

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年7月11日(11.07.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/135310 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 15/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040006

(22) 国際出願日: 2018年10月26日(26.10.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2018-000050 2018年1月4日(04.01.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 Tokyo (JP).

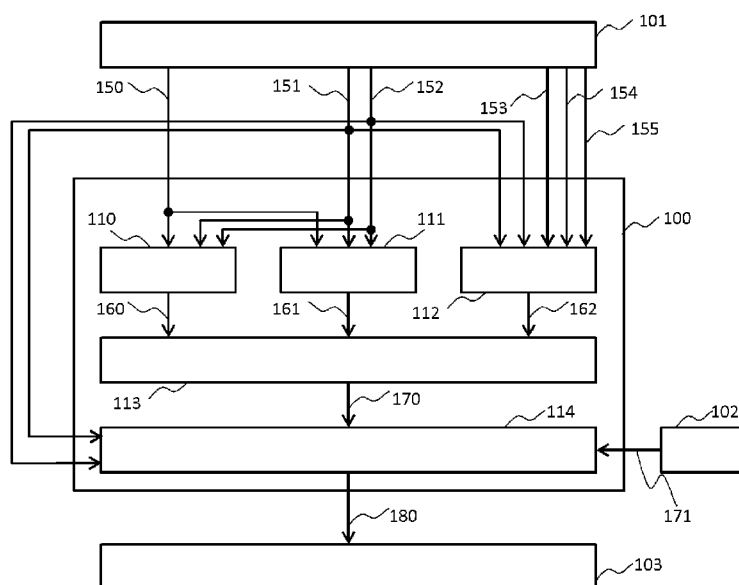
(72) 発明者: 牧 健太郎(MAKI, Kentaroh); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小田 篤史(ODA, Atsushi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 祖父江 昭彦(SOBUE, Akihiko); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目3番12号 シーフォートスクエア センタービルディング16階 Tokyo (JP).

(54) Title: OPERATION ASSISTANCE SYSTEM

(54) 発明の名称: 運転支援システム

図1



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an operation assistance technique capable of suppressing the deterioration of punctuality even when the accuracy of a train on-rail position has deteriorated. This operation assistance system assists operation maneuvers while a train runs between stations, and is provided with a constant-speed assistance unit for determining a target speed in accordance with the on-rail position of the train, a coasting assistance unit for determining a coasting position in accordance with the on-rail position of the train, an on-rail position recognition



WO 2019/135310 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

accuracy detection unit for outputting on-rail position accuracy that is the accuracy of the on-rail position of the train, and an assistance information determination unit for determining operation assistance information. The operation assistance system is characterized in that the assistance information determination unit creates the operation assistance information by combining the target speed and the coasting position in accordance with the on-rail position accuracy.

(57) 要約: 列車の在線位置の精度が悪化した場合にも、定時性の悪化を抑制できる運転支援の技術を提供することを目的とする。列車の駅間走行中における運転操作を支援する運転支援システムであって、前記列車の在線位置に応じた目標速度を決定する定速支援部と、前記列車の在線位置に応じた惰行位置を決定する惰行支援部と、前記列車の在線位置の精度である在線位置精度を出力する在線位置認識精度検出部と、運転支援情報を決定する支援情報決定部を備え、前記支援情報決定部は、前記在線位置精度に応じて前記目標速度と前記惰行位置とを組み合わせることで前記運転支援情報を作成すること、を特徴とする運転支援システム。

明 細 書

発明の名称： 運転支援システム

技術分野

[0001] 本発明は、鉄道をはじめとする軌道輸送を行う移動体の運転支援技術に関する。

背景技術

[0002] 列車運行ダイヤの過密化やホームドアの整備充実化等を背景に、乗務員の負担低減や人件費の削減を目的として、自動列車運転（ATO：Automatic Train Operation）装置が多くの路線で導入されている。近年では、本来の目的である定時運行や省力化に加えて、消費電力量の削減もATO装置に要求されるようになってきている。一方、ATO装置が導入されていない路線向けには、消費電力量が少ない走行パターンで走行できるように、運転士に運転操作の支援を行う運転支援装置の導入も進められている。

[0003] 省エネを目的としたATO装置や運転支援装置は、予めシミュレーションで導出された消費電力量が少ない走行パターンに基づいて走行制御や運転操作支援を実施する。ところが実際の走行ではシミュレーションの前提条件とは異なる条件（例えば、架線電圧、乗車率）により、シミュレーションにより導出された走行パターン通りに走行できないことが発生する。

[0004] 公知技術として、特許文献1がある。特許文献1には、走行パターンを実際の走行実績に応じて補正する技術が開示されている。具体的には、駅間を定速走行と惰行を組み合わせる場合において、定速走行を開始するタイミングを決定する定速開始判定部と惰行を開始するタイミングを決定する惰行開始判定部を備え、残走行時分に基いて、力行指示／定速指示／惰行指示を運転支援装置に出力する運転支援システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-63556号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に代表されるように、省エネ運転の支援は大きく2種類に分けられる。支援ポイントの例を図8に示す。図8の(1)は、定速開始判定(目標速度提示)を示し、図8の(2)は、惰行開始判定(惰行開始位置提示)を示す。図8において、横軸は列車の位置を示し、縦軸は列車の速度を示す。一つ目は、適切な目標速度での巡航を支援するもので、定時性を考慮したうえで過剰な加速を抑制し、力行電力の低減に寄与する(図8の(1))。二つ目は、適切な位置での惰行を支援するもので、力行電力を低減しつつ、定時性にも大きな影響を与える(図8の(2))。前者の目標速度の支援は駅間走行の比較的前半に多く活用される(駅発車後の加速を終えるポイントなど)一方で、後者の惰行位置支援は駅間走行の後半に多く活用される(巡航中の下り坂での惰行活用や、停止ブレーキ前の惰行挿入)傾向にある。

[0007] ここで、列車の在線位置の認識には誤差が含まれやすいという課題がある。一般的に列車の在線位置の認識は、速度発電機で検出された車輪回転数に基づく車両速度の積分で算出される。したがって、車輪径誤差や積分誤差、あるいは空転・滑走といった事象により、特に駅間走行の後半では在線位置の認識に誤差が内在し易い。在線位置の認識の精度が悪化した場合に前記の惰行支援を継続すると、適切な位置で惰行ができなくなる。その結果、予定した走行パターンから逸脱して定時性の悪化につながりかねない。

[0008] 在線位置認識の精度悪化による悪影響の例を図9に示す。図9の(1)は、定速開始判定(目標速度提示)を示し、図9の(2)は、惰行開始判定(惰行開始位置提示)を示す。図9の符号91は、位置精度悪化(例：空転発生で走行距離が進んだ場合)を示し、図9の符号92は、惰行位置がずれて速度低下、を示す。図9の例では、駅発車後の加速後に空転が発生して、列車が認識している在線位置が本来の在線位置よりも進行方向前方に進んだ場合を示している。在線位置の認識が進んでいるため、下り坂前の惰行開始位

置が予定よりも手前となっている。その影響で、下り勾配前での速度低下が大きくなりすぎ、惰行後の走行速度が低下している。また、停止ブレーキ前の惰行位置も予定より手前となり、予定よりも長く惰行をしている。このような走り方は駅間全体の走行速度が低下し、遅着につながる。

[0009] 本発明は、以上の点を考慮してなされたもので、列車の在線位置認識の精度が悪化した場合にも、定時性の悪化、とくに遅着を抑制できる運転支援の技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、代表的な本発明の運転支援システムは、列車の駅間走行中における運転操作を支援する運転支援システムであって、前記列車の在線位置に応じた目標速度を決定する定速支援部と、前記列車の在線位置に応じた惰行位置を決定する惰行支援部と、前記列車の在線位置認識の精度である在線位置認識精度を出力する在線位置認識精度検出部と、運転支援情報を決定する支援情報決定部を備え、前記支援情報決定部は、前記在線位置認識精度に応じて前記目標速度と前記惰行位置とを組み合わせる前記運転支援情報を作成すること、を特徴とする運転支援システム、である。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、省エネな走行を支援しつつ、列車の在線位置認識精度が悪化した場合でも定時性の悪化を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施例1に係る運転支援システムのシステム構成の一例を示す図である。

[図2]支援情報決定部の処理フローの一例を示す図である。

[図3]在線位置認識精度検出部の検出方法の一例を示す図である。

[図4]在線位置認識精度検出部の検出方法の一例を示す図である。

[図5]在線位置認識精度検出部の検出方法の一例を示す図である。

[図6]在線位置認識精度検出部の検出方法の一例を示す図である。

[図7]在線位置認識精度検出部の検出方法の一例を示す図である。

[図8]在線位置認識精度が良好な場合の走行パターンの例を示す図である。

[図9]在線位置認識精度が悪化した場合の走行パターンの例を示す図である。

[図10]実施例1に係る運転支援システムを適用した状況で、在線位置認識精度が悪化した場合の走行パターンの例を示す図である。

[図11]実施例2に係る運転支援システムのシステム構成の一例を示す図である。

[図12]実施例2に係る運転支援システムにおける表示器の表示内容遷移の一例（在線位置認識精度が良好な場合）を示す図である。

[図13]実施例2に係る運転支援システムにおける表示器の表示内容遷移の別の例（在線位置認識精度が悪化した場合）を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して実施例について説明する。

実施例 1

[0014] 本実施例では、本発明の運転支援システムによって自動で列車を運転する例を示す。本実施例に示す自動列車運転の方法によれば、列車の在線位置認識精度が悪化した場合にも、定時性悪化を抑制した列車運行が可能となる。

[0015] はじめに、本実施例の運転支援システムのシステム構成を説明する。図1は、本実施例の運転支援システムのシステム構成を示す図である。

[0016] 運転支援システム100は、車両情報制御装置101から取得する情報と、保安装置102から取得する情報に基づいて、制駆動装置103への指令を決定し、列車を自動運転する。前記運転支援システム100が前記車両情報制御装置101から取得する情報は、残走行時分150と車両速度151と在線位置情報152と制駆動力情報153と想定走行パターン154と空転／滑走検知結果155である。また、前記運転支援システム100が前記保安装置102から取得する情報は、制限速度171である。

[0017] 前記残走行時分150は、前記車両情報制御装置101の内部で算出される値であり、算出方法の一例として、次駅の到着目標時刻から現在時刻を減じる方法が挙げられる。

- [0018] 前記車両速度 151 は、前記車両情報制御装置 101 が、速度発電機（図示しない）の回転数情報などから生成し・管理している。例えば、速度発電機が生成する単位時間当たりの車輪の回転数情報に車輪の円周長をかけることにより単位時間当たりの走行距離、すなわち速度が求められ、これを用いて車両速度 151 を生成する。
- [0019] 前記在線位置情報 152 は、前記車両情報制御装置 101 が保持しており、トランスポンダ等を利用した地上側との通信による絶対位置検出結果を初期値とし、当該通信ができない区間において前記車両速度 151 を積分した値、すなわち走行距離を加算することで求める。
- [0020] 前記制駆動力情報 153 は、前記車両情報制御装置 101 が前記制駆動力装置 103 から取得しており（経路は図示しない）、発生した制駆動力の実績値または指令値である。
- [0021] 前記想定走行パターン 154 は、それぞれの駅間における計画済の速度パターンであり、少なくとも、それぞれの駅間における惰行予定区間の速度軌跡が前記車両情報制御装置 101 に保持されている。
- [0022] 前記空転／滑走検知結果 155 は、前記車両情報制御装置 101 が前記制駆動力装置 103 から車両内の情報伝送を経て取得しており（経路は図示しない）、力行中の空転、制動中の滑走の発生履歴である。
- [0023] 前記制限速度 171 は、駅間の位置に応じた許容最高速度が定義されている。
- [0024] 前記運転支援システム 100 は、定速支援部 110 と、惰行支援部 111 と在線位置認識精度検出部 112 と、支援情報決定部 113 と制駆動指令演算部 114 とから構成される。
- [0025] 前記定速支援部 110 は、前記残走行時分 150 と前記車両速度 151 と前記在線位置情報 152 とを入力として目標速度 160 を算出し、前記支援情報決定部 113 へ出力する。前記目標速度 160 の算出方法については後述する。
- [0026] 前記惰行支援部 111 は、前記残走行時分 150 と前記車両速度 151 と

前記在線位置情報 1 5 2 とを入力として惰行位置 1 6 1 を算出し、前記支援情報決定部 1 1 3 へ出力する。前記惰行位置 1 6 1 の算出方法については後述する。

[0027] 前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 は、前記車両速度 1 5 1 と前記在線位置情報 1 5 2 と前記制駆動力情報 1 5 3 と前記想定走行パターン 1 5 4 と前記空転／滑走検知結果 1 5 5 とを入力として在線位置精度 1 6 2 を算出し、前記支援情報決定部 1 1 3 へ出力する。

[0028] 前記在線位置精度 1 6 2 は良好・悪化の 2 値とし、駅停止時などの有電源地上子との通信で絶対位置が補正されるタイミングで「良好」にセットされる。前記在線位置精度 1 6 2 の算出方法については後述する。

[0029] 前記支援情報決定部 1 1 3 は、前記目標速度 1 6 0 と前記惰行位置 1 6 1 と前記在線位置精度 1 6 2 とを入力として、運転支援情報 1 7 0 を算出し、前記制駆動指令演算部 1 1 4 へ出力する。前記運転支援情報 1 7 0 の算出方法については後述する。

[0030] 前記制駆動指令演算部 1 1 4 は、前記運転支援情報 1 7 0 と前記車両速度 1 5 1 と前記在線位置情報 1 5 2 と前記制限速度 1 7 1 とを入力として前記制駆動指令 1 8 0 を算出し、前記制駆動装置 1 0 3 へ出力する。前記制駆動指令 1 8 0 の算出方法については後述する。

[0031] 以上が、本実施例の運転支援システム 1 0 0 のシステム構成の説明である。

[0032] 次に、本実施例の運転支援システム 1 0 0 に含まれる、前記定速支援部 1 1 0 と前記惰行支援部 1 1 1 と前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 と前記支援情報決定部 1 1 3 と前記制駆動指令演算部 1 1 4 における各出力の算出方法を説明する。

[0033] 前記定速支援部 1 1 0 は、列車が定速運転に移行すべき速度を算出して、前記目標速度 1 6 0 として出力する。前記目標速度 1 6 0 の算出方法の一例として、駅間の位置と速度ごとに残走行時分が定義されている、定速開始判定テーブルを使用する方法がある。

- [0034] 定速開始判定テーブルには、駅間のある位置からある速度で走行したとき、次駅に到着するのにかかる時間として残走行時分が定義されており、速度が速い、または次駅に近いとき次駅に到着するまでにかかる時間が短くなるので、残走行時分が短くなる。
- [0035] 前記残走行時分 150 は次駅に到着するまでの時間の目標値であり、大きい値の方が時間的に余裕があることになる。
- [0036] 当該テーブルに格納されている残走行時分と前記残走行時分 150 を比較することで、現在の位置と速度から定速運転をした方がよいか、あるいは力行を継続したほうがよいか判定できる仕組みである。
- [0037] 当該テーブルに格納されている残走行時分は、定時性を守りつつ、より省エネになるような値が、予めシミュレーションベースで決められている（もちろん、実際に列車を走行させて実測により値を定めても良い）。
- [0038] 前記残走行時分 150 が定速開始判定テーブルにおける現在の位置と速度に対応する残走行時分の値以上である場合は、その時点での前記車両速度 151 を前記目標速度 160 として出力する。
- [0039] 一方、前記残走行時分 150 の方が定速開始判定テーブルにおける現在の位置と速度に対応する残走行時分の値よりも小さい場合は、力行を続ける必要があるため前記目標速度 160 に値を設定しない。
- [0040] なお、前記目標速度 160 の算出方法は、前記定速開始判定テーブルを用いた方法に限らないことは言うまでもなく、定時性と省エネ性が考慮された目標速度の算出方法であればよい。
- [0041] 前記惰行支援部 111 は、列車が惰行運転に移行すべき位置を算出して、前記惰行位置 161 として出力する。前記惰行位置 161 の算出方法の一例として、駅間の位置と速度ごとに残走行時分が定義されている、惰行開始判定テーブルを使用する方法がある。
- [0042] 惰行開始判定テーブルには、駅間のある位置からある速度で惰行を開始したとき、次駅に到着するのにかかる時間として残走行時分が定義されており、速度が速い、または次駅に近いとき次駅に到着するまでにかかる時間が短

くなるので、残走行時分が短くなる。

[0043] 当該テーブルに格納されている残走行時分と前記残走行時分 150 を比較することで、現在の位置と速度から惰行運転をした方がよいか、あるいは現在の運転操作を継続したほうがよいか判定できる仕組みである。

[0044] 当該テーブルに格納されている残走行時分は、定時性を守りつつ、より省エネになるような値が、予めシミュレーションベースで決められている（もちろん、実際に列車を走行させて実測により値を定めても良い）。

[0045] 前記残走行時分 150 の方が前記惰行開始判定テーブルにおける現在の位置と速度に対応する残走行時分の値よりも小さい間は、その時点で惰行開始すると定時性が確保できない（＝遅着する）ため、前記惰行位置 161 に値を設定しない。

[0046] 一方、前記残走行時分 150 が前記惰行開始判定テーブルにおける現在の位置と速度に対応する残走行時分の値の近辺（例えば±5秒以内）となった時点で、その時点での前記在線位置情報 152 を前記惰行位置 161 として出力する。

[0047] なお、前記惰行位置 161 の算出方法は、前記惰行開始判定テーブルを用いた方法に限らないことは言うまでもなく、定時性と省エネ性が考慮された惰行位置の算出方法であればよい。

[0048] 前記在線位置認識精度検出部 112 が出力する前記在線位置精度 162 とは、列車の真の位置と前記在線位置情報 152 との整合性に関する検出結果である。以下に示すように様々な検出方法があり、複数の検出方法を組み合わせることで、より正確に前記在線位置精度 162 が検出できる。

[0049] 前記在線位置精度 162 の検出方法の一例として、前記在線位置情報 152 の連続性に基づく方法がある。通常、前記在線位置情報 152 は時間とともに連続的に変化する。しかしながら、車輪の空転現象が発生すると、車輪の回転数が急増するために、当該回転数の積分で算出される走行距離が急変、すなわち短時間の内に走行距離が大幅に変化する。

[0050] 例を図3に示す。図3では、時間T0に位置L0に存在し、時間T1まで

加速して位置 L_1 に到達した列車が、空転によりわずかな時間 ΔT 後に、 L_1' まで移動したかのように見える。このようなケースでは、 $T_1 + \Delta T$ 以降の前記在線位置精度162は悪化、という判定をする。判定方法の例として、 $(L_1' - L_1) \div \Delta T$ が列車の最高速度を超えているか否かで判定する方法や、走行距離の変化から求められる加速度が対象列車の駆動力により発生しうる最大の加速度を超えているか否かで判定する方法が挙げられる。

[0051] 前記在線位置精度162の検出方法の他の例として、走行中の速度軌跡を想定される速度軌跡と比較し、その差分に基づく方法がある。これは、前記在線位置精度162が悪化した場合には、路線条件に起因する走行抵抗が想定と異なるため、同じ運転操作中であっても速度の軌跡が想定と異なる、という考え方に基づく。

[0052] 当該方法の一例として、惰行中の速度軌跡に関し、前記想定走行パターン154に含まれる予め想定される速度軌跡と、前記車両速度151の蓄積で得られた速度軌跡を比較する方法が挙げられる。

[0053] 概念図を図4に示す。ここで、列車が惰行中であるか否かは前記制駆動力情報153から判断する。前記想定走行パターン154から、位置 $x = L_2$ から惰行した場合の速度軌跡を抽出したものが、図4の破線($V_{plan}(x)$)である。一方、前記車両速度151の蓄積で得られた速度軌跡が図4の一点破線($V_{real}(x)$)である。

[0054] 各位置 x における速度偏差を「 $\Delta V(x) = V_{real}(x) - V_{plan}(x)$ 」と定義し、 $\Delta V(x)$ の絶対値が所定の閾値（例えば5 km/h）を超えているような場合に、前記在線位置精度162は悪化、という判定をする。図4では $V_{plan}(x)$ が惰行しながら速度回復しているのに対し、 $V_{real}(x)$ は惰行で速度回復できていない。

[0055] ここで惰行中を例として挙げたのは、力行中や制動中に存在するような、架線電圧変動による加減速度への外乱影響が無く、速度軌跡の比較がし易いためである。ただし、力行中や制動中の速度軌跡比較も可能であり、当該方法の適用は惰行時に限定されない。

- [0056] 前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法の他の例として、複数の位置検知手段による検知結果の照合結果に基づく方法がある。列車の自列車位置検知は、速度発電機による車輪回転数積分による方法以外にも、ミリ波レーダによる速度検知結果をベースとする方法や、センサを用いた外界の特徴点認識による方法、あるいはGPSを用いる方法など、複数の方法を併用することが可能である。
- [0057] 前記在線位置情報 1 5 2 に含まれる、これら複数の位置検知手段による検知結果を比較して、位置の偏差が大きい場合には、少なくともいずれかの在線位置精度が悪化していると考えることができるため、前記在線位置精度 1 6 2 が悪化した状態と言える。
- [0058] 図 5 に示す例では、時間 T 2 において、2 種類の位置検知手段による在線位置検出結果の偏差が閾値（たとえば、駅から現在位置までの走行距離の 5 %）を超えており、この時点で、前記在線位置精度 1 6 2 は悪化、という判定をする。
- [0059] 前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法の他の例として、空転／滑走の発生履歴に基づく方法がある。空転や滑走が発生すると、速度発電機の車輪回転数情報の積分に基づく位置検知精度は悪化するため、前記空転／滑走検知結果 1 5 5 の積算回数に応じて、前記在線位置精度 1 6 2 の良し悪しを判定する方法が考えられる。図 6 に示す例では、時間 T 3 において 4 回目の空転／滑走が発生し、かつこのケースでは判定基準が 4 回以上となっているため、この時点で前記在線位置精度 1 6 2 は悪化、という判定をする。また、当該方法においては、空転／滑走の継続時間の積分結果を判定値とするバリエーションも可能である。
- [0060] 以上が、前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 における前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法の例であるが、前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法はこれらに限らないことは言うまでもない。なお、前記在線位置情報 1 5 2 は次駅到着時などにトランスポンダ等によって補正されるため、補正されたタイミングにおいて、前記在線位置精度 1 6 2 は良好側にリセットされる。

- [0061] 前記支援情報決定部 113 における前記運転支援情報 170 の算出方法を、図 2 のフローチャートを用いて説明する。
- [0062] ステップ 201 では、前記支援情報決定部 113 は、前記惰行位置 161 に値が設定されたか否かを判定する。前記惰行位置 161 に値が設定されている場合はステップ 202 へ、設定されていない場合はステップ 204 へ処理が遷移する。
- [0063] ステップ 202 では、前記支援情報決定部 113 は、前記在線位置精度 162 を確認する（前記在線位置精度 162 が良好か否かを判定する）。在線位置精度が良好な場合はステップ 203 へ処理が遷移し、在線位置精度が悪化している場合は本フローを抜ける。
- [0064] ステップ 203 では、前記支援情報決定部 113 は、前記惰行位置 161 を前記運転支援情報 170 として設定し、前記制駆動指令演算部 114 に送出する。
- [0065] ステップ 204 では、前記支援情報決定部 113 は、前記目標速度 160 に値が設定されたか否かを判定する。前記目標速度 160 に値が設定されている場合はステップ 205 へ処理が遷移し、設定されていない場合は、本処理フローを抜ける。
- [0066] ステップ 205 では、前記支援情報決定部 113 は、前記目標速度 161 を前記運転支援情報 170 として設定し、前記制駆動指令演算部 114 に送出する。
- [0067] 本フローチャートによれば、一旦、在線位置精度が悪化して惰行位置の支援を中断した場合でも、再度、在線位置精度が良好な状態に戻った後は、本来の惰行位置の支援を再開することが可能であり、省エネ性の向上に寄与する。
- [0068] 以上が、前記支援情報決定部 113 における前記運転支援情報 170 の算出方法の説明である。
- [0069] 前記制駆動指令演算部 114 における前記制駆動指令 180 の算出方法を説明する。

- [0070] まず基本的に、前記制駆動指令演算部 114 は、前記車両速度 151 が、前記保安装置 102 から取得する前記制限速度 171 を超過しないように前記制駆動指令 180 を演算・出力する。また、図 1 には図示しないが、次駅の目標停止位置に向けて予め用意されているブレーキパターン（位置と速度で定義される）に沿って停止するように、前記制駆動指令 180 を演算・出力する。上記の前記制限速度 171 と前記ブレーキパターンを前記車両速度 151 が超過しない範囲において、前記制駆動指令演算部 114 は、前記運転支援情報 170 に基づいた前記制駆動指令 180 の算出を行う。
- [0071] 列車が駅を発車した後、前記制駆動指令演算部 114 は、前記運転支援情報 170 の内容を周期的に確認しながら力行し、列車を加速する。前記運転支援情報 170 に前記目標速度 160 が設定された場合には当該速度に前記車両速度 151 が追従するように前記制駆動指令 180 を演算する。その後、前記運転支援情報 170 に前記惰行位置 161 が設定された場合には、その時点から惰行を始める。場合によっては、力行・加速中に前記目標速度 160 の設定がないまま、前記運転支援情報 170 に前記惰行位置 161 が設定されることもあり、その場合は当該地点から惰行を開始する。
- [0072] 前記制限速度 171 によって、駅間に低い速度制限が存在する場合には、前記制駆動指令演算部 114 は、前記車両速度 151 が当該速度制限を超過しないように、前記制駆動指令 180 を算出する。速度制限が無くなったあとは、駅発車後と同様の流れである。
- [0073] 停止駅に近づいた際には、列車が定速走行中か惰行中かに関わらず、前記制駆動指令演算部 114 は、前記車両速度 151 が前記ブレーキパターンの速度を超過しないよう、前記制駆動指令 180 を算出する。
- [0074] 前記制駆動指令演算部 114 において、目標とする速度（前記目標速度 160 や前記制限速度 171）に前記車両速度 151 を追従させるための制御は、比例制御やファジー制御などの例が挙げられるが、本実施例においてその制御方式は問わない。
- [0075] 以上が、前記制駆動指令演算部 114 における前記制駆動指令 180 の算

出方法の説明である。

[0076] 本実施例に記載の前記運転支援システム 100 によれば、列車の在線位置検知精度が悪化した場合であっても、定時性の悪化を抑制することができる。例を図 10 に示す。図 10 の (1) は、定速開始判定 (目標速度提示) を示し、図 10 の (2) は、惰行開始判定 (惰行開始位置提示) を示す。図 10 の符号 11 は、位置精度悪化 (例: 空転発生で走行距離が進んだ場合)、を示し、図 10 の符号 12 は、位置精度の悪化を検知 (惰行中速度挙動より)、を示す。図 10 の例では、駅発車後の定速走行中に空転が発生し、在線位置の検知精度が悪化している。具体的には在線位置を進行方向前方に間違えて認識している状態である。この状態で駅中間での惰行を開始したため駅間後半の巡航速度が低下してしまっている。ここで、図 4 に示した、速度軌跡のずれに基づく方法で在線位置検知精度の悪化を検知している。その結果、以降の惰行支援が中止されて停止ブレーキ前の惰行は挿入されず、次駅への遅着の影響を抑制できている。

[0077] 以上が実施例 1 の説明である。

実施例 2

[0078] 本実施例では、本発明の運転支援システムによって手動での列車運転を支援する例を示す。本実施例に示す運転支援の方法によれば、列車の在線位置検知精度が悪化した場合にも、省エネ性と定時性の悪化を抑制した列車運行が可能となる。

[0079] はじめに、本実施例の運転支援システムのシステム構成を説明する。図 11 は、本実施例の運転支援システムのシステム構成を示す図である。

[0080] 運転支援システム 1100 は、車両情報制御装置 101 から取得する情報に基づいて、運転支援を行う。前記運転支援システム 1100 が前記車両情報制御装置 101 から取得する情報は、残走行時分 150 と車両速度 151 と在線位置情報 152 と制駆動力情報 153 と想定走行パターン 154 と空転／滑走検知結果 155 である。

[0081] 前記残走行時分 150、前記車両速度 151、前記在線位置情報 152、

前記制駆動力情報 1 5 3、前記想定走行パターン 1 5 4、前記空転／滑走検知結果 1 5 5 は実施例 1 に記載の通りである。

[0082] 前記運転支援システム 1 1 0 0 は、位置・速度予測部 1 1 1 5 と、定速支援部 1 1 0 と、惰行支援部 1 1 1 と在線位置認識精度検出部 1 1 2 と、支援情報決定部 1 1 3 と表示器 1 1 1 4 とから構成される。

[0083] 前記位置・速度予測部 1 1 1 5 は、前記車両速度 1 5 1 と前記在線位置情報 1 5 2 と前記制駆動力情報 1 5 3 とを入力として、予測速度 1 1 6 3 と予測位置 1 1 6 4 を算出し、前記定速支援部 1 1 0 と前記惰行支援部 1 1 1 へ出力する。前記予測速度 1 1 6 3 と前記予測位置 1 1 6 4 の算出方法については後述する。

[0084] 前記定速支援部 1 1 0 は、前記残走行時分 1 5 0 と前記予測速度 1 1 6 3 と前記予測位置 1 1 6 4 とを入力として目標速度 1 6 0 を算出し、前記支援情報決定部 1 1 3 へ出力する。前記目標速度 1 6 0 の算出方法については後述する。

[0085] 前記惰行支援部 1 1 1 は、前記残走行時分 1 5 0 と前記予測速度 1 1 6 3 と前記予測位置 1 1 6 4 とを入力として惰行位置 1 6 1 を算出し、前記支援情報決定部 1 1 3 へ出力する。前記惰行位置 1 6 1 の算出方法については後述する。

[0086] 前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 は、前記車両速度 1 5 1 と前記在線位置情報 1 5 2 と前記制駆動力情報 1 5 3 と前記想定走行パターン 1 5 4 と前記空転／滑走検知結果 1 5 5 と乗務員入力結果 1 1 7 1 を入力として在線位置精度 1 6 2 を算出し、前記支援情報決定部 1 1 3 へ出力する。前記在線位置精度 1 6 2 の算出方法については後述する。

[0087] 前記支援情報決定部 1 1 3 は、前記目標速度 1 6 0 と前記惰行位置 1 6 1 と前記在線位置精度 1 6 2 とを入力として、運転支援情報 1 7 0 を算出し、前記表示器 1 1 1 4 へ出力する。前記運転支援情報 1 7 0 の算出方法については後述する。

[0088] 前記表示器 1 1 1 4 は、前記運転支援情報 1 7 0 を入力として、運転士に

対する運転支援内容を画面表示あるいは音声鳴動、もしくはその両方で教示する。運転支援内容教示の具体例は後述する。

[0089] 以上が、本実施例の運転支援システム 1100 のシステム構成の説明である。

[0090] 次に、本実施例の運転支援システム 1100 に含まれる、前記位置・速度予測部 1115 と前記定速支援部 110 と前記惰行支援部 111 と前記在線位置認識精度検出部 112 と前記支援情報決定部 113 と前記表示器 1114 における各出力データの算出方法を説明する。

[0091] 前記位置・速度予測部 1115 は、当該列車の所定時間後の速度と位置を予測する。これは、手動運転における運転支援という機能の特性上、乗務員に対して実際に必要となる運転操作タイミングよりも早いタイミングで運転操作内容を教示する必要があるからである。

[0092] 速度と位置の予測方法の一例として、前記位置・速度予測部 1115 は、前記車両速度 151 と前記在線位置情報 152 を基準に、それから先の所定時間後まで前記制駆動力情報 153 が続いたと仮定して、前記予測速度 1163 と前記予測位置 1164 を計算する。

[0093] 予測の計算過程では、車両の制駆動特性や路線条件、あるいは制限速度情報を加味することで、より精度の良い予測が可能となる（これらの付加情報は図示しない）。また、予測用の前記所定時間は乗務員が支援内容を知覚してから余裕を持って操作に移ることができるように決められるものである。

[0094] 前記定速支援部 110 における前記目標速度 160 の算出過程は、実施例 1 における前記車両速度 151 と前記在線位置情報 152 の代わりに、本実施例の前記予測速度 1163 と前記予測位置 1164 を用いることで算出される。具体的な算出方法については実施例 1 に記載の通りである。

[0095] 前記惰行支援部 111 における前記惰行位置 161 の算出過程は、実施例 1 における前記車両速度 151 と前記在線位置情報 152 の代わりに、本実施例の前記予測速度 1163 と前記予測位置 1164 を用いることで算出される。具体的な算出方法については実施例 1 に記載の通りである。

- [0096] 前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 が出力する前記在線位置精度 1 6 2 とは、列車の真の位置と前記在線位置情報 1 5 2 との整合性に関する検出結果である。様々な検出方法があり、複数の検出方法を組み合わせることで、より正確に前記在線位置精度 1 6 2 が検出できる。
- [0097] 実施例 1 の図 3、図 4、図 5、図 6 で説明した検出方法は本実施例でも適用可能である。
- [0098] 前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法の他の例として、前記乗務員入力結果 1 1 7 1 に基づく方法を説明する。この方法では、乗務員が自列車の在線位置検出結果に疑問を持った際に、ユーザインタフェースを通して、その旨をシステム側に通知する。具体的には図 7 に示すように運転支援用画面に専用のボタンを設けて通知を可能にすることが考えられる。
- [0099] 乗務員からの通知の方法はこれに限らない。これらの通知があった場合に、前記在線位置精度 1 6 2 が悪化したという判定がなされる。なお、同様のユーザインタフェースを用いて、在線位置認識の精度が回復したことを乗務員から入力可能としてもよい。
- [0100] 以上が、前記在線位置認識精度検出部 1 1 2 における前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法の例であるが、前記在線位置精度 1 6 2 の検出方法はこれらに限らないことは言うまでもない。
- [0101] 前記支援情報決定部 1 1 3 における前記運転支援情報 1 7 0 の算出方法は実施例 1 に記載の通りである。
- [0102] 前記表示器 1 1 1 4 では、前記運転支援情報 1 7 0 に従って、乗務員に対する支援内容を教示する。具体例として、運転操作内容を教示する方法が挙げられる。
- [0103] 図 1 2 は、運転台に設置された前記表示器 1 1 1 4 に、運転操作内容が表示されている例を示す。前記運転支援情報 1 7 0 に前記目標速度 1 6 0 が設定されている場合に「87 km/h 定速」、前記惰行位置 1 6 1 が設定されている場合に「あと●mでノッチオフ」といった運転操作内容が表示される。画面表示以外に音声鳴動での教示も可能であり、両者を併用することも考

えられる。

[0104] また、図 1 2 の前記表示器 1 1 1 4 には、惰行支援中止を指示するボタンが用意されており、これを扱った結果が前記乗務員入力結果 1 1 7 1 に反映される。当該ボタンが扱われた例を図 1 3 に示す。図 1 3 では前記乗務員入力結果 1 1 7 1 の入力に基づいて、惰行支援がなされない状態へと遷移している。

[0105] なお、次駅到着時には、トランスポンダ等によって前記在線位置情報 1 5 2 は補正されることが一般的であり、そのタイミングで惰行支援中止モードからは抜けることが望ましい。

[0106] 本実施例に記載の前記運転支援システム 1 1 0 0 によれば、列車の在線位置検知精度が悪化した場合であっても、定時性および省エネ性の悪化を抑制することができる。定時性の悪化抑制については実施例 1 で記載したとおりであるが、本実施例に記載した手動運転の支援に関しては、定時性の悪化抑制がシステム側で担保されることにより、乗務員による遅れ回復を目的とした過剰な力行操作を抑制することができ、省エネ性の悪化を抑制することができる。

[0107] 以上が実施例 2 の説明である。

符号の説明

- [0108] 1 0 0 . . . 運転支援システム
1 0 1 . . . 車両情報制御装置
1 0 2 . . . 保安装置
1 0 3 . . . 制駆動装置
1 1 0 . . . 定速支援部
1 1 1 . . . 惰行支援部
1 1 2 . . . 在線位置認識精度検出部
1 1 3 . . . 支援情報決定部
1 1 4 . . . 制駆動指令演算部
1 5 0 . . . 残走行時分

- 1 5 1 . . . 車両速度
- 1 5 2 . . . 在線位置情報
- 1 5 3 . . . 制駆動力情報
- 1 5 4 . . . 想定走行パターン
- 1 5 5 . . . 空転／滑走検知結果
- 1 6 0 . . . 目標速度
- 1 6 1 . . . 惰行位置
- 1 6 2 . . . 在線位置精度
- 1 7 0 . . . 運転支援情報
- 1 7 1 . . . 制限速度
- 1 8 0 . . . 制駆動指令
- 1 1 0 0 . . . 運転支援システム
- 1 1 1 4 . . . 表示器
- 1 1 1 5 . . . 位置・速度予測部
- 1 1 6 3 . . . 予測速度
- 1 1 6 4 . . . 予測位置
- 1 1 7 1 . . . 乗務員入力結果

請求の範囲

- [請求項1] 列車の駅間走行中における運転操作を支援する運転支援システムであって、前記列車の在線位置に応じた目標速度を決定する定速支援部と、前記列車の在線位置に応じた惰行位置を決定する惰行支援部と、前記列車の在線位置の精度である在線位置精度を出力する在線位置認識精度検出部と、運転支援情報を決定する支援情報決定部を備え、前記支援情報決定部は、前記在線位置精度に応じて前記目標速度と前記惰行位置から前記運転支援情報を作成することを特徴とする運転支援システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の運転支援システムであって、前記支援情報決定部は、前記在線位置精度が良好である場合に前記目標速度と前記惰行位置から前記運転支援情報を作成し、前記在線位置精度が良好ではない場合に前記目標速度のみで構成される前記運転支援情報を作成すること、を特徴とする運転支援システム。
- [請求項3] 請求項1または請求項2のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、前記在線位置の変化率に基づいて前記在線位置精度が良好であるかどうか判定することを特徴とする運転支援システム。
- [請求項4] 請求項1乃至請求項3のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、前記在線位置の変化に基づいて算出される加速度が、前記列車の駆動力により発生しうる最大の加速度以下のとき前記在線位置精度が良好であると判定し、前記在線位置の変化に基づいて算出される加速度が、前記列車の駆動力により発生しうる最大の加速度を超えると前記在線位置精度が良好ではないと判定することを特徴とする運転支援システム。
- [請求項5] 請求項1乃至請求項4のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、走行中の速度軌跡に基づいて前記在線位置精度が良好であるかどうか判定することを特徴とする

運転支援システム。

[請求項6] 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、複数の位置検知手段による検知結果の照合結果に基づいて前記在線位置精度が良好であるかどうか判定することを特徴とする運転支援システム。

[請求項7] 請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、空転または滑走の履歴に基づいて前記在線位置精度が良好であるかどうか判定することを特徴とする運転支援システム。

[請求項8] 請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、乗務員からの入力に基づいて前記在線位置精度が良好であるかどうか判定することを特徴とする運転支援システム。

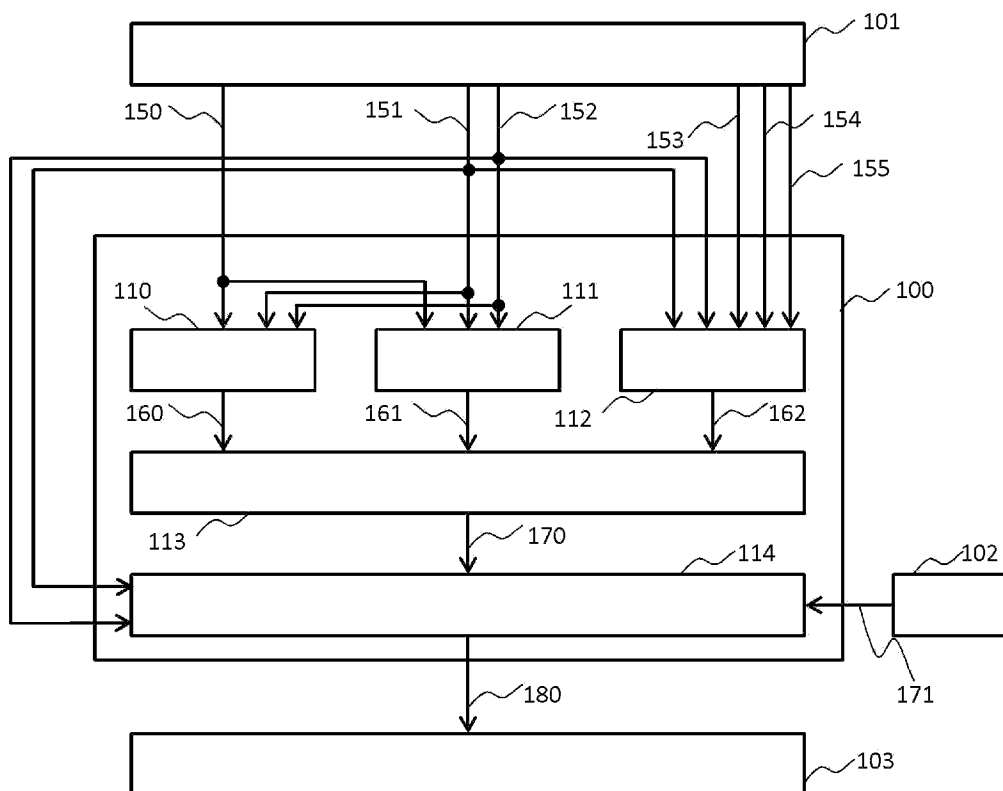
[請求項9] 請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記在線位置認識精度検出部は、前記列車の在線位置を補正したとき前記在線位置精度を良好であると判定することを特徴とする運転支援システム。

[請求項10] 請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記運転支援情報に基づき、制駆動装置への制駆動指令を計算する制駆動指令演算部を備えることを特徴とする運転支援システム。

[請求項11] 請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一つに記載の運転支援システムであって、前記運転支援情報に基づき、目標速度と惰行タイミングを表示する表示器を備えることを特徴とする運転支援システム。

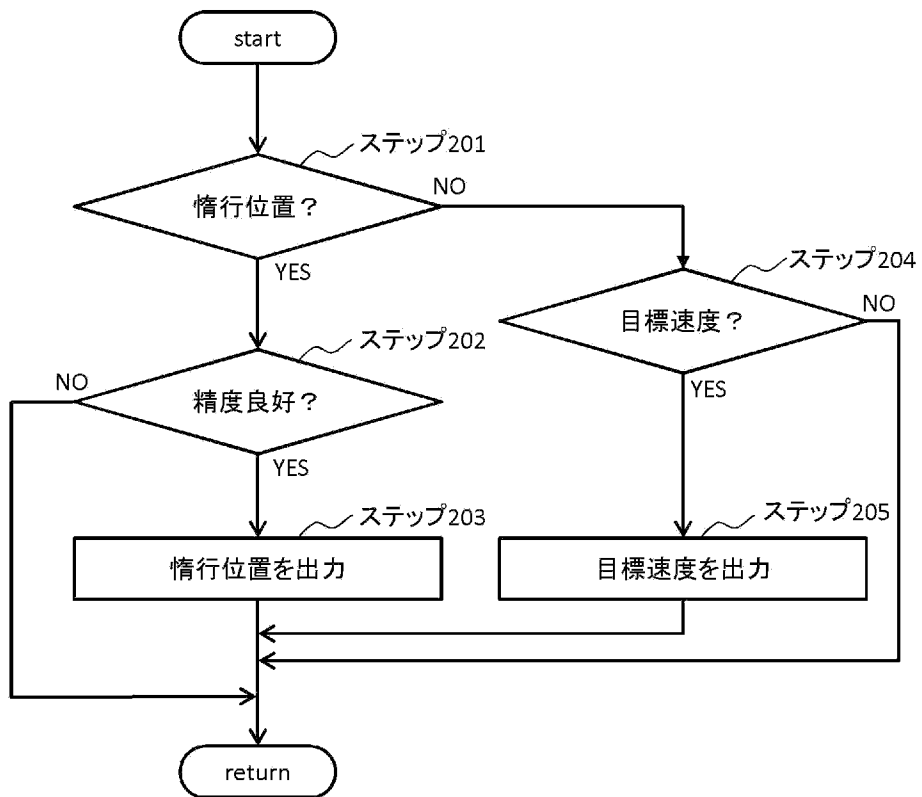
[図1]

図1



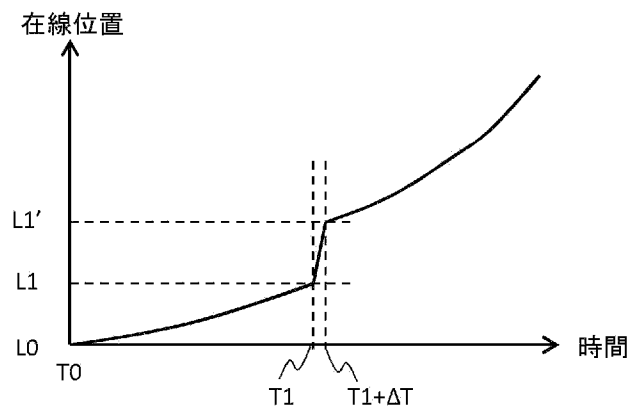
[図2]

図2



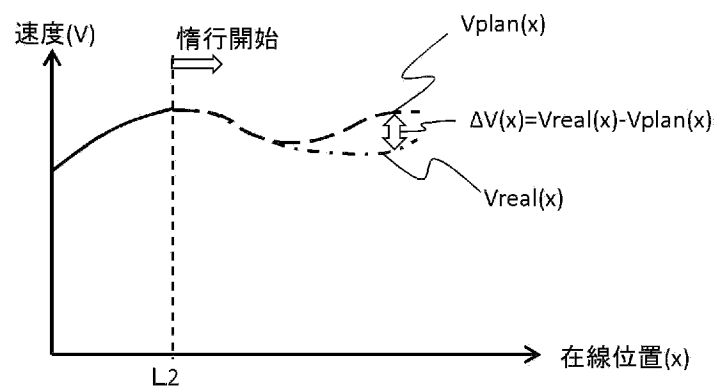
[図3]

図3



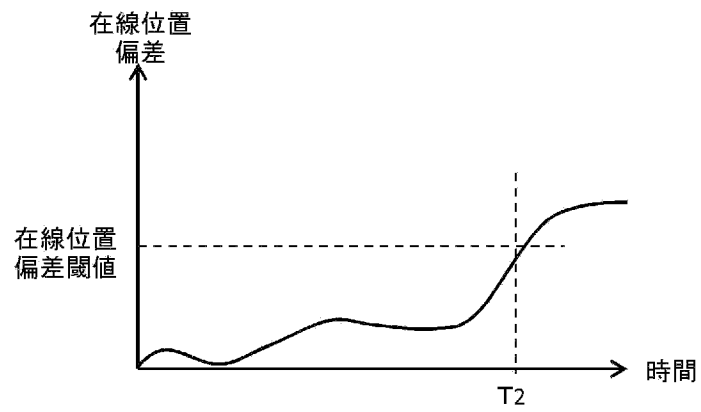
[図4]

図4



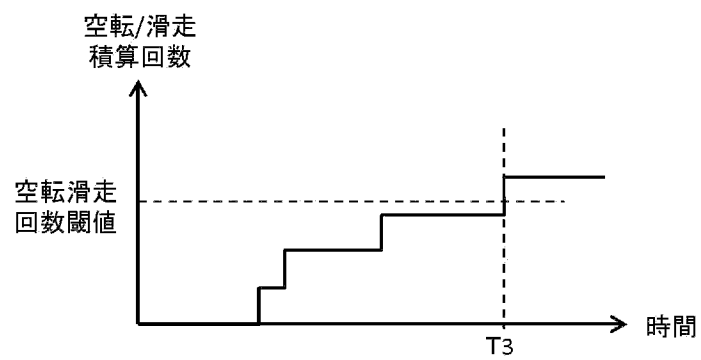
[図5]

図5



[図6]

図6



[図7]

図7



[図8]

図8

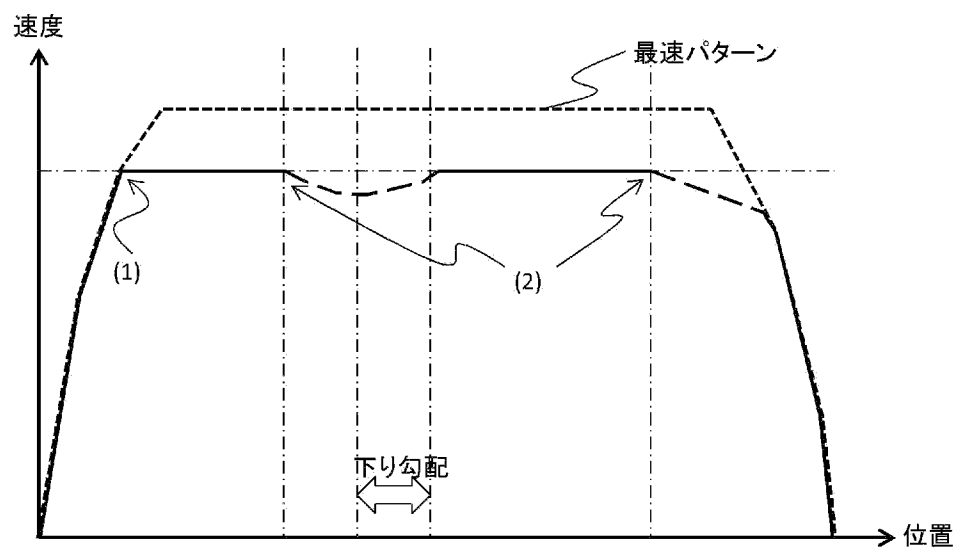
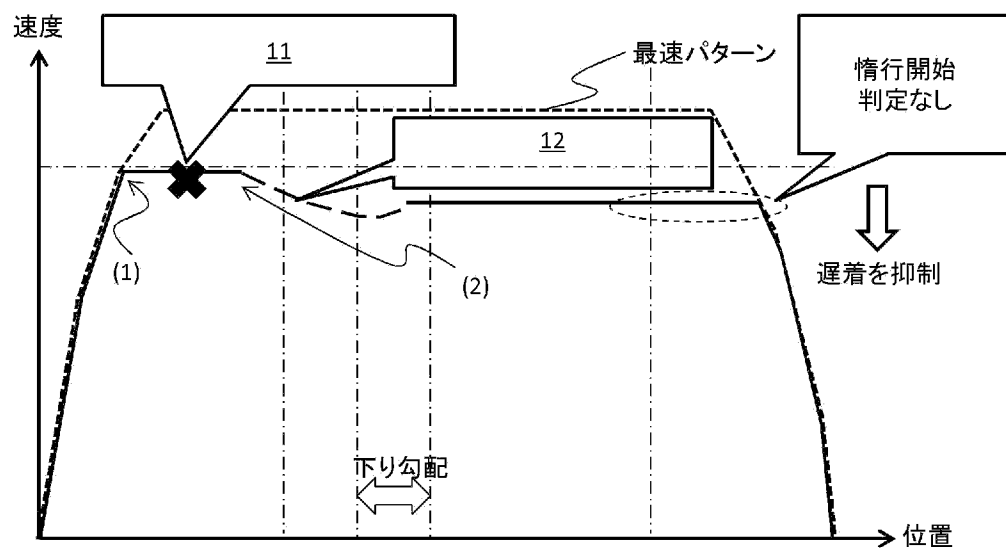


图9

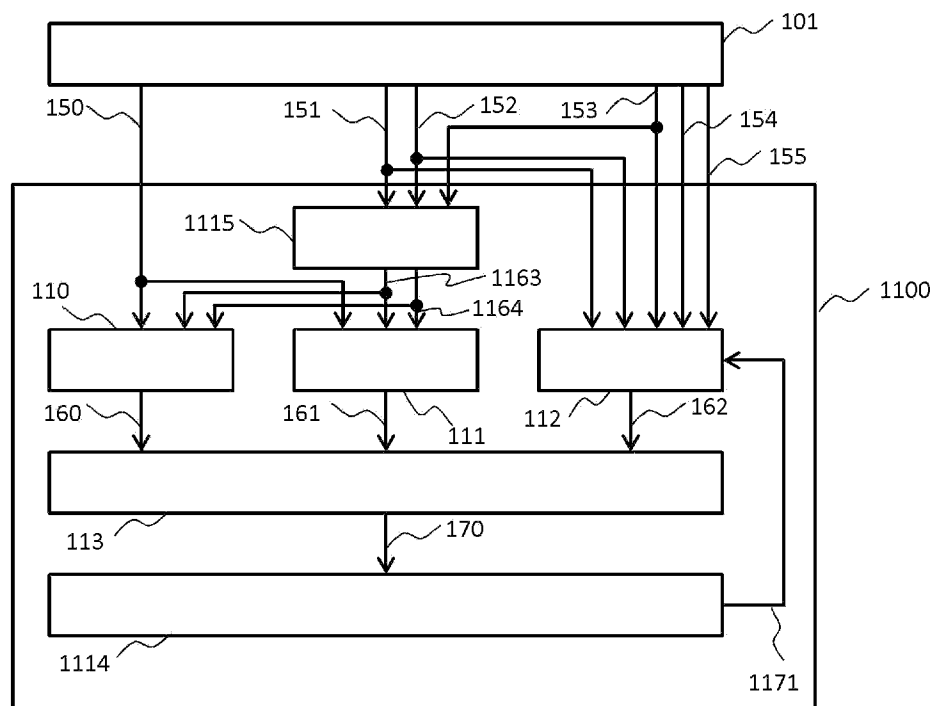


図10



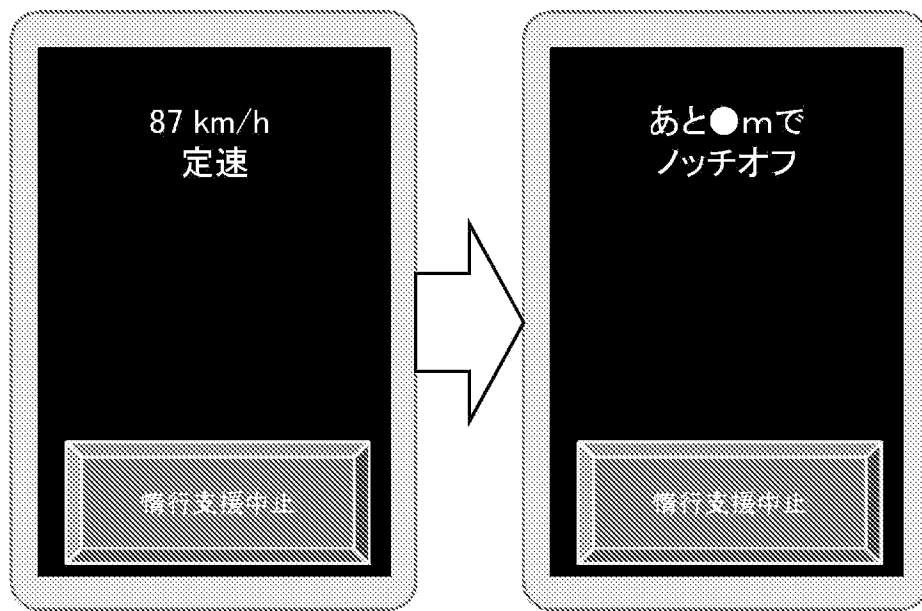
[図11]

図11



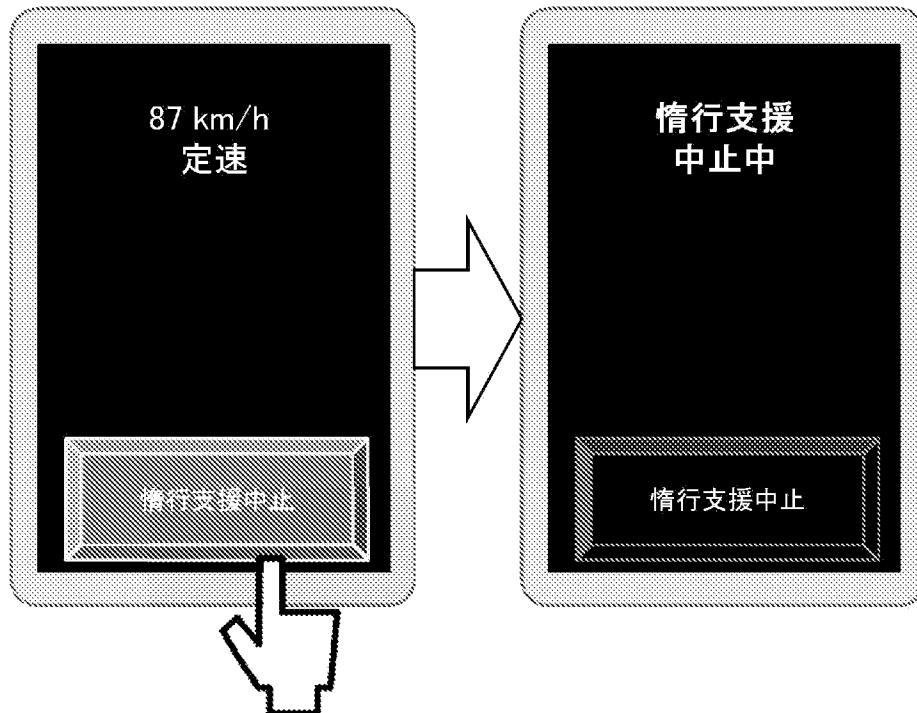
[図12]

図12



[図13]

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B60L15/40 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B60L15/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2015-43673 A (TOSHIBA CORPORATION) 05 March 2015, paragraphs [0008], [0018], [0021], [0030], [0031], [0039], fig. 1, 8 (Family: none)	1, 3-11 2
Y	WO 2016/121606 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 04 August 2016, paragraphs [0041]-[0048], fig. 5 & US 2018/0009454 A1, paragraphs [0061]-[0068]	1, 3-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16.01.2019

Date of mailing of the international search report

29.01.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040006

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-85688 A (HITACHI, LTD.) 18 May 2017, paragraphs [0061], [0064], [0068], fig. 8-10 (Family: none)	11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60L15/40(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B60L15/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2015-43673 A (株式会社東芝) 2015.03.05, 段落[0008], [0018], [0021], [0030]-[0031], [0039], 第1図, 第8図 (ファミリーなし)	1, 3-11 2
Y	WO 2016/121606 A1 (三菱電機株式会社) 2016.08.04, 段落[0041]-[0048], 第5図 & US 2018/0009454 A1 段落[0061]-[0068]	1, 3-11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.01.2019

国際調査報告の発送日

29.01.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

笹岡 友陽

3H

5780

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2017-85688 A (株式会社日立製作所) 2017.05.18, 段落[0061], [0064], [0068], 第 8-10 図 (ファミリーなし)	11