

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7616488号  
(P7616488)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)国際特許分類 F I  
 G 0 8 G 5/00 (2025.01) G 0 8 G 5/00 A  
 G 0 6 Q 50/40 (2024.01) G 0 6 Q 50/40

請求項の数 17 (全22頁)

(21)出願番号	特願2024-531914(P2024-531914)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和5年2月8日(2023.2.8)	(74)代理人	100109612 弁理士 倉谷 泰孝
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/004163	(74)代理人	100116643 弁理士 伊達 研郎
(87)国際公開番号	WO2024/009545	(74)代理人	100184022 弁理士 前田 美保
(87)国際公開日	令和6年1月11日(2024.1.11)	(72)発明者	丸山 高弘 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和6年5月31日(2024.5.31)	審査官	吉村 俊厚
(31)優先権主張番号	特願2022-108735(P2022-108735)		
(32)優先日	令和4年7月6日(2022.7.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業計画変更装置、作業計画変更システム、記憶装置、管理装置および作業計画変更プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

空港での作業の進捗を示す作業進捗情報に基づいて、前記作業の遅延時間を算出する算出部と、

複数の駐機場における航空機の駐機時刻を含む駐機スケジュールと前記遅延時間とに基づいて、前記作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定して推定情報とする推定部と、

前記推定情報に基づいて、前記作業を実施する作業員の作業計画を変更する作業計画変更部と、

を備える作業計画変更装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の作業計画変更装置であって、

前記推定部は、複数の前記駐機場の1つから他の前記駐機場までの前記作業員の移動に関する情報である移動情報に基づいて、前記推定情報を推定する作業計画変更装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の作業計画変更装置であって、

前記推定部は、前記作業員の位置情報である測位情報に基づいて、前記推定情報を推定する作業計画変更装置。

【請求項4】

請求項1または2に記載の作業計画変更装置であって、

20

前記作業計画変更部は、複数の前記駐機場の1つから他の前記駐機場までの前記作業員の移動に関する情報である移動情報に基づいて、前記作業計画を変更する作業計画変更装置。

【請求項5】

請求項1または2に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記作業員の位置情報である測位情報に基づいて、前記作業計画を変更する作業計画変更装置。

【請求項6】

請求項1または2に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記作業員および設備の位置情報である測位情報に基づいて、前記作業計画を変更する作業計画変更装置。

10

【請求項7】

請求項1または2に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記作業員の資格に関する情報である作業員情報に基づいて、前記作業計画を変更する作業計画変更装置。

【請求項8】

請求項7に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記駐機場での前記作業と前記作業で必要となる前記資格とを対応させた情報である必要資格情報に基づいて、前記作業計画を変更する作業計画変更装置。

20

【請求項9】

請求項1に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記作業計画を推論する学習済モデルを生成するモデル生成部を備える作業計画変更装置。

【請求項10】

請求項1または9に記載の作業計画変更装置であって、

前記作業計画変更部は、前記作業計画を推論する学習済モデルを用いて、前記作業計画を出力する推論部を備える作業計画変更装置。

【請求項11】

複数の駐機場における航空機の駐機時刻を含む駐機スケジュールを記憶する駐機スケジュール記憶部と、

空港での作業の進捗を示す作業進捗情報を管理する作業進捗情報管理部と、

前記作業進捗情報に基づいて、前記作業の遅延時間を算出する算出部と、

前記駐機スケジュールと前記遅延時間とに基づいて、前記作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定して推定情報とする推定部と、

前記推定情報に基づいて、前記作業を実施する作業員の作業計画を変更する作業計画変更部と、

を備える作業計画変更システム。

30

【請求項12】

請求項1に記載の作業計画変更装置が使用する情報を記憶する記憶装置であって、

前記推定情報の推定で使用される前記駐機スケジュールを記憶する駐機スケジュール記憶部を備える記憶装置。

40

【請求項13】

請求項1に記載の作業計画変更装置が使用する情報を管理する管理装置であって、

前記遅延時間の算出で使用される前記作業進捗情報を管理する作業進捗情報管理部を備える管理装置。

【請求項14】

請求項13に記載の管理装置であって、

前記推定情報の推定で使用される情報であって、前記作業員の位置情報である測位情報を管理する測位情報管理部を備える管理装置。

50

## 【請求項 15】

請求項 13 または 14 に記載の管理装置であって、  
前記作業計画の変更で使用される情報であって、前記作業員の位置情報である測位情報を管理する測位情報管理部を備える管理装置。

## 【請求項 16】

請求項 14 に記載の管理装置であって、  
前記測位情報管理部は、前記作業員および設備の位置情報である測位情報を管理する管理装置。

## 【請求項 17】

空港での作業の進捗を示す作業進捗情報に基づいて、前記作業の遅延時間を算出するステップと、

10

複数の駐機場における航空機の駐機時刻を含む駐機スケジュールと前記遅延時間とに基づいて、前記作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定して推定情報とするステップと、

前記推定情報に基づいて、前記作業を実施する作業員の作業計画を変更するステップと、  
をコンピュータに実行させる作業計画変更プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、空港での作業員の作業計画を変更する作業計画変更装置、作業計画変更システム、記憶装置、管理装置および作業計画変更プログラムに関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

空港に航空機が着陸してから航空機が離陸するまでの間に実施される地上作業は、作業計画に従って実施される。作業計画は、どの便（あるいはどの地上作業）をどの作業員が担当するかを決めるための計画であり、航空機の運航スケジュールに従って立案される。しかし、航空機の遅延あるいは地上作業の遅延が発生した場合、立案された作業計画では航空機の遅延などが解消されないこともある。

## 【0003】

特許文献 1 には、地上作業の遅延により、航空機の駐機場割り当てに関する変更を行う必要があると判定された場合には、変更案を提示する航空機スポット管理システムが開示されている。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開 2002 - 74437 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

特許文献 1 に開示される従来の技術では、作業の遅延が発生しているか否かの判定に留まり、作業計画を効率よく変更することができないという問題があった。

40

## 【0006】

本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、作業計画を効率よく変更することができる作業計画変更装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本開示にかかる作業計画変更装置は、空港での作業の進捗を示す作業進捗情報に基づいて、前記作業の遅延時間を算出する算出部と、複数の駐機場における航空機の駐機時刻を含む駐機スケジュールと前記遅延時間とに基づいて、前記作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定して推定情報とする推定部と、前記推定情報に基づい

50

て、前記作業を実施する作業員の作業計画を変更する作業計画変更部と、を備える。

【発明の効果】

【0008】

本開示にかかる作業計画変更装置は、作業計画を効率よく変更することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1および2にかかる作業計画変更システムの構成図の一例である。

【図2】実施の形態1および2にかかる駐機スケジュール記憶部が記憶する駐機スケジュールの一例である。

10

【図3】実施の形態1および2にかかる移動情報記憶部が記憶する移動情報の一例である。

【図4】実施の形態1および2にかかる作業員情報記憶部が記憶する作業員情報の一例である。

【図5】実施の形態1および2にかかる必要資格情報記憶部が記憶する必要資格情報の一例である。

【図6】実施の形態1および2にかかる作業計画立案部が立案する作業計画の一例である。

【図7】実施の形態1および2にかかる作業進捗情報管理部が管理する作業進捗情報の一例である。

【図8】実施の形態1および2にかかる測位情報管理部が管理する測位情報の一例である。

【図9】実施の形態1および2にかかる算出部による算出結果、および推定部が推定する推定情報の一例である。

20

【図10】実施の形態1および2にかかる作業計画変更部が変更した後の作業計画の一例である。

【図11】実施の形態1および2にかかる作業計画変更システムの動作手順の一例を示すフローチャートである。

【図12】実施の形態2において機械学習を用いる場合の作業計画変更部の構成図の一例である。

【図13】実施の形態2にかかる作業計画変更部が備える学習装置の構成図の一例である。

【図14】実施の形態2にかかる作業計画変更部が備える推論装置の構成図の一例である。

【図15】実施の形態1および2にかかる作業計画変更装置のハードウェア構成図の一例である。

30

【図16】実施の形態1および2にかかる記憶装置のハードウェア構成図の一例である。

【図17】実施の形態1および2にかかる管理装置のハードウェア構成図の一例である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、実施の形態にかかる作業計画変更装置、作業計画変更システム、記憶装置、管理装置および作業計画変更プログラムを図面に基づいて詳細に説明する。

【0011】

実施の形態1

図1は、実施の形態1にかかる作業計画変更システム10の構成図の一例である。作業計画変更システム10は、空港での作業員の作業計画を変更するシステムである。

40

【0012】

作業計画変更システム10は、作業計画変更装置11と記憶装置12と管理装置13とを備える。作業計画変更装置11と記憶装置12と管理装置13とは、ネットワークに接続されている。作業計画変更装置11と記憶装置12と管理装置13とは、ネットワークを介して互いに情報の送受信を行う。実施の形態1において、ネットワークは例えばインターネットなどのWAN(Wide Area Network)であるが、LAN(Local Area Network)であってもよい。

【0013】

作業計画変更装置11は、空港での作業員の作業計画を変更する装置である。作業計画

50

変更装置 1 1 は、例えば空港のターンアラウンド業務を運営する事業者により運用される。作業計画変更装置 1 1 は、駐機スケジュール入力部 2 1 と、移動情報記憶部 2 2 と、作業員情報記憶部 2 3 と、必要資格情報記憶部 2 4 と、作業計画立案部 2 5 と、作業進捗情報入力部 2 6 と、測位情報入力部 2 7 と、作業計画入力部 2 8 とを備える。

【 0 0 1 4 】

駐機スケジュール入力部 2 1 は、記憶装置 1 2 の駐機スケジュール出力部 4 2 から、複数の駐機場における航空機の駐機時刻を含む駐機スケジュールを入力する。駐機時刻は、駐機開始時刻および駐機終了時刻のうち少なくとも 1 つを含む。

【 0 0 1 5 】

移動情報記憶部 2 2 は、移動情報を記憶する。移動情報は、複数の駐機場の 1 つから他の駐機場までにおける作業員の移動に関する情報である。移動情報は、駐機場間の移動に要する時間の情報、または駐機場間の距離の情報である。

10

【 0 0 1 6 】

作業員情報記憶部 2 3 は、作業員の資格などに関する情報である作業員情報を記憶する。

【 0 0 1 7 】

必要資格情報記憶部 2 4 は、駐機場での作業とその作業で必要となる資格とを対応させた情報である必要資格情報を記憶する。

【 0 0 1 8 】

作業計画立案部 2 5 は、駐機スケジュール入力部 2 1 からの駐機スケジュールと、移動情報記憶部 2 2 からの移動情報と、作業員情報記憶部 2 3 からの作業員情報と、必要資格情報記憶部 2 4 からの必要資格情報とに基づいて、空港での作業を実施する作業員の作業計画を立案する。例えば作業計画が 1 日単位の場合、作業計画立案部 2 5 はその日の作業開始前に作業計画を立案する。図 1 に示す例では、作業計画立案部 2 5 は、作業計画変更装置 1 1 に含まれるが、作業計画変更装置 1 1 に含まれなくてもよい。この場合、作業を取りまとめるオペレータが手動で予め立案した作業計画が、作業計画変更装置 1 1 へ入力される。

20

【 0 0 1 9 】

作業進捗情報入力部 2 6 は、管理装置 1 3 の作業進捗情報出力部 5 3 から、空港での作業の進捗を示す作業進捗情報を入力する。

【 0 0 2 0 】

測位情報入力部 2 7 は、管理装置 1 3 の測位情報出力部 5 5 から、作業員および設備の位置情報である測位情報を入力する。測位情報は、作業員の位置情報を少なくとも含んでいればよい。

30

【 0 0 2 1 】

作業計画入力部 2 8 は、管理装置 1 3 の作業計画出力部 5 7 から、最新の作業計画を入力する。作業計画変更部 3 1 による作業計画の変更が 1 回目の場合には、最新の作業計画は作業計画立案部 2 5 によって立案された計画である。また、作業計画変更部 3 1 による作業計画の変更が 2 回目以降の場合には、最新の作業計画は 1 つ前に作業計画変更部 3 1 によって変更された計画である。すなわち最新の作業計画は、後に説明する管理装置 1 3 の作業計画管理部 5 6 が管理する計画であり、現時点で作業員の作業計画として運用している計画である。

40

【 0 0 2 2 】

また、作業計画変更装置 1 1 は、算出部 2 9 と、推定部 3 0 と、作業計画変更部 3 1 と、作業計画出力部 3 2 とを備える。

【 0 0 2 3 】

算出部 2 9 は、作業進捗情報入力部 2 6 からの作業進捗情報に基づいて、作業の遅延時間を算出する。算出部 2 9 は、航空機の到着遅れによる作業の遅延時間、あるいは作業そのものの遅延による遅延時間を算出する。算出部 2 9 は、遅延時間に対し後に説明する駐機スケジュール ID および遅延要因を付加したものを算出結果として出力する。算出結果については、後に図 9 を用いて詳細に説明する。遅延時間は、作業開始予定時刻と作業開

50

始時刻との差である。また、遅延時間は、作業終了予定時刻と作業終了時刻との差であってもよいし、作業終了予定時刻とエアラインに求められている作業終了時刻との差であってもよい。

【 0 0 2 4 】

推定部 3 0 は、算出部 2 9 からの算出結果のうち少なくとも遅延時間と、駐機スケジュール入力部 2 1 からの駐機スケジュールとに基づいて、作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定して推定情報とする。推定部 3 0 は、算出部 2 9 からの遅延時間がゼロの場合には、遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定しなくてもよい。推定部 3 0 は、算出部 2 9 からの遅延時間と、駐機スケジュール入力部 2 1 からの駐機スケジュールと、移動情報記憶部 2 2 からの移動情報と、作業進捗情報入力部 2 6 からの作業進捗情報と、測位情報入力部 2 7 からの測位情報とに基づいて、作業計画入力部 2 8 からの作業計画において、遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定する。ここで、駐機スケジュールを特定する情報とは、駐機スケジュールと 1 対 1 対応する情報であり、一例として駐機スケジュールの識別子である。そして、駐機スケジュールの識別子は、後に説明する駐機スケジュール ID に相当する。

10

【 0 0 2 5 】

推定部 3 0 は、算出部 2 9 が算出した遅延時間のみに基づいて、遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定してもよい。また、推定部 3 0 は、算出部 2 9 が算出した遅延時間だけでなく別の情報に基づいて、遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を推定してもよい。別の情報とは、例えば最新の作業計画における作業員のスケジュールである。作業員の作業に遅延が発生しているとしても、当該作業員がその後別の作業を行う予定が無ければ、遅延の影響を受けるとは限らない。遅延時間だけでなく別の情報も使用することで、推定部 3 0 は遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報を精度よく推定することができる。

20

【 0 0 2 6 】

作業計画変更部 3 1 は、推定部 3 0 からの推定情報に基づいて、作業計画入力部 2 8 からの作業計画を変更する。作業計画変更部 3 1 は、推定部 3 0 からの推定情報と、駐機スケジュール入力部 2 1 からの駐機スケジュールと、移動情報記憶部 2 2 からの移動情報と、作業員情報記憶部 2 3 からの作業員情報と、必要資格情報記憶部 2 4 からの必要資格情報と、測位情報入力部 2 7 からの測位情報とに基づいて、作業計画入力部 2 8 からの作業計画を変更してもよい。

30

【 0 0 2 7 】

作業計画変更部 3 1 は、遅延の影響を受ける作業に対し、空港での作業を実施する作業員の作業計画を変更する。遅延の影響を受ける作業とは、遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報に紐づく作業のことである。なお、作業計画変更部 3 1 は、予め定められた制約条件に基づいて、作業計画を変更する。制約条件は例えば、作業計画立案部 2 5 によって立案された作業計画からの変更量を所定量以下とする、作業計画入力部 2 8 からの最新の作業計画からの変更量を所定量以下とする、作業に割り当てる予備の作業員数を所定値以下とする、全作業員の残業時間の偏りを低減するために残業時間の最大値を所定時間以下とする、および担当する駐機場間の移動時間を所定時間以下とする、などが挙げられる。

40

【 0 0 2 8 】

作業計画出力部 3 2 は、管理装置 1 3 の作業計画入力部 5 1 に対し、作業計画立案部 2 5 からの作業計画、あるいは作業計画変更部 3 1 からの作業計画を出力する。具体的には、作業計画変更部 3 1 が作業計画の変更を行っていない場合には、作業計画出力部 3 2 は、作業計画立案部 2 5 によって立案された作業計画を出力する。作業計画変更部 3 1 が作業計画の変更を行った場合には、作業計画出力部 3 2 は、作業計画変更部 3 1 によって変更された作業計画を出力する。

【 0 0 2 9 】

記憶装置 1 2 は、作業計画変更装置 1 1 による空港での作業員の作業計画の変更で使用

50

される情報を記憶する装置である。記憶装置 1 2 は、例えば航空機による運送を行う事業者により運用される。記憶装置 1 2 は、駐機スケジュール記憶部 4 1 と、駐機スケジュール出力部 4 2 とを備える。

【 0 0 3 0 】

駐機スケジュール記憶部 4 1 は、駐機スケジュールを記憶する。駐機スケジュールは、作業計画立案部 2 5 が行う立案、推定部 3 0 が行う推定、および作業計画変更部 3 1 が行う変更で使用される情報である。具体的には、駐機スケジュールは、作業計画の立案、遅延時間の算出、遅延影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報の推定、および作業計画の変更で使用される情報である。

【 0 0 3 1 】

駐機スケジュール出力部 4 2 は、作業計画変更装置 1 1 の駐機スケジュール入力部 2 1 に対し、駐機スケジュール記憶部 4 1 からの駐機スケジュールを出力する。

【 0 0 3 2 】

管理装置 1 3 は、作業計画変更装置 1 1 による空港での作業員の作業計画の変更で使用される情報を管理する装置である。管理装置 1 3 は、例えば空港のターンアラウンド業務を運営する事業者により運用される。管理装置 1 3 は、作業計画入力部 5 1 と、作業進捗情報管理部 5 2 と、作業進捗情報出力部 5 3 と、測位情報管理部 5 4 と、測位情報出力部 5 5 と、作業計画管理部 5 6 と、作業計画出力部 5 7 とを備える。

【 0 0 3 3 】

作業計画入力部 5 1 は、作業計画変更装置 1 1 の作業計画出力部 3 2 から、作業計画を入力する。

【 0 0 3 4 】

作業進捗情報管理部 5 2 は、作業進捗情報を管理する。作業進捗情報は、算出部 2 9 が行う算出、および推定部 3 0 が行う推定で使用される情報である。具体的には、作業進捗情報は、遅延時間の算出、および作業の遅延の影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報の推定で使用される情報である。

【 0 0 3 5 】

作業進捗情報出力部 5 3 は、作業計画変更装置 1 1 の作業進捗情報入力部 2 6 に対し、作業進捗情報管理部 5 2 からの作業進捗情報を出力する。

【 0 0 3 6 】

測位情報管理部 5 4 は、測位情報を管理する。測位情報は、推定部 3 0 が行う推定、および作業計画変更部 3 1 が行う変更で使用される情報である。具体的には、測位情報は、影響を受ける駐機スケジュールを特定する情報の推定、および作業計画の変更で使用される情報である。

【 0 0 3 7 】

測位情報出力部 5 5 は、作業計画変更装置 1 1 の測位情報入力部 2 7 に対し、測位情報管理部 5 4 からの測位情報を出力する。

【 0 0 3 8 】

作業計画管理部 5 6 は、作業計画入力部 5 1 からの作業計画を管理する。

【 0 0 3 9 】

作業計画出力部 5 7 は、作業計画変更装置 1 1 の作業計画入力部 2 8 に対し、作業計画管理部 5 6 からの作業計画を出力する。

【 0 0 4 0 】

次に、図 2 から図 1 0 を用いて、実施の形態 1 にかかる各種情報および作業計画の詳細について説明する。図 2 は、実施の形態 1 にかかる記憶装置 1 2 の駐機スケジュール記憶部 4 1 が記憶する駐機スケジュールの一例である。駐機スケジュールには、駐機スケジュール ID と、機体番号と、機種と、作業種別と、駐機場番号と、到着時の便名と、駐機開始時刻と、駐機終了時刻と、出発時の便名と、更新時刻とが含まれる。

【 0 0 4 1 】

駐機スケジュール ID は、駐機スケジュールの識別子である。機体番号は、駐機する航

10

20

30

40

50

空機を一意に示す番号である。機種は、駐機する航空機の種類である。作業種別は、駐機中の航空機に対して設定される作業IDである。駐機場番号は、航空機が駐機する場所を示す番号である。到着時の便名は、空港に到着して駐機を開始する時の便名である。駐機開始時刻は、航空機が到着して駐機場で停止する時刻である。駐機終了時刻は、航空機が離陸に向けて駐機場を離れるために、再び移動を開始する時刻である。出発時の便名は、駐機を終了して空港を出発する時の便名である。更新時刻は、航空機の運航状況によって、駐機スケジュール記憶部41が駐機スケジュールを更新した時点の時刻である。

#### 【0042】

図2に示す例では、駐機スケジュールID「00001」に対応する駐機場番号「1」の駐機場は、「第1駐機場」を表す。また、駐機スケジュールID「00002」に対応する駐機場番号「2」の駐機場は、「第2駐機場」を表す。

10

#### 【0043】

駐機スケジュールIDに対応する作業種別は、駐機スケジュールID「00001」のように1つの場合もあれば、駐機スケジュールID「00002」のように複数の場合もある。

#### 【0044】

図3は、実施の形態1にかかる作業計画変更装置11の移動情報記憶部22が記憶する移動情報の一例である。移動情報には、複数の駐機場について、1つの駐機場と他の各駐機場との間における作業員の移動に要する移動時間の情報が含まれる。また、図3に示す例では、駐機場と荷捌き場との間における移動に要する移動時間の情報、および1つの荷捌き場と他の荷捌き場との間における移動に要する移動時間の情報も含まれる。

20

#### 【0045】

移動時間とは、例えば移動元の地点である駐機場または荷捌き場から、移動先の地点である駐機場または荷捌き場へ、作業員が徒歩あるいは車などで移動するのにかかる標準的な時間とする。作業員が移動先で設備を用いて作業を行う場合には、移動時間は作業員が当該設備を用いて移動するのにかかる標準的な時間であってもよい。この場合、移動速度が設備毎に異なる場合を考慮し、移動情報記憶部22には、複数の設備の各々についての移動情報が記憶されてもよい。移動情報は、移動時間の情報に限られず、移動元の地点である駐機場または荷捌き場から、移動先の地点である駐機場または荷捌き場までの距離である移動距離の情報であってもよい。この場合、移動距離は移動速度に対し移動時間で乗算することで算出される。

30

#### 【0046】

図4は、実施の形態1にかかる作業計画変更装置11の作業員情報記憶部23が記憶する作業員情報の一例である。作業員情報には、作業員IDと、各資格を保有しているか否かの情報とが含まれる。

#### 【0047】

作業員IDは、作業員を一意に示す識別子である。各資格を保有しているか否かの情報は、「T」と「F」とで表される。「T」は資格を保有していることを意味し、「F」は資格を保有していないことを意味する。図4に示す例では、作業員ID「a0010」の作業員は、資格1を保有しており、資格2を保有していない。ここで資格とは、地上作業を構成する種々の付随作業を行えるかどうかを示すものである。

40

#### 【0048】

図5は、実施の形態1にかかる作業計画変更装置11の必要資格情報記憶部24が記憶する必要資格情報の一例である。必要資格情報には、作業種別と、各資格を必要とするか否かの情報とが含まれる。すなわち必要資格情報は、駐機中の航空機に対して設定される作業種別に関して、どの資格が必要になるかを示す情報である。

#### 【0049】

各資格を必要とするか否かの情報は、「T」と「F」とで表される。「T」は資格を必要とすることを意味し、「F」は資格を必要としないことを意味する。図5に示す例では、作業種別「OP001」の作業は、資格1を必要とし、資格2を必要としない。よって

50

、少なくとも資格1を保有する作業員が、作業種別「OP001」の作業を実施できる。また、少なくとも資格1と資格2とを保有する作業員は、作業種別「OP002」の作業を単独で実施できる。これに限定されず、例えば資格1のみを保有する作業員と、資格2のみを保有する作業員とが共同で、作業種別「OP002」の作業を実施できるとしてもよい。

#### 【0050】

図6は、実施の形態1にかかる作業計画変更装置11の作業計画立案部25が立案する作業計画の一例である。図6は、ある1日についての作業計画の例である。作業計画には、作業員IDと、作業開始時刻と、作業終了時刻と、作業種別と、資格と、作業場所(起点)と、作業場所(終点)と、駐機スケジュールIDとが含まれる。

10

#### 【0051】

作業開始時刻は、作業員IDに対応する作業員が作業を開始すべき時刻である。作業終了時刻は、作業員IDに対応する作業員が作業を終了すべき時刻である。資格は、作業で必要となる資格である。資格「N/A」は、該当する作業で資格が不要であることを意味する。ここで作業種別と資格とは1対1に対応しない。図6に示す例では、作業種別「OP042」の作業は資格20を必要とするが、例えば資格21も必要となる。

#### 【0052】

作業場所(起点)は、作業種別に対応する作業を行う場所である。あるいは作業場所(起点)は、作業種別に対応する作業で移動を伴う場合に、起点となる場所である。作業場所(終点)は、作業種別に対応する作業で、移動を伴う場合には終点となる場所である。作業場所(終点)「N/A」は、作業種別に対応する作業で、移動を伴わないことを意味する。駐機スケジュールIDは、駐機スケジュールのIDである。駐機スケジュールID「N/A」は、特定の駐機場での作業に依存しないことを意味する。図6に示す例では、作業員ID「a0020」に対応する作業員は、駐機場間の移動のみを行い、特定の駐機場で作業を行わない。

20

#### 【0053】

図6に示す例では、作業員ID「a0010」に対応する作業員は、駐機スケジュールID「00039」の駐機スケジュールに基づいて、10時40分から10時50分までの間、第6駐機場にて搭降載の作業を行う。作業員ID「a0011」に対応する作業員は、駐機スケジュールID「00015」の駐機スケジュールに基づいて、11時00分から11時10分までの間、第3駐機場から第8荷捌き場へ荷物を搬送する。作業員ID「a0020」に対応する作業員は、12時10分から12時25分までの間、第5駐機場から第2駐機場へ移動する。

30

#### 【0054】

図7は、実施の形態1にかかる管理装置13の作業進捗情報管理部52が管理する作業進捗情報の一例である。作業進捗情報には、駐機スケジュールIDと、作業開始予定時刻と、作業開始時刻と、作業終了予定時刻と、作業終了時刻と、エアラインに求められている作業終了時刻と、更新時刻とが含まれる。

#### 【0055】

作業開始予定時刻は、駐機スケジュールIDに対応する駐機スケジュールに基づく作業が開始される予定の時刻である。作業開始時刻は、実際に作業が開始された時刻である。作業終了予定時刻は、駐機スケジュールIDに対応する駐機スケジュールに基づく作業が終了する予定の時刻である。なお、作業開始予定時刻に対し作業開始時刻が変わった場合には、作業終了予定時刻は、作業開始予定時刻と作業開始時刻との変更量に基づいて変更される。図7に示す例では、駐機スケジュールID「00002」に対応する駐機スケジュールに基づく作業の作業開始予定時刻が14時00分に対し、作業開始時刻が14時10分である。この場合、予定より10分遅れで作業が開始されたことになる。その結果、作業終了予定時刻が14時50分に変更されている。仮に、作業開始時刻が予定通り14時00分であった場合には、作業終了予定時刻は14時40分である。

40

#### 【0056】

50

作業終了時刻は、実施に作業が終了した時刻である。作業が終了していない場合には、作業終了時刻は空欄となる。エアラインに求められている作業終了時刻は、該当する航空機が再び出発するために、守らなければならない作業終了時刻である。更新時刻は、作業進捗状況に応じて作業進捗情報管理部 5 2 が作業進捗情報を更新した時点の時刻である。

【 0 0 5 7 】

図 8 は、実施の形態 1 にかかる管理装置 1 3 の測位情報管理部 5 4 が管理する測位情報の一例である。測位情報には、作業員 ID または設備 ID と、位置（最も近い作業場所）と、更新時刻とが含まれる。

【 0 0 5 8 】

設備 ID は、空港での地上作業で使用される複数の設備の各々に付された識別子である。位置（最も近い作業場所）は、作業員 ID に対応する作業員の位置または最も近い作業場所である。位置（最も近い作業場所）は、設備 ID に対応する設備の位置または最も近い作業場所であってもよい。位置（最も近い作業場所）は、図示しない GPS (Global Positioning System) によって検出されてもよいし、所定の場所に取り付けられた図示しないカメラなどによって検出されてもよい。検出方法はこれらに限定されない。更新時刻は、測位情報管理部 5 4 が作業員または設備の位置を更新した時点の時刻である。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、実施の形態 1 にかかる作業計画変更装置 1 1 の算出部 2 9 による算出結果、および作業計画変更装置 1 1 の推定部 3 0 が推定する推定情報の一例である。算出結果には、駐機スケジュール ID と、遅延要因と、遅延時間とが含まれる。推定情報には、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール ID が含まれる。

【 0 0 6 0 】

遅延要因は、作業の遅延が発生した要因である。遅延時間は、遅延要因に対応する遅延時間である。遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール ID は、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの識別子である。遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール ID 「N/A」は、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール ID が存在しないことを意味する。

【 0 0 6 1 】

図 9 に示す例では、駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」に対応する作業は、作業開始時間が 20 分遅延している。これにより、推定部 3 0 は、駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」および「0 0 0 5 1」が遅延の影響を受けると推定する。具体的には、推定部 3 0 は、駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」および「0 0 0 5 1」に対応する作業が遅延の影響を受けると推定する。ここで、駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」が遅延の影響を受けると推定される理由は、例えば駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」に対応する作業が複数あり、そのうちの 1 つの作業の開始時間が遅延したことで、残りの作業にも影響が及ぶためである。また、駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 1」が遅延の影響を受けると推定される理由は、例えば駐機スケジュール ID 「0 0 0 4 2」に対応する作業を行う作業員が、駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 1」に対応する作業を引き続き行う場合に、駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 1」に対応する作業の開始時間も遅延するためである。

【 0 0 6 2 】

また、駐機スケジュール ID 「0 0 0 0 8」に対応する作業は、作業終了時刻が 15 分遅延している。これにより、推定部 3 0 は、駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 5」が遅延の影響を受けると推定する。駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 5」が遅延の影響を受けると推定される理由は、例えば駐機スケジュール ID 「0 0 0 0 8」に対応する作業の後に駐機スケジュール ID 「0 0 0 5 5」に対応する作業が同じ駐機場で行われるためである。

【 0 0 6 3 】

また、駐機スケジュール ID 「0 0 0 3 9」に対応する作業は、作業開始時刻が 5 分遅延している。これにより、推定部 3 0 は、駐機スケジュール ID 「0 0 0 3 9」が遅延の影響を受けると推定する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 4 】

また、駐機スケジュールID「00045」に対応する作業は、作業終了時刻が2分遅延している。但し、推定部30は遅延の影響を受ける駐機スケジュールIDが存在しないと推定する。

## 【 0 0 6 5 】

図10は、実施の形態1にかかる作業計画変更装置11の作業計画変更部31が変更した後の作業計画の一例である。図6と同様、作業計画には、作業員IDと、作業開始時刻と、作業終了時刻と、作業種別と、資格と、作業場所（起点）と、作業場所（終点）と、駐機スケジュールIDとが含まれる。

## 【 0 0 6 6 】

図10に示す例では、作業員ID「a0010」に対応する作業員の作業開始時刻が10時40分から10時45分に変更されている点、および作業員ID「a0032」に対応する作業員の作業計画が追加されている点で、図6とは異なる。これは、図7に示す作業進捗情報で、駐機スケジュールID「00039」に対応する作業の開始時刻が5分遅れたことが要因である。これにより、図9に示すように、推定部30は駐機スケジュールID「00039」を推定情報として推定する。

## 【 0 0 6 7 】

図10に示す例では、作業員ID「a0010」に対応する作業員に加え、作業員ID「a0032」に対応する作業員が、駐機スケジュールID「00039」の作業種別「OP032」に対応する作業を行うことで、作業開始の遅延を挽回するよう作業計画が変更される。なお、駐機スケジュールID「00039」の作業種別「OP032」に対応する作業は、資格1の保有を必要とし、予め本作業に割り当てられていた作業員ID「a0010」に対応する作業員は、図6に示すように資格1を保有する。よって、新たに追加された作業員ID「a0032」に対応する作業員は、必ずしも資格1を保有する必要はない。作業種別「OP032」に対応する作業を行う追加要員である作業員は、搭降載の作業場所（起点）である第6駐機場との距離が近いことが望ましい。距離が近いかどうかは、測位情報入力部27からの測位情報により把握することができる。なお、追加要因である作業員の位置は、測位情報だけでなく最新の作業計画の作業場所（起点）あるいは作業場所（終点）から推測することもできる。

## 【 0 0 6 8 】

上記では、駐機スケジュールID「00039」の作業種別「OP032」についての作業計画を変更しているが、駐機スケジュールID「00039」に対応する作業が他にもある場合、作業員ID「a0032」に対応する作業員が作業種別「OP032」に対応する作業以外の作業を行うよう作業計画を変更してもよい。

## 【 0 0 6 9 】

また、作業員ID「a0032」に対応する作業員だけでなく他の作業員も、駐機スケジュールID「00039」の作業種別「OP032」に対応する作業を行うよう作業計画を変更してもよい。その際、搭降載の作業場所（起点）である第6駐機場との距離が近い作業員が望ましい。更に、作業員ID「a0032」が設備を運転して第6駐機場へ向かう場合、第6駐機場へ向かう途中でその設備に搭乗可能な作業員が望ましい。

## 【 0 0 7 0 】

次に、作業計画変更システム10の動作について説明する。図11は、実施の形態1にかかる作業計画変更システム10の動作手順の一例を示すフローチャートである。以下に説明する動作手順の前提として、駐機スケジュール記憶部41には、駐機スケジュールが記憶されている。移動情報記憶部22には、移動情報が記憶されている。作業員情報記憶部23には、作業員情報が記憶されている。必要資格情報記憶部24には、必要資格情報が記憶されている。作業進捗情報管理部52には、作業進捗情報が管理されている。測位情報管理部54には、測位情報が管理されている。作業計画管理部56には、予め立案あるいは変更された最新の作業計画が管理されている。

## 【 0 0 7 1 】

ステップ S T 1 において、記憶装置 1 2 の駐機スケジュール出力部 4 2 は、図 2 に示す駐機スケジュールが更新されているか否かを判定する。具体的には、駐機スケジュール出力部 4 2 は、駐機スケジュールのうち更新時刻に基づいて、駐機スケジュールが更新されているか否かを判定する。また、管理装置 1 3 の作業進捗情報出力部 5 3 は、図 7 に示す作業進捗情報が更新されているか否かを判定する。具体的には、作業進捗情報出力部 5 3 は、作業進捗情報のうち更新時刻に基づいて、作業進捗情報が更新されているか否かを判定する。ステップ S T 1 の判定が Y e s の場合、すなわち駐機スケジュール出力部 4 2 が行う判定または作業進捗情報出力部 5 3 が行う判定のうち少なくとも 1 つの判定が Y e s の場合には、処理はステップ S T 2 へ進む。ステップ S T 1 の判定が N o の場合、すなわち駐機スケジュール出力部 4 2 が行う判定および作業進捗情報出力部 5 3 が行う判定のいずれも N o の場合には、作業計画変更装置 1 1 はステップ S T 1 の処理を再度行う。

10

**【 0 0 7 2 】**

ステップ S T 2 において、駐機スケジュールが更新されていると判定された場合には、作業計画変更装置 1 1 の駐機スケジュール入力部 2 1 は、更新された駐機スケジュールを記憶装置 1 2 の駐機スケジュール出力部 4 2 から受信する。作業進捗情報が更新されていると判定された場合には、作業計画変更装置 1 1 の作業進捗情報入力部 2 6 は、更新された作業進捗情報を管理装置 1 3 の作業進捗情報出力部 5 3 から受信する。

**【 0 0 7 3 】**

ステップ S T 3 において、管理装置 1 3 の測位情報出力部 5 5 は、図 8 に示す測位情報が更新されているか否かを判定する。具体的には、測位情報出力部 5 5 は、測位情報のうち更新時刻に基づいて、測位情報が更新されているか否かを判定する。ステップ S T 3 の判定が Y e s の場合には、処理はステップ S T 4 へ進む。ステップ S T 3 の判定が N o の場合には、処理はステップ S T 5 へ進む。

20

**【 0 0 7 4 】**

ステップ S T 4 において、作業計画変更装置 1 1 の測位情報入力部 2 7 は、更新された測位情報を管理装置 1 3 の測位情報出力部 5 5 から受信する。

**【 0 0 7 5 】**

ステップ S T 5 において、作業計画変更装置 1 1 の算出部 2 9 は、作業進捗情報に基づいて遅延時間を算出する。

**【 0 0 7 6 】**

ステップ S T 6 において、作業計画変更装置 1 1 の推定部 3 0 は、作業計画入力部 2 8 からの作業計画において、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D を推定する。作業計画変更装置 1 1 の推定部 3 0 は、遅延時間と、駐機スケジュールと、作業進捗情報と、移動情報と、測位情報とに基づいて、作業計画入力部 2 8 からの作業計画において、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D を推定する。推定部 3 0 は、例えば作業を取りまとめるオペレータに対し、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D をアラートとして通知してもよい。

30

**【 0 0 7 7 】**

ステップ S T 8 において、作業計画変更装置 1 1 の作業計画変更部 3 1 は、推定情報に基づいて、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D に対し、作業計画を変更する。あるいは、作業計画変更装置 1 1 の作業計画変更部 3 1 は、推定情報と、駐機スケジュールと、移動情報と、作業員情報と、必要資格情報と、測位情報とに基づいて、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D の作業計画を変更する。作業計画変更部 3 1 は、作業を取りまとめるオペレータあるいは作業員に対し、変更された作業計画を通知してもよい。以上により、作業計画変更システム 1 0 は、図 1 1 に示す手順による動作を終了する。

40

**【 0 0 7 8 】**

なお、図 1 1 に示す手順では、駐機スケジュールおよび作業進捗情報のいずれも更新されない場合には、ステップ S T 2 以降の処理は行われぬ。これに限定されず、情報が更新されたか否かに関わらず、所定の周期でステップ S T 2 以降の処理を行うようにしても

50

よい。この場合、ステップ S T 1 の処理は行われない。また、ステップ S T 2 では、更新された情報のみ取得されるだけでなく、全ての情報、すなわち駐機スケジュール、移動情報、作業員情報、必要資格情報、作業進捗情報および測位情報が取得される。

【 0 0 7 9 】

実施の形態 1 によると、算出部 2 9 は、作業進捗情報に基づいて遅延時間を算出する。推定部 3 0 は、遅延時間と駐機スケジュールとに基づいて、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D を推定して推定情報とする。作業計画変更部 3 1 は、推定情報に基づいて、作業計画を変更する。これにより、作業計画の変更の要否を適切に判定でき、変更すべき箇所を特定でき、作業計画を効率よく変更することができる。

【 0 0 8 0 】

推定部 3 0 は、移動情報も考慮して、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D を推定する。これにより、推定情報を精度よく推定できる。作業計画変更部 3 1 は、移動情報も考慮して、作業計画を変更する。これにより、作業計画を精度よく変更することができる。

【 0 0 8 1 】

作業計画変更部 3 1 は、作業員情報も考慮して、作業計画を変更する。これにより、作業の特性に合った作業員を適切に配置するような作業計画とすることができる。作業計画変更部 3 1 は、必要資格情報も考慮して、作業計画を変更する。これにより、作業の特性に合った作業員を適切に配置するような作業計画とすることができる。

【 0 0 8 2 】

推定部 3 0 は、測位情報も考慮して、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D を推定する。これにより、推定情報を精度よく推定できる。作業計画変更部 3 1 は、測位情報も考慮して、作業計画を変更する。これにより、遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュール I D に対応する駐機場に近い作業員を割り当てることができ、作業員の負荷を最小限とするような作業計画とすることができる。

【 0 0 8 3 】

実施の形態 1 にかかる作業計画変更システム 1 0 における各構成要素の分散または統合の具体的形態は、実施の形態 1 で説明するものに限られない。例えば、駐機スケジュール記憶部 4 1 が、作業計画変更装置 1 1 に備えられても良い。駐機スケジュール記憶部 4 1 が作業計画変更装置 1 1 に備えられることによって、作業計画変更装置 1 1 の機能と記憶装置 1 2 の機能とが、1 つの装置によって実現されても良い。または、作業進捗情報管理部 5 2、測位情報管理部 5 4 および作業計画管理部 5 6 の少なくとも1 つが、作業計画変更装置 1 1 に備えられても良い。作業進捗情報管理部 5 2、測位情報管理部 5 4 および作業計画管理部 5 6 が作業計画変更装置 1 1 に備えられることによって、作業計画変更装置 1 1 の機能と管理装置 1 3 の機能とが、1 つの装置によって実現されても良い。さらに、作業計画変更装置 1 1 の機能と、記憶装置 1 2 の機能と、管理装置 1 3 の機能とは、1 つの装置によって実現されても良い。

【 0 0 8 4 】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 において、作業計画変更部 3 1 は、推定情報と、駐機スケジュールと、移動情報と、作業員情報と、必要資格情報と、測位情報とに基づいて、任意の方法で、作業計画を変更する。一方、実施の形態 2 において、作業計画変更部 3 1 は、例えば機械学習を用いて作業計画を変更する。なお、実施の形態 2 にかかる作業計画変更システム 1 0 の構成図は、図 1 に示す構成図と同じである。

【 0 0 8 5 】

機械学習を用いて作業計画を変更する方法について説明する。図 1 2 は、実施の形態 2 において機械学習を用いる場合の作業計画変更部 7 0 の構成図の一例である。作業計画変更部 7 0 は、機械学習を用いて作業計画を変更する作業計画変更部 3 1 の一例とする。

【 0 0 8 6 】

作業計画変更部 7 0 は、学習装置 7 1 と、推論装置 7 2 と、学習済モデル記憶部 7 3 と

10

20

30

40

50

を備える。学習装置 7 1 は、作業計画を学習する。学習装置 7 1 は、学習の結果である学習済モデルを出力する。学習済モデル記憶部 7 3 は、学習済モデルを記憶する。推論装置 7 2 は、作業計画を推論する学習済モデルを学習済モデル記憶部 7 3 から読み出す。推論装置 7 2 は、学習済モデルへ推論用データを入力することによって、変更された作業計画として推論結果を出力する。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 は、実施の形態 2 にかかる作業計画変更部 7 0 が備える学習装置 7 1 の構成図の一例である。学習装置 7 1 は、データ取得部 7 4 とモデル生成部 7 5 とを備える。データ取得部 7 4 は、学習用データを取得し、学習用データをまとめ合わせたデータセットを作成する。学習用データは、最新の作業計画、推定情報、駐機スケジュール、作業進捗情報、移動情報、作業員情報、必要資格情報、および測位情報である。

10

【 0 0 8 8 】

モデル生成部 7 5 は、学習用データを用いて学習済モデルを生成する。モデル生成部 7 5 は、最新の作業計画、推定情報、駐機スケジュール、作業進捗情報、移動情報、作業員情報、必要資格情報、および測位情報から作業計画を推論する学習済モデルを生成する。

【 0 0 8 9 】

モデル生成部 7 5 が用いる学習アルゴリズムとしては、教師あり学習、教師なし学習、または強化学習等の公知のアルゴリズムを用いることができる。一例として、モデル生成部 6 5 が用いる学習アルゴリズムに強化学習を適用する場合について説明する。強化学習は、ある環境内におけるエージェントである行動主体が、現在の状態を観測し、取るべき行動を決定する、というものである。エージェントは行動を選択することで環境から報酬を得て、一連の行動を通じて報酬が最も多く得られるような方策を学習する。強化学習の代表的な手法として、Q 学習および TD ( Temporal Difference ) 学習などが知られている。例えば、Q 学習の場合、行動価値関数  $Q(s, a)$  の一般的な更新式である行動価値テーブルは、次の式 ( 1 ) で表される。行動価値関数  $Q(s, a)$  は、環境「s」のもとで行動「a」を選択する行動の価値である行動価値 Q を表す。

20

【 0 0 9 0 】

【数 1】

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha(\gamma_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a_t) - Q(s_t, a_t)) \quad \dots (1)$$

30

【 0 0 9 1 】

式 ( 1 ) において、「 $s_t$ 」は、時刻「t」における環境を表す。「 $a_t$ 」は、時刻「t」における行動を表す。行動「 $a_t$ 」によって、環境は「 $s_{t+1}$ 」に変わる。「 $r_{t+1}$ 」は、その環境の変化によってもらえる報酬を表す。「 $\alpha$ 」は、割引率を表す。「 $\gamma$ 」は、学習係数を表す。作業計画が、環境「 $s_t$ 」となる。モデル生成部 6 5 内での作業計画の更新の方法または作業計画の更新のポイントが、行動「 $a_t$ 」となる。最新の作業計画、推定情報、駐機スケジュール、作業進捗情報、移動情報、作業員情報、必要資格情報、および測位情報のデータが、作業計画の更新にあたり参照されるデータとなる。

【 0 0 9 2 】

式 ( 1 ) により表される更新式は、時刻「t + 1」における最良の行動「a」の行動価値が、時刻「t」で実行された行動「a」の行動価値 Q よりも大きければ、行動価値 Q を大きくし、逆の場合は、行動価値 Q を小さくする。換言すれば、時刻「t」における行動「a」の行動価値 Q を、時刻「t + 1」における最良の行動価値に近づけるように、行動価値関数  $Q(s, a)$  を更新する。それにより、ある環境における最良の行動価値が、それ以前の環境における行動価値に順次伝播する。

40

【 0 0 9 3 】

モデル生成部 7 5 は、報酬計算部 7 6 および関数更新部 7 7 を有する。報酬計算部 7 6 は、データセットに基づいて報酬を計算する。関数更新部 7 7 は、報酬計算部 7 6 によって算出される報酬に従って、作業計画を決定するための関数を更新する。

【 0 0 9 4 】

50

具体的には、報酬計算部 76 は、作業計画の効率を指標とする目的関数の値に基づいて、報酬「 $r$ 」を計算する。作業計画の効率とは、最新の作業計画からの変更量の少なさ、作業に割り当てる予備の作業員数の少なさ、全作業員の残業時間の偏りの少なさ、および担当する駐機場間の移動の少なさである。例えば、作業計画の効率が向上する方へ目的関数の値が変化した場合には、報酬計算部 76 は、報酬「 $r$ 」を増大させる。報酬計算部 76 は、報酬の値である「 $1$ 」を与えることによって報酬「 $r$ 」を増大させる。なお、報酬の値は「 $1$ 」に限られない。作業計画の効率が低下する方へ目的関数の値が変化した場合には、報酬計算部 76 は、報酬「 $r$ 」を減少させる。報酬計算部 76 は、報酬の値である「 $-1$ 」を与えることによって報酬「 $r$ 」を低減させる。なお、報酬の値は「 $-1$ 」に限られない。

10

## 【0095】

関数更新部 77 は、報酬計算部 76 によって計算される報酬に従って、作業計画を決定するためのモデルである関数を更新する。関数の更新は、データセットに従って、例えば行動価値テーブルを更新することによって行うことができる。行動価値テーブルは、任意の行動と、その行動価値とを関連付けてテーブルの形式で記憶したデータセットである。例えば Q 学習の場合、上記の式 (1) により表される行動価値関数  $Q(s_t, a_t)$  を、推定情報を決定するための関数として用いる。

## 【0096】

ここまで、モデル生成部 75 が用いる学習アルゴリズムに強化学習を適用する場合について説明したが、学習アルゴリズムには、強化学習以外の学習が適用されても良い。モデル生成部 75 は、強化学習以外の公知の学習アルゴリズム、例えば、深層学習、ニューラルネットワーク、遺伝的プログラミング、帰納論理プログラミングまたはサポートベクターマシンといった学習アルゴリズムを用いて機械学習を実行しても良い。

20

## 【0097】

図 14 は、実施の形態 2 にかかる作業計画変更部 70 が備える推論装置 72 の構成図の一例である。推論装置 72 は、推論用データを基に、作業計画を推論する。

## 【0098】

推論装置 72 は、データ取得部 78 と推論部 79 とを有する。データ取得部 78 は、推論用データを取得する。推論用データは、最新の作業計画、推定情報、駐機スケジュール、作業進捗情報、移動情報、作業員情報、必要資格情報、および測位情報である。

30

## 【0099】

推論部 79 は、学習装置 71 によって生成された学習済モデルを、学習済モデル記憶部 73 から読み出す。推論部 79 は、学習済モデルへ推論用データを入力することによって、作業計画を推論する。推論部 79 は、変更された作業計画として推論結果を出力する。

## 【0100】

このようにして、作業計画変更部 70 は、機械学習を用いて作業計画を変更する。これにより、作業計画変更装置 11 は、作業計画を精度よく変更することができる。

## 【0101】

なお、学習装置 71 および推論装置 72 は、作業計画変更装置 11 に備えられるが、これに限定されない。学習装置 71 および推論装置 72 は、作業計画変更装置 11 の外部に備えられてもよい。この場合、学習装置 71 および推論装置 72 は、ネットワークを介して作業計画変更装置 11 に接続されてもよい。学習装置 71 および推論装置 72 は、クラウドサーバ上に存在していてもよい。

40

## 【0102】

実施の形態 2 によると、作業計画変更部 70 は、機械学習を用いて、作業計画を変更する。これにより、変更の精度を向上できる。

## 【0103】

次に、作業計画変更装置 11 のハードウェア構成について説明する。図 15 は、実施の形態 1 および 2 にかかる作業計画変更装置 11 のハードウェア構成図の一例である。作業計画変更装置 11 は、処理回路 90 と通信装置 91 とを備えるコンピュータシステムによ

50

り実現される。処理回路 90 は、プロセッサ 92 およびメモリ 93 を備える。処理回路 90 は、プロセッサ 92 がソフトウェアを実行する回路である。

#### 【0104】

作業計画変更装置 11 の処理部である作業計画立案部 25、算出部 29、推定部 30 および作業計画変更部 31 は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ 93 に格納される。処理回路 90 では、メモリ 93 に記憶されたプログラムである作業計画変更プログラムをプロセッサ 92 が読み出して実行することにより、作業計画立案部 25、算出部 29、推定部 30 および作業計画変更部 31 の機能を実現する。すなわち、処理回路 90 は、作業計画変更装置 11 の処理が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ 93 を備える。メモリ 93 に記憶された作業計画変更プログラムは、作業計画変更装置 11 の手順および方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

10

#### 【0105】

プロセッサ 92 は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、または DSP (Digital Signal Processor) ともいう) である。メモリ 93 は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (登録商標) (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスクまたは DVD (Digital Versatile Disc) 等が該当する。移動情報記憶部 22、作業員情報記憶部 23、および必要資格情報記憶部 24 は、メモリ 93 により実現される。駐機スケジュール入力部 21、作業進捗情報入力部 26、測位情報入力部 27、作業計画入力部 28、および作業計画出力部 32 は、通信装置 91 により実現される。

20

#### 【0106】

次に、記憶装置 12 のハードウェア構成について説明する。図 16 は、実施の形態 1 および 2 にかかる記憶装置 12 のハードウェア構成図の一例である。記憶装置 12 は、処理回路 100 と通信装置 101 とを備えるコンピュータシステムにより実現される。処理回路 100 は、プロセッサ 102 およびメモリ 103 を備える。通信装置 101、プロセッサ 102、およびメモリ 103 の機能は、それぞれ図 15 に示す通信装置 91、プロセッサ 92、およびメモリ 93 の機能と同じであるため、詳細な説明を省略する。駐機スケジュール記憶部 41 は、メモリ 103 により実現される。駐機スケジュール出力部 42 は、通信装置 101 により実現される。

30

#### 【0107】

次に、管理装置 13 のハードウェア構成について説明する。図 17 は、実施の形態 1 および 2 にかかる管理装置 13 のハードウェア構成図の一例である。管理装置 13 は、処理回路 110 と通信装置 111 とを備えるコンピュータシステムにより実現される。処理回路 110 は、プロセッサ 112 およびメモリ 113 を備える。通信装置 111、プロセッサ 112、およびメモリ 113 の機能は、それぞれ図 15 に示す通信装置 91、プロセッサ 92、およびメモリ 93 の機能と同じであるため、詳細な説明を省略する。

40

#### 【0108】

作業進捗情報管理部 52、測位情報管理部 54、および作業計画管理部 56 は、メモリ 113 により実現される。作業進捗情報出力部 53、測位情報出力部 55、作業計画入力部 51、および作業計画出力部 57 は、通信装置 111 により実現される。

#### 【0109】

作業計画変更装置 11、記憶装置 12、および管理装置 13 の各々は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) または

50

FPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積回路を含んでも良い。作業計画変更装置 11、記憶装置 12、および管理装置 13 の各々は、2 つ以上の装置で構成されても良い。運用計画立案プログラムは、CD (Compact Disc) - ROM、DVD - ROM などの記録媒体に格納され、各実施の形態を実現させるために記録媒体が提供されても良い。

【0110】

以上の各実施の形態に示した構成は、本開示の内容の一例を示すものである。各実施の形態の構成は、別の公知の技術と組み合わせることが可能である。各実施の形態の構成同士が適宜組み合わせられても良い。本開示の要旨を逸脱しない範囲で、各実施の形態の構成の一部を省略または変更することが可能である。

10

【符号の説明】

【0111】

10 作業計画変更システム、 11 作業計画変更装置、 12 記憶装置、 13 管理装置、 21 駐機スケジュール入力部、 22 移動情報記憶部、 23 作業員情報記憶部、 24 必要資格情報記憶部、 25 作業計画立案部、 26 作業進捗情報入力部、 27 測位情報入力部、 28 作業計画入力部、 29 算出部、 30 推定部、 31 作業計画変更部、 32 作業計画出力部、 41 駐機スケジュール記憶部、 42 駐機スケジュール出力部、 51 作業計画入力部、 52 作業進捗情報管理部、 53 作業進捗情報出力部、 54 測位情報管理部、 55 測位情報出力部、 56 作業計画管理部、 57 作業計画出力部、 70 作業計画変更部、 71 学習装置、 72 推論装置、 73 学習済モデル記憶部、 74 データ取得部、 75 モデル生成部、 76 報酬計算部、 77 関数更新部、 78 データ取得部、 79 推論部、 90 処理回路、 91 通信装置、 92 プロセッサ、 93 メモリ、 100 処理回路、 101 通信装置、 102 プロセッサ、 103 メモリ、 110 処理回路、 111 通信装置、 112 プロセッサ、 113 メモリ。

20

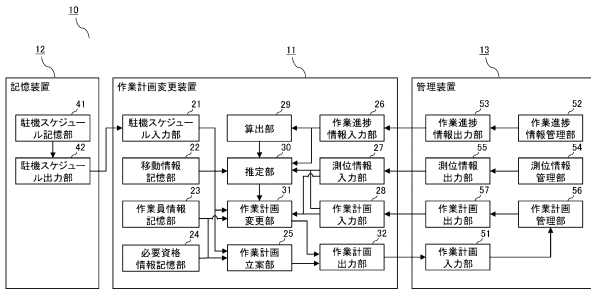
30

40

50

【図面】

【図 1】



【図 2】

駐機スケジュールID	機体番号	機種	作業種別	駐機場番号	到着時の便名	駐機開始時刻	駐機終了時刻	出発時の便名	更新時刻
00001	AA1234	XXX1	OP003	1	A102	13:00	14:00	A308	12:40
00002	AB6789	YYY4	OP010, OP032	2	A103	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

10

【図 3】

	第1駐機場	第2駐機場	...	第1荷捌き場	...
第1駐機場		3.2	13.1	23.7	...
第2駐機場			11.0	15.8	...
...				...	...
第1荷捌き場					...
...					...

【図 4】

作業員ID	資格1	資格2	...
a0010	T	F	...
a0011	T	T	...
...	...	...	...

20

【図 5】

作業種別	資格1	資格2	...
OP001	T	F	...
OP002	T	T	...
...	...	...	...

【図 6】

作業員ID	作業開始時刻	作業終了時刻	作業種別	資格	作業場所(起点)	作業場所(終点)	駐機スケジュールID
a0010	10:40	10:50	OP032	資格1	第6駐機場	N/A	00039
a0011	11:00	11:10	OP042	資格20	第3駐機場	第6荷捌き場	00015
a0020	12:10	12:25	OP051	N/A	第5駐機場	第2駐機場	N/A
...	...	...	...	...	...	...	...

30

40

50

【 図 7 】

駐機スケジュールID	作業開始予定時刻	作業開始時刻	作業終了予定時刻	作業終了時刻	エアラインに求められている作業終了時刻	更新時刻
00001	13:40	13:40	14:30	14:20	14:40	14:25
00002	14:00	14:10	14:50		14:50	14:30
00039	10:40	10:45	10:50		10:55	10:45
...	...	...	...	...	...	...

【 図 8 】

作業員ID/設備ID	位置 (最も近い作業場所)	更新時刻
a0010	第1駐機場	14:00
a0011	第5駐機場	14:10
...	...	...
XX-12	第3駐機場	14:30
...	...	...

10

【 図 9 】

駐機スケジュールID	遅延要因	遅延時間	遅延の影響を受ける駐機スケジュールの駐機スケジュールID
00042	作業開始遅延	00:20	00042、00051
00008	作業終了遅延	00:15	00055
00039	作業開始遅延	00:05	00039
00045	作業終了遅延	00:02	N/A
...	...	...	...

【 図 10 】

作業員ID	作業開始時刻	作業終了時刻	作業種別	資格	作業場所(起点)	作業場所(終点)	駐機スケジュールID
a0010	10:45	10:50	OP032	資格1	第6駐機場	N/A	00039
a0011	11:00	11:10	OP042	資格20	第3駐機場	第8荷掛き場	00015
a0020	12:10	12:25	OP051	N/A	第5駐機場	第2駐機場	N/A
a0032	10:45	10:50	OP032	資格1	第6駐機場	N/A	00039
...	...	...	...	...	...	...	...

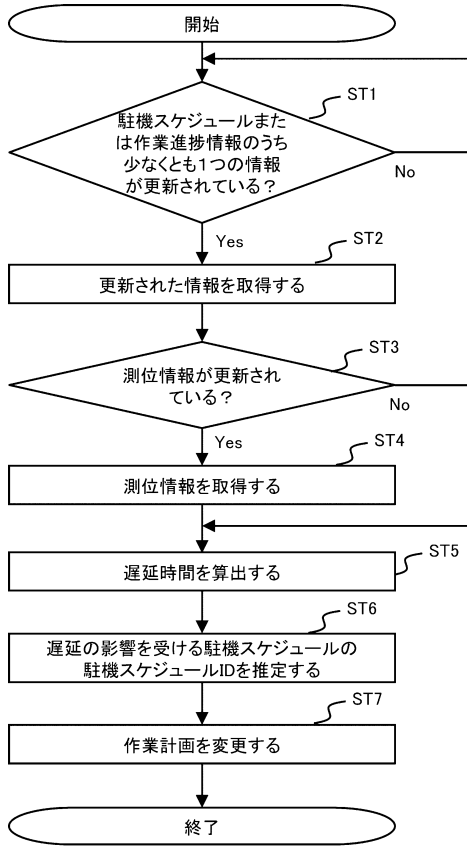
20

30

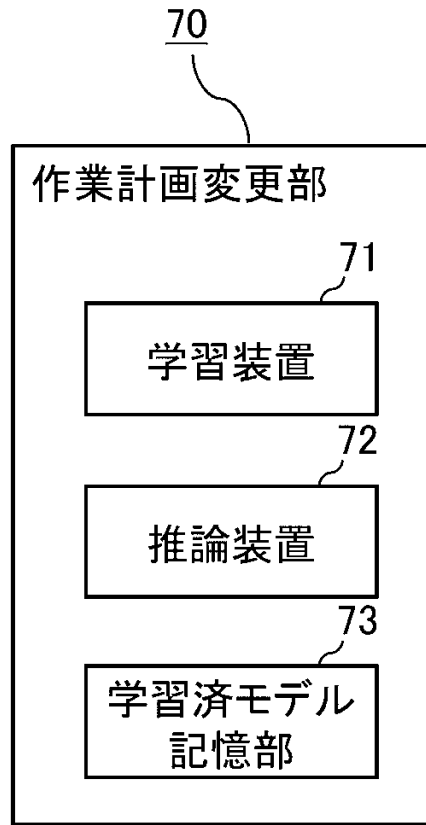
40

50

【図 1 1】



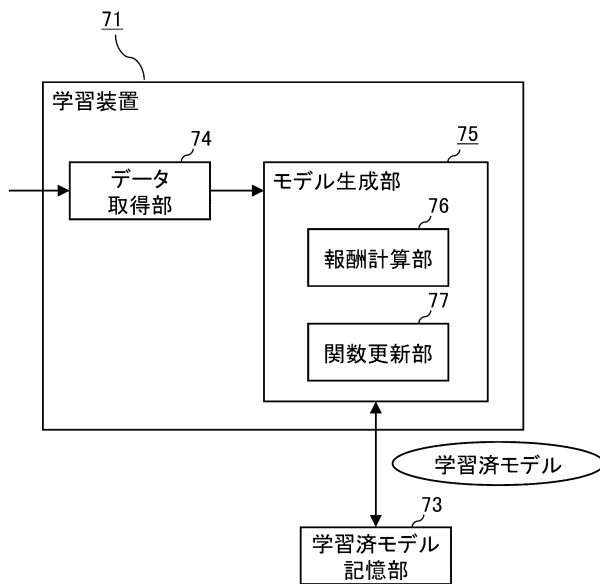
【図 1 2】



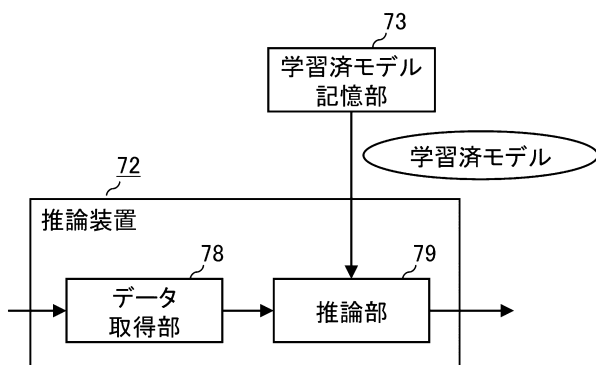
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

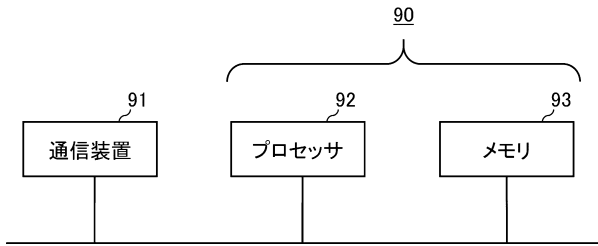


30

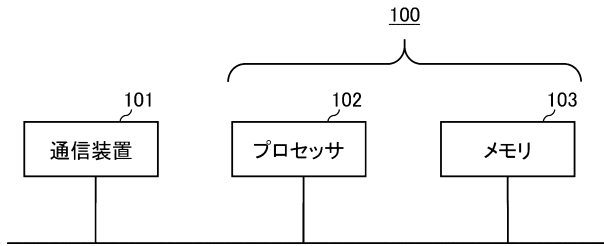
40

50

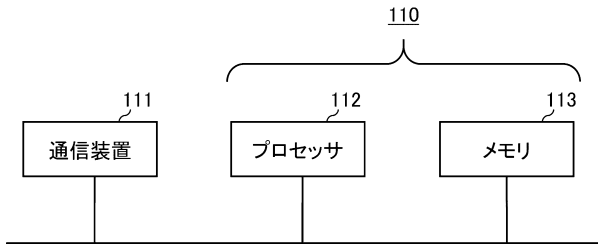
【図 15】



【図 16】



【図 17】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-230246(JP,A)  
特開2003-122879(JP,A)  
特開2001-167154(JP,A)  
特開平9-160965(JP,A)  
特開2002-074437(JP,A)  
特開2001-307300(JP,A)  
特開2011-013961(JP,A)  
特開2021-086444(JP,A)  
特開2022-075157(JP,A)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G08G 1/00 - 99/00

G06Q 10/00 - 99/00