(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7693430号
(P7693430)

(45)発行日　令和7年6月17日(2025.6.17)

(24)登録日　令和7年6月9日(2025.6.9)

(51)国際特許分類		FI	
Ｇ０６Ｑ　10/04　(2023.01)		Ｇ０６Ｑ	10/04
Ｇ０６Ｑ　50/40　(2024.01)		Ｇ０６Ｑ	50/40
Ｇ１６Ｙ　10/40　(2020.01)		Ｇ１６Ｙ	10/40
Ｇ１６Ｙ　20/10　(2020.01)		Ｇ１６Ｙ	20/10
Ｇ１６Ｙ　20/40　(2020.01)		Ｇ１６Ｙ	20/40

請求項の数　5　（全17頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2021-116878(P2021-116878)
(22)出願日　令和3年7月15日(2021.7.15)
(65)公開番号　特開2023-13012(P2023-13012A)
(43)公開日　令和5年1月26日(2023.1.26)
審査請求日　令和6年2月6日(2024.2.6)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110001678
藤央弁理士法人
(72)発明者　米原　三揮
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　真矢　譲
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　皆川　剛
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　望月　智之
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　運行提案システム、及び運行提案作成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

交通手段の運行提案を作成する運行提案システムであって、

所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを備え、前記演算装置が、周辺情報、旅客情報及び運行情報を用いて、旅客情報の一部である入場駅及び入場時間帯を説明変数とし、前記旅客情報の一部である最終目的地及び当該最終目的地まで移動する確率を目的変数とする移動需要予測モデルを生成し、前記旅客情報の一部である入場駅、入場時間帯、最終目的地、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報を説明変数として、滞在の発生確率、滞在の目的、発生場所分布、及び滞在需要を目的変数とする滞在需要予測モデルを生成する予測モデル推定部を有し、

前記演算装置が、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報、並びに前記移動需要予測モデルによって出力した各入場駅、各入場時間帯、及び各最終目的地に対する各最終目的地まで移動する確率を前記滞在需要予測モデルの入力として受け付け、滞在の目的ごとに乗換時の旅客の滞在目的と滞在時間区間の組み合わせである滞在需要を予測し、出力する滞在需要予測部と、

前記演算装置が、前記予測された滞在需要に基づいて、乗車人数の偏り、及び旅客の乗換待ち時間の少なくとも一方である運行提案評価値が良好な運行提案を生成する運行提案部とを有し、

前記運行提案部は、

運行便の発車時刻の変更又は臨時便の追加を複数パターン運行情報に適用して、複数の

運行変更案を作成し、
前記作成された複数の運行変更案及び前記予測された滞在需要に基づいて、各運行便の乗車人数を算出し、
前記作成された運行変更案及び前記算出された各運行便の乗車人数を評価し、所定の重み付けにより各運行変更案の前記運行提案評価値を算出し、
前記算出された運行提案評価値が高い運行変更案を選択することを特徴とする運行提案システム。
【請求項２】
請求項１に記載の運行提案システムであって、
前記周辺情報は、運行提案が作成される交通手段の沿線の情報を含み、
前記旅客情報は、旅客の入場駅と、最終出場駅と、属性と、消費情報を含み、
前記運行情報は、所定の運行時刻と遅延を含むことを特徴とする運行提案システム。
【請求項３】
請求項１に記載の運行提案システムであって、
前記滞在需要予測モデルは、旅客の発着時刻と場所と目的、及び運行の遅延を説明変数として、目的を満たすための滞在が発生する場所と時間の確率を目的変数とすることを特徴とする運行提案システム。
【請求項４】
請求項１に記載の運行提案システムであって、
前記運行提案部は、前記滞在需要予測モデルを用いて、運行提案制約条件の下で、運行提案評価値が良好な運行提案を生成するものであって、
前記運行提案制約条件は、運行可能な臨時便の最大数、及び乗務員の超過勤務時間であることを特徴とする運行提案システム。
【請求項５】
交通手段の運行提案システムが実行する運行提案作成方法であって、
前記運行提案システムは、所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを有し、
前記運行提案作成方法は、
前記演算装置が、周辺情報、旅客情報及び運行情報を用いて、旅客情報の一部である入場駅及び入場時間帯を説明変数とし、前記旅客情報の一部である最終目的地及び当該最終目的地まで移動する確率を目的変数とする移動需要予測モデルを生成し、前記旅客情報の一部である入場駅、入場時間帯、最終目的地、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報を説明変数として、滞在の発生確率、滞在の目的、発生場所分布、及び滞在需要を目的変数とする滞在需要予測モデルを生成し、前記生成された移動需要予測モデル及び滞在需要予測モデルを前記記憶装置に格納し、
前記演算装置が、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報、並びに前記移動需要予測モデルによって出力した各入場駅、各入場時間帯、及び各最終目的地に対する各最終目的地まで移動する確率を前記滞在需要予測モデルの入力として受け付け、滞在の目的ごとに乗換時の旅客の滞在目的と滞在時間区間の組み合わせである滞在需要を予測し、出力する滞在需要予測手順と、
前記演算装置が、前記予測された滞在需要に基づいて、乗車人数の偏り、及び旅客の乗換待ち時間の少なくとも一方である運行提案評価値が良好な運行提案を生成する運行提案手順とを有し、
前記運行提案手順では、
前記演算装置が、運行便の発車時刻の変更又は臨時便の追加を複数パターン運行情報に適用して、複数の運行変更案を作成し、
前記演算装置が、前記作成された複数の運行変更案及び前記予測された滞在需要に基づいて、各運行便の乗車人数を算出し、
前記演算装置が、前記作成された運行変更案及び前記算出された各運行便の乗車人数を評価し、所定の重み付けにより各運行変更案の前記運行提案評価値を算出し、

前記演算装置が、前記算出された運行提案評価値が高い運行変更案を選択することを特徴とする運行提案作成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、運行提案を作成する運行提案システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

駅構内での商業施設の増加など、移動途中における需要を喚起し、収益に繋げる取り組みが進んでいる。ユーザも、予め決まった場所で需要を満たすのではなく、公共交通機関の運行状況に応じて需要を満たす場所を逐次的に決めて行動するようになっている。人の行動を知るために、人の行動履歴から乗換に要する時間や行動パターンを推定する技術が知られている。

【０００３】

本技術分野の背景技術として、以下の先行技術がある。特許文献１（国際公開２０１８／０８７８１１号）には、複数の駅で収集される、乗客に関する情報を格納するデータサーバと、車両待ち乗客数予測プログラム及び車両本数増減判定プログラムを格納する計算サーバとを有するダイヤ提案システムであって、計算サーバは、それぞれあらかじめ定められた時間間隔で車両待ち乗客数予測プログラム及び車両本数増減判定プログラムを実行し、車両待ち乗客数予測プログラムは乗客に関する情報に基づいて所定の時間帯における複数の駅における車両待ち乗客数を予測し、車両本数増減判定プログラムは、所定の時間帯における複数の駅における車両待ち乗客数に基づいて所定の時間帯における車両本数の増減の要否を判定するダイヤ提案システムが記載されている（要約参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】国際公開２０１８／０８７８１１号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

前述した方法によって、人の行動履歴から、移動途中に発生し、かつ変化が早い小さな需要の把握は困難であるが、乗換駅における乗換時間の余裕に合わせて買い物などの滞在需要の予測が求められている。

【０００６】

本発明は、運行状況や周辺の状況に従って変化する人の滞在需要に適合する運行提案の作成を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本願において開示される発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。すなわち、交通手段の運行提案を作成する運行提案システムであって、所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを備え、前記演算装置が、周辺情報、旅客情報及び運行情報を用いて、旅客情報の一部である入場駅及び入場時間帯を説明変数とし、前記旅客情報の一部である最終目的地及び当該最終目的地まで移動する確率を目的変数とする移動需要予測モデルを生成し、前記旅客情報の一部である入場駅、入場時間帯、最終目的地、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報を説明変数として、滞在の発生確率、滞在の目的、発生場所分布、及び滞在需要を目的変数とする滞在需要予測モデルを生成する予測モデル推定部を有し、前記演算装置が、運行状況、旅客の属性、及び周辺情報、並びに前記移動需要予測モデルによって出力した各入場駅、各入場時間帯、及び各最終目的地に対する各最終目的地まで移動する確率を前記滞在需要予測モデルの入力として受け付け、滞在の目的ごとに乗換時の旅客の滞在目的と滞在時間区間の組み合わせである滞在需要

を予測し、出力する滞在需要予測部と、前記演算装置が、前記予測された滞在需要に基づいて、乗車人数の偏り、及び旅客の乗換待ち時間の少なくとも一方である運行提案評価値が良好な運行提案を生成する運行提案部とを有し、前記運行提案部は、運行便の発車時刻の変更又は臨時便の追加を複数パターン運行情報に適用して、複数の運行変更案を作成し、前記作成された複数の運行変更案及び前記予測された滞在需要に基づいて、各運行便の乗車人数を算出し、前記作成された運行変更案及び前記算出された各運行便の乗車人数を評価し、所定の重み付けにより各運行変更案の前記運行提案評価値を算出し、前記算出された運行提案評価値が高い運行変更案を選択することを特徴とする。

【発明の効果】

【０００８】

本発明の一態様によれば、人の移動途中の需要を高精度で推定でき、需要に応じた運行変更案を提案できる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明によって明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明の実施例の運行提案システムの論理的な構成を示すブロック図である　。

【図２】運行提案システムの物理的な構成を示すブロック図である。

【図３】運行提案システムが実行するメイン処理のフローチャートである。

【図４】滞在需要予測モデル推定処理のフローチャートである。

【図５】滞在需要予測処理のフローチャートである。

【図６】運行提案作成処理のフローチャートである。

【図７】周辺情報蓄積部に格納される周辺情報の構成例を示す図である。

【図８】旅客情報蓄積部に格納される旅客情報（属性）の構成例を示す図である。

【図９】旅客情報蓄積部に格納される旅客情報（消費）の構成例を示す図である。

【図１０】旅客情報蓄積部に格納される旅客情報（移動）の構成例を示す図である。

【図１１】運行情報蓄積部に格納される運行情報の構成例を示す図である。

【図１２】移動需要予測モデル蓄積部に格納される移動需要予測モデルの例を示す図である。

【図１３】滞在需要予測モデル蓄積部に格納される滞在需要予測モデルの例を示す図である。

【図１４】乗換時間予測モデル蓄積部に格納される乗換時間予測モデルの例を示す図である。

【図１５】滞在需要予測部が予測する滞在需要の例を示す図である。

【図１６】旅客情報蓄積部に格納される旅客情報（移動）の当日データの構成例を示す図である。

【図１７】運行情報蓄積部に格納される運行情報の当日データの構成例を示す図である。

【図１８】運行提案ＫＰＩ重みづけ係数の例を説明する図である。

【図１９】運行提案制約条件の例を説明する図である。

【図２０】運行提案の出力例を示す図である。

【図２１】運行提案の出力例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

まず、本発明の実施例の運行提案システム１０の概要を説明する。本実施例の運行提案システム１０は、列車バスなどの交通手段の運行情報と旅客情報と周辺情報を収集し、運行情報と旅客情報から滞在情報を推定し、滞在情報と周辺情報から移動需要予測モデルと滞在需要予測モデルと乗換時間予測モデルを推定する。その後、当日の旅客情報から滞在需要予測モデルと乗換時間予測モデルを用いて滞在需要（滞在分布）を予測する。さらに、運行提案ＫＰＩ重みづけと運行提案制約条件に従って、滞在分布から運行提案評価値（ＫＰＩ）を最適化する交通手段の運行提案を作成する。

【００１１】

図１は、本発明の実施例の運行提案システム１０の論理的な構成を示すブロック図である。

【００１２】

運行提案システム１０は、周辺情報取得部１１、旅客情報取得部１２、運行情報取得部１３、周辺情報蓄積部１４、旅客情報蓄積部１５、運行情報蓄積部１６、予測モデル推定部１７、移動需要予測モデル蓄積部１８、滞在需要予測モデル蓄積部１９、乗換時間予測モデル蓄積部２０、滞在需要予測部２１及び運行提案部２２を有する。

【００１３】

周辺情報取得部１１は、オープンデータシステム５０から取得した周辺情報（例えば、移動需要を予測するための入力情報であって、天気予報や、沿線のイベントの情報など）を取得し、周辺情報蓄積部１４に格納する。周辺情報蓄積部１４に格納される周辺情報は図７を参照して後述する。オープンデータシステム５０は、天気予報や地域情報など人の行動に影響するデータを提供する計算機システムである。周辺情報取得部１１は、一般に公開されているオープンデータの他、個別に（例えば有償で）提供されるデータを取得してもよい。

【００１４】

旅客情報取得部１２は、改札システム６０及び決済システム７０から旅客情報を取得し、旅客情報蓄積部１５に格納する。旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報は図８、図９、図１０を参照して後述する。改札システム６０は、鉄道の改札機の入出場データや乗合バスの料金箱の乗降データを収集する計算機システムである。決済システム７０は、購買の記録を管理する計算機システムであり、例えばキャッシュレス決済やクレジットカードの使用履歴によって、購買者、購買日時、購買金額に関するデータを収集する計算機システムである。

【００１５】

運行情報取得部１３は、運行管理システム８０から運行情報を取得し、運行情報蓄積部１６に格納する。運行情報蓄積部１６に格納される運行情報は図１１を参照して後述する。運行管理システム８０は、鉄道事業者や乗合バス事業者が、鉄道やバスの運行を管理するために使用する計算機システムである。

【００１６】

予測モデル推定部１７は、周辺情報蓄積部１４、旅客情報蓄積部１５及び運行情報蓄積部１６に格納されたデータを用いて移動需要予測モデル、滞在需要予測モデル、及び乗換時間予測モデルを生成し、各々を移動需要予測モデル蓄積部１８、滞在需要予測モデル蓄積部１９及び乗換時間予測モデル蓄積部２０に格納する。移動需要予測モデル蓄積部１８に格納される移動需要予測モデルは図１２を参照して後述する。滞在需要予測モデル蓄積部１９に格納される滞在需要予測モデルは図１３を参照して後述する。乗換時間予測モデル蓄積部２０に格納される乗換時間予測モデルは図１４を参照して後述する。

【００１７】

滞在需要予測部２１は、周辺情報の当日データ、旅客情報の当日データ、及び運行情報の当日データを、移動需要予測モデル、滞在需要予測モデル、及び乗換時間予測モデルに入力して旅客の滞在需要を予測する。

【００１８】

運行提案部２２は、滞在需要予測部２１が予測した滞在需要を用いて、列車やバスの運行提案を作成し、運行管理システム８０に送信する。

【００１９】

図２は、運行提案システム１０の物理的な構成を示すブロック図である。

【００２０】

運行提案システム１０は、プロセッサ（ＣＰＵ）１、メモリ２、補助記憶装置３及び通信インターフェース４を有する計算機によって構成される。運行提案システム１０は、入力インターフェース５及び出力インターフェース６を有してもよい。

【００２１】

プロセッサ１は、メモリ２に格納されたプログラムを実行する演算装置である。プロセッサ１が、各種プログラムを実行することによって、運行提案システム１０の各機能部（例えば、周辺情報取得部１１、旅客情報取得部１２、運行情報取得部１３、予測モデル推定部１７、滞在需要予測部２１、運行提案部２２など）による機能が実現される。なお、プロセッサ１がプログラムを実行して行う処理の一部を、他の演算装置（例えば、ＡＳＩＣ、ＦＰＧＡ等のハードウェア）で実行してもよい。

【００２２】

メモリ２は、不揮発性の記憶素子であるＲＯＭ及び揮発性の記憶素子であるＲＡＭを含む。ＲＯＭは、不変のプログラム（例えば、ＢＩＯＳ）などを格納する。ＲＡＭは、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）のような高速かつ揮発性の記憶素子であり、プロセッサ１が実行するプログラム及びプログラムの実行時に使用されるデータを一時的に格納する。

【００２３】

補助記憶装置３は、例えば、磁気記憶装置（ＨＤＤ）、フラッシュメモリ（ＳＳＤ）等の大容量かつ不揮発性の記憶装置である。また、補助記憶装置３は、プロセッサ１がプログラムの実行時に使用するデータ（例えば、周辺情報蓄積部１４、旅客情報蓄積部１５、運行情報蓄積部１６などに格納されたデータ）、及びプロセッサ１が実行するプログラムを格納する。すなわち、プログラムは、補助記憶装置３から読み出されて、メモリ２にロードされて、プロセッサ１によって実行されることによって、運行提案システム１０の各機能を実現する。

【００２４】

通信インターフェース４は、所定のプロトコルに従って、他の装置（例えば、運行管理システム８０）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。

【００２５】

入力インターフェース５は、キーボード７やマウス８などの入力装置が接続され、オペレータからの入力を受けるインターフェースである。出力インターフェース６は、ディスプレイ装置９やプリンタ（図示省略）などの出力装置が接続され、プログラムの実行結果をオペレータが視認可能な形式で出力するインターフェースである。なお、ネットワークで接続された端末が入力インターフェース５及び出力インターフェース６を提供してもよい。

【００２６】

プロセッサ１が実行するプログラムは、リムーバブルメディア（ＣＤ－ＲＯＭ、フラッシュメモリなど）又はネットワークを介して運行提案システム１０に提供され、非一時的記憶媒体である不揮発性の補助記憶装置３に格納される。このため、運行提案システム１０は、リムーバブルメディアからデータを読み込むインターフェースを有するとよい。

【００２７】

運行提案システム１０は、物理的に一つの計算機上で、又は、論理的又は物理的に構成された複数の計算機上で構成される計算機システムであり、複数の物理的計算機資源上に構築された仮想計算機上で動作してもよい。例えば、周辺情報取得部１１、旅客情報取得部１２、運行情報取得部１３、予測モデル推定部１７、滞在需要予測部２１、運行提案部２２は、各々別個の物理的又は論理的計算機上で動作するものでも、複数が組み合わされて一つの物理的又は論理的計算機上で動作するものでもよい。

【００２８】

次に、本実施例の運行提案システム１０が実行する処理について説明する。以下に説明する処理では列車からバスへの乗り換えを想定するが、他の交通機関でもよい。

【００２９】

図３は、運行提案システム１０が実行するメイン処理のフローチャートである。

【００３０】

まず、周辺情報取得部１１は、オープンデータシステム５０から周辺情報を取得し、取得した周辺情報を周辺情報蓄積部１４に格納する。また、旅客情報取得部１２は、改札シ

ステム６０及び決済システム７０から旅客情報を取得し、取得した旅客情報を旅客情報蓄積部１５に格納する。また、運行情報取得部１３は、運行管理システム８０から運行情報を取得し、取得した運行情報を運行情報蓄積部１６に格納する（１００）。

【００３１】

次に、予測モデル推定部１７は、旅客情報蓄積部１５に格納された旅客情報と運行情報蓄積部１６に格納された運行情報に基づいて、滞在情報を推定する（１０１）。例えば、旅客ＩＤによって旅客情報（移動）と旅客情報（消費）とを突合して、移動の間に購買行動があれば、乗換駅でショッピングのために滞在していると推定する。また、標準的な乗換時間を大きく超えて乗り換えている場合、乗換駅で目的不明で滞在していると推定する。

【００３２】

次に、予測モデル推定部１７は、周辺情報蓄積部１４に格納された周辺情報と旅客情報蓄積部１５に格納された旅客情報と運行情報蓄積部１６に格納された運行情報に基づいて、乗換時間予測モデルを推定して、乗換時間予測モデル蓄積部２０に格納する（１０２）。例えば、乗換の属性（場所、交通機関、時間帯）を説明変数として、滞在時間の分布を目的変数とするモデルを作成する。乗換時間予測モデルは、旅客情報と運行情報を教師データとして学習したニューラルネットワークで構成してもよく、旅客情報と運行情報を多変量解析して回帰予測モデルを生成してもよい。

【００３３】

次に、予測モデル推定部１７は、周辺情報蓄積部１４に格納された周辺情報と旅客情報蓄積部１５に格納された旅客情報と運行情報蓄積部１６に格納された運行情報とステップ１０１で推定された滞在情報に基づいて、移動需要予測モデルを推定して、移動需要予測モデル蓄積部１８に格納する（１０３）。例えば、入場駅と入場時間を説明変数として、目的地の確率を目的変数とする。特定の目的地へ行く人数が求められるモデルを作成する。移動需要予測モデルは、周辺情報と旅客情報と運行情報と滞在情報を教師データとして学習したニューラルネットワークで構成してもよく、周辺情報と旅客情報と運行情報と滞在情報を多変量解析して回帰予測モデルを生成してもよい。

【００３４】

次に、予測モデル推定部１７は、周辺情報蓄積部１４に格納された周辺情報と旅客情報蓄積部１５に格納された旅客情報と運行情報蓄積部１６に格納された運行情報とステップ１０１で推定された滞在情報に基づいて、滞在需要予測モデルを推定して、滞在需要予測モデル蓄積部１９に格納する（１０４）。滞在需要予測モデルの推定方法は、図４を参照して後述する。滞在需要予測モデルは、周辺情報と旅客情報と運行情報と滞在情報を教師データとして学習したニューラルネットワークで構成してもよく、周辺情報と旅客情報と運行情報と滞在情報を多変量解析して回帰予測モデルを生成してもよい。

【００３５】

次に、周辺情報取得部１１は、オープンデータシステム５０から当日の周辺情報を取得し、取得した周辺情報を周辺情報蓄積部１４に格納する。また、旅客情報取得部１２は、改札システム６０及び決済システム７０から当日の旅客情報を取得し、取得した旅客情報を旅客情報蓄積部１５に格納する。また、運行情報取得部１３は、運行管理システム８０から当日の運行情報を取得し、取得した運行情報を運行情報蓄積部１６に格納する（１０５）。

【００３６】

次に、滞在需要予測部２１は、運行情報の当日データを、移動需要予測モデルに入力して旅客の移動需要を予測する（１０６）。

【００３７】

次に、滞在需要予測部２１は、予測された移動需要を滞在需要予測モデルに入力して旅客の滞在需要を予測する（１０７）。滞在需要予測処理は図５を、予測される滞在需要は図１５を参照して後述する。

【００３８】

次に、運行提案部２２は、予測された滞在需要の分布に基づいて、ＫＰＩが良好な運行

提案を作成する（１０８）。運行提案作成処理は、図６を参照して後述する。ＫＰＩが良好な運行提案によって、交通機関の混雑度を平準化できたり、旅客の乗り換え時の待ち時間を減少できる。

【００３９】

図４は、滞在需要予測モデル推定処理のフローチャートである。

【００４０】

まず、予測モデル推定部１７は、旅客情報（移動）の入場駅と、一連の移動の最後の出場駅と、旅客情報（属性）と、旅客情報（消費）と、周辺情報とをクラスタリングし、クラスタをＮ群生成し（１１０）、クラスタごとにステップ１１１～１１３の処理を繰り返し実行する。

【００４１】

その後、予測モデル推定部１７は、クラスタに属する旅客のうち、列車の遅延分ごとに滞在情報がある件数を、クラスタに属する旅客の滞在需要がある全件数で除して発生確率を算出し、算出された発生確率の列車の遅延分による滞在需要の予測モデルを作成する（１１１）。

【００４２】

次に、予測モデル推定部１７は、クラスタに属する旅客のうち、列車の遅延分ごとに滞在が発生する駅の件数を算出し、滞在が発生する駅毎の件数を滞在が発生する全データ数で除して発生場所分布を算出し、発生確率の列車の遅延分による回帰予測モデルを作成する（１１２）。

【００４３】

次に、予測モデル推定部１７は、滞在時間を予め定められた区間で分けて件数を算出し、算出された滞在件数を総滞在件数で除して各区間の確率を算出し、滞在需要を作成する（１１３）。

【００４４】

以上のステップ１１１～１１３の処理をクラスタごとに実行し、全てのクラスタについて終了するまで処理を繰り返す。

【００４５】

図５は、滞在需要予測処理のフローチャートである。

【００４６】

まず、滞在需要予測部２１は、ステップ１０６で予測された移動需要を、入場駅と職種と最終出場駅の組み合わせごとにクラスタリングし、クラスタをＮ群生成し（１２０）、クラスタごとにステップ１２１～１２２の処理を繰り返し実行する。

【００４７】

その後、滞在需要予測部２１は、滞在需要予測モデルのうち、クラスタに合致するモデルを特定する（１２１）。

【００４８】

次に、滞在需要予測部２１は、モデルとクラスタの件数に基づいて、滞在の発生数と、滞在の発生場所を予測し、クラスタごとの滞在需要分布を作成する（１２２）。

【００４９】

以上のステップ１２１～１２２の処理をクラスタごとに実行し、全てのクラスタについて終了するまで処理を繰り返す。

【００５０】

その後、滞在需要予測部２１は、クラスタごとの滞在需要を場所ごとに重畳して、場所ごとの滞在需要を作成する（１２３）。

【００５１】

図６は、運行提案作成処理のフローチャートである。

【００５２】

まず、運行提案部２２は、予測された滞在需要ごとに、所定回数だけステップ１３０～１３３の処理を繰り返し実行する。

【００５３】
その後、運行提案部２２は、ランダムに選択されたバス発車時刻の変更又は臨時バスの追加を運行情報に適用して新しい運行変更案を作成する（１３０）。
【００５４】
次に、運行提案部２２は、作成された運行変更案と、予測された滞在需要に基づいて、各バスの乗車人数を算出する（１３１）。
【００５５】
次に、運行提案部２２は、作成された運行変更案と、各バスの乗車人数のＫＰＩを評価し、運行提案ＫＰＩ重みづけと、運行提案制約条件から、各運行変更案の評価値を算出する（１３２）。評価値は、例えば線形加重和法を用いて、各ＫＰＩ重みづけと、各ＫＰＩの評価値をそれぞれ乗算したものを合算して、一つの値にすることで得られる。運行変更案が運行提案制約条件を満たしていない場合は、所定のペナルティを評価値から減算する。ペナルティは、必ず守らなければならない運行提案制約条件に対しては非常に大きい値（あるいは無限大）に設定し、出来るだけ守りたい運行提案制約条件に対しては有限の値を設定することで調整してもよい。
【００５６】
次に、運行提案部２２は、今回の運行変更案の評価値が前回の運行変更案の評価値より高ければ、今回の運行変更案を採用し、今回の運行変更案の評価値が前回の運行変更案の評価値より低ければ、今回の運行変更案を破棄して次の繰り返しに進む（１３３）。
【００５７】
以上のステップ１３０～１３３の処理を所定回数繰り返し、滞在需要毎に評価値が高い運行変更案を選択する。この処理を滞在需要ごとに実行し、全ての滞在需要について終了するまで処理を繰り返す。
【００５８】
図７は、周辺情報蓄積部１４に格納される周辺情報の構成例を示す図である。周辺情報は、オープンデータシステム５０から取得される沿線のデータ（例えば、天気予報や、沿線のイベントの情報）であり、移動需要を予測するために使用され、日付、範囲、及び内容を含む。日付は、内容欄に記載される事象が生じる日付けである。範囲は、当該事象の影響が及ぶ範囲である。内容は、当該事象の内容である。
【００５９】
次に、旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報の構成例について説明する。旅客情報は、旅客の属性を表す旅客情報（属性）、旅客による購買行動を表す旅客情報（消費）、及び旅客の移動を表す旅客情報（移動）に分けて構成されているが、旅客ＩＤに関連付けて一つのテーブルで構成してもよい。
【００６０】
図８は、旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報（属性）の構成例を示す図である。旅客情報（属性）は、旅客の属性を表す情報であり、例えば、交通系ＩＣカードの購入時に登録された情報でよい。旅客情報（属性）は、旅客ＩＤ、及び職種を含む。旅客情報（属性）は、旅客の行動の分類に有効な情報であれば年齢、性別、住所なども記録してもよい。
【００６１】
図９は、旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報（消費）の構成例を示す図である。旅客情報（消費）は、決済システム７０から取得される旅客による購買行動を表す情報であり、例えば、キャッシュレス決済やクレジットカードの使用履歴でよい。旅客情報（消費）は、旅客ＩＤ、日時、及び店舗を含む。日時は、旅客の購買行動が行われた日時である。店舗は、旅客の購買行動が行われた店舗名である。旅客情報（消費）は、旅客の購買行動の分類に有効な情報であれば購買金額などを記録してもよい。
【００６２】
図１０は、旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報（移動）の構成例を示す図である。旅客情報（移動）は、改札システム６０から取得される旅客による移動を表す情報であ

り、例えば、鉄道の改札機の入出場データや乗合バスの料金箱の乗降データなどのＯＤデータでよい。旅客情報（移動）は、旅客ＩＤ、入場駅、入場日時、出場駅、及び出場日時を含む。入場駅、及び入場日時は、旅客が交通手段に乗車した場所及び時間である。出場駅、及び出場日時は、旅客が交通手段に降車した場所及び時間である。

【００６３】

図１１は、運行情報蓄積部１６に格納される運行情報の構成例を示す図である。運行情報は、運行管理システム８０から取得される、鉄道事業者や乗合バス事業者が作成した列車やバスの所定の運行時刻の情報であり、交通手段ＩＤ、駅、着時刻、発時刻、及び遅延を含む日ごとのデータである。交通手段ＩＤは、列車及びバスの一意な識別情報である。駅は、当該列車又はバスが発着する場所（駅又はバス停）である。着時刻は当該列車又はバスの到着時刻であり、発時刻は当該列車又はバスの発車時刻である。遅延は、当該列車又はバスの実績発車時刻の予定発車時刻からの差である。

【００６４】

図１２は、移動需要予測モデル蓄積部１８に格納される移動需要予測モデルの例を示す図である。移動需要予測モデルは、入場駅及び入場時間帯を説明変数として、最終目的地及び当該最終目的地まで移動する確率を目的変数とする。

【００６５】

図１３は、滞在需要予測モデル蓄積部１９に格納される滞在需要予測モデルの例を示す図である。滞在需要予測モデルは、入場駅、入場時間帯、最終目的地、運行状況、旅客の属性（職種）、及び周辺情報を説明変数として、滞在の発生確率、滞在の目的、発生場所分布、及び滞在分布を目的変数とする。発生確率は、当該滞在が発生する確率である。発生場所分布は、当該滞在が発生する場所と確率の組である。滞在分布は、別の情報へのリンクで表される。

【００６６】

図１４は、乗換時間予測モデル蓄積部２０に格納される乗換時間予測モデルの例を示す図である。乗換時間予測モデルは、対象乗換を説明変数として、滞在時間区間及び当該区間の確率を目的変数とする。

【００６７】

図１５は、滞在需要予測部２１が予測する滞在需要の例を示す図である。滞在需要は、発生場所ごとの滞在人数の分布で表され、滞在人数／全体の乗換人数、滞在の目的、滞在の発生場所、及び滞在分布へのリンクを含む。滞在分布は、滞在目的と滞在時間区間の組み合わせごとの人数を表す。

【００６８】

次に、予測のために使用される当日データについて図１６、図１７を参照して説明し、設定パラメータについて図１８、図１９を参照して説明する。

【００６９】

図１６は、旅客情報蓄積部１５に格納される旅客情報（移動）の当日データの構成例を示す図である。旅客情報（移動）の当日データは、図１０に示す旅客情報（移動）と同じ形式であるが、入出場データは当日のものなので、入場日時ではなく入場時刻、出場日時ではなく出場場時刻となっている。旅客情報（移動）の当日データは、滞在需要の予測に用いるので、現在移動中の旅客のデータであり、出場駅及び出場時刻が「未」となっている。他は、図１０に示す旅客情報（移動）と同じである。

【００７０】

図１７は、運行情報蓄積部１６に格納される運行情報の当日データの構成例を示す図である。運行情報の当日データは、図１１に示す運行情報と同じ形式であるが、当日の現在の運行情報であるため、現在時刻以降は発着が「未」となっている。他は、図１１に示す運行情報と同じである。

【００７１】

図１８は、運行提案ＫＰＩ重みづけ係数の例を説明する図である。重みづけ係数は、運行提案が重視するＫＰＩを示し、乗車人数の偏りを小さくして混雑の分散を図り、ダイヤ

変更によって旅客の待ち時間を小さくする。例えば、ダイヤ変更において、重み付け設定２の方が数値が大きいので、ダイヤ変更量が小さい運行提案が出力されやすくなる。

【００７２】

図１９は、運行提案制約条件の例を説明する図である。運行提案制約条件には、臨時便台数と乗務員の超過勤務時間が設けられている。条件１において、臨時便台数が０まではペナルティが与えられないが、臨時便台数が０を超えるとペナルティが与えられて、臨時便が設定される運行提案が出力されない。一方、条件２では、臨時便台数が２まではペナルティが与えられないが、臨時便台数が２を超えるとペナルティが与えられて、０～２台の臨時便が設定される運行提案が出力される。また、乗務員の超過勤務時間の観点では、条件１において超過勤務が認められず、条件２において６０分以下の超過勤務にはペナルティが与えられず、６０分を超える超過勤務には所定のペナルティが与えられる。

【００７３】

図２０、図２１は、運行提案の出力例を示す図であり、図２０が重み付け設定１及び条件１が選択された場合の出力例１を、図２１が重み付け設定２及び条件２が選択された場合の出力例２を示す。図示する出力例は、運行提案システム１０のディスプレイ装置９に表示しても、所定のデータ交換フォーマットで通信インターフェース４から出力してもよい。図２０に示す出力例１では、重み付け設定１によってダイヤ変更重み付けが０なので、ダイヤ変更時間を大きくして待ち時間を小さくしている。図２１に示す出力例２では、重み付け設定２によってダイヤ変更重み付けが１なので、ダイヤ変更時間が小さくなり、条件２によって臨時便が設定されている。

【００７４】

以上に説明したように、本発明の実施例によると、人の移動途中の需要を高精度で推定でき、需要に応じた運行変更案を提案できる。そして、状況に応じて変化する人の滞在需要に整合するように混雑分散などのＫＰＩを最適化するような交通制御が可能となる。

【００７５】

なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、添付した特許請求の範囲の趣旨内における様々な変形例及び同等の構成が含まれる。例えば、前述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本発明は限定されない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えてもよい。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えてもよい。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をしてもよい。

【００７６】

また、前述した各構成、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く、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。

【００７７】

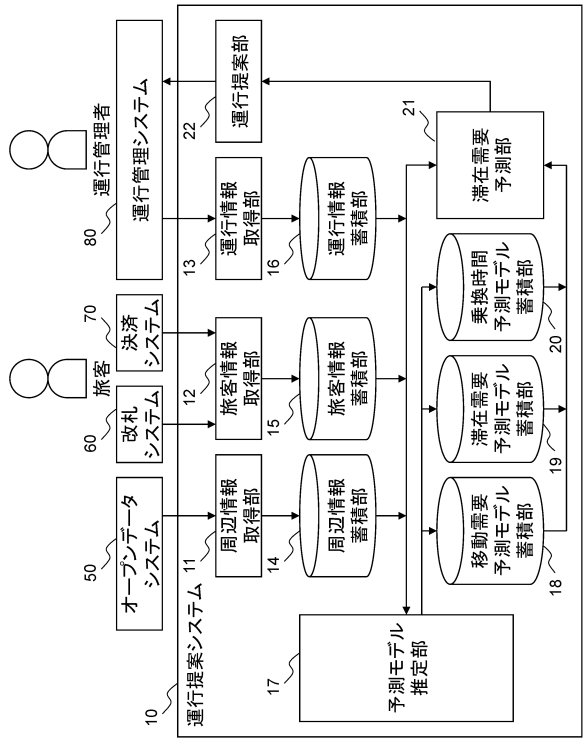
各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記憶装置、又は、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の記録媒体に格納することができる。

【００７８】

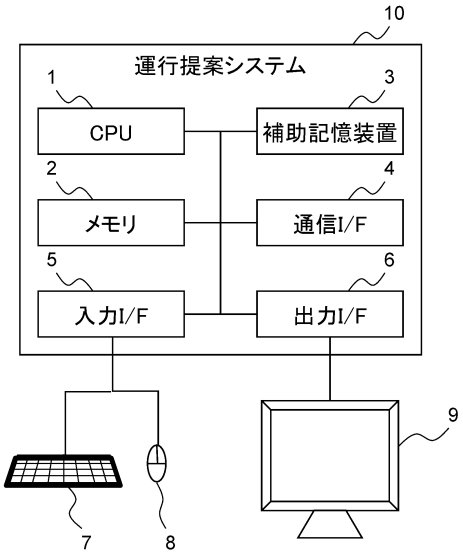
また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、実装上必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてよい。

【図面】

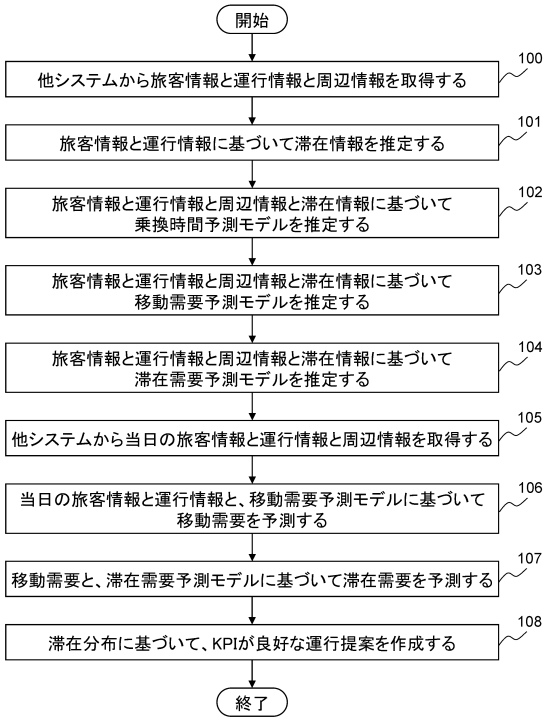
【図１】


運行管理者
運行管理システム
80
旅客
決済システム
70
改札システム
60
オープンデータシステム
50
運行提案システム
10
運行提案部
22
運行情報取得部
13
旅客情報取得部
12
周辺情報取得部
11
運行情報蓄積部
16
旅客情報蓄積部
15
周辺情報蓄積部
14
予測モデル推定部
17
滞在需要予測部
21
乗換時間予測モデル蓄積部
20
滞在需要予測モデル蓄積部
19
移動需要予測モデル蓄積部
18

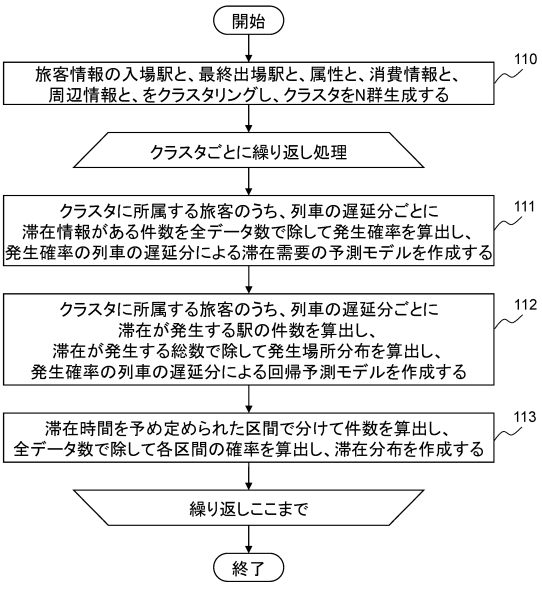
【図２】


10
運行提案システム
1
CPU
3
補助記憶装置
2
メモリ
4
通信I/F
5
入力I/F
6
出力I/F
9
7
8

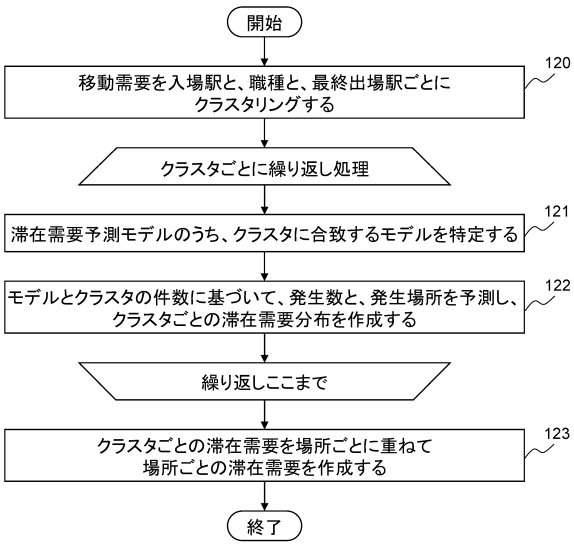
【図３】


開始
他システムから旅客情報と運行情報と周辺情報を取得する
100
旅客情報と運行情報に基づいて滞在情報を推定する
101
旅客情報と運行情報と周辺情報と滞在情報に基づいて
乗換時間予測モデルを推定する
102
旅客情報と運行情報と周辺情報と滞在情報に基づいて
移動需要予測モデルを推定する
103
旅客情報と運行情報と周辺情報と滞在情報に基づいて
滞在需要予測モデルを推定する
104
他システムから当日の旅客情報と運行情報と周辺情報を取得する
105
当日の旅客情報と運行情報と、移動需要予測モデルに基づいて
移動需要を予測する
106
移動需要と、滞在需要予測モデルに基づいて滞在需要を予測する
107
滞在分布に基づいて、KPIが良好な運行提案を作成する
108
終了

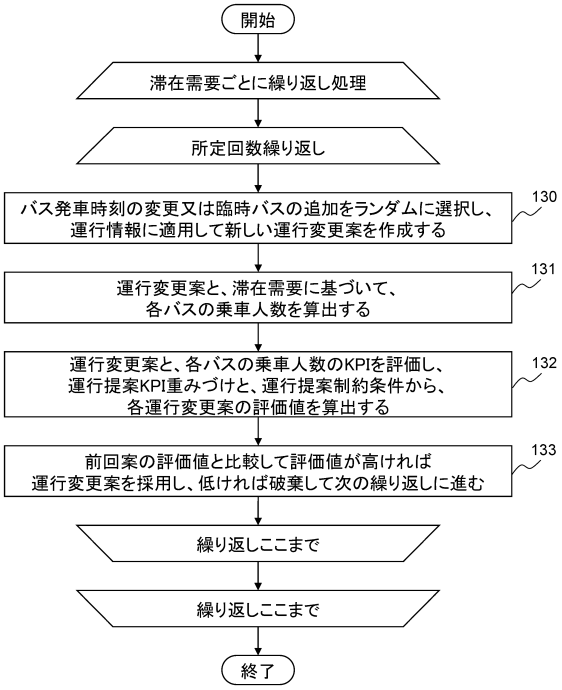
【図４】


開始
旅客情報の入場駅と、最終出場駅と、属性と、消費情報と、
周辺情報と、をクラスタリングし、クラスタをN群生成する
110
クラスタごとに繰り返し処理
クラスタに所属する旅客のうち、列車の遅延分ごとに
滞在情報がある件数を全データ数で除して発生確率を算出し、
発生確率の列車の遅延分による滞在需要の予測モデルを作成する
111
クラスタに所属する旅客のうち、列車の遅延分ごとに
滞在が発生する駅の件数を算出し、
滞在が発生する総数で除して発生場所分布を算出し、
発生確率の列車の遅延分による回帰予測モデルを作成する
112
滞在時間を予め定められた区間で分けて件数を算出し、
全データ数で除して各区間の確率を算出し、滞在分布を作成する
113
繰り返しここまで
終了

【図５】



【図６】



【図７】

日付	範囲	内容
2020/09/30	関東地方	明日台風接近
2020/12/24	－	クリスマス
…	…	…

周辺情報

【図８】

旅客ID	職種	…
0061	会社員	…
0062	学生	…
…	…	…
0100	会社員	…
0101	学生	…
…	…	…
0180	会社員	…

旅客情報（属性）

【図９】

旅客ID	日時	店舗
0061	2020/12/24 19:10	B駅構内店
0062	2020/12/24 19:12	B駅構内店
…	…	…
0100	2020/12/24 19:14	B駅構内店
0101	2020/12/24 19:41	C駅百貨店
…	…	…
0180	2020/12/24 19:59	C駅百貨店

旅客情報（消費）

【図１０】

旅客ID	入場駅	入場日時	出場駅	出場日時
0001	A駅	2020/12/24 18:40	C駅	2020/12/24 19:31
0001	C駅前	2020/12/24 19:33	住宅地	…
…	…	…	…	…
0100	A駅	2020/12/24 18:41	C駅	2020/12/24 19:35
0100	C駅前	2020/12/24 19:33	住宅地	…
0101	A駅	2020/12/24 18:44	C駅	2020/12/24 19:48
0101	C駅前	2020/12/24 19:33	住宅地	…
…	…	…	…	…

旅客情報（移動）

【図１１】

交通手段ID	駅	着時刻	発時刻	遅延
1001	A駅	…	18:45	0分
1001	B駅	19:00	…	0分
1002	B駅	…	19:15	0分
1002	C駅	19:30	…	0分
2001	C駅前	–	19:30	0分
2002	C駅前	–	19:35	0分
2003	C駅前	–	19:40	0分
2004	C駅前	–	19:50	0分
2005	C駅前	–	20:00	0分
…	…	…	…	…

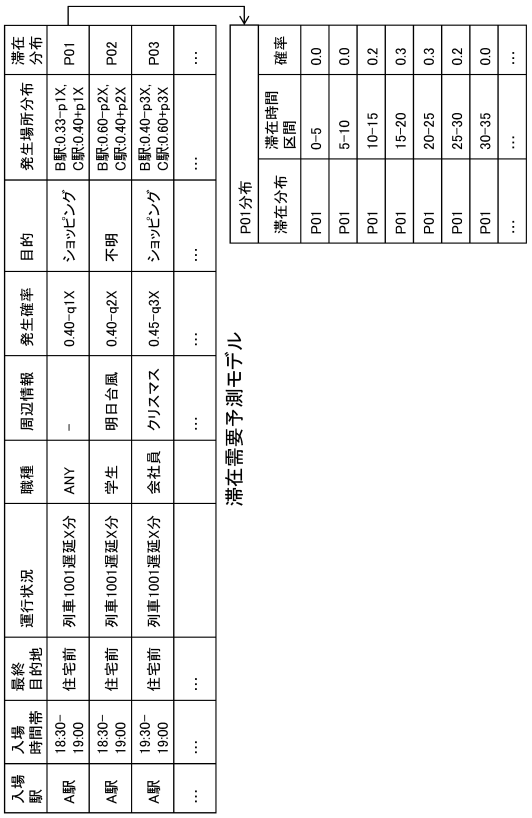
運行情報

【図１２】

入場駅	入場時間帯	確率	最終目的地
A駅	18:30–19:00	0.40	住宅地
A駅	18:30–19:00	0.30	繁華街
…	…	…	…

移動需要予測モデル

【図１３】



【図１４】

対象乗換	滞在時間区間	確率
C駅(鉄道→バス)	0–5	0.4
C駅(鉄道→バス)	5–10	0.4
C駅(鉄道→バス)	10–15	0.2
C駅(鉄道→バス)	15–20	0.0
…	…	…

乗換時間予測モデル

【図１５】

滞在需要

人数/全体	目的	発生場所	滞在分布
120/180	ショッピング	C駅	Q01
…	…	…	…

Q01分布

目的	滞在時間区間	人数
ショッピング	0–5	0
ショッピング	5–10	0
ショッピング	10–15	0
ショッピング	15–20	12
ショッピング	20–25	54
ショッピング	25–30	54
直帰	0–5	0
直帰	5–10	21
直帰	10–15	21
直帰	15–20	12
直帰	20–25	0
直帰	25–30	0

【図１６】

旅客ID	入場駅	入場時刻	出場駅	出場時刻
0001	A駅	18:42	未	未
0002	A駅	18:44	未	未
…	…	…	…	…

旅客情報(移動)

【図１７】

交通手段ID	駅	着時刻	発時刻	遅延
1001	A駅	…	18:45	15分
1001	B駅	未	未	15分
1002	B駅	…	未	0分
1002	C駅	未	未	0分
2001	C駅前	−	未	0分
2002	C駅前	−	未	0分
2003	C駅前	−	未	0分
2004	C駅前	−	未	0分
2005	C駅前	−	未	0分
…	…	…	…	…

運行情報

【図１８】

KPI	重みづけ設定1	重みづけ設定2
乗車数偏り	10.0[1/人]	10.0[1/人]
ダイヤ変更	0.0[1/分]	1.0[1/分]

運行提案KPI重みづけ

【図１９】

制約変数	条件1	ペナルティ設定1	条件2	ペナルティ設定2
臨時便台数	0台以下	∞[1/台]	2台以下	∞[1/台]
乗務員残業時間	0分以下	∞[1/分]	60分以下	10[1/分]

運行提案制約条件

【図２０】

交通手段ID	駅	発時刻	提案	定刻発 予測乗車数	提案時 予測乗車数	ダイヤ変更 [分]
2001	C駅前	19:30	19:34	21	36	4
2002	C駅前	19:35	19:38	21	36	4
2003	C駅前	19:40	19:46	30	36	6
2004	C駅前	19:50	19:52	54	36	2
2005	C駅前	20:00	20:00	54	36	0

運行提案:出力1

【図２１】

交通手段ID	駅	発時刻	提案	定刻発 予測乗車数	提案時 予測乗車数	ダイヤ変更 [分]
2001	C駅前	19:30	19:33	21	33	3
2002	C駅前	19:35	19:37	21	33	4
2003	C駅前	19:40	19:45	30	34	5
2004	C駅前	19:50	19:50	54	25	2
2010(臨時)	C駅前	−(臨時)	19:55	−(臨時)	24	−(臨時)
2005	C駅前	20:00	20:00	54	25	0

運行提案:出力2

フロントページの続き

(51)国際特許分類			FI	
G16Y	*40/20*	*(2020.01)*	G16Y	40/20
G16Y	*40/30*	*(2020.01)*	G16Y	40/30

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 森部 博貴
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 板垣 有紀

(56)参考文献 特開２０１９－０７３１４６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－００１４４８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１７－０９７５２０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０６Ｑ １０／００ － ９９／００
Ｂ６１Ｌ ２７／１２
Ｇ１６Ｙ １０／００ － ４０／６０