

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7365281号
(P7365281)

(45)発行日 令和5年10月19日(2023.10.19)

(24)登録日 令和5年10月11日(2023.10.11)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 Q 50/30 (2012.01)

G 0 6 Q 50/30

請求項の数 10 (全22頁)

(21)出願番号	特願2020-56236(P2020-56236)	(73)特許権者	000005108
(22)出願日	令和2年3月26日(2020.3.26)		株式会社日立製作所
(65)公開番号	特開2021-157417(P2021-157417 A)	(74)代理人	110001689
(43)公開日	令和3年10月7日(2021.10.7)		青稜弁理士法人
審査請求日	令和4年6月3日(2022.6.3)	(72)発明者	山下 祐子
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所内
		(72)発明者	小林 雄一
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所内
		(72)発明者	前川 勇樹
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所内
		(72)発明者	賀沢 唯

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 資源運用計画支援装置、及び資源運用計画支援方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

資源運用計画支援装置であって

各資源の行路候補を作成する行路候補作成部と、運用計画履歴を事前に学習して行路変更ルールを生成する履歴学習部と、運用計画対象資源に対する行路候補のリストを作成する行路候補リスト作成部と、運用計画に含まれる少なくとも1つ以上の違反に対して違反を解消するための運用計画を作成する計画作成部と、運用変更内容表示部とを備え、

前記履歴学習部が事前に作成した行路変更ルールを、前記行路候補作成部が作成した行路候補に適用して各行路候補に対する採用率を算出し、前記行路候補リスト作成部が作成した各資源に対する行路候補リストを入力として、前記計画作成部が作成した運用計画を前記運用変更内容表示部が優先順位を付けて表示する

ことを特徴とする資源運用計画支援装置。

【請求項2】

前記計画作成部が作成した運用計画案から資源の運用変更や運行ダイヤ変更を列挙する運用変更抽出部を更に備え、前記運用変更抽出部が抽出した運行ダイヤ変更や資源の運用変更を前記運用変更内容表示部が表示する

ことを特徴とする請求項1に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項3】

前記履歴学習部は、運用計画履歴に存在する行路変更の傾向を、評価指標の大きさによって行路変更の採用率の重みを変更する教師データを使用して学習することで行路変更ル

ールを生成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 4】

前記行路候補リスト作成部が、運用計画対象の資源の各行路候補を、資源情報、遅延・支障情報と組み合わせて、前記行路変更ルールに適用して、より良い行路候補の採用率が高くなる各行路候補に対する採用率を算出して、各行路候補と対応する採用率を組み合わせて行路候補リストを作成する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 5】

前記運用変更内容表示部は、解消対象の違反の内容と、解消対象の違反を持つ資源について、行路候補のうち採用率が上位のものから指定数を順次、運用変更案として表示し、該各運用変更案は、運用変更内容、評価指標の値、残り変更数を表示項目として含むことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

10

【請求項 6】

前記運用変更内容表示部は、表示した運用変更内容が選択された場合に、前記計画作成部にて作成された運用計画案から前記運用変更抽出部が抽出した運用変更や運行ダイヤ変更結果を表示および適用する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 7】

前記運用変更内容表示部は、特定された違反に対して頻繁に用いられる変更案、複数の評価指標各々に対して評価値の最も高い変更案、特定の評価指標の評価値の上位の変更案、のうち、少なくともいずれか 1 つを優先的に表示する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

20

【請求項 8】

前記運用変更内容表示部は、特定された少なくとも 1 つ以上の違反に対して、複数の評価指標の中から選択された 2 つの評価指標を縦軸、横軸として、変更案の評価値の大きさを散布図により 2 次元表示する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の資源運用計画支援装置。

【請求項 9】

プログラムを実行する演算処理装置と、運用計画の変更履歴を格納する記憶装置と、表示装置を有する資源運用計画支援装置における資源運用計画支援方法であって、前記演算処理装置は、

30

各資源の行路候補を作成する行路候補作成ステップと、運用計画履歴を事前に学習して行路変更ルールを生成する履歴学習ステップと、運用計画対象資源に対する行路候補のリストを作成する行路候補リスト作成ステップと、運用計画に含まれる少なくとも 1 つ以上の違反に対して違反を解消するための運用計画を作成する計画作成ステップと、運用変更内容表示ステップをプログラムによって実行し、

前記履歴学習ステップが事前に作成した行路変更ルールを、前記行路候補作成ステップが作成した行路候補に適用して各行路候補に対する採用率を算出し、前記行路候補リスト作成ステップが作成した各資源に対する行路候補リストを入力として、前記計画作成ステップが作成した運用計画を前記運用変更内容表示ステップが優先順位を付けて前記表示装置に表示する

40

ことを特徴とする資源運用計画支援方法。

【請求項 10】

前記履歴学習ステップは、運用計画履歴に存在する行路変更の傾向を、評価指標の大きさによって行路変更の採用率の重みを変更する教師データを使用して学習することで行路変更ルールを生成する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の資源運用計画支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、資源運用計画支援装置、及び資源運用計画支援方法に関する。

【背景技術】

【0002】

数多くの輸送機械や各種装置など複数資源を要する輸送サービス業や製造業等の分野では、そうした輸送機械等に関する日々の運行計画だけでなく、サービスや製品の品質や安全性を維持するための各資源の運用計画を作成、管理している。

【0003】

例えば鉄道事業の分野では、日々の列車運行計画と共に、列車を構成する編成(列車へ割り当てる複数の車両のまとまりを意味する。)の定期検査に応じた保守計画や、車両基地内での編成移動に関する構内入換計画が作成されている。

【0004】

車両故障や事故などにより鉄道の運行ダイヤに遅延が生じた場合、各列車に使用する編成や乗務させる乗務員の割当計画にも影響が及び、再考が必要となる場合もある。そこで、そうした状況に際し、編成や乗務員の運用計画変更案を提示する技術が提案されている。運用計画変更案の作成とは、例えば編成の場合、運行計画変更に応じて各列車に編成を不足なく割り当てることで、各編成の使用計画(「行路」と呼ぶ)を決定することである。

【0005】

背景技術として、特開2017-97520号公報(特許文献1)がある。特許文献1には、鉄道における乗務員の運用計画支援システムにて、運用計画上の違反を示すダイヤ図上の警報マークをクリックすることで警報内容を表示し、警報内容内の提案ボタンをクリックすることで乗務員運用情報の変更案を違反解消の見通しおよび所定の評価指標の予測値とともに表示すると記載されている。また、常套手段を用いた場合に収束の見通しが立たない場合は解なしとして表示し、常套手段が使えないことを示すと記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開2017-97520号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前記特許文献1では、常套手段を事前に登録しておく必要があるが、パターンが膨大であり網羅できない可能性があり、開発コストも大きい。また、評価指標の値が同じ場合でも優先順位がついていないため、ユーザが判断に困ることが考えられる。

【0008】

本発明は、過去の資源運用計画変更履歴から変更傾向を自動生成し、これを用いて資源運用計画における不整合の解消案を生成し、優先順位とともに提示する資源運用計画支援装置、及び資源運用計画支援方法を提案するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の資源運用計画支援装置の好ましい例では、各資源の行路候補を作成する行路候補作成部と、運用計画履歴を事前に学習して行路変更ルールを生成する履歴学習部と、運用計画対象資源に対する行路候補のリストを作成する行路候補リスト作成部と、運用計画に含まれる少なくとも1つ以上の違反に対して違反を解消するための運用計画を作成する計画作成部と、運用変更内容表示部とを備え、前記履歴学習部が事前に作成した行路変更ルールを、前記行路候補作成部が作成した行路候補に適用して各行路候補に対する採用率を算出し、前記行路候補リスト作成部が作成した各資源に対する行路候補リストを入力として、前記計画作成部が作成した運用計画を前記運用変更内容表示部が優先順位を付けて表示するように構成する。

【0010】

また、本発明の他の特徴として、前記資源運用計画支援装置において、前記履歴学習部は、運用計画履歴に存在する行路変更の傾向を、評価指標の大きさによって行路変更の採用率の重みを変更する教師データを使用して学習することで行路変更ルールを生成するように構成する。

【0011】

また、本発明の他の特徴として、前記資源運用計画支援装置において、前記行路候補リスト作成部が、運用計画対象の資源の各行路候補を、資源情報、遅延・支障情報と組み合わせ、前記行路変更ルールに適用して、より良い行路候補の採用率が高くなる各行路候補に対する採用率を算出して、各行路候補と対応する採用率を組み合わせ、行路候補リストを作成するように構成する。

10

【0012】

また、本発明の資源運用計画支援方法の好ましい例では、演算処理装置は、各資源の行路候補を作成する行路候補作成ステップと、運用計画履歴を事前に学習して行路変更ルールを生成する履歴学習ステップと、運用計画対象資源に対する行路候補のリストを作成する行路候補リスト作成ステップと、運用計画に含まれる少なくとも1つ以上の違反に対して違反を解消するための運用計画を作成する計画作成ステップと、運用変更内容表示ステップをプログラムによって実行し、前記履歴学習ステップが事前に作成した行路変更ルールを、前記行路候補作成ステップが作成した行路候補に適用して各行路候補に対する採用率を算出し、前記行路候補リスト作成ステップが作成した各資源に対する行路候補リストを入力として、前記計画作成ステップが作成した運用計画を前記運用変更内容表示ステップが優先順位を付けて表示装置に表示するようにする。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明により、過去の資源運用変更履歴から傾向情報を自動で生成し、資源運用変更案生成に反映できる。また、優先順位とともに変更案を提示するため、ユーザが判断しやすい。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本実施形態に係る資源運用計画支援装置のシステム構成を示す図である。

【図2】運用計画履歴情報の一例を示す図である。

30

【図3】列車ダイヤ情報の一例を示す図である。

【図4】履歴学習部の処理手順例を示すフローチャートである。

【図5】計画作成部の処理手順例を示すフローチャートである。

【図6】行路候補作成部の処理手順例を示すフローチャートである。

【図7】行路候補リスト作成部の処理手順例を示すフローチャートである。

【図8】運用変更抽出部の処理手順例を示すフローチャートである。

【図9】図8のステップS806の処理手順例を示すフローチャートである。

【図10】本実施形態に係る資源運用計画支援装置の画面例1を示す図である。

【図11】本実施形態に係る資源運用計画支援装置の画面例2を示す図である。

【図12】本実施形態に係る資源運用計画支援装置の画面例3を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明に係る実施形態を、図面を用いて説明する。

【0016】

本実施形態では、資源を鉄道の編成とした車両運用計画支援装置を本発明の適用対象例として説明する。また、処理対象とする違反は、ユーザが選択した1つの違反を対象として説明するが、本発明はこれに限定したのではなく、例えば、ユーザが選択した複数の違反や資源運用計画支援装置が自動で検出した違反なども対象とする。

【0017】

図1は、第1実施形態に係る資源運用計画支援装置のシステム構成を示す図である。

50

資源運用計画支援装置100は、記憶装置101、演算処理装置102、メモリ103、入力装置104、表示装置105、通信I/F106から構成されている。

【0018】

記憶装置101はハードディスクドライブなど適宜な不揮発性記憶装置で構成され、各種データが格納されたデータベース107、プログラム108から構成されている。演算処理装置102は記憶装置101に保持されるプログラム108をメモリ103に読み出すなどして実行し装置自体の統括制御を行なうとともに各種判定、演算及び制御処理を行なう。メモリ103はRAMなど揮発性記憶装置で構成される。入力装置104はユーザからのキー入力や音声入力を受け付ける入力装置である。表示装置105は処理データの表示を行うディスプレイ等の表示装置である。通信I/F106は所定のプロトコルに従って、ネットワークを介して他の装置との通信を制御するネットワークインターフェース装置である。

10

【0019】

データベース107は各種データを管理するものであり、運用計画履歴情報109、列車ダイヤ情報110、行路変更ルール情報111、運用計画対象編成情報112、行路候補リスト情報113、制約条件情報114、評価指標情報115、行路変更案情報116から構成されている。

【0020】

プログラム108は演算処理装置102が実行する処理を記述したものであり、行路候補作成部117、履歴学習部118、行路候補リスト作成部119、計画作成部120、運用変更抽出部121、運用変更内容表示部122から構成されている。

20

【0021】

運用計画履歴情報109は、過去の資源運用計画の履歴として支障情報、列車ダイヤ情報110、編成情報、および行路情報が1日単位で格納されている。詳細は図2を用いて後述する。

【0022】

列車ダイヤ情報110は、輸送サービスの最小単位ごとにその行程を定義したものである。例えば、鉄道における輸送サービスの最小単位は列車であり、列車番号が付けられた列車が始発駅から終着駅までに停車または通過する駅、各駅の到着時刻・出発時刻または通過時刻により定義される。これらの時刻は、現在時刻以前の時刻は実績、すなわち、実際に事象が起きた時刻であり、現在時刻以降の時刻は元の計画と実績から算出した予想時刻である。

30

【0023】

これらの時刻は運行管理システムにて設定されているタイミングで随時更新されており、運行管理システムからネットワークを介して送信され、資源運用計画支援装置100における列車ダイヤ情報110に格納される。列車ダイヤ情報110は1日単位で、運用計画履歴情報109に格納されている過去の日の情報と、計画対象日の情報が格納されている。詳細は図3を用いて後述する。

【0024】

行路変更ルール情報111は、履歴学習部118が生成する行路変更ルール情報であり、分類毎に分類定義、学習器、緩和可能制約条件、対象日を格納する。分類定義は、運用計画履歴情報109を分類する際に用いる運用計画履歴情報109の項目、例えば曜日202や担当者203、最大遅延時間204などの条件を格納する。緩和可能制約条件は、制約条件情報114に含まれる制約条件のうち、緩和可能な制約条件を格納する。対象日は、学習器を生成する際に参照する日を表す運用計画履歴情報109における年月日201の値を格納する。

40

【0025】

運用計画対象編成情報112は、計画対象日の計画対象編成の情報が格納されており、詳細は図2を用いて後述する。

行路候補リスト情報113は、計画対象日の編成毎に、取り得る行路の候補が採用率とともに格納されている。また、行路候補毎に計画作成部120による運用計画作成処理にて生成された運用計画と評価指標の算出結果、運用変更抽出部121が抽出した運用計画変更や

50

列車ダイヤ変更が格納される。

【0026】

制約条件情報114は、計画作成部120による運用計画作成処理にて考慮する各種制約条件が格納されている。

評価指標情報115は、運用変更内容表示部122が運用変更案を表示する際に合わせて表示する評価指標の指定や、計画作成部120の運用計画作成処理にて考慮する評価指標とその重みのユーザ入力内容が格納される。

制約条件情報114および評価指標情報115には、考えられる制約条件、評価指標を予め格納しておいても良いし、随時更新しても良い。また、ユーザから考慮すべき条件、指標の入力を受け付けても良い。

10

【0027】

行路変更案情報116は、計画作成部120の運用計画作成処理が作成した運用計画案から、運用変更抽出部121が抽出する運用計画変更や列車ダイヤ変更が格納される。

【0028】

行路候補作成部117は、履歴学習部118や行路候補リスト作成部119にて、対象の編成の取り得る行路の候補を列挙する処理である。詳細は図6を用いて後述する。

【0029】

履歴学習部118は、運用計画履歴情報109から編成や支障情報、列車ダイヤ情報に対する行路の傾向を学習し、行路変更ルール情報111を作成する処理である。詳細は図4を用いて後述する。

20

【0030】

行路候補リスト作成部119は、計画対象日の計画対象編成に対して行路候補作成部117が算出した各行路候補に対し、行路変更ルール情報111を用いて採用率を算出し、行路候補リスト情報113を作成する処理である。詳細は図7を用いて後述する。

【0031】

計画作成部120は、行路候補リスト情報113に格納された各編成の行路を組み合わせて運用計画案を作成し、評価指標を算出する処理である。詳細は図5を用いて後述する。

【0032】

運用変更抽出部121は、計画作成部120の運用計画作成処理が作成した運用計画案から運用計画変更や列車ダイヤ変更を抽出する処理である。詳細は図8を用いて後述する。

30

【0033】

運用変更内容表示部122は、運用変更抽出部121が抽出した運用計画変更や列車ダイヤ変更内容を表示する処理である。詳細は図11を用いて後述する。

【0034】

図2は運用計画履歴情報109の一例を示す図である。これは、過去の資源運用計画の履歴として支障情報、列車ダイヤ情報110、編成情報219、および行路情報220を1日単位で記載したテーブルの構成を示す図である。本テーブルは1日の履歴情報を1レコードとして管理するテーブルであり、レコード内の項目は、年月日201、曜日202、担当者203、最大遅延時間204、不通区間205、不通時間206、天候207、列車ダイヤ208、運用計画210などである。項目はこれらに限定されるものではなく、例えば天候として天気以外に最高気温や降水量、積雪量等を加えても良い（なお、当日の資源運用計画のデータも本テーブルに順次追加される。）。

40

【0035】

年月日201はいつの履歴情報かを示す日付である。曜日202は年月日201に示す日の曜日であるが、列車ダイヤや運用の分類が平日、休日で区分けされるようであれば平日、休日のように記載しても良い。担当者203は年月日201に示す日の運用計画変更を担当した担当者を一意に表すIDや名前である。運用計画変更の傾向が担当者ごとに異なる場合に担当者203を分類に用いる。最大遅延時間204は、年月日201に示す日の列車ダイヤ乱れにおいて最も遅延の大きい列車の駅における遅延時間である。不通区間205は、運用変更が必要となった原因が事故等であった際に不通となった区間である。不通時間206は、不通

50

区間205に示す区間が不通となっていた時刻である。天候207はその日の主な天気である。

【0036】

列車ダイヤ208は、年月日201に示す日の列車ダイヤ情報110であり、詳細は図3を用いて後述する。運用計画210は、年月日201に示す日の編成情報や運用計画情報である。

【0037】

運用計画210は1編成219を1レコードとして管理するテーブルであり、レコード内の項目は、編成ID211、車両種別212、所属基地213、保有作業214、車両数215、滞泊地216、支障情報217、行路情報220などである。編成ID211は編成を一意に表すIDであり、車両種別212は編成を構成する車両の種類を表すIDである。所属基地213は編成の所属する基地、保有作業214は年月日201に示す日に編成に予定されている車両基地構内で行われる作業である。車両数215は編成を構成する車両の数、滞泊地216は年月日201に示す日の編成の最終到着場所、支障情報217は、車両故障など、編成に起こった支障情報である。行路情報220は、編成ID211が示す編成が年月日201に示す日に取った行路の情報である。

【0038】

行路情報220は、元行路番号221、元行路222、実際の行路223から構成される。元行路番号221は、編成ID211が示す編成が年月日201に割り当てられていた行路を識別する番号である。元行路222は元行路番号221に示す行路に含まれる列車の列である。（行路とは、一つの編成に対して割り当てられている一連の列車群を表し、2019/12/24の編成(ID=1)の元行路は、列車A、列車B、列車C、列車Dとして運行される計画であったことを示す。ここで、列車とは、始発駅から終着駅までの運行をさす。）実際の行路223は、編成ID211が示す編成が年月日201に実際に割り当てられた列車の列である。

【0039】

運用計画対象編成情報112は、計画対象日の計画対象編成の情報であり、テーブル構成は図2に示す運用計画履歴情報と同じ形式である。ただし、計画対象の日のレコードのみを持ち、実際の行路223は計画作成部120によって算出されるため、計画前は実際に割り当てられて走行済みの列車のみ格納される。

【0040】

図3は列車ダイヤ情報110の一例を示す図である。運用計画履歴情報109における列車ダイヤ208も同様の形式で格納する。列車ダイヤ情報110は1本の列車を1レコードとして管理しており、レコード内の項目は列車の名称を表す列車番号310、駅情報部320である。

【0041】

駅情報部320は、列車の各駅における到着時刻、出発時刻、使用番線といった走行情報を表すデータテーブルが走行駅毎に格納される。走行情報は列車番号310の示す列車の走行する1駅分の情報を1レコードとして管理しており、駅情報を走行順に並べて保有している。レコード内の項目は駅名321、計画到着時刻322、計画出発時刻323、計画使用番線324、実績(予想)到着時刻325、実績(予想)出発時刻326、実績(予想)使用番線327である。

【0042】

駅名321は走行駅の名称である。計画到着時刻322、計画出発時刻323、計画使用番線324は、列車番号310の示す列車の駅名321に示す駅における計画時の到着時刻、出発時刻、使用番線を表す。実績(予想)到着時刻325、実績(予想)出発時刻326、実績(予想)使用番線327は、列車番号310の示す列車の駅名321に示す駅における実績または予想の到着時刻、出発時刻、使用番線を表す。

【0043】

実績とは、運用計画履歴情報109における列車ダイヤ208や、計画対象日の計画作成時刻以前の既に走行済みの列車を示す列車ダイヤ情報110に格納される過去の運行実績時刻や番線である。予想とは、未来の時刻であり、計画対象日の計画作成時刻以降の未来の運

10

20

30

40

50

行予想であり、一般的に知られている数理モデルによる列車ダイヤ予測演算アルゴリズムにて随時算出される時刻や番線である。

【0044】

なお、列車が駅を通過する場合は、計画到着時刻322、実績(予想)到着時刻325には「-」が格納される。また、始発駅の計画到着時刻322、実績(予想)到着時刻325、終着駅の計画出発時刻323、実績(予想)出発時刻326にも「-」が格納される。また、部分運休となった場合に、走行しない駅の実績(予想)到着時刻325、実績(予想)出発時刻326、実績(予想)使用番線327にも「-」が格納される。また、延長運転となった場合に、新たに走行することとなった駅の計画到着時刻322、計画出発時刻323、計画使用番線324にも「-」が格納される。

10

【0045】

例えば鉄道事業では、運用計画作成システム、および列車ダイヤ指令システムを備えた運転整理支援システムが従来より稼働している。運用計画作成システムでは、各日の運用計画情報を作成して、予めネットワークを介して資源運用計画支援装置100に配布する。資源運用計画支援装置100は、運用計画履歴情報109の該当日の運用計画210に運用計画情報を格納する。

【0046】

列車ダイヤ指令システムは、各日の列車ダイヤ情報を作成して、予めネットワークを介して資源運用計画支援装置100に配布する。資源運用計画支援装置100は、列車ダイヤ情報110、運用計画履歴情報109の該当日の列車ダイヤ208に列車ダイヤ情報を格納する。また、列車ダイヤ指令システムは、当日に何らかの事象が発生して列車に遅延が生じている場合には、適宜予想時刻を、また当日の実績時刻を送信して、列車ダイヤ208の実績(予想)到着時刻325、実績(予想)出発時刻326を適宜更新する。

20

【0047】

資源運用計画支援装置100は、車両故障や事故などにより列車ダイヤに遅延が生じて、運用計画、列車ダイヤ通りに運行ができなくなったと判定した時に、「違反」をユーザに提示する。ユーザ指示に従い、資源運用計画支援装置100は、列車ダイヤ変更、違反を持つ編成の行路変更案を提示して、ユーザによる検証、適用の指示を受け付ける。

【0048】

本実施例の資源運用計画支援装置100は、車両故障や事故などが起こり、列車ダイヤ変更、該当編成の行路変更などが実施された履歴を、運用計画履歴情報109の該当日の最大遅延時間204、不通区間205、支障情報217、実際の行路223などに記録(運用計画変更記録)する。そして、履歴学習部118が、運用計画履歴情報109に記録されたデータの中より行路変更などが実施された過去の運用計画履歴情報を学習データとして、複数の行路変更候補のいずれの採用率が高いかを学習した学習器を構成する。

30

【0049】

本実施例の資源運用計画支援装置100は、列車ダイヤ遅延を起こす事象の発生時に、運用計画対象の編成の行路候補を作成した際に学習器を適用して、各行路候補に対する採用率を算出し、採用率に従って優先順位を付けて運用計画の変更案をユーザに提示可能としている。

40

【0050】

図4は履歴学習部118の処理手順例を示すフローチャートである。

履歴学習部118は、運用計画履歴情報109に更新(運用計画変更記録)があった当日(または1週間ごと、1カ月ごとなどでもよい)、行路変更ルール情報111内に記録する学習器を生成、更新する。学習器は、運用計画履歴情報109の中の項目を単一に、または組合せた複数の項目で表された分類ごとに生成される。

履歴学習部118は、例えば運用計画対象の編成の編成情報、支障情報、および行路の候補を入力特徴量として、それに対応する行路候補の採用率を目的変数とする学習データにより学習器を作成する。

【0051】

50

ステップS401は運用計画履歴情報109に更新(運用計画変更記録)があるかどうか、すなわち、情報の修正や更新(運用計画変更記録)があったかどうかチェックする処理である。更新があればステップS402へと処理を進め、更新がなければ学習対象がないため履歴学習部118の処理を終了する。

【0052】

ステップS402は運用計画履歴情報109の中で更新、追加のあった日に対して分類を行う処理である。

分類は、曜日202、担当者203、最大遅延時間204、不通区間205、天候207等の項目を単一に、または組合せて用いて行う。または、走行する列車が同じものの多い日同士など、すなわち列車ダイヤ208の類似度合いを用いた分類でも良い。単体の項目を用いた分類でも良いし、組合せた分類を作成しても良い。また、各日は単一の分類に属していなければならないわけではなく、複数の分類に属していてもよい。分類し、行路変更ルール情報111の該当する分類のレコードの対象日に年月日を追加する。以下のステップにて、この分類毎に行路変更ルール情報111を作成、更新する。

【0053】

ステップS403は、全分類に対して行路変更ルールを生成したかどうか、すなわち、運用計画履歴情報109の中で更新、追加のあった日を含む分類(ステップS402で分類した全分類)のうち、行路変更ルール情報111の学習器や緩和可能制約条件が未更新のものがあるかどうかチェックする処理である。全分類に対して生成した場合は履歴学習部118の処理を終了する。行路変更ルールを生成していない分類があれば、ステップS404へと処理を進める。

【0054】

ステップS404は、運用計画履歴情報109の中で更新、追加のあった日を含む分類のうち、行路変更ルール情報111の学習器を更新、生成していない分類を取得し、分類Aとする処理である。

【0055】

ステップS405は、分類Aに属する計画履歴情報を取得する処理である。これは、行路変更ルール情報111にて分類Aを示すレコードの対象日の格納された年月日に対応する計画履歴情報を運用計画履歴情報109から抽出する処理である。

【0056】

ステップS406は、ステップS405にて抽出した分類Aの対象日の計画履歴情報の各日の所定の評価指標を算出する処理である。所定の評価指標は、例えば、最終滞泊地順守率や遅延増加時間など、運用変更案の評価にて考えられる評価指標である。これは、同じ編成情報、遅延・支障情報に対しても異なる行路を取る場合等に、評価指標の良し悪しを学習器生成に反映するために算出するものである。

【0057】

ステップS407は、ステップS405にて抽出した分類Aの対象日の計画履歴情報の全日の全編成に対して、学習器を作成するための学習用データを作成したかどうかをチェックする処理である。なお、分類Aの対象日に予備の編成を使用している日があれば、予備の編成もチェック対象に含む。全編成に対して作成した場合はステップS411へと処理を進める。作成していない編成がある場合はステップS408へと処理を進める。

【0058】

ステップS408は、学習器を作成するための学習用データを作成していない編成を1編成選択し、選択した編成が取り得る行路候補を生成する処理である。行路候補生成処理は図6を用いて詳細を後述する。

【0059】

ステップS409は、ステップS408にて選択した編成に対する編成情報、遅延・支障情報等を運用計画履歴情報109から抽出する処理である。具体的には、分類Aに分類した際に使用した項目など、分類Aに属する編成全てが同じ値を取る項目を除いて、運用計画履歴情報109に含まれる項目の値を抽出する。

10

20

30

40

50

【0060】

ステップS410は、ステップS408にて選択した編成について、ステップS408にて生成した各行路候補に、ステップS409にて抽出した編成情報、遅延・支障情報を組み合わせ、それぞれ履歴にある行路、すなわち実際の行路223に示す行路の採用率を評価指標に応じた値、その他の行路に対する採用率を0として学習器を作成するための学習用データに追加する。評価指標に応じた値は以下のステップにて決定する。

【0061】

まず、これまで作成した学習用データのうち、同じ編成情報、遅延・支障情報を持つ編成データがなければ採用率を1とする。同じ編成情報、遅延・支障情報を持つ編成データがあれば、実際に取った行路を比較する。すべて同じ行路であれば、採用率は全て1とする。異なる行路のものがあれば、ステップS406にて算出した評価指標の大小に応じて、採用率を0より大きく、1以下の値にそれぞれ決定する。同じ編成情報、遅延・支障情報、行路を持つ編成に対しては同じ採用率の値とし、異なる行路の編成に対しては、評価指標の値が大きい（良い）方の編成に対しては1そうでない編成に対しては、例えば値が大きいほど良い評価指標であれば、当編成の評価指標の値を良い方の編成の評価指標の値で割った値とする。

【0062】

本処理にて学習用データに追加した後、ステップS407へ戻り、分類Aの対象日の計画履歴情報の全日の全編成に対して処理を終えるまでステップS408からステップS410の処理を繰り返す。

【0063】

ステップS411は、これまでの処理で作成した学習用データをもとに、分類Aに対する行路変更ルールを生成、更新し、行路変更ルール情報111を更新する処理である。具体的には行路変更ルール情報111の学習器と緩和可能制約条件を更新する。

【0064】

本実施形態において、学習器は特定の種類の学習器に限定されるものではなく、機械学習を利用してもよいし、所定の分類ルールや統計処理等を利用してもよい。例えば学習器にニューラルネットを用いる場合であれば、グラフ構造と各辺の重みを格納し、決定木を用いる場合であれば、木構造と各枝に分岐する際の分類ルール（if-thenルール）を格納する等すればよい。学習器の種類によって形式が異なるため、ここでは統一的なフォーマットを提示しない。

【0065】

緩和可能制約条件は、分類Aの対象日の運用計画履歴情報109において、制約条件情報114に示す各制約条件が守られているかどうかチェックし、守られていないもの、すなわち制約緩和されている条件を抽出し、行路変更ルール情報111の緩和可能制約条件に格納する。

【0066】

運用計画履歴情報109の中で更新、追加のあった日を含む分類のうち、行路変更ルール情報111の学習器や緩和可能制約条件が未更新のものがなくなるまでステップS404からステップS411を繰り返す。

【0067】

図5は計画作成部120の処理手順例を示すフローチャートである。

車両故障や事故などの発生により鉄道の運行ダイヤに遅延が生じた場合に、現場などからの遅延情報などを受付けた資源運用計画支援装置100は、ユーザに当日の各編成の運用計画である元行路222を画面上にグラフ表示して、その上に運行ダイヤの遅延によって列車間の運用接続時間不足や運用接続駅違反といった運行不可能となった対象箇所に違反マークを表示して警告する(図10にて後述)。ユーザは表示画面を見て、資源運用計画支援装置100の入力装置104から解消する違反を選択する指示を行い、ユーザによる入力がない場合に実施する処理の流れの一例を示す。以下は、選択された違反を持つ編成に対して、行路変更案を提示するための処理である。

【0068】

ステップS501は、運用計画対象編成情報112(ユーザが選択した計画対象編成の情報)を用いて対象の分類を決定し、分類Bとする処理である。行路変更ルール情報111の分類定義を参照し、運用計画対象編成情報112の編成情報や支障情報、列車ダイヤ情報と比較して分類を決定する。一致する分類がない場合は最も近い分類を選択する。当てはまる分類が複数ある場合は、最も条件の強い分類を選んで良いし、すべて選択して各分類に対して以降の処理を実施し、行路変更案を作成しても良い。本ステップにて選択した分類を分類Bとする。

【0069】

ステップS502は、運用計画対象編成情報112を参照し、計画対象の編成、すなわち現在の時刻以降走行する列車を行路に持つ編成各々について行路候補リスト情報113を生成する処理である。行路候補リスト生成処理の詳細は図7を用いて後述する。本ステップにて、計画対象の各編成に対して行路候補が採用率とともに生成される。

10

【0070】

ステップS503は、選択された違反を持つ編成に対して、行路候補リストに格納された行路候補全てについて適用して運用計画案を生成したかどうかをチェックする処理である。全て適用して運用計画案を作成して評価指標を算出済みであればステップS507へと処理を進める。適用していない行路候補があれば、ステップS504へと処理を進める。

【0071】

ステップS504は、適用して運用計画案を作成していない行路候補を1つ選択し、選択された違反を持つ編成の行路として固定し、他の編成の運用計画を作成する処理である。運用計画案の作成は、現在の時刻以降走行する列車を行路に持つ編成各々について、行路候補リストにおいて採用率の高い行路候補から適用し、制約条件情報114に定められた制約条件のうち、行路変更ルール情報111の分類Bを示すレコードの緩和可能制約条件以外を充足する運用計画案を算出する従来技術を用いても良いし、あらかじめルールの形で定型化しておいて状況に応じたルール(あるいはパターン)を選択することにより、運用計画案を作成しても良い。

20

【0072】

ステップS505は、ステップS504で生成した運用計画案に対して運用変更抽出部121が列車ダイヤ変更や運用変更を抽出する処理である。本処理の詳細は図8を用いて後述する。

30

【0073】

ステップS506は、ステップS504で生成した運用計画案やステップS505で抽出した列車ダイヤ変更、運用変更について、評価指標情報115に格納された評価指標の値を算出する。例えば、列車の運休本数や運用変更の必要な編成本数、最終滞泊地違反数などを算出する。

【0074】

選択された違反を持つ編成に対して、行路候補リストに格納された行路候補全てについてステップS504からステップS506の処理を実行後、ステップS507へと処理を進める。

【0075】

ステップS507は、運用変更内容表示部122が運用変更案を表示装置105に表示する処理である。表示例を図11に示す。詳細は後述する。

40

【0076】

ステップS508は、変更案のユーザ選択を受け付ける処理である。ステップS507にて表示した運用変更案や列車ダイヤ変更の中から、表示した評価値などを参考にユーザが適用する変更を選択する。その後、ステップS509にてユーザの選んだ変更案を運用計画に適用する。適用した変更は後に他の編成を対象とした運用計画案を生成する際に固定する。その後、本処理を終了する。

【0077】

図6は行路候補作成部117の処理手順例を示すフローチャートである。

ステップS601は変更の必要な列車以降の行路に含まれる列車数を算出する。算出方法は

50

、例えば運用計画対象編成情報112における行路候補作成対象編成の元行路222と同じ列車を元行路222に持つデータを運用計画履歴情報109から抽出し、想定し得る全ての列車数を算出しても良いし、列車数の平均値を算出しても良い。また、機械学習等を用いて算出しても良い。

【0078】

ステップS602は、ステップS408においては運用計画履歴情報109、ステップS703においては運用計画対象編成情報112の列車ダイヤ208に含まれる列車をノード、運用接続可能な列車同士であることをリンクとするネットワークを作成する処理である。

【0079】

不通区間205が設定されていて、1つの列車番号310の駅情報部320に格納された走行駅の途中の駅の実績（予想）出発時刻326、実績（予想）到着時刻325が「-」となっている場合等、途中駅が終着駅、始発駅となっている場合は、始発駅から終着駅の連続した走行に対して1ノード設定することとし、同じ列車番号に対して複数のノードを設定する。

【0080】

運用接続可能とは、始発駅の実績（予想）出発時刻326と終着駅の実績（予想）到着時刻325を参照し、列車Aの終着駅と列車Bの始発駅が同じであり、列車Aの終着駅到着時刻と列車Bの始発駅出発時刻の間に運用接続時間が確保できる場合に列車Aから列車Bへ運用接続可能であるとし、列車Aのノードから列車Bのノードへ向きのあるリンクを設定する。また、接続駅が異なる、接続時間が確保できない場合でも、運用計画履歴情報109を参照し、行路変更ルール情報111の該当分類の対象日における実際の行路223にて運用接続したことのある列車間にはリンクを設定する。

【0081】

ステップS603は、ステップS602で生成したネットワークを用いて、行路候補作成対象編成の変更の必要な列車の前に割り当てられている列車のノードから始まり、ステップS601で算出した列車数のノードを含むパスを列挙し、パスに含まれる列車の列を行路候補とする。パスの列挙は、例えば一般的に知られている深さ優先探索等のアルゴリズムを利用して列挙する。

【0082】

ステップS604は、ステップS603にて抽出した行路候補のうち、緩和不可能な制約条件を満たさない候補を省く処理である。具体的には、行路変更ルール情報111において行路候補作成対象編成の分類のレコードにおける緩和可能制約条件を参照し、制約条件情報114のうち緩和可能制約条件以外を充足しているかどうかチェックし、満たしていないものがあれば候補から除外する。

【0083】

ステップS605は、行路候補作成対象編成と同じ分類の過去の運用計画情報から、対象編成、行路の組合せを抽出し、行路候補とする処理である。同じ分類とは、履歴学習部118内の行路候補生成処理であれば分類A、計画作成部120内の行路候補リスト生成処理中の行路候補生成処理であれば分類Bである。過去の運用計画情報とは、運用計画履歴情報109内の、行路変更ルール情報111の該当する分類における対象日に格納された日のデータである。ここから運用計画210を抽出し、元行路222が行路候補作成対象編成と同じとなっている編成の実際の行路223を抽出し、ステップS604の結果残った行路候補の集合に加える。制約条件を満たさないものが過去の計画にあった場合でも、履歴にある行路はそのまま候補として残すこととする。

【0084】

ステップS604の結果残った行路候補及びステップS605にて抽出した行路候補を、行路候補作成部117の出力とする。

【0085】

図7は行路候補リスト作成部119の処理手順例を示すフローチャートである。

ステップS701は運用計画対象編成の行路変更ルール情報111を取得する処理である。具体的には、ステップS501にて決定した分類Bに対応するレコードを行路変更ルール情報11

10

20

30

40

50

1から抽出する。

【0086】

ステップS702は、運行情報、計画対象編成情報から、行路候補リスト作成対象の編成に対する編成情報と遅延・支障情報を抽出する処理である。具体的には、分類Bに分類した際に使用した項目など、行路変更ルール情報111において分類Bの学習器を生成した際に使用した項目（ステップS409にて抽出した項目）について、運用計画対象編成情報112から値を抽出する。

【0087】

ステップS703は、運用計画対象の編成の行路候補を行路候補生成部117が生成する処理である。詳細処理は図6を用いて述べたとおりである。

【0088】

ステップS704は、ステップS703にて生成した各行路候補と、ステップS702にて抽出した編成情報、遅延・支障情報を組み合わせ、それぞれ行路変更ルール情報111内の分類Bにおける学習器を適用し、各行路候補に対する採用率を算出する処理である。

【0089】

ステップS705は、各行路候補と、ステップS704にて算出した採用率を組み合わせ、行路候補リスト情報113に格納する処理である。

【0090】

図8は運用変更抽出部121の処理手順例を示すフローチャートであり、計画作成部120が作成した運用計画案から運用変更や列車ダイヤ変更を抽出する処理のフローチャートである。なお、以下で抽出する運用変更や列車ダイヤ変更のうち、計画作成部120が運用計画案を生成する前に決まっていたものは変更として抽出しないこととする。

【0091】

ステップS801は、計画対象日の列車ダイヤ情報110に存在する列車のうち、どの編成の行路にも属さない列車があるかチェックする処理である。そのような列車があればステップS802へ進み、該当する列車各々について「運休」を、または、予備列車が残っており、予備列車に割当可能であれば「予備列車へ割当」を抽出する。

【0092】

次に、ステップS803は、複数の編成の行路に属する列車があるかどうかチェックする処理である。該当する列車があれば各々の列車に対して、ステップS804、S805の処理にて分割・併合の判定を実施する。

【0093】

ステップS804は、複数の編成の行路に含まれる列車の走行駅に共通する駅があるかどうかチェックする。具体的には、列車ダイヤ情報110の駅情報部320を参照し、該当する列車を持つ各行路に割り当てられた各列車で同じ列車番号、かつ同じ駅の走行情報があるかどうかチェックする。あれば、ステップS805へ進み、同じ走行駅となっている「最初の駅にて併合」、「最後の駅にて分割」を抽出する。

【0094】

ステップS804にて複数の編成の行路に含まれる列車の走行駅に共通する駅がない場合とは、例えば不通区間205が設定されており、不通区間の前後が同じ列車番号で走行予定である場合である。

【0095】

ステップS806は、計画作成部120が作成した運用計画案に含まれる各編成の行路に対して、その行路に含まれる運用変更、列車ダイヤ変更を抽出する処理である。詳細は図9を用いて後述する。

【0096】

ステップS807は、作成した運用計画案における行路と元行路222を比較し、異なる部分を行路変更として抽出する処理である。すべての編成の行路に対してステップS806、S807の処理を実行した後、運用変更抽出部121の処理を終了する。

【0097】

10

20

30

40

50

図9は、図8のステップS806、行路に含まれる運用変更、列車ダイヤ変更を抽出する処理の処理手順例を示すフローチャートである。以下で抽出する運用変更や列車ダイヤ変更についても、計画作成部120が運用計画案を作成する前から予定されたものは変更として抽出しないこととする。

【0098】

ステップS901は、行路に含まれる列車の中に、列車ダイヤ208にない列車が含まれるかどうかチェックする処理である。あればステップS902へ進み、該当する列車を「臨時列車設定」として抽出する。

【0099】

ステップS903は、行路内の列車の接続の中に接続違反があるかどうかチェックする処理である。すなわち、行路内の列車間の各接続について、列車ダイヤ情報110を参照し、接続元の列車の終着駅と接続先の列車の始発駅が異なるかどうか、同じであっても接続時間が確保できる(異なる場合は該当編成を終着駅から始発駅まで回送する時間がある)かどうかチェックする。接続違反があれば、各接続違反に対してステップS904以降を実行する。行路内に接続違反がなければ、ステップS913へと処理を進める。なお、ステップS805にて列車の途中駅にて併合、分割が抽出されており、その途中駅にて運用接続できている場合は、本ステップにて運用接続違反と判断しない。

【0100】

ステップS904は、対象の接続が接続時刻違反であれば、あらかじめ定められた時間より短い範囲で接続先の列車の始発駅出発を延期することで接続可能となるならば、ステップS905へと進み、最低限の時間だけ接続先の列車の始発駅出発時間を延ばす「出発時間を延長」をダイヤ変更として抽出する。

【0101】

出発時刻変更により接続違反が解消されないならばステップS906へと処理を進める。ステップS906は、対象の接続が延長運転により接続可能かどうかチェックする処理である。延長運転により接続可能とは、接続元の列車の終着駅の先に接続先の列車の始発駅があって、接続元の列車の終着駅を接続先の列車の始発駅として走行を延長した場合に接続時間を確保可能であり、接続番線も存在する、かつ、不通区間を含んでいないということである。または、接続先の列車の始発駅の前に接続元の列車の終着駅があって、接続先の列車の始発駅を接続元の列車の終着駅として走行を延長した場合に接続時間を確保可能であり、接続番線も存在する、かつ、不通区間を含んでいないということである。延長運転により接続可能であればステップS907へと処理を進め、「接続元の列車を接続先の列車の始発駅まで延長運転」または「接続先の列車を接続元の列車の終着駅から延長運転」を列車ダイヤ変更として抽出する。

【0102】

延長運転により接続可能でなければステップS908へ進み、部分運休により接続可能かどうかチェックする。部分運休により接続可能とは、接続元の列車または接続先の列車、もしくは両方を部分運休することで接続時間を確保でき、かつ、接続番線も存在することである。ここで、部分運休は、接続可能駅までの運休とし、かつ、運用接続可能となるための最小駅数の部分運休とする。部分運休により接続可能であればステップS909へ進み、「部分運休」を抽出する。そうでなければステップS910へと処理を進める。

【0103】

ステップS910は履歴に倣って接続可能かどうかチェックする処理である。履歴に倣って接続可能とは、運用計画履歴情報109の各日の各編成の実際の行路223を参照し、同じ列車間の接続があるかどうか調べる。あれば、ステップS911へ進み、履歴にある同じ接続の中で、最も列車ダイヤに影響のない運用変更または列車ダイヤ変更を採用し、当日の列車ダイヤ208や元行路222との差分を変更として抽出する。履歴になればステップS912へ進み、対象の接続を運用接続違反のままとする。

【0104】

ステップS906、S908、S910の判断において、延長運転や部分運休等の変更は最低限

10

20

30

40

50

となるようにし、接続先の列車の始発駅出発時刻をあらかじめ定められた時間より短い範囲で延ばすことも併せて実施することで影響が少なく接続可能となるのであれば、出発時間の延長も合わせて実行することとする。

【0105】

全ての運用接続違反について以上の処理を実施した後、ステップS913へと処理を進める。ステップS913は臨時入出区の判断を実施する処理である。元行路222と比較し、対象の行路が短い場合などで、車両基地に入区可能な場合は臨時入区、予備車の使用や対象の行路で必要な場合は臨時出区を抽出する。いずれも、元行路222にて計画されていない新しい入区、出区を臨時入区、臨時出区として抽出する。

【0106】

以上により、行路に含まれる運用変更や列車ダイヤ変更を抽出する。

【0107】

図10は、本実施形態に係る資源運用計画支援装置100の画面表示例を示す図である。本実施例では編成を縦軸、時間を横軸にして行路を横棒で表す表示方法にて示しているが、時間を横軸、距離を縦軸にとって列車を表す線分をつなぐことで運用を表すダイヤ図で示しても良い。本画面表示例では、各編成への列車の割り当てを示している。この列車の割り当ては、計画対象日における元行路222をもとに列車ダイヤ208の現時点での運行状況を反映して作成される。本画面は、割当情報1001、編成名称1002、横軸1003で表される。横軸1003は時刻を表す。編成名称1002は、編成を一意に識別するための編成ID211を表す。割当情報1001は、編成名称1002に示された編成に対する列車の割り当てを表す。割当てる各列車を一つの横棒で表し（例えば横棒1006）、横棒の近くに列車番号310（例えば列車名称1004）を表示する。

【0108】

また、併合での割当は列車名称に(併)を付ける。例えば、記号1007は、編成4が、編成1の列車Aに連結して走行することを表している。本画面において、符号1005は違反を示す違反マーク、符号1008は違反棒である。違反マーク1005は運用接続時間不足や運用接続駅違反といった、計画通りに運行不可能な割当に対して表示するマークである。違反棒1008は違反のある割当て列車を示す。本画面が資源運用計画支援装置100の表示装置105に表示され、入力装置104から解消する違反を選択するユーザ入力、例えば違反マーク1005や違反棒1008の選択入力となされた場合に前記図5（計画作成部120）の処理を実施する。

【0109】

図11は、変更案表示例を示す図である。これは、本実施形態における運用変更または列車ダイヤ変更案の表示画面の一例を示す図であり、資源運用計画支援装置100の入力装置104からユーザによって解消する違反を選択する入力となされた場合に、ステップS501からステップS506の処理の後、結果をステップS507にて表示する画面例である。

【0110】

違反内容1101は、ユーザによって選択された解消対象の違反の内容である。本例では、図10に示す違反マーク1005を選択した場合の違反の内容「編成3の列車Iから列車Jへの接続時刻違反(4分)」が記載される。これは、編成3の行路で列車Iから列車Jへの運用接続が4分足りず、列車Jに接続できないことを意味する。

【0111】

チェックボックス1102は、ユーザによって選択された解消対象の違反を持つ編成について、行路候補リスト情報113に格納された行路候補のうち採用率の上位のものをコンボボックス1103で指定した数だけ変更案として表示するかどうかユーザが設定入力するチェックボックスである。チェックボックス1102がチェックされると、違反内容1101に対する変更案を、行路候補リスト情報113を参照して採用率の高いものから指定の数抽出し、評価指標の値とともに表1100のように表示する。

【0112】

表1100の項目のID1105は変更案IDであり、各変更案のIDと選択する際のラジオボタ

10

20

30

40

50

ン1104を表示する。変更内容1106は選択された違反に対する運用変更または列車ダイヤ変更案の内容が記載される。例えば、「ID」が「1」である変更案の「変更内容」は「編成4と行路交換」であり、「ID」が「2」である変更案の「変更内容」は「列車Jの出発時間を5分後に変更」であり、「ID」が「3」である変更案の「変更内容」は「列車Jを運休」である。

【0113】

表1100の項目の輸送量1107、遅延時間1108は評価指標の例であり、評価指標情報115に格納された指標を表示する。本例の輸送量1107、遅延時間1108は、変更内容1106を実行後、計画作成部120が他の編成の計画をステップS504にて作成し、ステップS506にて算出した輸送量、遅延時間を表示している。輸送量とは、計画作成部120がステップS504にて作成した運用計画案の適用前に対して適用後に輸送量の合計がどの程度増減するかどうかを表す。輸送量は編成の定員に走行距離を乗じた値で算出される。遅延時間は、計画作成部120がステップS504にて作成した運用計画案の適用前後で遅延時間の合計が何分増減したかを表す。数値における下線は、その値が他の変更案のそれと比較して最適であることを表している。

【0114】

表1100の項目の残り変更数1109は変更内容1106を実行後に必要な残りの運用変更回数が記載される。この値は計画作成部120がステップS505で抽出した運用変更や列車ダイヤ変更の回数の合計を用いる。また、括弧内には変更案を適用後の残り違反数を記載する。本例の変更案1は、変更内容1106「編成4と行路交換」実行後に残る違反は10であり、それらの違反を解消するために必要な運用変更や列車ダイヤ変更数は8であることを示している。本例の変更案3に対する残り変更数1109が「-」となっているのは、変更内容1106「列車Jを運休」を実行後に残る違反は「3」であるが、その違反をすべて解消する運用計画案がないことを意味している。

【0115】

表1100の項目の残り変更内容1110は、変更内容1106実行後に必要な残りの運用変更や列車ダイヤ変更内容、すなわち、計画作成部120がステップS505で抽出した運用変更や列車ダイヤ変更の内容を表示するためのボタン1111を表示する。このボタンを押下することで、変更内容を表示する画面が現れる。

【0116】

チェックボックス1112は、行路候補リスト情報113に格納された行路候補のうち、コンボボックス1113で選択された評価指標の値の高い変更案をコンボボックス1114で指定した数だけ変更案として表示するかどうかユーザが設定入力するチェックボックスである。チェックボックス1112がチェックされると、違反内容1101に対する変更案を、行路候補リスト情報113を参照して指定の評価指標の値の高いものから指定の数抽出し、評価指標の値とともに表示する。表示方法は表1100と同様とする。

【0117】

チェックボックス1115は、考えられる変更案をすべて表示するかどうかユーザが設定入力するチェックボックスである。チェックボックス1115がチェックされると、行路候補リスト情報113に格納された行路候補をすべて評価指標の値とともに表示する。表示方法は表1100と同様とする。

【0118】

チェックボックス1116は、コンボボックス1117で指定した評価指標を縦軸、コンボボックス1118で指定した評価指標を横軸とした2次元表示にて変更案を表示するかどうかユーザが設定入力するチェックボックスである。チェックボックス1116にユーザから入力のあった場合の表示例を図12の1201に示す。

【0119】

2次元表示1201は、縦軸を輸送量、横軸を遅延時間とした散布図であり、行路候補リスト情報113に格納された行路候補各々について、輸送量と遅延時間を参照し、それぞれの値の交わる箇所に黒点1202をプロットする。例えば、黒点1202は表1100における変

10

20

30

40

50

更ID「2」の変更を表す点であり、輸送量「95%」、遅延時間「+8分」の箇所にプロットされている。ユーザが本表示1201にて黒点を1つ以上選択し、詳細表示ボタン1203を押下することで、表1100のように変更案を詳細表示させる。

【0120】

参考履歴参照ボタン1119は、ユーザによってラジオボタンへの選択入力のある変更案について、過去の似た運用計画履歴を表示するためのボタンである。具体的には、運用計画履歴情報109を参照し、変更内容1106に示す変更後の行路と同じ行路を実際の行路223に持つ運用計画210を抽出し、例えば図10のように表示する。

【0121】

検証ボタン1120は、ユーザによってラジオボタンへの選択入力のある変更案について、ユーザが内容を検証するためのボタンである。検証ボタン1120が押下されると、例えば図10に示す画面に変更案を適用した場合の運用計画が表示される。

【0122】

適用ボタン1121は、ユーザによってラジオボタンへの選択入力のある変更案について、ユーザが適用するためのボタンである。ユーザは検証後、違反内容1101に対する運用変更として選択した変更案を適用すると決めた際に押下するボタンであり、適用ボタン1121押下により変更を確定し、各部署へ通知する。確定した変更は運用計画履歴情報109に格納し、履歴学習部118の学習用データとして蓄積する。

【0123】

キャンセルボタン1122は、どの変更案も適用せずに本画面を閉じる際に押下するボタンである。

分類表示・変更ボタン1123は、現在適用している行路変更ルール情報111の分類の詳細を表示し、ユーザが必要に応じて異なる分類に変更して計画案を作成し直すためのボタンである。本ボタンにて分類が変更された場合は、変更後の分類の行路変更ルール情報111を用いて計画作成部120が新たに運用計画案を算出する。

【0124】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【0125】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

【0126】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【0127】

本実施形態では、資源を鉄道の編成としてユーザが運用変更案を選択する車両運用計画支援装置を本発明の適用対象例として説明したが、過去の例に従って評価指標が良くなるように自動的に運用計画を作成、適用することとし、例えば評価指標として電力消費量を設定した場合は、自動で電力消費量を抑える運用計画変更がなされるため、編成を効率的に運用でき、省エネにつながる。

【0128】

本実施例に記載した資源運用計画支援装置は、その適用対象は鉄道事業分野に限定されるものではなく、製造業の機械を資源と考えて、それらの運用計画を支援する装置として

10

20

30

40

50

応用することができる。

【符号の説明】

【0129】

100…資源運用計画支援装置、101…記憶装置、102…演算処理装置、103…メモリ、104…入力装置、105…表示装置、106…通信I/F、107…データベース、108…プログラム、109…運用計画履歴情報、110…列車ダイヤ情報、111…行路変更ルール情報、112…運用計画対象編成情報、113…行路候補リスト情報、114…制約条件情報、115…評価指標情報、116…行路変更案情報、117…行路候補作成部、118…履歴学習部、119…行路候補リスト作成部、120…計画作成部、121…運用変更抽出部、122…運用変更内容表示部、

1001…割当情報、1002…編成名称、1003…横軸(時刻)、1004…列車名称、1005…違反マーク、1006…各列車を表す横棒、1007…併合(編成4が、編成1の列車Aに連結して走行することを表す)、1008…違反棒(違反のある割当て列車を示す)、1100…変更案を表示する表、1101…違反内容、1102…チェックボックス(行路候補のうち採用率の上位のものを表示する)、1103…表示する行路候補の数、1104…ラジオボタン、1105…変更案ID、1106…変更内容、1107…輸送量(評価指標の例)、1108…遅延時間(評価指標の例)、1109…残り変更数、1110…残り変更内容、1111…残り変更内容を表示するためのボタン、1112…チェックボックス(評価指標の値の高い変更案を表示する)、1113…評価指標の選択、1114…変更案の表示数、1115…チェックボックス(変更案一括表示)、1116…チェックボックス(変更案を2個の評価指標による散布図で2次元表示)、1117, 1118…変更案を2次元表示するための評価指標、1119…参考履歴参照ボタン、1120…検証ボタン、1121…適用ボタン、1122…キャンセルボタン、1123…分類表示・変更ボタン、1201…変更案の2次元表示、1202…変更案を2軸の評価値でプロットした点、1203…詳細表示ボタン。

10

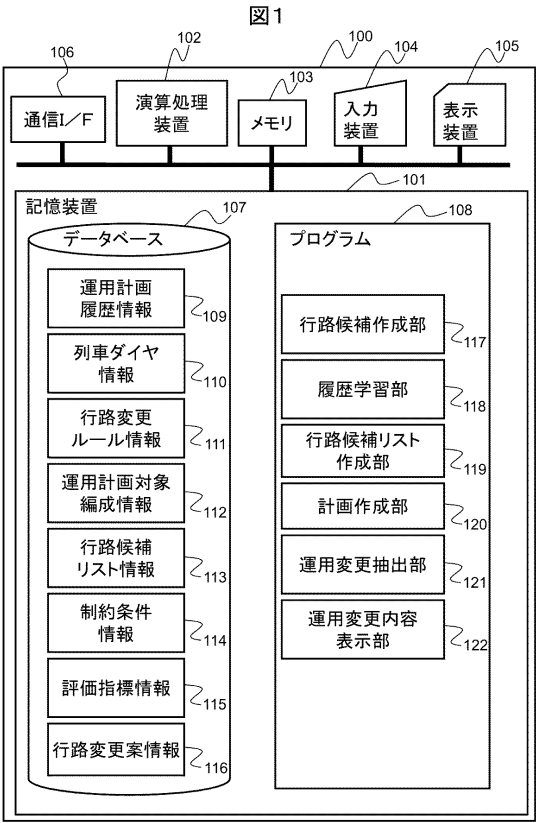
20

30

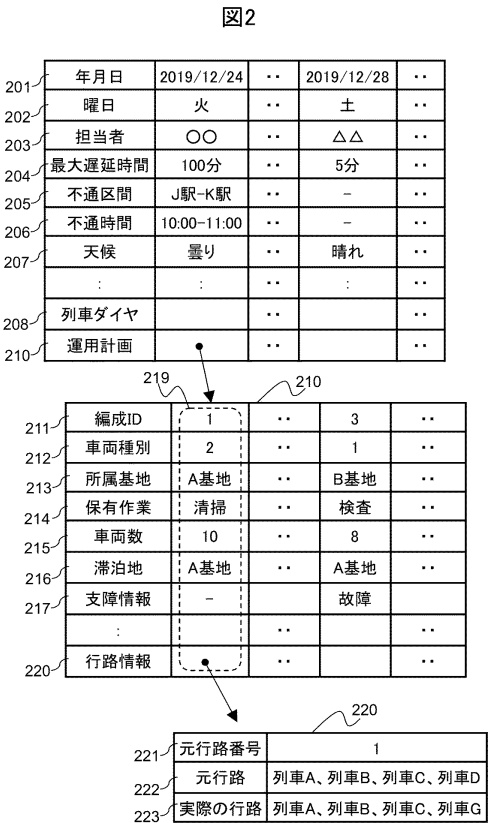
40

50

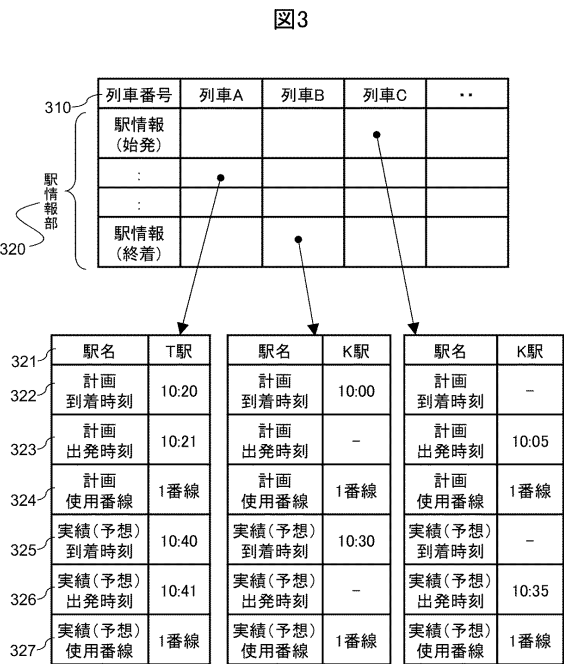
【図面】
【図 1】



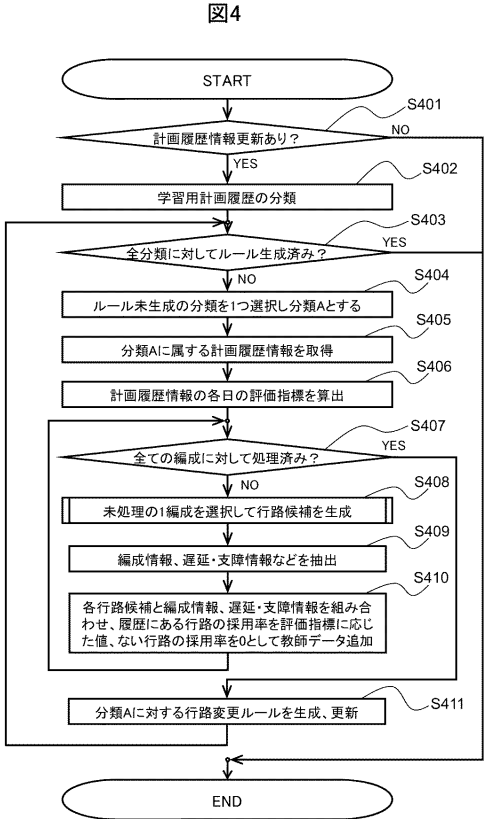
【図 2】



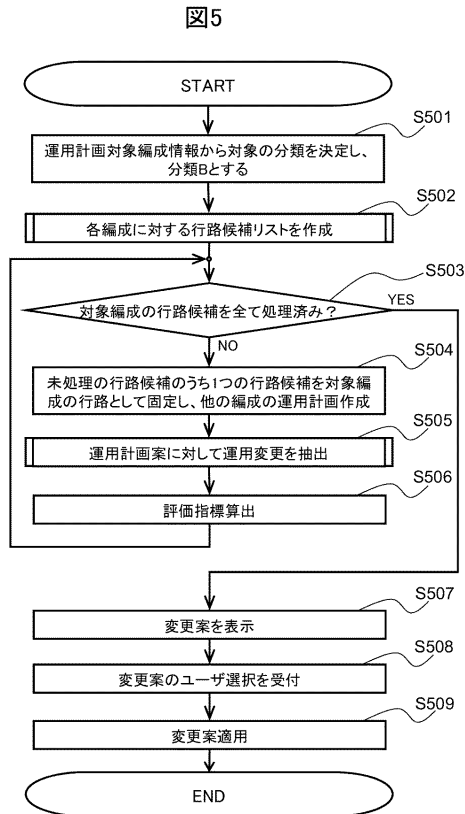
【図 3】



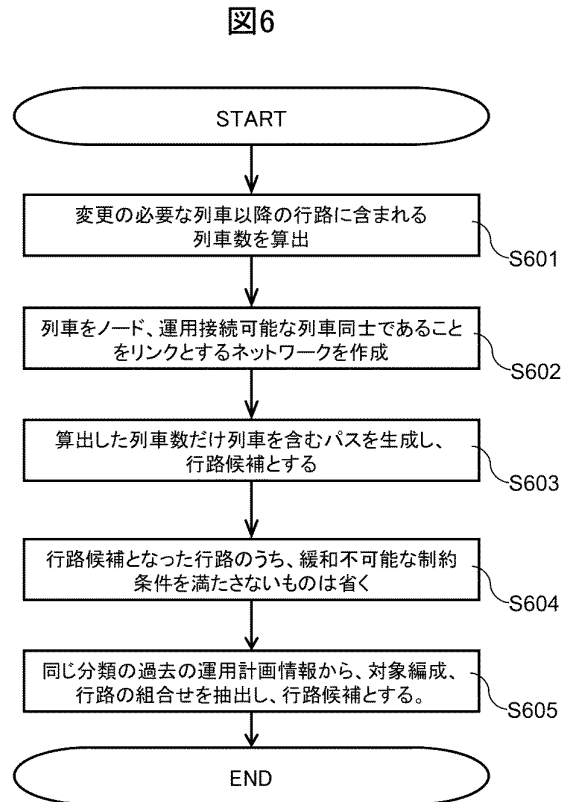
【図 4】



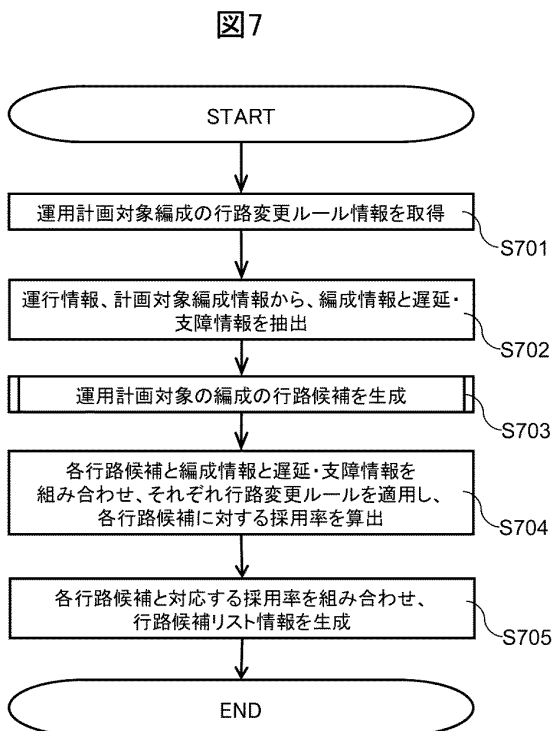
【図 5】



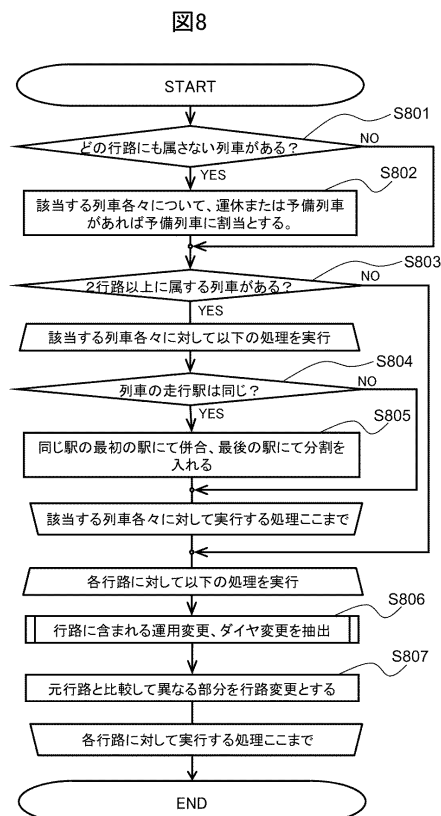
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

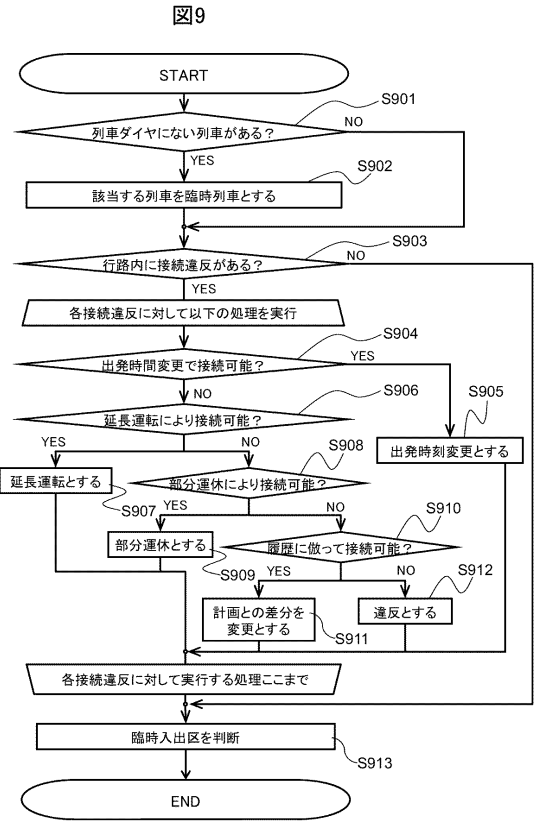
20

30

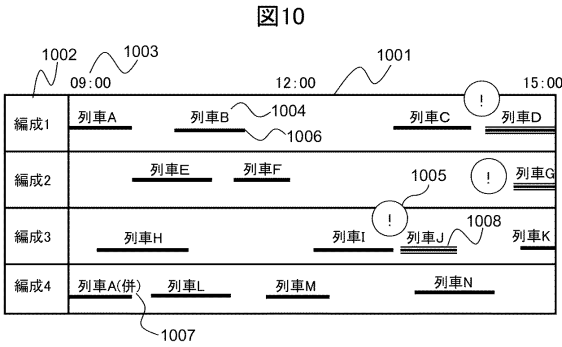
40

50

【図 9】



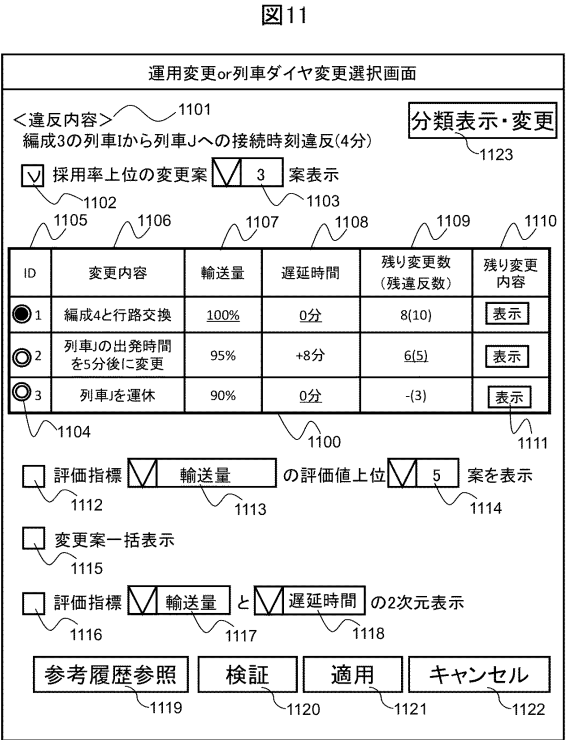
【図 10】



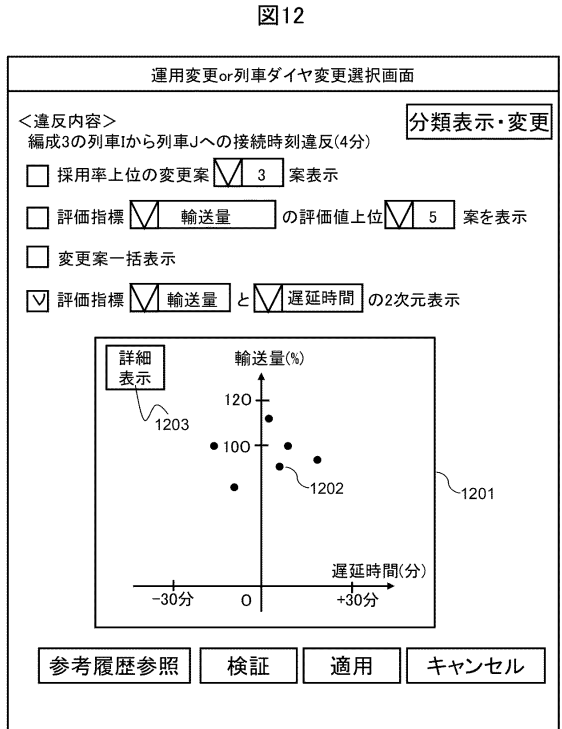
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72)発明者 岡田 健一郎
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72)発明者 小寺 義美
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(72)発明者 高橋 麻衣子
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査官 佐藤 敬介
(56)参考文献 特開2017-097520(JP, A)
特開2017-081264(JP, A)
特開2011-240727(JP, A)
特開平11-143938(JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06Q 10/00-99/00