

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-317069  
(P2007-317069A)

(43) 公開日 平成19年12月6日(2007.12.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06Q 50/00 (2006.01)</b>	G06F 17/60 112G	
<b>G06N 3/00 (2006.01)</b>	G06N 3/00 550C	
<b>G06F 19/00 (2006.01)</b>	G06F 19/00 110	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-147987 (P2006-147987)  
(22) 出願日 平成18年5月29日 (2006.5.29)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成17年12月  
社団法人 日本船舶海洋工学会発行の「日本船舶海洋  
工学会論文集第2号」に発表

(71) 出願人 501204525  
独立行政法人海上技術安全研究所  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号  
(74) 代理人 100100413  
弁理士 渡部 温  
(72) 発明者 松倉 洋史  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立  
行政法人海上技術安全研究所内  
(72) 発明者 勝原 光治郎  
東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立  
行政法人海上技術安全研究所内

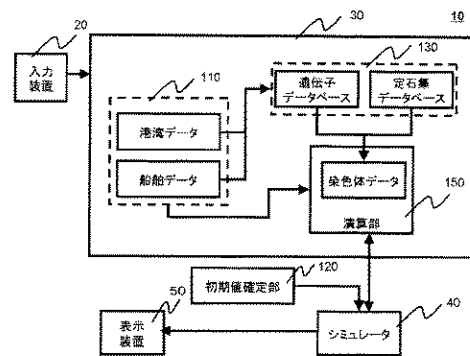
(54) 【発明の名称】 配船計画装置、配船計画方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】複雑な船舶の配船計画を効率よく作成し得る装置及び方法を提供すること。

【解決手段】港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定部と、船舶の動作を特定する遺伝子を組合せて染色体データを生成する染色体データ生成部と、染色体データ生成部により生成された染色体データを、遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより進化させる演算を行う演算部とを備えた配船計画作成装置であって、染色体データ生成部は、遺伝子の集合の一部に、予め定めた遺伝子の組合せを注入した後に染色体データの生成を行う。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定部と、  
船舶の動作を特定する遺伝子を組み合わせる染色体データを生成する染色体データ生成部と、

前記染色体データ生成部により生成された染色体データを、遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより進化させる演算を行う演算部とを備えた配船計画作成装置であって、

前記染色体データ生成部は、前記遺伝子の集合の一部に、予め定めた遺伝子の組合せからなるデータを注入した後に染色体データの生成を行う、  
配船計画作成装置。

10

## 【請求項 2】

前記演算部と接続され、前記演算部により進化させた染色体データに基づいて配船計画のシミュレーションを行うシミュレータと、

前記シミュレータによるシミュレーションを行う際に前記配船計画の所定期間の初日の初期値を確定する初期値確定部と

を備えた請求項 1 記載の配船計画作成装置。

## 【請求項 3】

前記予め定めた遺伝子の組合せは、実務従事者の知見又は過去の配船事例に基づく知見に基づいて収集した遺伝子の組合せである、請求項 1 又は請求項 2 記載の配船計画作成装置。

20

## 【請求項 4】

港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定ステップと、  
船舶の動作を特定する遺伝子を組み合わせる染色体データを生成する染色体データ生成ステップと、

前記染色体データ生成ステップに基づいて生成された染色体データを遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより染色体データを進化させる進化ステップと、

配船計画の所定期間の初日における初期値を確定する初期値ステップと、

前記進化ステップにより得られた進化させた染色体データに基づいて、配船の実行をシミュレーションするシミュレーションステップと、

30

からなる配船計画方法。

## 【請求項 5】

前記配船計画方法をコンピュータに実行させるプログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、配船計画装置、配船計画方法及びプログラムに関し、特に、染色体データを作成する際により有効な定石データを遺伝子に注入して染色体データを作成して遺伝的アルゴリズムを行うことにより作成される配船計画のための配船計画装置、配船計画方法及びプログラムに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、陸上輸送を主目的に輸送計画を作成する輸送計画作成方法が知られている（特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2002 - 108998 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

しかし、陸上輸送の場合には、輸送単位は数トンから数十トンであり、道路のパターン

50

もある程度決まっているのに対し、船舶の場合には、輸送単位が数百から数千トンと大きい上に、使用する船の隻数も限られるため、箇々の輸送遅延の影響が大きく、各輸送の正確な取り扱いが必要となる。

【 0 0 0 4 】

例えば、船舶の場合には、入港時間に間に合わなければ翌日以降の入港荷役となってしまふ。また、船舶、港湾、貯蔵施設（タンク）、工場、需要者、航路状況等、考慮すべき条件が複雑かつ多岐にわたるためこれらの統一的な取り扱いが困難である。

【 0 0 0 5 】

さらに、混載、複数港積み、複数港揚げ、帰り荷の考慮等、輸送形態が多様であり、また、入出港、積み／揚げ、沖待ち等の時刻等、活動の状態を変化させるタイミングが無段階である。そのため、どの時刻で切り替えても良いため、組合せ爆発が起きやすい。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

そこで、上記課題を解決するため、本発明に係る配船計画作成装置は、港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定部と、船舶の動作を特定する遺伝子を組み合わせる染色体データを生成する染色体データ生成部と、染色体データ生成部により生成された染色体データを、遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより進化させる演算を行う演算部とを備えた配船計画作成装置であって、染色体データ生成部は、遺伝子の集合の一部に、予め定めた遺伝子の組合せからなるデータを注入した後に染色体データの生成を行う。

【 0 0 0 7 】

また、演算部と接続され、演算部により進化させた染色体データに基づいて配船計画のシミュレーションを行うシミュレータと、シミュレータによるシミュレーションを行う際に前記配船計画の所定期間の初日の初期値を確定する初期値確定部とを備えていてもよい。

【 0 0 0 8 】

予め定めた遺伝子の組合せは、実務従事者の知見又は過去の配船事例に基づく知見に基づいて収集した遺伝子の組合せであってもよい。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る配船計画方法は、港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定ステップと、

船舶の動作を特定する遺伝子を組み合わせる染色体データを生成する染色体データ生成ステップと、染色体データ生成ステップに基づいて生成された染色体データを遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより染色体データを進化させる進化ステップと、配船計画の所定期間の初日における初期値を確定する初期値ステップと、進化ステップにより得られた進化させた染色体データに基づいて、配船の実行をシミュレーションするシミュレーションステップとからなる。

【 0 0 1 0 】

本発明に係るプログラムは上記配船計画方法をコンピュータに実行させるものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば効率的な配船が行える。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本発明に係る配船計画作成装置を示すブロック図である。図 1 に図示された配船計画作成装置 10 は、入力装置 20、装置本体 30、シミュレータ 40、初期値確定部 120 及び表示装置 50 を備える。

【 0 0 1 3 】

入力装置 20 は、キーボード、マウス、ペンタッチ入力装置等、いずれかの方法でデータを入力することができる装置であればその形態は問われない。

## 【 0 0 1 4 】

装置本体 30 は、港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定部 110 と、船舶の動作を特定する遺伝子を組合せて染色体データを生成する染色体データ生成部 130 と、染色体データ生成部により生成された染色体データを、遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより進化させる演算を行う演算部 150 とを備える。

## 【 0 0 1 5 】

演算部 150 は、遺伝的アルゴリズムに基づいた演算を行う。また、演算部 150 ではデータ設定部 110 からの入力に基づいて致死染色体の判定をも行う。遺伝的アルゴリズムは、複数の実行可能解を保持しつつ、その解を進化のアナロジーを用いて改善していく方法の総称である。具体的には、生物が進化の過程で環境に適応すると生き残り、適応しないと死滅していく進化論の考え方を応用したアルゴリズムであり、遺伝子の集合体である染色体を一つの個体とみて、初期集団の生成を行い、適応度の評価、選択、交叉、突然変異のループを経て進化させ、適応度の評価がよいと思われる段階を近似解として終了するアルゴリズムである。

10

## 【 0 0 1 6 】

遺伝的アルゴリズムは、生物を染色体の集団と見たて、生存能力を適応度として評価し、生殖行動を交叉として考える。一般には各遺伝子として扱われるデータをランダムに組合せ、染色体として機能するデータ列を複数用意する。そして選択、交叉、突然変異により進化させて適応度の評価を上げていくものである。

## 【 0 0 1 7 】

ここで、選択は、適応度の高い個体が多くの子孫を残す操作であり、適応度比例戦略、エリート保存戦略、トーナメント戦略等の手法を用いることが可能である。また、交叉は、選択によって選出された個体に対して、ある交叉位置で双方の染色体の一部ずつをとってきて、子孫の染色体を作り出す操作であり、一点交叉、多点交叉、一様交叉等種々の手法を用いることが可能である。突然変異は、ある確率で染色体の一部の値を変える操作である。この一通りの操作を終えると第二世代の染色体が生まれることになり、これを繰り返すループにより世代が進むことになる。

20

## 【 0 0 1 8 】

ここで、遺伝子となるデータについて説明する。図 2 は、港におけるタンクの状態の模式図である。図 2 においては、A 港に製品用のタンクと製品用のタンクがあり、B 港には製品用のタンクと製品用のタンクがあることが示されている。また、A 港は、製品は A 港に船舶がいるとしたら、そこから製品を積まなければならない。ただし、どの程度積む、又は積まないかについては、時期や港湾の事情により異なる。また、製品は船舶が入港した場合に製品用のタンクに製品を揚げなければならないことを示している。

30

## 【 0 0 1 9 】

また、B 港に製品用のタンクと製品用のタンクがあり、B 港に船舶がいるとしたら、そこから製品を積まなければならない。また、製品は船舶が入港した場合に製品用のタンクに製品を揚げなければならないことを示している。

## 【 0 0 2 0 】

実際には、どのくらいの量(トン数)の積み、揚げを行うかということは各港におけるタンクの状態等によって異なる。また、図 2 においては、A 港と B 港として例示したが実際には製品の数は多数であり、港の数も多数である。

40

## 【 0 0 2 1 】

シミュレータ 40 は、演算部 150 により演算された内容の評価を行う。表示装置 50 は、演算部 150 により演算された結果を表示する。この表示装置はパーソナルコンピュータ用のディスプレイや専用の表示装置を用いることができる。

## 【 0 0 2 2 】

初期値確定部 120 は、シミュレータ 40 によるシミュレーションを行うに際し、初期値確定部 120 は、配船計画の所定期間の初日の初期値を確定する。ある港湾のタンクに

50

貯蔵されている製品が、所定期間の初日の前日の段階で、例えば90%満たされており、日々貯蔵量が増える状態にあるならば、配船計画の早い段階で当該港湾に船舶を向かわせる必要が生じる等期間毎に最適な配船計画は異なるためである。

【0023】

データ設定部110は、港湾及び船舶の特性データを設定する。具体的には、港湾のデータとしては、例えば、何時から何時まで空いている等の条件、港に入れる船の大きさ（深さ、長さ）、港湾側で有しているポンプの速度、タンクの大きさ、港間の距離、積み卸しができる時間帯（船が入れる時間）、同時に荷役ができる船の数のデータを設定する。また、演算部150ではデータ設定部110から入力されたデータを使って致死染色体の判定を行う。

10

【0024】

また、船舶の特性データとしては、近海船、沿海船、限定近海船の種別、スピード、燃費、荷役ポンプの能力などの船の条件をセットする。

【0025】

染色体は、港名、積み/揚げ、品目等の荷役の最も基本的な情報（荷役情報）を単位とする遺伝子列を複数分並べたものである。例えば、A港において品目の消費側タンクがある場合は、

港名：A  
品目：  
荷役種類：揚げ  
量：3トン

20

という遺伝子が登録される。この遺伝子は全ての港湾におけるすべての品目の積み/揚げについて登録される。

【0026】

染色体データ生成部130は、船舶の動作を特定する遺伝子を組み合わせて染色体データを生成する。この作成は乱数に基づいて任意の組合せとなる。この染色体データを例えば500個程度作成する。

【0027】

ただし、染色体データ生成部130は、遺伝子の集合の一部に、予め定めた遺伝子の組合せからなるデータを注入した後に染色体データの生成を行う。

30

【0028】

予め定めた遺伝子の組合せからなるデータについて説明する。ここでは「定石集データベース」として説明する（図1）。染色体データは、遺伝子データベースと定石集データベースとの組合せからなる集合から作成される。定石集データベースは以下のように作成されるものである。

【0029】

定石集データベースは、予め有効と思われる遺伝子の組合せを登録したデータベースであり、以下の3種類から構成される。

(1) 実務者の知見

実務従事者の経験及び過去の配船事例から良いと判断されているものはその組合せを一つのデータとして定石集データベースに登録する。

40

(2) 解析者の判断

解析者が輸送構造を分析して、必要であると判断したものや、優れていると判断した組合せを定石集データベースに登録する。

(3) 過去自動生成を行った結果

過去に自動生成を行った結果優れていると思われる組合せを定石集データベースに登録する。

【0030】

上記定石集データベースに登録するものとしては、具体的には以下のようなものがある。例えば、生産量の少ない製品は大概扱っている港も限られているという経験則に基づい

50

て、それらが船1隻の分量があり、かつ陸上側に十分なタンク容量があれば混載なしの直行便を設定する。そうでなければ、他の便で混載品として多頻度で運ぶ。また、生産量の多い製品は混載しないで直行便を設定する。

#### 【0031】

さらに、近い港はまとめて寄港し、遠距離の港へ運んだり、ある同一製品の生産港・消費港が近距離の場合は、同一日に2往復できるようピストン輸送を設定するようにする。また、複数港積み、複数港揚げの場合でも、なるべく順路が後戻りのないようにする。

#### 【0032】

さらに、近い港同士を結ぶ遺伝子の組合せのみ作成する。例えば、A、B、C、Dの港があるとした場合、AからB、及び、CからDの遺伝子の組合せは作成するが、AからDへの遺伝子の組合せは初めから作成しないなどして、明らかに経験則上効率が悪いエントリーは最初から排除する。また、同一港での荷揚げ後荷積みは別々の遺伝子として作成しないで一セットの遺伝子の組合せとする。

#### 【0033】

演算部150は、染色体データ生成部により生成された染色体データと初期値確定部により設定された初期値とを演算する。また、演算部150は、遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより染色体データを進化させる。

#### 【0034】

図3は、本発明に係る配船計画作成方法を示すフローチャートである。特に遺伝的アルゴリズムが示されている。

#### 【0035】

まず、初期集団を生成し(S310)、適応度の評価を行い(S320)、適応度の終局判断における終局評価が不十分であれば(S330)、選択(S340)、交叉(S350)、突然変異(S360)のループを経て進化させ、適応度の終局評価がよいと思われる段階を近似解として終了する。本発明においては、適応度の評価の際に実際に配船状態を考慮した判断ができるシミュレータによる評価を行う(S370)。この際、実際の船舶の動きを表示するようにしてもよい。

#### 【0036】

選択(S340)においては、成績の良い上位から一定数の染色体は、無条件に次世代に残し、優秀な染色体の消滅及び破壊を防ぐようにしてもよい。また、選択(S340)は、トーナメントにより行い、進化過程後半で各染色体の評価値が接近しても進化時に淘汰圧が下がらないようにすることで、局所探索能力をできるだけ確保するようにすることもできる。

#### 【0037】

交叉(S350)においては、ランダムに選んだ染色体に対し、2点交叉を行うようにしてもよい。一回の進化計算において同一染色体が複数回の交叉を受けることができるようにすることで探索範囲を広くするようにすることもできる。

#### 【0038】

突然変異(S360)は、乱数により輸送内容の一部を遺伝子データベース(図1)の組合せ又は定石集データベース(図1)の内容と入れ替えるようにしてもよい。また、一回の進化計算において同一染色体の複数回の突然変異も可能とすることで探索範囲を広くすることもできる。

#### 【0039】

図4は、本発明に係る配船計画作成方法を示すフローチャートである。本発明に係る配船計画作成方法は、港湾及び船舶の特性データを設定するデータ設定ステップ(S410、S420)と、船舶の動作を特定する遺伝子を組合せて染色体データを生成する染色体データ生成ステップ(S430)と、前記染色体データ生成ステップ(S430)に基づいて生成された染色体データを遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより染色体データを進化させる進化ステップ(S440)と、配船計画の所定期間の初日における初期値を確定する初期値ステップ(S450)と、前記進化ステップ(S440)により得

10

20

30

40

50

られた進化させた染色体データに基づいて、配船の実行をシミュレーションするシミュレーションステップ ( S 4 6 0 ) とからなる。

【 0 0 4 0 】

データ設定ステップ ( S 4 1 0 、 S 4 2 0 ) は、港湾及び船舶の特性データを設定する。

【 0 0 4 1 】

染色体データ生成ステップ ( S 4 3 0 ) は、船舶の動作を特定する遺伝子を組合せて染色体データを生成する。

【 0 0 4 2 】

進化ステップ ( S 4 4 0 ) は、染色体データ生成ステップ ( S 4 3 0 ) に基づいて生成された染色体データを遺伝的アルゴリズムに基づく演算を行うことにより染色体データを進化させる。

【 0 0 4 3 】

初期値ステップ ( S 4 5 0 ) は、配船計画の所定期間の初日における初期値を設定する。

【 0 0 4 4 】

シミュレーションステップ ( S 4 6 0 ) は、進化ステップ ( S 4 4 0 ) により得られた進化させた染色体データに基づいて、配船の実行をシミュレーションする。このシミュレーションによる評価については図 5 で説明する。

【 0 0 4 5 】

図 5 は、本発明に係る配船計画作成方法に用いられるシミュレータ 4 0 ( 図 1 ) と接続された表示装置 5 0 ( 図 1 ) の表示画面の一例である。このシミュレータは、図 1 及び 3 で示したように遺伝的アルゴリズムとは別の機構とした。また遺伝的アルゴリズムを行う演算部 1 5 0 ( 図 1 ) とシミュレータ 4 0 ( 図 1 ) とのデータのやりとりはインターネットやイントラネットの規格である T C P / I P を用いて L A N を介して行うようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 5 では、港 A、港 B、港 C、港 D、港 E において、二隻の船舶が移動している様子を図示している。また、各港にはタンクが備えられている現実の状態が示され、船舶の荷役により、それぞれのタンクの増減が示される。また、終局評価として、例えば、タンクがオーバーフローするまでの持続時間が 1 9 2 時間である状態が示されており、例えば、1 箇月の配線計画を行うためには持続時間が 1 9 2 時間では足りないため、さらに遺伝的アルゴリズムを用いて進化させることが必要であることが判断できる。

【 0 0 4 7 】

シミュレータ 4 0 ( 図 1 ) の各要素はマルチエージェントとしてプログラムされ、各エージェントは配船センターの基本的な輸送指示 ( 配船案 ) に従って、情報収集を行い、詳細な行動計画を作成して自律的に活動を行う。タンカーは地図上に設定したノード・パスの中からダイクストラ法等により最短時間となる経路を探索して移動する。

【 0 0 4 8 】

なお、この発明の実施の形態に係る方法及びシステムは、図 1 で示したように各構成部分を単一の装置内に組み込んだ専用の装置で実現できるのはもちろんである。またシミュレータを内部に有していてもよい。

【 0 0 4 9 】

さらに、任意の言語で作成されたコンピュータプログラムにより通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。プログラムを格納した媒体 ( フレキシブルディスク、C D - R O M 、 D V D - R O M 等 ) から当該プログラムをインストールすることにより、上述の処理を実行することもできる。

【 0 0 5 0 】

コンピュータにプログラムを供給するための手法もまた任意である。例えば、通信回線、通信ネットワーク、通信システム等を介して供給してもよい。そして、このプログラム

10

20

30

40

50

を起動し、OS ( Operating System ) の制御下で、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上記した各ステップの処理を実行することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0051】

船舶の配船計画が効率的に行えるので、船舶による輸送業において利用が見込まれる。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明に係る配船計画作成装置を示すブロック図である。

【図2】本発明に係る配船計画作成装置で使用される遺伝子の概念を示す図である。

10

【図3】本発明に係る配船計画作成方法を示すフローチャートである。

【図4】本発明に係る配船計画作成方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明に係る配船計画作成方法に用いられるシミュレータの表示画面の一例である。

【符号の説明】

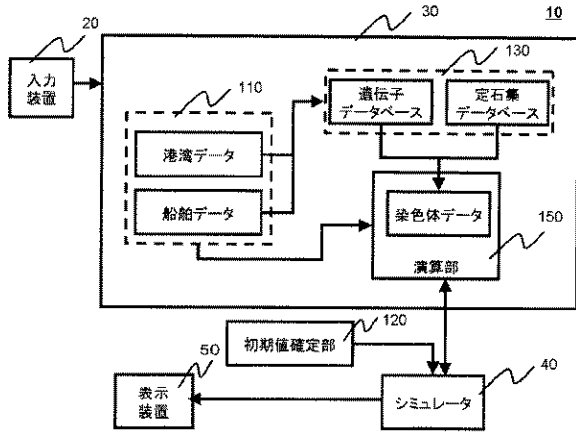
【0053】

- 10 配船計画作成装置
- 20 入力装置
- 30 装置本体
- 40 シミュレータ
- 50 表示装置
- 110 データ設定部
- 120 初期値確定部
- 130 染色体データ生成部
- 150 演算部

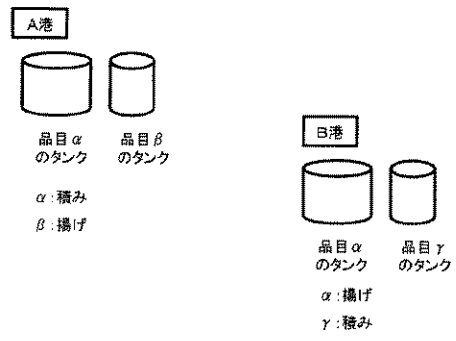
20



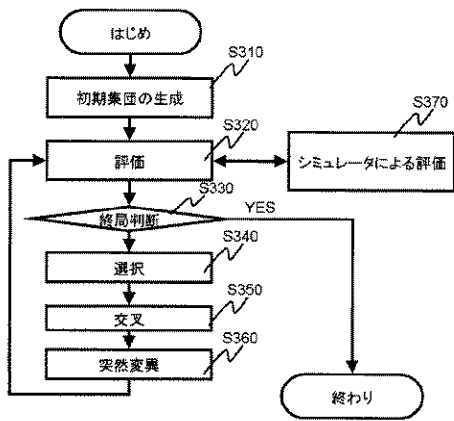
【図1】



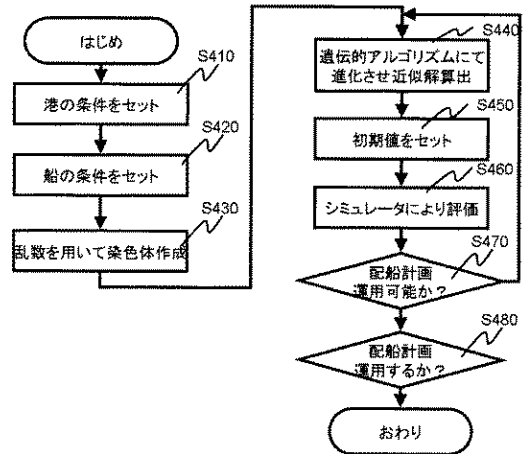
【図2】



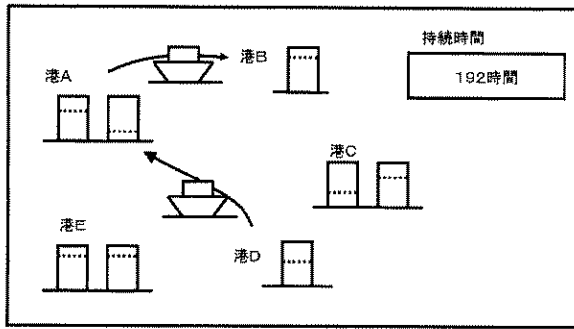
【図3】



【図4】



【 図 5 】



シミュレータの例