

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7006682号

(P7006682)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 Q 10/06 (2012.01)

G 0 6 Q 10/06

G 0 5 B 19/418 (2006.01)

G 0 5 B 19/418

Z

請求項の数 8 (全32頁)

(21)出願番号 特願2019-509370(P2019-509370)
 (86)(22)出願日 平成30年3月20日(2018.3.20)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2018/010939
 (87)国際公開番号 WO2018/180743
 (87)国際公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)
 審査請求日 令和3年2月15日(2021.2.15)
 (31)優先権主張番号 特願2017-72059(P2017-72059)
 (32)優先日 平成29年3月31日(2017.3.31)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74)代理人 100109313
 弁理士 机 昌彦
 (74)代理人 100149618
 弁理士 北嶋 啓至
 (72)発明者 伊藤 岳大
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
 株式会社内
 (72)発明者 若山 永哉
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
 株式会社内
 (72)発明者 小川 雅嗣
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 作業管理装置、作業管理方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得する指標取得手段と、
 前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記指標取得手段により算出された前記作業評価指標となる状態が継続すると想定される算出値あるいは設定値である持続時間の情報を算出により又は読み出しにより取得する持続時間取得手段と、
 前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得するコスト取得手段と、
 前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全領域の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する決定手段とを備える作業管理装置。

【請求項2】

前記作業物体が移動する場合において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる推定の作業量に応じた将来指標を前記作業評価指標と前記持続時間の情報と前記コストの情報に基づいて算出し、また、前記作業物体が移動しない場合において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる推定の作業量に応じた将来指標を前記作業

評価指標と前記持続時間の情報に基づいて算出し、それら算出した将来指標を比較する比較手段をさらに備え、

前記決定手段は、前記比較手段の比較結果に基づいて、前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する請求項 1 に記載の作業管理装置。

【請求項 3】

前記作業物体の移動による前記コストの算出に利用する実測データに基づいて前記コストを算出し前記コストの情報を更新するコスト更新手段をさらに備える請求項 1 又は請求項 2 に記載の作業管理装置。

【請求項 4】

前記持続時間の取得に利用する実測データに基づいて前記持続時間を取得し前記持続時間の情報を更新する持続時間更新手段をさらに備える請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一つに記載の作業管理装置。

10

【請求項 5】

前記作業物体の移動による前記コストは、前記作業物体の移動経路が考慮されているコストであり、

前記決定手段は、前記作業物体の移動経路をも決定する請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一つに記載の作業管理装置。

【請求項 6】

前記決定手段は、前記作業区画に残っている作業量である残作業量と、前記作業評価指標とに基づいて、前記作業区画における前記残作業量の作業が終了する終了時間を算出し、当該終了時間をも考慮して前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一つに記載の作業管理装置。

20

【請求項 7】

コンピュータが

作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得し、

前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記算出された前記作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報を取得し、

前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得し、

30

前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全領域の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する作業管理方法。

【請求項 8】

作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得する処理と、

前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記算出された作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報を取得する処理と、

40

前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得する処理と、

前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全領域の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する処理とをコンピュータに実行させるコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、複数の作業員が関わる作業工程全体での作業効率の向上を図る技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、工場や倉庫といった作業現場のIT化が進んでいる。例えば、倉庫を例にとると、WMS（Warehouse Management System：倉庫管理システム）やDPS（Digital Picking System：デジタルピッキングシステム）などの作業支援システムが有る。また、そのような作業支援システムに加えて、コンベヤやロボットアームをはじめとするマテハン（マテリアルハンドラ）や自動倉庫システムなどの作業機械化システムの導入も進んでいる。作業支援システムの導入、また、それに加えて作業機械化システムの導入は、作業ミスの低下や、作業効率の向上といった効果を得ることができる。しかしながら、多くの工場・倉庫において、作業全体に占める人手による作業の割合はいまだ大きい。

10

【0003】

図33は、倉庫での出庫工程の一つであるピッキング工程を説明する図である。例えば、単品（バラ品）をピッキングする工程においては、リレー式ピッキングと呼ばれるピッキング方式が採用される。リレー式ピッキングにおいては、コンベヤ3に沿うように棚1が配置され、ひとつの作業ラインが形成されている。棚1には、出庫対象の物品が収容されている。作業ラインは複数の作業区画に区分され、各作業区画に作業員2が割り当てられる。図33に示す例では、作業ラインが2つの作業区画5A、5Bに区分され、それぞれに作業員2が割り当てられている。そして、コンベヤ3によって作業区画5A、5Bにコンテナ4a、4bが配置されると、作業員2が、オーダーの内容に応じた物品を棚1から取り出してコンテナ4a、4bに入れていく。

20

【0004】

各作業区画5A、5Bにおける作業効率は、オーダーの内容、作業員2の体調、作業員2の移動を妨げる仮置きが多いなどの現場の状態などに応じて変化する。例えば、図34には、一つの作業区画における一日の作業量および作業員数の変化と、作業効率との関係例が示されている。図35には、別の作業区画における一日の作業量および作業員数の変化と、作業効率との関係例が示されている。これらの例では、作業員は、3つの時間帯A～Cに基づいた三交代制で作業を行っており、作業員2の人数は時間によって変化する。また、作業量も時間によって変化する。図34と図35の例では、作業員2の人数や作業量の変化に応じて作業効率は変化している。

30

【0005】

図36および図37には、図34および図35に示される関係例が得られる状況とは異なる状況でのピッキング工程における残作業量と作業効率との関係例が示されている。つまり、図36および図37に示される関係例は、作業オーダーが不定期にバッチとして投入される状況での残作業量と作業効率との関係例であり、図36と図37とでは、作業区画が異なっている。

【0006】

図36および図37の例では、作業効率は主に作業オーダーの内容に応じて変化する。このため、作業効率は、作業オーダーがバッチとして投入されてから当該作業オーダーが終了するまではおおむね一定となり、次の作業オーダーが投入されると、当該投入された作業オーダーの内容に応じた作業効率に変化する。

40

【0007】

このことを考慮すると、どのタイミングでどのような作業オーダーが投入されるかが予測できれば、予め作業計画を立て人員を確保することや、作業効率を考慮した数理最適化などの手法によるスケジューリングができる。

【0008】

しかしながら、例えば物流業界などでは、その日にどのような需要があるかは季節や天候、ネット情報拡散による一時的なブームや地域などの様々な要素に依存するため、作業量や作業内容の予測は実質的に不可能である。また、作業効率には、作業員の体調、急な欠員などに因る作業員の人数変動や、現場の状況などの要素も関与し、当該要素は予測が難

50

しいことから、作業効率の正確な予測は困難である。

【0009】

このように作業効率の予測が難しいために、作業効率をより高めようとしてスケジューリングしても計画通りの作業効率を得ることができない事態が生じる。このように作業効率を考慮したスケジューリングが難しいことから、作業効率をより高めるためには、現場の状況に応じて作業員を割り振ることが重要となる。具体的には、例えば、図33に示されるようなピッキング工程における作業区画5A, 5Bの一方が他方よりも作業負荷が大きくなった場合に、工程全体でみたときの作業効率が低下することが知られている。つまり、作業区画5A, 5Bにおけるコンテナ4a, 4bは同じコンベヤ3に乗っていることから、作業負荷の増大による一方の作業区画における作業効率の低下が他方の作業区画の作業効率の低下を招いてしまう。このような作業効率の低下を避けるために、作業区画5A, 5Bの作業負荷がばらつかないように作業負荷を平準化する取組みが数多く提案されている。

10

【0010】

作業負荷を平準化する手法として、作業区画への作業員の割り当てを最適化する手法がある。つまり、作業負荷に応じて作業員の割り当てを変更することによって、作業区画の作業進捗を揃えることが可能となる。作業員の割り当ての変更では、例えば、各作業区画に割り当てる作業員数の変更や、特定の作業員の交換が行われる。作業オーダーの内容、作業員の体調や現場の状態などは日々変化し、また、作業負荷や作業進捗の状況は変化するため、各作業区画への作業員の割り当ては作業負荷（作業効率）の変化に応じて動的に行われる。

20

【0011】

ところで、作業区画への作業員の割り当てを動的に行う場合には、作業区画間の移動距離が問題となる。つまり、作業員が作業区画間を移動する場合には、移動距離に応じた時間や作業員の疲労等のコスト（換言すれば、作業効率に負の影響を与える損失）が発生する。このため、移動だけを考慮する場合には作業効率を高めることができるとしても、移動先の作業区画が近場にあるか遠くにあるかによって移動に因るコストの大小が異なり、当該コストによっては移動に因り作業効率が低下する場合がある。このことにより、移動コストの大小によって、作業員の配置換えを行うべきか否かの判断は変わってくる。なお、ここでいうコストとは、時間のみならず、移動に伴って生じる好まれざる指標のことであり、例えば、時間的、肉体的、金銭的のような損失である。

30

【0012】

なお、特許文献1では、各作業に対して当該作業の容易さから必要となる作業員を算出し、必要となる作業員の人数を決定する手法が提案されている。特許文献2では、作業員の標準的な生産能力情報およびスキルレベルを勘案し、生産ラインに必要な標準作業員の人数を算出し、算出結果に基づいて作業員の割り当てを行う手法が提案されている。特許文献3には、移動時間やグループ単位での作業効率を考慮した生産計画評価装置が開示されている。当該装置は、移動時間を含めた作業時間と、1人以上の作業員から構成されるグループについては作業員の組み合わせと、作業員の作業時間とを含む情報に基づいて、単位期間あたりの作業時間を算出する。特許文献4に示されている手法では、プロジェクトの進捗が考慮され、作業員をあるプロジェクトにアサインすることによって得られる利益と、そのプロジェクトにアサインされることによって作業員がもともと行っていた作業を中止するコストとの差分が算出される。そして、特許文献4の手法では、その算出結果に基づいて、利益が最大となるように作業員が決定される。特許文献5には、移動コストを算出し、当該算出結果に基づいて作業員の移動ルートが決定される手法が示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【文献】特開2001-092883号公報

特開2008-004053号公報

50

特許第 5 1 9 4 7 0 8 号公報

特開 2 0 0 4 - 2 8 0 6 9 4 号公報

特開 2 0 0 6 - 2 0 9 3 8 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

前述したように、作業区画への作業員の割り当てを変更する場合には、作業員が移動することになるので移動に因るコスト（以下、移動コストとも記す）が発生する。つまり、作業員の割り当てを変更することにより作業区画における作業効率を向上させようとしたのにも拘わらず、移動コストが発生することにより作業効率が低下する場合がある。このよ
10
うな場合を避け、より作業効率を上げ、これにより利益を得るためには、作業区画への作業員の割り当てを変更した場合における利益と、移動コストとを適切に評価する必要がある。移動コストとしては、例えば、1回あたりの移動時間や、移動に掛かる費用が挙げられる。また、移動コストと比較すべき評価軸（利益）としては、単位時間当たりのスループット、単位時間当たりの利益や、単位時間当たりの作業効率が挙げられる。

【0015】

ここで、具体的な例を挙げる。例えば、2つのエリアA，Bで作業員Pが作業することを考える。作業員Pは、エリアAでは作業によって毎時300円の利益が得られるとする。また、もう一方のエリアBでは、作業員Pは毎時500円の利益が得られるとする。た
20
だし、エリアA，B間の移動には1回あたり300円の通行料が掛かるとする。説明を簡単にするために、エリアA，B間の距離は十分近く、エリアA，B間の移動時間は非常に短時間であるから無視するとする。エリアAにおいて、作業員Pが作業を1時間したと仮定すると、得られる利益は $300円 \times 1時間 = 300円$ である。

【0016】

その後、作業員PがエリアAからエリアBに移動し、エリアBで1時間作業すると、エリアBで1時間作業したことによる利益500円からエリアA，B間の移動による通行料300円を差し引いた金額を作業員Pは得ることになる。つまり、作業員Pは、 $500円 \times 1時間 - 300円 = 200円$ を得る。一方、エリアAからエリアBに移動せずに、そのままエリアAで1時間作業すると、作業員PはエリアAでの1時間分の利益300円を得ら
30
れる。つまり、作業員Pは、移動したことによって、得られる利益が低くなる。

【0017】

しかしながら、作業員Pが、エリアAからエリアBに移動しエリアBで2時間作業すると、利益は、 $500円 \times 2時間 - 300円 = 700円$ となるのに対し、エリアAから移動せずに2時間作業する場合には、利益は、 $300円 \times 2時間 = 600円$ となる。つまり、この場合には、作業員Pは、移動することにより、移動しない場合よりも高い利益を得ることができるようになる。換言すれば、作業員Pは、エリアAからエリアBに移動しエリアBで1.5時間以上作業する場合にはエリアBへ移動した方が高い利益が得られ、エリアBで1.5時間未満しか作業しない場合には移動しない方が高い利益が得られること
40
になる。

【0018】

ただし、現実世界では、作業効率は変化するため、各エリアA，Bでの作業効率（例えば単位時間当たりの利益（円））が、1.5時間以上に持続する保証がない。つまり、1時間後にはエリアAでは作業効率（利益）が500円になるかもしれない、あるいは200円になるかもしれず、そのような作業効率の変化を予測することは困難である。

【0019】

このように作業効率の変化を予測することは困難であるので、引用文献1～5に示されている手法では、作業効率の変化は考慮されていない。しかしながら、効率の変化は起こり得るものであることを考えると、作業員の配置換えに関わる手法には改善の余地があると思われる。

【0020】

10

20

30

40

50

本発明は上記課題を解決するために成されたものである。すなわち、本発明の主な目的は、作業効率の変化を考慮して、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の配置を行うことができる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0021】

上記目的を達成するために、本発明に係る一実施形態としての作業管理装置は、作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得する指標取得部と、

前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記指標取得部により算出された前記作業評価指標となる状態が継続すると想定される算出値あるいは設定値である持続時間の情報を取得する持続時間取得部と、

前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得するコスト取得部と、

前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全体の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する決定部とを備える。

【0022】

また、本発明に係る別の実施形態としての作業管理方法は、

作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得し、

前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記指標取得部により算出された前記作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報を取得し、

前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得し、

前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全体の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する。

【0023】

さらに、本発明に係るさらに別の実施形態としてのプログラム記憶媒体は、

作業範囲全領域を複数の作業区画に区分けした場合における前記作業区画毎に、作業を実行する者あるいは物である作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標を取得する処理と、

前記作業区画において前記作業物体による作業状況に基づく前記作業評価指標が前記算出された作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報を取得する処理と、前記作業区画間を前記作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得する処理と、

前記作業区画において前記持続時間が経過するまでに前記作業物体が作業できる前記作業評価指標に基づいた推定の作業量および前記コストに基づいて、前記作業範囲全体の作業効率を高めるべく前記複数の作業区画における前記作業物体の配置を決定する処理とをコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを記憶する。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、作業効率の変化を考慮して、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の配置を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明に係る第 1 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。

【図 2】本発明に係る第 2 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。

【図 3】第 2 実施形態における算出部の一構成例を簡略化して示すブロック図である。

【図 4】第 2 実施形態の作業管理装置の動作例を説明するフローチャートである。

【図 5】区画データの一例を示す図である。

【図 6】作業員毎の作業評価指標の一例を示す図である。

【図 7】作業区画における残作業量の一例を示す図である。

【図 8】作業工程を構成する複数の作業区画のつながりをトポロジにより示す図である。

【図 9】移動コストデータの一例を示す図である。

【図 10】持続時間データの一例を示す図である。

【図 11】バッチの投入時刻とその投入量の例を示す図である。

【図 12】第 2 実施形態の作業管理装置が作業員を作業区画に割り当てる場合における残作業量の時間的な推移例を示す図である。

【図 13】バッチが投入される度に作業員を作業区画に割り当てる場合における残作業量の時間的な推移を示す図である。

【図 14】バッチの投入時刻とその投入量の例を示す図である。

【図 15】第 2 実施形態の作業管理装置が作業員を作業区画に割り当てる場合における残作業量の時間的な別の推移例を示す図である。

【図 16】作業区画毎の作業評価指標の一例を示す図である。

【図 17】各作業区画に複数人ずつ作業員を割り当てる場合に第 2 実施形態の作業管理装置を適用した場合における作業区画毎の作業所要時間の一例を示す図である。

【図 18】各作業区画に複数人ずつ作業員を割り当てる場合に作業員毎の作業評価指標に基づいて割り当てが行われた場合の各作業員の移動内容の一例を示す図である。

【図 19】作業管理装置を構成するハードウェア構成の一例を示す図である。

【図 20】本発明に係る第 3 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。

【図 21】第 3 実施形態の作業管理装置の動作例を説明するフローチャートである。

【図 22】バッチの投入時刻の一例を示す図である。

【図 23】本発明に係る第 4 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。

【図 24】作業工程（作業範囲）が 3 つ以上の作業区画に区分されている場合における作業区画間のつながりをトポロジにより示す図である。

【図 25】3 つ以上の作業区画を考慮した場合における移動コストデータの一例を示す図である。

【図 26】作業区画において実行される作業項目の一例を示す図である。

【図 27】作業工程（作業範囲）が 3 つ以上の作業区画に区分されている場合における各作業区画へのバッチの投入予定時刻の一例を示す図である。

【図 28】作業工程（作業範囲）が 3 つ以上の作業区画に区分されている場合に第 2 ～ 第 4 の実施形態の作業管理装置を適用した場合における各作業区画への作業員の割り当ての一例を示す図である。

【図 29】作業工程（作業範囲）が 3 つ以上の作業区画に区分されている場合に第 2 ～ 第 4 の実施形態の作業管理装置を適用した場合における作業員毎の割り当ての一例を示す図である。

【図 30】作業管理者又は作業員に移動内容を指示するディスプレイの表示例を示す図である。

【図 31】実測データに基づいて算出した作業区画間の移動時間の一例を示す図である。

【図 32】第 2 ～ 第 4 の実施形態の作業管理装置を適用した場合における各作業区画への作業員の割り当ての別の例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3 3】作業工程の一例を説明する図である。

【図 3 4】一つの作業区画における作業量と作業員数と作業効率の関係の一例を示す図である。

【図 3 5】一つの作業区画における作業量と作業員数と作業効率の関係の別の例を示す図である。

【図 3 6】一つの作業区画における作業量と作業員数と作業効率の関係のさらに別の例を示す図である。

【図 3 7】一つの作業区画における作業量と作業員数と作業効率の関係のさらにまた別の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下に、本発明に係る実施形態を図面を用いて説明する。

【0027】

ところで、本発明者は、作業工程が複数の作業区画に区分されている場合に、作業工程全体の作業効率をより高めることができる各作業区画への作業員の割り当て（配置）の手法を考えているうちに、次の事項に気付いた。

【0028】

すなわち、作業効率には予測が難しい要素が関与していることから、作業効率の正確な予測は困難である。しかしながら、算出（取得）が可能な作業効率がどの程度、持続するかは推定できる場合が多い。例えば、前述したようなピッキング工程においては、図 3 4 や図 3 5 に示される場合には、繁忙時間帯 T b の開始時点と終了時点、および、作業員が交代するタイミングによって、作業効率の変化が起きている。また、図 3 6 や図 3 7 に示される場合においては、バッチ投入のタイミングによって作業効率の変化が起きている。これらのような場合には、作業効率が増減するタイミングを推定することができる。また、前述した具体例においては、エリア A での効率（利益）が 300 円であり、エリア B での効率（利益）が 500 円である状態が 1.5 時間以上継続するのであれば、高い効率（利益）を得るために作業員は移動すべきと判断することが可能である。

【0029】

上述したようなことを考慮すると、作業員が、或る時点において、効率の高いエリア（作業区画）に移動した場合に、移動しない場合に比べて高い効率を得ることができるか否かを判断することが可能である。つまり、移動が有効か否かの判断に必要な情報は、・各エリア（作業区画）での評価値（例えば、作業効率（利益））・どのくらいの期間をもとに評価するかの時間幅（状況の持続時間）・移動に関わるコスト（移動一回当たりのコスト（損失））である。これらの情報に基づき、移動した場合と移動しなかった場合における利益を算出し比較することによって、移動が有効か否かが判断され、この判断結果に基づいて作業員の配置を行うことにより、作業効率の向上が図られる。

【0030】

このようなことに基づいて、本発明者は本発明を導き出した。

【0031】

<第 1 実施形態>

図 1 は、本発明に係る第 1 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。この作業管理装置 10 は、作業範囲全領域が複数の作業区画に区分けされている場合に、作業範囲全領域の作業効率をより高めるために、作業物体（作業を実行する者あるいは物）をどのように各作業区画に配置するかを決定する機能を備えている。すなわち、第 1 実施形態の作業管理装置 10 は、指標取得部 11 と、持続時間取得部 12 と、コスト取得部 13 と、決定部 14 とを備えている。

【0032】

指標取得部 11 は、作業区画毎に、作業物体が作業を行った作業実績に基づいて算出される作業評価指標（例えば作業効率）を取得する機能を備える。持続時間取得部 12 は、作業区画において作業物体による作業状況に基づく作業評価指標が指標取得部 11 により取

10

20

30

40

50

得される作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報を取得する機能を備える。コスト取得部 13 は、作業区画間を作業物体が移動する場合に発生する損失であるコストの情報を取得する機能を備える。決定部 14 は、作業区画において持続時間が経過するまでに作業物体が作業できる作業評価指標に基づいた推定の作業量を取得する機能を備える。さらに、決定部 14 は、その取得した作業量およびコスト取得部 13 により取得されたコストに基づいて、作業範囲全体の作業効率を高めるべく複数の作業区画における作業物体の配置を決定する機能を備える。

【0033】

第 1 実施形態の作業管理装置 10 は、作業効率の変化を考慮して、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の配置を行うことができる。すなわち、第 1 実施形態の作業管理装置 10 が作業員の配置の判断に利用する作業評価指標は作業実績に基づいて算出される指標であり、また、作業評価指標の持続時間は、作業内容等に基づいて推定が容易である。このような情報を用いることにより、作業管理装置 10 は、作業評価指標（作業効率）が変化するまでの推定が容易な作業状況に基づいて作業員の配置を判断することになる。このため、作業管理装置 10 は、作業効率の変化の悪影響を大きく受けずに、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の配置を行うことができる。

【0034】

<第 2 実施形態>

以下に、本発明に係る第 2 実施形態を説明する。

【0035】

〔構成の説明〕

図 2 は、第 2 実施形態の作業管理装置の構成を倉庫管理装置と共に簡略化して示すブロック図である。第 2 実施形態の作業管理装置 20 は、倉庫での出庫作業におけるピッキング工程での作業員の配置管理に関わる機能を備えている。この作業管理装置 20 により作業員の配置管理が行われるピッキング工程では、例えば、リレー式ピッキングと呼ばれるピッキング方式が採用されている。リレー式ピッキング方式では、前述したように、図 33 に示されるようなコンベヤ 3 に沿うように棚 1 が配置され、ひとつの作業ラインが形成されている。棚 1 には、出庫対象の物品が収容されている。作業ラインは複数の作業区画に区分され、各作業区画に作業員 2 が割り当てられる。図 33 に示す例では、作業ラインが 2 つの作業区画 5A、5B に区分され、それぞれに作業員 2 が割り当てられている。そして、コンベヤ 3 によって作業区画 5A、5B にコンテナ 4a、4b が配置されると、各作業員 2 が、オーダーの内容に応じた物品を棚 1 から取り出してコンテナ 4a、4b に入れていく。第 2 実施形態では、設定の時間間隔毎にバッチ単位で作業が各作業区画 5A、5B に投入される。

【0036】

作業管理装置 20 は、倉庫管理装置 50 に接続されている。倉庫管理装置 50 は、倉庫内で取り扱うアイテム（例えば、商品や部品などの物品）の入出庫管理、在庫管理および作業支援を行う機能を備えた装置（コンピュータ）である。例えば、倉庫管理装置 50 が提供する在庫管理の機能の一つとして、出庫アイテムの状態管理がある。この管理では、倉庫管理装置 50 は、例えば、倉庫作業管理情報を保持する。倉庫作業管理情報は、出庫指示を受けた出庫対象のアイテムについての情報であり、出庫対象のアイテム毎に、アイテム種別、アイテム数、格納位置情報、作業状態情報（例えば、ピッキング済みを表す情報）が互いに関連付けられている情報である。倉庫作業管理情報における格納位置情報は、例えば、アイテムの格納位置である棚や区画を識別する情報である。

【0037】

倉庫管理装置 50 は、出庫アイテムの追加や、作業状態情報の変更（例えば、ピッキング完了、検品完了など）が発生した場合には、倉庫作業管理情報を適宜に追加あるいは更新する。なお、作業状態情報は、例えば、ハンディターミナルなどの情報端末を利用して倉庫管理装置 50 に取得される。

【0038】

また、倉庫管理装置50は、作業区画の範囲を表す情報や、作業区画に作業が投入される時間間隔を表す情報や、作業区画に割り当てられている作業員の人数を表す情報や、作業員が実施した作業の量や作業内容を作業員毎に表す情報などを保持する。さらに、倉庫管理装置50は、例えば、前述したような出庫アイテムの作業状態情報に基づいて、作業区画における残作業量を設定のタイミング毎に算出し、算出結果を表す情報を残作業量情報として保持する。

【0039】

作業管理装置20は、入力装置60と出力装置70にも接続されている。入力装置60は、作業管理装置20の操作者（例えば、作業管理者）が情報を作業管理装置20に入力する装置であり、キーボードやマウスやタッチパネルなどである。なお、入力装置60は一種とは限らず、ここでは、複数種の入力装置が作業管理装置20に接続されている場合には、それら入力装置をまとめて入力装置60と記すものとする。

【0040】

出力装置70は、作業管理装置20による算出結果を作業管理者や作業員などに視覚的あるいは聴覚的に提示する装置であり、ディスプレイやプリンタやスピーカなどである。なお、出力装置70は一種とは限らず、ここでは、複数種の出力装置が作業管理装置20に接続されている場合には、それら出力装置をまとめて出力装置70と記すものとする。

【0041】

作業管理装置20は、大別すると、制御装置21と、記憶装置22とを備えている。記憶装置22は、様々なデータやコンピュータプログラム（プログラム）を記憶する記憶媒体である。第2実施形態では、記憶装置22は、区画データDdと、移動コストデータDmと、持続時間データDtと、プログラムSとが記憶されている。

【0042】

区画データDdは、作業区画の範囲を表す情報である区画範囲情報を含む。区画範囲情報は、作業区画に配置されている作業員を管理する単位である空間の区画範囲もしくは論理的な区画範囲を識別する情報である。なお、論理的な区画範囲に基づいた区画範囲情報としては、例えば、作業工程全体を構成する1または複数の工程を識別する情報（例えば、工程番号）がある。例えば、物流倉庫内において、物理的な区画範囲は同じでも、商品をピッキングする作業と、商品を補充する作業というように複数の異なる作業が行われている場合には、各作業がそれぞれ一つの論理的な区画とみなされ、異なる区画範囲情報が対応する。第2実施形態では、区画データDdは、倉庫管理装置50から取得され記憶装置22に格納される。

【0043】

図5には区画データDdの一例が表されている。この例では、区画データDdは、「区画名」の情報と「区画範囲」の情報が関連付けられているデータである。「区画名」は、作業区画を識別する情報であり、この例では、「5A」および「5B」が区画名として設定されている。また「区画範囲」は、「区画名」に関連付けられる作業区画の範囲を表す情報であり、この例では、作業階（「5階」）と作業ライン識別名（「単品第1ライン」）と棚番号（「棚1-6」あるいは「棚7-12」）が関連付けられ区画範囲として設定されている。

【0044】

移動コストデータDmは、作業員が配置されている作業区画から別の作業区画に移動する際に生じる移動コストの情報である。移動コストとは、移動による時間的な損失、移動による作業員の身体的疲労を数値化した値、あるいは、移動に関係し数値化が可能な例えば距離などの物理量である。第2実施形態では、移動コストは、作業区画間の移動に掛かる各作業員の平均所要時間である。なお、作業員が例えば作業区画5Aから作業区画5Bに移動する場合の移動コストと、区画5Bから区画5Aに移動する場合の移動コストとが異なるという如く、移動の方向（移動経路）によって移動コストが変わる場合もあるとする。換言すれば、第2実施形態では、移動コストは、作業員の移動の経路毎に設定される。

10

20

30

40

50

【0045】

図8には作業区画5Aと作業区画5Bのつながりを表すトポロジが示されている。図8において、各作業区画5A、5Bがノードで表されており、これらノードがエッジによりつながれていることにより、作業区画5A、5B間が移動可能であることが表されている。図9には、移動コストデータDmの一例が示されている。この例においては、移動コストデータDmは、「移動区画名」の情報と「移動所要時間」の情報が関連付けられているデータである。

【0046】

移動コストデータDmは、例えば、装置の操作者によって入力装置60を利用して記憶装置22に格納される。

10

【0047】

持続時間データDtは、同様な作業効率が持続（継続）する時間の情報である。第2実施形態では、前述したように、設定の時間間隔毎にバッチ単位で作業が各作業区画に投入される。作業効率は、バッチの作業内容に応じて変化することから、同様な作業効率が持続する持続時間は、バッチの予定の投入時間間隔となる。つまり、バッチの予定の投入時間間隔が持続時間データDtとして記憶装置22に格納されている。なお、バッチの投入は、上記のように、作業効率が変化するタイミングであるから、持続時間データDtは、作業効率が変化する変化タイミングを表す情報とも言える。また、持続時間データDtは、操作者が入力装置60を操作することにより記憶装置22に格納されてもよいし、倉庫管理装置50に保持されているバッチの予定の投入時間間隔の情報が倉庫管理装置50から取り込まれ記憶装置22に格納されてもよい。

20

【0048】

図10には持続時間データDtの一例が示されている。この例では、持続時間データDtは、「区画名」の情報と「バッチ投入間隔」の情報が関連付けられているデータである。

【0049】

制御装置21は、CPU（Central Processing Unit）を備え、記憶装置22のプログラムSを読み出し当該プログラムSを実行することにより、次のような機能を持つことができる。つまり、制御装置21は、機能部として、取得部25と、算出部26と、比較部27と、決定部28とを備えている。

【0050】

取得部25は、倉庫管理装置50から情報を取得する機能を備えている。例えば、倉庫管理装置50は、作業区画の範囲を表す区画範囲情報を保持している。取得部25は、倉庫管理装置50から区画範囲情報を取得し当該取得した区画範囲情報を区画データDdとして記憶装置22に格納する。また、取得部25は、倉庫作業管理情報を設定のタイミング毎に取得する。

30

【0051】

算出部26は、直近の設定された評価期間における作業実績に基づいた作業区画毎の作業評価指標を算出する機能を備えている。換言すれば、第2実施形態では、算出部26は、作業評価指標を取得する指標取得部としての機能を持つ。作業評価指標とは、予め設定された単位時間当たりどの程度の作業量を実施できたかを表す作業効率に応じた情報である。

40

【0052】

例えば、倉庫管理装置50が作業区画毎の作業評価指標の情報を保持している場合には、算出部26は、倉庫管理装置50から作業区画毎の作業評価指標を取得する。あるいは、倉庫管理装置50が作業員毎の作業評価指標の情報を保持している場合には、算出部26は、倉庫管理装置50から作業員毎の作業評価指標を取得し、当該取得した作業評価指標と区画データDdを利用して、作業区画毎の作業評価指標を取得してもよい。なお、図6には作業員毎の作業評価指標のデータ例が表されている。この例では、作業評価指標のデータは、「作業員名」の情報と「担当区画名」の情報と「作業評価指標」の情報が関連付けられているデータである。ここでは、直近の評価期間（例えば30分間）における作業実績に基づき、1分当たりの作業員毎の作業量が作業評価指標として算出されている。つ

50

まり、図 6 の例では、作業員 Worker 1 の作業評価指標は 5.0 であり、作業員 Worker 2 の作業評価指標は 8.0 である。この例では、作業区画 5 A, 5 B における作業の質は同一とし、作業員はどちらの区画で作業したとしても本質的に各人の作業の効率には差がないとしている。

【0053】

さらに、図 3 には算出部 26 の別の構成例がブロック図により示されている。図 3 に表される算出部 26 は、残作業量取得部 26 a と実績情報取得部 26 b と指標決定部 26 c を備えている。

【0054】

残作業量取得部 26 a は、作業区画毎に、作業の残りの量（残作業量）の情報と、割り当てられている作業員の人数の情報を残作業量情報として倉庫管理装置 50 から取得する機能を備えている。図 7 には、残作業量取得部 26 a によって取得される残作業量情報の一例が表されている。この例では、「区画名」の情報と「作業員数」の情報と「残作業量」の情報が関連付けられ残作業量情報として設定されている。「区画名」は、作業区画を識別する情報であり、ここでは、区画範囲情報における「区画名」と合致する名称が用いられている。「作業員数」は、作業区画で作業する作業員の数を表す情報である。「残作業量」は、残っている作業の数を表す情報である。図 7 の例では、例えば或る時刻における作業区画 5 A の残作業量は 80 であり、作業区画 5 B の残作業量は 50 である。

【0055】

実績情報取得部 26 b は、倉庫管理装置 50 から取得した情報に基づいて、評価期間として設定されている直近の期間に実施された作業項目および作業数の情報を含む情報を作業実績情報として算出（取得）する機能を備えている。例えば、記憶装置 22 の区画データ D d および取得部 25 により取得された倉庫作業管理情報に含まれる格納位置情報に基づき、実績情報取得部 26 b は、倉庫作業管理情報に含まれる出庫アイテムの情報を作業区画毎に振り分ける。そして、実績情報取得部 26 b は、作業区画毎に、倉庫作業管理情報に含まれる作業状態情報の変更状況に基づき、直近の評価期間に実施された作業項目・作業数を作業実績情報として算出する。

【0056】

指標決定部 26 c は、残作業量情報および作業実績情報に基づいて、作業区画毎に評価期間の作業における作業効率（単位時間当たり処理している作業量）を作業評価指標として算出（取得）する機能を備えている。なお、指標決定部 26 c は、作業員毎の作業評価指標を算出し、当該作業員毎の作業評価指標を利用して、作業区画毎の作業評価指標を算出してもよい。

【0057】

比較部 27 は、記憶装置 22 から移動コストデータ D m および持続時間データ D t を取得する機能を備える。換言すれば、第 2 実施形態では、比較部 27 は、作業員（作業物体）が移動することにより発生するコスト（損失）の情報である移動コストデータ D m を取得するコスト取得部としての機能を持つ。また、比較部 27 は、作業状況に基づく作業評価指標が算出部 26 により算出された作業評価指標となる状態が継続すると想定される持続時間の情報としての持続時間データ D t を取得する持続時間取得部としての機能を持つ。

【0058】

さらに、比較部 27 は、算出部 26 による作業評価指標と、移動コストデータ D m および持続時間データ D t とに基づいて、作業員を移動させた場合と移動させなかった場合における将来指標を算出（推定）する機能を備える。さらに、比較部 27 は、それら算出した将来指標を比較する機能を備える。将来指標とは、算出部 26 により算出された作業評価指標の状態が次のバッチが投入されるまで継続した場合に作業区画で作業される推定の作業量を表す指標である。

【0059】

決定部 28 は、比較部 27 の比較結果に基づき、作業工程（作業ライン）全体での作業効率をより高めることができるように作業員の移動指示内容を決定する機能を備える。

10

20

30

40

50

【0060】

〔動作の説明〕

以下に、作業管理装置20の動作の一例を図4のフローチャートに基づいて説明する。

【0061】

例えば、作業管理装置20は、動作を開始すると、取得部25が、倉庫管理装置50から倉庫作業管理情報などを取得し記憶装置22に格納する（ステップS101）。

【0062】

その後、算出部26が、前述したように作業区画毎の作業評価指標を取得（算出）する（ステップS102）。さらに、比較部27は記憶装置22から移動コストデータDmを取得する（ステップS103）。さらにまた、比較部27は持続時間データDtを取得する（ステップS104）。なお、算出部26による作業評価指標の算出（ステップS102の動作）と、比較部27による移動コストデータDmの取得（ステップS103の動作）と、持続時間データDtの取得（ステップS104の動作）との順番は適宜変更可能である。また、それらは並列的に実行されてもよい。

10

【0063】

然る後に、比較部27は、取得した作業評価指標と移動コストデータDmと持続時間データDtに基づいて、作業員が移動する場合と移動しない場合における将来指標をそれぞれ算出する（ステップS105）。

【0064】

ここでは、各作業区画5A、5Bには作業員が一人ずつ割り当てられるとする。この場合において、作業員が移動する場合の作業区画5A、5Bの将来指標は、式（1-1）に基づき算出される。

20

式（1-1）：（移動する場合の将来指標）＝（作業員の作業評価指標（効率））×（持続時間－移動時間）

また、作業員が移動しない場合の将来指標は、式（1-2）に基づき算出される。

式（1-2）：（移動しない場合の将来指標）＝（作業員の作業評価指標（効率））×（持続時間）

なお、移動する場合の将来指標と移動しない場合の将来指標との何れにおいても、作業区画における残作業量が当該作業区画に関わる将来指標の上限値となる。

【0065】

30

将来指標の算出手法の一例を具体的な数値を用いて説明する。例えば、Worker1が作業区画5Aから作業区画5Bに移動し、Worker2が作業区画5Bから作業区画5Aに移動するとする。この場合には、Worker1に関しては、Worker1の作業評価指標は『5.0／分』（図6参照）であり、持続時間は『10分』（図10参照）であり、移動時間は『5分』（図9参照）であるとする。これら数値と式（1-1）に基づき、Worker1の将来指標は式（1-3）のように算出される。

式（1-3）：5／分×（10－5）分＝25

つまり、Worker1の将来指標は『25』と算出される。この例では、作業区画5A、5Bの作業員数は1人ずつであることから、Worker1の移動先である作業区画5Bの将来指標は『25』であると言い替えることができる。

40

【0066】

また、Worker2に関しては、Worker2の作業評価指標は『8.0／分』（図6参照）であり、持続時間は『10分』（図10参照）であり、移動時間は『5分』（図9参照）であるとする。これら数値と式（1-1）に基づき、Worker2の将来指標は式（1-4）のように算出される。

式（1-4）：8／分×（10－5）分＝40

つまり、Worker2の将来指標（換言すれば、作業区画5Aの将来指標）は『40』と算出される。

【0067】

一方、Worker1、2は移動せず、Worker1は作業区画5Aのまま、Worker2は作業区

50

画5Bのままとする。Worker1に関しては、作業評価指標は『5.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『10分』（図10参照）であるから、式（1-2）に基づき、Worker1の将来指標は式（1-5）のように算出される。

$$\text{式（1-5）：} 5 \text{ / 分} \times 10 \text{ 分} = 50$$

つまり、Worker1の将来指標（換言すれば、作業区画5Aの将来指標）は『50』と算出される。

【0068】

また、Worker2に関しては、作業評価指標は『8.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『10分』（図10参照）であるから、式（1-2）に基づき、Worker2の将来指標は式（1-6）のように算出される。

$$\text{式（1-6）：} 8 \text{ / 分} \times 10 \text{ 分} = 80$$

式（1-2）に基づくと、Worker2の将来指標は『80』と算出されるが、作業区画5Bの残作業量は『50』であり、当該数値が将来指標の上限値であるから、Worker2の将来指標（換言すれば、作業区画5Bの将来指標）は『50』と算出される。

【0069】

次に、条件を替えた具体例を説明する。例えば、別の日ではバッチの投入間隔（換言すれば持続時間）が15分であるとし、それ以外の条件は、上述した具体例の条件と同様とする。この場合において、Worker1が作業区画5Aから作業区画5Bに移動する場合には、Worker1の作業評価指標は『5.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『15分』であり、移動時間は『5分』（図5参照）である。これら数値と式（1-1）に基づき、Worker1の将来指標は式（1-7）のように算出される。

$$\text{式（1-7）：} 5 \text{ / 分} \times (15 - 5) \text{ 分} = 50$$

つまり、Worker1の将来指標（換言すれば、作業区画5Bの将来指標）は『50』と算出される。

【0070】

また、Worker2が作業区画5Bから作業区画5Aに移動する場合には、Worker2の作業評価指標は『8.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『15分』であり、移動時間は『5分』（図5参照）である。これら数値と式（1-1）に基づき、Worker2の将来指標は式（1-8）のように算出される。

$$\text{式（1-8）：} 8 \text{ / 分} \times (15 - 5) \text{ 分} = 80$$

つまり、Worker2の将来指標（換言すれば、作業区画5Aの将来指標）は『80』と算出される。

【0071】

一方、Worker1, 2は移動せず、Worker1は区画5Aのまま、Worker2は区画5Bのままとする。Worker1に関しては、作業評価指標は『5.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『15分』であるから、式（1-2）に基づき、Worker1の将来指標は式（1-9）のように算出される。

$$\text{式（1-9）：} 5 \text{ / 分} \times 15 \text{ 分} = 75$$

つまり、Worker1の将来指標（換言すれば、作業区画5Aの将来指標）は『75』と算出される。

【0072】

また、Worker2に関しては、作業評価指標は『8.0/分』（図6参照）であり、持続時間は『15分』であるから、式（1-2）に基づき、Worker2の将来指標は式（1-10）のように算出される。

$$\text{式（1-10）：} 8 \text{ / 分} \times 15 \text{ 分} = 120$$

式（1-2）に基づくと、Worker2の将来指標は『120』と算出されるが、作業区画5Bの残作業量は『50』であり、当該数値が将来指標の上限値であるから、Worker2の将来指標（換言すれば、作業区画5Bの将来指標）は『50』と算出される。

【0073】

比較部27は、上記のように作業員が移動する場合と移動しない場合における作業区画5

10

20

30

40

50

A, 5 B 毎の将来指標を算出した後に、移動する場合の将来指標と移動しない場合の将来指標を比較する（ステップ S 1 0 6）。

【0 0 7 4】

そして、決定部 2 8 は、その比較結果に基づいて、作業員の移動に関する指示内容を決定する（ステップ S 1 0 7）。ここで、具体例を挙げる。例えば、前述の具体例のように、Worker 1, 2 が互いに作業区画 5 A, 5 B を移動し、持続時間が 1 0 分である場合における作業区画 5 A の将来指標は『4 0』であり、作業区画 5 B の将来指標は『2 5』であると算出されたとする。

【0 0 7 5】

この場合には、Worker 1, 2 が移動する場合における作業区画 5 A, 5 B の合計（つまり、作業工程全体）の将来指標は、『6 5』（ $4 0 + 2 5 = 6 5$ ）となる。

【0 0 7 6】

一方、Worker 1, 2 が移動せず、持続時間が 1 0 分である場合における作業区画 5 A の将来指標は『5 0』であり、作業区画 5 B の将来指標は『5 0』であると算出されたとする。この場合には、Worker 1, 2 が移動しない場合における作業区画 5 A, 5 B の合計（つまり、作業工程全体）の将来指標は、『1 0 0』（ $5 0 + 5 0 = 1 0 0$ ）となる。

【0 0 7 7】

決定部 2 8 は、上述したような、作業員が移動する場合における作業工程全体の将来指標『6 5』と、作業員が移動しない場合における作業工程全体の将来指標『1 0 0』との比較結果を比較部 2 7 から取得する。将来指標は持続時間（1 0 分）における推定作業量であることから、作業効率の観点では、将来指標が大きい方が好ましい。このことから、決定部 2 8 は、将来指標の比較結果に基づいて、作業員が移動しない場合の方が移動する場合よりも作業効率が良いと判断する。これにより、決定部 2 8 は、Worker 1, 2 は移動しないという移動の指示内容を決定する。

【0 0 7 8】

また、別の具体例を述べる。例えば、Worker 1, 2 が互いに作業区画 5 A, 5 B を移動し、持続時間が 1 5 分である場合における作業区画 5 A の将来指標は『8 0』であり、作業区画 5 B の将来指標は『5 0』であると算出されたとする。この場合における作業区画 5 A, 5 B の合計の将来指標は、『1 3 0』（ $8 0 + 5 0 = 1 3 0$ ）となる。

【0 0 7 9】

一方、Worker 1, 2 が移動せず、持続時間が 1 5 分である場合における作業区画 5 A の将来指標は『7 5』であり、作業区画 5 B の将来指標は『5 0』であると算出されたとする。この場合には、Worker 1, 2 が移動しない場合における作業区画 5 A, 5 B の合計の将来指標は、『1 2 5』（ $7 5 + 5 0 = 1 2 5$ ）となる。

【0 0 8 0】

決定部 2 8 は、上述したような、作業員が移動する場合における作業工程全体の将来指標『1 3 0』と、作業員が移動しない場合における作業工程全体の将来指標『1 2 5』との比較結果を比較部 2 7 から取得する。そして、決定部 2 8 は、その比較結果に基づいて、作業員が移動する場合の方が移動しない場合よりも作業効率が良いと判断する。これにより、決定部 2 8 は、Worker 1 は作業区画 5 B へ移動し、また、Worker 2 は作業区画 5 A へ移動するという移動の指示内容を決定する。

【0 0 8 1】

このように決定部 2 8 により決定された移動の指示内容は、出力装置 7 0 により出力され、出力装置 7 0 により視覚的あるいは聴覚的に例えば作業管理者や作業員に伝達される。なお、出力装置 7 0 として、作業管理者が所持する情報端末が作業管理装置 2 0 に接続されていてよく、当該情報端末によって移動指示内容が作業管理者に伝達されてもよい。

【0 0 8 2】

【効果の説明】

第 2 実施形態の作業管理装置 2 0 は、作業効率に変化する状況にあっても、当該作業効率の変化を考慮して、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の

10

20

30

40

50

配置を行うことができる。この効果を具体的な数値を用いて説明する。

【0083】

例えば、ここで、比較例として、作業効率の持続時間を考慮しない次の式（2-1）、（2-2）を用いた評価手法を想定する。

式（2-1）：（移動する場合の作業終了推定時間）＝（残作業量/移動後の作業効率）＋移動時間

式（2-2）：（移動しない場合の作業終了推定時間）＝（残作業量/移動前の作業効率）
倉庫などでは、1つの作業対象の荷物に関する全ての作業工程が終わらなければ当該荷物を
出庫ができないケースが多い。したがって、出庫を遅らせる工程は、全ての作業工程の
うちの作業終了時間が最も遅い工程である。このため、出庫を早めるためには、作業終了
時間が最も遅い工程の作業を早めることが好適であると考えられる。このことを考慮して
、作業員の移動の指示内容は次のように決定される。

【0084】

まず、Worker 1 が作業区画 5 A から作業区画 5 B に移動し、Worker 2 が作業区画 5 B から
作業区画 5 A に移動するとする。また、バッチ投入間隔が 10 分であるとする。さらに
、Worker 1 の作業評価指標は『5.0/分』であり、Worker 2 の作業評価指標は『8.0/分』
である（図 6 参照）とする。さらに、作業区画 5 A，5 B 間の移動時間は『5 分』
（図 5 参照）であり、作業区画 5 A の残作業量は『80』であり、作業区画 5 B の残作
業量は『50』である（図 7 参照）とする。

【0085】

この場合には、それら数値と式（2-1）に基づき、作業区画 5 A において Worker 2 が
作業を終える時間（作業終了推定時間）は式（2-3）のように算出される。

式（2-3）：80/8.0+5=15

つまり、作業区画 5 A の作業終了推定時間は『15 分』と算出される。

【0086】

また、作業区画 5 B において Worker 1 が作業を終える時間（作業終了推定時間）は式（
2-4）のように算出される。

式（2-4）：50/5.0+5=15

つまり、作業区画 5 B の作業終了推定時間は『15 分』と算出される。

【0087】

さらに、Worker 1，2 が移動しない場合には、作業区画 5 A の作業終了推定時間は式（
2-5）のように『16 分』と算出される。

式（2-5）：80/5.0=16

また、作業区画 5 B の作業終了推定時間は式（2-6）のように『6.25 分』と算出さ
れる。

式（2-6）：50/8.0=6.25

上記のような計算結果を比較すると、Worker 1，2 が移動する方が移動しない場合より
も早く作業が終了するという結果が得られる。

【0088】

これにより、Worker 1，2 の移動が指示される。そして、この移動の指示が時刻 00：
00 のバッチ投入時点におけるデータに基づいたものであるとすると、バッチの投入間隔
は 10 分であるから、時刻 00：10 に次のバッチが投入される。この時の投入量が図 1
1 に表されるような投入量であるとする、持続時間を考慮しない上述の手法では、上記
同様の Worker 1，2 の移動に関わる計算と判断が行われ、再度、Worker 1，2 の移動が
指示される。図 13 には、作業効率の持続時間を考慮しない手法を採用して作業員 Worke
r 1，2 の移動の有無を判断した場合における作業区画 5 A，5 B の残作業量の推移例が示
されている。

【0089】

これに対し、図 12 には、作業効率の持続時間を考慮した第 2 実施形態で述べた手法を採
用して作業員 Worker 1，2 の移動の有無を判断した場合における作業区画 5 A，5 B の

残作業量の推移例が示されている。

【0090】

図12と図13を比較すると、作業効率の持続時間を考慮することにより、作業効率の持続時間を考慮しない場合に比べて、各作業区画5A、5Bにおける残作業量を全体的に少ない状態とすることができる。これは、作業効率の持続時間を考慮しない場合には、状況変化に因る作業効率の変化が考慮されないために、バッチが投入される度に作業員Worker1、2の移動が指示されることになる。このために、作業員Worker1、2は、移動に時間を取られ、作業時間が削減されてしまうことにより、残作業量が多く残ってしまう事態となる。

【0091】

第2実施形態の作業管理装置20は、作業効率の持続時間を考慮し、状況の大きな変化が無いと想定できる状況下での情報に基づいて、作業員の移動の有無を判断する。このため、作業管理装置20は、次のバッチでどのような作業量が投入されるかが分からない場合であっても、バッチの投入間隔が分かる、あるいは、予測できる場合には、作業工程全体のより高い作業効率を得ることができるように作業員の配置を行うことができる。

【0092】

なお、図15には、バッチ投入間隔が15分であり、図14に表されるような作業量が投入される場合に、第2実施形態の作業管理装置20が作業員の移動の有無を判断した場合における作業区画5A、5Bの残作業量の推移例が示されている。この場合にも、作業管理装置20は上記同様の効果を得ることができる。

【0093】

また、第2実施形態の作業管理装置20は、直近の評価期間における作業の状況に基づいて作業評価指標を算出するので、作業状況に応じた作業評価指標を得ることができる。しかも、作業管理装置20は、作業区画間の移動コストをも考慮して、作業区画に作業員を割り当てるので、移動に因る作業ロスを検討した作業員の割り当てを行うことができ、これにより、作業効率を引き上げることができる。結果として、作業管理装置20は、作業工程全体の効率を向上させることができる。このようなことにより、作業管理装置20は、例えば、作業員の体調悪化などにより特定工程の作業効率が低下したとしても、逐次これを作業評価指標に織り込み、移動コストを考慮した上で、作業工程全体での効率化を達成可能となる。

【0094】

なお、第2実施形態では、作業評価指標を算出する直近の評価期間は、時間により設定されてもよいし、作業の指示回数（例えば、作業の指示回数を複数回遡った時点からの期間であってもよい）により設定されてもよい。さらに、作業評価指標を算出するのに利用する直近の評価期間の作業実績値は、作業実績データそのままでよいし、作業実績データに設定の処理を行った値であってもよい。例えば、直近N分間の実績データに線形加重移動平均あるいは指標移動平均などの処理を行い平準化を行ったデータが作業実績値として用いられてもよい。このような場合には、短時間計測に因る値のぶれが抑制され、より実情に近い作業評価指標が得られ、作業管理装置20は、より適切な作業員の割り当てを実現できる。

【0095】

また、第2実施形態では、移動コストは移動の経路毎に設定されているが、移動経路だけでなく、さらに作業員をも考慮して移動コストが設定されていてもよい。この場合には、作業管理装置20は、作業員の年齢や健康状態が考慮された移動コストを利用して、作業員の割り当てを行うことにより、より適切な作業員の割り当てを実現できる。

【0096】

さらに、第2実施形態では、持続時間は、バッチ投入間隔に基づいて設定されているが、作業の投入タイミングが予め設定されていない場合もある。このような場合には、オーダー投入実績や、過去の作業員数の時空間データから算出される統計的な情報を用いて、持続時間が設定されてもよい。例えば、オーダー投入実績に基づいて、繁忙時季や繁忙時間

10

20

30

40

50

帯などが推定され、当該情報を利用して持続時間が設定されてもよい。また、作業員のシフト情報などを用いて、持続時間が設定されてもよい。さらに、持続時間は作業区画毎に異なってもよい。これらの場合においても、第2実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0097】

さらに、第2実施形態では、決定部28は、比較部27による比較結果が等しい場合には、さらに、式(2-1)や式(2-2)を利用して算出される作業終了推定時間をも利用して、作業員の割り当てを決定してもよい。この場合には、作業区画の作業量によらずに、作業管理装置20は、上記同様に作業員を適切に作業区画に割り当てることができる。

【0098】

さらに、第2実施形態では、作業管理装置20は、将来指標を算出する際に移動コスト(移動時間)を利用している。移動コストに代えて、作業管理装置20は、移動に関係する作業員の生産性に関する金銭的成本や、作業員の肉体疲労に因るコストを利用して将来指標を算出してもよい。この場合においても、作業管理装置20は、上記同様の効果を得ることができる。

【0099】

さらに、作業管理装置20が作業員を作業区画5A、5Bに割り当てる具体例として、各作業区画5A、5Bに作業員が1人ずつ割り当てられる例を説明している。これに代えて、第2実施形態の作業管理装置20は、各作業区画に作業員が複数人ずつ割り当てられる場合にも適用可能である。その具体例を述べる。

【0100】

ここでは、図16に示されるように作業区画5Aでの作業員数は『15人』であり、当該作業区画5Aの作業評価指標は『15.0』であるとする。また、作業区画5Bでの作業員数は『5人』であり、当該作業区画5Bの作業評価指標は『5.0』であるとする。さらに、図17に示されるように、作業区画5A、5Bの残作業量は両方共に『100』であるとする。

【0101】

さらに、比較部27は、式(3-1)と式(3-2)に基づいて、作業区画5A、5B毎に、作業員N人が移動してくる場合と移動していく場合の将来指標を算出するとする。

式(3-1)：(N人移動してくる場合の将来指標) = (作業指標×移動時間) + (移動後の作業指標) × (持続時間 - 移動時間)

式(3-2)：(N人移動していく場合の将来指標) = (移動後の作業指標) × 持続時間
なお、ここでは、一人当たりの作業効率は同一であり、人員の多寡によって作業区画5A、5Bでの作業効率(能力)が決定されると近似する。つまり、作業区画5A、5Bでの作業効率は、移動により作業員の増減数に応じ比例して変動する。

【0102】

このような場合において、作業効率を高めるためには、作業区画5A、5B全体における将来指標(換言すれば、持続時間内における作業量)が最大となるように作業員の移動数を設定すればよい。図16と図17の数値例の場合には、作業区画5Aの作業効率が作業区画5Bよりも良いことから、作業区画5A、5B全体の作業効率を高めるためには、作業区画5Aから作業区画5Bに作業員を移動させることが好ましい。その移動数をN人とし、作業区画5Aについては式(3-2)に基づいた将来指標を算出し、作業区画5Bについては式(3-1)に基づいた将来指標を算出し、これら将来指標の和が最大となるNを算出すればよい。なお、この算出の際に、作業区画5A、5Bの残作業量は『100』であることから、将来指標の上限値は『100』となる。また、作業員の移動数が算出されると、作業員の移動は直ちに行われるものとする。

【0103】

上記のように将来指標を算出すると、Nは『0~10』の数値範囲で将来指標(作業区画5A、5Bで終わることができた作業量の合計)が『200』となる。この場合には、作業区画5A、5Bで全ての作業が完了していることになり、作業員が移動しない場合(つ

10

20

30

40

50

まり、Nが零の場合）においても持続時間内に作業が終わることを意味する。

【0104】

このような場合には、Nが『0～10』の数値範囲内のどれが好適な分配であるかは、例えば、作業区画5A，5Bにおける作業員の作業終了推定時間に基づいて決定する。つまり、式（4-1）に基づいて作業区画5A（つまり、作業員が移動していく作業区画）の作業終了推定時間が算出される。また、式（4-2）に基づいて作業区画5B（つまり、作業員が移動してくる作業区画）の作業終了推定時間が算出される。

式（4-1）：（作業終了推定時間）＝（残作業量）÷（割り当て変更後の作業評価指標）

式（4-2）：（作業終了推定時間）＝（（残作業量）－（作業評価指標）×（移動時間））÷（割り当て変更後の作業評価指標）

そして、作業区画5A，5Bの作業終了推定時間が早くなるように移動する作業員数Nを決定する。なお、図17の数値例では、移動する作業員数を6人とすることにより、作業区画5Aの割り当て人数を9人とし、作業区画5Bの割り当て人数を11人とする場合に、作業終了推定時間が最も早くなる。この場合には、小数点以下を丸めると、作業区画5Aの作業終了推定時間は11分07秒であり、作業区画5Bの作業終了推定時間は11分48秒である。作業区画5A，5Bの作業が両方共に終わらなければ全体の作業が終了しないから、作業区画5A，5B全体の作業終了推定時間は11分48秒である。一方、割り当てを変更しない場合（つまり、移動する作業員数Nが零である場合）には、作業区画5Aの作業終了推定時間は6分40秒であるが、作業区画5Bの作業終了推定時間は20分である。このため、作業区画5A，5B全体の作業終了推定時間は20分である。すなわち、作業管理装置20は、前述した将来指標に基づいた作業員の割り当てだけで、作業終了推定時間に基づいて作業員を割り当てる機能をも備えることにより、より作業員を適切に割り当てることができ、作業工程全体のより作業効率の向上を図ることができる。

【0105】

なお、上記の例では、作業区画5A，5Bを移動する人数が算出されているが、さらに、決定部28は、作業員毎の作業評価指標に基づいて、作業員の割り当てを決定してもよい。この決定の結果の一例が図18に表されている。

【0106】

この場合には、作業管理装置20は、移動する人数だけでなく、移動する作業員を指定できるので、作業管理者が移動する人を選択する手間を無くすことができる。そして、さらに、移動する対象者を提示する例えばディスプレイ等を利用することにより、作業管理装置20は、作業指示の自動化を図ることができる。さらに、作業管理装置20は、作業員の年齢や健康状態を考慮した作業員の割り当てを行うことができる。

【0107】

図19は、作業管理装置20を実現するコンピュータ400のハードウェア構成例を表す図である。コンピュータ400は、CPU（Central Processing Unit）401と、ROM（Read Only Memory）402と、RAM（Random Access Memory）403と、記憶装置404と、ドライブ装置405と、通信IF（InterFace）406と、入出力IF（InterFace）407とを備えている。

【0108】

CPU401は、RAM403を用いてコンピュータプログラム（プログラム）408を実行する。通信IF406は、情報通信網410を介して外部装置と情報をやり取りする。入出力IF407は、周辺機器（入力装置、表示装置など）と情報をやり取りする。通信IF406および入出力IF407は、情報を取得又は出力する構成要素として機能することができる。

【0109】

プログラム408は、ROM402に記憶されていてもよい。また、プログラム408は、メモリカード等の記憶媒体409に記憶され、ドライブ装置405によって読み出されてもよいし、外部装置から情報通信網410を介して受信してもよい。

【0110】

例えば、作業管理装置 20 の制御装置 21 は CPU 401 により実現され、記憶装置 22 は ROM 402 と RAM 402 と記憶装置 404 により実現される。

【0111】

なお、図 19 に表されるコンピュータ 400 の構成要素は、単一の回路（プロセッサ等）によって構成されてもよいし、複数の回路の組み合わせによって構成されてもよい。ここでいう回路（circuitry）は、専用又は汎用のいずれであってもよい。例えば、コンピュータ 400 は、一部が専用のプロセッサによって実現され、他の部分が汎用のプロセッサによって実現されてもよい。

【0112】

さらに、コンピュータ 400 の機能は、例えば、クラウドコンピューティング技術などを用いて、複数のコンピュータの協働によって実現されてもよい。

10

【0113】

<第 3 実施形態>

以下に、本発明に係る第 3 実施形態を説明する。なお、第 3 実施形態の説明において、第 2 実施形態の作業管理装置を構成する構成部分と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0114】

[構成の説明]

図 20 は、第 3 実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して示すブロック図である。第 3 実施形態の作業管理装置 20 は、第 2 実施形態の構成に加えて、測定部 29 が備えられている。測定部 29 は、作業状況の予定情報あるいは履歴情報を用いて、作業区画における作業能率の持続時間を測定（算出）する機能を備えている。例えば、測定部 29 は、バッチ投入の時刻を例えば倉庫管理装置 50 から取得し記憶装置 22 に格納していく。そして、測定部 29 は、そのバッチ投入の時刻の履歴情報に基づいてバッチ投入の時間間隔を複数、算出し、さらに、それら時間間隔の平均を算出し当該平均値をバッチ投入の時間間隔（つまり、持続時間）とする。あるいは、測定部 29 は、上記の如く算出したバッチ投入の時間間隔を最小二乗法やカルマンフィルタなどを用いて統計処理し当該統計処理により得られた値を持続時間としてもよい。さらに、測定部 29 は、記憶装置 22 の持続時間データ D_tを、上記の如く得られた持続時間に変更（更新）する機能を備えている。すなわち、測定部 29 は、持続時間の取得に利用する実測データに基づいて持続時間を取得し当該持続時間の情報を更新する持続時間更新部としての機能を持つ。

20

30

【0115】

なお、測定部 29 は、繁忙時間帯の周期や、人員入れ替えの時間帯の情報を作業状況の予定情報として例えば倉庫管理装置 50 から取得してもよい。この場合には、測定部 29 は、その取得した情報を考慮することによって、計算開始時点からの作業状況が変化すると想定される時刻までの時間を持続時間として測定（算出）してもよい。

【0116】

第 3 実施形態の作業管理装置 20 における上記以外の構成は第 2 実施形態の作業管理装置の構成と同様である。

【0117】

[動作の説明]

以下に、第 3 実施形態の作業管理装置 20 における測定部 29 の動作の一例を図 21 を利用して説明する。

40

【0118】

例えば、測定部 29 は動作を開始すると、まず、測定部 29 は、バッチ投入の時刻の履歴情報あるいは作業状況の予定情報を例えば倉庫管理装置 50 から取得する（ステップ S 201）。

【0119】

その後、測定部 29 は、取得した情報に基づいて、前述したように持続時間を算出する（ステップ S 202）。例えば、測定部 29 が、図 22 に示されるようなバッチ投入の時刻

50

の履歴情報を取得し、バッチ投入の時間間隔の平均値が持続時間として算出される場合には、持続時間は『22分』と算出される。

【0120】

然る後に、測定部29は、算出した持続時間で記憶装置22の持続時間データD_tを更新する（ステップS203）。

【0121】

〔効果の説明〕

第3実施形態の作業管理装置20は、第2実施形態と同様に、作業効率の変化を考慮して、作業区画における作業員の割り当てを行うことから、第2実施形態と同様の効果を得ることができる。また、第3実施形態の作業管理装置20は、測定部29を備え、測定部29によって実測データに基づいて持続時間を算出する機能を備えている。このため、持続時間が明に決定されていない場合であっても、作業管理装置20は、適切な持続時間を取得できる。また、作業状況の変化によって持続時間（作業評価指標が変化する変化タイミング）が変動する場合に、作業管理装置20は、その状況変動が反映された持続時間を取得できる。

【0122】

<第4実施形態>

以下に、本発明に係る第4実施形態を説明する。なお、第4実施形態の説明において、第2や第3の実施形態の作業管理装置を構成する構成部分と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0123】

〔構成の説明〕

図23は、第4実施形態の作業管理装置の構成を簡略化して表すブロック図である。第4実施形態の作業管理装置20は、第2実施形態の構成に加えて、受付部30とコスト更新部31を備えている。

【0124】

第4実施形態における受付部30は、作業員が移動の指示に従うか従わないかを判断できる情報を取得する機能を備えている。つまり、作業員は提示された移動の指示に基本的には従うが、実際の作業の状況などから移動指示に従えない場合も考えられる。このため、第4実施形態の作業管理装置20は、タブレットを利用した情報入力や音声入力などにより、作業員が、指示に対して従えるかどうかを作業管理装置20に入力可能な構成を備える。受付部30は、その作業員による情報を受け付ける機能を備えている。

【0125】

コスト更新部31は、受付部30により取得した情報に基づいて移動指示に従って移動した作業員の移動状況を取得し、当該移動状況に基づいて、作業区画間の移動コストを直接的あるいは間接的に推定（算出）する機能を備える。例えば、移動コストとして作業区画間の移動時間を考えた場合、作業管理装置20は、作業員の移動開始の情報を、作業員によるタッチパネル入力や、作業員に携帯させているBLE（Bluetooth（登録商標） Low Energy）装置などを利用して取得する構成を備える。また、作業管理装置20は、同様な手法により、作業員の移動終了の情報を取得する構成を備える。コスト更新部31は、上記のように取得した移動開始の情報に基づいた移動開始時刻と、移動終了の情報に基づいた移動終了時刻との差を移動時間（つまり、移動コスト）として算出する。なお、コスト更新部31は、さらに、そのように算出した複数の移動時間の平均値を移動時間（移動コスト）として算出してもよい。また、コスト更新部31は、算出した複数の移動時間を、最小二乗法やカルマンフィルタなどを用いた統計処理した時間を移動時間（移動コスト）として算出してもよい。

【0126】

コスト更新部31は、さらに、記憶装置22の移動コストデータD_mを、算出した移動コストに更新する機能を備える。

【0127】

第４実施形態の作業管理装置２０における上記以外の構成は第２実施形態の作業管理装置の構成と同様である。なお、第４実施形態の作業管理装置２０は、さらに、第３実施形態に示した測定部２９の機能をも備えていてもよい。

【０１２８】

第４実施形態の作業管理装置２０は、第２や第３の実施形態の構成に加えて、実測データに基づいて移動コストを算出する機能を備えている。このため、作業管理装置２０は、第２や第３の実施形態の効果を得ることができると共に、作業員の異動や作業環境等によって移動時間が変化するような場合に、その変化が反映された移動時間を取得できる。

【０１２９】

<その他の実施形態>

なお、本発明に係る実施形態を図面を参照しつつ説明してきたが、本発明は上記各実施形態に限定されることはなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等が可能である。

【０１３０】

例えば、第２～第４の実施形態では、リレー式ピッキングでの作業を例に挙げて説明しているが、本発明の作業管理装置は、例えば、倉庫における入庫作業や、工場における組立工程、港湾における積荷の上げ下ろし、トラックの入出庫を含めたサプライチェーン管理などのさまざまな領域の作業工程に適用することが可能である。

【０１３１】

また、本発明の作業管理装置は、作業区画が設定でき、それぞれの作業区画での効率（作業評価指標）が時間に依存して変化し、また、その効率が作業区画間でばらつきがあるような場合に適用することにより、有効な効果を得ることができる。例えば、本発明の作業管理装置は、タクシーの配車等にも適用できる。つまり、タクシーの乗車効率を考えると、地域によって乗車効率に偏りがあることは明らかである。また、帰宅や終電後、各種イベントの発生などによってタクシー利用が増加している状態の持続時間が例えば過去の統計データを用いて推定できる。このことから、推定される持続時間を考慮し、地域による乗車効率関数を用いることで、作業管理装置は、どの地区にタクシーをどのように移動させるかを算出できる。

【０１３２】

さらに、本発明の作業管理装置は、人の配置だけでなく、作業を実行する物である装置の配置にも適用可能である。この場合、例えば、作業管理装置は、工事を実行する装置の燃料費や電力費を考慮して、装置の配置や稼働の有無を判断してもよい。

【０１３３】

さらに、第２～第４の実施形態では、移動コストを考慮しているが、作業内容によっては、例えば、アサイン先のプロジェクトの組み合わせによって決まる引き継ぎに因るコストを考慮してもよい。

【０１３４】

さらに、第２～第４の実施形態では、作業員の作業評価指標（作業効率）は作業区画によらず同じとしているが、作業区画（作業内容）によって作業員の作業評価指標は異なってもよい。この場合には、作業員の移動前の作業評価指標と移動後の作業評価指標の差異を考慮して、作業管理装置２０は、将来指数等を算出する。

【０１３５】

さらに、第２～第４の実施形態において、作業員の人数と持続時間によって作業区画における作業効率がどのように変化するかを表す評価関数を作成し、当該評価関数に基づいて作業員の人数の増減による作業効率の変化を評価してもよい。作業員が移動した場合、多くの場合、作業員が減少した作業区画の作業効率は下がり、作業員が増加した作業区画の作業効率は増加する。評価関数が非線形であれば、当該評価関数に基づいたそれら作業区画の作業効率の和は零ではなくプラスあるいはマイナスになる。本発明に係る作業管理装置は、そのような評価関数の増減を評価し、移動コストおよび環境の持続時間を考慮することによって、移動する作業員の人数を指示するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【0136】

さらに、第2～第4の実施形態では、作業区画は2つである場合を例にして説明しているが、作業区画は3つ以上でもよい。例えば、図24には、作業区画5A, 5B, . . . 5Iのつながり（移動可能な組み合わせ）を視覚的に表すトポロジが示されている。なお、図24の例では、隣り合う作業区画が移動可能であるが、必要に応じて、到達可能なすべての作業区画間の移動を可能としてもよい。

【0137】

このように、複数の作業区画が設定されている場合における移動コストデータの一例が図25に表されている。また、図26には図25に示される各作業区画における作業項目の例が示されている。さらに、図27には図25に示される各作業区画における次のバッチの投入予定時刻の情報が示されている。さらにまた、図28と図29には図25に示される作業区画が設定されている場合に第2～第4の実施形態の作業管理装置20が作業員の割り当てを行った場合の一例が表されている。さらにまた、図30には、作業管理者あるいは作業員に移動を指示するディスプレイの表示例が示されている。この例では、作業員の移動経路、および、作業員が移動指示を承諾するか否かの情報を選択して入力するための選択項目をも表されている。図31と図32には、図25に示される作業区画間に関連付けられている移動コストデータの例と、第3実施形態に示したような測定部29により算出される移動コストの例とが示されている。

【0138】

以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明の範囲内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

【0139】

この出願は、2017年3月31日に出願された日本出願特願2017-072059を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0140】

- 10, 20 作業管理装置
- 11 指標取得部
- 12 持続時間取得部
- 13 コスト取得部
- 14, 28 決定部
- 26 算出部
- 27 比較部

10

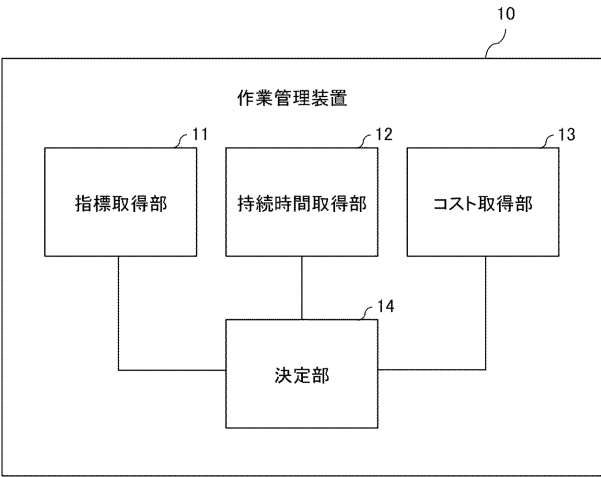
20

30

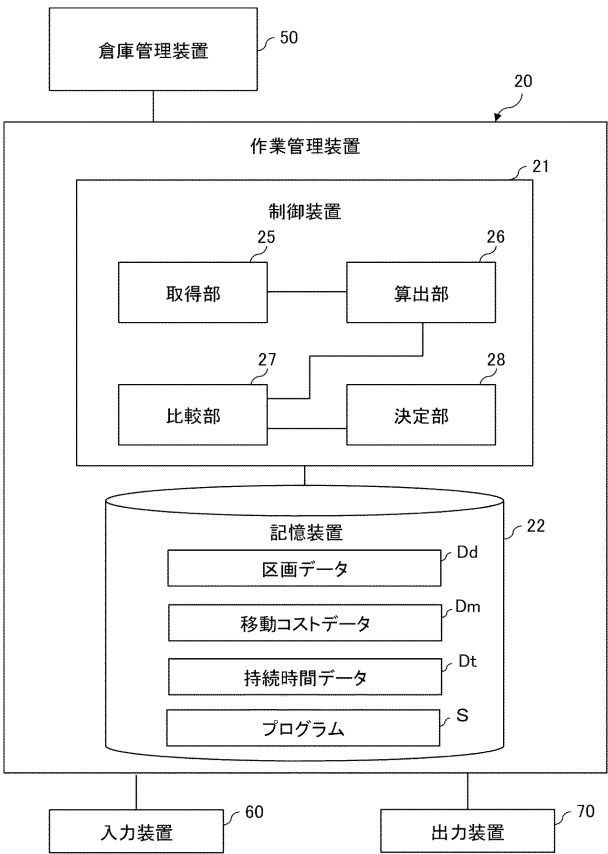
40

50

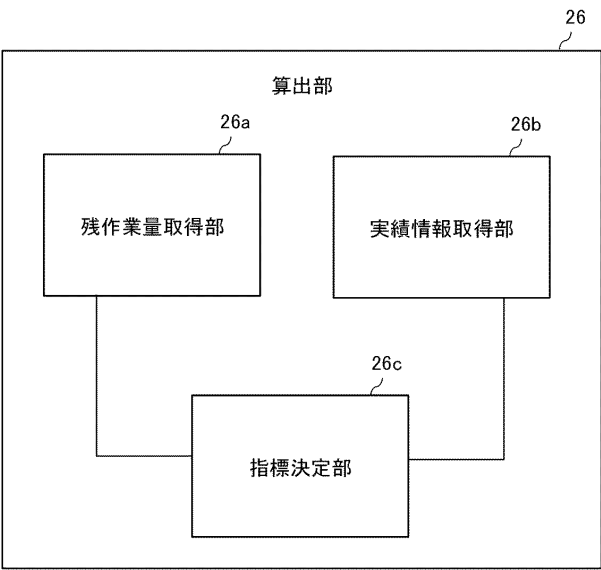
【図面】
【図 1】



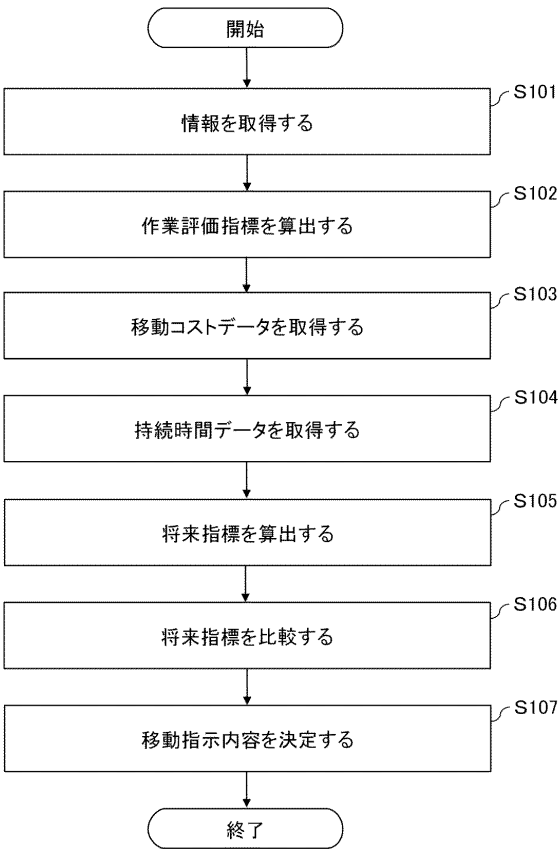
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

区画名	区画範囲情報
5A	5階 単品第1ライン 棚1-6
5B	5階 単品第1ライン 棚7-12

【図 6】

作業員名	担当区画名	作業評価指標
Worker1	5A	5.0
Worker2	5B	8.0

【図 7】

区画名	作業員数	残作業量
5A	1	80
5B	1	50

【図 8】



10

【図 9】

移動区画名	移動所要時間
5A ⇒ 5B	00:05:00
5B ⇒ 5A	00:05:00

【図 10】

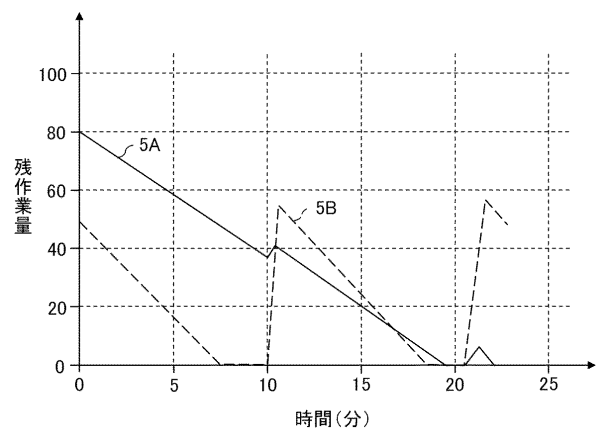
区画名	バッチ投入間隔 (分)
5A	10
5B	10

20

【図 11】

バッチ投入時刻	投入量	
	作業区画5A	作業区画5B
00:10	10	60
00:20	10	60

【図 12】

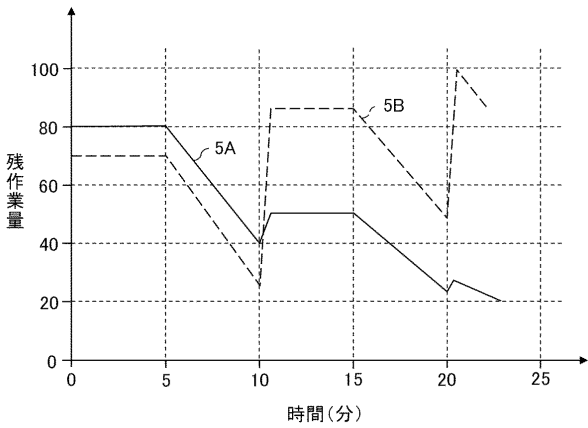


30

40

50

【図 1 3】

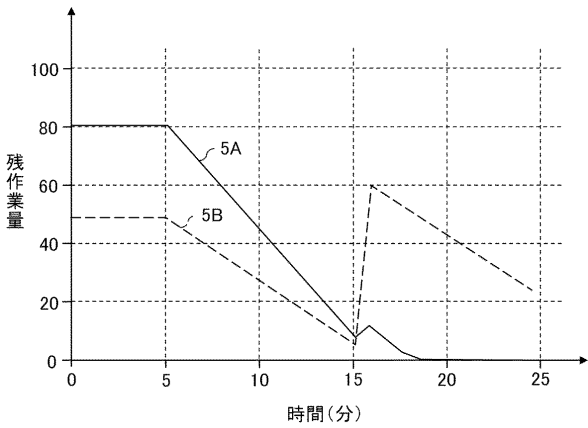


【図 1 4】

バッチ投入時刻	投入量	
	作業区画5A	作業区画5B
00:15	10	60
00:30	10	60

10

【図 1 5】



【図 1 6】

区画名	作業員数	作業評価指標
5A	15	15. 0
5B	5	5. 0

20

30

40

50

【図 1 7】

区画名	残作業量	作業員数	作業所要時間	変更後の作業員数	変更後の作業所要推定時間
5A	100	15	00:06:40	9	00:11:07
5B	100	5	00:20:00	11	00:11:48

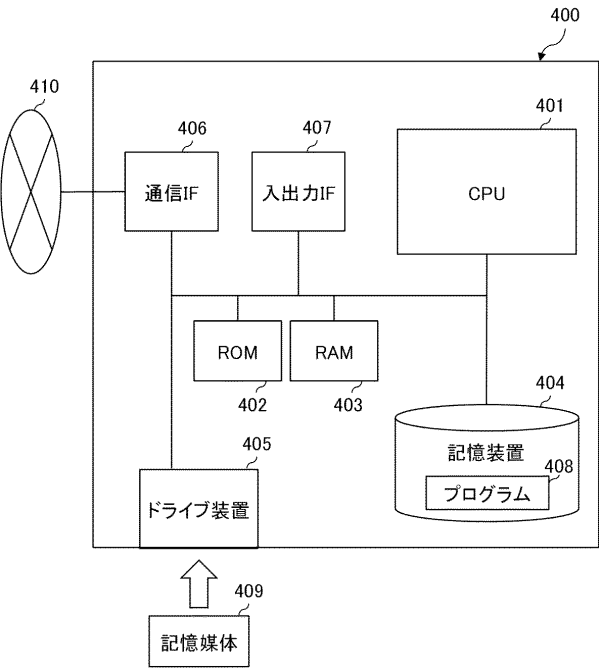
【図 1 8】

作業者名	移動指示		
	担当区画	移動先区画	移動所要時間
WorkerA1	5A	5B	00:05:00
WorkerA2	5A	5B	00:05:00
WorkerA3	5A	5B	00:05:00
WorkerA4	5A	5B	00:05:00
WorkerA5	5A	5B	00:05:00
WorkerA6	5A	5B	00:05:00

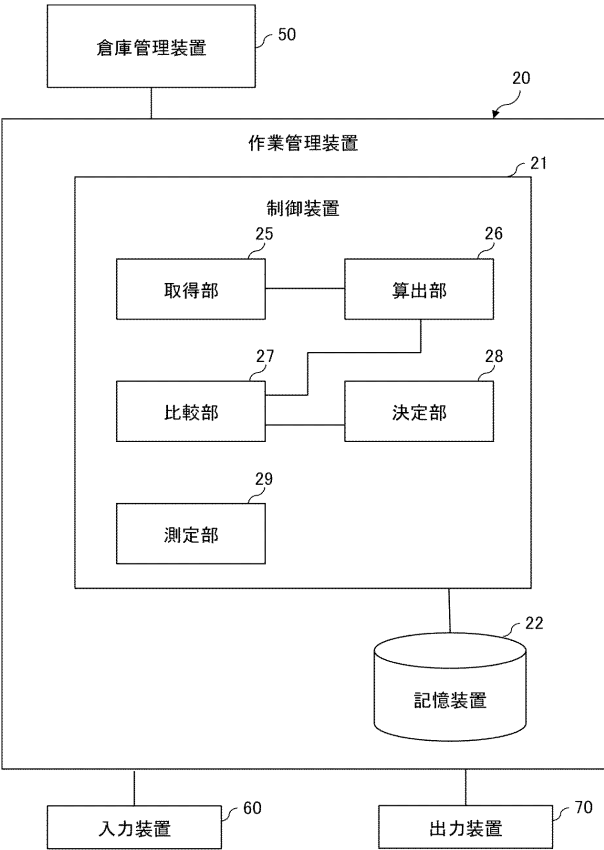
10

20

【図 1 9】



【図 2 0】

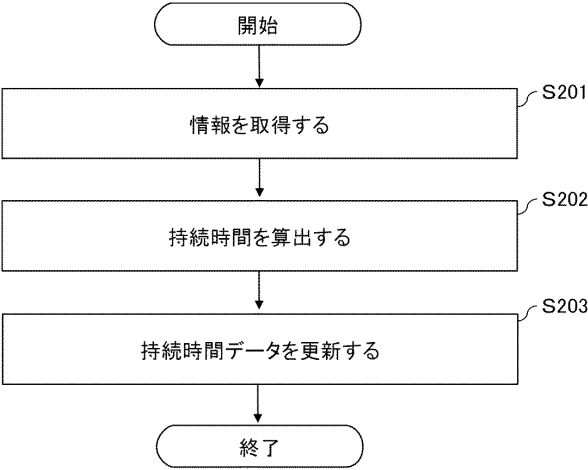


30

40

50

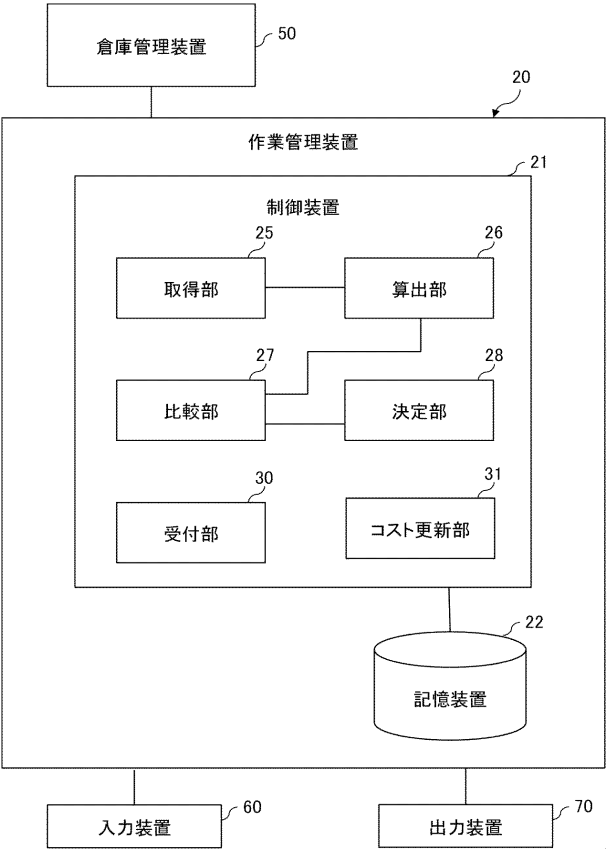
【図 2 1】



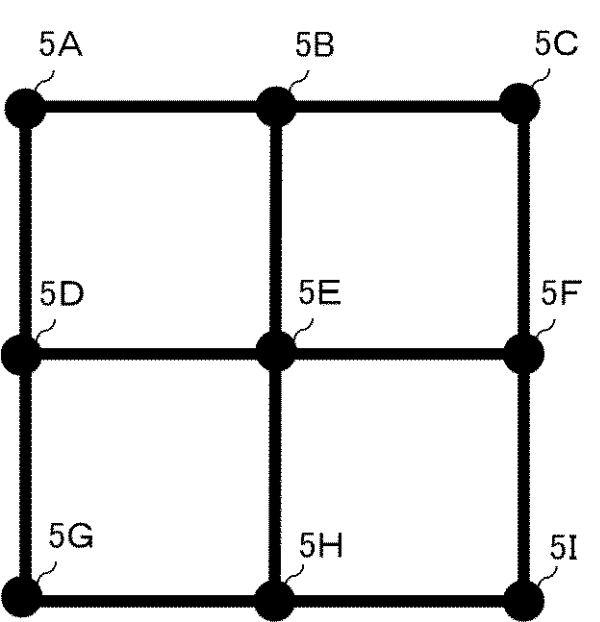
【図 2 2】

バッチ投入の時刻
14:48
15:14
15:36
15:52
15:15
16:38

【図 2 3】



【図 2 4】



10

20

30

40

50

【図 2 5】

移動区画名	移動時間(分)
5A⇄5B	02:00
5B⇄5C	02:00
5A⇄5D	04:00
5B⇄5E	04:00
5C⇄5F	04:00
5D⇄5E	02:00
5E⇄5F	02:00
5D⇄5G	04:00
5E⇄5H	04:00
5F⇄5I	08:00
5G⇄5H	02:00
5H⇄5I	08:00

【図 2 6】

区画名	作業項目
5A	ピッキング・検品
5B	ピッキング・検品
5C	ピッキング・検品
5D	ピッキング・検品
5E	ピッキング・検品
5F	ピッキング・検品
5G	ピッキング・検品
5H	ピッキング・検品
5I	ピッキング・検品

【図 2 7】

	時刻16:30
区画名	次回の投入予定時刻
5A	16:56
5B	17:00
5C	16:51
5D	16:54
5E	17:01
5F	16:55
5G	16:50
5H	17:00
5I	16:50

【図 2 8】

区画名	残作業量	作業員数	作業所要時間	変更後の作業員数	移動先・移動数	変更後の作業所要推定時間
5A	100	15	00:06:40	9	5B:2, 5D:4	00:11:07
5B	100	10	00:10:00	9	5C:2, 5E:1	00:11:33
5C	100	10	00:10:00	9	5F:3	00:11:33
5D	100	10	00:10:00	10	5E:3, 5G:2	00:11:36
5E	100	10	00:10:00	9	5F:2, 5H:2	00:12:00
5F	100	10	00:10:00	10	5I:5	00:11:36
5G	100	10	00:10:00	9	5H:3	00:12:00
5H	100	10	00:10:00	10	5I:5	00:11:24
5I	100	10	00:20:00	15		00:12:00

10

20

30

40

50

【図 2 9】

作業者名	移動指示		
	担当区画	移動先区画	移動所要時間
WorkerA1	5A	5B	00:02:00
WorkerA2	5A	5B	00:02:00
WorkerA3	5A	5D	00:04:00
WorkerA4	5A	5D	00:04:00
WorkerA5	5A	5D	00:04:00
WorkerA6	5A	5D	00:04:00
⋮	⋮	⋮	⋮
WorkerB1	5B	5C	00:02:00
WorkerB2	5B	5E	00:04:00
WorkerB3	5B	5E	00:04:00
WorkerC1	5C	5F	00:04:00
WorkerC2	5C	5F	00:04:00
WorkerC3	5C	5F	00:04:00
⋮	⋮	⋮	⋮

【図 3 0】

WorkerXXさん 作業区画5Fから作業区画5Hに移動して下さい。 ルートは5F⇒5E⇒5Hで移動して下さい。 >>今から移動できます 移動できません
--

10

20

【図 3 1】

移動区画名	移動時間(分)	平均移動時間(分)
5A⇄5B	02:00	02:10
5B⇄5C	02:00	02:01
5A⇄5D	04:00	04:10
5B⇄5E	04:00	04:10
5C⇄5F	04:00	05:21
5D⇄5E	02:00	01:59
5E⇄5F	02:00	02:00
5D⇄5G	04:00	04:33
5E⇄5H	04:00	04:01
5F⇄5I	08:00	08:30
5G⇄5H	02:00	02:05
5H⇄5I	08:00	08:10

【図 3 2】

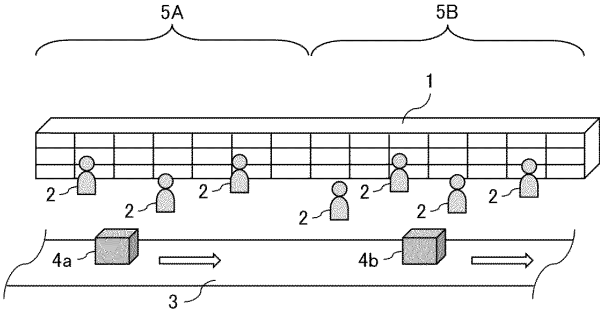
作業者名	移動指示	移動予定時間(分)	受入	移動開始時刻	移動終了時刻	実動移動時間(分)
WorkerA1	5A⇒5B	02:00	拒否			
WorkerA2	5A⇒5B	02:00		17:00:25	17:02:35	02:10
WorkerA3	5A⇒5D	04:00		17:02:15	17:06:20	04:05
WorkerA4	5A⇒5D	04:00		17:00:34	17:04:39	04:05
WorkerA5	5A⇒5D	04:00	拒否			
WorkerA6	5A⇒5D	04:00		17:01:55	17:05:15	04:20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
WorkerB1	5B⇒5C	02:00		17:01:21	17:03:22	02:10
WorkerB2	5B⇒5E	04:00	拒否			
WorkerB3	5B⇒5E	04:00		17:02:11	17:06:21	04:10
WorkerC1	5C⇒5F	04:00		17:01:26	17:06:36	05:10
WorkerC2	5C⇒5F	04:00		17:01:49	17:07:22	05:33
WorkerC3	5C⇒5F	04:00		17:01:31	17:06:51	05:20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

30

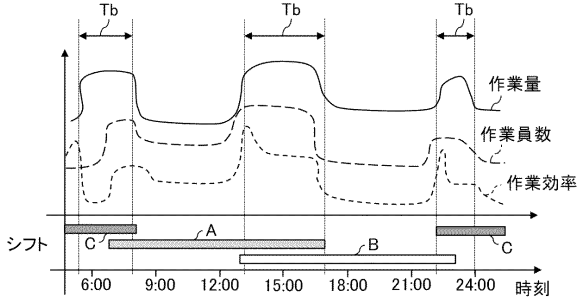
40

50

【図 3 3】

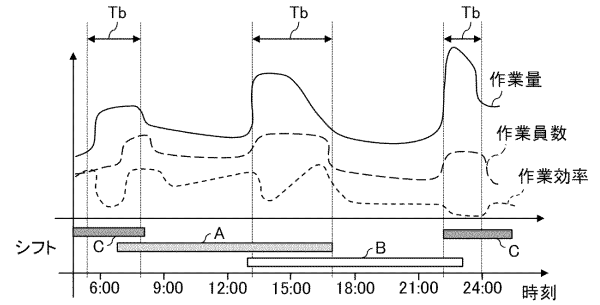


【図 3 4】

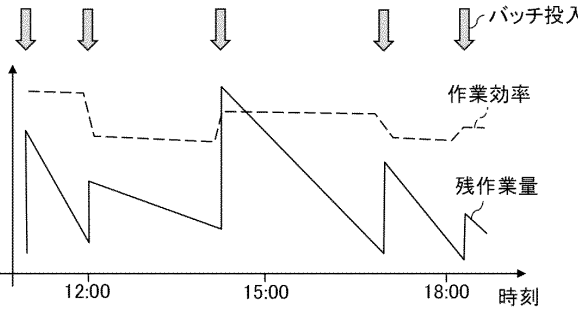


10

【図 3 5】

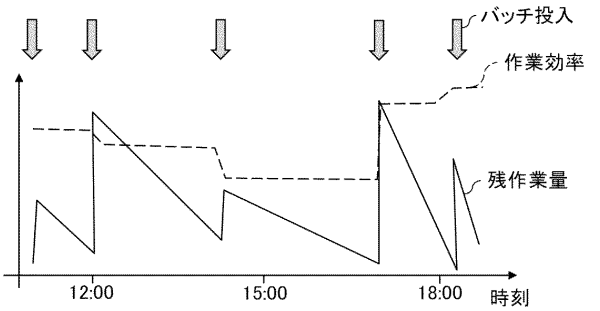


【図 3 6】



20

【図 3 7】



30

40

50

フロントページの続き

株式会社内

審査官 宮地 匡人

(56)参考文献 特開 2011-118773 (JP, A)

特開平 05-123947 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00-99/00

G05B 19/418