客搭乗橋 1 A の仮想ラインと旅客搭乗橋 1 B の仮想ラインとが交差状態であるということは、旅客搭乗橋 1 A の仮想ラインを構成するいずれかの線分と、旅客搭乗橋 1 B の仮想ラインを構成するいずれかの線分とが交差していることである。

[0076] 図 6 は、2 つの線分が交差するときの条件について説明するための図である。この図 6 では、線分 A B と線分 C D とが交差している状態を示している。点 A の位置座標を (X_a, Y_a) 、点 B の位置座標を (X_b, Y_b) 、点 C の位置座標を (X_c, Y_c) 、点 D の位置座標を (X_d, Y_d) とする。また、線分 A B 上に存在する任意の点 P の位置座標を (X_p, Y_p) とし、線分 C D 上に存在する任意の点 Q の位置座標を (X_q, Y_q) とする。なお、以下では、点 A の位置ベクトルを A_v と表記し、同様に、点 B, C, D, P, Q の各位置ベクトルを B_v, C_v, D_v, P_v, Q_v と表記することとする。

[0077] ここで、線分 A B 上の点 P の位置ベクトル P_v 、線分 C D 上の点 Q の位置ベクトル Q_v は、それぞれ次式で示される。

$$[0078] \quad P_v = A_v + r (B_v - A_v) \quad (\text{媒介変数 } r \text{ は、} 0 \leq r \leq 1)$$

$$Q_v = C_v + s (D_v - C_v) \quad (\text{媒介変数 } s \text{ は、} 0 \leq s \leq 1)$$

ここで、線分 A B と線分 C D との交点は、点 P と点 Q とが同一点になる場合であるから、 $P_v = Q_v$ とすると、次式が成り立つ。

$$[0079] \quad A_v + r (B_v - A_v) = C_v + s (D_v - C_v)$$

この式を X, Y 座標を用いた式で表すと、次の連立方程式が得られる。

$$[0080] \quad X_a + r (X_b - X_a) = X_c + s (X_d - X_c)$$

$$Y_a + r (Y_b - Y_a) = Y_c + s (Y_d - Y_c)$$

上記の連立方程式から以下に示す媒介変数 r, s の算出式が求められる。

[0081] [数1]

$$r = \frac{(X_c - X_d)(Y_c - Y_a) - (X_c - X_a)(Y_c - Y_d)}{(X_a - X_b)(Y_c - Y_d) - (X_c - X_d)(Y_a - Y_b)}$$

$$s = \frac{(X_a - X_b)(Y_c - Y_a) - (X_c - X_a)(Y_a - Y_b)}{(X_a - X_b)(Y_c - Y_d) - (X_c - X_d)(Y_a - Y_b)}$$

よって、線分 A B の端点 A, B の各座標値と線分 C D の端点 C, D の各座標値とを用いて媒介変数 r 、 s を算出し、算出した媒介変数 r 、 s について、 $0 \leq r \leq 1$ と、 $0 \leq s \leq 1$ とが同時に成立した場合のみ、2つの線分が交差していると判定できる。

[0082] 監視制御部 53 は、旅客搭乗橋 1 A の仮想ライン (5 V o a、6 V o a) を構成する各線分と、旅客搭乗橋 1 B の仮想ライン (5 V o b、6 V o b) を構成する各線分とについて、上記のように媒介変数 r 、 s を算出し、いずれかの線分について、 $0 \leq r \leq 1$ と、 $0 \leq s \leq 1$ とが同時に成立することを交差判定条件とし、この交差判定条件を満足する場合に、旅客搭乗橋 1 A の仮想ラインと、旅客搭乗橋 1 B の仮想ラインとが交差状態であると判定する。

[0083] また、監視制御部 53 は、0 より小さい所定値 m (例えば、 $m = -0.25$) と、1 より大きい所定値 n (例えば、 $n = 1.25$) とが予め設定されており、これらの所定値 m 、 n を用いて、旅客搭乗橋 1 A の仮想ラインを構成するいずれかの線分と、旅客搭乗橋 1 B の仮想ラインを構成するいずれかの線分とについて、算出された媒介変数 r 、 s が、次の (a)、(b) のいずれかの条件を満足することを接近判定条件とし、この接近判定条件を満足する場合に、旅客搭乗橋 1 A の仮想ラインと、旅客搭乗橋 1 B の仮想ラインとが接近状態であると判定する。

(a) $m \leq r < 0$ または $1 < r \leq n$ であり、かつ、 $0 \leq s \leq 1$ である条件

(b) $0 \leq r \leq 1$ であり、かつ、 $m \leq s < 0$ または $1 < s \leq n$ である条件

ただし、この接近状態であると判定する場合は、交差状態となる線分がない場合、すなわち、 $0 \leq r \leq 1$ と、 $0 \leq s \leq 1$ とが同時に成立する線分が存在していない状態の場合である。

[0084] 図 7 は、監視装置 51 の処理の一例を示すフローチャートである。この処理は、2つの旅客搭乗橋 (P B B) 1 A, 1 B のうち、少なくとも一方が動作しているときに行われる。この図 7 の処理は、例えば、旅客搭乗橋 1 A, 1 B を航空機の乗降部に取り付ける際および航空機の乗降部から取り外す際

に行われる。なお、旅客搭乗橋 1 A, 1 B を航空機の乗降部に取り付ける際にのみ、または、航空機の乗降部から取り外す際にのみ行われるようにしてもよい。

[0085] ステップ S 1 では、ライン算出部 5 2 によって、前述のようにして 2 つの旅客搭乗橋 (P B B) 1 A, 1 B について、仮想ライン等の現在位置を算出する。このステップ S 1 は、所定周期で、繰り返し実施される。

[0086] 次に、ステップ S 2 では、監視制御部 5 3 によって、前述のようにして 2 つの旅客搭乗橋 (P B B) 1 A, 1 B の仮想ラインが接近状態か否かを判定する。ここで、ステップ S 2 の判定が「Y e s」の場合、すなわち仮想ラインが接近状態であると判定した場合には、監視制御部 5 3 は、旅客搭乗橋 1 A, 1 B の動作速度の減速指令及び警報指令を旅客搭乗橋 1 A, 1 B の制御装置 5 0 へ出力する (ステップ S 3 : 第 2 の接近抑制処理)。各制御装置 5 0 では、減速指令に基づいて旅客搭乗橋 1 A, 1 B の動作速度 (走行装置 9 の走行速度及びキャブ回転装置 6 1 による回転速度) を減速させるとともに、警報指令に基づいて例えば操作盤 3 1 から旅客搭乗橋同士が接近している旨を知らせる警報を発する。この警報は、操作盤 3 1 に設けられたスピーカ (図示せず) から音声出力させるようにしてもよいし、表示装置 3 3 の画面に表示させるようにしてもよい。

[0087] 次に、ステップ S 2 の判定が「N o」の場合には、ステップ S 4 へ進み、監視制御部 5 3 は、前述のようにして 2 つの旅客搭乗橋 (P B B) 1 A, 1 B の仮想ラインが交差状態か否かを判定する。ここで、ステップ S 4 の判定が「Y e s」の場合、すなわち仮想ラインが交差状態であると判定した場合には、監視制御部 5 3 は、旅客搭乗橋 1 A, 1 B の強制停止指令を旅客搭乗橋 1 A, 1 B の制御装置 5 0 へ出力する (ステップ S 5 : 第 1 の接近抑制処理)。各制御装置 5 0 では、強制停止指令に基づいて両旅客搭乗橋 1 A, 1 B の接近方向への移動動作 (走行装置 9 による走行動作及びキャブ回転装置 6 1 による回転動作) を強制的に停止させる。

[0088] なお、ステップ S 1 において、ライン算出部 5 2 で算出された仮想ライン

等の情報は、表示データ生成部54へ入力される。そして、表示データ生成部54では、上記仮想ライン等の情報が入力されるたびに、当該情報を表示装置33の画面に表示するための表示データを生成する。この表示データは、監視装置51から各旅客搭乗橋1A、1Bの制御装置50へ送信され、それぞれの表示装置33の画面に例えば図8のように表示される。これにより、例えば、オペレータは、表示装置33に表示される2つの旅客搭乗橋1A、1Bの仮想ラインを見て2つの旅客搭乗橋1A、1B間の間隔を確認しながら旅客搭乗橋の操作を行うことができるので、2つの旅客搭乗橋1A、1Bの異常な接近を回避することができる。

[0089] なお、監視装置51に表示装置及びスピーカ等を接続し、これらを、例えば、中央監視室等の所定場所に配置し、上記表示装置及びスピーカ等によってステップS3の警報を発するように構成してもよい。また、この場合、表示データ生成部54で生成された表示データを、上記表示装置の画面に例えば図8のように表示させるようにしてもよい。

[0090] なお、第1の接近抑制処理（図7のステップS5）および第2の接近抑制処理（図7のステップS3）は、それぞれ、旅客搭乗橋1A、1B同士の接近を抑制するための処理である。そして、第1の接近抑制処理は、現在時点における旅客搭乗橋1A、1Bの互いが接近する方向への移動動作を強制的に停止させるための処理である。また、第2の接近抑制処理として、上記では、旅客搭乗橋1A、1B同士が接近している旨を知らせる警報を出力させるための処理を含めるようにしたが、これに限らず、少なくとも旅客搭乗橋1A、1Bの動作速度を現在時点の動作速度よりも遅くさせるための処理が含まれていればよい。

[0091] また、監視装置51の一部または全部の機能を、旅客搭乗橋1A、1Bのいずれかの制御装置50が実行するようにしてもよい。

[0092] 本実施形態では、互いに隣り合う旅客搭乗橋1A、1Bについて、一方の旅客搭乗橋1Aの仮想ラインと他方の旅客搭乗橋1Bの仮想ラインとが接近状態であるか否かを判定し、接近状態であると判定したときに第2の接近抑

制処理（図7のステップS3）が実行される。また、一方の旅客搭乗橋1Aの仮想ラインと他方の旅客搭乗橋1Bの仮想ラインとが交差状態であるか否かを判定し、交差状態であると判定したときに第1の接近抑制処理（図7のステップS5）が実行される。このように、2つの旅客搭乗橋1A, 1Bの仮想ライン間の状態を判定するようにしているので、旅客搭乗橋1A, 1B同士の接近状態を確実に検出することができる。

[0093] なお、本実施形態では、2つの両方の旅客搭乗橋1A, 1Bについて仮想ラインを求めて、これらが接近状態であるか、交差状態であるかを判定するようにしたが、いずれか一方の旅客搭乗橋については、外側の仮想ラインを求めずに内側の輪郭ラインのみを求めるようにし、この輪郭ライン（仮想ライン）と他方の旅客搭乗橋の仮想ラインとが接近状態であるか、交差状態であるかを判定するようにしてもよい。また、この場合、例えば表示装置33には、一方の旅客搭乗橋については輪郭ラインのみが表示される。

[0094] なお、本実施形態では、監視対象として2つの旅客搭乗橋1A, 1Bを例示したが、3つ以上の旅客搭乗橋でも構わない。

[0095] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0096] 本発明は、旅客搭乗橋同士の接近状態を確実に検出することができる旅客搭乗橋の監視装置等として有用である。

符号の説明

- [0097] 1 A, 1 B 旅客搭乗橋
2 ターミナルビル
4 ロタンダ
5 トンネル部

- 6 キャブ
- 9 走行装置
 - 2 1 ロタング用角度センサ
 - 2 2 キャブ用角度センサ
 - 2 3 トンネル長さセンサ
- 5 1 監視装置
- 5 2 ライン算出部
- 5 3 監視制御部
- 5 4 表示データ生成部