

(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
2018年9月7日(07.09.2018)



(10) 国際公開番号

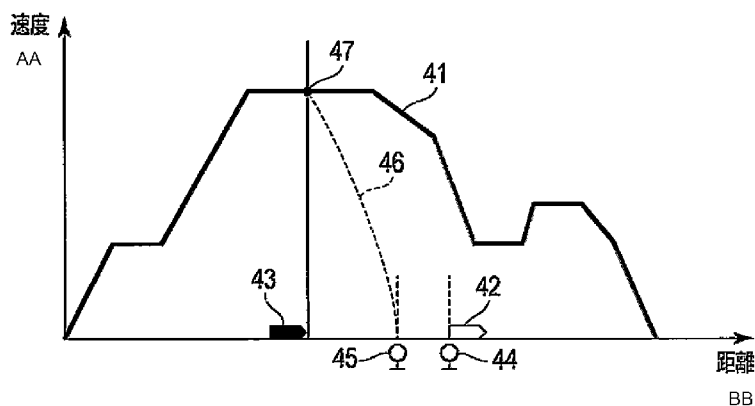
WO 2018/158996 A1

- (51) 国際特許分類:
B61L 27/00 (2006.01) *G06Q 50/30* (2012.01) CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034592 (72) 発明者: 高島 文次郎 (TAKASHIMA, Bunjiro); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34 東芝デジタルソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (22) 国際出願日: 2017年9月25日(25.09.2017)
- (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 2017-038312 2017年3月1日(01.03.2017) JP
- (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所 (S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル Tokyo (JP).
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP). 東芝デジタルソリューションズ株式会社 (TOSHIBA DIGITAL SOLUTIONS
- (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,

(54) Title: TRAFFIC SIGNAL ERECTION POSITION DETERMINATION SYSTEM AND TRAFFIC SIGNAL ERECTION POSITION DETERMINATION METHOD

(54) 発明の名称: 信号機建植位置決定システムおよび信号機建植位置決定方法

[図4]



AA Speed
BB Distance

(57) Abstract: In a traffic signal erection position determination system according to an embodiment of the present invention, an erection position determination means: creates a layout such that the time curve of the end position of a preceding train and the time curve of the head position of a following train have an interval equal to a target time interval; acquires a first time at which the end position of the preceding train is located at the point of a first traffic signal, according to the time curve of the end position of the preceding train; acquires a first position at which the head of the following train will be located at the first time, according to the time curve of the head position of the following train, and also acquires a

[続葉有]



WO 2018/158996 A1

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))

first speed of the following train according to an operation curve of the following train; acquires a braking curve of the following train travelling at the first position at the first speed, on the basis of track information and train performance information; and determines a second position, at which the speed of the following train will be a prescribed value, to be the position of a second traffic signal to be erected in front of the first traffic signal.

(57) 要約: 実施形態によれば、信号機建植位置決定システムは、建植位置決定手段が、先行列車の終端位置の時間曲線と、続行列車の先頭位置の時間曲線とを、目標時隔値分の間隔となるように配置し、先行列車の終端位置の時間曲線に基づき、先行列車の終端が第1の信号機の地点に位置する第1の時刻を取得し、続行列車の先頭位置の時間曲線に基づき、第1の時刻において続行列車の先頭が位置する第1の位置を取得すると共に、続行列車の運転曲線に基づき、続行列車の第1の速度を取得し、線路情報と列車性能情報とに基づき、第1の位置を第1の速度で走行する続行列車の制動曲線を取得し、続行列車の速度が所定の値なる第2の位置を第1の信号機の手前に建植する第2の信号機の位置に決定する。

明 細 書

発明の名称：

信号機建植位置決定システムおよび信号機建植位置決定方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、信号機建植位置決定システムおよび信号機建植位置決定方法に関する。

背景技術

[0002] 鉄道会社の列車運行計画を支援するための装置として、信号機の位置の変更、追加、削除といった操作を受け付けて、変更（追加、削除を含む）後の信号機に関する時隔曲線を計算して表示するといった装置がある。信号機の位置を変更したり、追加したり、削除したりすることの目的は、時隔値をより小さいものにすることである。時隔値を小さくすることは、列車の運行密度の増大につながり、輸送力を増加することができる。

[0003] 例えば、特許文献 1 の装置のように、作成済みの信号機データに基づいて時隔曲線を計算して画面に表示する装置がある。この装置は、信号機の位置を変更したり、追加したり、削除したりしたときに、時隔曲線を再計算して表示することができる。つまり、この装置は、利用者が信号機の位置を決めた状態で時隔曲線を計算して表示する。利用者は、表示された時隔曲線から信号機の位置の良し悪しを判断し、再検討が必要と判断した場合、信号機の位置を変更する。信号機の位置を変更すると、時隔値が再計算されて時隔曲線が表示されるので、利用者は、表示された時隔曲線から信号機の位置の良し悪しを改めて判断する。この装置においては、このような作業の繰り返しにより、利用者が望ましいと判断する信号機の位置が決定される。

[0004] また、特許文献 2 の装置のように、利用者が信号機位置を決めるのではなく、前方の信号機の位置を基点とし、基点となる第 1 の信号機から次に設置されるべき後方の第 2 の信号機までの距離を算出して、信号機の位置を決定する装置がある。より詳細には、この装置は、第 2 の信号機が低速現示へ遷

移した場合にその低速現示の制限速度以下に減速するための制動距離を基に、第1の信号機から第2の信号機までの距離を算出して、第2の信号機の位置を決定する。この装置は、決定した信号機を次の基点として、さらに次の信号機の位置を決定するという処理を繰り返すことで、信号機の位置を自動的に決定する。また、この装置は、決定した信号機の位置に関する時隔値を計算し、目標とする時隔になっていない場合、位置を決めた信号機と基点となる信号機との間に新しい信号機を追加する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第2857557号公報

特許文献2：特許第3179979号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、特許文献1の装置では、信号機の位置の変更、追加、削除による時隔値への影響は自明なものでないため、必ずしも信号機の位置の変更、追加、削除による効果が、時隔値を有利にするばかりではなく、かえって不利な値を生じさせる場合がある。そのため、利用者の経験に基づき、試行錯誤による検討を繰り返す必要があり、多大な労力と時間を要する。また、利用者の経験に基づいた試行錯誤が必要という特性から、利用者は、信号機の位置を決定するための知識や経験を有する専門家に限られる。すなわち、利用者には高いスキルが求められる。また、専門家であっても、保持する知識や経験は人により異なるため、利用者ごとに異なる検討結果が生じて、得られる結果の品質にばらつきが生じ得る。また、あらかじめ信号機の位置を決めておいた状態で時隔計算を行う必要があるため、信号機が存在しない新しい路線では、信号機の位置の検討ができない。

[0007] 一方、特許文献2の装置では、基点の信号機の位置から、低速現示に対する制動距離を求め、制動距離を信号機間の間隔として次の信号機の位置を算

出しているが、現在のデジタル化された信号機では低速現示という概念がなく、停止目標に対する制動曲線が信号となるデジタル化された信号機には利用できない。仮にデジタル化された信号機に利用した場合、制動距離を信号機の間隔とすると、信号機の間隔が大きくなるため時隔値が大きくなってしまふ。また、現示速度の差に対するブレーキ距離により信号機位置を求めるため、目標とする時隔値に対して最適な配置にはならず、ある場合には必要以上に多くの数の信号機を作成し、初期投資や保守の費用が大きくなってしまふ。さらに、時隔値を満たさない場合は信号機と信号機との間に新しい信号機を追加する処理により、区間全体に対する時隔値を縮小する効果に対して、信号機数が増えることによる悪影響が生じるため、やはり初期投資や保守の費用が大きくなってしまふ。

[0008] 本発明が解決しようとする課題は、人力による信号機の位置の検討の繰り返し等を必要とすることなく、目標とする時隔値を実現するための信号機の配置を効率的に決定することができる信号機建植位置決定システムおよび信号機建植位置決定方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 実施形態によれば、信号機建植位置決定システムは、取得手段と、建植位置決定手段と、を具備する。前記取得手段は、出発駅または到着駅における先行列車と続行列車との時間的な間隔として指定される目標時隔値と、距離と速度とを座標軸とする列車の運転曲線に関する運転曲線情報と、前記運転曲線に対応する、距離と時間とを座標軸とする列車の先頭位置の時間曲線および列車の終端位置の時間曲線に関する時間曲線情報と、線路に関する線路情報と、列車の性能に関する列車性能情報とを取得する。前記建植位置決定手段は、第1の信号機の位置を基準として列車の進行方向とは逆の方向に建植する第2の信号機の位置を決定するものである。前記建植位置決定手段は、前記先行列車の前記終端位置の時間曲線と、前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線とを、前記出発駅または前記到着駅において前記目標時隔値分の間隔となるように配置し、前記先行列車の前記終端位置の時間曲線に基づき

、前記先行列車の終端が前記第 1 の信号機の地点に位置する第 1 の時刻を取得し、前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線に基づき、前記第 1 の時刻において前記続行列車の先頭が位置する第 1 の位置を取得すると共に、前記続行列車の前記運転曲線に基づき、前記第 1 の位置における前記続行列車の第 1 の速度を取得し、前記線路情報と前記列車性能情報とに基づき、距離と速度とを座標軸とする、前記第 1 の位置を前記第 1 の速度で走行する前記続行列車の制動曲線を取得し、前記続行列車の速度が所定の値となる第 2 の位置を、前記第 2 の信号機の位置に決定する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態の信号機建植位置決定システムの構成を示すブロック図。

[図2]列車の運転曲線（距離－速度曲線）を表した図。

[図3]列車の時間－距離曲線を表した図。

[図4]続行列車が運転曲線通りに走行できる限界の地点の求め方を説明するための図。

[図5]図 4 の 2 列車の位置関係を時間曲線（時間－距離曲線）で表した図。

[図6]時隔を説明するための図（時間－距離曲線図）。

[図7]図 6（時間－距離曲線図）とは別の表現方法で時隔を表した図（距離－時間曲線図）。

[図8]実施形態の信号機建植位置決定システムの処理全体の流れを示すフローチャート。

[図9]図 8 のステップ S 4 の出発側信号機作成処理の詳細を表すフローチャート。

[図10]図 8 のステップ S 5 の到着側信号機作成処理の詳細を表すフローチャート。

[図11]図 8 のステップ S 2 の範囲内の信号機の削除処理を実行後の信号機を運転曲線図上で表した図。

[図12]図 8 のステップ S 3 において出発駅での時隔値を目標値とする場合の先行列車および続行列車の時間曲線（距離－時間曲線）の配置の例を表した

図。

[図13]図8のステップS3において到着駅での時隔値を目標値とする場合の先行列車および続行列車の時間曲線（距離－時間曲線）の配置の例を表した図。

[図14]図9のステップS101において、続行列車の停止位置と開始信号機との間に信号機が存在しておらず、YESと判定する状況を表した図。

[図15]図9のステップS101において、続行列車の停止位置と開始信号機との間に信号機が存在しており、NOと判定する状況を表した図。

[図16]図9のステップS102からステップS104の処理を説明するために用いる距離－時間曲線図。

[図17]図9のステップS106において、候補位置と開始信号機との間隔が最小間隔以上であるため、YESと判定する状況を表した図。

[図18]図9のステップS106において、候補位置と開始信号機との間隔が最小間隔より小さいため、NOと判定する状況を表した図。

[図19]図9のステップS107において、候補位置と開始信号機との間隔が最大間隔以下であるため、YESと判定する状況を表した図。

[図20]図9のステップS107において、候補位置と開始信号機との間隔が最大間隔より大きい場合、NOと判定する状況を表した図。

[図21]図8のステップS4において信号機が作成された状態の例を表した図。

[図22]図8のステップS4において信号機が作成されなかった状態の例を表した図。

[図23]基準の信号機から隣接する信号機の位置を決定する一般的な手法の一例を説明するための比較図。

[図24]実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて基準の信号機から隣接する信号機の位置を決定する手法（図10のステップS202からステップS205までの処理）を説明するための図。

[図25]図10のステップS207において、候補位置と基準の信号機との間

隔が最小間隔以上であるため、YESと判定する状況を表した図。

[図26]図10のステップS207において、候補位置と基準の信号機との間隔が最小間隔より小さいため、NOと判定する状況を表した図。

[図27]図10のステップS208において、候補位置と基準の信号機との間隔が最大間隔以下であるため、YESと判定する状況を表した図。

[図28]図10のステップS208において、候補位置と基準の信号機との間隔が最大間隔より大きいため、NOと判定する状況を表した図。

[図29]図10のステップS210において、候補位置が開始側の信号機的位置よりも到着側となるため、YESと判定する状況を表した図。

[図30]図10のステップS210において、候補位置が開始側の信号機的位置よりも出発側となるため、NOと判定する状況を表した図。

[図31]図10のステップS211において、候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔以上であるため、YESと判定する状況を表した図。

[図32]図10のステップS211において、候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔より小さいため、NOと判定する状況を表した図。

[図33]図10のステップS214において、作成した信号機と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍より大きいため、YESと判定する状況を表した図。

[図34]図10のステップS214において、作成した信号機と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍以下であるため、NOと判定する状況を表した図。

[図35]図8のステップS2の処理により範囲外の信号機が削除され、図8のステップS3の処理により時間曲線（距離－時間曲線）の配置が行われた状態の例を表した図。

[図36]図8のステップS4の出発側信号機作成処理により信号機が作成された状態の例を表した図。

[図37]図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS212が1回だけ処理されて、到着側に信号機が作成された例を表し

た図。

[図38]図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS212の2回目の処理により、到着側信号機作成処理で到着側に信号機がさらに作成された例を表した図。

[図39]図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS214でNOと判定されたか、図10のステップS218が処理されて、到着側信号機作成処理で到着側に最後の信号機が作成された状態の例を表した図。

[図40]実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて利用者により選択された先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とを表示した状態を表した図。

[図41]図40の画面が表示された状態において利用者により両端の信号機が指定された状態を表した図。

[図42]実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて目標とする時隔値を指定する画面を表示し、時隔値が入力された状態を表した図。

[図43]実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて信号機建植処理が実行中である旨を表示した状態を表した図。

[図44]実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて運転曲線および時隔曲線と決定した信号機の配置とを表示装置213に表示した状態を表した図。

[図45]実施形態の信号機建植位置決定システムの構成の変形例を示すブロック図。

[図46]実施形態の信号機建植位置決定システムの変形例の処理全体の流れを示すフローチャート。

[図47]図46のステップS7の駅間信号機作成処理の詳細を表すフローチャート。

[図48]実施形態の信号機建植位置決定システムの変形例において基準の信号機から隣接する信号機の位置を決定する手法（図10のステップS302か

らステップS 3 0 5までの処理)を説明するための図。

[図49]図4 6のステップS 3 0 7において、候補位置と基準の信号機との間隔が最小間隔以上であるため、Y E Sと判定する状況を表した図。

[図50]図4 6のステップS 3 0 7において、候補位置と基準の信号機との間隔が最小間隔より小さいため、N Oと判定する状況を表した図。

[図51]図4 6のステップS 3 0 8において、候補位置と基準の信号機との間隔が最大間隔以下であるため、Y E Sと判定する状況を表した図。

[図52]図4 6のステップS 3 0 8において、候補位置と基準の信号機との間隔が最大間隔より大きいため、N Oと判定する状況を表した図。

[図53]図4 6のステップS 3 1 0において、候補位置が終了信号機の位置よりも出発側となるため、Y E Sと判定する状況を表した図。

[図54]図4 6のステップS 3 1 0において、候補位置が終了信号機の位置よりも到着側となるため、N Oと判定する状況を表した図。

[図55]図4 6のステップS 3 1 1において、候補位置と終了信号機との間隔が最小間隔以上であるため、Y E Sと判定する状況を表した図。

[図56]図4 6のステップS 3 1 1において、候補位置と終了信号機との間隔が最小間隔より小さいため、N Oと判定する状況を表した図。

[図57]図4 6のステップS 3 1 4において、作成した信号機と終了信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍より大きい場合、Y E Sと判定する状況を表した図。

[図58]図4 6のステップS 3 1 4において、作成した信号機と終了信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍以下であるため、N Oと判定する状況を表した図。

[図59]図4 6のステップS 2の処理により範囲外の信号機が削除され、図4 6のステップS 3の処理により時間曲線(距離-時間曲線)の配置が行われた状態の例を表した図。

[図60]図4 6のステップS 4の出発側信号機作成処理により信号機が作成された状態の例を表した図。

[図61]図4 6のステップS 7の駅間信号機作成処理において、図4 7のステップS 3 1 2が1回だけ処理されて、信号機が作成された例を表した図。

[図62]図4 6のステップS 7の駅間信号機作成処理において、図4 7のステップS 3 1 2の2回目の処理により、駅間信号機作成処理で信号機がさらに作成された例を表した図。

[図63]図4 6のステップS 7の駅間信号機作成処理において、図4 7のステップS 3 1 4でNOと判定されたか、図4 7のステップS 3 1 8が処理されて、駅間信号機作成処理で到着側に最後の信号機が作成された状態の例を表した図。

発明を実施するための形態

[0011] 図1は、本実施形態の信号機建植位置決定システムの構成を示すブロック図である。

[0012] この信号機建植位置決定システムは、先行列車の時間曲線（距離－時間曲線）と続行列車の時間曲線とを指定された時隔値（目標時隔値）に応じて配置し、与えられた運転曲線、線路情報および列車性能情報に基づき、基点となる信号機に隣接する信号機の位置を効率的に決定することを可能としたシステムである。また、この信号機建植位置決定システムは、指定された信号機の建植区間において、基点となる信号機に隣接する信号機の位置を決定する処理を繰り返し実行することで、その建植区間について指定された時隔値を実現することができる信号機の位置（信号機の数を含む）を決定することを可能としたシステムである。

[0013] 図1に示されるように、この信号機建植位置決定システムは、サーバ100へネットワークN経由で操作端末200が接続されるネットワークシステムとして構築される。図1では、操作端末200を1台のみ示しているが、操作端末200は、例えば、複数の鉄道会社に設置され得るコンピュータであって、また、各鉄道会社に複数台設置され得る。サーバ100は、例えば、鉄道会社向けに信号機建植位置決定の支援サービスを提供するサービス提供会社に設置され得るコンピュータである。サーバ100も1台のみ示して

いるが、複数台のサーバ１００で機能や負荷を分担するようにしてもよい。

サーバ１００と操作端末２００との間の通信は、例えば、ＨＴＴＰ（HyperText Transfer Protocol）規格に準じて行われる。

[0014] 操作端末２００は、入力部２０１、表示部２０２、端末側データ送信部２０３および端末側データ受信部２０４を有している。操作端末２００には、キーボード２１１、ポインティング装置２１２および表示装置２１３が外部接続されている。

[0015] 入力部２０１は、キーボード２１１またはポインティング装置２１２による利用者からの情報入力処理を実行する。表示部２０２は、表示装置２１３による利用者への情報出力処理を実行する。また、端末側データ送信部２０３は、入力部２０１により入力された情報をネットワークＮ経由でサーバ１００へ送信するための通信を実行する。端末側データ受信部２０４は、サーバ１００から操作端末２００へ送信される、表示部２０２が表示装置２１３へ画面を表示するための情報をネットワークＮ経由で受信するための通信を実行する。端末側データ受信部２０４により受信される情報は、例えば、ＨＴＭＬ（HyperText Markup Language）ファイルである。または、この情報は、表示画面用の画像データであってもよい。表示部２０２が表示画面を作成する機能を有する場合には、例えばＣＳＶ（Comma-separated value）ファイルを受信して、ＣＳＶファイルに含まれる情報を用いて表示画面を作成するようにしてもよい。

[0016] 一方、サーバ１００は、建植処理部１０１、距離時間曲線配置部１０２、制動曲線計算部１０３、信号機位置計算部１０４、サーバ側データ受信部１０５およびサーバ側データ送信部１０６の各種データ処理部と、運転曲線情報格納部１１１、距離時間曲線格納部１１２、線路情報格納部１１３、列車性能情報格納部１１４、制動曲線格納部１１５および信号機情報格納部１１６の各種データ格納部とを有している。各種データ処理部の一部または全部は、ソフトウェア（プログラム）として構成され、例えばＨＤＤ（Hard Disk Drive）等の外部記憶装置からメインメモリにロードされてＣＰＵ（Central

Processing Unit) により実行されることで具現化される。各種データ部は、外部記憶装置上に構成され、メインメモリを介して、CPU、即ち、各種データ処理部からアクセスされる。

[0017] まず、各種データ格納部が格納する情報について説明する。

[0018] 運転曲線情報格納部 111 は、列車の運転曲線（距離－速度曲線）および時間曲線（距離－時間曲線）に関する情報を含む運転曲線情報を格納する。運転曲線情報は、時隔値を計算する際に参照される情報である。時間曲線（距離－時間曲線）は、1つの運転曲線（距離－速度曲線）に対して、列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）と、列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）との2種類が存在する。

[0019] 距離時間曲線格納部 112 は、後述する、距離時間曲線配置部 102 により、指定された時間の間隔で配置された、先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）と続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）とに関する信号機位置建植用の時間曲線情報を格納する。信号機位置建植用の時間曲線情報は、信号機位置を計算する際に参照される情報である。

[0020] 線路情報格納部 113 は、駅情報（駅の位置等）、勾配情報（勾配の位置、勾配の大きさ等）、曲線情報（曲線の位置、曲線の半径、方向等）、トンネル情報（トンネルの位置等）、速度制限情報（速度制限の位置、制限速度）等を含む線路情報を格納する。線路情報は、運転曲線や制動曲線を計算する際に参照される情報である。

[0021] 列車性能情報格納部 114 は、重量、列車長、加速性能、減速性能、走行抵抗係数等を含む列車情報を格納する。列車情報は、運転曲線や制動曲線を計算する際に参照される情報である。

[0022] 制動曲線格納部 115 は、後述する、制動曲線計算部 103 により計算された制動曲線に関する情報を格納する。この制動曲線に関する情報は、信号建植処理にて信号機位置の候補を決定する際に参照される情報である。

[0023] 信号機情報格納部 116 は、信号機の名称、位置等を含む信号機情報を格納する。信号機情報は、制動曲線や時隔値を計算する際に参照される情報で

ある。また、信号機情報格納部 116 は、後述する、建植処理部 101 により求められた信号機情報を格納する。

[0024] 次に、各種データ処理部の概要について説明する。

[0025] 建植処理部 101 は、後述する自身の個別的な処理の実行に加えて、この信号機建植位置決定システムの全体的な制御を実行する。換言すると、他のデータ処理部は、建植処理部 101 の制御下で動作する。また、建植処理部 101 は、操作端末 200 が画面表示を行うための情報、例えば HTML ファイルを作成する機能を有している。操作端末 200 の表示部 202 によっては、建植処理部 101 は、表示画面用の画像データを作成するようにしてもよいし、表示画面の作成に必要な情報を含む CSV ファイルを作成するようにしてもよい。

[0026] 距離時間曲線配置部 102 は、運転曲線情報格納部 111 に格納されている先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）に関する情報と続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）に関する情報とを取得し、それらの間隔が指定された時隔値となるように配置し、その配置を含む 2 つの時間曲線に関する情報を距離時間曲線格納部 112 に格納する。時隔値は、操作端末 200 側の表示装置 213 に表示される画面に応じた利用者によるキーボード 211 およびポインティング装置 212 の操作により指定される。この時隔値の指定を含むユーザインタフェース全般については後述する。

[0027] 制動曲線計算部 103 は、建植処理部 101 からの計算実行の指示に従い、線路情報格納部 113 に格納されている線路情報および列車性能情報格納部 114 に格納されている列車情報を参照して、順方向または逆方向の制動曲線を計算し、その制動曲線に関する情報を制動曲線格納部 115 に格納する。

[0028] 信号機位置計算部 104 は、運転曲線情報格納部 111 に格納されている続行列車の運転曲線（距離－速度曲線）に関する情報と、距離時間曲線格納部 112 に格納されている先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）および続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）に関する情報と

、信号機情報格納部 116 に格納されている信号機情報と、制動曲線格納部 115 に格納されている制動曲線に関する情報とを用いて、基点となる信号機に隣接する信号機の位置を決定し、その信号機情報を作成して信号機情報格納部 116 に格納する。信号機位置計算部 104 は、必要となる制動曲線に関する情報が制動曲線計算部 103 に格納されていない場合、建植処理部 101 に制動曲線の計算を要求する。

[0029] 建植処理部 101 は、信号機情報格納部 116 に格納されている信号機情報と、入力部 201 を通して指定された（サーバ側データ受信部 105 により受信される）開始信号機および終了信号機とから計算範囲を特定する。また、建植処理部 101 は、入力部 201 を通して指定された時隔値の間隔となるように、距離時間曲線配置部 102 に時間曲線（距離－時間曲線）の配置を指示する。また、建植処理部 101 は、計算範囲内の信号機を削除すべく、信号機情報格納部 116 の信号機情報を更新する。また、建植処理部 101 は、信号機位置計算部 104 に信号機情報の作成を指示する。また、建植処理部 101 は、信号機位置計算部 104 が信号機情報の作成中に制御曲線の計算を要求してきた場合、制動曲線計算部 103 に制動曲線の計算実行を指示する。また、建植処理部 101 は、信号機位置計算部 104 による信号機情報の作成処理が終了したら、信号機情報格納部 116 に格納されている信号機情報を取得し、（サーバ側データ送信部 106 経由で）表示部 202 を通して信号建植処理の結果を表示装置 213 に表示する。

[0030] サーバ側データ受信部 105 は、操作端末 200 からサーバ 100 へ送信される、操作端末 200 側のキーボード 211 またはポインティング装置 212 の操作により入力された情報をネットワーク N 経由で受信するための通信を実行する。

[0031] サーバ側データ送信部 106 は、画面表示用の情報（例えば建植処理部 101 により作成される HTML ファイル）をネットワーク N 経由で操作端末 200 へ送信するための通信を実行する。

[0032] 前述したように、この信号機建植位置決定システムは、第 1 に、先行列車

の時間曲線と続行列車の時間曲線とを目標の時隔値を間隔とする位置に配置して、基点となる信号機に隣接する信号機の位置を決定し、第2に、その信号機の位置の決定を、計算範囲において順番に繰り返し行うことで、その計算範囲について目標の時隔値を実現することのできる信号機の位置（信号機の数を含む）を決定する。そこで、まず、時隔値の求め方について説明する。

[0033] 時隔値の求め方を説明するにあたり、まず、運転曲線について説明する。

[0034] 図2は、列車の運転曲線（距離－速度曲線）を表した図である。

[0035] 図2では、横軸が距離を表し、縦軸が速度を表す。図2の左側が出発駅側で、右側が到着駅側となる。

[0036] 図2中、21は、列車の運転曲線（距離－速度曲線）である。運転曲線は、線路条件および列車性能を基に計算することが可能である。本実施形態の信号機建植位置決定システムでは、運転曲線に関する情報が、あらかじめ計算されて運転曲線情報格納部111に格納されていることを想定する。

[0037] また、22は、信号機を表す図形である。図2では、出発駅から到着駅の間に9個の信号機が設置された状態を表している。信号機は、図形が配置されている位置に存在するものとする。なお、信号機の位置は、等間隔に限られず、隣接する2つの信号機の間隔の最小値と最大値との制約の下、任意の位置に設置することができる。

[0038] 次に、時間－距離曲線について説明する。

[0039] 運転曲線は、距離に対して速度が対応する情報であるが、同時に、距離に対して時間を対応づけることができる。図3は、1列車についての時間－距離曲線を表している。

[0040] 図3では、横軸が時間を表し、縦軸が距離を表す。図3の下側が出発駅側で、上側が到着駅側となる。

[0041] 図3中、31は、列車の先頭位置を基準とした時間－距離曲線を表す。32は、列車の終端位置を基準とした時間－距離曲線を表す。図2で横方向の距離軸に沿って並んでいた信号機は、図3では縦方向の距離軸に沿って並ぶ

。時間－距離曲線のことを、単に時間曲線と呼ぶこともある。

[0042] 次に、運転曲線を用いて、後方を走行している列車（続行列車）が運転曲線通りに走行できる限界の地点の求め方について説明する。

[0043] 図4は、続行列車が運転曲線通りに走行できる限界の地点の求め方を説明するための図である。

[0044] 図4中、41は、続行列車の運転曲線（距離－速度曲線）である。42は、先行列車を表し、43は、続行列車を表す。また、44は、ある信号機（信号機Aとする）を表し、45は、信号機A44の1つ出発駅側の信号機（信号機Bとする）を表す。

[0045] 図4では、先行列車42が、信号機A44を過ぎて、その終端が信号機A44の位置にある状態が表されている。

[0046] 隣接する2つの信号機間を1単位として先行列車と続行列車との間に1単位以上の間隔が確保されていることが求められる1へいそくを前提とすると、先行列車42が信号機A44の位置にある場合、続行列車43は、信号機B45の位置までに、決められた速度に減速しなければならない。ここでは、この速度を0km/hとして説明する。なお、本実施形態の信号機建植位置決定システムは、1へいそくに限定されず、0へいそくの場合においても適用可能である。0へいそくの場合、先行列車と続行列車との間に1つ以上の信号機が介在していることが求められる。

[0047] 46は、続行列車43に関する制動曲線を表しており、信号機B45の位置からの制動曲線となっている。制動曲線も距離－速度曲線で表すことができる。

[0048] 47は、制動曲線46と（続行列車43の）運転曲線41との交点を表す。この交点47が、先行列車42の終端が信号機A44に位置する場合において続行列車43が運転曲線通りに走行できる限界の地点であり、図4の先行列車42と続行列車43との位置関係が、2列車が近づくことのできる限界を表している。

[0049] 仮に、先行列車42が信号機A44の位置にある場合に、続行列車43が

交点 4 7 よりも前方（図 4 では右側）に位置する場合、信号機による速度制御により、信号機 B 4 5 からの制動曲線 4 6 に従って減速した状態となっていなければならないことになる。そうすると、続行列車 4 3 の速度は、（続行列車 4 3 の）運転曲線 4 1 の速度よりも低い速度となってしまう、計画された運転曲線通りの走行ができなくなる。そのため、交点 4 7 が、続行列車 4 3 が先行列車 4 2 に近づくことのできる限界の地点となる。

[0050] 先行列車の位置に対して、続行列車が、信号機によるブレーキをかけることなく、計画された運転曲線で走行できる限界を、図 4 のように求めることができるが、これを、ある駅における先行列車と続行列車との時間の差で表すことができる。この時間の差を時隔と呼び、その値を時隔値と呼ぶ。

[0051] 図 5 は、図 4 の 2 列車の位置関係を時間曲線（時間－距離曲線）で表した図である。

[0052] 図 5 中、5 1 は、先行列車の先頭位置の時間曲線を表し、5 2 は、先行列車の終端位置の時間曲線を表す。5 3 は、続行列車の先頭位置の時間曲線を表し、5 4 は、続行列車の終端位置の時間曲線を表す。

[0053] 5 5 は、図 4 の状態の時刻における先行列車を表し、5 6 は、同じ時刻の続行列車を表す。5 7 は、信号機 A を表し、5 8 は、信号機 B を表す。また、5 9 は、続行列車の運転曲線と信号機 B の位置からの制動曲線との交点（続行列車が運転曲線通りに走行できる限界の地点）を表す。

[0054] 先行列車 5 5 の終端が信号機 A 5 7 の位置にあるとき、続行列車 5 6 の先頭は、交点 5 9 の位置にある。つまり、その 2 つの列車がこれらの位置にあるとき、同一の時刻上（同じ縦線上）にある。

[0055] 6 0 は、図 5 で示される先行列車 5 5 と続行列車 5 6 との位置関係において、最も接近できる 2 列車の間隔を表す線分である。これを縦棒と呼ぶ。

[0056] 6 1 は、到着駅において、先行列車 5 5 と続行列車 5 6 とが満たさなければならない時間の間隔を表す。即ち、前述の時隔値である。信号機ごとに時隔値を区別する場合、信号機 A の時隔値というように呼ぶ。

[0057] 図 4 および図 5 を用いて、駅の途中の 2 個の信号機（信号機 A、信号機 B

）による時隔値を説明したが、駅間の信号機の個数は実際には２個よりも多い。各々の信号機による時隔値を求めて、その中の最も大きい時隔値を２列車の時隔または単に時隔と呼ぶ。

[0058] 図６は、時隔を説明するための図（時間－距離曲線図）である。

[0059] 図６に示されるように、２列車の時間曲線の位置関係は、駅間の全ての信号機の時隔値を求めて、２列車の間隔が最大の時隔値となるように決められる。

[0060] 先行列車、続行列車とも、時間－距離曲線は、先頭と終端とを表す２本ずつが表示されている。

[0061] 先行列車の終端を表す時間－距離曲線から、先行列車の終端が位置する信号機位置での縦棒がそれぞれ表示されている。信号機６２に対応する縦棒を６５、信号機６３に対応する縦棒を６６、信号機６４に対応する縦棒を６７で表示している。このうち、信号機６３に対応する縦棒６６の続行列車側が、続行列車の先頭を表す時間－距離曲線と接した状態である。続行列車が運転曲線通りに走行するためには、２列車はこれよりも近づくことはできない。

[0062] この位置関係にあるとき、到着駅での先行列車と続行列車との時間の差を最大時隔と呼び、図６では、６８で示された時間となる。

[0063] また、図７は、図６（時間－距離曲線図）とは別の表現方法で時隔を表した図（距離－時間曲線図）である。

[0064] 図６では、横軸を時間、縦軸を距離とした、時間－距離曲線図を使用した。時隔の表現方法としては、時間－距離曲線図以外に、図７に示されるように、横軸を距離、縦軸を時間とした、距離－時間曲線図も使用され得る。

[0065] なお、信号機ごとに最も接近できる２列車の間隔を、時間－距離曲線図では縦棒で表現していたが、距離－時間曲線図では横棒となる。

[0066] 図７中、６９は、先行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）であり、７０は、先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）である。また、７１は、続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）であり、７

2 は、続行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）である。

[0067] 以上で、時隔値の求め方を説明した。

[0068] 次に、この信号機建植位置決定システムの処理の詳細について説明する。

[0069] ここでは、この信号機建植位置決定システムにおける信号機の位置の変更を説明するために、次のように、記号を定義する。

[0070] n : 開始信号機と終了信号機との間に作成する信号機の個数

$S(j)$: 信号機 ($j = 0, 1, 2, \dots, n, n+1$)

d_{min} : 隣接する信号機の間隔の最小値の制約（最小間隔）

d_{max} : 隣接する信号機の間隔の最大値の制約（最大間隔）

$(d_{min} \leq \text{信号機の間隔} \leq d_{max})$

d_{min} と d_{max} とは、隣接する信号機間の距離の制約であり、列車の長さ、ブレーキの原理および性能、路線の最高速度、駅間の距離等の物理的な特性、市街地／郊外の違い、目標とする輸送力等の環境面、設備保全の予算等の経済面、将来の輸送力等の計画面等の特性を総合的に考慮して人為的に設定される値である。

[0071] なお、作成する信号機の個数 n は、この信号機建植位置決定システムの処理の途中では不明な値であるが、この処理の説明において終了信号機の1つ手前の信号機を n 番目の信号機として表すために、便宜上、使用する。

[0072] 信号機情報格納部 116 に格納される信号機情報について説明する。

[0073] まず、最終的に作成する信号機の個数を n とすることで、開始信号機は $S(0)$ と表され、終了信号機は $S(n+1)$ と表される。

[0074] なお、両端の $S(0)$ と $S(n+1)$ を除いた $S(1)$ から $S(n)$ の信号機を意味する場合は、 $S(j)$ と区別するために、以下のように $S(k)$ と表すものとする。

[0075] $S(k)$: 信号機 ($k = 1, 2, \dots, n$)

図8は、この信号機建植位置決定システムの処理全体の流れを表すフローチャートである。また、図9は、図8のステップS4の出発側信号機作成処理の詳細を表すフローチャートであり、図10は、図8のステップS5の到

着側信号機作成処理の詳細を表すフローチャートである。

[0076] まず、図 8 を参照する。

[0077] ステップ S 1 において、建植処理部 101 は、開始信号機 S (0) と終了信号機 S (n + 1) とに関する情報を得る。より詳細には、建植処理部 101 は、信号機情報格納部 116 に格納されている信号機情報を（サーバ側データ送信部 106 経由で）表示部 202 を通して表示装置 213 により利用者に提示し、利用者によるキーボード 211 またはポインティング装置 212 の操作により、つまり入力部 201 を通して指定される開始信号機 S (0) と終了信号機 S (n + 1) とに関する通知を（サーバ側データ受信部 105 経由で）受信する。

[0078] ステップ S 2 において、建植処理部 101 は、信号機情報格納部 116 に格納されている信号機情報について、指定された開始信号機 S (0) と終了信号機 S (n + 1) との間に含まれる信号機を削除する。

[0079] 図 11 は、ステップ S 2 の範囲内の信号機の削除処理を実行後の信号機を運転曲線図上で表している。

[0080] ステップ S 3 において、建植処理部 101 は、運転曲線情報格納部 111 に格納されている運転曲線情報に含まれる、先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）および続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）を抽出し、2つの時間曲線の間隔が入力部 201 から得た目標時隔値となるように配置して、このように配置された2つの時間曲線に関する情報を距離時間曲線格納部 112 に格納する。

[0081] 先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）と、続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）とは、利用者の指示により、出発駅で目標時隔値の間隔で配置する場合と、到着駅で目標時隔値の間隔で配置する場合とのいずれかとなる。

[0082] 図 12 は、出発駅での時隔値を目標値とする場合の先行列車および続行列車の時間曲線（距離－時間曲線）の配置の例を表している。出発駅での時隔値を目標値とする場合、出発駅の位置において、先行列車の時間曲線（距離

一時間曲線)と続行列車の時間曲線(距離一時間曲線)との時間の間隔が目標の時隔値になっている。ここで、指定された時間の間隔で配置された先行列車の終端位置の時間曲線(距離一時間曲線)と続行列車の先頭位置の時間曲線(距離一時間曲線)とに関する時間曲線情報が距離時間曲線格納部 1 1 2 に格納される。

[0083] 図 1 3 は、到着駅での時隔値を目標値とする場合の先行列車および続行列車の時間曲線(距離一時間曲線)の配置の例を表している。到着駅での時隔値を目標値とする場合、到着駅の位置において、先行列車の時間曲線(距離一時間曲線)と続行列車の時間曲線(距離一時間曲線)との時間の間隔が目標の時隔値になっている。ここで、指定された時間の間隔で配置された先行列車の終端位置の時間曲線(距離一時間曲線)と続行列車の先頭位置の時間曲線(距離一時間曲線)とに関する時間曲線情報が距離時間曲線格納部 1 1 2 に格納される。

[0084] ステップ S 3 にて、時間曲線(距離一時間曲線)に関する情報が距離時間曲線格納部 1 1 2 に格納されたら、信号機建植位置決定システムの処理は、ステップ S 4 の出発側信号機作成処理に進む。

[0085] ステップ S 4 において、信号機位置計算部 1 0 4 は、出発側信号機作成処理を行う。ステップ S 4 の出発側信号機作成処理の詳細な説明は、後述する。ステップ S 4 の処理を実行することにより、出発側に信号機を作成しないか、あるいは 1 個の信号機を作成することになる。ステップ S 4 が終了したら、信号機建植位置決定システムの処理は、ステップ S 5 の到着側信号機作成処理に進む。

[0086] ステップ S 5 において、信号機位置計算部 1 0 4 は、到着側信号機作成処理を行う。ステップ S 5 の到着側信号機作成処理の詳細な説明は、後述する。ステップ S 5 の処理を実行することにより、信号機建植位置決定システムは、終了条件を満たすまで、到着側から出発側に向かって信号機を順に作成することを繰り返すことになる。ステップ S 5 が終了したら、信号機建植位置決定システムは、処理を終了する。

[0087] 次に、図9を参照して、図8のステップS4の出発側信号機作成処理の詳細を説明する。

[0088] 図8のステップS4の出発側信号機作成処理では、信号機位置計算部104は、続行列車の出発位置と開始信号機S(0)との間に信号機が1つもない場合に、開始信号機S(0)の次に信号機S(1)を作成する。図8のステップS4の出発側信号機作成処理を実施する理由は、開始信号機が続行列車の出発を制御する信号機である場合には、その信号機が進行を意味する状態とならない限り発車できないことと、信号の変化時に特別な付加時分を付加することによる影響を、信号機位置の決定処理に反映するためである。

[0089] ステップS101にて、信号機位置計算部104は、運転曲線情報格納部111の運転曲線情報より出発駅における続行列車の出発位置を取得する。また、信号機位置計算部104は、信号機情報格納部116の信号機情報を取得し、続行列車の出発位置と開始信号機S(0)との間に信号機が存在するかどうかを確認する。存在しない場合、信号機位置計算部104は、判定をYESとしてステップS102に進む。一方、存在する場合、信号機位置計算部104は、判定をNOとして、ステップS4の出発側信号機作成処理を終了し、ステップS5に進む。

[0090] このステップS101の判定は、出発側信号機作成処理において信号機S(1)を作成するかどうかを判定するものである。判定がNOとなる、続行列車と開始信号機との間に信号機が存在する場合は、ステップS4では信号機S(1)を作成せず、判定がYESとなる、続行列車と開始信号機との間に信号機が存在しない場合は信号機S(1)を作成することになる。

[0091] 図14は、ステップS101にて、続行列車の出発位置と開始信号機S(0)との間に信号機が存在しておらず、YESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、以降の処理で出発側に信号機S(1)を作成することになる。信号機位置計算部104は、ステップS102に移る。

[0092] 図15は、ステップS101にて、続行列車の出発位置と開始信号機S(

０）との間に信号機が存在しており、ＮＯと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部１０４は、出発側に信号機を作成することは行わず、ステップＳ４の出発側信号機作成処理は終了し、信号機建植位置決定システムの処理は、ステップＳ５の到着側信号機作成処理に移る。

[0093] 図１６は、出発側信号機作成処理のステップＳ１０２からステップＳ１０４の処理を説明するために用いる距離－時間曲線図である。

[0094] ステップＳ１０２にて、信号機位置計算部１０４は、距離時間曲線格納部１１２に格納されている続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）に関する情報を参照し、続行列車の出発時刻から付加時分だけ前の時刻を求める。続行列車の出発時刻より付加時分だけ前の時刻は、図１６の距離－時間曲線図では下側となる。

[0095] 付加時分とは、実際の列車制御において、先行列車の位置を検出してから続行列車の制御が開始されるまでにかかる時間を意味する。付加時分には、信号の伝送時間や、転てつ器の切り替えにかかる時間や、運転士が信号変化を見てから操作するまでの反応時間、等が含まれる。この信号機建植位置決定システムでは、付加時分を事前に設定済みの設定値として取り扱う。なお、ステップＳ１０２にて、信号機位置計算部１０４は、付加時分を考慮せず、続行列車の出発時刻そのものを求めるようにしてもよい。

[0096] ステップＳ１０３にて、信号機位置計算部１０４は、距離時間曲線格納部１１２の先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）に対して、ステップＳ１０２で求めた時刻における位置（距離）を求める。このとき、距離時間曲線格納部１１２に格納されている時間曲線情報で示される先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）と続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）とは、目標時隔値の間隔で配置された状態である。

[0097] ステップＳ１０４にて、信号機位置計算部１０４は、ステップＳ１０３で求めた位置を候補位置とする。

[0098] ステップＳ１０５にて、信号機位置計算部１０４は、候補位置と、信号機情報格納部１１６の信号機情報の開始信号機Ｓ（０）との間隔を求める。

- [0099] ステップS106にて、信号機位置計算部104は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるかどうかの判定を行う。候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上である場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS107に進む。候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} より小さい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS110に進む。
- [0100] 図17は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるため、ステップS106をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS107に進む。
- [0101] 図18は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} より小さいため、ステップS106をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS110に進み、最小間隔 d_{min} の位置に信号機S(1)を作成することとなる。
- [0102] ステップS107にて、信号機位置計算部104は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最大間隔 d_{max} 以下であるかどうかの判定を行う。候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最大間隔 d_{max} 以下である場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS108に進む。候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最大間隔 d_{max} より大きい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS109に進む。
- [0103] 図19は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最大間隔 d_{max} 以下であるため、ステップS107をYESと判定する状況を表している。なお、このとき、ステップ106にて候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上と判定しているため、候補位置と開始信号機S(0)との間隔は、最小間隔 d_{min} 以上、最大間隔 d_{max} 以下となっている。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS108に進み、候補位置に信号機S(1)を作成することとなる。
- [0104] 図20は、候補位置と開始信号機S(0)との間隔が最大間隔 d_{max} より大きいため、ステップS107をNOと判定する状況を表している。この

場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S 109 に進み、最大間隔 d_{max} の位置に信号機 S (1) を作成することとなる。

[0105] ステップ S 107 の判定が YES の場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S 108 の処理を行う。

[0106] ステップ S 108 にて、信号機位置計算部 104 は、候補位置に信号機 S (1) を作成し、その信号機 S (1) に関する情報を信号機情報格納部 116 に格納する。ステップ S 108 を処理したら、図 8 のステップ S 4 は終了し、信号機建植位置決定システムの処理は、図 8 のステップ S 5 に進む。

[0107] ステップ S 107 の判定が NO の場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S 109 の処理を行う。

[0108] ステップ S 109 にて、信号機位置計算部 104 は、開始信号機 S (0) から最大間隔 d_{max} の位置に信号機 S (1) を作成し、その信号機 S (1) に関する情報を信号機情報格納部 116 に格納する。ステップ S 107 の判定が NO となる場合とは、候補位置と開始信号機 S (0) との間隔が最大間隔 d_{max} 以下でなければならないという制約を満たせない状況にある場合である。そのため、ステップ S 109 にて、強制的に最大間隔 d_{max} の位置に信号機 S (1) を作成するという方法を取っている。これは、目標時隔値を満たすことができなくなることを意味するが、与えられた目標時隔値の設定に問題があることが原因である。便宜上、ここでは、このまま以降の処理を継続するものとして説明する。

[0109] また、以降の処理の説明においても、ステップ S 109 と同様に、最大間隔 d_{max} や最小間隔 d_{min} の位置に信号機を作成する状況が生じる。その場合も、制約を満たせない状況となっており、強制的に信号機を作成して処理を継続するものとして説明している。

[0110] なお、ステップ S 109 や以降の説明では、信号機位置を強制的に最大間隔 d_{max} や最小間隔 d_{min} の位置に強制的に信号機を作成して処理を継続するものとするが、最大間隔 d_{max} や最小間隔 d_{min} の設定値を適切な値に見直し、または、利用者に別の適切な目標時隔値を入力してもらうこ

とで、ステップS 1 から再実行するようにしてもよい。

[0111] ステップS 1 0 9 を処理したら、図 8 のステップS 4 は終了し、信号機建植位置決定システムの処理は、図 8 のステップS 5 に進む。

[0112] ステップS 1 1 0 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、開始信号機 S (0) から最小間隔 d m i n の位置に信号機 S (1) を作成し、その信号機 S (1) に関する情報を信号機情報格納部 1 1 6 に格納する。

[0113] ステップS 1 1 0 を処理したら、図 8 のステップS 4 は終了し、信号機建植位置決定システムの処理は、ステップS 5 に進む。

[0114] ここで、ステップS 4 の出発側信号機作成処理の結果、開始信号機 S (0) の次に信号機は作成されないか、開始信号機 S (0) の次に 1 個の信号機 S (1) が作成されるか、のいずれかの状態となる。

[0115] 以降の説明で、開始側の信号機という名称を用いるが、開始側の信号機とは、ステップS 4 の出発側信号機作成処理にて信号機が作成されなかった場合は、開始信号機 S (0) を意味するものとし、ステップS 4 の出発側信号機作成処理にて信号機 S (1) が作成された場合は、その信号機 S (1) を示すものとする。

[0116] 図 2 1 は、ステップS 4 の出発側信号機作成処理で信号機が作成された状態の例を表している。この場合、後に「開始側の信号機」が示す信号機は、作成された信号機 S (1) となる。

[0117] 図 2 2 は、ステップS 4 の出発側信号機作成処理で信号機が作成されなかった状態の例を表している。この場合、後に「開始側の信号機」が示す信号機は、開始信号機 S (0) となる。

[0118] 次に、図 1 0 を参照して、図 8 のステップS 5 の到着側信号機作成処理の詳細を説明する。

[0119] 図 8 のステップS 5 の到着側信号機作成処理では、終了信号機 S (n + 1) から出発側へと、列車の進行方向とは逆方向に、S (n) 、 S (n - 1) 、 S (n - 2) と順番に信号機を作成する処理を行う。

[0120] ステップS 2 0 1 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、信号機情報格納部 1

16の信号機情報の終了信号機 $S(n+1)$ を参照し、終了信号機 $S(n+1)$ を基準の信号機とする。以降の説明では、処理が進むにつれて基準の信号機が変わっていくので、基準の信号機を $S(k)$ と表す。

[0121] ここで、まず、図23を参照して、目標時隔値を実現すべく、基準の信号機 $S(k)$ から信号機 $S(k-1)$ の位置を決定する一般的な手法の一例を説明する。

[0122] まず、信号機 $S(k-1)$ を仮配置する(図23のa1)。信号機 $S(k-1)$ を仮配置したら、信号機 $S(k-1)$ からの制動曲線を求める(図23のa2)。次に、求めた制動曲線と運転曲線との交点から、先行列車の終端が信号機 $S(k)$ の位置にある状態で続行列車が運転曲線通りに走行できる限界の地点を求める(図23のa3)。ここで、先行列車と続行列車との位置関係が求まるので、先行列車と続行列車との時間的な間隔(時隔値)を評価し、信号機 $S(k-1)$ の位置を調整する(図23のa4)。この手順を、満足な結果が得られるまで繰り返す。このような手順によるため、高いスキルを有する専門家の多大な労力と時間を要し、かつ、最適な結果が得られるとは限らない。

[0123] 一方、図24は、本実施形態の信号機建植位置決定システムにおいて基準の信号機 $S(k)$ から信号機 $S(k-1)$ の位置を決定する手法を説明するための図である。これは、図10の到着側信号機作成処理のステップS202からステップS205までの処理に相当する。

[0124] ステップS202にて、信号機位置計算部104は、基準の信号機 $S(k)$ の位置と距離時間曲線格納部112に格納されている時間曲線情報が示す先行列車の終端位置の時間曲線(距離-時間曲線)との交点から、先行列車終端が信号機 $S(k)$ の地点に位置する時刻を求め、その時刻に対して付加時分だけ後の時刻を求める(図24のb1)。なお、出発側信号機作成処理と同様、ステップS202にて、信号機位置計算部104は、付加時分を考慮せず、先行列車終端が信号機 $S(k)$ の地点に位置する時刻そのものを求めるようにしてもよい。

- [0125] ステップS 2 0 3にて、信号機位置計算部 1 0 4は、ステップS 2 0 2で求めた時刻と、続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）との交点から、その時刻における続行列車の先頭位置を求める（図 2 4 の b 2－1）。また、信号機位置計算部 1 0 4は、運転曲線情報格納部 1 1 1に格納されている続行列車の運転曲線（距離－速度曲線）に関する情報から、続行列車の先頭位置における速度を求める（図 2 4 の b 2－2）。
- [0126] ステップS 2 0 4にて、信号機位置計算部 1 0 4は、ステップS 2 0 3で求めた続行列車の先頭位置と速度の座標を通る順方向の制動曲線を建植処理部 1 0 1に要求する（図 2 4 の b 3）。建植処理部 1 0 1は、制動曲線計算部 1 0 3に、制動曲線の計算を指示する。制動曲線計算部 1 0 3は、線路情報格納部 1 1 3に格納されている線路情報と、列車性能情報格納部 1 1 4に格納されている列車性能情報とから、続行列車の先頭位置と速度の座標を通る順方向の制動曲線を計算し、計算した制動曲線に関する情報を制動曲線格納部 1 1 5に格納する。制動曲線計算部 1 0 3は、建植処理部 1 0 1を經由して、信号機位置計算部 1 0 4に対して、制動曲線の計算が行われた旨を通知する。
- [0127] ステップS 2 0 5にて、信号機位置計算部 1 0 4は、制動曲線計算部 1 0 3から、続行列車の先頭位置と速度の座標を通る順方向の制動曲線を参照し、速度が0となる位置を求めて、信号機の候補位置とする（図 2 4 の b 4）。
- [0128] このように、この信号機建植位置決定システムでは、（先行列車の終端位置の時間曲線と続行列車の先頭位置の時間曲線とを目標時隔値の間隔で配置して用いることにより）高いスキルを有する専門家の多大な労力と時間を要することなく、最適な結果を効率的に得ることができる。
- [0129] なお、ここでは、制動曲線の速度0となる位置を候補位置としたが、対象とする信号機や列車の性能や、信号制御の方法により、速度を0より大きい値としたり、さらに候補位置に余裕距離を付加したり、等の調整を行う場合もある。その場合は、調整後の位置を候補位置として扱い、以降の処理を実

施すればよい。

- [0130] ステップS206にて、信号機位置計算部104は、候補位置と、基準の信号機S(k)の位置とを比較する。
- [0131] ステップS207にて、信号機位置計算部104は、候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} 以上かどうかの判定を行う。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} 以上の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS208に進む。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} より小さい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS216に進む。
- [0132] 図25は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるため、ステップS207をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS208に進む。
- [0133] 図26は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} より小さいため、ステップS207をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS216に進み、基準の信号機S(k)から最小間隔 d_{min} の位置に次の信号機S(k-1)が作成されることとなる。
- [0134] ステップS208にて、信号機位置計算部104は、候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} 以下かどうかの判定を行う。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} 以下の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS209に進む。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} より大きい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS217に進む。
- [0135] 図27は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最大間隔 d_{max} 以下であるため、ステップS208をYESと判定する状況を表している。なお、このとき、ステップS207にて候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上と判定しているため、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔は、最小間隔 d_{min} 以上で、最大間隔 d_{max} 以下と

なっている。

[0136] 図28は、候補位置と基準の信号機 $S(k)$ との間隔が最大間隔 d_{max} より大きいため、ステップS208をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS217に進み、候補位置を基準の信号機 $S(k)$ から最大間隔 d_{max} の位置に変更することとなる。

[0137] ステップS209にて、信号機位置計算部104は、候補位置と開始側の信号機の位置とを比較する。

[0138] ステップS210にて、信号機位置計算部104は、候補位置が開始側の信号機の位置よりも到着側かどうかの判定を行う。候補位置が開始側の信号機の位置よりも到着側である場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS211に進む。候補位置が開始側の信号機の位置よりも出発側である場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS5の到着側信号機作成処理を終了する。

[0139] 図29は、候補位置が開始側の信号機の位置よりも到着側となるため、ステップS210をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS211に進む。

[0140] 図30は、候補位置が開始側の信号機の位置よりも出発側となるため、ステップS210をNOと判定する状況を表している。なお、図30では、左側が出発側で、右側が到着側となっている。この場合、ステップS5の到着側信号機作成処理は終了する。

[0141] ステップS211にて、信号機位置計算部104は、候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} 以上かどうかの判定を行う。候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} 以上の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS212に進む。候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} より小さい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS218に進む。なお、ステップS211をNOと判定する場合は、これ以上、出発側の信号機と作成した信号機との間に、新たな信号機を作成することができなくなるため、信号機位置計算部1

04がステップS218を処理した後、信号機建植位置決定システムは、ステップS5の到着側信号機作成処理を終了することとなる。

[0142] 図31は、候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるため、ステップS211をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS212に進む。

[0143] 図32は、候補位置と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} より小さいため、ステップS211をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS218に進み、基準の信号機 $S(k)$ から最小間隔 d_{min} の位置に次の信号機 $S(k-1)$ が作成されることとなる。

[0144] ステップS212にて、信号機位置計算部104は、候補位置に信号機 $S(k-1)$ を作成し、信号機 $S(k-1)$ に関する情報を信号機情報格納部116に格納する。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS213に進む。

[0145] ステップS213にて、信号機位置計算部104は、作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機の位置とを比較する。

[0146] ステップS214にて、信号機位置計算部104は、作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍より大きいかどうかの判定を行う。作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍より大きい場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS215に進む。作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍以下の場合、信号機位置計算部104は、NOと判定する。この場合、ステップS5は終了し、信号機建植位置決定システムの全体の処理が終了する。ステップS214の判定は、基準の信号機と開始側の信号機との間に新しい信号機を作成するためには、新しい信号機が、基準の信号機とも、また、開始側の信号機とも、最小間隔 d_{min} 以上の間隔を確保できないということを意味する。

[0147] 図33は、作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機との間隔が最小

間隔 d_{min} の2倍より大きく、ステップ S 2 1 4 を YES と判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部 1 0 4 は、ステップ S 2 1 5 に進み、作成した信号機を基準の信号機とすることとなる。

[0148] 図 3 4 は、作成した信号機 $S(k-1)$ と開始側の信号機との間隔が最小間隔 d_{min} の2倍以下であり、ステップ S 2 1 4 を NO と判定する状況を表している。この場合、ステップ S 5 は終了し、信号機建植位置決定システム全体の処理が終了することとなる。

[0149] ステップ S 2 1 5 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、作成した信号機 $S(k-1)$ を新たに基準の信号機とし、ステップ S 2 0 2 に戻り、以降の処理を繰り返し実行する。

[0150] ステップ S 2 1 6 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、基準の信号機 $S(k)$ から最小間隔 d_{min} の位置に信号機 $S(k-1)$ を作成し、信号機 $S(k-1)$ に関する情報を信号機情報格納部 1 1 6 に格納する。ステップ S 2 1 6 を処理したら、信号機位置計算部 1 0 4 は、ステップ S 2 1 3 に進む。

[0151] ステップ S 2 1 7 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、候補位置を、基準の信号機 $S(k)$ から最大間隔 d_{max} の位置に変更する。ステップ S 2 1 7 を処理したら、信号機位置計算部 1 0 4 は、ステップ S 2 0 9 に進む。

[0152] ステップ S 2 1 8 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、開始側信号機から最小間隔 d_{min} の位置に信号機 $S(k-1)$ を作成し、信号機 $S(k-1)$ に関する情報を信号機情報格納部 1 1 6 に格納する。ステップ S 2 1 8 を処理したらステップ S 5 は終了し、信号機建植位置決定システム全体の処理が終了する。

[0153] 以上で、信号建植処理の詳細な説明を行った。

[0154] このように、この信号機建植位置決定システムは、指定された範囲において目標の時隔値を実現することのできる信号機の位置（信号機の数を含む）を決定することができる。

[0155] 次に、この信号機建植位置決定システムの信号建植処理により、信号機情報が作成される状況の例を図 3 5 から図 3 9 を用いて示す。

- [0156] 図35は、図8のステップS2の処理により範囲外の信号機が削除され、図8のステップS3の処理により時間曲線（距離－時間曲線）の配置が行われた状態の例を表している。
- [0157] 図36は、図8のステップS4の出発側信号機作成処理により信号機S（1）が作成された状態の例を表している。
- [0158] 図37は、図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS212が1回だけ処理されて、到着側に信号機S（n）が作成された例を表している。
- [0159] 図38は、図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS212の2回目の処理により、到着側信号機作成処理で到着側に信号機S（n－1）がさらに作成された例を表している。
- [0160] 図39は、図8のステップS5の到着側信号機作成処理において、図10のステップS214でNOと判定されたか、図10のステップS218が処理されて、到着側信号機作成処理で到着側に最後の信号機S（2）が作成された状態の例を表している。
- [0161] 次に、操作端末200に外部接続されるキーボード211、ポインティング装置212および表示装置213を介して本実施形態の信号機建植位置決定システムが提供するユーザインタフェースについて説明する。
- [0162] 信号建植処理では、先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とを指定する。運転曲線を指定するために、建植処理部101は、サーバ側データ送信部106に対して、運転曲線情報格納部111に格納されている運転曲線情報を表示するための情報（例えば、自身が作成したHTMLファイル）をネットワークN経由で操作端末200へ送信することを指示する。この情報は、操作端末200において、端末側データ受信部204により受信され、表示部202により、表示装置213上に表示される。この表示に対して、利用者が、例えばポインティング装置212により先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とを選択すると、この選択を示す情報が入力部201により入力され、端末側データ送信部203によりネットワークN経由でサーバ1

00へ送信される。この選択を示す情報は、サーバ100において、サーバ側データ受信部105により受信され、建植処理部101へ供給される。この情報を受けた建植処理部101は、サーバ側データ送信部106に対して、選択された先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とを表示するための情報をネットワークN経由で操作端末200へ送信することを指示する。以下、キーボード211またはポインティング装置212の操作に伴う操作端末200からサーバ100への情報伝達の流れと、表示装置213による画面表示のためのサーバ100から操作端末200への情報伝達の流れとについては、その記載を一部簡略化する。

[0163] 図40は、選択された先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とを表示装置213に表示した状態を表している。図40中、401は、先行列車の運転曲線であり、402は、続行列車の運転曲線である。

[0164] 次に、信号建植処理では、信号機の建植を行う範囲の両端の信号機を指定する。信号機を指定するために、建植処理部101は、運転曲線情報格納部111に格納されている運転曲線情報と、信号機情報格納部116に格納されている信号機情報とを表示するための情報を操作端末200へ送信する。この情報による表示装置213上の表示に対して、利用者が、例えばポインティング装置212により両端の信号機を選択すると、この選択を示す情報がサーバ100へ送信され、建植処理部101へ供給される。

[0165] 図41は、表示装置213に先行列車の運転曲線と続行列車の運転曲線とが表示された状態において、ポインティング装置212により、両端の信号機が指定された状態を表している。

[0166] 利用者は、両端の信号機の指定後、目標とする時隔値を入力する。利用者は、目標とする時隔値を指定するために、例えばキーボード211を使用する。キーボード211により目標とする時隔値を入力すると、その時隔値を示す情報がサーバ100へ送信され、建植処理部101へ供給される。

[0167] 図42は、目標とする時隔値を指定する画面を表示装置213に表示し、キーボード211により時隔値が入力された状態を表した図である。利用者

により、先行列車の運転曲線および続行列車の運転曲線と、両端の信号機と、目標とする時隔値とが指定されたら、建植処理部 101 は、信号機建植処理を実行する。信号機建植処理が実行中である状態を利用者に示すため、建植処理部 101 は、計算途中である旨を表示するための情報を操作端末 200 へ送信する。

[0168] 図 43 は、信号機建植処理が実行中である旨を表示装置 213 に表示した状態を表した図である。図 43 中のキャンセルボタンは、信号機建植処理の途中で処理の中断を指示するためのボタンである。

[0169] 建植処理部 101 は、信号機の配置を決定したら、その結果を表示するための情報を操作端末 200 へ送信する。図 44 は、運転曲線および時隔曲線と決定した信号機の配置とを表示装置 213 に表示した状態を表した図である。

[0170] 以上のように、本実施形態の信号機建植位置決定システムにおいては、与えられた運転曲線図、線路情報、列車性能情報、両端の信号機、目標とする時隔値に基づき、先行列車と続行列車の距離－時間曲線の間隔を時隔値で配置し、出発駅側と到着駅側から必要な時分と列車の制動曲線を考慮して隣接する信号機位置を決定する処理を繰り返し行うことで、目標とする時隔値を実現する信号機の位置を決定することが可能となる。

[0171] なお、以上の説明では、この信号機建植位置決定システムの各種データ処理部をサーバ 100 に搭載する例を示したが、その一部を操作端末 200 に搭載するようにしてもよい。また、図 45 に示されるように、信号機建植位置決定システムを単独の情報処理装置 300 上において構築することも可能である。

[0172] (変形例)

以上の説明では、信号機建植位置決定システムが、信号機を到着側から建植する例を説明したが、続いて、変形例として、信号機を出発側から建植する例を説明する。

[0173] 図 46 は、信号機を出発側から建植する場合における信号機建植位置決定

システムの処理全体の流れを表すフローチャートである。また、図 4 7 は、図 4 6 のステップ S 7 の駅間信号機作成処理の詳細を表すフローチャートである。

[0174] 図 4 6 のステップ S 1 からステップ S 4 までは、図 8 のフローチャートと同一であり、ステップ S 7 が異なる。ステップ S 7 において、信号機位置計算部 1 0 4 は、駅間信号機作成処理を行う。図 4 7 を参照して、図 4 6 のステップ S 7 の駅間信号機作成処理の詳細を説明する。

[0175] 図 4 7 のステップ S 7 の駅間信号機作成処理では、開始側の信号機から出発側へと、列車の進行方向に、 $S(1)$ 、 $S(2)$ 、 $S(3)$ と順番に信号機を作成する処理を行う。

[0176] ステップ S 3 0 1 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、信号機情報格納部 1 1 6 の信号機情報の開始側の信号機を参照し、開始側の信号機を基準の信号機とする。開始側の信号機はステップ S 4 の処理の結果により、 $S(0)$ または $S(1)$ のいずれかである。以降の説明では、処理が進むにつれて基準の信号機が変わっていくので、基準の信号機を $S(k)$ と表す。

[0177] 図 4 8 は、実施形態の信号機建植位置決定システムの変形例において基準の信号機 $S(k)$ から信号機 $S(k+1)$ の位置を決定する手法を説明するための図である。これは、図 4 7 の駅間信号機作成処理のステップ S 3 0 2 からステップ S 3 0 5 までの処理に相当する。

[0178] ステップ S 3 0 2 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、基準の信号機 $S(k)$ の位置の速度 0 の地点からの逆方向の制動曲線と続行列車の運転曲線（距離－速度曲線）との交点を求め、その交点位置を続行列車先頭位置とする（図 4 8 の c 1）。

[0179] ステップ S 3 0 3 にて、信号機位置計算部 1 0 4 は、ステップ S 3 0 2 で求めた続行列車先頭位置と、続行列車の先頭位置の時間曲線（距離－時間曲線）との交点から、続行列車の先頭位置における時刻を求める（図 4 8 の c 2－1）。さらにその時刻から、付加時分だけ前の時刻を求める（図 4 8 の c 2－2）。

- [0180] ステップS304にて、信号機位置計算部104は、ステップS303で求めた時刻と、先行列車の終端位置の時間曲線（距離－時間曲線）との交点から、その時刻における先行列車の終端位置を求める（図48のc3）。
- [0181] ステップS305にて、信号機位置計算部104は、ステップS304で求めた先行列車の終端位置を、信号機の候補位置とする（図48のc4）。
- [0182] ステップS306にて、信号機位置計算部104は、候補位置と、基準の信号機S(k)の位置とを比較する。
- [0183] ステップS307にて、信号機位置計算部104は、候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} 以上かどうかの判定を行う。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} 以上の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS308に進む。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最小間隔 d_{min} より小さい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS316に進む。
- [0184] 図49は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるため、ステップS307をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS308に進む。
- [0185] 図50は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} より小さいため、ステップS307をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS316に進み、基準の信号機S(k)から最小間隔 d_{min} の位置に次の信号機S(k+1)が作成されることとなる。
- [0186] ステップS308にて、信号機位置計算部104は、候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} 以下かどうかの判定を行う。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} 以下の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS309に進む。候補位置と基準の信号機S(k)の間隔が最大間隔 d_{max} より大きい場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS317に進む。
- [0187] 図51は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最大間隔 d_{max}

以下であるため、ステップS308をYESと判定する状況を表している。
なお、このとき、ステップS307にて候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上と判定しているため、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔は、最小間隔 d_{min} 以上で、最大間隔 d_{max} 以下となっている。

[0188] 図52は、候補位置と基準の信号機S(k)との間隔が最大間隔 d_{max} より大きいため、ステップS308をNOと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS317に進み、候補位置を基準の信号機S(k)から最大間隔 d_{max} の位置に変更することとなる。

[0189] ステップS309にて、信号機位置計算部104は、候補位置と終了信号機S(n+1)の位置とを比較する。

[0190] ステップS310にて、信号機位置計算部104は、候補位置が終了信号機S(n+1)の位置よりも到着側かどうかの判定を行う。候補位置が終了信号機S(n+1)の位置よりも出発側である場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS311に進む。候補位置が開始側の信号機の位置よりも到着側である場合、信号機位置計算部104は、NOと判定し、ステップS7の駅間信号機作成処理を終了する。

[0191] 図53は、候補位置が終了信号機S(n+1)の位置よりも出発側となるため、ステップS310をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部104は、ステップS311に進む。

[0192] 図54は、候補位置が終了信号機S(n+1)の位置よりも到着側となるため、ステップS310をNOと判定する状況を表している。なお、図54では、左側が出発側で、右側が到着側となっている。この場合、ステップS7の駅間信号機作成処理は終了する。

[0193] ステップS311にて、信号機位置計算部104は、候補位置と終了信号機S(n+1)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上かどうかの判定を行う。候補位置と終了信号機S(n+1)との間隔が最小間隔 d_{min} 以上の場合、信号機位置計算部104は、YESと判定し、ステップS312に進む。候

補位置と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} より小さい場合、信号機位置計算部 104 は、NO と判定し、ステップ S318 に進む。
なお、ステップ S311 を NO と判定する場合は、これ以上、終了信号機 $S(n+1)$ と作成した信号機との間に、新たな信号機を作成することができなくなるため、信号機位置計算部 104 がステップ S318 を処理した後、信号機建植位置決定システムは、ステップ S7 の駅間信号機作成処理を終了することとなる。

[0194] 図 55 は、候補位置と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} 以上であるため、ステップ S311 を YES と判定する状況を表している。
この場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S312 に進む。

[0195] 図 56 は、候補位置と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} より小さいため、ステップ S311 を NO と判定する状況を表している。
この場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S318 に進み、終了信号機 $S(n+1)$ から最小間隔 d_{min} の位置に次の信号機 $S(k+1)$ が作成されることとなる。

[0196] ステップ S312 にて、信号機位置計算部 104 は、候補位置に信号機 $S(k+1)$ を作成し、信号機 $S(k+1)$ に関する情報を信号機情報格納部 116 に格納する。この場合、信号機位置計算部 104 は、ステップ S313 に進む。

[0197] ステップ S313 にて、信号機位置計算部 104 は、作成した信号機 $S(k+1)$ と終了信号機 $S(n+1)$ の位置とを比較する。

[0198] ステップ S314 にて、信号機位置計算部 104 は、作成した信号機 $S(k+1)$ と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} の 2 倍より大きいかどうかの判定を行う。作成した信号機 $S(k+1)$ と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} の 2 倍より大きい場合、信号機位置計算部 104 は、YES と判定し、ステップ S315 に進む。作成した信号機 $S(k+1)$ と終了信号機 $S(n+1)$ との間隔が最小間隔 d_{min} の 2 倍以下の場合、信号機位置計算部 104 は、NO と判定する。この場合、ス

ステップS 7は終了し、信号機建植位置決定システムの全体の処理が終了する。ステップS 3 1 4の判定は、基準の信号機と終了信号機S (n + 1)との間に新しい信号機を作成するためには、新しい信号機が、基準の信号機とも、また、終了信号機S (n + 1)とも、最小間隔d m i n以上の間隔を確保できなければならないことを意味する。

[0199] 図5 7は、作成した信号機S (k + 1)と終了信号機S (n + 1)との間隔が最小間隔d m i nの2倍より大きく、ステップS 3 1 4をYESと判定する状況を表している。この場合、信号機位置計算部1 0 4は、ステップS 3 1 5に進み、作成した信号機を基準の信号機とすることとなる。

[0200] 図5 8は、作成した信号機S (k + 1)と終了信号機S (n + 1)との間隔が最小間隔d m i nの2倍以下であり、ステップS 3 1 4をNOと判定する状況を表している。この場合、ステップS 7は終了し、信号機建植位置決定システム全体の処理が終了することとなる。

[0201] ステップS 3 1 5にて、信号機位置計算部1 0 4は、作成した信号機S (k + 1)を新たに基準の信号機とし、ステップS 3 0 2に戻り、以降の処理を繰り返し実行する。

[0202] ステップS 3 1 6にて、信号機位置計算部1 0 4は、基準の信号機S (k)から最小間隔d m i nの位置に信号機S (k + 1)を作成し、信号機S (k + 1)に関する情報を信号機情報格納部1 1 6に格納する。ステップS 3 1 6を処理したら、信号機位置計算部1 0 4は、ステップS 3 1 3に進む。

[0203] ステップS 3 1 7にて、信号機位置計算部1 0 4は、候補位置を、基準の信号機S (k)から最大間隔d m a xの位置に変更する。ステップS 3 1 7を処理したら、信号機位置計算部1 0 4は、ステップS 3 0 9に進む。

[0204] ステップS 3 1 8にて、信号機位置計算部1 0 4は、終了信号機S (n + 1)から最小間隔d m i nの位置に信号機S (k + 1)を作成し、信号機S (k + 1)に関する情報を信号機情報格納部1 1 6に格納する。ステップS 3 1 8を処理したらステップS 7は終了し、信号機建植位置決定システム全体の処理が終了する。

- [0205] 以上で、信号機を出発側から建植する場合における信号建植処理の詳細な説明を行った。
- [0206] このように、この信号機建植位置決定システムは、信号機を出発側から建植することによっても、指定された範囲において目標の時隔値を実現することのできる信号機の位置（信号機の数を含む）を決定することができる。
- [0207] 次に、この信号機建植位置決定システムの開始側からの信号建植処理により、信号機情報が作成される状況の例を図59から図63を用いて示す。
- [0208] 図59は、図46のステップS2の処理により範囲外の信号機が削除され、図46のステップS3の処理により時間曲線（距離－時間曲線）の配置が行われた状態の例を表している。
- [0209] 図60は、図46のステップS4の出発側信号機作成処理により信号機S（1）が作成された状態の例を表している。
- [0210] 図61は、図46のステップS7の駅間信号機作成処理において、図47のステップS312が1回だけ処理されて、信号機S（1）が作成された例を表している。
- [0211] 図62は、図46のステップS7の駅間信号機作成処理において、図47のステップS312の2回目の処理により、駅間信号機作成処理で信号機S（2）がさらに作成された例を表している。
- [0212] 図63は、図46のステップS7の駅間信号機作成処理において、図47のステップS314でNOと判定されたか、図47のステップS318が処理されて、駅間信号機作成処理で到着側に最後の信号機S（n）が作成された状態の例を表している。
- [0213] このように、この信号機建植位置決定システムは、人力による信号機の位置の検討の繰り返し等を必要とすることなく、目標とする時隔値を実現するための信号機の配置を効率的に決定することができる。
- [0214] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、

発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

[請求項1]

出発駅または到着駅における先行列車と続行列車との時間的な間隔として指定される目標時隔値と、距離と速度とを座標軸とする列車の運転曲線に関する運転曲線情報と、前記運転曲線に対応する、距離と時間とを座標軸とする列車の先頭位置の時間曲線および列車の終端位置の時間曲線に関する時間曲線情報と、線路に関する線路情報と、列車の性能に関する列車性能情報とを取得する取得手段と、

第1の信号機的位置を基準として列車の進行方向とは逆の方向に建植する第2の信号機的位置を決定する手段であって、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線と、前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線とを、前記出発駅または前記到着駅において前記目標時隔値分の間隔となるように配置し、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線に基づき、前記先行列車の終端が前記第1の信号機の地点に位置する第1の時刻を取得し、

前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線に基づき、前記第1の時刻において前記続行列車の先頭が位置する第1の位置を取得すると共に、前記続行列車の前記運転曲線に基づき、前記第1の位置における前記続行列車の第1の速度を取得し、

前記線路情報と前記列車性能情報とに基づき、距離と速度とを座標軸とする、前記第1の位置を前記第1の速度で走行する前記続行列車の制動曲線を取得し、前記続行列車の速度が所定の値となる第2の位置を、前記第2の信号機的位置に決定する建植位置決定手段と、

を具備する信号機建植位置決定システム。

[請求項2]

前記取得手段は、信号機の建植区間に関する建植区間情報をさらに取得し、

前記建植位置決定手段は、建植する位置が決定された前記第2の信号機を前記第1の信号機とすることにより、前記建植区間の終端側から前記第1の信号機とする信号機を列車の進行方向とは逆の方向に順

次変更していきながら、前記第2の信号機とする信号機を建植する位置を決定していき、前記建植区間内に建植する2以上の信号機の位置を決定する、

請求項1に記載の信号機建植位置決定システム。

[請求項3]

前記建植位置決定手段は、

前記第1の時刻として、先行列車の終端が前記第1の信号機の地点に位置する時刻に対して所定の時間分追加した時刻を取得し、

前記出発駅における前記続行列車の出発位置と前記建植区間の先頭との間に信号機が存在しない場合、前記建植区間の終端側から列車の進行方向とは逆の方向に信号機を建植する位置を決定していく前に、前記建植区間の先頭側から列車の進行方向に信号機を建植する位置を1つ決定し、

前記第1の信号機の位置と前記第2の位置との間隔が第1の閾値よりも小さい場合、前記第1の信号機の位置から前記第1の閾値の地点を前記第2の信号機の位置に決定し、前記第1の信号機の位置と前記第2の位置との間隔が前記第1の閾値よりも大きい第2の閾値よりも大きい場合、前記第1の信号機の位置から前記第2の閾値の地点を前記第2の信号機の位置に決定し、前記第2の位置と前記建植区間の先頭側に存在する信号機との間隔が前記第1の閾値に2を乗じて得た値よりも小さい場合、前記建植区間における処理を終了する、

請求項2に記載の信号機建植位置決定システム。

[請求項4]

出発駅または到着駅における先行列車と続行列車との時間的な間隔として指定される目標時隔値と、信号機の建植区間に関する建植区間情報と、距離と速度とを座標軸とする列車の運転曲線に関する運転曲線情報と、前記運転曲線に対応する、距離と時間とを座標軸とする列車の先頭位置の時間曲線および列車の終端位置の時間曲線に関する時間曲線情報と、線路に関する線路情報と、列車の性能に関する列車性能情報とを取得することと、

前記建植区間内に建植する２以上の信号機の位置を決定することと、

を具備し、

前記２以上の信号機の位置を決定することは、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線と、前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線とを、前記出発駅または前記到着駅において前記目標時隔値分の間隔となるように配置することと、

前記出発駅における前記続行列車の出発位置と前記建植区間の先頭との間に信号機が存在しない場合、前記建植区間の先頭側から列車の進行方向に信号機を建植する位置を１つ決定することと、

第１の信号機の位置を基準として列車の進行方向とは逆の方向に建植する第２の信号機の位置を決定することであって、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線に基づき、前記先行列車の終端が前記第１の信号機の地点に位置する時刻に対して所定の時間分追加した第１の時刻を取得し、

前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線に基づき、前記第１の時刻において前記続行列車の先頭が位置する第１の位置を取得すると共に、前記続行列車の前記運転曲線に基づき、前記第１の位置における前記続行列車の第１の速度を取得し、

前記線路情報と前記列車性能情報とに基づき、距離と速度とを座標軸とする、前記第１の位置を前記第１の速度で走行する前記続行列車の制動曲線を取得し、前記続行列車の速度が所定の値となる第２の位置を取得し、

前記第１の信号機の位置と前記第２の位置との間隔が第１の閾値よりも小さい場合、前記第１の信号機の位置から前記第１の閾値の地点を前記第２の信号機の位置に決定し、前記第１の信号機の位置と前記第２の位置との間隔が前記第１の閾値よりも大きい第２の閾値よりも大きい場合、前記第１の信号機の位置から前記第２の閾値の地点を前

記第2の信号機の位置に決定する、

ことを、前記第2の位置と前記建植区間の先頭側に存在する信号機との間隔が前記第1の閾値に2を乗じて得た値よりも小さくなるまで、建植する位置が決定された前記第2の信号機を前記第1の信号機とすることにより、前記建植区間の終端側から前記第1の信号機とする信号機を列車の進行方向とは逆の方向に順次変更していきながら、前記第2の信号機とする信号機を建植する位置を決定していき、前記建植区間内に建植する2以上の信号機の位置を決定することと、

を具備する信号機建植位置決定方法。

[請求項5]

出発駅または到着駅における先行列車と続行列車との時間的な間隔として指定される目標時隔値と、距離と速度とを座標軸とする列車の運転曲線に関する運転曲線情報と、前記運転曲線に対応する、距離と時間とを座標軸とする列車の先頭位置の時間曲線および列車の終端位置の時間曲線に関する時間曲線情報と、線路に関する線路情報と、列車の性能に関する列車性能情報と、信号機の建植区間に関する建植区間情報とを取得する取得手段と、

第1の信号機の位置を基準として列車の進行方向に建植する第2の信号機の位置を決定する手段であって、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線と、前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線とを、前記出発駅または前記到着駅において前記目標時隔値分の間隔となるように配置し、

前記線路情報と前記列車性能情報とに基づき、距離と速度とを座標軸とする、前記第1の信号機の位置における前記続行列車の速度が所定の値である前記第1の信号機の位置からの前記続行列車の逆方向の制動曲線を取得し、その制動曲線と前記続行列車の前記運転曲線との交点で示される前記続行列車の先頭が位置する第1の位置を取得し、

前記続行列車の前記先頭位置の時間曲線に基づき、前記続行列車の先頭が前記第1の位置にある時刻に対して所定の時間分差し引いた第

1 の時刻を取得し、

前記先行列車の前記終端位置の時間曲線に基づき、前記第 1 の時刻において前記先行列車の終端が位置する第 2 の位置を取得し、前記第 2 の位置を、前記第 2 の信号機の位置に決定する建植位置決定手段と、

を具備し、

前記建植位置決定手段は、

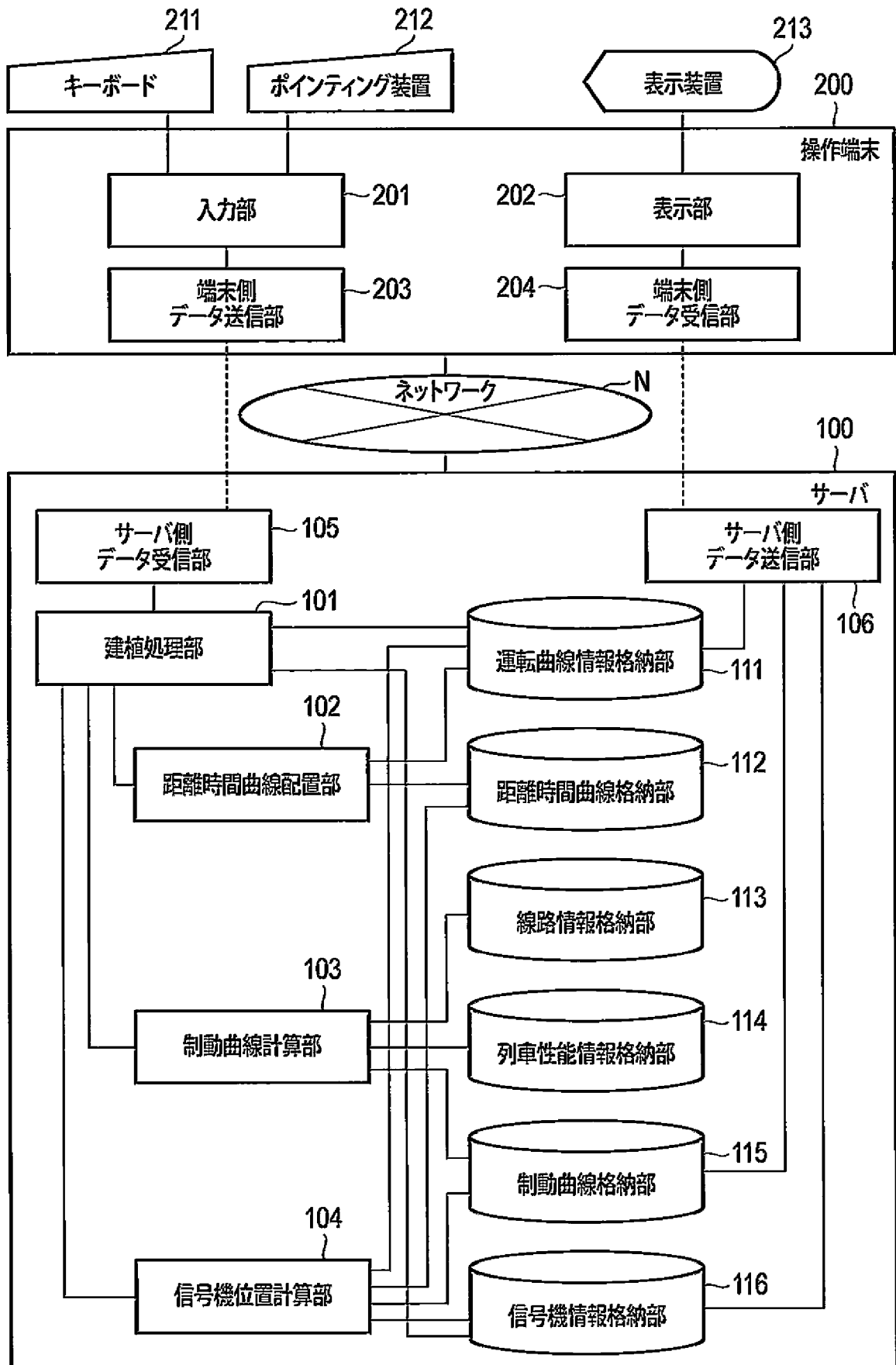
前記出発駅における前記続行列車の出発位置と前記建植区間の先頭との間に信号機が存在しない場合、前記建植区間の先頭側から列車の進行方向に信号機を建植する位置を 1 つ決定し、

建植する位置が決定された前記第 2 の信号機を前記第 1 の信号機とすることにより、前記建植区間の始端側から前記第 1 の信号機とする信号機を列車の進行方向に順次変更していきながら、前記第 2 の信号機とする信号機を建植する位置を決定していき、前記建植区間内に建植する 2 以上の信号機の位置を決定し、

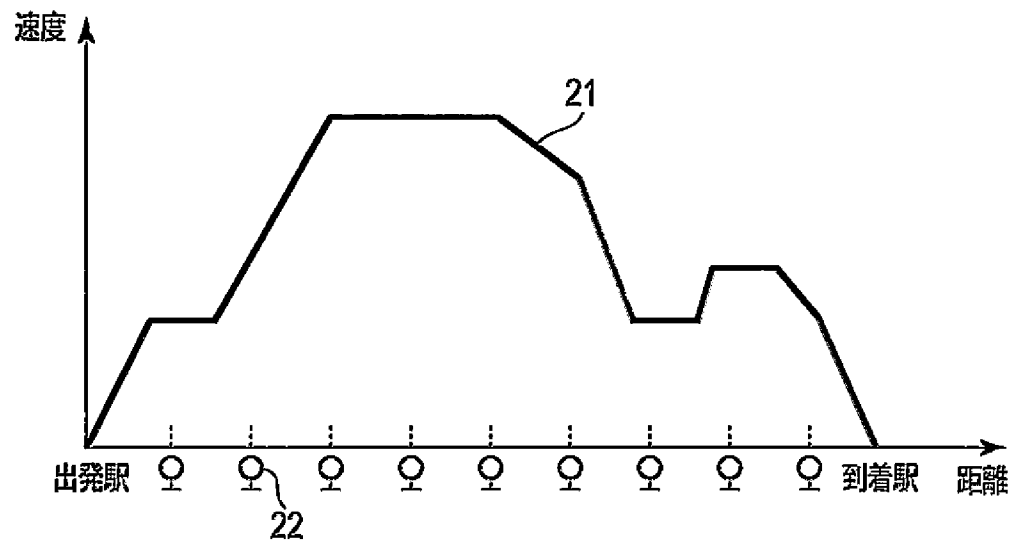
前記第 1 の信号機の位置と前記第 2 の位置との間隔が第 1 の閾値よりも小さい場合、前記第 1 の信号機の位置から前記第 1 の閾値の地点を前記第 2 の信号機の位置に決定し、前記第 1 の信号機の位置と前記第 2 の位置との間隔が前記第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値よりも大きい場合、前記第 1 の信号機の位置から前記第 2 の閾値の地点を前記第 2 の信号機の位置に決定し、前記第 2 の位置と前記建植区間の終了信号機との間隔が前記第 1 の閾値に 2 を乗じて得た値よりも小さい場合、前記建植区間における処理を終了する、

信号機建植位置決定システム。

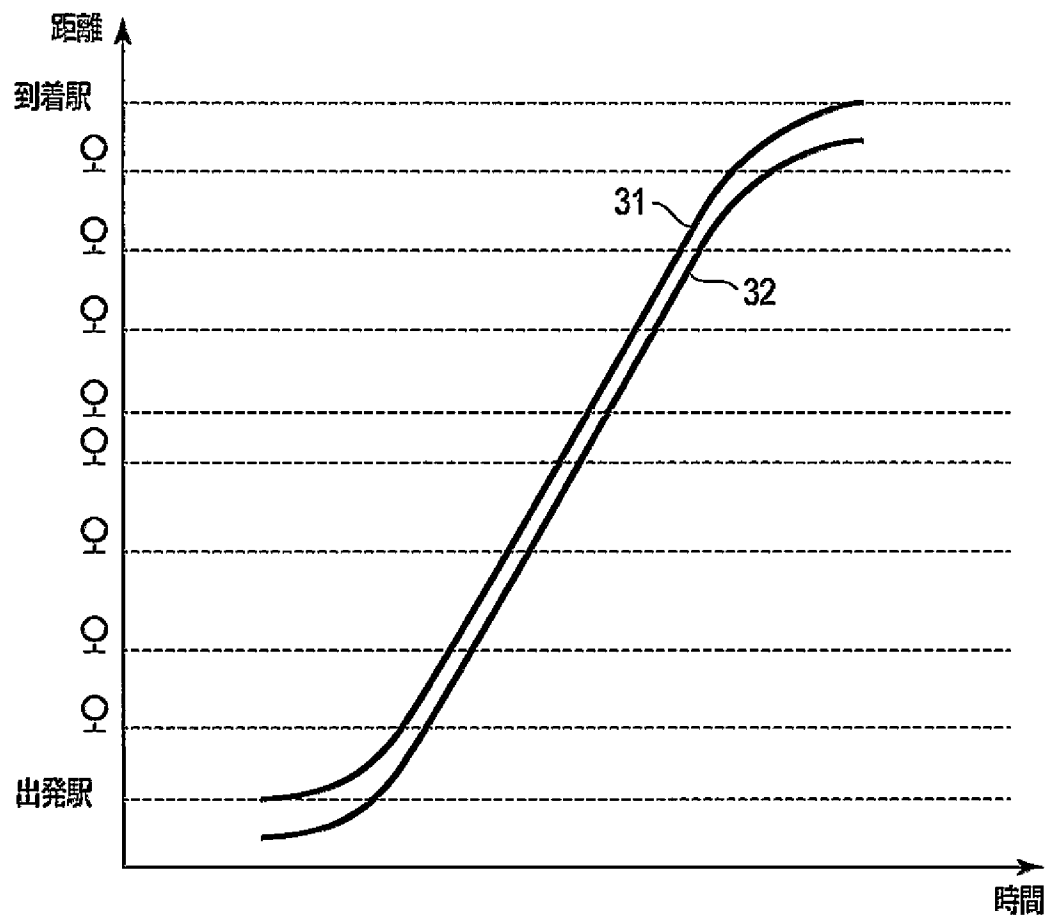
[図1]



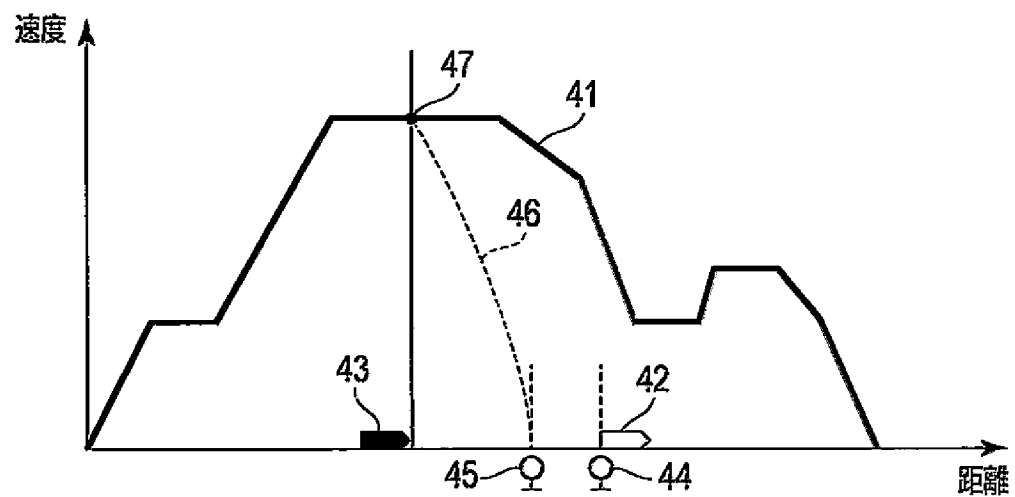
[図2]



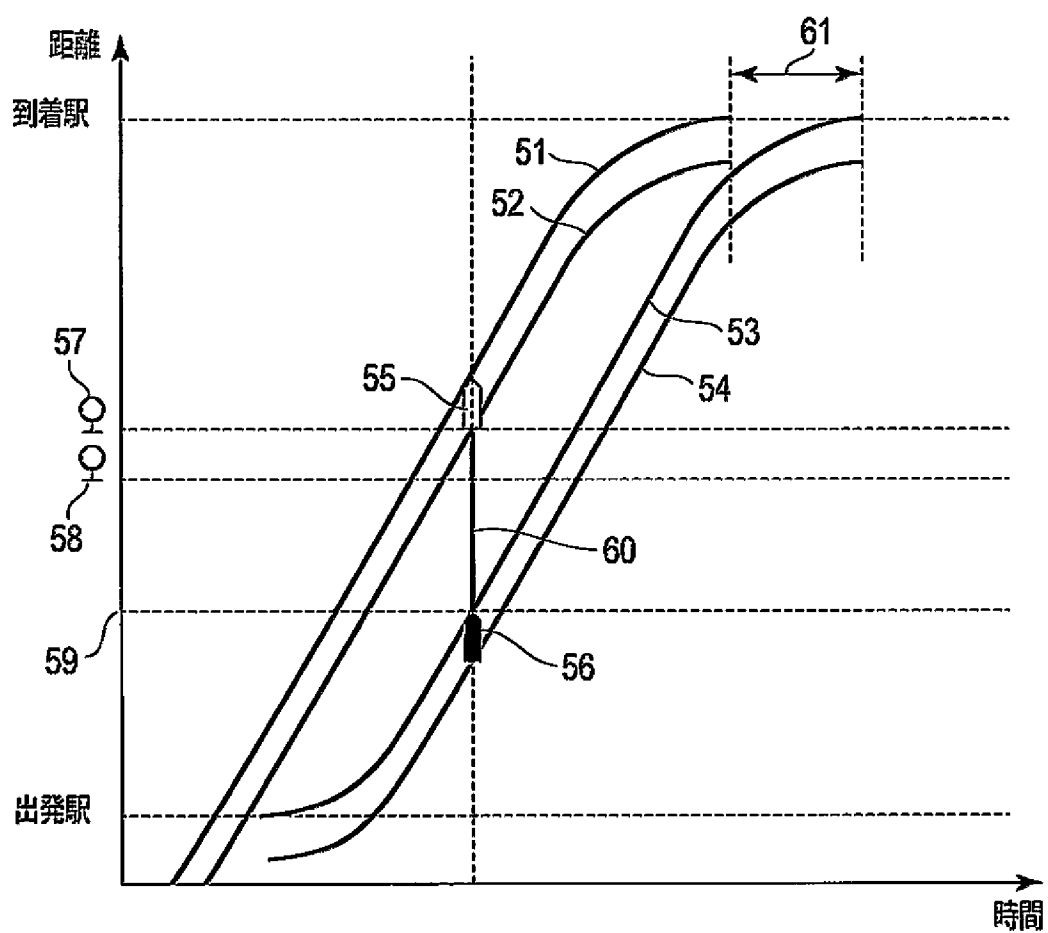
[図3]



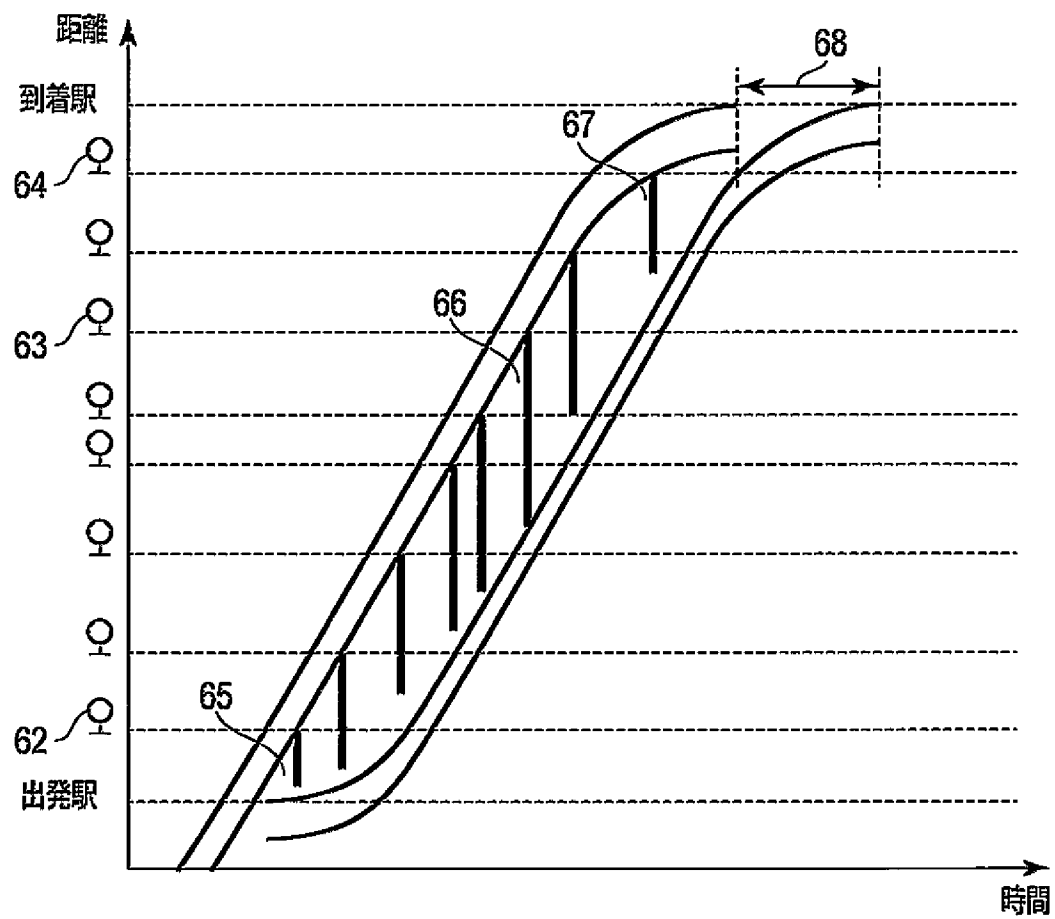
[図4]



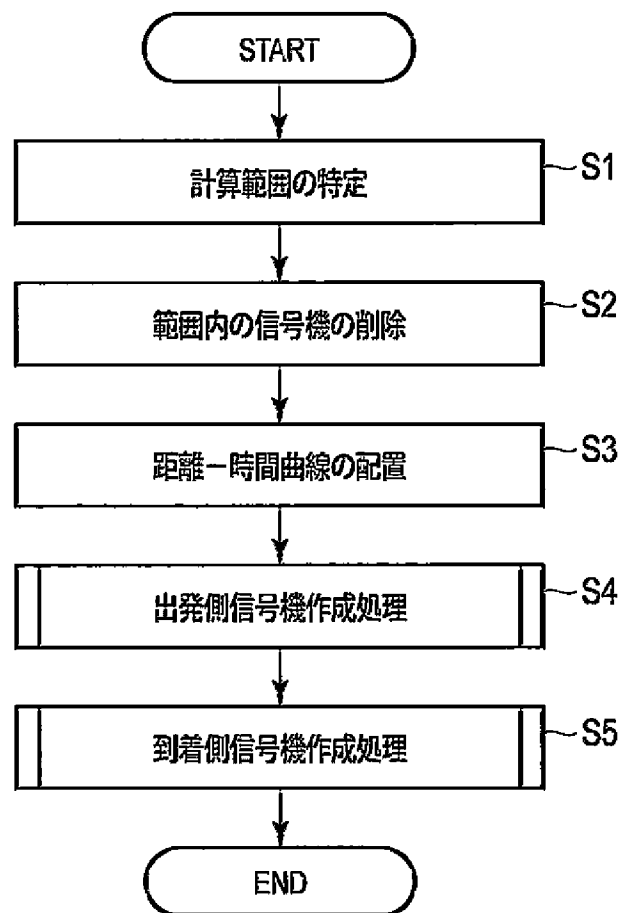
[図5]



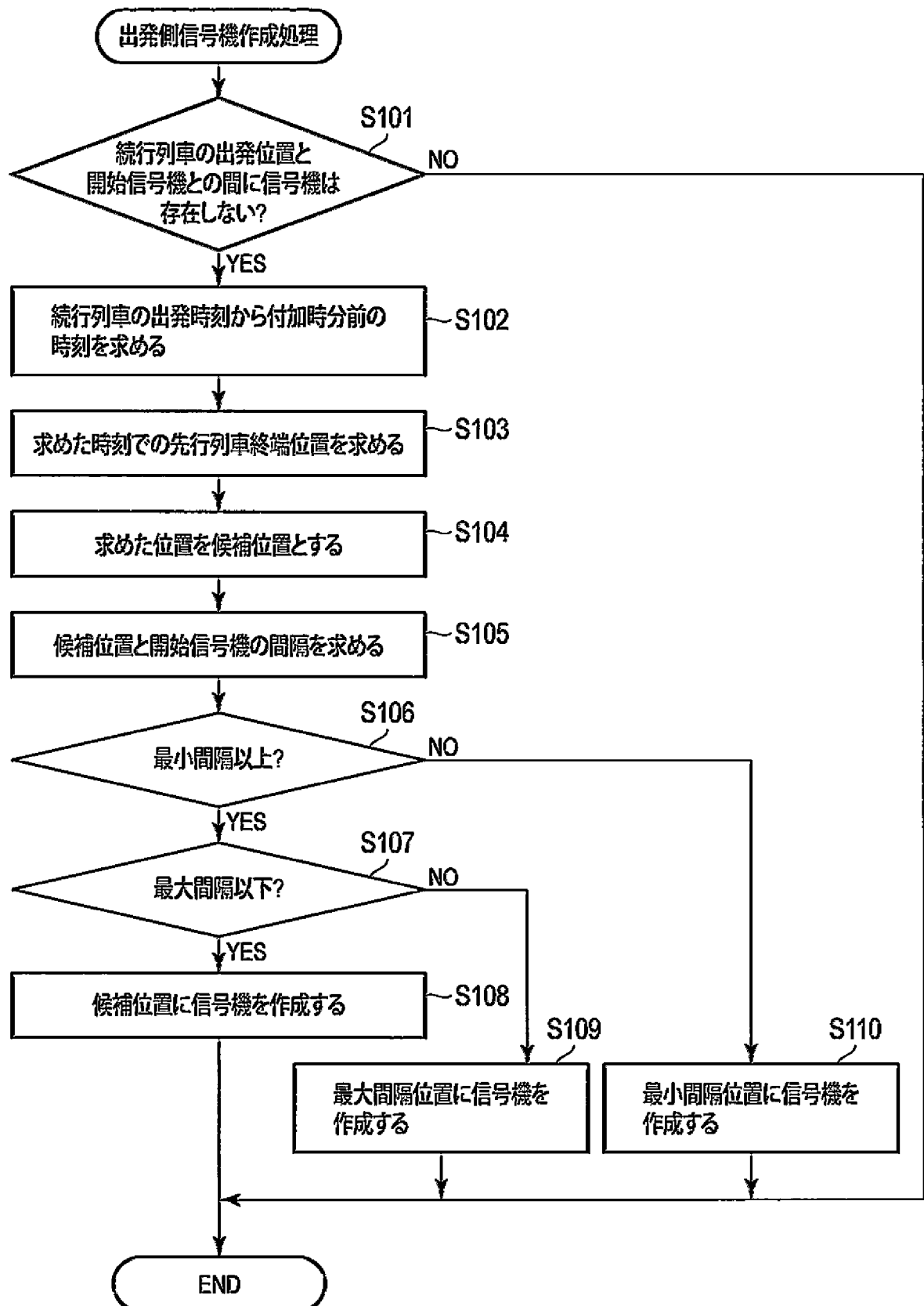
[図6]



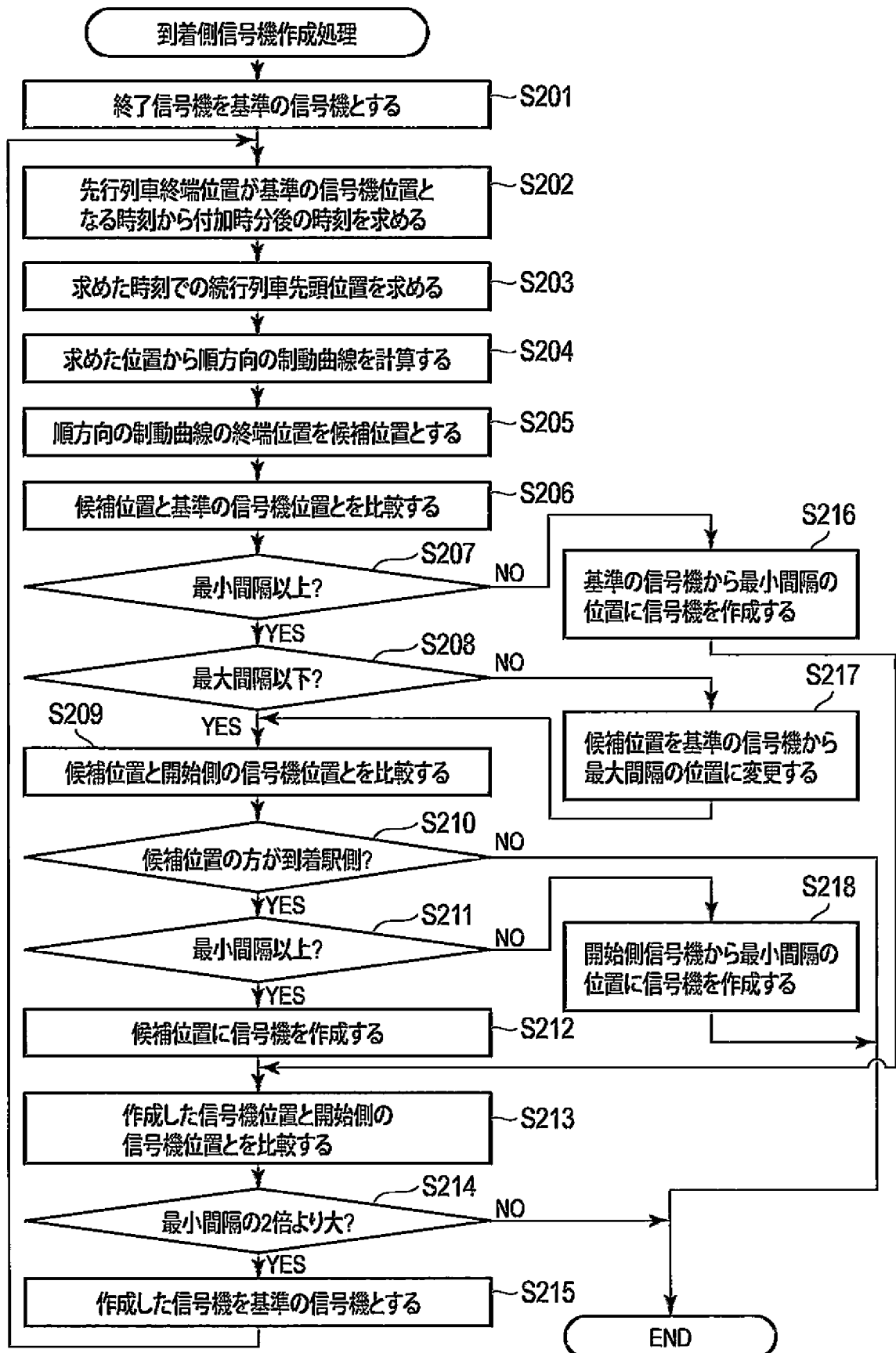
[図8]



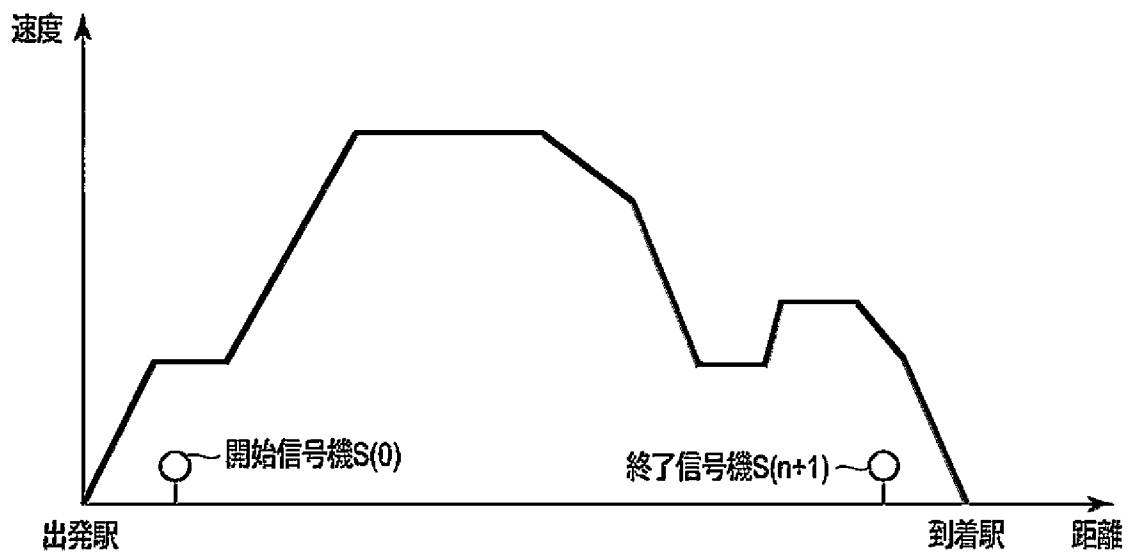
[図9]



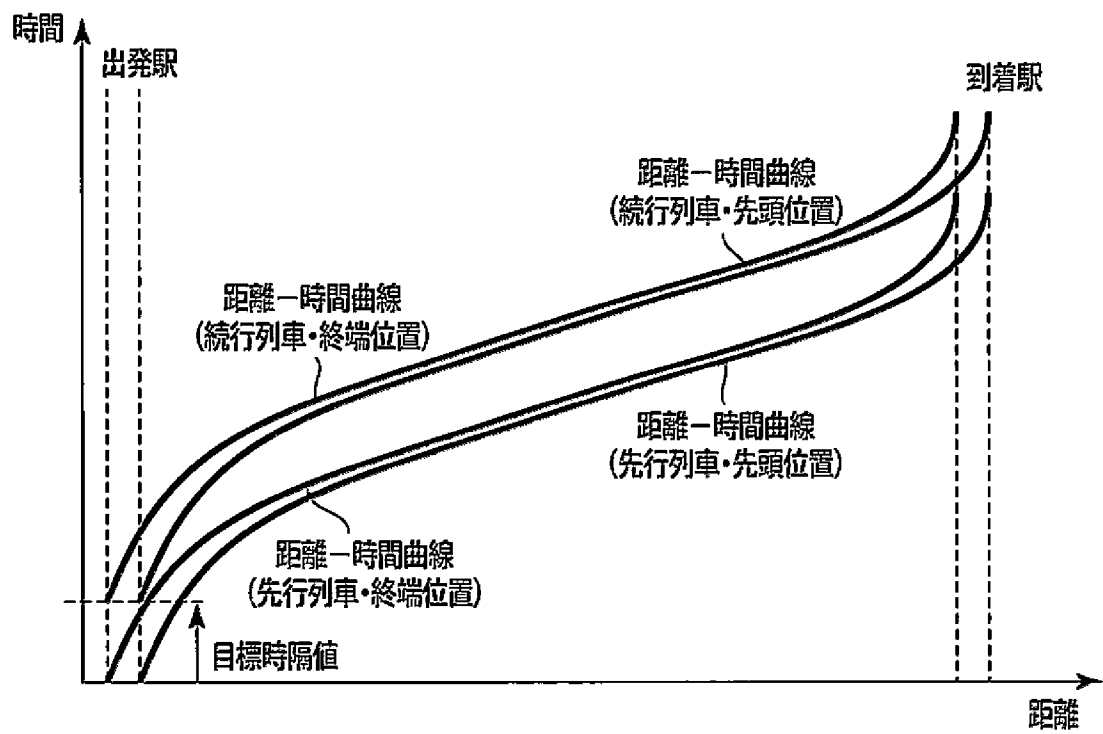
[図10]



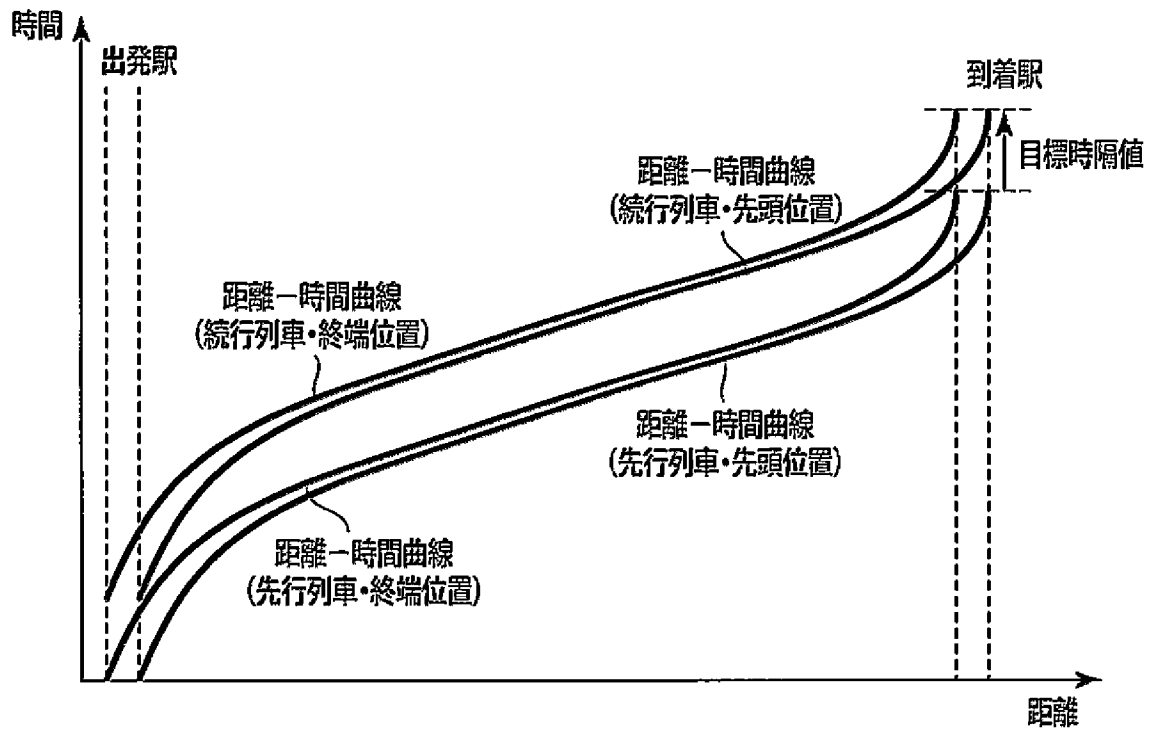
[図11]



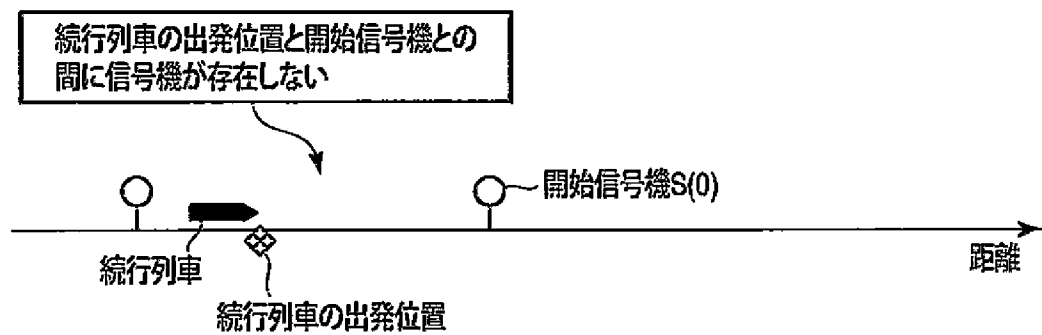
[図12]



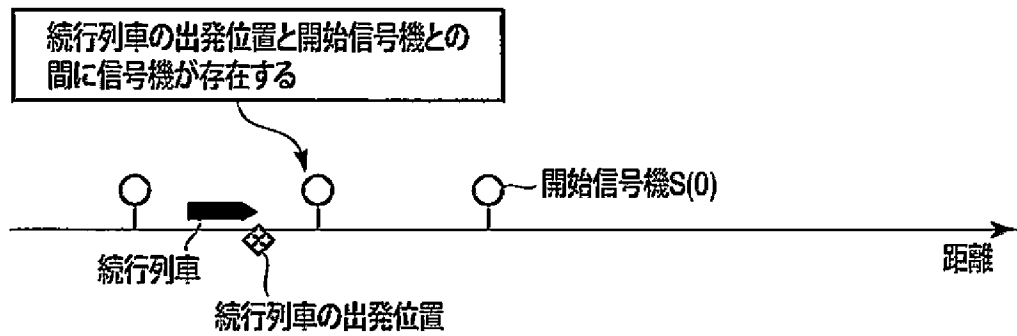
[図13]



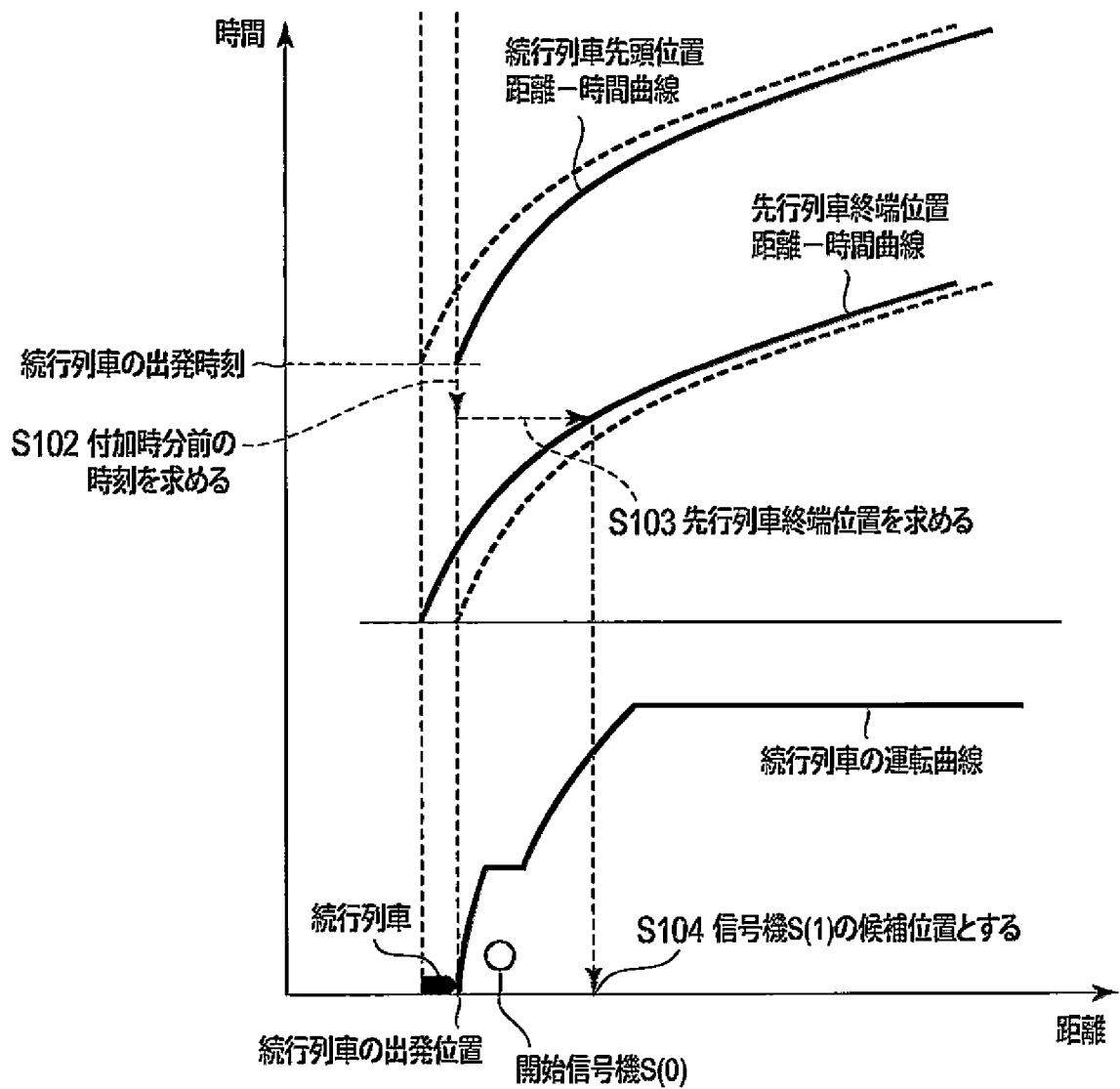
[図14]



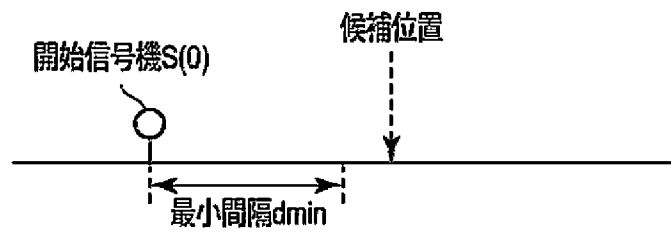
[図15]



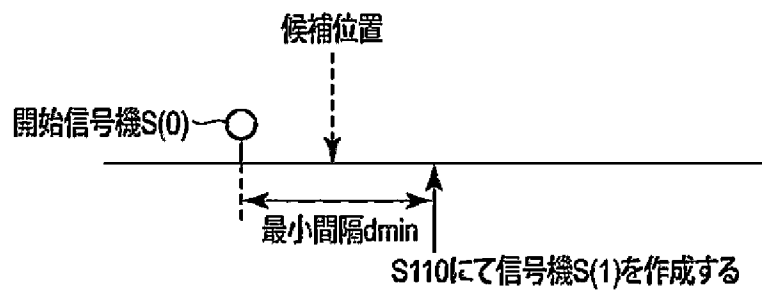
[図16]



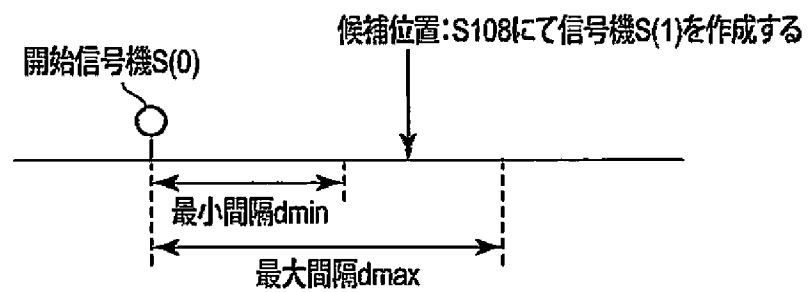
[図17]



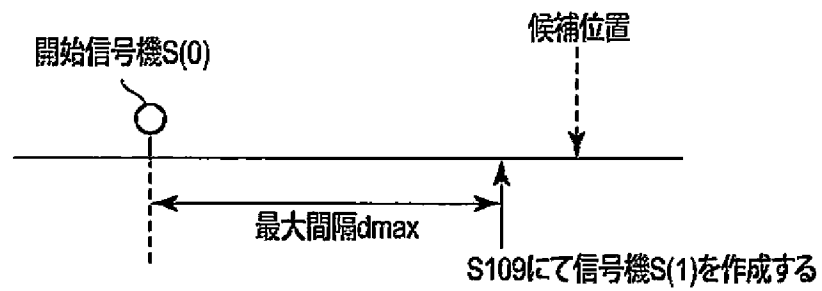
[図18]



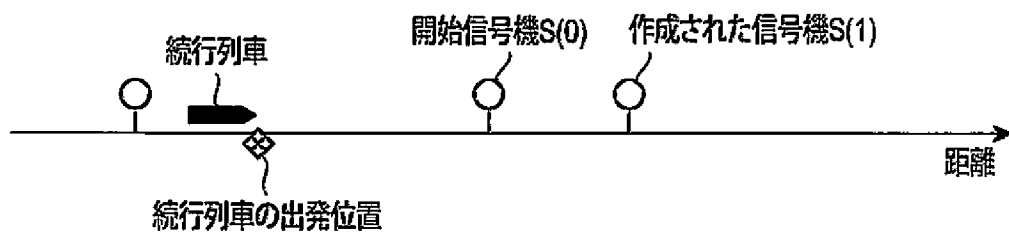
[図19]



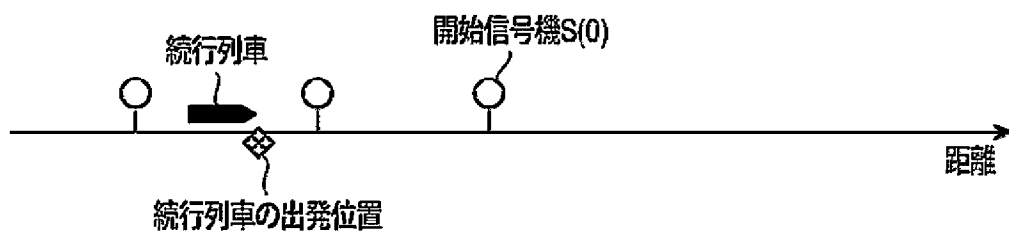
[図20]



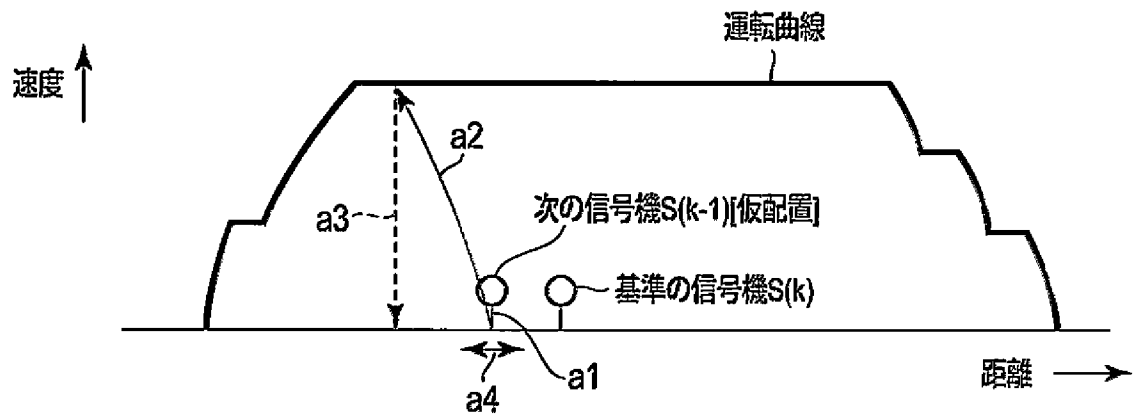
[図21]



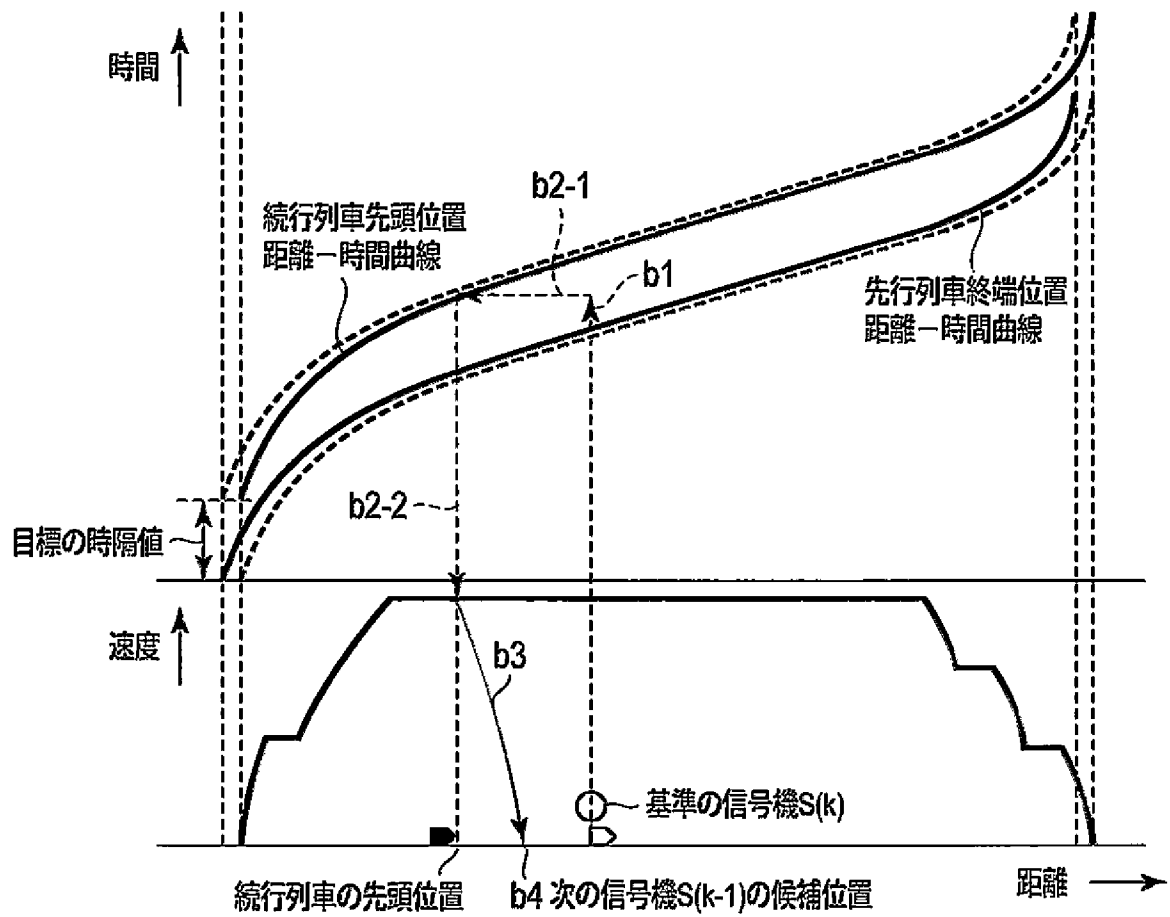
[図22]



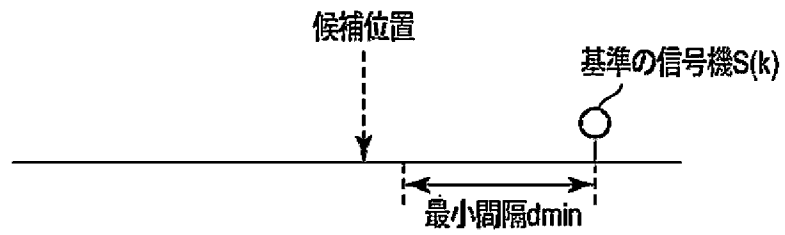
[図23]



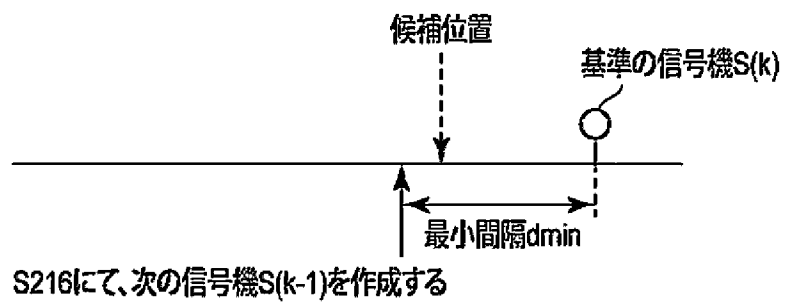
[図24]



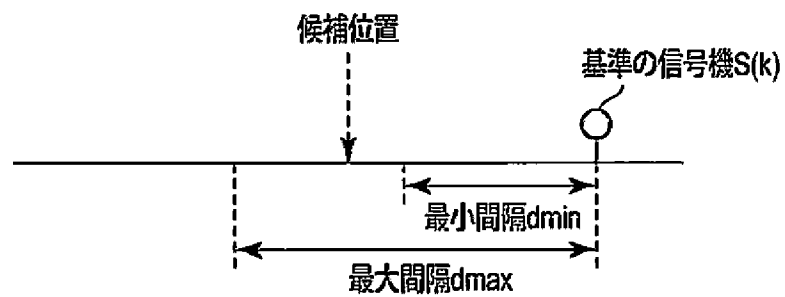
[図25]



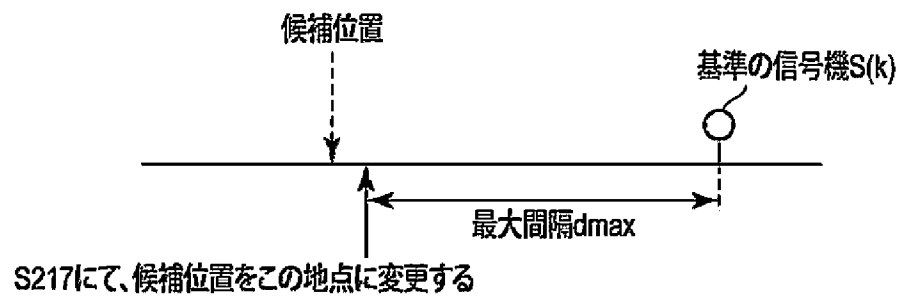
[図26]



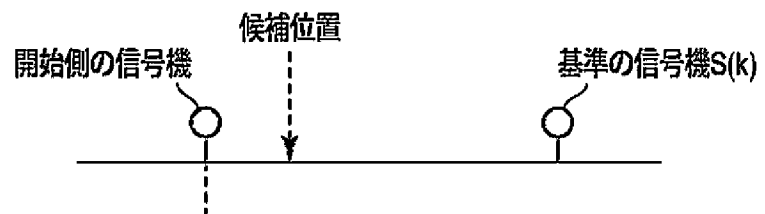
[図27]



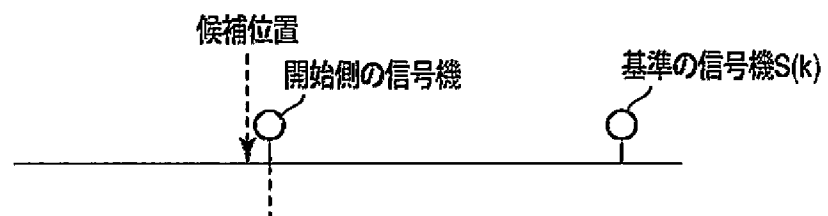
[図28]



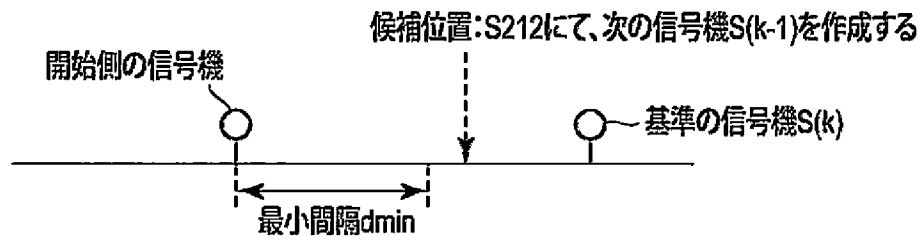
[図29]



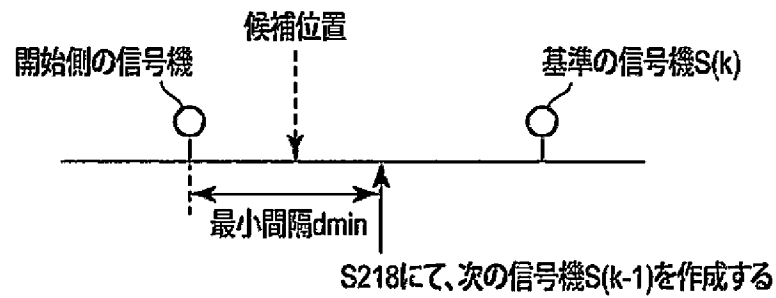
[図30]



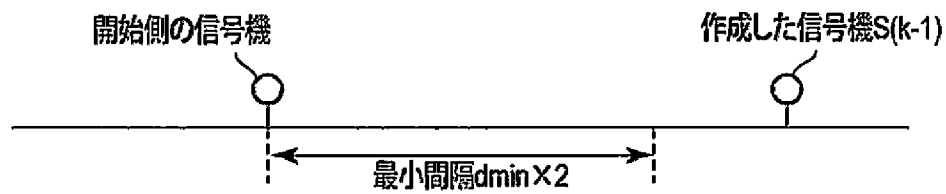
[図31]



[図32]



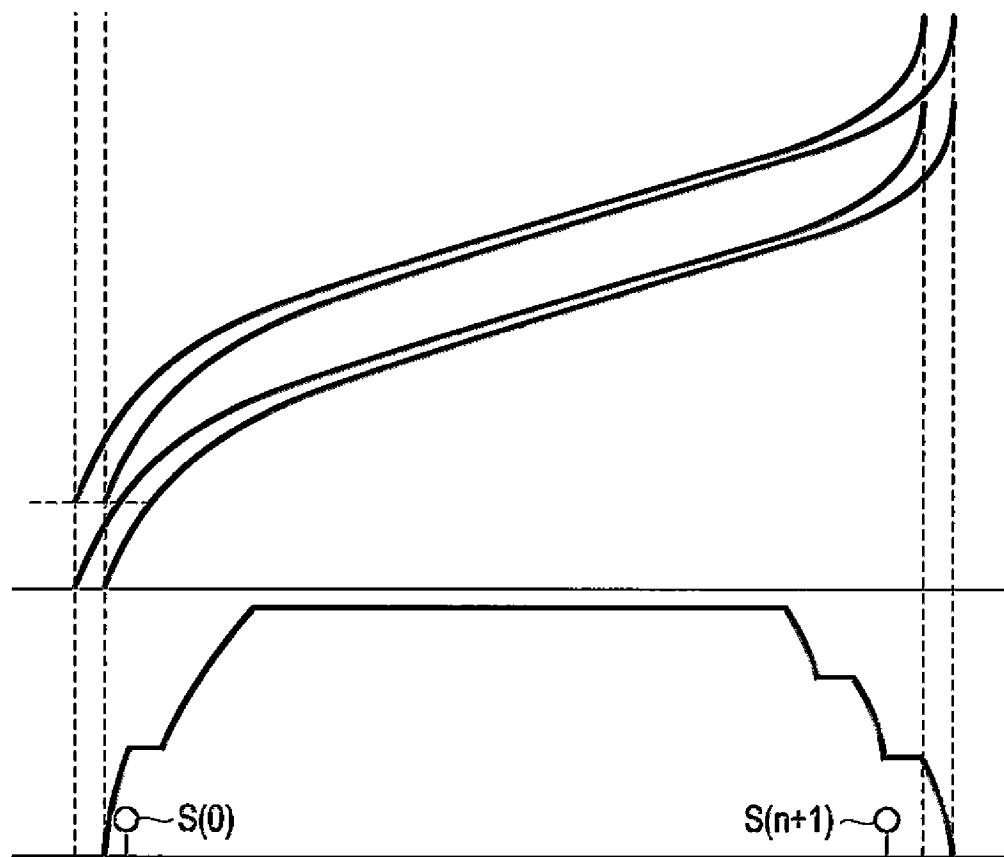
[図33]



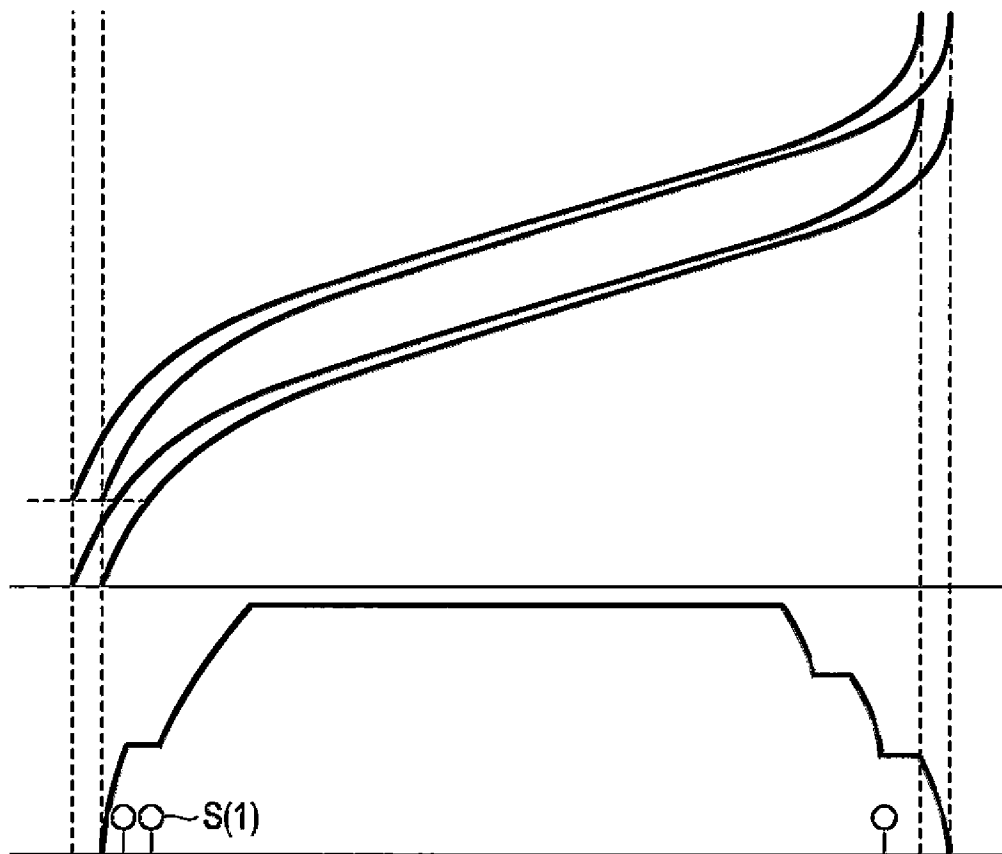
[図34]



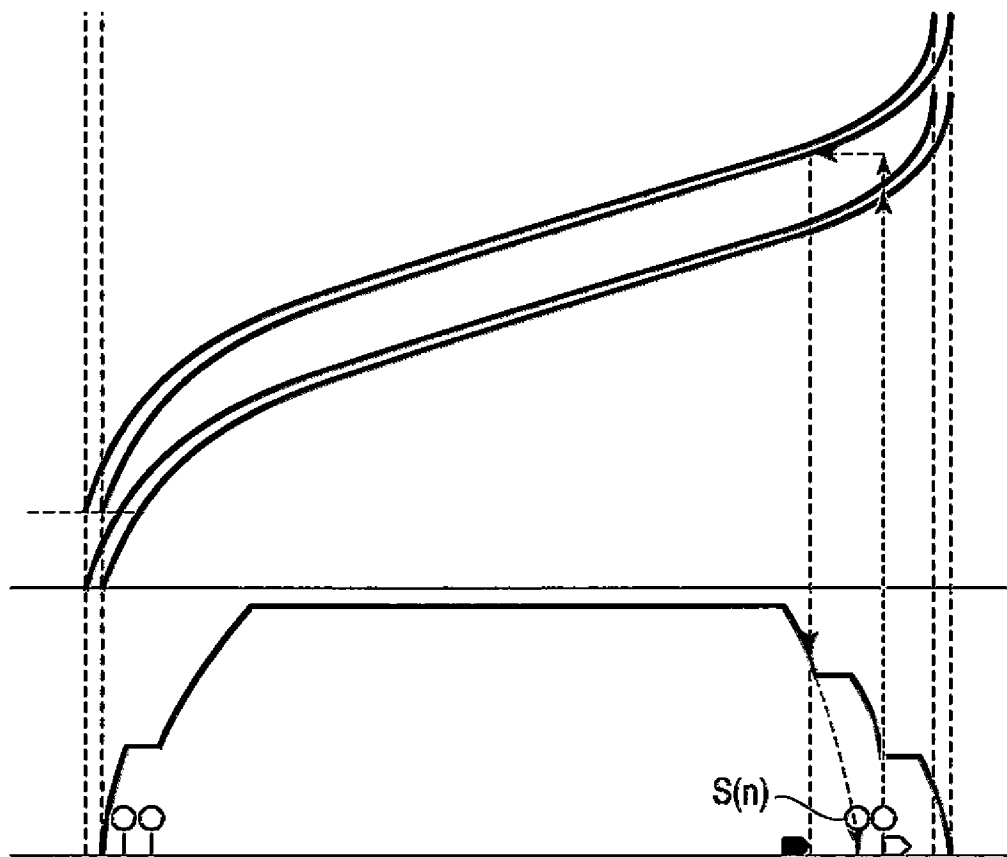
[図35]



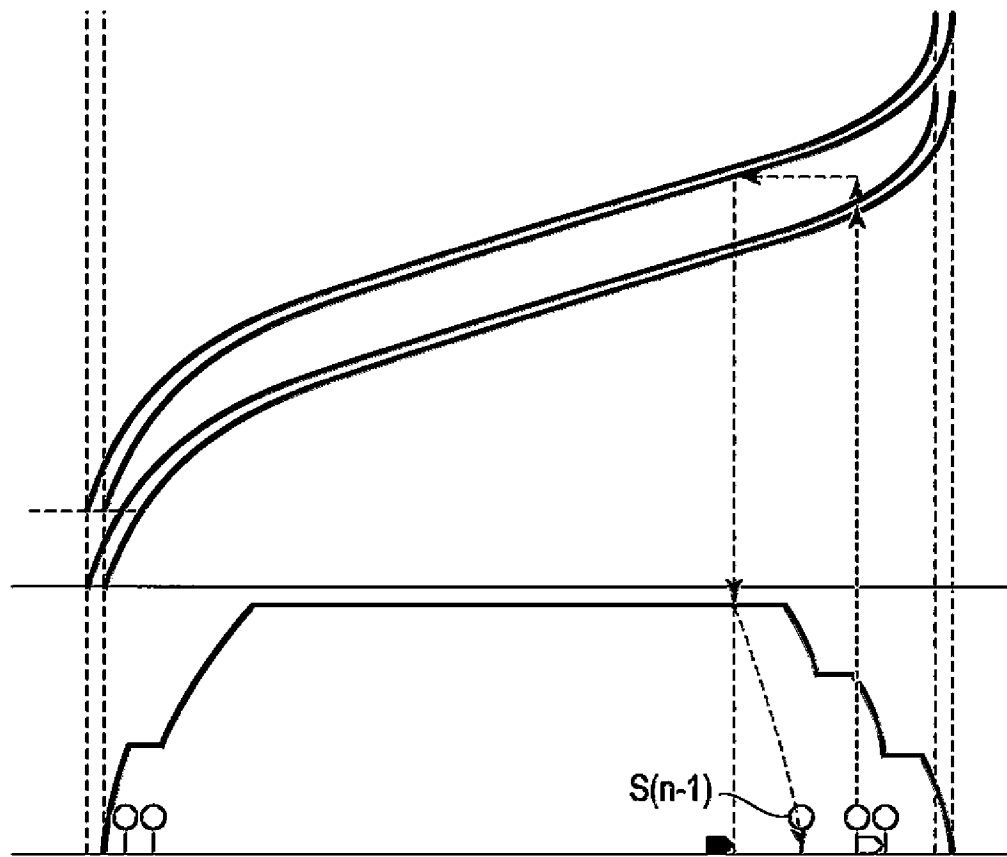
[図36]



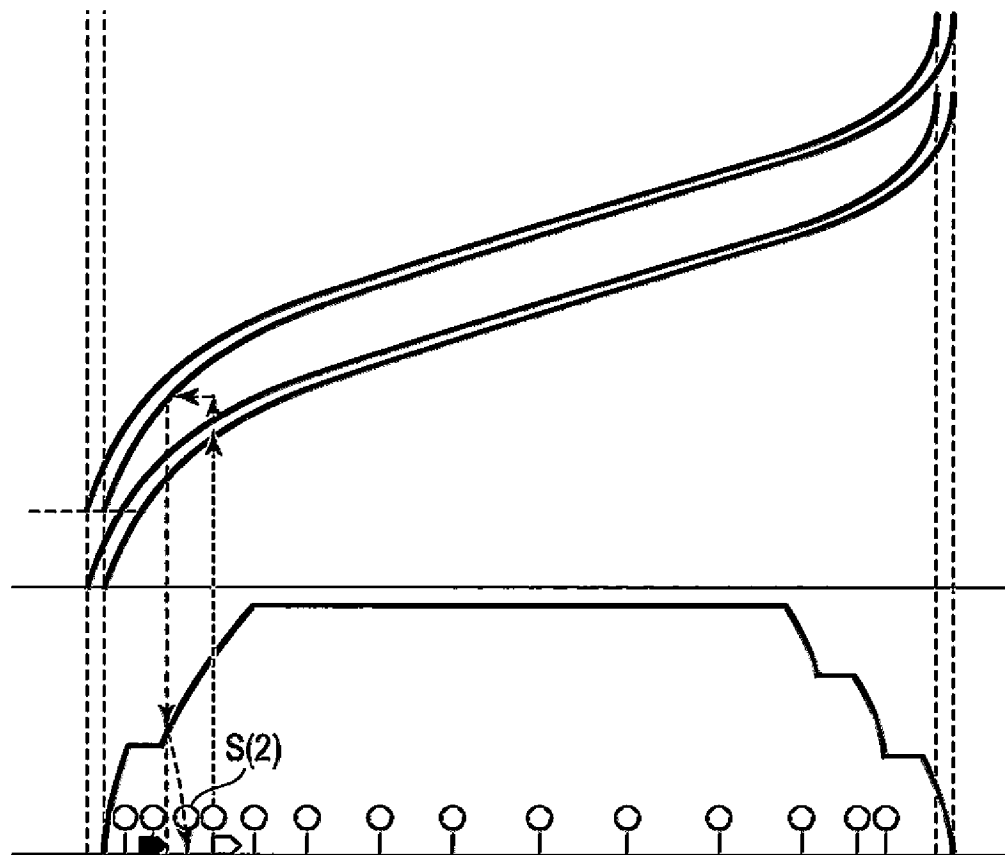
[図37]



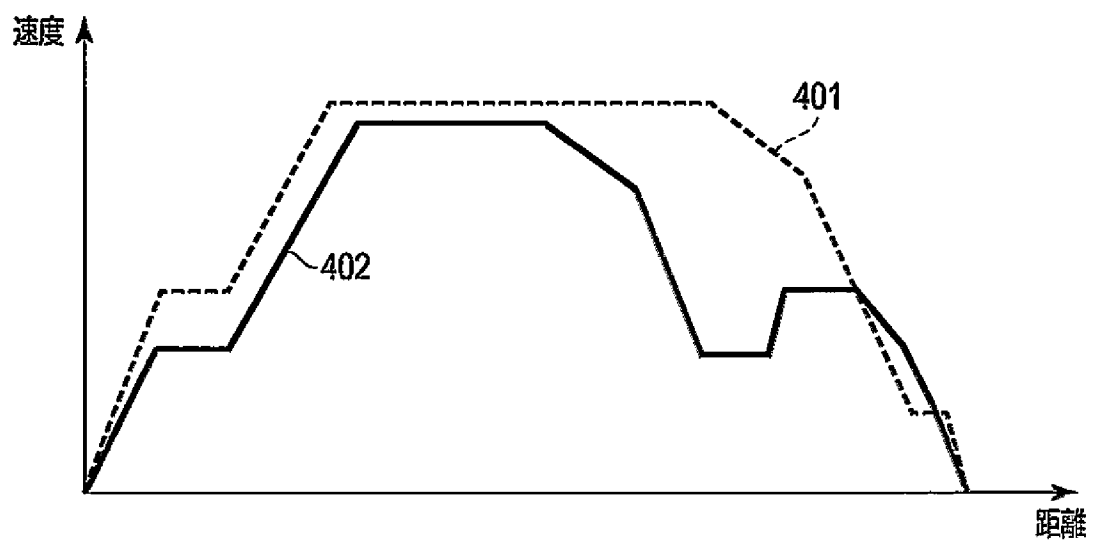
[図38]



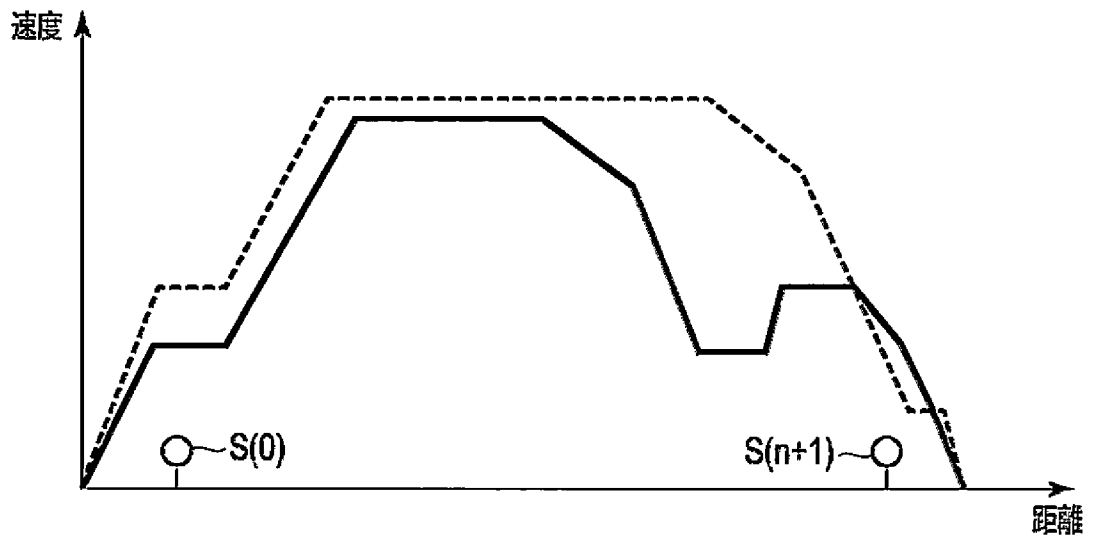
[図39]



[図40]



[図41]



[図42]

目標時隔値を入力して下さい。

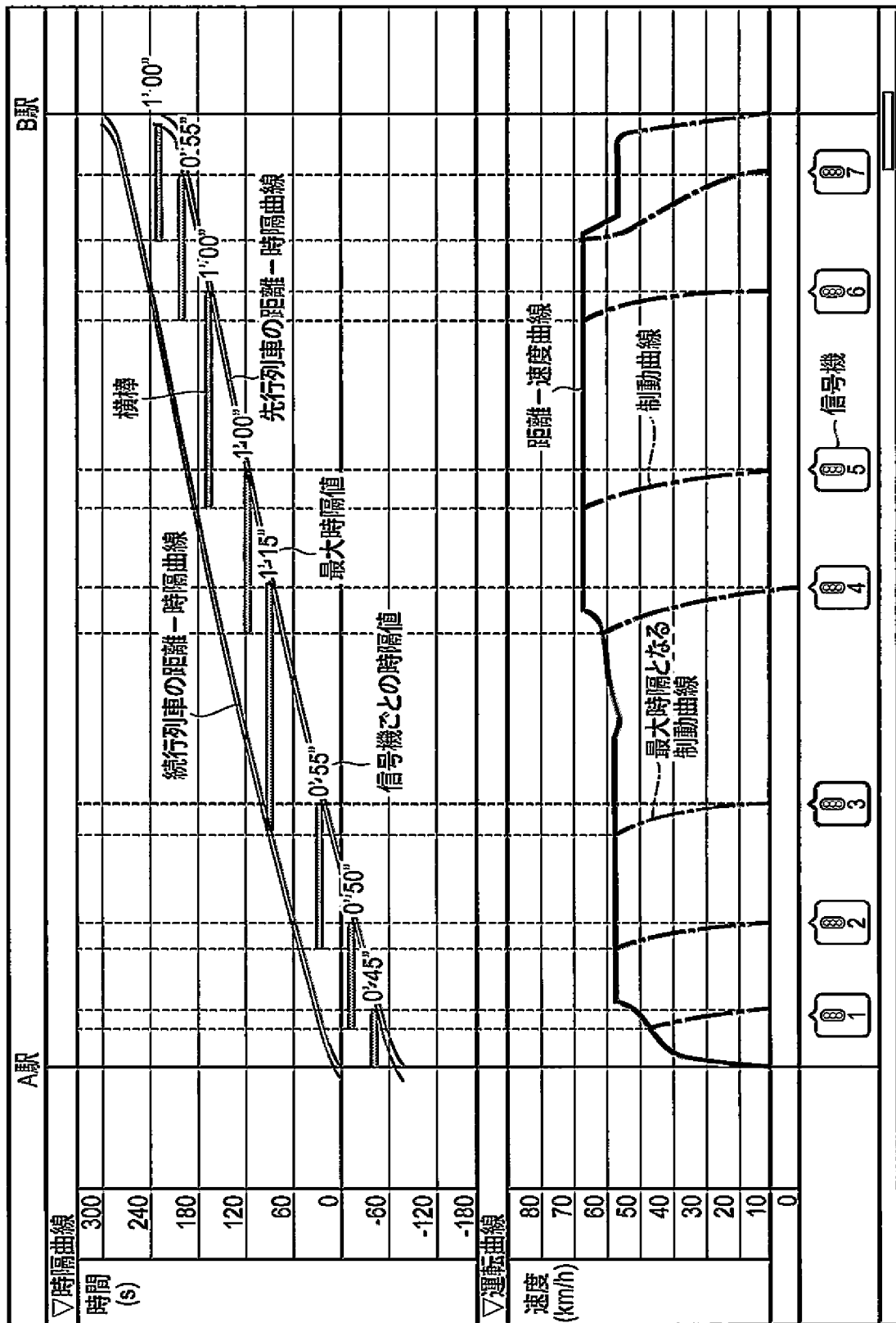
分 秒

● 出発駅側 ○ 到着駅側

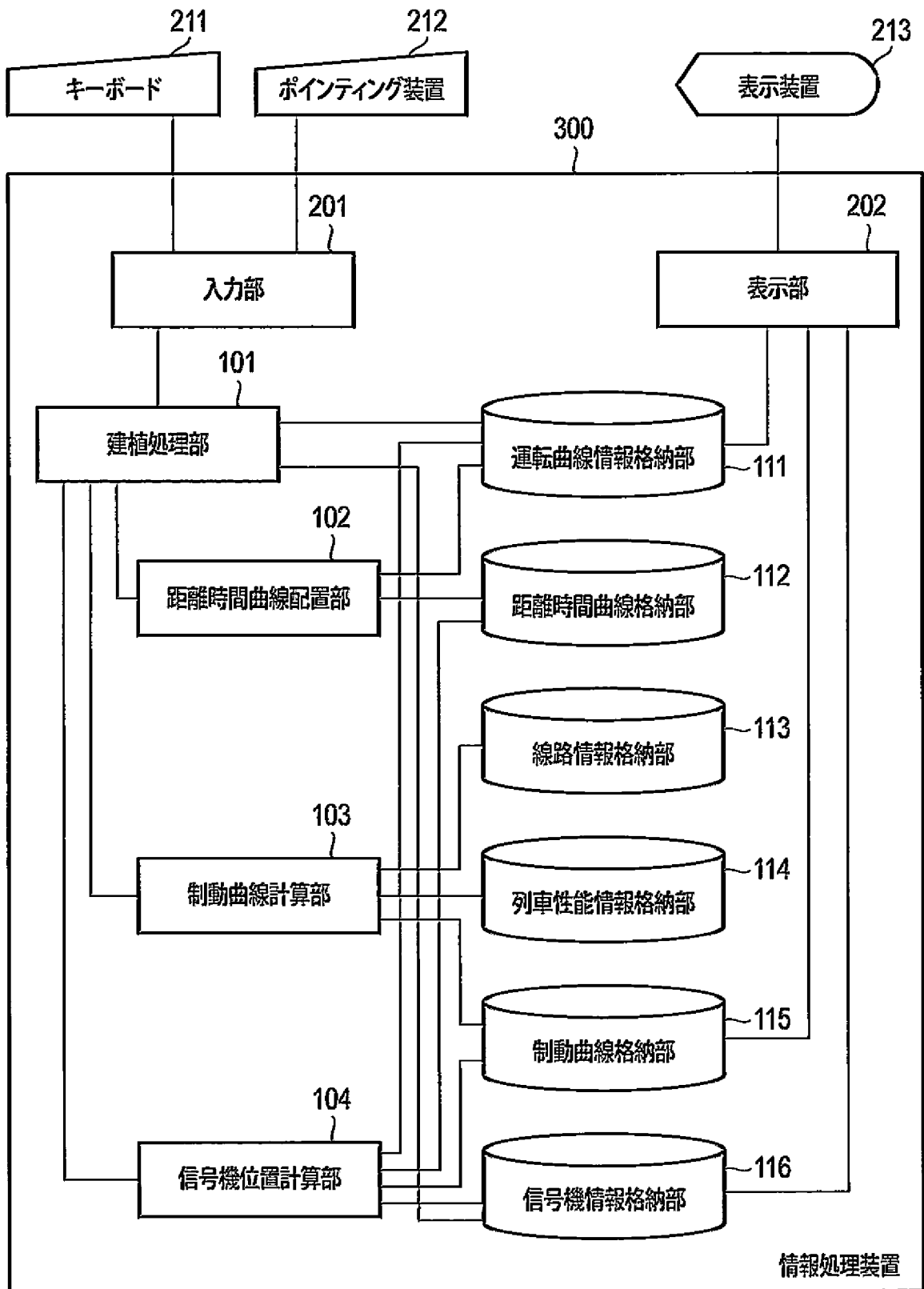
[図43]

信号機建植処理中です。

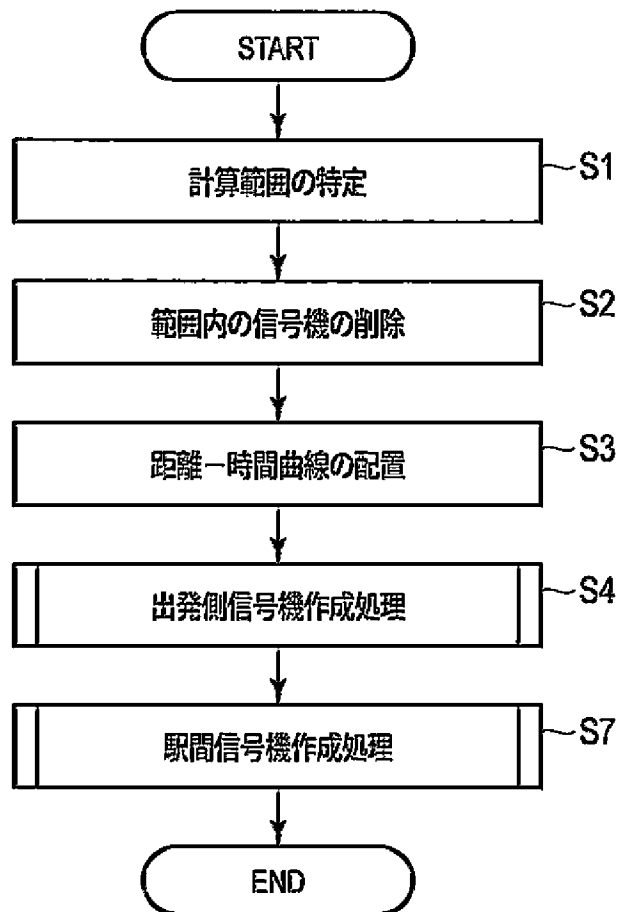
[図44]



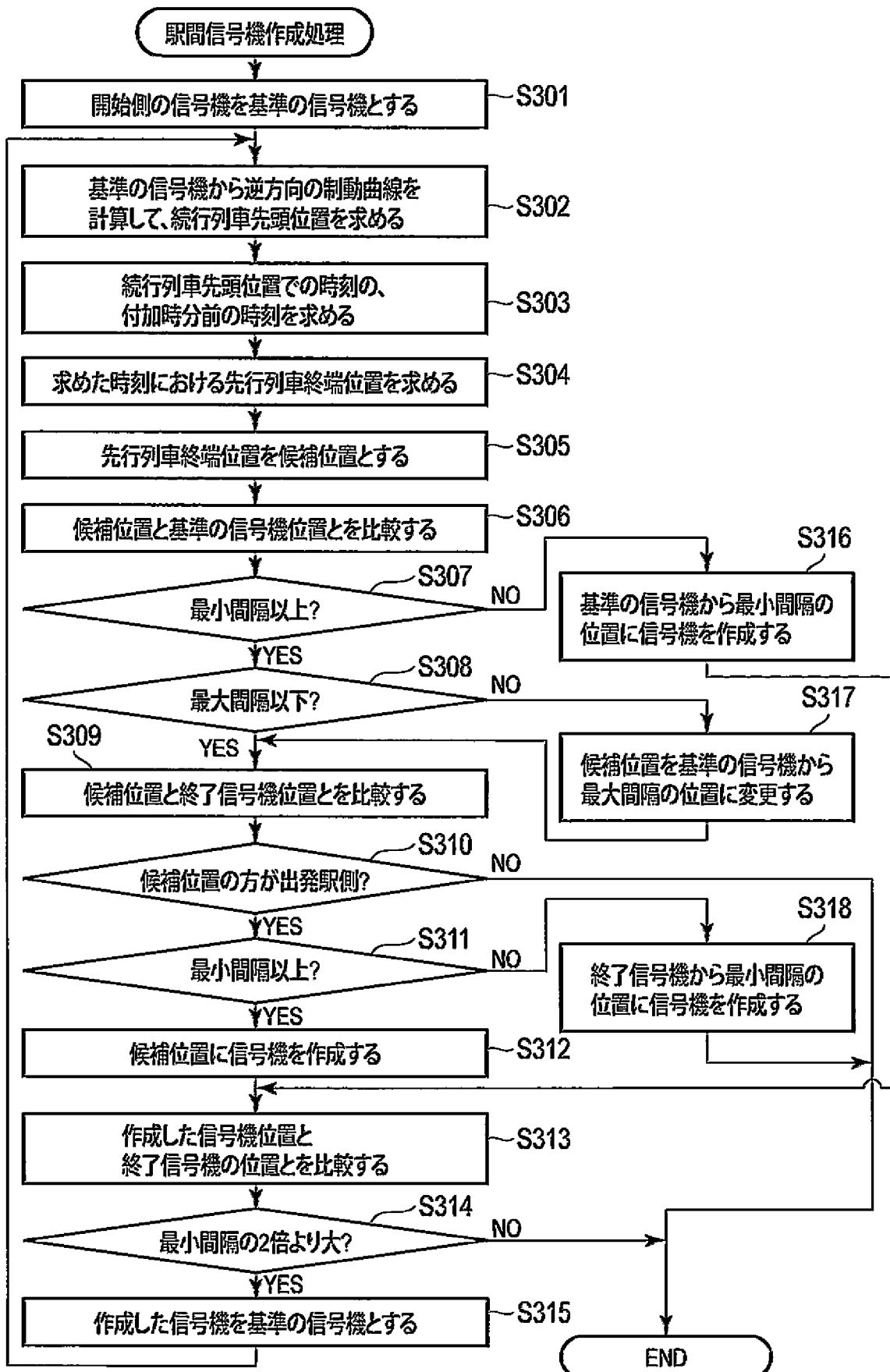
[図45]



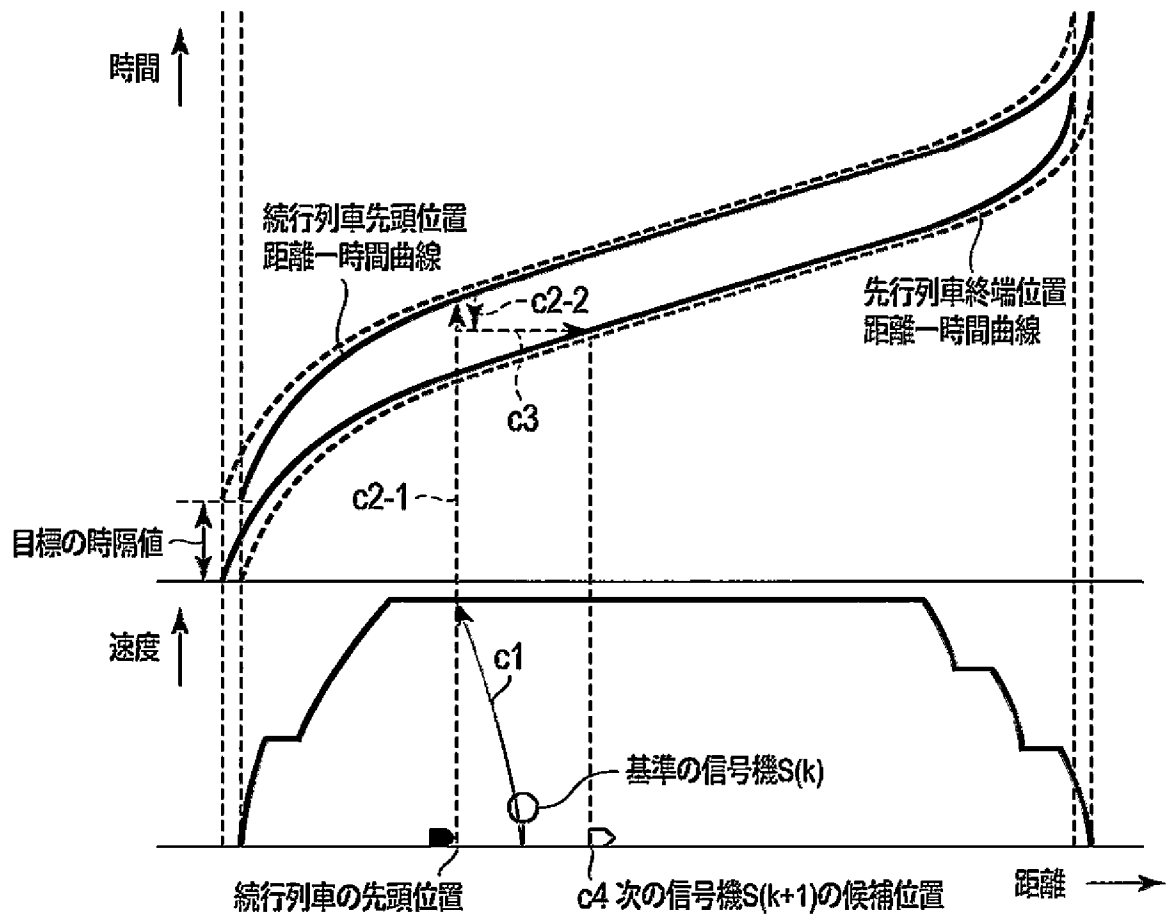
[図46]



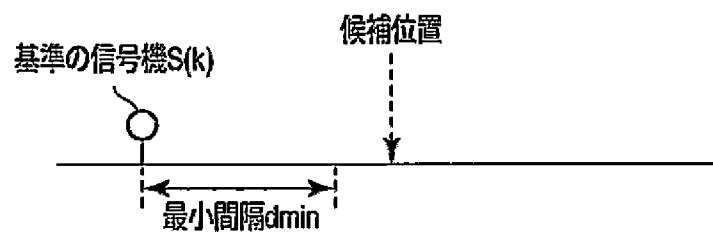
[図47]



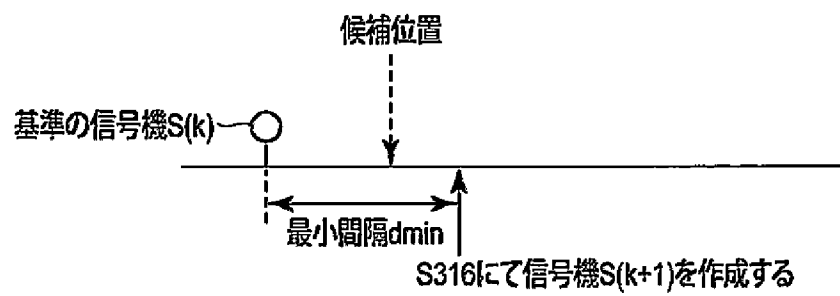
[図48]



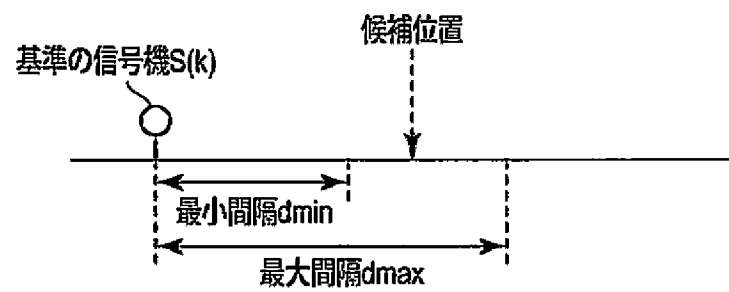
[図49]



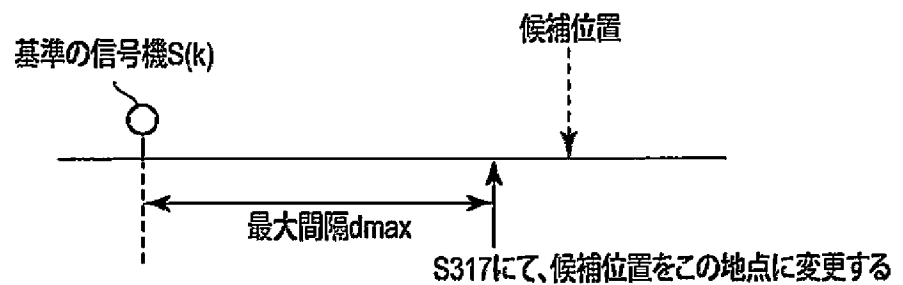
[図50]



[図51]



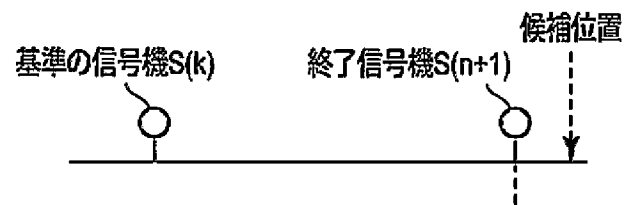
[図52]



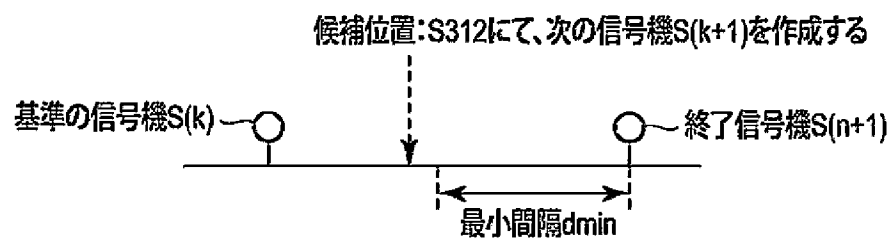
[図53]



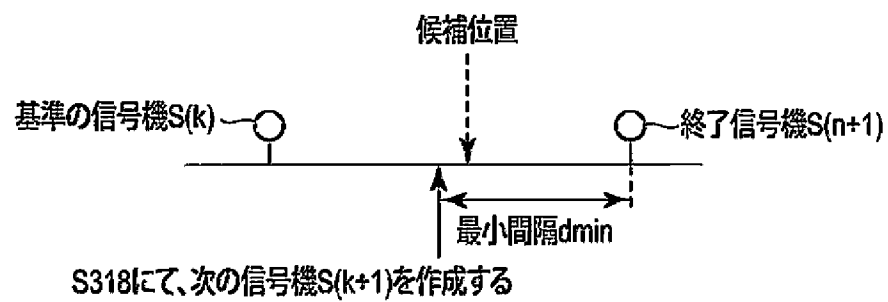
[図54]



[図55]



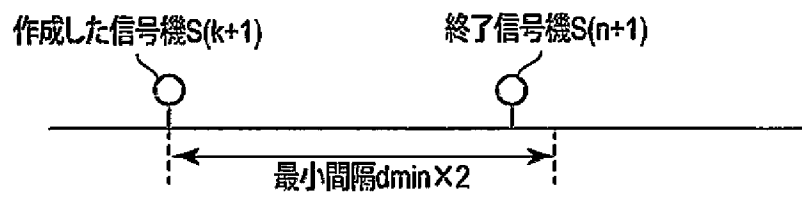
[図56]



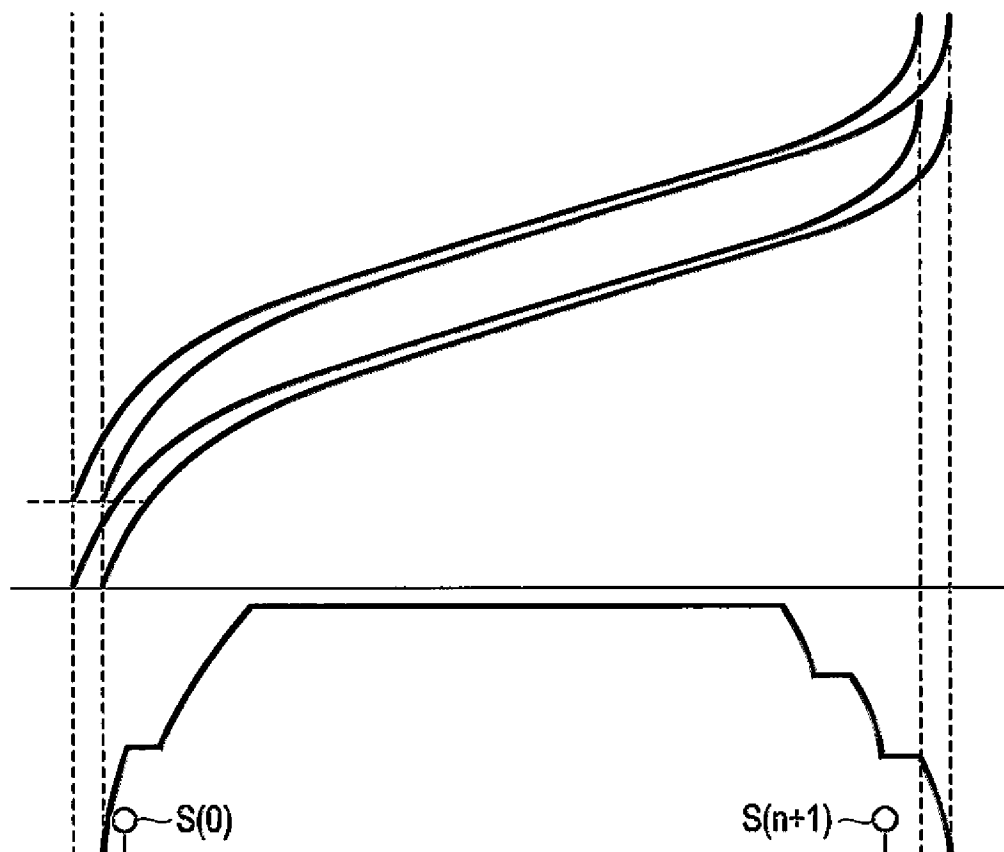
[図57]



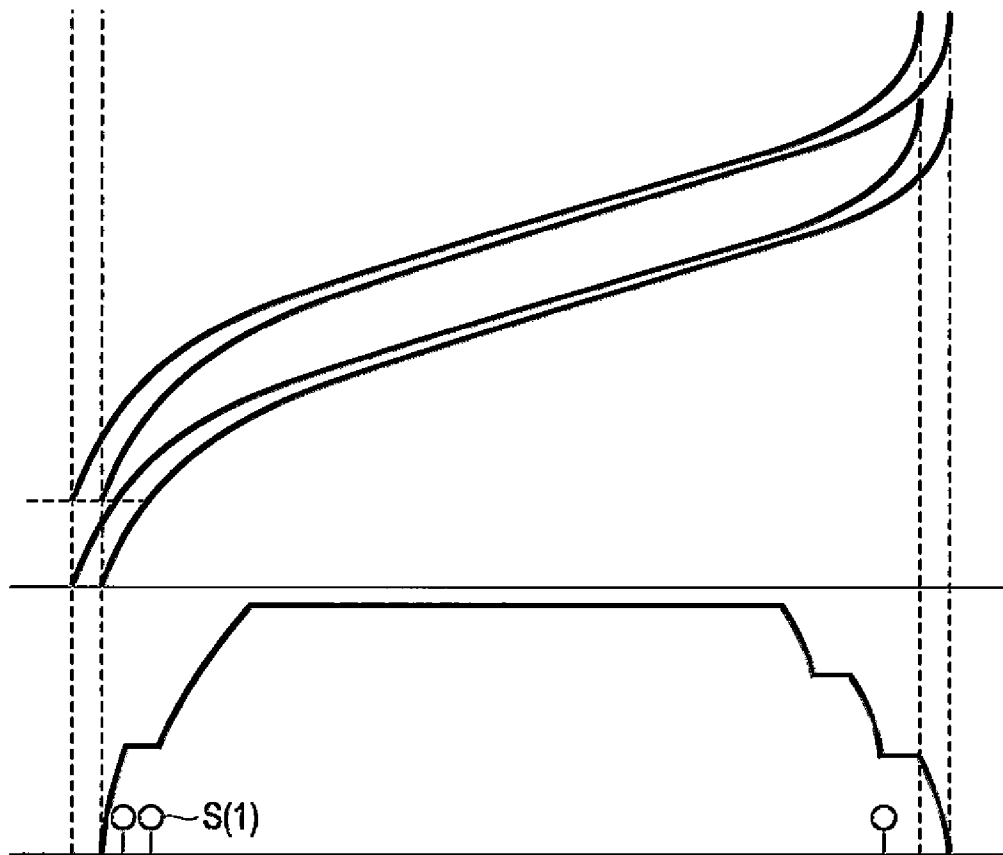
[図58]



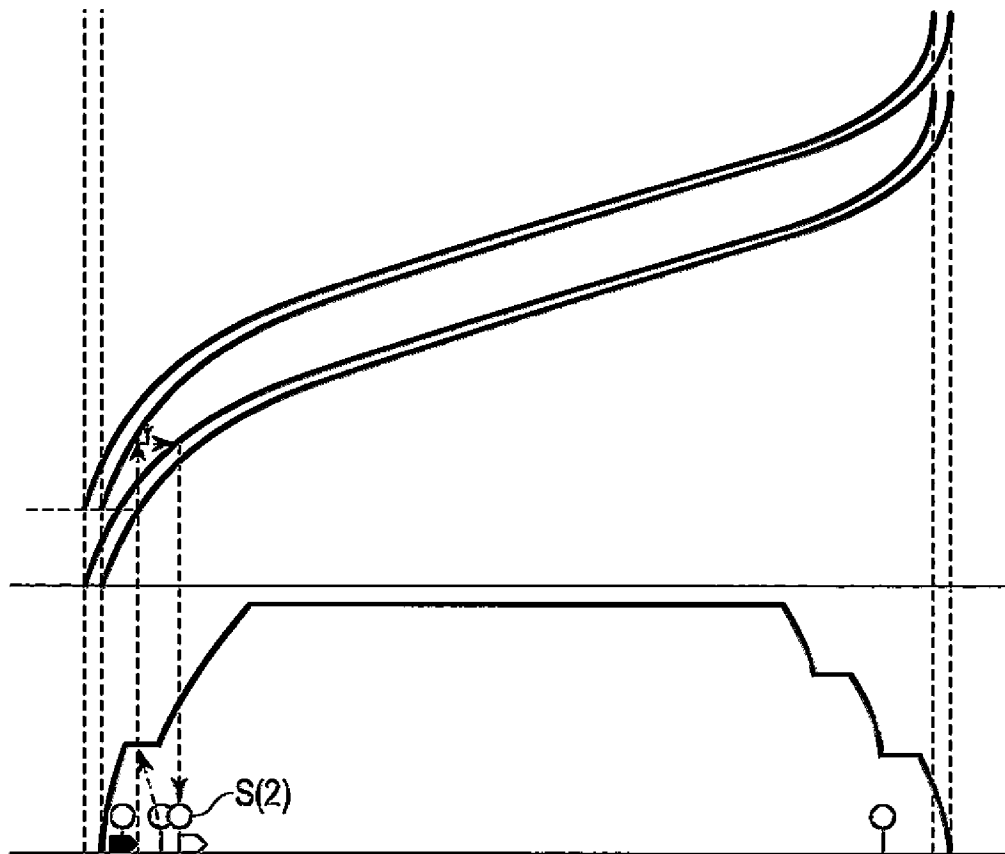
[図59]



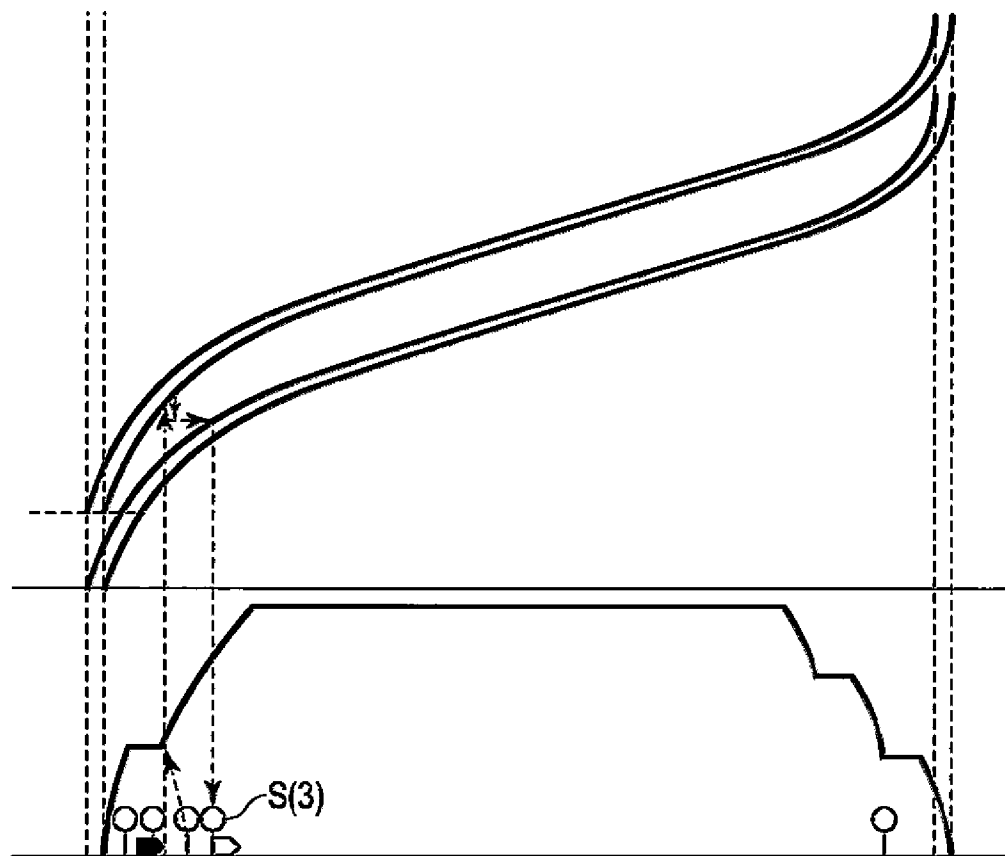
[図60]



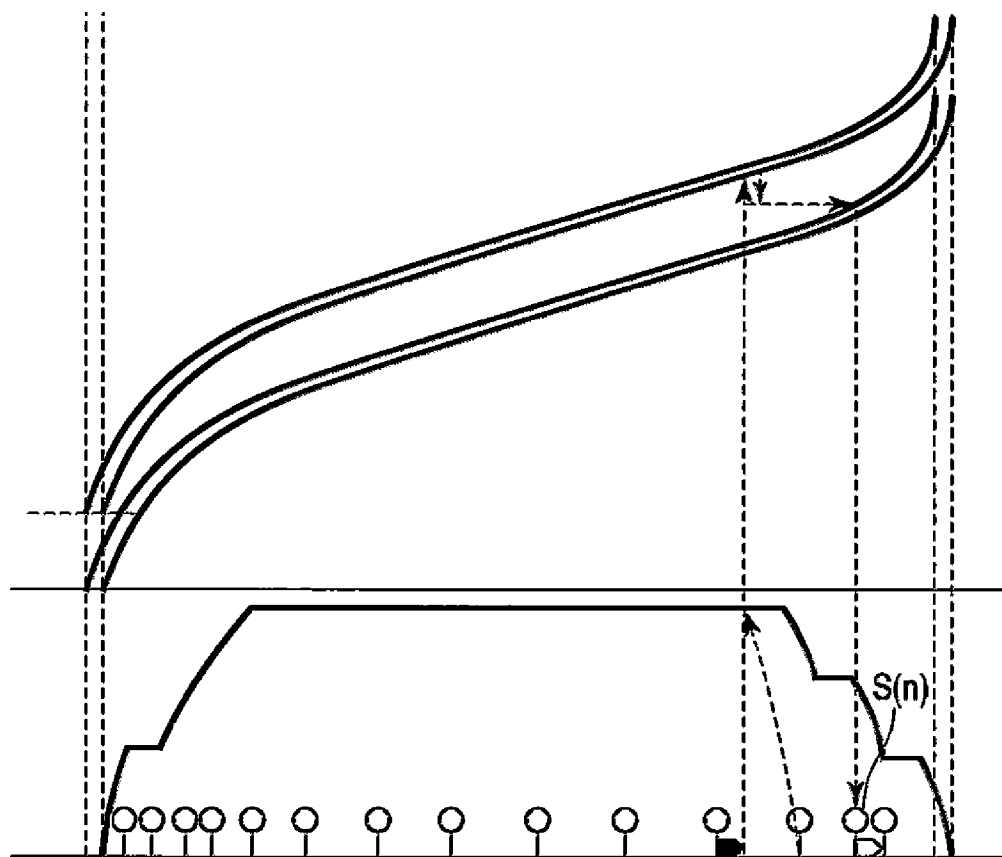
[図61]



[図62]



[図63]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034592

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B61L27/00 (2006.01) i, G06Q50/30 (2012.01) 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. B61L27/00, G06Q50/30

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 1971-2017

Registered utility model specifications of Japan 1996-2017

Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

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.
X	JP 8-127344 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 21 May 1996, paragraphs [0001]-[0025], fig. 3, 8 (Family: none)	1-2
A	JP 2002-125305 A (NIPPON SIGNAL CO., LTD.) 26 April 2002, fig. 1 (Family: none)	1-2
A	JP 2014-121909 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 03 July 2014, all drawings (Family: none)	1-2



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
18.12.2017

Date of mailing of the international search report
26.12.2017

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/JP2017/034592

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-198815 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 27 July 1999, fig. 3-9 (Family: none)	1-2
A	JP 6-191408 A (DAIDO SIGNAL CO., LTD.) 12 July 1994, all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 2002-330505 A (KYOSAN ELECTRIC MFG) 15 November 2002, fig. 1 (Family: none)	1-2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034592

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 3-5
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

The "first threshold value" and the "second threshold value" set forth in claims 3-5 are not fully supported by the description.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B61L27/00(2006.01)i, G06Q50/30(2012.01)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（I P C））

Int.Cl. B61L27/00, G06Q50/30

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で利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
X	JP 8-127344 A（三菱電機株式会社）1996.05.21, 段落0001-0025、図3, 8（ファミリーなし）	1-2
A	JP 2002-125305 A（日本信号株式会社）2002.04.26, 図1（ファミリーなし）	1-2
A	JP 2014-121909 A（川崎重工業株式会社）2014.07.03, 全図（ファミリーなし）	1-2

☒ 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

18.12.2017

国際調査報告の発送日

26.12.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

橋本 敏行

電話番号 03-3581-1101 内線 3316

3H

3927

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
A	JP 11-198815 A (三菱電機株式会社) 1999. 07. 27, 図 3 - 9 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 6-191408 A (大同信号株式会社) 1994. 07. 12, 全図 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2002-330505 A (株式会社京三製作所) 2002. 11. 15, 図 1 (ファミリーなし)	1-2

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 3-5 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
請求項3-5に記載された「第1の閾値」及び「第2の閾値」が、明細書により十分に裏付けがなされていない。
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。