

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4773306号
(P4773306)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

| | | | | |
|----------------|--------------|------------------|---------|---------------|
| (51) Int. Cl. | | F I | | |
| B 6 1 L | 27/00 | (2006.01) | B 6 1 L | 27/00 G |
| G 0 6 Q | 50/00 | (2006.01) | G 0 6 F | 17/60 1 1 2 G |
| G 0 6 F | 19/00 | (2011.01) | G 0 6 F | 19/00 1 1 0 |

請求項の数 9 (全 30 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2006-241144 (P2006-241144) | (73) 特許権者 | 000173784 |
| (22) 出願日 | 平成18年9月6日(2006.9.6) | | 公益財団法人鉄道総合技術研究所 |
| (65) 公開番号 | 特開2008-62729 (P2008-62729A) | | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 |
| (43) 公開日 | 平成20年3月21日(2008.3.21) | (74) 代理人 | 100124682 |
| 審査請求日 | 平成21年2月6日(2009.2.6) | | 弁理士 黒田 泰 |
| | | (74) 代理人 | 100104710 |
| | | | 弁理士 竹腰 昇 |
| | | (74) 代理人 | 100090479 |
| | | | 弁理士 井上 一 |
| | | (72) 発明者 | 國松 武俊 |
| | | | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 |
| | | | 団法人鉄道総合技術研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 平井 力 |
| | | | 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財 |
| | | | 団法人鉄道総合技術研究所内 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 プログラム及びシミュレーション装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シミュレーション時刻を時々刻々と計時する計時手段、

各列車の各駅の着発時刻を少なくとも含む運転時刻が定義された所与のダイヤデータに基づき、前記計時手段の計時開始時刻において所定の最適乗継条件を満足する各駅間の列車乗継を算出する計時開始時点列車乗継算出手段、

前記算出された各駅間の列車乗継を最新の列車乗継として記憶する最新列車乗継記憶手段、

前記計時手段により計時されるシミュレーション時刻に従って、前記ダイヤデータに沿った各列車の仮想的な運行を制御する列車仮想運行制御手段、

前記計時手段により計時されている現在のシミュレーション時刻において、前記列車仮想運行制御手段により運行された何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことを検出する着発発生検出手段、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする前記最適乗継条件を満足する列車乗継を当該駅間の最新の列車乗継として算出し、前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている該当する駅間の列車乗継を更新する最新列車乗継更新手段、

出発駅と目的駅とを設定した仮想旅客を当該出発駅に逐次出現させる旅客出現手段、

前記旅客出現手段により新たな仮想旅客が出現された場合に、当該仮想旅客の列車乗継として、当該出現時点において前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客

の出発駅と目的駅間の列車乗継を設定する旅客別列車乗継設定手段、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乗車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継を、前記最新列車乗継に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新する旅客別列車乗継更新手段、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、前記旅客別列車乗継更新手段により更新された列車乗継に従って、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客の着発した当該列車への乗車適否、及び、当該列車に乗車していた仮想旅客の降車適否を判定して、当該仮想旅客の当該列車に対する乗降を制御する仮想旅客乗降制御手段、

前記仮想旅客乗降制御手段の乗降制御に従って、各列車に乗車している仮想旅客を管理する乗客管理手段、

としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項2】

前記仮想旅客乗降制御手段による当該列車への仮想旅客の乗降にかかる仮想乗降時間を算出する仮想乗降時間算出手段として前記コンピュータを機能させ、

前記列車仮想運行制御手段が、前記仮想乗降時間算出手段により算出された仮想乗降時間に基づいて、前記ダイヤデータに定義されている当該列車の発車時刻を遅らせる乗降時間順応化手段を有するように前記コンピュータを機能させるための請求項1に記載のプログラム。

【請求項3】

前記列車仮想運行制御手段が、所定の列車運行制約条件を満たすように前記ダイヤデータに定義されている各列車の各駅の着発時刻を可変して列車の運行を制御する運行制約順応化手段を有するように前記コンピュータを機能させるための請求項1又は2に記載のプログラム。

【請求項4】

前記旅客出現手段により出現された各仮想旅客の乗車位置を設定する乗車位置設定手段として前記コンピュータを機能させ、

前記乗客管理手段が、前記仮想旅客乗降制御手段により仮想旅客が列車に乗車する場合に前記乗車位置設定手段により設定された乗車位置に乗車させることで、各列車の各乗車位置毎の仮想旅客を管理するように前記コンピュータを機能させる、

ための請求項1～3の何れか一項に記載のプログラム。

【請求項5】

前記最適乗継条件が異なる複数の行動属性のうちの何れかの行動属性を、前記旅客出現手段により出現された各仮想旅客それぞれに設定する行動属性設定手段として前記コンピュータを機能させ、

前記計時開始時点列車乗継算出手段及び前記最新列車乗継変更手段が、前記行動属性毎に、対応する最適乗継条件を満足する列車乗継を算出するように前記コンピュータを機能させ、

前記旅客別列車乗継設定手段及び前記旅客別列車乗継更新手段が、当該仮想旅客に設定されている行動属性に対応する列車乗継を当該仮想旅客の列車乗継に設定するように前記コンピュータを機能させるための請求項1～4の何れか一項に記載のプログラム。

【請求項6】

前記ダイヤデータに基づくダイヤ図と、前記列車仮想運行制御手段により運行された各列車の運行実績に基づく実績ダイヤ図とを重疊的に表示制御するとともに、前記計時手段により計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて当該実績ダイヤ図を逐次更新表示していくダイヤ図表示制御手段として前記コンピュータを機能させるための請求項1～5の何れか一項に記載のプログラム。

【請求項7】

ユーザの選択操作に従って、前記ダイヤ図表示制御手段により表示制御されたダイヤ図及び実績ダイヤ図中の列車を選択する列車選択手段、

10

20

30

40

50

前記乗客管理手段の管理内容に基づいて、前記選択された列車に乗車している仮想乗客の一覧及び/又は人数を表示制御するとともに、その表示内容を前記計時手段により計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて逐次更新する乗客表示制御手段、

として前記コンピュータを機能させるための請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載のプログラム。

【請求項 8】

各仮想旅客それぞれの移動履歴に基づいて、前記ダイヤデータに対する不効用値を算出する不効用値算出手段として前記コンピュータを機能させるための請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載のプログラム。

【請求項 9】

シミュレーション時刻を時々刻々と計時する計時手段と、

各列車の各駅の着発時刻を少なくとも含む運転時刻が定義された所与のダイヤデータに基づき、前記計時手段の計時開始時刻において所定の最適乗継条件を満足する各駅間の列車乗継を算出する計時開始時点列車乗継算出手段と、

前記算出された各駅間の列車乗継を最新の列車乗継として記憶する最新列車乗継記憶手段と、

前記計時手段により計時されるシミュレーション時刻に従って、前記ダイヤデータに沿った各列車の仮想的な運行を制御する列車仮想運行制御手段と、

前記計時手段により計時されている現在のシミュレーション時刻において、前記列車仮想運行制御手段により運行された何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことを検出する着発発生検出手段と、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする前記最適乗継条件を満足する列車乗継を当該駅間の最新の列車乗継として算出し、前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている該当する駅間の列車乗継を更新する最新列車乗継更新手段と、

出発駅と目的駅とを設定した仮想旅客を当該出発駅に逐次出現させる旅客出現手段と、

前記旅客出現手段により新たな仮想旅客が出現された場合に、当該仮想旅客の列車乗継として、当該出現時点において前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客の出発駅と目的駅間の列車乗継を設定する旅客別列車乗継設定手段と、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乗車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継を、前記最新列車乗継に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新する旅客別列車乗継更新手段と、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、前記旅客別列車乗継更新手段により更新された列車乗継に従って、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客の着発した当該列車への乗車適否、及び、当該列車に乗車していた仮想旅客の降車適否を判定して、当該仮想旅客の当該列車に対する乗降を制御する仮想旅客乗降制御手段と、

前記仮想旅客乗降制御手段の乗降制御に従って、各列車に乗車している仮想旅客を管理する乗客管理手段と、

を備えたシミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シミュレーション装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

列車のダイヤ編成や運行管理等をシミュレーションするもとなるデータとして、自動改札機で収集されたデータを集計した改札口別人員データ及び駅間相互乗客数データを用いることで、旅客に関する精度の高いデータを利用した精度の良いシミュレーションを行い得るとする発明が特許文献 1 に開示されている。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2002-187551号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、特許文献1に開示された発明はシミュレーションのもととなるデータに関する発明である。このため、特許文献1に開示されているシミュレーションは、集計した改札口別人員データ及び駅間相互乗客数データをもとに、全旅客のうちの所定割合の旅客の通勤/通学時間をシフトさせたり、旅客の全体数を所定割合増減させるといった、集計されたデータの全体の値を用いたシミュレーション方法の概要であり、具体的な処理方法は開示されていない。即ち、シミュレーションのもととなるデータは自動改札機で収集された正確なデータではあるが、シミュレーションそのものは集計されたデータの全体値を用いたシミュレーションに過ぎなかった。つまり、シミュレーションに用いるデータが正確であったとしても、シミュレーションの処理自体の精度が良いものでなければ結果的な精度は悪くなるため、精度の高いシミュレーションが求められる。

10

【0004】

本発明は、上述の事情に鑑みてなされたものであり、より精度の高いシミュレーションを実現することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するための第1の発明は、

20

シミュレーション時刻を時々刻々と計時する計時手段（例えば、図1のCPU100；図26のステップA1、A21）、

各列車の各駅の着発時刻を少なくとも含む運転時刻が定義された所与のダイヤデータに基づき、前記計時手段の計時開始時刻において所定の最適乗継条件を満足する各駅間の列車乗継を算出する計時開始時点列車乗継算出手段（例えば、図1の列車乗継作成部130；図26のステップA7）、

前記算出された各駅間の列車乗継を最新の列車乗継（例えば、図6の列車乗継データ614）として記憶する最新列車乗継記憶手段（例えば、図1のRAM600）、

前記計時手段により計時されるシミュレーション時刻に従って、前記ダイヤデータに沿った各列車の仮想的な運行を制御する列車仮想運行制御手段（例えば、図1の運行制御部120；図29のステップD5、図30のステップE21）、

30

前記計時手段により計時されている現在のシミュレーション時刻において、前記列車仮想運行制御手段により運行された何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことを検出する着発発生検出手段（例えば、図1の運行制御部120；図29のステップD1、図30のステップE1）、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする前記最適乗継条件を満足する列車乗継を当該駅間の最新の列車乗継として算出し、前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている該当する駅間の列車乗継を更新する最新列車乗継更新手段（例えば、図1の列車乗継作成部130；図29のステップD9、図3のステップE7）、

40

出発駅と目的駅とを設定した仮想旅客を当該出発駅に逐次出現させる旅客出現手段（例えば、図1の旅客管理部110；図26のステップA11）、

前記旅客出現手段により新たな仮想旅客が出現された場合に、当該仮想旅客の列車乗継として、当該出現時点において前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客の出発駅と目的駅間の列車乗継を設定する旅客別列車乗継設定手段（例えば、図1の旅客管理部110；図28のステップC5）、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乗車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継を、前記最新列車乗継に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新する旅客別列車乗継更新手段（例えば

50

、図1の旅客管理部110；図29のステップD11、図30のステップE9）、
前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、前記旅客別列車乗継更新手段により更新された列車乗継に従って、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客の着発した当該列車への乗車適否、及び、当該列車に乘車していた仮想旅客の降車適否を判定して、当該仮想旅客の当該列車に対する乗降を制御する仮想旅客乗降制御手段（例えば、図1の旅客管理部110；図30のステップE11）、

前記仮想旅客乗降制御手段の乗降制御に従って、各列車に乘車している仮想旅客を管理する乗客管理手段（例えば、図1の旅客管理部110）、

としてコンピュータを機能させるためのプログラム（例えば、図1のシミュレーションプログラム510）である。

10

【0006】

また、第9の発明は、

シミュレーション時刻を時々刻々と計時する計時手段と、

各列車の各駅の着発時刻を少なくとも含む運転時刻が定義された所与のダイヤデータに基づき、前記計時手段の計時開始時刻において所定の最適乗継条件を満足する各駅間の列車乗継を算出する計時開始時点列車乗継算出手段と、

前記算出された各駅間の列車乗継を最新の列車乗継として記憶する最新列車乗継記憶手段と、

前記計時手段により計時されるシミュレーション時刻に従って、前記ダイヤデータに沿った各列車の仮想的な運行を制御する列車仮想運行制御手段と、

20

前記計時手段により計時されている現在のシミュレーション時刻において、前記列車仮想運行制御手段により運行された何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことを検出する着発発生検出手段と、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする前記最適乗継条件を満足する列車乗継を当該駅間の最新の列車乗継として算出し、前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている該当する駅間の列車乗継を更新する最新列車乗継更新手段と、

出発駅と目的駅とを設定した仮想旅客を当該出発駅に逐次出現させる旅客出現手段と、

前記旅客出現手段により新たな仮想旅客が出現された場合に、当該仮想旅客の列車乗継として、当該出現時点において前記最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客の出発駅と目的駅間の列車乗継を設定する旅客別列車乗継設定手段と、

30

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乘車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継を、前記最新列車乗継に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新する旅客別列車乗継更新手段と、

前記着発発生検出手段による検出がなされた場合に、前記旅客別列車乗継更新手段により更新された列車乗継に従って、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客の着発した当該列車への乗車適否、及び、当該列車に乘車していた仮想旅客の降車適否を判定して、当該仮想旅客の当該列車に対する乗降を制御する仮想旅客乗降制御手段と、

前記仮想旅客乗降制御手段の乗降制御に従って、各列車に乘車している仮想旅客を管理する乗客管理手段と、

40

を備えたシミュレーション装置（例えば、図1のシミュレーション装置1）である。

【0007】

この第1又は第9の発明によれば、時々刻々計時されている現在のシミュレーション時刻において、ダイヤデータに沿った仮想的な列車運行により何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことが検出されると、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする最適乗継条件を満足する列車乗継が算出され、最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該駅間の最新の列車乗継として更新される。従って、最新列車乗継記憶手段に記憶されている列車乗継は、時々刻々計時されている現在のシミュレーション時刻において、最適な列車乗継であるといえる。

50

【0008】

そして、旅客出現手段により出発駅と目的駅とが設定された仮想旅客1人1人が当該出発駅に逐次出現され、旅客別列車乗継設定手段、旅客別列車乗継更新手段及び仮想旅客乗降制御手段によって仮想旅客1人1人が制御されることとなる。即ち、仮想旅客の出現時においてはその出現時点において最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客の出発駅と目的駅間の列車乗継が当該仮想旅客に設定され、着発発生検出手段による検出がなされた場合には、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乗車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継が、最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新される。

10

【0009】

この結果、仮想旅客1人1人の列車乗継は、当該仮想旅客の出現時、当該仮想旅客が滞留していた駅への列車の着発、当該仮想旅客が乗車していた列車の各駅への着発に応じて、最新の列車乗継に更新・設定されることとなり、時々刻々計時される現在のシミュレーション時刻における最適な列車乗継となる。そして、仮想旅客乗降制御手段によって、各仮想旅客1人1人の乗降が、現在のシミュレーション時刻における最新・最適な列車乗継に従って制御されることとなる。

【0010】

よって、時々刻々計時されていくシミュレーション時刻や列車の仮想的な運行によって変化する各駅間の最適な列車乗継を忠実に計算し、各仮想旅客1人1人に適用することで、極めて精度の良いシミュレーションを実現できる。

20

【0011】

また、第2の発明として、第1の発明のプログラムであって、

前記仮想旅客乗降制御手段による当該列車への仮想旅客の乗降にかかる仮想乗降時間を算出する仮想乗降時間算出手段（例えば、図1の運行制御部120；図30のステップE15）として前記コンピュータを機能させ、

前記列車仮想運行制御手段が、前記仮想乗降時間算出手段により算出された仮想乗降時間に基づいて、前記ダイヤデータに定義されている当該列車の発車時刻を遅らせる乗降時間順応化手段（例えば、図1の運行制御部120；図30のステップE25）を有するように前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

30

【0012】

この第2の発明によれば、列車への仮想旅客の乗降にかかる仮想乗降時間が算出され、算出された仮想乗降時間に基づいて、ダイヤデータに定義されている列車の発車時刻を遅らせる制御がなされる。従って、旅客の乗降時間を忠実に反映した列車の仮想的な運行制御を実現できる。

【0013】

また、第3の発明として、第1又は第2の発明のプログラムであって、

前記列車仮想運行制御手段が、所定の列車運行制約条件を満たすように前記ダイヤデータに定義されている各列車の各駅の着発時刻を可変して列車の運行を制御する運行制約順応化手段（例えば、図1の運行制御部120；図30のステップE25）を有するように前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

40

【0014】

ここで、列車運行制約条件とは、例えば、列車の発着時間間隔の確保や所定時分の折り返し時分の確保といった列車運行上の制約条件のことである。第3の発明によれば、所定の列車運行制約条件を満たすように、ダイヤデータに定義されている各列車の各駅の着発時刻を可変して列車の運行が制御される。従って、列車運行上の制約を忠実に再現・反映した仮想的な列車の運行制御が実現され、その結果、精度の良いシミュレーションが実現される。

【0015】

また、第4の発明として、第1～第3の何れかの発明のプログラムであって、

50

前記旅客出現手段により出現された各仮想旅客の乗車位置を設定する乗車位置設定手段（例えば、図1の旅客管理部110；図28のステップC3）として前記コンピュータを機能させ、

前記乗客管理手段が、前記仮想旅客乗降制御手段により仮想旅客が列車に乗車する場合に前記乗車位置設定手段により設定された乗車位置に乗車させることで、各列車の各乗車位置毎の仮想旅客を管理するように前記コンピュータを機能させる、

ためのプログラムとしても良い。

【0016】

この第4の発明によれば、出現された各仮想旅客の乗車位置が設定され、仮想旅客が列車に乗車する場合、設定された乗車位置に乗車させることで、各列車の乗車位置毎の仮想旅客が管理される。即ち、仮想旅客を単に出発駅に出現させるだけでなく、乗車位置を設定可能であるため、例えば、出発駅や目的駅の改札口付近といった適切な位置での仮想旅客の乗車をシミュレートすることができる。そして、各列車に乗車している仮想旅客は乗車位置毎に管理されるため、各列車の位置毎に乗車人数等を計算することができる。

10

【0017】

また、第5の発明として、第1～第4の何れかの発明のプログラムであって、

前記最適乗継条件が異なる複数の行動属性のうちの何れかの行動属性を、前記旅客出現手段により出現された各仮想旅客それぞれに設定する行動属性設定手段（例えば、図1の旅客管理部110；図28のステップC1）として前記コンピュータを機能させ、

前記計時開始時点列車乗継算出手段及び前記最新列車乗継変更手段が、前記行動属性毎に、対応する最適乗継条件を満足する列車乗継を算出するように前記コンピュータを機能させ、

20

前記旅客別列車乗継設定手段及び前記旅客別列車乗継更新手段が、当該仮想旅客に設定されている行動属性に対応する列車乗継を当該仮想旅客の列車乗継に設定するように前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

【0018】

この第5の発明によれば、最適乗継条件が異なる複数の行動属性のうちの何れかの行動属性が出現された各仮想旅客それぞれに設定され、行動属性毎に対応する最適乗継条件を満足する列車乗継が算出され、仮想旅客に設定されている行動属性に対応する列車乗継が当該仮想旅客の列車乗継に設定される。この結果、例えば、乗換回避型（乗換回数が最小となるような列車乗継を最適とする型）や最早到着型（最も早く目的駅に到着する列車乗継を最適とする型）といった異なる最適乗継条件の複数種類の行動属性に応じた旅客をシミュレートすることが可能となり、シミュレーションの精度を一層高めることができる。

30

【0019】

また、第6の発明として、第1～第5の何れかの発明のプログラムであって、

前記ダイヤデータに基づくダイヤ図と、前記列車仮想運行制御手段により運行された各列車の運行実績に基づく実績ダイヤ図とを重疊的に表示制御するとともに、前記計時手段により計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて当該実績ダイヤ図を逐次更新表示していくダイヤ図表示制御手段（例えば、図1の画面表示制御部150；図26のステップA5、図32のステップG1）として前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

40

【0020】

この第6の発明によれば、ダイヤデータに基づくダイヤ図と、運行された各列車の運行実績に基づく実績ダイヤ図とが重疊的に表示制御されるとともに、計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて、実績ダイヤ図が逐次更新表示されていく。従って、ダイヤ図上、シミュレーション時刻が現在どの位置にあるのか、シミュレーションが終了した実績ダイヤ図ではどのような列車運行がなされたのかを分かり易く表示することができる。

【0021】

また、第7の発明として、第1～第6の何れかの発明のプログラムであって、

50

ユーザの選択操作に従って、前記ダイヤ図表示制御手段により表示制御されたダイヤ図及び実績ダイヤ図中の列車を選択する列車選択手段（例えば、図1の入力部200；図32のステップG19）、

前記乗客管理手段の管理内容に基づいて、前記選択された列車に乗車している仮想乗客の一覧及び／又は人数を表示制御するとともに、その表示内容を前記計時手段により計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて逐次更新する乗客表示制御手段（例えば、図1の画面表示制御部150；図32のステップG21、G5）、

として前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

【0022】

この第7の発明によれば、ユーザの選択操作に従って、表示制御されたダイヤ図及び実績ダイヤ図中の選択された列車に乗車している仮想旅客の一覧及び／又は人数が表示制御されるとともに、その表示内容が、計時されているシミュレーション時刻の進行に合わせて逐次更新される。従って、乗車している仮想旅客の一覧及び／又は人数が知りたい列車の選択を簡単に行うことができ、選択し、表示された仮想旅客の一覧及び／又は人数も、シミュレーション時刻の進行に合わせて適切に更新されるため、使い勝手のよいシミュレーションを実現できる。

【0023】

また、第8の発明として、第1～第7の何れかの発明のプログラムであって、

各仮想旅客それぞれの移動履歴に基づいて、前記ダイヤデータに対する不効用値を算出する不効用値算出手段（例えば、図1の不効用値算出部140；図26のステップA25）として前記コンピュータを機能させるためのプログラムとしても良い。

【0024】

この第8の発明によれば、各仮想旅客それぞれの移動履歴に基づいて、ダイヤデータに対する不効用値が算出される。即ち、シミュレーションした1人1人の仮想旅客の移動履歴からダイヤデータの不効用値を算出できるため、ダイヤに対する評価として精度の良い評価を行うことができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、時々刻々計時されている現在のシミュレーション時刻において、ダイヤデータに沿った仮想的な列車運行により、何れかの列車が何れかの駅へ到着又は発車したことが検出されると、当該検出された着発駅を起点とし他の駅を目的駅とする最適乗継条件を満足する列車乗継が算出され、最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該駅間の最新の列車乗継として更新される。従って、最新列車乗継記憶手段に記憶されている列車乗継は、時々刻々計時されている現在のシミュレーション時刻において、最適な列車乗継であるといえる。

【0026】

そして、旅客出現手段により出発駅と目的駅とが設定された仮想旅客1人1人が当該出発駅に逐次出現され、旅客別列車乗継設定手段及び旅客別列車乗継更新手段、仮想旅客乗降制御手段によって、仮想旅客1人1人が制御されることとなる。即ち、仮想旅客の出現時においてはその出現時点において最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該仮想旅客の出発駅と目的駅間の列車乗継が当該仮想旅客に設定され、着発発生検出手段による検出がなされた場合には、当該検出された着発駅に滞留している仮想旅客及び着発した当該列車に乗車している仮想旅客それぞれに設定されている列車乗継のうち、当該駅を起点とした当該仮想旅客の目的駅までの列車乗継が、最新列車乗継記憶手段に記憶されている当該駅間の列車乗継に更新される。

【0027】

この結果、仮想旅客1人1人の列車乗継は、当該仮想旅客の出現時、当該仮想旅客が滞留していた駅への列車の着発、当該仮想旅客が乗車していた列車の各駅への着発に応じて、最新の列車乗継に更新・設定されることとなり、時々刻々計時される現在のシミュレーション時刻における最適な列車乗継となる。そして、仮想旅客乗降制御手段によって、各

10

20

30

40

50

仮想旅客1人1人の乗降が、現在のシミュレーション時刻における最新・最適な列車乗継に従って制御されることとなる。

【0028】

よって、時々刻々計時されていくシミュレーション時刻や列車の仮想的な運行によって変化する各駅間の最適な列車乗継を忠実に計算し、各仮想旅客1人1人に適用することで、極めて精度の良いシミュレーションを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【0030】

[構成]

図1は、本実施形態におけるシミュレーション装置1の内部構成を示すブロック図である。同図によれば、シミュレーション装置1は、CPU100と、入力部200と、表示部300と、通信部400と、ハードディスク(記憶装置)500と、RAM600とが、バス10により互いにデータ通信可能に接続されて構成された公知のコンピュータシステムを用いて実現される。

【0031】

CPU100は、ハードディスク500やRAM600に記憶されるプログラムやデータ、入力部200から入力されたデータ等に基づいて、シミュレーション装置1を構成する各部への指示やデータの転送を行い、シミュレーション装置1の全体制御等を行う。

【0032】

入力部200は、例えばキーボードやマウス、タッチパネル及び各種スイッチ等によって実現される入力装置であり、操作入力に応じた入力信号をCPU100に出力する。表示部300は、例えばLCD(Liquid Crystal Display)やELD(Electronic Luminescent Display)等によって実現される表示装置であり、CPU100から入力される表示信号に基づく各種画面を表示する。通信部400は、例えば、無線通信モジュールやルータ、モデム、TA、有線用の通信ケーブルのジャックや制御回路等によって実現される通信装置であり、外部機器との間でデータ通信を行う。

【0033】

ハードディスク500は、CPU100がシミュレーション装置1を統合的に制御するための諸機能を実現するためのシステムプログラムや、シミュレーションを実現するためのプログラムやデータ等を記憶している。本実施形態では、プログラムとしてシミュレーションプログラム510を記憶しているとともに、データとして、計画ダイヤデータ521と、旅客出現確率テーブル522と、乗車位置選択確率テーブル523と、定員データ524と、上限乗車率データ525とを記憶している。

【0034】

RAM600は、CPU100の作業領域として用いられ、ハードディスク500から読み出されたプログラムやデータ、各種プログラムに従って実行した演算結果、入力部200からの入力信号等が一時的に格納される。本実施形態では、運用ダイヤデータ611と、実績ダイヤデータ612と、旅客データ613と、列車乗継データ614と、列車データ615と、乗降人数データ621と、乗降実績データ622と、乗降時間データ623と、滞留旅客データ624と、不効用値データ625とが格納される。

【0035】

また、本実施形態において、CPU100は、機能部として、旅客管理部110と、運行制御部120と、列車乗継作成部130と、不効用値算出部140と、画面表示制御部150とを備えている。

【0036】

旅客管理部110は、仮想旅客(以下、単に「旅客」という)それぞれを管理し、その行動を制御する。具体的には、シミュレーションの実行中、旅客の出現確率を定義した旅客出現確率テーブル522に従って、対象線区内の各駅での旅客の出現を制御する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

図 2 は、旅客出現確率テーブル 5 2 2 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、旅客出現確率テーブル 5 2 2 は、行動属性 5 2 2 a 毎に用意され、時間帯 5 2 2 b 毎に、出現駅 5 2 2 c と目的駅 5 2 2 d との組合せそれぞれについて旅客の出現確率（単位時間あたりの旅客の出現人数に相当）を格納している。即ち、出現駅毎に、他の各駅を目的駅とする旅客の出現確率を定義している。この出現確率は、例えば、各駅に設置されている自動改札機等で収集された旅客の駅構内への入退場時刻のデータ、乗車駅及び降車駅のデータ等から決定されたり、各旅客の利用列車や時間帯毎の各駅間の乗車人数といった調査データを基に決定される値である。

【 0 0 3 8 】

行動属性 5 2 2 a とは、旅客の出発駅から目的駅までの列車の乗継条件を定めるパラメータである。ここでは、最も早く目的駅に到達できる列車を選ぶ「最早列車選択型」、ある程度の時間を要しても乗換回数が少ない列車を選ぶ「乗換回避型」の何れかであるとする。時間帯 5 2 2 b は、対象線区内の運行の始発から終着までを含むシミュレーションの対象となり得る全時間帯を、例えば 3 0 分といった所定の単位時間で区切った時間帯である。また、出現駅 5 2 2 c 及び目的駅 5 2 2 d は、シミュレーションの対象線区内の全ての駅それぞれである。

【 0 0 3 9 】

旅客管理部 1 1 0 は、行動属性毎に、該当する旅客出現確率テーブル 5 2 2 において定義された出現駅と目的駅との組合せ毎の出現確率に従って、当該出現駅に旅客を出現させる。具体的には、例えば、出現確率に基づいてポアソン分布に従った乱数を発生させ、発生させた乱数に従って旅客の仮想的な出現時刻の分布を生成し、生成した出現時刻の分布に従って旅客を出現させる。

【 0 0 4 0 】

図 3 は、旅客出現確率テーブル 5 2 2 に基づく旅客の出現時刻の分布の一例を示す図である。同図では、横軸を時刻として、分単位での旅客の出現時刻の分布を示している。同図 (a) は、A 駅を出現駅とし B 駅を目的駅とする旅客、即ち A 駅における B 駅を目的駅とする旅客の出現時刻の分布を示し、同図 (b) は、A 駅を出現駅とし C 駅を目的駅とする旅客、即ち A 駅における C 駅を目的駅とする旅客の出現時刻の分布を示している。尚、同図では、各出現時刻に一人の旅客が出現しているが、同一の出現時刻に複数の旅客が出現しても良い。

【 0 0 4 1 】

旅客管理部 1 1 0 により出現された旅客それぞれについてのデータは、旅客データ 6 1 3 に格納される。図 4 は、旅客データ 6 1 3 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、旅客データ 6 1 3 は、旅客毎に生成され、該当する旅客 ID 6 1 3 a と、行動属性 6 1 3 b と、出現駅 6 1 3 c と、出現時刻 6 1 3 d と、目的駅 6 1 3 e と、乗車位置 6 1 3 f と、現在状況 6 1 3 g と、乗継計画 6 1 3 h とを格納している。

【 0 0 4 2 】

乗車位置 6 1 3 f は、当該旅客が列車に乗車する際の位置であり、車両の扉単位で表現される。この乗車位置 6 1 3 f は、当該旅客の出現時に、乗車位置選択確率テーブル 5 2 3 に基づいて決定される。

【 0 0 4 3 】

図 5 (a) は、乗車位置選択確率テーブル 5 2 3 のデータ構成の一例を示す図である。同図 (a) によれば、乗車位置選択確率テーブル 5 2 3 は、駅 5 2 3 a 毎に用意され、乗車位置 5 2 3 b 毎に選択確率 5 2 3 c を対応付けて格納している。また、同図 (b) は、選択確率の決定原理を説明する図である。同図 (b) では、横軸を乗車位置、縦軸を選択確率としたグラフを示している。また、横軸方向に沿ってホームに停車している列車の模式図を示し、乗車位置と編成の各車両の扉の位置との対応関係を示している。一般的に、旅客が列車に乗車する際には、降車駅の改札口や階段に近い位置を選んで乗車する傾向がある。このため、選択確率は、駅のホーム上の階段等に近い位置ほど高くなるように定め

10

20

30

40

50

られている。

【 0 0 4 4 】

また、階段等の位置といったホームの構造は駅毎に異なる。このため、乗車位置選択確率テーブル523は、駅毎に用意されている。

【 0 0 4 5 】

旅客管理部110は、当該旅客の目的駅に該当する乗車位置選択確率テーブル523に基づいて、当該旅客の乗車位置を確率的に決定する。

【 0 0 4 6 】

旅客データ613において、現在状況613gは、該当する旅客の現在の行動状況であり、列車に乗車中か否か、乗車中ならば当該列車の列車番号、乗車中でないならば現在いる駅の名称(駅名)が格納される。

10

【 0 0 4 7 】

乗継計画613hは、出現駅613cから目的駅613eに至る列車の乗り継ぎの計画(予定)であり、具体的には、乗車すべき列車の列車番号や乗換駅の駅名が時系列に従って格納される。旅客は、この乗継計画613hに従って行動が制御される。また、乗継計画613hは、当該旅客の出現時に、列車乗継作成部130により作成・更新される列車乗継データ614に基づいて決定される。そして、後述のように列車の運行状況に応じて適宜更新され、最終的には当該旅客の列車の乗り継ぎの実績(行動実績)そのものとなる。

【 0 0 4 8 】

20

図6は、列車乗継データ614のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、列車乗継データ614は、行動属性614a毎に作成され、出発駅614bと、目的駅614cと、列車乗継614dとを対応付けて格納している。列車乗継614dは、対応する出発駅614bから目的駅614cに至る列車の乗り継ぎであって、該当する行動属性に応じた最適乗継条件を満足する乗り継ぎが格納される。この列車乗継614dは、後述のように列車乗継作成部130により適宜更新され、常に最新のデータとなっている。

【 0 0 4 9 】

旅客管理部110は、当該旅客の行動属性に該当する列車乗継データ614において当該旅客の出現駅(出発駅)と目的駅との組合せに対応付けられている列車乗継を、当該旅客の乗継計画とする。

30

【 0 0 5 0 】

また、旅客管理部110は、駅に列車が到着する毎、即ち運行制御部120により駅への列車の到着が判断される毎に、到着した列車(以下、「着列車」という)の乗客、及び、当該着列車が到着した駅(以下、「着駅」という)の滞留旅客(当該駅のホームにいる旅客)それぞれについて、列車乗継データ614を参照し、当該着駅以降の乗継計画を更新する。例えば、“B駅”に“21列車”が到着した場合、この“21列車”の乗客及び“B駅”の滞留旅客それぞれについて、設定されている乗継計画の“B駅”以降の部分を更新する。

【 0 0 5 1 】

ここで、各列車の乗客については列車データ615を参照して判断され、各駅の滞留旅客については滞留旅客データ624を参照して判断される。

40

【 0 0 5 2 】

図7は、列車データ615のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、列車データ615は、列車毎に用意され、該当する列車番号615aと、運行区間615bと、現在の運行状況615cと、乗客データ615dとを格納している。運行状況615cは、現在走行中か停車中か、走行中ならば走行している駅間の名称、停車中ならば停車駅の駅名が格納される。乗客データ615dは、当該列車の現在の乗客に関するデータであり、車両615e毎に、乗車位置615fと、乗客615gと、乗客の合計人数である車内人数615hと、乗車率615iとを対応付けて格納している。乗客615gは、該当する旅客IDを格納している。また、乗車率615iは、次式(1)で与えられる。

50

乗車率 = 車内人数 / 定員 × 100 [%] ・ ・ (1)

【 0 0 5 3 】

ここで、列車の定員は定員データ 5 2 4 に格納されている。図 8 は、定員データ 5 2 4 のデータ構成の一例である。同図によれば、定員データ 5 2 4 は、乗車位置 5 2 4 a 毎に、定員 5 2 4 b を対応付けて格納している。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、滞留旅客データ 6 2 4 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、滞留旅客データ 6 2 4 は、駅 6 2 4 a 毎に、滞留旅客 6 2 4 b と、滞留旅客の合計人数である滞留人数 6 2 4 c とを対応付けて格納している。滞留旅客 6 2 4 b は、該当する旅客 ID を格納している。尚、この滞留旅客には、駅に停車中の列車の乗客は含まれない。

10

【 0 0 5 5 】

また、旅客管理部 1 1 0 は、列車が発車する毎、即ち運行制御部 1 2 0 により列車の発車が判断される毎に、発車する列車（以下、「発列車」という）の乗客、及び、当該発列車が発車する駅（以下、「発駅」という）の滞留旅客のそれぞれについて、到着時と同様に、列車乗継データ 6 1 4 を参照して、当該発駅以降の乗継計画を更新する。

【 0 0 5 6 】

次いで、旅客データ 6 1 3 を参照し、発列車の乗客それぞれについて発駅で降車させるかを判断し、降車させると判断した乗客を当該発駅で降車させる。即ち、乗継計画において発駅が乗換駅として設定されている乗客を当該発駅で降車させると判断する。そして、発列車から降車させた乗客の人数（降車人数）を乗車位置毎に算出する。

20

【 0 0 5 7 】

また、旅客管理部 1 1 0 は、旅客データ 6 1 3 を参照し、発駅の滞留旅客それぞれについて発列車に乗車させるか否かを判定する。即ち、乗継計画において発列車に乗車すべき列車として設定されている旅客を当該発列車に乗車させると判断する。次いで、乗車位置毎に、発列車に乗車させると判断した旅客の人数（乗車予定人数）を算出し、乗車させると判断した旅客を全て乗車させたと仮定した場合の仮想乗車率を算出する。仮想乗車率は、次式（2）で与えられる。

仮想乗車率 = (着時の車内人数 - 降車人数 + 乗車予定人数) / 定員数 ・ ・ (2)

【 0 0 5 8 】

その後、乗車位置毎に、算出した仮想乗車率と所定の上限乗車率とを比較する。その結果、算出した仮想乗車率が上限乗車率を超える場合、仮想乗車率が上限乗車率以下となる乗車予定人数、即ち乗車可能な人数を算出し、当該乗車位置から乗車させると判断した旅客のうちから、算出した乗車可能な人数だけ、実際に乗車させる旅客として選択する。そして、選択した旅客のみを発列車に乗車させる。一方、算出した仮想乗車率が上限乗車率を超えない場合には、乗車させると判断した旅客の全てを、発列車に乗車させる。

30

【 0 0 5 9 】

ここで、上限乗車率は、上限乗車率データ 5 2 5 に格納されている。図 1 0 は、上限乗車率データ 5 2 5 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、上限乗車率データ 5 2 5 は、上限乗車率の値を格納している。

【 0 0 6 0 】

また、発列車に対する降車人数及び乗車人数は乗降人数データ 6 2 1 に格納される。図 1 1 は、乗降人数データ 6 2 1 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、乗降人数データ 6 2 1 は、乗車位置 6 2 1 a 毎に、着時車内人数 6 2 1 b と、降車人数 6 2 1 c と、乗車人数 6 2 1 d とを対応付けて格納している。着時車内人数 6 2 1 b は、当該発列車の到着時（即ち、旅客の乗車及び降車が行われる前）の車内人数である。

40

【 0 0 6 1 】

更に、発列車からの降車人数及び乗車人数は、乗降実績として乗降実績データ 6 2 2 に格納される。図 1 2 は、乗降実績データ 6 2 2 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、乗降実績データ 6 2 2 は、列車毎に用意され、該当する列車番号 6 2 2 a を格納しているとともに、運行区間内の全ての駅 6 2 2 b 毎に、降車人数 6 2 2 c と、乗車人

50

数 6 2 2 d と、発車時の車内人数 6 2 2 e と、発時車内人数に対する乗車率 6 2 2 f とを対応付けて格納している。降車人数 6 2 2 c、乗車人数 6 2 2 d 及び発時車内人数 6 2 2 e は、編成全体についての人数、即ち乗車位置毎の人数の総和である。

【 0 0 6 2 】

運行制御部 1 2 0 は、予め定められた計画ダイヤに従って列車の仮想的な運行を制御する。ここで、計画ダイヤは、計画ダイヤデータ 5 2 1 として記憶されている。図 1 3 は、計画ダイヤデータ 5 2 1 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、計画ダイヤデータ 5 2 1 は、列車毎に用意され、該当する列車番号 5 2 1 a と、列車種別 5 2 1 b とを格納しているとともに、運行区間内の駅 5 2 1 c 毎に、着時刻 5 2 1 d と、発時刻 5 2 1 e とを対応付けて格納している。列車種別 5 2 1 b とは、各駅停車や快速といった停車駅による分類、及び、上り/下りといった進行方向の別である。

10

【 0 0 6 3 】

運行制御部 1 2 0 は、シミュレーションに先立ち、各列車の計画ダイヤを運用ダイヤとし、この運用ダイヤに基づいて当該列車の運行を制御する。運用ダイヤは、運用ダイヤデータ 6 1 1 として記憶される。図 1 4 は、運用ダイヤデータ 6 1 1 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、運用ダイヤデータ 6 1 1 は、列車毎に用意され、該当する列車番号 6 1 1 a と、列車種別 6 1 1 b とを格納しているとともに、運行区間内の駅 6 1 1 c 毎に、着時刻 6 1 1 d と、発時刻 6 1 1 e と、発時更新 6 1 1 f の有無とを対応付けて格納している。

【 0 0 6 4 】

20

発時更新 6 1 1 f とは、対応する駅からの列車の発車時に旅客管理部 1 1 0 による所定の処理が行われたか否かを表すパラメータである。つまり、駅から列車が発車する毎、即ち運行制御部 1 2 0 により列車の発車が判断される毎に、旅客管理部 1 1 0 により該当する旅客の乗継計画の更新や発列車に対する旅客の乗降といった処理が行われるが、発時更新 6 1 1 f は、この処理が行われたか否かを示すものである。即ち、当該処理が行われたならば「済み」が、行われていないならば「未だ」が、それぞれ格納される。尚、この発時更新 6 1 1 f は、運用ダイヤデータ 6 1 1 の生成時には全てが「未だ」に設定される。

【 0 0 6 5 】

運行制御部 1 2 0 は、シミュレーションの実行中、運用ダイヤに基づく列車の着時刻となると、当該列車が該当する駅に到着可能か否かを判断する。具体的には、実績ダイヤを基に、当該駅における先行列車が発車済みであり、且つ発車から所定時分が経過しているならば、到着可能と判断する。到着可能ならば、当該列車を到着させると判断して、現在時刻を実績の着時刻として実績ダイヤを更新する。一方、到着可能でないならば、当該列車の着時刻を、所定時分（例えば、1分）遅らせた時刻として運用ダイヤを更新する。

30

【 0 0 6 6 】

実績ダイヤは、実績ダイヤデータ 6 1 2 として記憶されている。図 1 5 は、実績ダイヤデータ 6 1 2 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、実績ダイヤデータ 6 1 2 は、列車毎に用意され、該当する列車番号 6 1 2 a と、列車種別 6 1 2 b とを格納しているとともに、運行区間内の駅 6 1 2 c 毎に、実績の着時刻 6 1 2 d と、発時刻 6 1 2 e とを対応付けて格納している。

40

【 0 0 6 7 】

また、運行制御部 1 2 0 は、運用ダイヤに基づく列車の発時刻となると、当該列車を発車させるか否かを判断する。具体的には、旅客管理部 1 1 0 による当該列車に対する旅客の乗降の結果を基に、当該列車への旅客の乗降に要する時間（乗降時間）を算出し、算出した乗降時間から当該発列車を発車させるか否かを判断する。即ち、旅客管理部 1 1 0 により生成された乗降人数データ 6 2 1 を参照し、乗車位置毎に、着時車内人数 y 、降車人数 x_1 及び乗車人数 x_2 から、式 (3) に従って乗降時間 T_n を算出する。

$$T_n = A(x_1 + x_2)^2 + B(x_1 + x_2) + Cy \quad \cdot \cdot \quad (3)$$

上式 (3) において、 A 、 B 、 C は定数であり、例えば、 $A = -0.0031$ 、 $B = 0.7908$ 、 $C = 0.003$ 、である。

50

【 0 0 6 8 】

算出された乗降時間 T_n は、乗降時間データ 6 2 3 に格納される。図 1 6 は、乗降時間データ 6 2 3 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、乗降時間データ 6 2 3 は、乗車位置 6 2 3 a 毎に、算出された乗降時間 6 2 3 b を対応付けて格納している。

【 0 0 6 9 】

旅客管理部 1 1 0 は、算出した乗車位置毎の乗降時間 T_n のうち、最も長い時間 T_n を当該発列車の乗降時間 T とする。そして、算出した乗降時間 T を運用ダイヤ上の停車時分と比較し、乗降時間が停車時分より短い或いは等しいならば、停車時間内に旅客の乗降が終了して列車を発車させると判断し、現在時刻を発列車の実績の発時刻として実績ダイヤを更新する。一方、算出した乗降時間 T が停車時分より長いならば、停車時間内に乗降が

10

【 0 0 7 0 】

図 1 7 は、遅延の発生による運用ダイヤの修正を説明するための図であり、運用ダイヤの一例を示している。同図 (a) に示すように、運用ダイヤ上の A 駅における列車の発時刻 t_1 において遅延が発生したと判断した場合、算出した乗降時間 T と運用ダイヤ上の停車時分との差分 t を、発生した遅延時間とする。そして、当該列車の A 駅の発時刻を、時刻 t_1 から遅延時間 t だけ遅らせた時刻 t_2 とするとともに、当該列車の次の停車駅である B 駅における着時刻 t_3 を、遅延時間 t だけ遅らせた時刻 t_4 として運用ダイヤを修正する。その結果、同図 (b) に示すように、次の停車駅である B 駅における修正後の着時刻 t_4 が、修正前の当該駅における発時刻 t_5 より遅くなる場合には、当該列車のこの B 駅以降の運用ダイヤ全体を、遅延時間 t だけ遅れる方向へシフトさせて修正する。

20

【 0 0 7 1 】

列車乗継作成部 1 3 0 は、計画ダイヤや運行ダイヤといった各種のダイヤを基に、行動属性に応じた最適乗継条件を満足する各駅間の列車乗継を作成する。

【 0 0 7 2 】

図 1 8 は、ダイヤの一例を示す図である。同図によれば、横軸を時刻、縦軸を駅として、各列車の駅間の運転時分や各駅での停車時分等を定めたダイヤが傾斜線の“列車スジ”により表現されている。また、各列車スジには、該当する列車番号が付記されている。

【 0 0 7 3 】

図 1 9 , 2 0 は、PERT (Program Evaluation and Review Technique) ネットワークで表現されたダイヤネットワークの一例を示す図である。ダイヤネットワークは、ダイヤを基に行動属性毎に生成され、図 1 9 は、行動属性が「最早列車選択型」のダイヤネットワークであり、図 2 0 は、行動属性が「乗換回避型」のダイヤネットワークである。また、ダイヤネットワークは、ダイヤ中の何れかの駅を出発駅とし、他の各駅を目的駅として生成される。図 1 9 , 2 0 は、何れも A 駅を出発駅とし、他の B 駅及び C 駅を目的駅とするダイヤネットワークである。また、ダイヤネットワークは、所定の時間範囲のダイヤを基に生成される。図 1 9 , 2 0 は、何れも、「 9 : 0 0 ~ 9 : 3 0 」の時間範囲のダイヤに基づくダイヤネットワークである。

30

【 0 0 7 4 】

図 1 9 , 2 0 によれば、ダイヤネットワークは、出発駅を表す出発駅ノードと、目的駅を表す目的駅ノードと、各列車の各駅への到着を表す着事象ノードと、各列車の各駅からの発車を表す発事象ノードと、ノード間の時間的依存関係を表すアークとによって構成される。

40

【 0 0 7 5 】

出発駅ノードから当該出発駅における発事象ノードを結ぶアークには、該当する発時刻の時間間隔に応じた重み付けがされている。例えば、図 1 9 では、出発駅を表すノード N 1 から当該出発駅である A 駅発の 1 列車を表すノード N 2 までを結ぶアークには「 0 」が重み付けされ、ノード N 1 から A 駅発の 3 1 列車を表すノード N 6 までを結ぶアークには、A 駅における 1 列車の発時刻から 3 1 列車の発時刻までの時間間隔である「 1 5 」が重

50

み付けされている。

【 0 0 7 6 】

また、事象ノード間を結ぶアークには、アークの始点側の事象ノードが表す事象の発生時刻と、アークの終点側の事象ノードが表す事象の発生時刻との時間間隔に応じた重み付けがされている。即ち、同一列車の異なる駅における発事象ノードから着事象ノードのアーク（走行アーク）には、当該列車の該当する駅間の運転時分が重み付けされている。例えば、図 1 9 では、1 列車の A 駅発を表すノード N 2 から B 駅着を表すノード N 3 までを結ぶアークには、1 列車の A 駅 - B 駅間の運転時分である「 1 0 」が重み付けされている。

【 0 0 7 7 】

また、同一列車の同一駅における着事象ノードから発事象ノードを結ぶアーク（停車アーク）には、当該列車の当該駅での停車時分が重み付けされている。例えば、図 1 9 では、3 1 列車の B 駅着を表すノード N 7 から B 駅発を表すノード N 8 までを結ぶアークには、3 1 列車の B 駅での停車時分である「 2 」が重み付けされている。

【 0 0 7 8 】

また、異なる列車の同一駅における発事象ノードから着事象ノードを結ぶアーク（乗換アーク）には、該当する列車の当該駅での発時刻或いは着時刻の時間間隔が重み付けされている。例えば、図 1 9 では、1 列車の B 駅着を表すノード N 3 から 2 1 列車の B 駅発を表すノード N 4 までを結ぶアークには、B 駅における 1 列車の着時刻と 2 1 列車の発時刻との時間間隔の時分である「 1 5 」が重み付けされている。

【 0 0 7 9 】

また、図 2 0 によれば、行動属性が「乗換回避型」のダイヤネットワークの構成は、図 1 9 に示す「最早列車選択型」と同じであるが、各アークの重み付けが異なる。具体的には、異なる列車の同一駅における着事象ノードから発事象ノードを結ぶアーク（乗換アーク）、即ち列車の乗換に相当するアークに、更に所定の重み「 1 5 」が重み付けされている。例えば、図 2 0 では、A 駅における 1 列車から 3 1 列車への乗り換えを表すノード N 1 からノード N 6 を結ぶアーク、B 駅における 1 列車から 2 1 列車への乗り換えを表すノード N 3 からノード N 4 を結ぶアーク、B 駅における 1 列車から 3 1 列車への乗り換えを表すノード N 3 からノード N 8 を結ぶアーク、そして、B 駅における 2 1 列車から 3 1 列車への乗り換えを表すノード N 4 からノード N 8 を結ぶアークのそれぞれに、更に「 1 5 」の重み付けがされている。これは、“乗換回数が少ない列車の乗り継ぎを選ぶ”といった、行動属性「乗換回避型」に応じた最適乗換条件を満足するようにするためである。

【 0 0 8 0 】

列車乗継作成部 1 3 0 は、これらのダイヤネットワークを基に、最適乗継条件を満足する列車乗継を作成する。即ち、ダイヤネットワークにおいて、出発駅ノードから各目的駅ノードそれぞれに至るクリティカルパス（合計が最小の重みとなるパス）を算出し、算出したパス（経路）を当該出発駅から当該目的駅までの最適条件を満足する列車乗継とする。つまり、図 1 9 に示すダイヤネットワークを基に、行動属性が「最早列車選択型」の列車乗継を作成し、図 2 0 に示すダイヤネットワークを基に、行動属性が「乗換回避型」の列車乗継を作成する。

【 0 0 8 1 】

具体的には、列車乗継作成部 1 3 0 は、シミュレーションの開始に先立ち、対象線区内の全ての駅それぞれを出発駅及び目的駅とした出発駅と目的駅との組合せそれぞれについて、行動属性に応じた最適乗継条件を満足する列車乗継を算出し、行動属性毎の列車乗継データ 6 1 4 を作成する。即ち、計画ダイヤを基に、対象線区内の全ての駅それぞれについて、当該駅を出発駅とし他の各駅を目的駅としたダイヤネットワークを行動属性毎に生成する。そして、生成した出発駅毎及び行動属性毎のダイヤネットワークを基に、該当する出発駅と各目的駅との間の列車乗継を算出し、行動属性毎の列車乗継データ 6 1 4 を作成する。

【 0 0 8 2 】

また、列車乗継作成部 130 は、シミュレーションの実行中、各駅における列車の発着毎に、当該発着が発生した駅を出発駅とする列車乗継を更新する。即ち、運行制御部 120 により列車の到着が判断されると、運用ダイヤを基に、当該到着が判断された駅を出発駅とするダイヤネットワークを行動属性毎に生成する。そして、生成した行動属性毎のダイヤネットワークを基に、当該出発駅から他の各目的駅までの列車乗継を算出して列車乗継データ 614 を更新する。例えば、D 駅への列車の到着が判断された場合、その時点での運用ダイヤを基に、D 駅を出発駅とするダイヤネットワークを行動属性毎に生成する。そして、D 駅から他の各駅までの列車乗継を算出し、列車乗継データ 614 において、D 駅を出発駅とする列車乗継を更新する。

【0083】

10

また、運行制御部 120 により何れかの駅からの列車の発着が判断されると、到着時と同様に、運用ダイヤを基に、当該出発が判断された駅を出発駅とするダイヤネットワークを行動属性毎に生成する。そして、生成した行動属性毎のダイヤネットワークを基に、当該出発駅から他の各目的駅までの列車乗継を算出して列車乗継データ 614 を更新する。

【0084】

不効用値算出部 140 は、シミュレーションが終了した後、シミュレーションに用いた計画ダイヤ及び生成された実績ダイヤそれぞれに対する旅客の不効用値を算出する。ダイヤに対する旅客の不効用値 U は、次式(4)により与えられる。

【数1】

$$U = \alpha \sum_j \left\{ t_j \left(\frac{c_j}{100} \right)^\beta \right\} + \gamma N + \delta T_w + T_R \quad \dots(4)$$

20

【0085】

上式(4)において、 α 、 β 、 γ 、 δ は、定数であり、例えば、 $\alpha = 0.019$ 、 $\beta = 4.52$ 、 $\gamma = 5.63$ 、 $\delta = 1.202$ 、である。また、 j は、旅客の出現駅から目的駅に至る実際の移動経路中の、列車で通過した駅間の集合である。尚、旅客の実際の移動経路(行動履歴)は、該当する旅客データ 613 の乗継計画 613h として格納されている。 t_j は、該当する駅間の走行時間(即ち、乗車時間)であり、 c_j は、該当する駅間の乗車率である。 N は、旅客の移動経路中の乗換回数である。 T_w は、旅客の待ち時間であり、移動経路中の各乗り換えの際の待ち時間の総和である。 T_r は、旅客の乗車時間であり、移動経路中に乗車した各列車の乗車時間の総和である。

30

【0086】

算出された不効用値は、不効用値データ 625 に格納される。図 21 は、不効用値データ 625 のデータ構成の一例を示す図である。同図によれば、不効用値データ 625 は、全ての旅客それぞれについて、旅客 ID 625a と、出発駅 625b と、到着駅 625c と、算出された不効用値 625d とを対応付けて格納している。不効用値 625d は、実績ダイヤ及び計画ダイヤそれぞれに対する値を格納している。

【0087】

40

画面表示制御部 150 は、シミュレーションの実行中、現時点までのシミュレーション結果を示した表示画面を表示部 300 に表示させるとともに、シミュレーションの進行に伴って、逐次その表示内容を更新する。

【0088】

具体的には、計画ダイヤ及び実績ダイヤを表示したダイヤ画面を表示させる。図 22 は、ダイヤ画面の一例を示す図である。同図によれば、ダイヤ画面には、横軸を時刻、縦軸を駅として、計画ダイヤを表した計画ダイヤ図(図中、点線で示している)と、実績ダイヤを表した実績ダイヤ図(図中、実線で示している)とが重畳表示されている。また、各ダイヤの列車スジには、該当する列車番号が付記されている。

【0089】

50

計画ダイヤ図は、シミュレーションの対象となっている時間帯の全てのダイヤが表示され、シミュレーションの実行中に更新されない。実績ダイヤ図は、現在のシミュレーション時刻までに運行（シミュレーション）されたダイヤが表示され、シミュレーションの進行に伴って逐次更新される。また、実績ダイヤの列車スジは、該当列車の混雑度（乗車率）や遅延の程度に応じた色や太さ（線種）で表示される。具体的には、例えば、乗車率が200%を超える駅間の列車スジについては“太い赤”で表示され、乗車率が100%以上200%未満の駅間の列車スジについては“細い赤”で表示される。また、3分以上の遅延が発生した駅間の列車スジについては“太い青”で表示され、その他の駅間については“細い青”で表示されるといった具合である。

【0090】

画面表示制御部150は、シミュレーションの開始に先立ち、計画ダイヤデータ521に基づく計画ダイヤ図を表示したダイヤ画面を表示部300に表示させる。そして、シミュレーションの実行中は、実績ダイヤデータ612に基づく実績ダイヤ図を計画ダイヤ図に重ねて表示させるとともに、駅への列車の到着/発車毎、即ち運行制御部120により駅への列車の到着/発車が判断される毎に、実績ダイヤ図を更新してダイヤ画面の表示内容を更新する。

【0091】

また、画面表示制御部150は、ダイヤ画面において、ダイヤ図中の列車が選択されると、図23に示すように、選択された列車に関する列車画面をダイヤ画面に重ねて表示させる。図24は、列車画面の一例を示す図である。同図によれば、列車画面には、該当する列車のダイヤ10と、乗降実績20と、乗客一覧30と、位置別乗車状況40とが表示されている。

【0092】

ダイヤ10は、該当する列車の計画ダイヤ及び実績ダイヤであり、具体的には、運行区間内の全ての駅それぞれについての、計画ダイヤ上の発時刻（計画発時刻）及び着時刻（計画着時刻）と、実績ダイヤ上の発時刻（実績発時刻）及び着時刻（実績着時刻）と、計画発時刻に対する実績発時刻の遅延時分と、計画着時刻に対する実績発時刻の遅延時分の一覧である。乗降実績20は、当該列車の運行区間内の全ての駅それぞれについての、降車人数及び乗車人数の実績の一覧である。乗客一覧30は、当該列車の乗客の一覧であり、具体的には、該当する旅客それぞれの旅客IDや出現時刻、出発駅、目的駅、現在位置、乗継計画の一覧である。位置別乗車状況40は、該当する列車の現在の乗車状況であり、具体的には、編成中の車両それぞれの車内人数及び乗車率を一覧表示しているとともに、これらの車両のうちから選択された一の車両について、更に扉毎の車内人数及び乗車率を表示している。これらのダイヤ10、乗降実績20、乗客一覧30及び位置別乗車状況40は、該当する列車の駅への到着/発車毎に更新される。

【0093】

画面表示制御部150は、ダイヤ画面においてダイヤ図中の1つの列車スジが選択されると、選択された列車スジに該当する列車についての列車画面を生成し、表示中のグラフ画面に重ねて表示させる。即ち、当該列車の計画ダイヤデータ521及び実績ダイヤデータ612に基づくダイヤ10と、当該列車の乗降実績データ622に基づく乗降実績20と、当該列車の列車データ615及び旅客データ613に基づく乗客一覧30と、当該列車の列車データ615に基づく位置別乗車状況40と、を表示させた列車画面を生成する。そして、運行制御部120により当該列車の各駅への到着/発車が判断される毎に、この列車画面の表示内容を更新する。

【0094】

また、画面表示制御部150は、ダイヤ画面において、駅画面の表示が指示されると、図25に示すように、駅画面をダイヤ画面に重ねて表示させる。駅画面には、対象線区内の各駅について現在の滞留旅客の人数を棒グラフで表現した滞留人数グラフが表示されている。この滞留人数グラフは、各駅への列車の到着/発車毎に更新される。

【0095】

10

20

30

40

50

画面表示制御部 150 は、駅画面の表示が指示されると、滞留旅客データ 624 に基づく滞留人数グラフを表示させた駅画面を生成し、表示中のグラフ画面に重ねて表示させる。そして、各列車の各駅への到着 / 発車毎、即ち運行制御部 120 により何れかの駅への何れかの列車の到着 / 発車が判断される毎に、この駅画面の表示内容を更新する。

【0096】

[処理の流れ]

図 26 は、シミュレーション装置 1 により実行されるシミュレーション処理の流れを説明するためのフローチャートである。この処理は、CPU 100 がシミュレーションプログラム 510 を実行することで実現される。同図によれば、CPU 100 は、先ず、初期設定として、シミュレーション時刻である現在時刻 t を、所定のシミュレーションの開始時刻 t_0 に設定する (ステップ A1)。また、運行制御部 120 が、各列車の計画ダイヤを運用ダイヤに設定する (ステップ A3)。次いで、画面表示制御部 150 が、各列車の計画ダイヤを表示したダイヤ画面を表示部 300 に表示させる (ステップ A5)。続いて、列車乗継作成部 130 が、列車乗継作成処理を行って、行動属性毎の列車乗継データ 614 を作成する (ステップ A7)。

【0097】

図 27 は、列車乗継作成処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、列車乗継作成部 130 は、対象線区内の全ての駅毎に、ループ B の処理を行う。ループ B では、運用ダイヤを基に、当該駅を出発駅とし他の各駅を目的駅としたダイヤネットワークを、行動属性毎に生成する (ステップ B1)。そして、生成した行動属性毎のダイヤネットワークを基に、出発駅から他の各目的駅までの列車乗継を算出し、該当する行動属性の列車乗継データ 614 に格納する (ステップ B3)。ループ B の処理はこのように行われる。全ての駅それぞれを対象としたループ B が終了すると、列車乗継作成部 130 は、列車乗継作成処理を終了する。

【0098】

列車乗継作成処理が終了すると、シミュレーションが開始される (ステップ A9)。即ち、旅客管理部 110 が旅客出現処理を行い、各駅に旅客を出現させる (ステップ A11)。

【0099】

図 28 は、旅客出現処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、旅客管理部 110 は、対象線区内の全ての駅毎に、ループ C の処理を行う。ループ C では、旅客管理部 110 は、旅客出現確率テーブル 522 に従って、行動属性毎に、当該駅を出現駅とし他の各駅を目的駅とする旅客の出現人数を決定する (ステップ C1)。次いで、出現させると決定した旅客毎に、ループ D の処理を行う。

【0100】

ループ D では、当該旅客の乗車位置を、目的駅に該当する乗車位置選択確率テーブル 523 に従って確率的に決定する (ステップ C3)。また、当該旅客の行動属性に該当する列車乗継データ 614 を参照し、当該駅 (出現駅) と目的駅との組合せに対応する列車乗継を、当該旅客の乗継計画とする (ステップ C5)。そして、当該旅客を当該駅に出現させる (ステップ C7)。ループ D の処理はこのように行われる。出現させる旅客それぞれを対象としたループ D の処理を終了し、全ての駅それぞれを対象とするループ C の処理が終了すると、旅客管理部 110 は旅客出現処理を終了する。

【0101】

旅客出現処理が終了すると、CPU 100 は、対象線区内の全ての駅毎にループ A の処理を行う。ループ A では、先ず、着時処理を行う (ステップ A13)。

【0102】

図 29 は、着時処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、運行制御部 120 が、シミュレーション中の現在時刻 (シミュレーション時刻) が運用ダイヤに基づく何れかの列車の何れかの駅への着時刻であるかを判断し、着時刻ならば (ステップ D1: YES)、実績ダイヤ等を参照して、当該列車 (着列車) が到着可能か否かを

10

20

30

40

50

判断する。到着可能でないと判断したならば（ステップD3：NO）、当該着列車の当該駅への到着時刻を所定時分（例えば、1分）遅らせて、運用ダイヤを更新する（ステップD13）。

【0103】

一方、到着可能と判断したならば（ステップD3：YES）、現在時刻を当該列車の実績の着時刻として実績ダイヤを更新する（ステップD5）。次いで、列車乗継作成部130が、列車乗継データ614の更新を行う。即ち、運用ダイヤを基に、着列車が到着する駅（着駅）を出発駅としたダイヤネットワークを、行動属性毎に生成する（ステップD7）。そして、生成した行動属性毎のダイヤネットワークを基に、当該着駅からの他の各目的駅までの列車乗継を算出し、列車乗継データ614を更新する（ステップD9）。その後、旅客管理部110が、更新後の列車乗継データ614を基に、着列車の乗客及び着駅の滞留旅客それぞれについて、当該着駅以降の乗継計画を更新する（ステップD11）。

以上の処理を行うと、着時処理を終了する。

【0104】

着時処理が終了すると、続いて発時処理を行う（ステップA15）。

図30は、発時処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、運行制御部120が、シミュレーション中の現在時刻が運用ダイヤに基づく何れかの列車の何れかの駅からの発時刻であるかを判断し、発時刻ならば（ステップE1：YES）、当該列車について当該駅での発時更新済みであるか否かを判断する。発時更新済みならば（ステップE3：YES）、現在時刻を発列車の実績の発時刻として実績ダイヤを更新する（ステップE21）。

【0105】

一方、発時更新済みでないならば（ステップE3：NO）、続いて、列車乗継作成部130が列車乗継データ614の更新を行う。即ち、運用ダイヤを基に、発列車が発車する駅（発駅）を出発駅としたダイヤネットワークを、行動属性毎に生成する（ステップE5）。そして、生成した行動属性毎のダイヤネットワークを基に、当該発駅からの他の各駅までの列車乗継を算出し、列車乗継データ614を更新する（ステップE7）。

【0106】

その後、旅客管理部110が、更新後の列車乗継データ614を基に、発列車の乗客及び発駅の滞留旅客それぞれについて、当該発駅以降の列車乗継を更新する（ステップE9）。続いて、旅客管理部110が、発列車の乗客及び発駅の滞留旅客を対象とした乗降処理を行う（ステップE11）。

【0107】

図31は、乗降処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、旅客管理部110は、発列車の乗車位置毎にループEの処理を行う。ループEでは、当該発列車の当該乗車位置の乗客のうちから、当該発駅で降車する乗客を判断し（ステップF1）、判断した乗客を発列車から降車させる（ステップF3）。そして、当該乗車位置から降車させた乗客の人数を算出する（ステップF5）。

【0108】

また、旅客管理部110は、当該発駅の滞留旅客のうちから、発列車に当該乗車位置から乗車する旅客を判断し（ステップF7）、乗車すると判断した旅客の人数（乗車予定人数）を算出する（ステップF9）。次いで、乗車すると判断した旅客を乗車させたと仮定した場合の、当該乗車位置での仮想乗車率を算出し（ステップF11）、算出した仮想乗車率が所定の上限乗車率を超えるかを判定する。

【0109】

仮想乗車率が上限乗車率を超えないならば（ステップF13：NO）、乗車すると判定した旅客の全てを、当該発列車に乗車させる（ステップF23）。一方、算出した仮想乗車率が上限乗車率を超えるならば（ステップF13：YES）、仮想乗車率が上限乗車率を超えない乗車可能な乗客の人数（乗車可能人数）を算出する（ステップF15）。そして、乗車すると判断した旅客のうちから、算出した乗車可能人数だけの旅客を選択し（ス

10

20

30

40

50

ステップF17)、選択した旅客を発列車に乗車させる(ステップF19)。そして、当該乗車位置から乗車させた旅客の数(乗車人数)を算出する(ステップF21)。

ループEの処理はこのように行われる。全ての乗車位置それぞれを対象としたループEの処理を終了すると、旅客管理部110は乗降処理を終了する。

【0110】

乗降処理が終了すると、運行制御部120が、発列車の乗車位置毎(各車両の扉毎)に乗降時間を算出し(ステップE13)、算出した乗降時間のうち、最長の時間を発列車の乗降時間とする(ステップE15)。そして、算出した乗降時間を基に、発列車に遅延が生じるかを判断する(ステップE17)。遅延が生じないと判断したならば(ステップE19:NO)、現在時刻を発列車の実績の発時刻として実績ダイヤを更新する(ステップE21)。

10

【0111】

一方、遅延が生じると判断したならば(ステップE19:YES)、運行制御部120は、算出した乗降時間と運用ダイヤ上の停車時分との差分を遅延時分 t として算出し(ステップE23)、発列車の当該発駅での発時刻を、算出した遅延時分 t だけ遅らせた時刻として運用ダイヤを更新する(ステップE25)。このとき、この運用ダイヤの更新に伴い、必要に応じて他の列車の運用ダイヤを修正する。そして、当該発列車の当該駅における発時更新を“済み”とする(ステップE27)。

以上の処理を行うと、発時処理を終了する。

【0112】

20

発時処理が終了すると、CPU100は、ループAを終了する。そして、全ての駅それぞれを対象としたループAが終了すると、続いて画面表示制御部150が表示画面変更処理を行う(ステップA17)。

【0113】

図32は、表示画面変更処理の流れを説明するためのフローチャートである。同図によれば、画面表示制御部150は、先ず、実績ダイヤを基に、ダイヤ画面の実績ダイヤ図を更新する(ステップG1)。次いで、ダイヤ画面に重ねて列車画面を表示中であるかを判断し、表示中ならば(ステップG3:YES)、該当する列車の列車データ615や実績ダイヤデータ612、乗降実績データ622等を基に、列車画面の表示内容を更新する(ステップG5)。そして、列車画面の表示終了の指示が入力されたかを判断し、入力されたならば(ステップG7:YES)、表示中の列車画面の表示を終了する(ステップG9)。

30

【0114】

また、列車画面を表示中でないならば(ステップG3:NO)、画面表示制御部150は、続いて、ダイヤ画面に重ねて駅画面を表示中であるか否かを判断する。駅画面を表示中ならば(ステップG11:YES)、滞留旅客データ624を基に、駅画面の表示内容を更新する(ステップG13)。そして、駅画面の表示終了の指示が入力されたか否かを判断し、入力されたならば(ステップG15:YES)、表示中の駅画面の表示を終了する(ステップG17)。

【0115】

40

また、駅画面が表示中でないならば(ステップG11:NO)、ダイヤ画面におけるダイヤ図中の何れかの列車が選択されたか否かを判断する。列車が選択されたならば(ステップG19:YES)、当該選択された列車の列車データ615や計画ダイヤデータ521、実績ダイヤデータ612、乗降実績データ622等を基に、当該列車の列車画面を表示させる(ステップG21)。また、列車が選択されていないならば(ステップG19:NO)、駅画面の表示指示が入力されたか否かを判断し、入力されたならば(ステップG23:YES)、滞留旅客データ624を基に駅画面をダイヤ画面に重ねて表示させる(ステップG25)。

以上の処理を行うと、画面表示制御部150は表示画面変更処理を終了する。

【0116】

50

表示画面変更処理が終了すると、CPU 100は、現在時刻 t が予め定められたシミュレーションの終了時刻に達しているか否かを判断し、達していないならば（ステップ A 19：NO）、現在時刻 t を所定時分だけ進め（ステップ A 21）、ステップ A 11に戻る。一方、現在時刻 t が終了時刻に達しているならば（ステップ A 19：YES）、シミュレーションは終了となる（ステップ A 23）。そして、不効用値算出部 140が、計画ダイヤ及び実績ダイヤそれぞれに対する各旅客の不効用値を算出する（ステップ A 25）。

以上の処理を行うと、シミュレーション処理は終了となる。

【0117】

〔作用・効果〕

このように、本実施形態のシミュレーションでは、行動属性毎に出現駅と目的駅との組合せ毎の旅客の出現確率を定義した旅客出現確率テーブル 522に従って、行動属性及び目的駅が設定された旅客が各駅に出現され、出現された旅客それぞれは、当該旅客に設定された乗継計画に従ってその行動（列車への乗降等）が制御される。また、予め定められた計画ダイヤに従い、各駅における旅客それぞれの列車の乗降によって生じる遅延等が算出されて列車の運行が制御される。また、各旅客に設定されている乗継計画は、随時、各駅間の最適な列車乗継を格納した列車乗継データ 614を基に更新され、この列車乗継データ 614は、列車の運行に伴って随時更新されており、その時点での最適な列車乗継を格納している。つまり、シミュレーションの進行に伴って変化する列車の運行を基に算出された、その時点での最適な列車乗継が乗継計画として各旅客に適用され、旅客それぞれは、その時点で最適な乗継計画に基づいて制御される。従って、旅客それぞれの行動を忠実に再現することができ、これにより、極めて精度の良いシミュレーションが実現できる。

【0118】

尚、本発明の適用可能な実施形態は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能なのは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図1】シミュレーション装置の内部構成図。

【図2】旅客出現確率テーブルのデータ構成例。

【図3】旅客の出現の説明図。

【図4】旅客データのデータ構成例。

【図5】（a）乗車位置選択確率テーブルのデータ構成例、（b）選択確率の決定の説明図。

【図6】列車乗継データのデータ構成例。

【図7】列車データのデータ構成例。

【図8】定員データのデータ構成例。

【図9】滞留旅客データのデータ構成例。

【図10】上限乗車率データのデータ構成例。

【図11】乗降人数データのデータ構成例。

【図12】乗降実績データのデータ構成例。

【図13】計画ダイヤデータのデータ構成例。

【図14】運用ダイヤデータのデータ構成例。

【図15】実績ダイヤデータのデータ構成例。

【図16】乗降時間データのデータ構成例。

【図17】遅延の発生による運用ダイヤ修正の説明図。

【図18】ダイヤの一例。

【図19】行動属性「最早列車選択型」の場合のダイヤネットワークの一例。

【図20】行動属性「乗換回避型」の場合のダイヤネットワークの一例。

【図21】不効用値データのデータ構成例。

【図22】ダイヤ画面の一例。

10

20

30

40

50

【図 2 3】ダイヤ画面に列車画面が重ねて表示された場合の一例。

【図 2 4】列車画面の一例。

【図 2 5】駅画面の一例。

【図 2 6】シミュレーション処理の流れ図。

【図 2 7】シミュレーション処理中に実行される列車乗継作成処理の流れ図。

【図 2 8】シミュレーション処理中に実行される旅客出現処理の流れ図。

【図 2 9】シミュレーション処理中に実行される着時処理の流れ図。

【図 3 0】シミュレーション処理中に実行される発時処理の流れ図。

【図 3 1】発時処理中に実行される乗降処理の流れ図。

【図 3 2】シミュレーション処理中に実行される表示画面変更処理の流れ図。

10

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

1 シミュレーション装置

1 0 0 C P U

1 1 0 旅客管理部

1 2 0 運行制御部

1 3 0 列車乗継作成部

1 4 0 不効用値算出部

1 5 0 画面表示制御部

2 0 0 入力部

20

3 0 0 表示部

4 0 0 通信部

5 0 0 ハードディスク（記憶装置）

5 1 0 シミュレーションプログラム

5 2 1 計画ダイヤデータ

5 2 2 旅客出現確率テーブル

5 2 3 乗車位置選択確率テーブル

5 2 4 定員データ

5 2 5 上限乗車率データ

6 0 0 R A M

30

6 1 1 運用ダイヤデータ

6 1 2 実績ダイヤデータ

6 1 3 旅客データ

6 1 4 列車乗継データ

6 1 5 列車データ

6 2 1 乗降人数データ

6 2 2 乗降実績データ

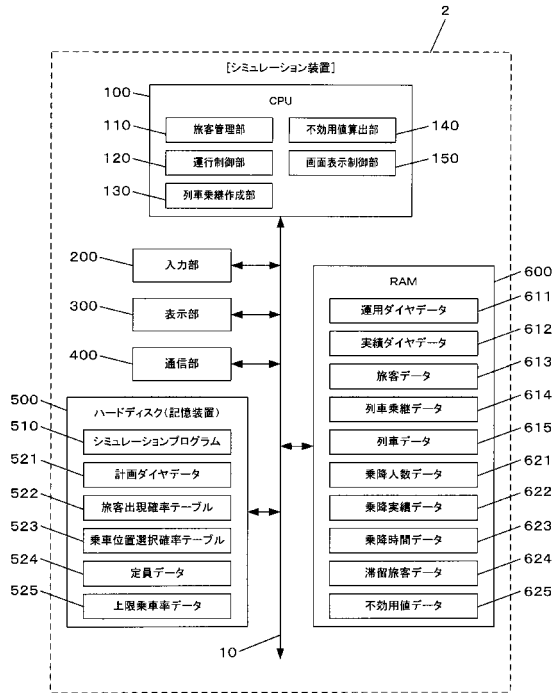
6 2 3 乗降時間データ

6 2 4 滞留旅客データ

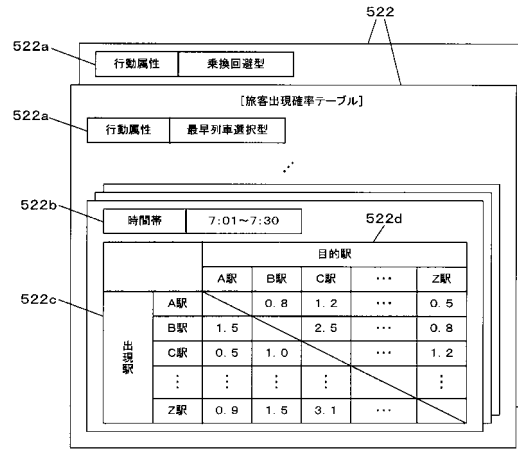
6 2 5 不効用値データ

40

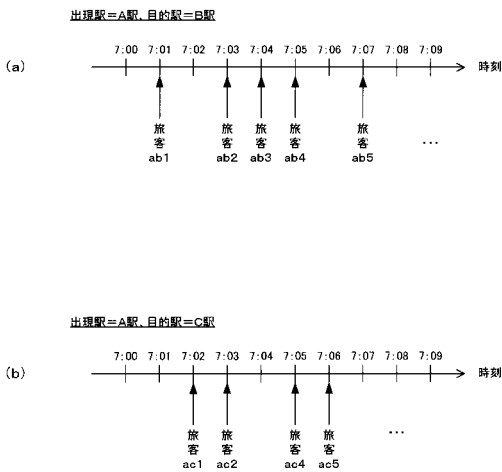
【図1】



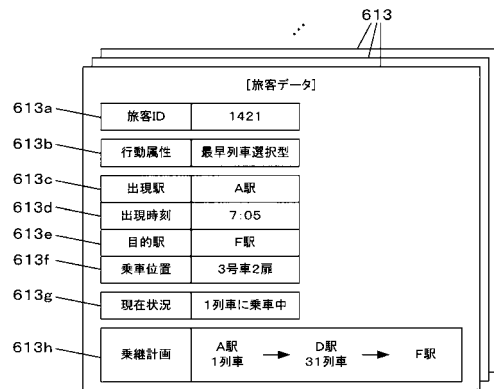
【図2】



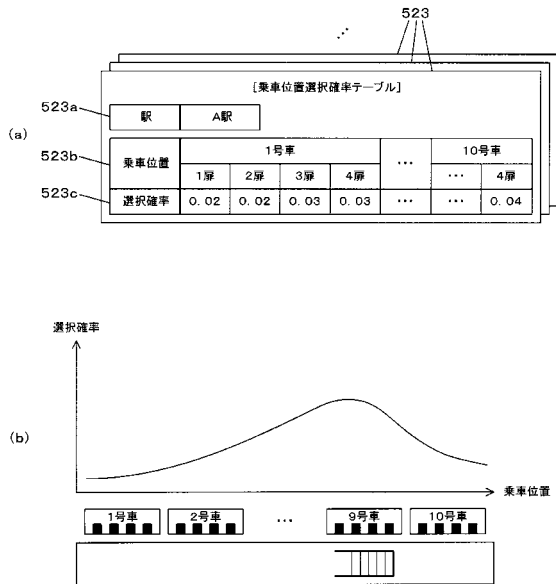
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

614

614a 行動属性 乗換回数型

614a 行動属性 最早列車選択型

614b 出発駅 目的駅 列車乗継

614c 614d

| | | | | | | |
|-----|------------|------------|------------|------------|----|----|
| A駅 | B駅 | A駅 1列車 | → | B駅 | | |
| | C駅 | A駅 1列車 | → | C駅 | | |
| | ... | ... | → | ... | | |
| Z駅 | A駅 21列車 | → | G駅 42列車 | → | Z駅 | |
| B駅 | A駅 | B駅 15列車 | → | A駅 | | |
| | C駅 | B駅 1列車 | → | C駅 | | |
| ... | ... | ... | → | ... | | |
| Z駅 | A駅 | Z駅 11列車 | → | F駅 31列車 | → | A駅 |

【図7】

615

615a 列車番号 12列車

615b 運行区間 A駅→G駅

615c 運行状況 C駅～D駅間を走行中

615d

615e 車両 1号車

615f 乗車位置

615g 乗客

615h 車内人数

615i 乗車率

| | | | | |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 乗車位置 | 1号車 | | | |
| 乗客 | 1421, 22, 825, ... | 35, 428, 2109, ... | 325, 194, 14, ... | 1091, 35, 872, ... |
| 車内人数 | 47 | 48 | 56 | 67 |
| 乗車率 | 115 | 116 | 120 | 131 |

【図9】

624 [滞留旅客データ]

624a

624b 滞留旅客

624c 滞留人数

| | | | |
|------|-----------------------------|-----------------------------|-----|
| 駅 | A駅 | B駅 | ... |
| 滞留旅客 | 1425, 32, 415, 19, 165, ... | 56, 118, 3320, 20, 217, ... | ... |
| 滞留人数 | 119 | 340 | ... |

【図10】

525 [上限乗車率データ]

| | |
|-------|------|
| 上限乗車率 | 250% |
|-------|------|

【図11】

621 [乗降人数データ]

621a 乗車位置

621b 着時車内人数

621c 降車人数

621d 乗車人数

| | | | | | | |
|--------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 乗車位置 | 1号車 | | | | 2号車 | ... |
| 着時車内人数 | 120 | 98 | 131 | 149 | ... | ... |
| 降車人数 | 18 | 22 | 31 | 29 | ... | ... |
| 乗車人数 | 5 | 16 | 14 | 21 | ... | ... |

【図8】

524 [定員データ]

524a 乗車位置

524b 定員

| | | | | | |
|------|-----|----|----|----|-----|
| 乗車位置 | 1号車 | | | | ... |
| 定員 | 55 | 60 | 60 | 55 | ... |

【図12】

622

[乗降実績データ]

| | | | | | |
|------|------|------|--------|--------|------|
| 列車番号 | 21列車 | 622c | 622d | 622e | 622f |
| 駅 | 降車人数 | 乗車人数 | 発車室内人数 | 乗車率[%] | |
| A駅 | - | 419 | 419 | 45 | |
| B駅 | 40 | 91 | 470 | 61 | |
| C駅 | - | - | - | - | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | |
| Q駅 | - | - | - | - | |

【図14】

611

[運用ダイヤデータ]

| | | | |
|------|---------|------|------|
| 列車番号 | 21列車 | 611e | 611f |
| 列車種別 | 各駅停車/上り | 611d | |
| 駅 | 着時刻 | 発時刻 | 発時更新 |
| A駅 | - | 7:12 | 済み |
| B駅 | 7:19 | 7:22 | 済み |
| C駅 | 7:30 | 7:33 | 未だ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| Q駅 | 8:45 | - | 未だ |

【図13】

521

[計画ダイヤデータ]

| | | |
|------|---------|------|
| 列車番号 | 21列車 | 521e |
| 列車種別 | 各駅停車/上り | 521d |
| 駅 | 着時刻 | 発時刻 |
| A駅 | - | 7:12 |
| B駅 | 7:19 | 7:22 |
| C駅 | 7:30 | 7:33 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| Q駅 | 8:45 | - |

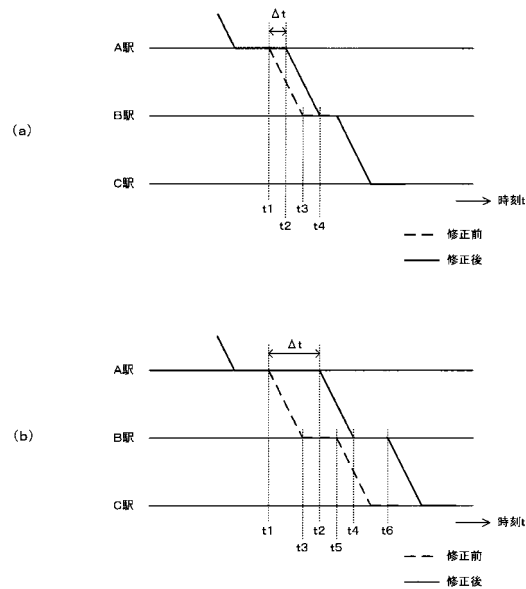
【図15】

612

[実績ダイヤデータ]

| | | |
|------|---------|------|
| 列車番号 | 21列車 | 612e |
| 列車種別 | 各駅停車/上り | 612d |
| 駅 | 着時刻 | 発時刻 |
| A駅 | - | 7:12 |
| B駅 | 7:20 | 7:23 |
| C駅 | 7:31 | - |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| Z駅 | - | - |

【図17】



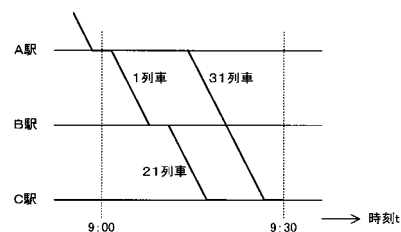
【図16】

623

[乗降時間データ]

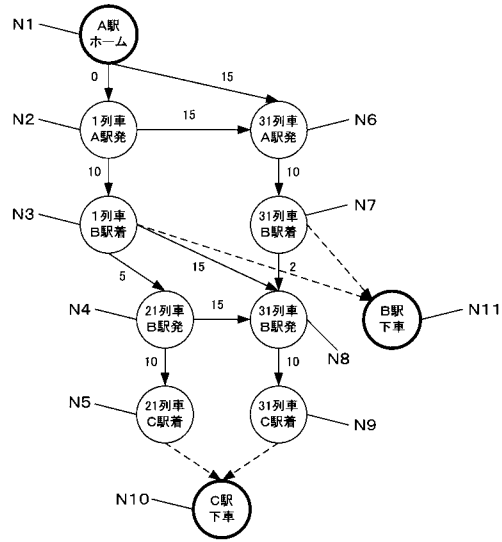
| | | | | | |
|---------|-----|----|-----|----|---|
| 乗車位置 | 1号車 | | 2号車 | | ⋮ |
| | 1扉 | 2扉 | 3扉 | 4扉 | ⋮ |
| 乗降時間[秒] | 65 | 90 | 115 | 80 | ⋮ |

【図18】



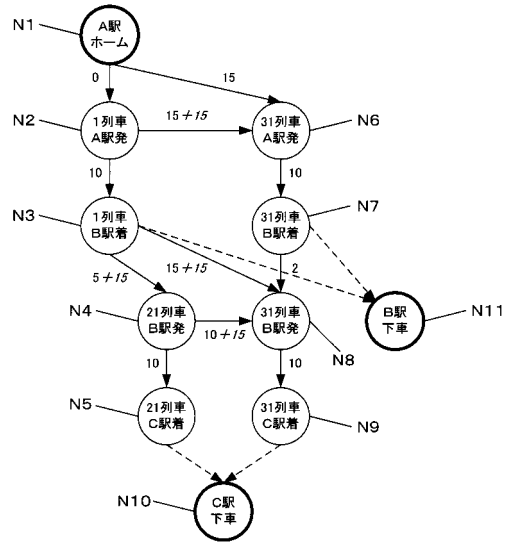
【図19】

行動属性=「最早列車選択型」



【図20】

行動属性=「乗換回避型」



【図21】

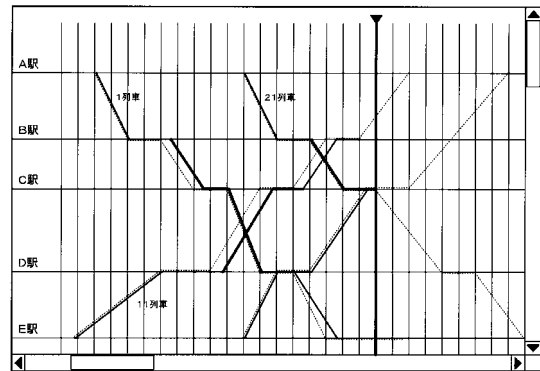
625

625a 625b 625c 625d

[不効用値データ]

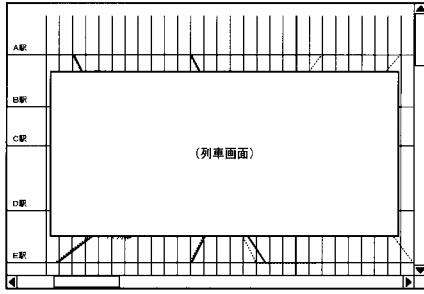
| 旅客ID | 出発駅 | 到着駅 | 不効用値 | |
|------|-----|-----|---------|---------|
| | | | 基本ダイヤ | 実績ダイヤ |
| 1 | A駅 | C駅 | 4787.05 | 4787.05 |
| 2 | A駅 | D駅 | 4686.08 | 4686.08 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

【図22】

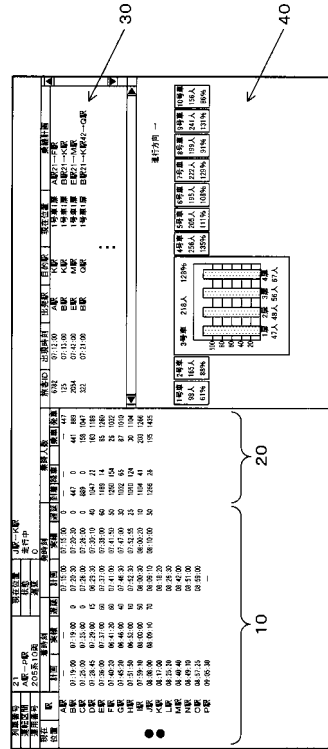


..... 計画ダイヤ
 ——— 実績ダイヤ
 ▼ 現在のシミュレーション時刻

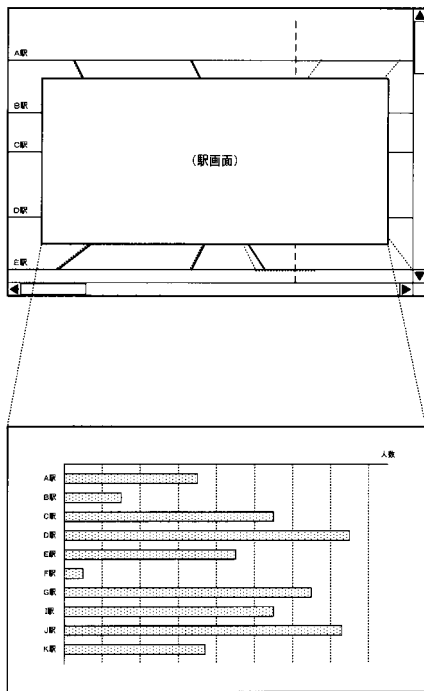
【図 23】



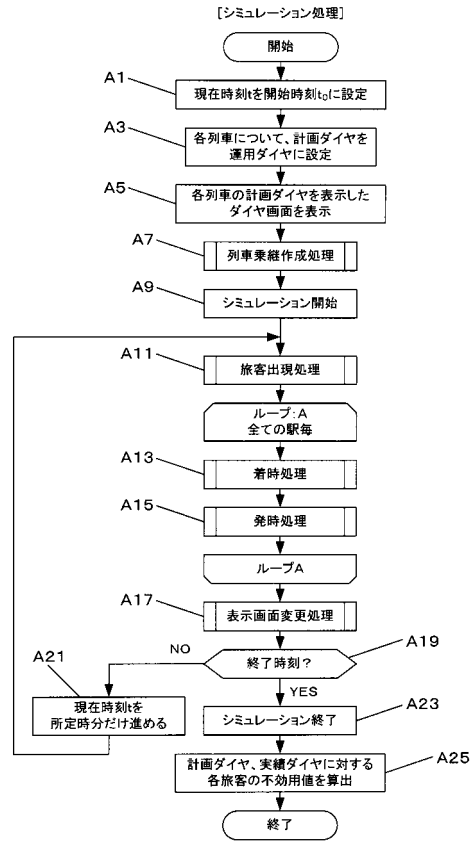
【図 24】



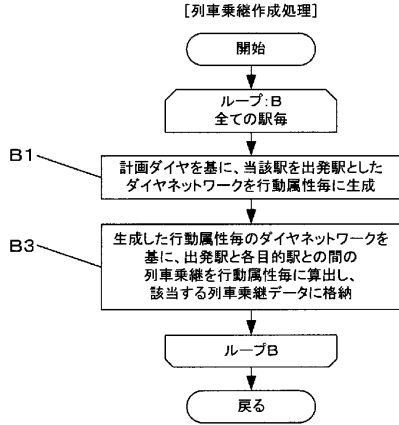
【図 25】



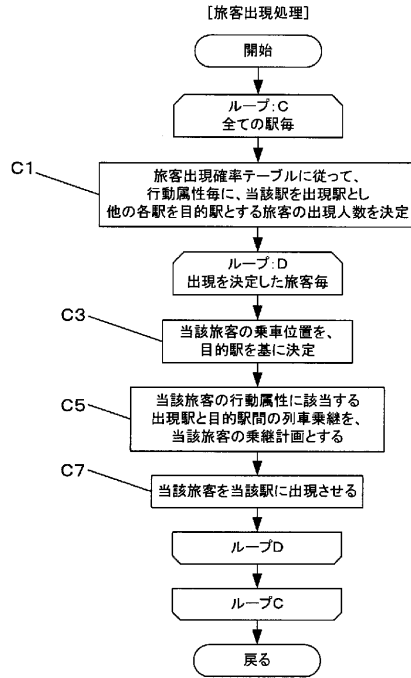
【図 26】



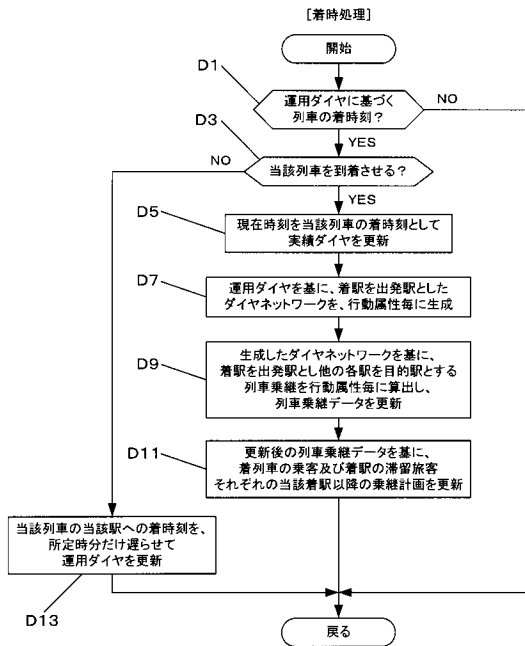
【図 27】



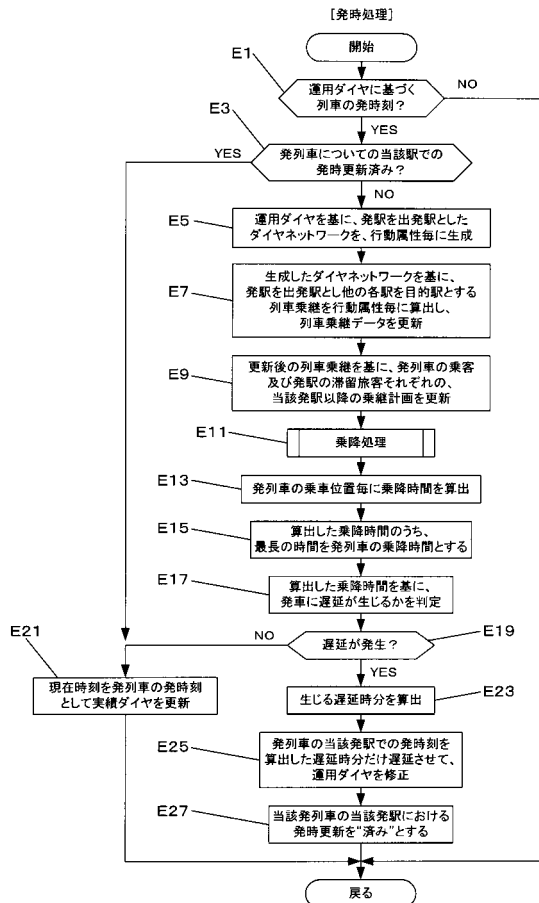
【図 28】



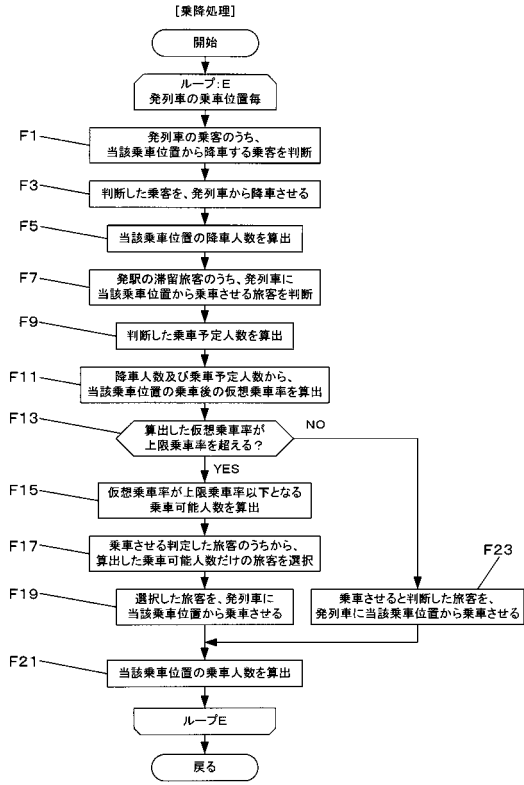
【図 29】



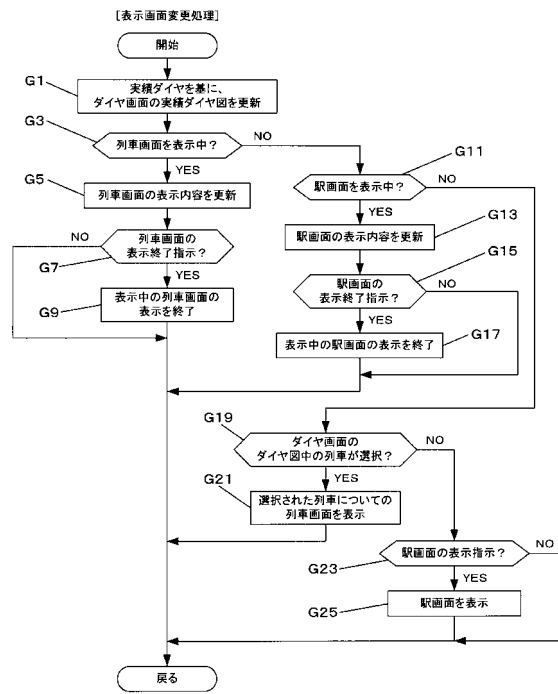
【図 30】



【図31】



【図32】



フロントページの続き

(72)発明者 富井 規雄

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人鉄道総合技術研究所内

審査官 池田 貴俊

(56)参考文献 特開2001-55145(JP,A)

特開2002-298065(JP,A)

特開2005-170174(JP,A)

国際公開第2005/098789(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B61L 27/00

G06F 19/00

G06Q 50/00