

明 細 書

発明の名称：車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法に関し、特に軌道上を移動する移動体の車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 新交通システムや鉄道のような軌道上を移動する移動体（列車）が知られている。そのような移動体の運行を管理する信号システムが知られている。従来の信号システムは、中央監視制御型である。中央監視制御型の信号システムでは、中央指令所に主要な保安機能（防護機能）用の装置を集約し、線区全体の列車の走行状態を把握し、管理して、機能安全を実現している。その保安機能用の装置（防護装置）は、連動装置、ATP（Automatic Train Protection）地上装置、駅制御装置を含んでいる。

[0003] 図1Aは、従来の信号システムの構成を示すブロック図である。この信号システムは、中央指令所、列車（群）、駅、及び線路の各領域に分けられる。中央指令所は、線区全体の列車の運行状態を把握し、管理して、機能安全を実現する。中央指令所は、運行管理装置230と、ATP地上装置232と、駅制御装置234と、連動装置236とを含んでいる。各装置は、専用LAN（Local Area Network）238により双方向通信可能に相互に接続されている。運行管理装置230は、運行全体の管理を司る。連動装置236は列車の進路の防護を司る。ATP地上装置232は、列車間の衝突防護を司る。駅制御装置234は、駅における列車ドアやホームドアの開閉の制御の機能安全を司る。

[0004] 列車（群）は、車上装置210を備えている。車上装置210は、中央指令所の制御に基づいて列車の運行を制御する。車上装置210は、専用LA

N 2 5 0 により A T P 地上装置 2 3 2 と双方向通信可能に接続されている。駅は、R e m o t e I / O 2 2 0 を備えている。R e m o t e I / O 2 2 0 は、中央指令所の制御に基づいてホームドア 2 4 0 の開閉制御や線路の転轍機 2 5 0 の転換制御を行う。R e m o t e I / O 2 2 0 は、専用 L A N 2 5 2 により駅制御装置 2 3 4 と連動装置 2 3 6 に双方向通信可能に接続されている。

[0005] この従来の信号システムの動作（列車の運行）は例えば以下になる。

運行管理装置 2 3 0 は、内蔵しているダイヤに基づいて、任意の列車に出発時刻が近付くと、A T P 地上装置 2 3 2 からの在線状態 2 0 5 を参照して、線区の在線状況を確認する。そして、運行管理装置 2 3 0 は、その列車が出発できる状態であると判断した場合、その列車に対して、出発指令（又は進路要求）2 0 6 を発信する。

[0006] 連動装置 2 3 6 は、出発指令（又は進路要求）2 0 6 を受け取ると、A T P 地上装置 2 3 2 から定周期で受け取る線区の在線状態 2 0 5 を参照して、当該列車が走行する対象となる区間の転轍機 2 5 0（分岐）を進路方向に合致するように、R e m o t e I / O 2 2 0 に指示する。R e m o t e I / O 2 2 0 は、当該列車が走行する対象となる区間の転轍機 2 5 0（分岐）を進路方向に転換する。連動装置 2 3 6 は、その転換後の転轍機 2 5 0（分岐）を施錠する。その結果、当該列車の進路が排他的に確立される（進路制御 2 0 1）。他列車はその進路を走行することはない。連動装置 2 3 6 は、このような進路の状態を進路状態 2 0 7 として定周期で A T P 地上装置 2 3 2 へ出力している。

[0007] A T P 地上装置 2 3 2 は、線路上に配置した検知器や列車から受け取る最新の列車位置 2 0 4 を利用して常時列車位置を監視している。そして、それに基づく線区の在線状態 2 0 5 を連動装置 2 3 6 へ定周期に出力している。また、A T P 地上装置 2 3 2 は、連動装置 2 3 6 から定周期で受け取る進路状態 2 0 7 を参照し、進路が確立された列車に対して、先行列車との間に安

全な空間を保つことを考慮しながら、進行許可 202 を出力する。列車は進行許可 202 を受け取ると進行許可限界点までの速度プロファイルを生成し、当該プロファイルを参照しながら速度制御を行い、移動し始める。

[0008] 駅制御装置 234 は、列車が駅に到着後、列車状態 208（完全に挙動を停止し、ブレーキが動作している状態）を ATP 地上装置 232 経由で受け取る。それと同時に、ホームドア 240 の扉状態を Remote I/O 220 経由で確認する。駅制御装置 234 は、列車及びホームドア 240 が扉を開けることが可能であることを確認後、扉開指令 203 を ATP 地上装置 232 経由で列車（車上装置 210）へ通知する。同時に、扉開指令 203 を Remote I/O 220 経由でホームドア 240 に通知する。

[0009] このように、従来の信号システムでは、例えば、列車の進路を確立するための進路制御は連動装置 236 で行われ、列車の進行許可を出すための列車間防護は ATP 地上装置 232 で行われている。言い換えると、従来の信号システムでは、進路制御と列車間防護とを別系統で行っている。

[0010] この方式は、実績ある方式であるが、以下に示す様な課題が内在する。例えば、上述したように、各々の防護機能が独立した処理システムを持っている。そのため、この信号システムは冗長な構成となっている。従って、信号システムの安全性に着目してシステム構成を考えると、上記したような構成から脱却できず、コスト低減に限界がある。

[0011] また、信号システムを導入する場合において、線区規模や列車運用の内容に如何に関わらず、線区全体の全ての列車の運行の管理を行う運行管理装置 230、連動装置 236、ATP 地上装置 232、駅制御装置 234 が必要となる。これらは、信号システムを構成する上で最小限の構成であり、導入コスト低減に限界がある。

[0012] 特に、運行管理装置 230、ATP 地上装置 232、制御装置 234、及び連動装置 236 は、線区全体の全ての列車の運行の管理を行っているのものでその仕事量が非常に多い。そのため、それに伴い各装置が極めて大きく且つ高額となる。装置などのスペースが削減でき、導入コストも削減可能で、機

器の取り扱いが容易な技術が望まれている。

[0013] 図 1 B は、列車線区における本線とこれに接続する車両基地のレイアウトの一例を示す模式図である。この図の例では、列車線区における線路 2 6 0 は、本線の線路 2 6 0 と、車両基地の待機場の線路 2 6 3 a（待機線）と、検車場の線路 2 6 3 b（検車線）とを備えている。車両基地での列車の運用を考えると、以下に示す（１）～（３）のような列車 2 7 1 の移動パターンが発生し得る。

[0014] （１）待機場における待機線（2 6 3 a）間の移動

この移動は、列車 2 7 1 を入れ換えるために行われる。具体的には、待機場のある線路 2 6 3 a 上の列車 2 7 1 a を折り返し地点 2 8 1 へ移動させ（列車 2 7 1 b）、その後に待機場の他の線路 2 6 3 a 上に移動させる（列車 2 7 1 c）。

[0015] （２）待機場から検査場への移動

この移動は、列車 2 7 1 の車両点検のために行われる。具体的には、待機場のある線路 2 6 3 a 上の列車 2 7 1 d を折り返し地点 2 8 1 へ移動させ（列車 2 7 1 b）、その後に検査場へ向かって移動し（列車 2 7 1 e）、検査場の線路 2 6 3 b 上に移動させる（列車 2 7 1 f）。

[0016] （３）検査場における検車線（2 6 3 b）間の移動

この移動は、ある点検（例示：軽点検）を行う検車線から他の点検（例示：重点検）を行う検車線へ列車 2 7 1 を移動させるために行われる。具体的には、検査場のある線路 2 6 3 b 上の列車 2 7 1 f を折り返し地点 2 8 2 へ移動させ（列車 2 7 1 g）、その後に待機場の他の線路 2 6 3 b 上に移動させる（列車 2 7 1 h）。

[0017] このようなパターンに沿って列車 2 7 1 を移動させる場合、予め折り返し地点 2 8 1、2 8 2 を決めて、当該折り返し地点 2 8 1、2 8 2 まで一旦列車を引込み、進行方向を転換して目的地まで移動させねばならない。従来の信号システムでは、折り返し地点までの進路を手動で設定し、列車 2 7 1 が当該折り返し地点までの移動を完了した後に、改めて目的地までの進路を手

動で設定して、列車 2 7 1 を移動させている。

[0018] 信号システムの仕組み上、上記の方法は概ね以下のような処理手順となる。

まず、指令員は、移動対象の車両を選定する。次に、指令員は、当該車両の周辺の在線状態を確認する。その後、指令員は、運行管理装置を利用して折り返し地点までの進路を手動で設定する。それにより、車両が折り返し地点まで移動する。指令員は、折り返し地点への車両の到着を確認する。次に、当該車両周辺の在線状態を確認する。その後、指令員は、運行管理装置を利用して目的地までの進路を手動で設定する。それにより、車両が目的地に到着する。

[0019] この方法では以下に示すような課題が出てくる。

本線（線路 2 6 3）との入換で車両が出入りする中で、指導員による手動割込みで実行することになるため、入換作業に要する時間が長くなる程、本線との入換が遅れて、輸送力の低下に繋がる。また、待機線の車両を検車場に移動する場合において、待機線の奥に対象車両が存線していると、前方を詰めている車両を別の待機線に移動させてから取り出さねばならず、指導員の手間がかかる。手動による手間を削減し、車両基地を効率的に機能させることが可能な技術が望まれている。

[0020] 関連する技術として特開 2 0 1 2 - 9 6 7 0 4 号公報に無線列車制御システム及び無線列車制御方法が開示されている。この無線列車制御システムは、中央装置と、各停車場に設置され、前記中央装置と通信可能に接続される駅制御装置と、各列車内に設置され、前記停車場内及び前記停車場近傍を無線通信範囲として前記駅制御装置と無線通信可能に接続される車上装置と、によって構成される。この無線列車制御システムにおいて、前記車上装置は、前記駅制御装置に位置情報を送信する送信手段、を具備する。前記駅制御装置は、前記車上装置から位置情報を受信し、列車が在線していることを示す在線情報を区分化区間ごとに記憶するとともに、前記中央装置に前記在線情報を送信し、前記中央装置からの指示情報を受信し、前記指示情報に基づ

いて停車場内の装置を制御する常用運行手段、を具備する。前記中央装置は、前記駅制御装置から受信する前記在線情報に基づいて各列車の走行許可範囲を決定し、前記駅制御装置に前記指示情報を送信する常用運行手段、を具備する。更に、前記駅制御装置は、前記中央装置と正常に通信できない場合、列車が停車場間に進出したことを示す進出情報を消去不可とする進出情報記憶手段、を具備する。前記中央装置は、代用運行から常用運行に復帰する際、前記駅制御装置から全ての前記進出情報を受信し、全ての列車に対して、現在在線する区分化区間が確定した後に復帰する復帰手段、を具備する。

[0021] また、特開 2012-131324 号公報に運転保安方法及び運転保安システムが開示されている。この運転保安方法は、1) 各閉そく区間について占有の有無を管理する管理装置と、2) 転轍機を制御する転轍機制御装置と、3) 列車に搭載され、各閉そく区間及び前記転轍機の位置情報に基づき走行予定経路の構成に係る連動制御を行う車上装置と、を具備する運転保安システムによる運転保安方法である。前記車上装置が、走行予定経路を構成する閉そく区間の占有確保を要求する確保要求信号を前記管理装置に送信する確保要求ステップと、前記管理装置が、前記確保要求信号に基づいて、前記走行予定経路を構成する閉そく区間の全てが所定の占有可能条件を満たすか否かの判定を行い、満たす場合に当該全ての閉そく区間を占有有りとし、確保信号を前記車上装置に送信する占有確保ステップと、前記車上装置が、前記確保信号を受信した場合に、前記走行予定経路上の転轍機の転轍機制御装置に転換指示信号を送信する第 1 の転換指示ステップと、前記転換指示信号を受信した転轍機制御装置が、転換鎖錠を行って転換完了信号を前記車上装置に送信する転換ステップと、前記車上装置が、前記転換完了信号を受信した場合に、前記走行予定経路への進入を許可する進入許可ステップと、前記車上装置が、走行済みの閉そく区間の占有解除を要求する解除要求信号を前記管理装置に送信する解除要求ステップと、前記管理装置が、前記解除要求信号に基づいて、対象の閉そく区間の占有を解除する占有解除ステップと、を含む。

先行技術文献

特許文献

[0022] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 9 6 7 0 4 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 2 - 1 3 1 3 2 4 号公報

発明の概要

[0023] 従って、本発明の目的は、装置などのスペースが削減可能な車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、導入コストを削減可能な車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、機器の取り扱いが容易な車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法を提供することにある。本発明の更に他の目的は、手動による手間を削減し、車両基地を効率的に機能させることが可能な車上装置、信号システム及び移動装置の制御方法を提供することにある。

[0024] 本発明の車上装置は、軌道上を移動する移動体に搭載されている。車上装置は、移動体の移動を制御する制御装置を具備している。制御装置は、場内移動指示部と、進路確保部と、通行許可部とを備えている。場内移動指示部は、移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の検車場への経路に移動の妨げとなる障害移動体があるか否かを判断する。進路確保部は、経路に障害移動体がない場合、経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に経路の進路確保を要求する。通行許可部は、基地インターフェース装置からの進路確保を示す進路状態情報に基づいて、進路確保された経路について、移動体の通行を許可する。

[0025] 上記の車上装置において、場内移動指示部は、経路に障害移動体がある場合、障害移動体に移動指示を出力してもよい。

[0026] 上記の車上装置において、制御装置は、他の移動体から障害移動体であるとして移動指示を受けたとき、他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させる場内先導

部を更に備えてもよい。

[0027] 上記の車上装置において、場内先導部は、他移動体関連情報に基づいて、障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断し、先頭である場合、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させ、先頭でない場合、隣接する障害移動体の移動に従って移動してもよい。

[0028] 上記の車上装置において、制御装置は、移動体が車両基地に在線しているとき、移動体内に記憶された移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断する列車状態設定部を更に備えていてもよい。列車状態設定部は、移動体が所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定してもよい。

[0029] 本発明の信号システムは、複数の車上装置と、基地インターフェース装置とを具備している。複数の車上装置は、軌道上を移動する複数の移動体に搭載され、上記段落のいずれか一項に記載されている。基地インターフェース装置は、複数の車上装置と双方向通信可能であり、複数の車上装置の車両基地に配置され、車両基地の複数の分岐を制御する。

[0030] 本発明の移動体の制御方法は、軌道上を移動する移動体の制御方法である。この移動体の制御方法は、移動体の車上装置は、移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の検車場への経路に移動の妨げとなる障害移動体があるか否かを判断するステップと、車上装置が、経路に障害移動体がない場合、経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に経路の進路確保を要求するステップと、車上装置が、基地インターフェース装置からの進路確保を示す進路状態情報に基づいて、進路確保された経路について、移動体の通行を許可するステップとを備えている。

[0031] 上記の移動体の制御方法において、障害移動体があるか否かを判断するステップは、車上装置が、経路に障害移動体がある場合、障害移動体に移動指示を出力するステップを含んでいてもよい。

- [0032] 上記の移動体の制御方法において、車上装置が、他の移動体から障害移動体であるとして移動指示を受けたとき、他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させるステップを更に備えていてもよい。
- [0033] 上記の移動体の制御方法において、自身を探索された移動先へ移動させるステップは、車上装置が、他移動体関連情報に基づいて、障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断するステップと、車上装置が、先頭である場合、車両基地内の移動可能な移動先を探索するステップと、車上装置が、自身を探索された移動先へ移動させるステップと、車上装置が、先頭でない場合、隣接する障害移動体の移動に従って移動するステップとを含んでいてもよい。
- [0034] 上記の移動体の制御方法において、車上装置が、移動体が車両基地に在線しているとき、移動体内に記憶された移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断するステップを更に備えていてもよい。所定の検車条件を満たしているかを判断するステップは、車上装置が、移動体が所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定するステップを含んでいてもよい。
- [0035] 本発明の記憶媒体は、上記各段落のいずれかに記載の移動体の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムを格納している。
- [0036] 本発明により、装置などのスペースが削減できる。また、本発明により、導入コストも削減可能となる。更に、本発明により、機器の取り扱いが容易となる。

図面の簡単な説明

- [0037] 本発明の前記及びその他の目的、長所及び特徴は、添付の図面を考慮して次の実施の形態（実施例）の記載によって、より詳細に分かるであろう。
- [図1A]図1 Aは、従来の信号システムの構成を示すブロック図である。
- [図1B]図1 Bは、列車線区における本線とこれに接続する車両基地のレイアウトの一例を示す模式図である。

[図2]図2は、第1の実施の形態に係る信号システムの構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、第1の実施の形態に係る信号システムの構成例を示すブロック図である。

[図4A]図4Aは、第1の実施の形態に係る信号システムの車上装置の制御装置の構成例を示すブロック図である。

[図4B]図4Bは、第1の実施の形態に係る信号システムの駅1／F装置の制御装置の構成例を示すブロック図である。

[図5A]図5Aは、第1の実施の形態に係る信号システムの車上装置の記憶装置の構成を示すブロック図である。

[図5B]図5Bは、第1の実施の形態に係る信号システムの駅1／F装置の記憶装置の構成を示すブロック図である。

[図5C]図5Cは、第1の実施の形態に係る信号システムの運行管理装置の記憶装置の構成を示すブロック図である。

[図6]図6は、第1の実施の形態に係る信号システムを適用する路線の構成例を示す模式図である。

[図7]図7は、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護の場面を説明する模式図である。

[図8]図8は、列車の車上装置が他の装置と情報を授受する動作を示すフロー図である。

[図9A]図9Aは、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護の動作を示すフロー図である。

[図9B]図9Bは、列車の車上装置が駅1／F装置の分岐解除を行う動作を示すフロー図である。

[図10]図10は、第2の実施の形態に係る信号システムの構成例を示すブロック図である。

[図11]図11は、第2の実施の形態に係る信号システムの車上装置の制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図12】図12は、第2の実施の形態に係る信号システムの基地1／F装置の制御装置の構成例を示すブロック図である。

【図13】図13は、第2の実施の形態に係る信号システムの基地1／F装置の記憶装置の構成を示すブロック図である。

【図14】図14は、第2の実施の形態に係る信号システムを適用する車両基地の線路の構成例を示す模式図である。

【図15】図15は、列車が検車待ちか否かを設定する動作を示すフロー図である。

【図16A】図16Aは、検車待ち車両の移動の障害となる車両が存在する状況を示す模式図である。

【図16B】図16Bは、検車待ち車両の移動の障害となる車両が存在する状況を示す模式図である。

【図17】図17は、検車待ち車両の移動の障害となる車両の除去の動作を示すフロー図である。

【図18】図18は、検車待ち車両が検車場へ移動する動作を示すフロー図である。

発明を実施するための形態

【0038】 以下、本発明の実施の形態に係る信号システムについて、添付図面を参照して説明する。

この信号システムは、従来の信号システムでは防護装置（連動装置、ATP地上装置、駅制御装置）が司っていた防護機能を、移動体（列車）の車上装置内に形を変えて設けている。その結果、その車上装置は、自律で進路確保を判定し、進行を決定する（自律で進路を確立し、自律で通行を許可する）など、自律で列車間防護を行うことができる。それにより、中央指令所における装置の負担の軽減、装置のスペースの削減、装置を導入するコストの削減、及び機器の取り扱いの容易化を実現する。以下、各実施の形態について詳細に説明する。

【0039】（第1の実施の形態）

1. 構成

本発明の第1の実施の形態に係る信号システムの構成について説明する。

図2は、本実施の形態に係る信号システムの構成を示すブロック図である。信号システム1は、中央指令所4、列車(群)2、駅3、及び線路50の各領域に分けられる。

[0040] 中央指令所4は、線区全体の列車2の運行状態を把握している。中央指令所4は、運行管理装置30を備えている。運行管理装置30は、汎用LAN60を介して、列車2(車上装置10)と駅3(駅インターフェース装置20)とに双方向通信可能に接続されている。運行管理装置30は、列車2に関する情報(例示:列車位置101)を列車2から受け取り、ホームドアや列車ドアや転轍機に関する情報(例示:扉状態106、転轍機転換位置104)を駅3から受け取り、表示装置(図示されず)に表示している。また、運行管理装置30は、列車2の運行モード105や列車ダイヤを設定して、列車2や駅3へ伝達する。運行モード105は、通常の運行を行う場合を示す通常モードや、軌道上に支障が発生した場合を示す支障モードに例示される。中央指令所4には、図1に示す運行管理装置230、ATP地上装置232、駅制御装置234、及び連動装置236のような機能を有する装置は配置されていない。

[0041] 列車2は、複数存在している。各列車2は、付近の列車2の運行状態を把握し、自身の運行を管理して、機能安全を実現する。列車2は、車上装置10を備えている。車上装置10は、汎用LAN60を介して、駅3(駅I/F装置20)に双方向通信可能に接続されている。車上装置10は、駅3を介して、転轍機の転換位置を示す転轍機転換位置104を確認し、必要に応じて転轍機を転換する転換制御102を行うことにより、列車2の進路の防護を司る。更に、車上装置10は、前後の列車2との間で通信を行うことにより、列車間の衝突防護を司る。更に、車上装置10は、駅3における列車ドアやホームドアの開閉する扉開閉制御103を行うことにより、列車ドアやホームドアの機能安全を司る。このように、車上装置10は、従来の信号

システムにおける防護装置（連動装置、ＡＴＰ地上装置、駅制御装置）が司っていた防護機能を形を変えて備えている。そのため、中央指令所４の装置のうち、連動装置、ＡＴＰ地上装置、駅制御装置を削減することが可能となる。

[0042] 駅３は、複数存在している。各駅３は、ホームドア４０の開閉や線路５０の転轍機５１の転換を行う。駅３は、駅Ｉ／Ｆ装置（駅インターフェース装置）２０を備えている。駅Ｉ／Ｆ装置２０は、車上装置１０の制御に基づいて、ホームドア４０の開閉を制御する。更に、駅Ｉ／Ｆ装置２０は、車上装置１０の制御に基づいて、その駅３の近傍における上り側及び下り側の線路５０に複数存在する転轍機５１の転換を制御する。更に、駅Ｉ／Ｆ装置２０は、各列車２からの転轍機５１への転換要求を管理する。要求が競合する場合、後の転換は受け付けない。

[0043] 図３は、本実施の形態に係る信号システムの構成例を示すブロック図である。中央指令所４の運行管理装置３０は、指令所制御装置３１と指令所記憶装置３２と指令所通信装置３３とを備えている。指令所制御装置３１は、コンピュータに例示される情報処理装置であり、図示されていないＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）と記憶部と入力部と出力部とインターフェースとを備えている。指令所制御装置３１は、運行管理装置３０用の情報処理を実行する。指令所記憶装置３２は、ハードディスクドライブやＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）に例示される記憶装置であり、指令所制御装置３１で使用されるデータやソフトウェア、指令所制御装置３１から出力されるデータやソフトウェアを格納する。指令所通信装置３３は、汎用ＬＡＮ６０を介してデータ通信を行う無線ＬＡＮ送受信装置である。指令所制御装置３１から出力されるデータやソフトウェアを車上装置１０や駅Ｉ／Ｆ装置２０へ送信し、車上装置１０や駅Ｉ／Ｆ装置２０から送信されるデータやソフトウェアを受信して、指令所制御装置３１へ出力する。

[0044] 汎用ＬＡＮ６０は、複数の基地局６１を備えている。複数の基地局６１は

、中央指令所 4 や、各駅 3 や、線路 5 0 0 に沿った複数の箇所に配置されている。基地局 6 1 は、運行管理装置 3 0、複数の車上装置 1 0、及び複数の駅 I / F 装置 2 0 の間で、互いに情報の送受信が可能なように、無線通信を媒介する。なお、本実施の形態では、通信手段として無線 LAN を用いた例を示しているが、互いに情報の送受信が可能であれば他の通信手段を用いてもよい。

[0045] 列車 2 の車上装置 1 0 は、制御装置 1 1 と記憶装置 1 2 と通信装置 1 3 とを備えている。制御装置 1 1 は、コンピュータに例示される情報処理装置であり、図示されていない CPU と記憶部と入力部と出力部とインターフェースとを備えている。制御装置 1 1 は、車上装置 1 0 用の情報処理を実行する。記憶装置 1 2 は、ハードディスクドライブや RAM や ROM に例示される記憶装置であり、制御装置 1 1 で使用されるデータやソフトウェア、制御装置 1 1 から出力されるデータやソフトウェアを格納する。通信装置 1 3 は、汎用 LAN 6 0 を介してデータ通信を行う無線 LAN 送受信装置である。制御装置 1 1 から出力されるデータやソフトウェアを運行管理装置 3 0 や他の列車 2 の車上装置 1 0 や駅 I / F 装置 2 0 へ送信し、運行管理装置 3 0 や他の列車 2 の車上装置 1 0 や駅 I / F 装置 2 0 から送信されるデータやソフトウェアを受信して、制御装置 1 1 へ出力する。

[0046] 列車 2 は、更に回転数センサ 1 8 と受信器 1 9 とを備えている。回転数センサ 1 8 は、車輪の回転数及びその時間変化を検出し、制御装置 1 1 へ出力する。制御装置 1 1 は、回転数及びその時間変化に基づいて、列車 2 の位置及び速度を算出する。ただし、位置の算出は車輪の回転数を積算して行うため、スリップやタイヤ摩耗などの影響で、長距離になるほど誤差が出る可能性がある。そのため、線路 5 0 内に所定の間隔で地上子 5 2 (トランスポンダ) を設置し、地上子 5 2 の情報を受信するごとに位置を修正して、誤差の累積を防止している。

[0047] 駅 3 の駅 I / F 装置 2 0 は、駅制御装置 2 1 と駅記憶装置 2 2 と駅通信装置 2 3 とを備えている。駅制御装置 2 1 は、コンピュータに例示される情報

処理装置であり、図示されていないCPUと記憶部と入力部と出力部とインターフェースとを備えている。駅I/F装置20は、駅I/F装置20用の情報処理を実行する。駅記憶装置22は、ハードディスクドライブやRAMやROMに例示される記憶装置であり、駅制御装置21で使用するデータやソフトウェア、駅制御装置21から出力されるデータやソフトウェアを格納する。駅通信装置23は、汎用LAN60を介してデータ通信を行う無線LAN送受信装置である。駅制御装置21から出力されるデータやソフトウェアを運行管理装置30や車上装置10や他の駅3の駅I/F装置20へ送信し、運行管理装置30や車上装置10や他の駅3の駅I/F装置20から送信されるデータやソフトウェアを受信して、駅制御装置21へ出力する。

[0048] 駅3は、更にホームドア40を備えている。駅制御装置21は、ホームドア40の状態を検出すると共に、ホームドア40の開閉を制御する。駅制御装置21は、更に、駅3の近傍に配置された線路50の複数の転轍機51（複数の分岐）に接続されている。転轍機51は、線路53の分岐である。駅制御装置21は、複数の転轍機51の各々の状態を検出すると共に、複数の転轍機51の各々の転換を制御する。

[0049] 次に、車上装置10の制御装置11について更に説明する。

図4Aは、本実施の形態に係る信号システムの制御装置11の構成例を示すブロック図である。制御装置11において、CPUは、例えば記憶媒体からインターフェースを介してハードディスクドライブにインストールされたコンピュータプログラムをRAM(Random Access Memory)に展開する。そして、展開されたコンピュータプログラムを実行して、必要に応じて記憶部や入力部や出力部やインターフェースや記憶装置12や通信装置13のようなハードウェアを制御しながら、当該コンピュータプログラムの情報処理を実現する。記憶部や記憶装置12は、コンピュータプログラムを記録し、CPUが利用する情報や生成する情報を記録する。入力部は、ユーザや他の装置に操作されることにより生成される情報をCPUや記憶部へ出力する。出力部は、CPUにより生成された情報や記憶部の情報

をユーザや他の装置に認識可能に出力する。

[0050] 制御装置 11 は、付近の列車 2 の運行状態を把握し、自身の運行を管理して、機能安全を実現する制御を行う。制御装置 11 は、進路確保判定部 70 と、進行決定部 80 と、列車移動制御部 90 と、ドア制御部 120 とを備えている。これら進路確保判定部 70、進行決定部 80、列車移動制御部 90、及びドア制御部 120 は、コンピュータプログラムにより又はコンピュータプログラムとハードウェアとの協調により実現される。

[0051] 進路確保判定部 70 は、自身（列車 2）の進路の防護を司る制御を行う。すなわち、駅関連情報（後述）と、他列車関連情報（後述）とに基づいて、進路の確保を判定する。具体的には、進路確保判定部 70 は、駅 3 を介して、転轍機 51 の転換位置を示す転轍機転換位置を確認し、必要に応じて転轍機 51 を転換する転換制御を行う。進路確保判定部 70 は、運行モード確認部 71 と、他列車状態確認部 72 と、駅状態確認部 73 と、進路確立部 74 とを備えている。運行モード確認部 71 は、運行モードを確認する。他列車状態確認部 72 は、他列車関連情報を取得して、他の列車 2 の状態を確認する。駅状態確認部 73 は、駅関連情報を取得して、駅の状態（例示：転轍機 51 の転轍機転換位置（分岐の状態））を確認する。進路確立部 74 は、必要に応じて転轍機 51 の転轍機転換位置を変換し、自身（列車 2）の進路を確立（確保）する。

[0052] 進行決定部 80 は、列車 2 の間の衝突防護を司る制御を行う。すなわち、他移動体関連情報に基づいて、確保された進路について、移動体の進行を決定する。具体的には、進行決定部 80 は、付近の列車 2 との間で通信を行い、自身（列車 2）が通行を許可される範囲を把握して、当該範囲での自身（列車 2）の通行を許可する（自身（列車 2）の進行を決定する）。進行決定部 80 は、進行許可限界位置確認部 81 を備えている。進行許可限界位置確認部 81 は、自身（列車 2）の進行許可限界位置を確認する。ただし、進行許可限界位置は、対象となる列車 2 に対して進行（移動）が許可される限界の位置を示している（例示：基準点からの距離、先行する列車との距離）。

[0053] 列車移動制御部 90 は、列車 2 のダイヤや位置や通行許可制限位置に基づいて、列車 2 を移動（走行）させるための制御を行う。列車移動制御部 90 は、走行部 91 と速度プロファイル作成部 94 とダイヤ確認部 95 とを備えている。走行部 91 は、自身（列車 2）を走行させる。ダイヤ確認部 95 は、自身（列車 2）のダイヤを確認し、出発時刻に出発指令を発行する。速度プロファイル作成部 94 は、通行許可制限位置と対象となる列車 2 との距離とに基づいて、自身（列車 2）が停車している当駅から、次の停車駅である次駅へ移動するときの、速度の上限値を示す制限速度プロファイルを作成する。

[0054] ドア制御部 120 は、駅 3 において、列車 2 のドアやホームドア 40 の開閉を制御することにより、列車 2 のドアやホームドアの機能安全を司る制御を行う。

[0055] 次に、駅 1 / F 装置 20 の駅制御装置 21 について更に説明する。

図 4 B は、本実施の形態に係る信号システムの駅制御装置 21 の構成例を示すブロック図である。駅制御装置 21 において、CPU は、例えば記憶媒体からインターフェースを介してハードディスクドライブにインストールされたコンピュータプログラムを RAM に展開する。そして、展開されたコンピュータプログラムを実行して、必要に応じて記憶部や入力部や出力部やインターフェースや駅記憶装置 22 や駅通信装置 23 のようなハードウェアを制御しながら、当該コンピュータプログラムの情報処理を実現する。記憶部や記憶装置 12 は、コンピュータプログラムを記録し、CPU が利用する情報や生成する情報を記録する。入力部は、ユーザや他の装置に操作されることにより生成される情報を CPU や記憶部に出力する。出力部は、CPU により生成された情報や記憶部の情報をユーザや他の装置に認識可能に出力する。

[0056] 駅制御装置 21 は、ホームドア 40 の開閉や線路 50 の転轍機 51 の転換の制御を行う。駅制御装置 21 は、転轍機操作部 25 を備えている。転轍機操作部 25 は、コンピュータプログラムにより又はコンピュータプログラム

とハードウェアとの協調により実現される。

[0057] 転轍機操作部 25 は、列車 2 からの駅関連情報問い合わせに対して、転轍機 51 の転換位置を示す転轍機転換位置情報を出力する。また、列車からの転轍機転換指令に基づいて、転轍機 51 の転換の可否を判断する。他の列車 2 の転轍機転換指令により転轍機 51 がロックされている場合、転轍機 51 の転換を拒否する。転轍機 51 のロックがされていない場合、転轍機 51 の転換を実行し、その転轍機転換指令を転轍機転換位置情報の一部として保持する（駅記憶装置 22 に記憶する）。転轍機転換指令が保持されている間は、当該転轍機 51 は転換を維持（ロック）される。その場合、転轍機操作部 25 は、発信元の列車 2 からの転轍機解除指令に基づいて、転轍機転換指令を消去する。それにより、転轍機 51 のロックが解除される。駅 I/F 装置 20 の駅制御装置 21 は、更に、例えばユーザの入力や他の駅 3 の駅 I/F 装置 20 からの連絡に基づいて、自身（駅 3）と隣接する他の駅 3 との間に支障があるか否かを把握している。

[0058] 次に、記憶装置 12、駅記憶装置 22、及び指令所記憶装置 32 に記憶されている主な情報について説明する。

[0059] 図 5 A は、本実施の形態に係る信号システムの車上装置 10 の記憶装置 12 の構成を示すブロック図である。記憶装置 12 は、少なくとも運行モード情報 130 とダイヤ情報 131 と駅関連情報 132 と列車関連情報 133 と基本情報 134 とを含んでいる。

[0060] 運行モード情報 130 は、その列車 2 がどのようなモードで運行するかを示す情報を含んでいる。運行モード情報 130 は、通常の運行を行う場合を示す通常モードや、軌道上に支障が発生した場合を示す支障モードに例示される（図 2 の運行モード 105 と同じである）。運行モード情報 130 は、運行管理装置 30 から供給され、路線上の全ての列車 2 において同じである。

[0061] ダイヤ情報 131 は、自身（列車 2）の列車ダイヤを示す情報を含んでいる。ダイヤ情報 131 は、運行管理装置 30 から供給され、列車 2 ごとに異

なる。ただし、ダイヤ情報 1 3 1 は、自身（列車 2）及びその周辺の列車 2 のダイヤだけ含んでいても良い。あるいは、ダイヤ情報は、運行間隔の情報であっても良い。

[0062] 駅関連情報 1 3 2 は、自身（列車 2）が停止中の場合、自身（列車 2）が停止している駅 3（以下、駅 3 A とも記す）である当駅に関連する情報と、次に停車予定である駅 3（以下、駅 3 B とも記す）である次駅に関連する情報と、前回停車した駅 3（以下、駅 3 C とも記す）である前駅に関する情報とを含んでいる。自身（列車 2）が移動中の場合、自身（列車 2）が出発した駅 3 である前駅に関連する情報と、次の駅 3 である次駅に関連する情報とを含んでいる。駅関連情報 1 3 2 は、適宜（例示：定期的に）更新され、列車 2 ごとに異なっている。駅関連情報 1 3 2 は、転轍機転換位置情報と、駅間区間関連情報とを含んでいる。転轍機転換位置情報は、対象となる駅 3 A、3 B、3 C（前駅、当駅、次駅）に属している複数の転轍機 5 1 の各々の転換位置を示しており、各転轍機 5 1 の転轍機指令情報（後述）を含んでいる。更に、転轍機 5 1 の施錠の有無を含んでいても良い。駅間区間関連情報は、対象となる駅 3 A、3 B、3 C の駅間（例示：駅 3 A と駅 3 B との間、駅 3 A と駅 3 C との間）に支障があるか否かや、当該駅間に他の列車が在線していない（駅間在線クリア）か否かを示している。

[0063] 列車関連情報 1 3 3 は、自身（列車 2、以下列車 2 A とも記す）及びその周辺の他の列車 2（以下、列車 2 B とも記す）の移動（走行）及びそれに関連する情報を含んでいる。列車関連情報 1 3 3 は、適宜（例示：定期的に）更新され、列車 2 ごとに異なっている。列車関連情報 1 3 3 は、列車位置情報と、進行許可限界位置情報と、到着予定番線情報と、走行方向情報と、走行経路情報と、走行路線情報とを含んでいる。列車位置情報は、対象となる列車 2（自身である列車 2 A 及びその周辺の列車 2 B）の位置（例示：基準点からの距離）を示している。基準点は、始発駅の停止位置や、線路上に設けられる地上子の位置に例示される。進行許可限界位置情報は、対象となる列車 2 に対して進行（移動）が許可される限界の位置を示している（例示：

基準点からの距離、先行する列車との距離）。到着予定番線情報は、対象となる列車 2 の次駅の到着予定番線を示している。走行方向情報は、対象となる列車 2 の走行方向（例示：上り方向、下り方向、分岐方向）を示している。走行経路情報は、対象となる列車 2 の走行経路を示している。走行路線情報は、対象となる列車 2 の走行路線（上り線、下り線）を示している。なお、到着予定番線情報と走行方向情報と走行経路情報と走行路線情報とは、列車 2 の走行の予定を示す走行予定情報ともいうことができる。列車関連情報 1 3 3 は、更に、運行モード情報と、進路要求時刻情報とを含んでいてもよい。運行モード情報は、対象となる列車 2 の運行モードを示している。進路要求時刻情報は、対象となる列車 2 が駅 1 / F 装置 2 0 に対して進路要求（転轍機 5 1 の転換要求）を行った時刻を示している。

[0064] 基本情報 1 3 4 は、列車 2 や線路 5 0 などの基本構造に関する情報を含んでいる。路線上の列車 2 は、共通の基本情報 1 3 4 を保持している。ただし、車両特性は車両ごとに異なる場合があるので、自身の車両に関する車両特性として車両特性情報を各列車 2 が保持する。基本情報 1 3 4 は、線形構造情報と、駅停止位置情報と、支障時（分岐用）限界位置情報と、車両特性情報とを含んでいる。線形構造情報は、線路 5 0 の構造を示し、曲線状線路の位置や形状や距離、直線状の線路の位置や距離、線路の勾配、駅の位置、分岐の位置、複線の有無や、車両基地の位置などに例示される。駅停止位置情報は、各駅における停止位置を示している。分岐用限界位置情報は、線路 5 0 のうち分岐する線路での進行限界位置を示している。車両特性情報は、車両の構造特性や運動特性を示している。

[0065] 図 5 B は、本実施の形態に係る信号システムの駅 1 / F 装置 2 0 の構成を示すブロック図である。駅記憶装置 2 2 は、少なくとも駅中駅関連情報 1 4 2 を含んでいる。

[0066] 駅中駅関連情報 1 4 2 は、自身（駅 3）に関連する情報を含んでいる。駅中駅関連情報 1 4 2 は、駅 3 ごとに異なっている。駅中駅関連情報 1 4 2 は、転轍機転換位置情報と、駅間区間関連情報とを含んでいる。転轍機転換位

置情報は、自身（駅 3）に属する複数の転轍機 5 1 の各々の転換位置を示しており、各転轍機 5 1 の転轍機指令情報を含んでいる。転轍機指令情報は、自身（駅 3）に属する複数の転轍機 5 1 の各々に対する列車 2 からの転轍機転換指令を示している。転轍機転換指令は転轍機 5 1 の転換を指示する指令であり、発信元の列車 2 の情報と関連付けられて記憶される。転轍機転換指令が保持されている間は、当該転轍機 5 1 は転換を維持（ロック）する。発信元の列車 2 からの転轍機解除指令で転轍機転換指令が消去されると、転轍機 5 1 のロックが解除される。駅間区間関連情報は、自身（駅 3）と隣接する他の駅 3 との間に支障があるか否かを示している。転轍機指令情報及び駅間区間関連情報は、車上装置 1 0 及び運行管理装置 3 0 へ送信され、駅関連情報 1 3 2 及び指令所指令所駅関連情報 1 5 2 として記憶される。

[0067] 図 5 C は、本実施の形態に係る信号システムの運行管理装置 3 0 の指令所記憶装置 3 2 の構成を示すブロック図である。指令所記憶装置 3 2 は、少なくとも指令所運行モード情報 1 5 0 と指令所ダイヤ情報 1 5 1 と指令所駅関連情報 1 5 2 と指令所列車関連情報 1 5 3 と指令所基本情報 1 5 4 とを含んでいる。

[0068] 指令所運行モード情報 1 5 0 は、運行モード情報 1 3 0 と同じである。

[0069] 指令所ダイヤ情報 1 5 1 は、その路線の列車ダイヤを示す情報を含み、全ての列車 2 のダイヤを含んでいる。ダイヤ情報は、運行間隔の情報であっても良い。

[0070] 指令所駅関連情報 1 5 2 は、全ての駅 3 に関連する情報を含んでいる。指令所駅関連情報 1 5 2 は、全ての駅 3 から取得した駅中駅関連情報 1 4 2 の転轍機転換位置情報と駅間区間関連情報とを含んでいる。指令所駅関連情報 1 5 2 は、全ての駅 3 の駅 I / F 装置 2 0 から適宜取得する。

[0071] 指令所列車関連情報 1 5 3 は、全ての列車 2 の移動（走行）及びそれに関連する情報を含んでいる。指令所列車関連情報 1 5 3 は、全ての列車 2 から取得した列車関連情報 1 3 3 の列車位置情報と進行許可限界位置情報と到着予定番線情報と走行方向情報と走行経路情報と走行路線情報とを含んでいる。

。指令所列車関連情報 1 5 3 は、全ての列車 2 の車上装置 1 0 から適宜取得する。

[0072] 指令所基本情報 1 5 4 は、列車 2 や線路 5 0 などの基本構造に関する情報を含んでいる。指令所基本情報 1 5 4 は、基本情報 1 3 4 と同じである。

[0073] 2. 動作

次に、本実施の形態に係る信号システムの動作について説明する。ここでは、信号システムの動作として、通常の運行（通常モード）での列車 2 の駅間移動における列車間防護について説明する。

[0074] 具体的な動作の説明の前に、信号システムを適用する路線の構成例について説明する。

図 6 は、本実施の形態に係る信号システムを適用する路線の構成例を示す模式図である。この路線は、線路 5 0 と駅 3 とを備えている。線路 5 0 は、線路 5 3 D と、線路 5 3 U と、渡り線 5 3 M とを備えている。線路 5 3 D は、軌道末端 1 6 1 間に設けられた下り線の線路である。線路 5 3 U は、軌道末端 1 6 1 間に設けられた上り線の線路である。渡り線 5 3 M は、駅 3 の近傍に設けられ線路 5 3 D と線路 5 3 U とをつなぐ線路である。駅 3 は、線路 5 3 D と線路 5 3 U との間に、互いに間隔をおいて、複数個設けられている。この路線において、軌道末端 1 6 1 を含む駅 3 の領域を終端駅部 1 6 0 ともいい、終端駅部 1 6 0 以外の駅の領域を中間駅部 1 7 0 ともいう。信号システムでは、この路線の中間駅部 1 7 0 において、通常の運行のとき、上り線 5 3 U 及び下り線 5 3 D における列車 2 の進行方向が固定されていると見なす。以下では、このような路線での信号システムの動作について説明する。

[0075] 次に、図 6 の路線の構成例における列車間防護の場面について説明する。

図 7 は、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護の場면을説明する模式図である。この図では、中間駅部 1 7 0 において、駅間を移動する列車 2 A に着目している。列車 2 A は、下り線の線路 5 3 D 上を移動するものとする。列車 2 A が現在いる駅 3 を当駅 3 A、次に停車する駅 3 を次駅 3 B

、列車 2 A の前にいる列車 2 を列車 2 B とする。当駅 3 A で設備する転轍機 5 1 を、駅 3 A に近い側から順に、線路 5 3 D 側で転轍機 5 1 A 1、5 1 A 2 とし、線路 5 3 U 側で転轍機 5 1 A 3、5 1 A 4 とする。次駅 3 B で設備する転轍機 5 1 を、駅 3 B に近い側から順に、線路 5 3 D 側で転轍機 5 1 B 1、5 1 B 2 とし、線路 5 3 U 側で転轍機 5 1 B 3、5 1 B 4 とする。

[0076] 上述のように、通常の運行のとき、中間駅部 1 7 0 では上り線 5 3 U 及び下り線 5 3 D における列車 2 の進行方向が固定されている。すなわち、各駅 3 の駅 I / F 装置 2 0 は、各駅 3 間の進路を一定方向に保持し、転轍機 5 1 の転轍機転換位置も一定方向に保持する。その進行方向は、運行モードとして表現される。この場合、通常モードである。運行管理装置 3 0 は、その運行モードを各駅 I / F 装置 2 0 経由で各列車 2 へ通知する。運行モードは、支障等の所定の事情の発生がなければ、原則として変更されることはない。すなわち、通常モードでは、中間駅部 1 7 0 において、列車 2 は単線（線路 5 3 D 又は線路 5 3 U）内を移動し、渡り線 5 3 M を用いて反対側の線路 5 3 に渡らないことが前提となる。言い換えると、上り線（線路 5 3 U）と下り線（線路 5 3 D）とは互いに独立している。したがって、中間駅部 1 7 0 では、通常モードの場合、列車 2 の列車間防護としては単線の中で先行する列車 2 との間隔防護だけを考えれば良い。ただし、列車 2 は駅間移動前に転轍機 5 1 の開通方向と駅間区間状態を確認する。

[0077] なお、終端駅部 1 6 0 など別の線路に渡らなければならない場合（例示：折り返し時やモード切り替え時）、進路制御も必要となる。すなわち、前後の列車 2 の間だけでなく、他の情報伝達経路も必要となる。そのような場合については、後述の第 2 の実施の形態において説明される。

[0078] 次に、列車 2 の車上装置 1 0 が他の装置と情報（データ）を授受する方法について説明する。

図 8 は、列車の車上装置が他の装置と情報を授受する動作を示すフロー図である。列車 2 の車上装置 1 0 は、必要に応じて又は定期的に他の装置（他の複数の車上装置 1 0、複数の駅 I / F 装置 2 0、運行管理装置 3 0）と情

報（データ）を授受している。ここでは、図 7 の場合における列車 2 A の車上装置 1 0 に着目している。

[0079] 運行管理装置 3 0 は、列車 2 A の例えば出発時に、運行モード（通常モード）やダイヤを列車 2 A の車上装置 1 0 へ送信する（ステップ S 1）。ただし、それらの情報は、駅 I / F 装置 2 0 経由で列車 2 A の車上装置 1 0 へ送信してもよい（ステップ S 1 - 0 1 / S 1 - 0 2）。列車 2 A の車上装置 1 0 は、それらの情報を記憶装置 1 2 に記憶する（ステップ S 2）。

[0080] 列車 2 A の車上装置 1 0（他列車状態確認部 7 2）は、他の列車 2 B の車上装置 1 0 へ列車関連情報を問い合わせる（ステップ S 3）。列車 2 B の車上装置 1 0 は、それに応答して、列車 2 B の列車関連情報を列車 2 A の車上装置 1 0 へ送信する（ステップ S 4）。列車 2 A の車上装置 1 0（他列車状態確認部 7 2）は、その情報を記憶装置 1 2 に記憶する（ステップ S 5）。列車関連情報は、進行許可限界位置情報、到着予定番線情報、走行方向情報、走行経路情報、走行路線情報、運行モード情報（、進路要求時刻情報、列車位置情報）を含んでいる。問い合わせ先の他の列車 2 は、この場合、列車間防護に関連する前方の列車 2 B となる。ただし、渡り線 5 3 M からの進入が予測される動作モードでは、前方だけでなく、反対路線を含めた近傍（所定の距離以内）にいる列車 2 に問い合わせる。

[0081] 列車 2 A の車上装置 1 0（駅状態確認部 7 3）は、駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 へ駅関連情報を問い合わせる（ステップ S 6 - 1 / S 6 - 2）。駅 3 A の駅 I / F 装置 2 0 は、それに応答して、転轍機 5 1 A 1 ~ 5 1 A 4 へ転轍機転換位置を問い合わせる（ステップ S 7）。転轍機 5 1 A 1 ~ 5 1 A 4 は、駅 3 A の駅 I / F 装置 2 0 へ転轍機転換位置を返答する（ステップ S 9）。同様に、駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 は、それに応答して、転轍機 5 1 B 1 ~ 5 1 B 4 へ転轍機転換位置を問い合わせる（ステップ S 8）。転轍機 5 1 B 1 ~ 5 1 B 4 は、駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 へ転轍機転換位置を返答する（ステップ S 1 0）。駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 は、駅 3 A 及び駅 3 B の駅関連情報を列車 2 A の車上装置 1 0 へ送信する（ステ

ップS 1 1 / S 1 2)。列車2 Aの車上装置1 0（駅状態確認部7 3）は、その情報を記憶装置1 2に記憶する（ステップS 1 3）。駅関連情報は、転轍機転換位置情報、駅間区間状態情報を含んでいる。問い合わせ先の駅3は、この場合、列車間防護に関連する当駅3 A及び次駅3 Bとなる。なお、駅I / F装置2 0で転轍機転換位置情報を常に把握している場合には、ステップS 7 ~ S 1 0は省略できる。

[0082] このように、列車2 Aは、必要に応じて又は定期的に必要な情報を他の装置（他の複数の車上装置1 0、複数の駅I / F装置2 0、運行管理装置3 0）に問い合わせ、取得している。

[0083] 次に、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護について具体的に説明する。

図9 Aは、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護の動作を示すフロー図である。列車2の車上装置1 0は、上述された他の装置との情報の授受に基づいて、自身で進路確保や進行許可を行う。ここでは、図7の場合における列車2 Aの車上装置1 0に着目している。

[0084] 列車2 Aの車上装置1 0（ダイヤ確認部9 5）は、記憶装置1 2のダイヤを読み、出発時刻を確認する（ステップS 2 1）。そして、出発時刻が到来した場合、出発指令を発行する（ステップS 2 2）。

[0085] 次に、列車2 Aの車上装置1 0（運行モード確認部7 1）は、記憶装置1 2の運行モードを読み、運行モードが通常モードであることを確認する（ステップS 2 3）。それにより、線路5 0上に支障が発生していないこと、及び、下り線の線路5 3 D上の列車2 Aの進路が線路5 3 D上を次駅3 Bへ向かう進路であることが確認できる。

[0086] 続いて、列車2 Aの車上装置1 0（他列車状態確認部7 2）は、他の列車2（列車2 B）の状態を確認する（ステップS 2 4）。このステップは、例えば図8のステップS 3 ~ S 5のように実行することができる。それにより、列車2 Bの列車関連情報P 1（進行許可限界位置情報、到着予定番線情報、走行方向情報、走行経路情報、走行路線情報、運行モード情報）を取得す

る。運行モード情報により、列車 2 B も通常モードであるか否かが確認できる。到着予定番線情報、走行方向情報、走行経路情報、走行路線情報により、列車 2 B の次の移動先（駅 3）が確認できる。進行許可限界位置情報により、自身（列車 2 A）の進行できる距離 181（位置 180）が確認できる。この列車関連情報 P1 は、中央指令所 4 を介することなく取得できる。

[0087] 次に、列車 2 A の車上装置 10（駅状態確認部 73）は、駅 3（駅 3 A、駅 3 B）の状態を確認する（ステップ S25）。このステップは、例えば図 8 のステップ S6-1 / S6-2 ~ S13 のように実行することができる。それにより、駅関連情報 P2、P3（転轍機転換位置情報、駅間区間状態情報）を取得する。駅間区間状態情報により、駅間区間に支障があるか否かや、駅間在線クリアか否かが確認できる。転轍機転換位置情報により、列車 2 A の進路にある転轍機 51 A1、51 A2、51 B2、51 B1 の転轍機転換位置が確保されているか否か確認できる。これらの駅関連情報 P2、P3 は、中央指令所 4 を介することなく取得できる。

[0088] 続いて、列車 2 A の車上装置 10（進路確立部 74）は、駅関連情報 P2、P3 の転轍機転換位置情報に基づいて、駅間在線クリアを確認すると共に、列車 2 A の進路が確保されているか否かを判断する（ステップ S26）。すなわち、転轍機 51 A1、51 A2、51 B2、51 B1 の転轍機転換位置が、列車 2 A による当駅 3 A から次駅 3 B への移動に問題ないか判断する。具体的には、列車 2 A からの転轍機転換指令で、転轍機 51 が確保されロック（施錠）されているかを判断する。進路が確保されていない場合（ステップ S26 : No）、進路確立部 74 は、転換が必要な転轍機 51（51 A1、51 A2、51 B2、51 B1）の属する駅 3（駅 3 A、駅 3 B）の駅 I / F 装置 20 へ転轍機転換指令を出力する（ステップ S27-1 / S27-2）。

[0089] 駅 I / F 装置 20（転轍機操作部 25）は、転轍機転換指令を列車 2 A に関連付けて駅記憶装置 22 に記憶する（ステップ S28 / S29）。そして、その転轍機転換指令に応答して、対象となる転轍機 51（51 A1、51

A 2、5 1 B 2、5 1 B 1)へ転轍機転換信号を出力する(ステップS 3 0 / S 3 1)。対象となる転轍機5 1 (5 1 A 1、5 1 A 2、5 1 B 2、5 1 B 1)は、転轍機転換信号に応答して、転轍機5 1を転換し(ステップS 3 2 / S 3 3)、転換確認信号を駅I / F装置2 0へ出力する(ステップS 3 4 / S 3 5)。駅I / F装置2 0(転轍機操作部2 5)は、転換確認信号に応答して、転轍機転換位置を列車2 Aの車上装置1 0へ出力する(ステップS 3 6 / S 3 7)。このとき、転轍機5 1は、転轍機転換指令が駅記憶装置2 2に記憶されていることで、駅I / F装置2 0(転轍機操作部2 5)にロック(施錠)されている。例えば、駅I / F装置2 0(転轍機操作部2 5)からの転轍機転換信号がハイレベルとなり、当該信号が継続的に出力される。施錠は列車2 Aが通過して、列車2 Aの車上装置1 0から転轍機解除指令を駅I / F装置2 0が受信して、駅I / F装置2 0が転轍機転換信号を消去するまでである。ただし、列車2 Aの後続の列車からの転轍機転換指令を受けるまで、転轍機転換信号を消去しても、転轍機5 1の転換位置をそのまま動かさずに維持しても良い。

[0090] 車上装置1 0の進路確立部7 4は、転轍機転換位置に応答して、列車2 Aの進路が確保されたか否かを判断する(ステップS 2 6)。進路確立部7 4は、進路が確保されている場合(ステップS 2 6 : Y e s)、プロセスはステップS 3 8へ進む。これにより、列車2 Aは、進路確保が完了する。

[0091] なお、進路が確保されているか否か(転轍機5 1 A 1、5 1 A 2、5 1 B 2、5 1 B 1の転轍機転換位置が列車2 Aによる次駅3 Bへの移動に問題ないか否か)に関わらず、一度目は必ずステップS 2 6 : N oとして、ステップS 2 7からS 3 6を実行しても良い。すなわち、一度は必ず、進路上の転轍機5 1(の駅I / F装置2 0)へ転換及び保持(施錠)の指令(転轍機転換指令)を出力するとしても良い。それにより、より確実に進路を確保することができる。

[0092] 次に、列車2 Aの車上装置1 0(進行許可限界位置確認部8 1)は、進行許可限界位置を確認する。すなわち、列車2 Aの進行できる距離1 8 1(位

置 180)を確認する(ステップS38)。そして、その進行許可限界位置までの範囲において、自身(列車2A)の進行許可を発行する。進行の許可は、列車2Aと列車2Bとの間の範囲(例示:進行許可限界位置までの距離)で許可範囲が設定される。そのため、従来の閉塞区間などを設ける必要が無く、設備を簡略化することができる。

[0093] 続いて、列車2Aの車上装置10(速度プロファイル作成部94)は、進行許可限界位置に基づいて、速度プロファイル作成部94は、通行許可制限位置と対象となる列車2との距離とに基づいて、当駅3Aから次駅3Bへ移動するときの、速度の上限値を示す制限速度プロファイルを作成する(ステップS39)。その後、列車2Aの車上装置10(走行部91)は、制限速度プロファイルを参照しながら、記憶装置12の基本情報134(線形構造、車両特性など)に基づいて、列車2Aがダイヤ通りに次駅3Bまで移動するように、列車2Aの走行を開始する(ステップS40)。

[0094] 以上のようにして、中間駅部での列車の駅間移動における列車間防護が行われる。

[0095] ここで、分岐(転轍機51)の施錠の解除について説明する。

図9Bは、列車の車上装置が駅I/F装置の分岐解除を行う動作を示すフロー図である。列車2Aは、自身が確保した進路を移動して、転轍機51を通過して行く。列車2Aの車上装置10(列車移動制御部90)は、自身の位置を確認する(S221)。そして、列車2Aが転轍機51を通過したか否かを判断する(ステップS222)。通過した場合(ステップS222:Yes)、車上装置10(列車移動制御部90)は、転轍機解除指令を発行し(ステップS223)、駅I/F装置20へ出力する(ステップS224-1/S224-2)。転轍機解除指令を受信した駅I/F装置20(転轍機操作部25)は、転轍機51へ転轍機解除信号を出力する、又は、転轍機転換指令信号をロウレベルにする(ステップS225/S226)。その結果、転轍機51のロック(施錠)が解除される(ステップS227/S228)。転轍機51はロック(施錠)の解除信号を駅I/F装置20へ出力す

る（ステップS 2 2 9 / S 2 3 0）。駅 I / F 装置 2 0（転轍機操作部 2 5）は、記憶していた転轍機転換指令を消去し（ステップS 2 3 1 / S 2 3 2）、消去確認情報を列車 2 A の車上装置 1 0 へ出力する（ステップS 2 3 3 / S 2 3 4）。

[0096] 本実施の形態では、列車 2 の車上装置 1 0 が、他の列車 2 から列車関連情報を受信し、駅 3 の駅 I / F 装置 2 0 から駅関連情報を受信し、必要に応じて追加的に駅 I / F 装置 2 0 と通信を行うことにより、通常モードでの列車防護を行うことができる。すなわち、車上装置 1 0 では、主に、進路確保判定部 7 0 が進路を確保（進路防護）し、進行決定部 8 0 が通行を許可（衝突防護）することができる。その結果、車上装置 1 0 に、列車間防護の機能を持たせることで、図 1 のような A T P 地上装置 2 3 2 や駅制御装置 2 3 4 や連動装置 2 3 6 を中央指令所に設ける必要が無くなる。それにより、A T P 地上装置 2 3 2 や駅制御装置 2 3 4 や連動装置 2 3 6 のような装置のスペースが削減できる。また、導入コストも削減可能となる。更に、機器の保守性が向上する。更に、車上装置主体で列車間防護するため、中央指令所の指令員は従来行われていた監視と制御の運用から監視主体の運用に変わるため、指令員の作業負荷、要求スキルの低減につながる。

[0097] また、本実施の形態における分岐制御は、上記列車間防護でいえば、主に、ステップS 2 3 ～ステップS 3 9 と見なすことができる。その場合、本実施の形態における分岐制御では、車上装置 1 0 と駅 I / F 装置 2 0 の連携により着発制御、進路確立から進行許可迄の一連のシーケンスを実現することができる。これにより列車 2 が駅 3 から移動し始める迄の時間を短縮することができる。このように、車上装置 1 0 と駅 I / F 装置 2 0 で、分岐制御の機能を実現可能とすることができる。それにより、中央指令所の機器室スペース削減と、コスト削減に繋がる。更に、車上装置 1 0 と駅 I / F 装置 2 0 でシーケンス範囲が狭まるので、転轍機転換までのプロセス時間短縮に繋がる。すなわち、列車 2 が駅 3 から出発するまでの時間を短縮出来るので、輸送力強化に繋がる。

[0098] (第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態に係る信号システムについて説明する。本実施の形態では、第1の実施の形態で説明された構成を有する信号システムにおいて、車両基地での列車2の制御について説明する。具体的には、従来指令員が手動で行っていた、待機場の車両(列車)を検車場に移動する処理を自動化するものである。すなわち、車両(列車)が自律で移動タイミングを判断し、目的地までに動くようにする。以下では、第1の実施の形態との相違点について主に説明する。ただし、本実施の形態では、「列車」は、一両の車両であっても良いし、互いに接続された複数の車両であっても良いものとし、列車と車両とは同じ意味で用いられるものとする。

[0099] 1. 構成

図10は、本実施の形態に係る信号システムの構成例を示すブロック図である。この図は、車両基地300を主に示しており、駅3及び本線の線路50については省略している。車両基地300は、線路350と、基地I/F装置320とを備えている。線路350は、本線の線路50に接続され、複数の転轍機351を備えている。待機や検車のために列車2が線路50から車両基地300に進入するときに利用される。基地I/F装置320は、車両基地指令所303内に設けられている。車上装置10の制御に基づいて、複数の転轍機351の転換を制御する。

[0100] 運行管理装置30及び列車2については、第1の実施の形態のとおりである。汎用LAN60については、第1の実施の形態のとおりであり、複数の基地局61は、中央指令所4や各駅3や線路50だけでなく、車両基地の線路350に沿った複数の箇所に配置されている。基地局61は、運行管理装置30、複数の車上装置10、複数の駅I/F装置20、及び基地I/F装置320の間で、互いに情報の送受信が可能なように、無線通信を媒介する。

[0101] 基地I/F装置320は、基地制御装置321と基地記憶装置322と基地通信装置323とを備えている。基地制御装置321は、コンピュータに

例示される情報処理装置であり、図示されていないCPUと記憶部と入力部と出力部とインターフェースとを備えている。基地I/F装置320は、基地I/F装置320用の情報処理を実行する。基地記憶装置322は、ハードディスクドライブやRAMやROMに例示される記憶装置であり、基地制御装置321で使用されるデータやソフトウェア、基地制御装置321から出力されるデータやソフトウェアを格納する。基地通信装置323は、汎用LAN60を介してデータ通信を行う無線LAN送受信装置である。基地制御装置321から出力されるデータやソフトウェアを運行管理装置30や車上装置10や駅I/F装置20へ送信し、運行管理装置30や車上装置10や駅I/F装置20から送信されるデータやソフトウェアを受信して、基地制御装置321へ出力する。

[0102] 基地制御装置321は、更に、車両基地300の（車両基地指令所303の近傍に配置された）線路350の複数の転轍機351（複数の分岐）に接続されている。転轍機351は、線路353の分岐である。基地制御装置321は、複数の転轍機351の各々の状態を検出すると共に、複数の転轍機351の各々の転換を制御する。線路351には地上子352（トランスポンダ）を設置していても良い。

[0103] 次に、車上装置10の制御装置11について更に説明する。

図11は、本実施の形態に係る信号システムの制御装置11の構成例を示すブロック図である。制御装置11は、進路確保判定部70～ドア制御部120の他に、更に、車両基地内運転部310を備えている。

[0104] 車両基地内運転部310は、車両基地300での自身（列車2）の運転を制御する。車両基地内運転部310は、列車状態設定部311と、待機場内移動指示部312と、待機場内先導部313と、基地進路確保判定部314と、基地進路許可部315と、基地列車移動制御部316とを備えている。列車状態設定部311は、自身（列車2）について検車待ちか否かを設定する。待機場内移動指示部312は、自身（列車2）について待機場内又は待機場から検車場までの移動を行う。待機場内先導部313は、他の列車から

の移動要求に基づいて、自身（列車 2）について付近の車両を先導して移動する。基地進路確保判定部 314 は、列車 2 の進路の防護を司る制御を行う。具体的には、基地進路確保判定部 314 は、基地 I / F 装置 320 を介して、転轍機 351 の転換位置を示す転轍機転換位置を確認し、必要に応じて転轍機 351 を転換する転換制御を行う。基地進路許可部 315 は、列車 2 A と列車 2 A 付近の列車 2 B との間の衝突防護を司る制御を行う。具体的には、進行許可部 315 は、付近の列車 2 との間で通信を行い、自身（列車 2）が通行を許可される範囲を把握して、当該範囲での自身（列車 2）の通行を許可する。基地列車移動制御部 316 は、列車 2 を移動（走行）させるための制御を行う。

[0105] 次に、基地 I / F 装置 320 の基地制御装置 321 について更に説明する。

図 12 は、本実施の形態に係る信号システムの基地制御装置 321 の構成例を示すブロック図である。基地制御装置 321 において、CPU は、例えば記憶媒体からインターフェースを介してハードディスクドライブにインストールされたコンピュータプログラムを RAM に展開する。そして、展開されたコンピュータプログラムを実行して、必要に応じて記憶部や入力部や出力部やインターフェースや基地記憶装置 322 や基地通信装置 323 のようなハードウェアを制御しながら、当該コンピュータプログラムの情報処理を実現する。記憶部や基地記憶装置 322 は、コンピュータプログラムを記録し、CPU が利用する情報や生成する情報を記録する。入力部は、ユーザや他の装置に操作されることにより生成される情報を CPU や記憶部に出力する。出力部は、CPU により生成された情報や記憶部の情報をユーザや他の装置に認識可能に出力する。基地制御装置 321 は、線路 350 の転轍機 351 の転換の制御を行う。基地制御装置 321 は、進路確認部 440 と、基地転轍機操作部 450 とを備えている。進路確認部 440 は、列車 2 の車上装置 10 からの要求に基づいて、進路確保可能か確認する。基地転轍機操作部 450 は、転轍機 351 の状態を検出し、転轍機 351 を操作し、施錠し

、転轍機 3 5 1 への指令を記憶し、転轍機 3 5 1 の情報を出力する。

[0106] 次に、基地記憶装置 3 2 2 に記憶されている主な情報について説明する。

図 1 3 は、本実施の形態に係る信号システムの基地記憶装置 3 2 2 の構成を示すブロック図である。基地記憶装置 3 2 2 は、少なくとも基地関連情報 4 6 0 を含んでいる。

[0107] 基地関連情報 4 6 0 は、車両基地 3 0 0 の線路 3 5 0 に関連する情報を含んでいる。基地関連情報 4 6 0 は、転轍機転換位置情報と、区間関連情報とを含んでいる。転轍機転換位置情報は、線路 3 5 0 内における複数の転轍機 3 5 1 の各々の転換位置を示しており、各転轍機 3 5 1 の転轍機指令情報を含んでいる。転轍機指令情報は、複数の転轍機 3 5 1 の各々に対する列車 2 からの転轍機転換指令を示している。転轍機転換指令は転轍機 3 5 1 の転換を指示する指令であり、発信元の列車 2 の情報と関連付けられて記憶される。転轍機転換指令が保持されている間は、当該転轍機 3 5 1 は転換を維持（ロック）する。発信元の列車 2 からの転轍機解除指令で転轍機転換指令が消去されると、転轍機 3 5 1 のロックが解除される。区間関連情報は、線路 3 5 0 内に支障があるか否かや、線路 3 5 0 が占有されているかを示している。

[0108] 2. 動作

次に、本実施の形態に係る信号システムの動作について説明する。ここでは、信号システムの動作として、車両基地 3 0 0 での列車 2 の制御について説明する。

[0109] 具体的な動作の説明の前に、信号システムを適用する車両基地 3 0 0 の線路 3 5 0 の構成例について説明する。

図 1 4 は、本実施の形態に係る信号システムを適用する車両基地 3 0 0 の線路 3 5 0 の構成例を示す模式図である。車両基地 3 0 0 は、本線の線路 5 0 に接続された線路 3 5 0 を備えている。例えば、線路 5 3 に接続された線路 3 5 3 を備えている。この線路 3 5 3 は、待機場 3 0 5 の複数の線路 3 5 3 a と、検車場 3 0 7 の複数の線路 3 5 3 b とに分岐している。分岐する箇

所には転轍機 351 が設けられている。転轍機 351 は、基地 1/F 装置 320 により転轍機転換位置が把握され、転轍機転換位置を制御される。以下では、このような車両基地 300 での信号システムの動作について説明する。

[0110] まず、信号システムの動作として、列車 2 が検車待ちか否かを設定する動作について説明する。

各列車 2 の車上装置 10 は検車日時又は検車後の入線日時を記憶装置 12 に記憶している。そして、待機場 305 に待機される都度、本線の線路 50 を走行した時間である走行時間を更新（累積）し、記憶装置 12 に記憶している。累積走行時間が検車を要する規定の走行時間を超過している場合、自身（列車 2）を検車対象と認識し、検車指令を出す。以下には、列車 2 が待機場に在線しているときから「検車待ち」の状態を認識するまでのフローを示す。

[0111] 図 15 は、列車が検車待ちか否かを設定する動作を示すフロー図である。

列車 2 の車上装置 10（列車状態設定部 311）は、自分の位置と車両基地 300 の待機場 305 の位置とに基づいて、現在、待機場 305 に在線しているか否かを判定する（ステップ S161）。待機場 305 にいない場合（ステップ S161：No）プロセスは終了する。待機場 305 にいる場合（ステップ S161：Yes）、列車状態設定部 311 は、記憶装置 12 から前回の検車日時からの累積走行時間を取得する（ステップ S162）。列車状態設定部 311 は、その累積走行時間が、予め設定された規定時間を超過しているか否かを判定する（ステップ S163）。その累積走行時間が規定時間を超過している場合（ステップ S163：Yes）、列車状態設定部 311 は、「列車状態」を「検車待ち」に設定し、記憶装置 12 に記憶する（ステップ S164）。その累積走行時間が規定時間を超過していない場合（ステップ S163：No）、列車状態設定部 311 は、「列車状態」を「出発待ち」に設定し、記憶装置 12 に記憶する（ステップ S165）。ただし、運行管理装置 30 からの検車要求の割り込みで、「列車状態」が「検車

待ち」に設定される場合もある（ステップS 1 6 4）。

[0112] 以上のようにして、本実施の形態に係る列車 2 は、自身が検車待ちか否かを設定する。

[0113] このようにして、本実施の形態に係る列車 2 の車上装置 1 0 は、自律的に（自動的に）、自身の列車状態が「検車待ち」か否かを把握することができる。それにより、後述されるようにして、検車場への移動を自律的に開始することができる。

[0114] 次に、信号システムの動作として、移動の障害となる車両の除去の動作について説明する。

図 1 6 A 及び図 1 6 B は、検車待ち車両（列車 2）の移動の障害となる車両が存在する状況を示す模式図である。まず、図 1 6 A を参照して、待機場線である線路 3 5 3 a に「検車待ち」の車両（列車 2 A）が存在する場合を考える。この図の例では、車両（列車 2 A）の前に、複数の車両（列車 2 B）が存在している。具体的には、「検車待ち」の車両（列車 2 A）前に、3 台の車両（列車 2 B）が存在している。ここで、本実施の形態では、待機場 3 0 5 内での車両の移動は、一両（一編成）ずつではなく、複数の車両（複数の列車 2）を単一の列車としてまとめて移動させることとする。具体的には、図 1 6 B を参照して、車両（列車 2 A）は、3 台の車両（列車 2 B）に対して、同時に移動指示 P 5 1 を出力する。その場合、3 台の車両（列車 2 B）は互いの位置を確認し、先頭の車両が群制御する。折り返し地点に達した場合、先頭が逆転する。まとめられる車両（列車）は、連結せず、に動作を同期させて移動する。その車両間動作の同期方法としては、例えば、先頭車両は、後続車両に対して目標速度 -1 km の速度を、後続車両の目標速度として周期的に通知する方法を用いる。

[0115] 次に、検車待ち車両の移動の障害となる車両の除去の動作について具体的に説明する。

図 1 7 は、検車待ち車両の移動の障害となる車両の除去の動作を示すフロー図である。列車 2 A の車上装置 1 0（待機場内移動指示部 3 1 2）は、記

憶装置 12 を参照して、自身（列車 2 A）の列車状態が「検車待ち」であるか否かを判断する（ステップ S 171）。このステップ S 171 は、上記ステップ S 161 ～ S 165 を実行することで確認することができる。続いて、「検車待ち」でない場合（ステップ S 171 : No）プロセスは終了する。一方、「検車待ち」である場合（ステップ S 171 : Yes）、待機場内移動指示部 312 は、自身（列車 2 A）のいる待機線である線路 353 a 上に、検車場 307 の方向への移動を妨げる他の車両（列車 2 B）が有るか否かを判断する（ステップ S 172）。例えば、待機場内移動指示部 312 が、第 1 の実施の形態のステップ S 3 ～ S 4 により他の車両（列車 2）の列車関連情報（列車位置情報）を取得することで判断できる。このとき、移動を妨げる他の車両（列車 2 B）としては、列車状態が「検車待ち」でない車両であることが前提である。すなわち、移動を妨げる他の車両が「検車待ち」車両の場合、当該車両の移動が優先される。本実施の形態では、列車状態は、列車関連情報に含まれているものとする。そして、移動を妨げる他の車両（列車 2 B）が有る場合（ステップ S 172 : Yes）、待機場内移動指示部 312 は、当該他の車両（列車 2 B）へ別の待機線へ移動するように移動指示 P 51 を出力する（ステップ S 173）。図 16 A の場合では、自身（列車 2 A）のいる待機線（線路 353 a）上に、他の車両（列車 2 B）が在線し、且つ検車場 307 への移動を妨げている。その場合には、3 台の車両（列車 2 B）へ移動指示 P 51 を出力する。

- [0116] それに対して、他の車両（列車 2 B）の車上装置 10（待機場内先導部 313）は、自車両が先頭か否かを判断する（ステップ S 174）。例えば、待機場内先導部 313 が、第 1 の実施の形態のステップ S 3 ～ S 4 により他の車両（列車 2）の列車関連情報（列車位置情報）を取得することで判断できる。そして、自車両が先頭である場合（ステップ S 174 : Yes）、待機場内先導部 313 は、待機場 305 内の待機線（線路 353 a）のうち、車両が在線していない移動可能な待機線を移動先として探索する（ステップ S 175）。車両の有無は、例えば、第 1 の実施の形態のステップ S 3 ～ S

4により周辺の車両（列車2）の列車関連情報（列車位置情報）を取得することで判断できる。そして、移動先が有る場合（ステップS176：Yes）、待機場内先導部313は、後続の車両にその移動先を通知する（ステップS177）。移動先までの進路の確保（ステップS177、S178）については、例えば、基地進路確保判定部314と進行許可部315が、基地I/F装置320共に、第1の実施の形態のステップS24～S38を実行し、進路上の転轍機351を適宜転換すること等で確保できる。ただし、基地進路確保判定部314、進行許可部315、基地I/F装置320、転轍機351は、それぞれ進路確保部70、進行許可部80、駅I/F装置20、転轍機51に対応するとする。その後、待機場内先導部313は、後続車両を引き連れて、移動先へ移動を開始する（ステップS179）。そのとき、後続車両（ステップS174：No）は、先頭車両に合わせて移動する（ステップS180）。移動が完了した場合、待機場内先導部313は、移動完了通知を出力する（ステップS182）。一方、移動先がない場合（ステップS176：No）、待機場内先導部313は、「検車待ち」車両（列車2A）へ移動不可である旨を通知する（ステップS183）。その場合、ここでプロセスは終了する。

[0117] 以上のようにして、「検車待ち」車両（列車2A）の移動の障害となる他の車両を待機線（線路353a）から除去する。なお、移動の障害となる他の車両が1台である場合、ステップS174～S181は、先導に関するプロセスを省略して、その1台の車両のみで行われる。

[0118] このようにして、本実施の形態に係る列車2Aの車上装置10は、自律的に（自動的に）、自身の検車場への進行を妨げている他の列車2Bを退避させることができる。言い換えると、列車2同士の列車間通信を用いることで、指令員の手助けを必要とすることなく、「検車待ち」車両（列車2A）の進路を確保することができる。それにより、「検車待ち」車両（列車2A）は、待機線（線路353a）上で検車場307に移動出来る位置（待機線353aの突端）まで移動することができる。

[0119] 次に、信号システムの動作として、検車待ち車両が検車場へ移動する動作について説明する。

図 18 は、検車待ち車両が検車場へ移動する動作を示すフロー図である。

「検車待ち」車両（列車 2 A）の車上装置 10（基地列車移動制御部 316）は、待機場 305 の待機線（線路 353 a）上で検車場 307 に移動出来る位置（待機線 353 a の突端）まで移動する。その後、車両（列車 2 A）の車上装置 10（基地進路確保判定部 314）は、検車場 307 の車両が在線していない検車線（線路 353 b）を移動先としてルート（折返し地点含む）を探索する（ステップ S191）。そして、基地進路確保判定部 314 は、当該ルート上に在線する車両がないことを確認する（ステップ S192）。車両の有無は、例えば、第 1 の実施の形態のステップ S3～S4 により周辺の車両（列車 2）の列車関連情報（列車位置情報）を取得することで判断できる。

その後、基地進路確保判定部 314 は、進路確保プロセス（ステップ S193）を実行する。具体的には、まず、基地進路確保判定部 314 は、基地 I/F 装置 320 に対し、当該ルート上の転轍機 351 を施錠するように進路制御命令（転轍機転換指令）を送信する（ステップ S194）。基地 I/F 装置 320（進路確認部 440）は、進路制御命令（転轍機転換指令）に応答して、既に別車両から当該ルート上の線路を一部でも占有されているかを判断する（ステップ S195）。占有されているかの判断は、例えば基地記憶装置 322 の基地関連情報 460 の転轍機転換位置情報を参照して、当該ルート上の転轍機 351 の転轍機転換位置の確認又は転轍機 351 の転轍機指令情報の確認により判断できる。あるいは、基地関連情報 460 の区間状態情報を参照して、線路 353 の占有状態を確認することにより判断できる。進路確認部 440 は、既に別車両から当該ルート上の線路を一部でも占有されている場合（ステップ S195：No）、当該進路制御命令を拒否する（ステップ S201）。当該ルート上の線路を占有されていない場合（ステップ S195：Yes）、轍機操作部 450 は、ルートに沿って転轍

- 機 3 5 1 を施錠する。具体的には、轍機操作部 4 5 0 がルート上の転轍機 3 5 1 へ転轍機転換信号を出力し (ステップ S 1 9 6)、転轍機 3 5 1 が転轍機 3 5 1 を転換し (ステップ S 1 9 7)、転轍機 3 5 1 が基地 1 / F 装置 3 2 0 へ転換確認信号を出力する (ステップ S 1 9 8)。轍機操作部 4 5 0 は、当該ルートが当該「検車待ち」車両に占有されていること (転轍機転換指令) を基地記憶装置 3 2 2 に記憶する (ステップ S 1 9 9)。そして、進路確認部 4 4 0 は、当該車両 (列車 2 A) へ、進路状態を返信し、進路が確立されていることを通知する (ステップ S 2 0 0)。進路制御命令 (転轍機転換指令) が基地記憶装置 3 2 2 に記憶して、進路制御命令 (転轍機転換指令) が継続することにより、当該転轍機 3 5 1 は転換を維持 (ロック) する。発信元の列車 2 が当該転轍機 3 5 1 を通過し、その車上装置 1 0 が転轍機解除指令を出力すると、轍機操作部 4 5 0 が進路制御命令 (転轍機転換指令) を消去して、転轍機 3 5 1 のロックが解除される。
- [0120] 当該車両 (列車 2 A) の車上装置 1 0 (基地進路確保判定部 3 1 4) は、進路が確立されているか否かを確認する (ステップ S 2 0 2)。進路が確立されている場合 (ステップ S 2 0 2 : Yes)、進行許可部 3 1 5 が進行を許可し、基地列車移動制御部 3 1 6 が当該車両 (列車 2 A) を目的地に向かって移動させる (ステップ S 2 0 3)。
- [0121] 以上のようにして、「検車待ち」車両 (列車 2 A) が検車場へ移動する。
- [0122] このようにして、本実施の形態に係る列車 2 A の車上装置 1 0 は、自律的に (自動的に)、自身を検車場へ移動することができる。言い換えると、列車 2 同士の列車間通信や列車 2 と基地 1 / F 装置との通信を用いることで、指令員の手助けを必要とすることなく、「検車待ち」車両 (列車 2 A) を検車場の検車線 (線路 3 5 3 b) まで移動することができる。
- [0123] 本実施の形態により、車両の入換作業を自動化することができ、入換に要する時間を最大限短縮することが可能となる。それにより、本線と車両基地との間での車両の入換に与える影響を軽減でき、輸送力低下を回避することができる。また、待機線の車両を検車場に移動する場合において、待機線の

奥に対象車両が存線していると、前方を詰めている車両を別の待機線に移動させてから取り出さねばならない。しかし、本実施の形態により、車両を自動で移動できるようになり、指令員の作業負担を軽減できる。そして、車両基地を効率的に機能させることが可能となる。

[0124] 本発明のプログラム、データ構造は、コンピュータ読取可能な記憶媒体に記録され、その記憶媒体から情報処理装置に読み込まれても良い。

[0125] 本発明は上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変形又は変更され得ることは明らかである。

[0126] 本発明はいくつかの実施の形態と併せて上述されたが、これらの実施の形態は本発明を説明するために単に提供されたものであることは当業者にとって明らかであり、意義を限定するように添付のクレームを解釈するために頼ってはならない。

[0127] 上記の実施の形態や実施例の一部または全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限定されない。

[0128] 本発明の車上装置は、軌道上を移動する移動体に搭載されている。車上装置は、移動体の移動を制御する制御装置を具備している。制御装置は、場内移動指示部と、進路確保部と、通行許可部とを備えている。場内移動指示部は、移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の検車場への経路に移動の妨げとなる障害移動体があるか否かを判断する。進路確保部は、経路に障害移動体が無い場合、経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に経路の進路確保を要求する。通行許可部は、基地インターフェース装置からの進路確保を示す進路状態情報に基づいて、進路確保された経路について、移動体の通行を許可する。

このような構成を有する本発明の車上装置は、車両基地内において、自身が検査待ち車両の場合、自律的に検車場まで移動することができる。それにより、車両の移動作業を自動化することができ、その移動作業の時間を最大限短縮することが可能となる。また、車両の移動作業に関する指令員の作業

負担を軽減することができる。そして、車両基地を効率的に機能させることが可能となる。

[0129] 上記の車上装置において、場内移動指示部は、経路に障害移動体がある場合、障害移動体に移動指示を出力してもよい。

このような構成を有する本発明の車上装置は、車両基地内において、移動の妨げとなる障害移動体が存在したとしても、自律的にそれを排除して、自律的に検車場まで移動することができる。

[0130] 上記の車上装置において、制御装置は、他の移動体から障害移動体であるとして移動指示を受けたとき、他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させる場内先導部を更に備えてもよい。

このような構成を有する本発明の車上装置は、車両基地内において、自身が移動の妨げとなる障害移動体であったとしても、自律的に移動先を見出して、自律的にその移動先まで移動することができる。

[0131] 上記の車上装置において、場内先導部は、他移動体関連情報に基づいて、障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断し、先頭である場合、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させ、先頭でない場合、隣接する障害移動体の移動に従って移動してもよい。

このような構成を有する本発明の車上装置は、車両基地内において、障害移動体が複数あったとしても、先頭となる車両が自律的に移動先を見出して、複数の障害移動体がまとまって自律的にその移動先まで移動することができる。

[0132] 上記の車上装置において、制御装置は、移動体が車両基地に在線しているとき、移動体内に記憶された移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断する列車状態設定部を更に備えていてもよい。列車状態設定部は、移動体が所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定してもよい。

このような構成を有する本発明の車上装置は、車両基地内において、自身が検車待ちか否かを自律的に判断することができる。それにより、自律的に必要に応じて検車を受けることができる。

- [0133] 本発明の信号システムは、複数の車上装置と、基地インターフェース装置とを具備している。複数の車上装置は、軌道上を移動する複数の移動体に搭載され、上記段落のいずれか一項に記載されている。基地インターフェース装置は、複数の車上装置と双方向通信可能であり、複数の車上装置の車両基地に配置され、車両基地の複数の分岐を制御する。

このような構成を有する本発明の信号システムでは、車両基地内での車両の入換作業を自動化することができ、入換に要する時間を最大限短縮することが可能となる。それにより、列車の運行における車両の入換作業の影響を軽減でき、輸送力低下を回避することができる。また、車両の移動作業に関する指令員の作業負担を軽減することができる。そして、車両基地を効率的に機能させることが可能となる。

- [0134] 本発明の移動体の制御方法は、軌道上を移動する移動体の制御方法である。この移動体の制御方法は、移動体の車上装置は、移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の検車場への経路に移動の妨げとなる障害移動体が有るか否かを判断するステップと、車上装置が、経路に障害移動体が無い場合、経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に経路の進路確保を要求するステップと、車上装置が、基地インターフェース装置からの進路確保を示す進路状態情報に基づいて、進路確保された経路について、移動体の通行を許可するステップとを備えている。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法は、車両基地内において、自身が検査待ち車両の場合、自律的に検車場まで移動することができる。それにより、車両の移動作業を自動化することができ、その移動作業の時間を最大限短縮することが可能となる。また、車両の移動作業に関する指令員の作業負担を軽減することができる。そして、車両基地を効率的に機能さ

せることが可能となる。

- [0135] 上記の移動体の制御方法において、障害移動体があるか否かを判断するステップは、車上装置が、経路に障害移動体がある場合、障害移動体に移動指示を出力するステップを含んでいてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法は、車両基地内において、移動の妨げとなる障害移動体が存在したとしても、自律的にそれを排除して、自律的に検車場まで移動することができる。

- [0136] 上記の移動体の制御方法において、車上装置が、他の移動体から障害移動体であるとして移動指示を受けたとき、他移動体関連情報に基づいて、車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を探索された移動先へ移動させるステップを更に備えていてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法は、車両基地内において、自身が移動の妨げとなる障害移動体であったとしても、自律的に移動先を見出して、自律的にその移動先まで移動することができる。

- [0137] 上記の移動体の制御方法において、自身を探索された移動先へ移動させるステップは、車上装置が、他移動体関連情報に基づいて、障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断するステップと、車上装置が、先頭である場合、車両基地内の移動可能な移動先を探索するステップと、車上装置が、自身を探索された移動先へ移動させるステップと、車上装置が、先頭でない場合、隣接する障害移動体の移動に従って移動するステップとを含んでいてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法は、車両基地内において、障害移動体が複数あったとしても、先頭となる車両が自律的に移動先を見出して、複数の障害移動体がまとまって自律的にその移動先まで移動することができる。

- [0138] 上記の移動体の制御方法において、車上装置が、移動体が車両基地に在線しているとき、移動体内に記憶された移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断するステップを更に備えて

いてもよい。所定の検車条件を満たしているかを判断するステップは、車上装置が、移動体が所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定するステップを含んでいてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法は、車両基地内において、自身が検車待ちか否かを自律的に判断することができる。それにより、自律的に必要に応じて検車を受けることができる。

[0139] 本発明の記憶媒体は、上記各段落のいずれかに記載の移動体の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムを格納している。

請求の範囲

[請求項1]

軌道上を移動する移動体に搭載される車上装置であって、
前記移動体の移動を制御する制御装置を具備し、
前記制御装置は、

前記移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、前記車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、前記車両基地内の検車場への経路に移動の妨げとなる障害移動体があるか否かを判断する場内移動指示部と、

前記経路に前記障害移動体がない場合、前記経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に前記経路の進路確保を要求する進路確保部と、

前記基地インターフェース装置からの前記進路確保を示す進路状態情報に基づいて、前記進路確保された経路について、前記移動体の通行を許可する通行許可部と

を備える

車上装置。

[請求項2]

請求項1に記載の車上装置において、
前記場内移動指示部は、

前記経路に前記障害移動体がある場合、前記障害移動体に移動指示を出力する

車上装置。

[請求項3]

請求項2に記載の車上装置において、
前記制御装置は、

他の移動体から前記障害移動体であるとして前記移動指示を受けたとき、前記他移動体関連情報に基づいて、前記車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を前記探索された移動先へ移動させる場内先導部を更に備える

車上装置。

[請求項4] 請求項3に記載の車上装置において、
前記場内先導部は、

前記他移動体関連情報に基づいて、前記障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断し、前記先頭である場合、前記車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を前記探索された移動先へ移動させ、前記先頭でない場合、隣接する前記障害移動体の移動に従って移動する

車上装置。

[請求項5] 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の車上装置において、
前記制御装置は、

前記移動体が前記車両基地に在線しているとき、前記移動体内に記憶された前記移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断する列車状態設定部を更に備え、

前記列車状態設定部は、前記移動体が前記所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定する

車上装置。

[請求項6] 軌道上を移動する複数の移動体に搭載される、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の複数の車上装置と、

前記複数の車上装置と双方向通信可能であり、前記複数の車上装置の車両基地に配置され、前記車両基地の複数の分岐を制御する基地インターフェース装置と

を具備する

信号システム。

[請求項7] 軌道上を移動する移動体の制御方法であって、

前記移動体の車上装置が、前記移動体が車両基地に在線して検車待ちの場合、前記車両基地に在線する他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報に基づいて、前記車両基地内の検車場への経路に移動

の妨げとなる障害移動体が有るか否かを判断するステップと、

前記車上装置が、前記経路に前記障害移動体が無い場合、前記経路上の分岐を制御する基地インターフェース装置に前記経路の進路確保を要求するステップと、

前記車上装置が、前記基地インターフェース装置からの前記進路確保を示す進路状態情報に基づいて、前記進路確保された経路について、前記移動体の通行を許可するステップと

を備える

移動体の制御方法。

[請求項8]

請求項7に記載の移動体の制御方法において、

前記障害移動体が有るか否かを判断するステップは、

前記車上装置が、前記経路に前記障害移動体が有る場合、前記障害移動体に移動指示を出力するステップを含む

移動体の制御方法。

[請求項9]

請求項8に記載の移動体の制御方法において、

前記車上装置が、他の移動体から前記障害移動体であるとして前記移動指示を受けたとき、前記他移動体関連情報に基づいて、前記車両基地内の移動可能な移動先を探索し、自身を前記探索された移動先へ移動させるステップを更に備える

移動体の制御方法。

[請求項10]

請求項9に記載の移動体の制御方法において、

自身を前記探索された移動先へ移動させるステップは、

前記車上装置が、前記他移動体関連情報に基づいて、前記障害移動体が複数あると認識したとき、自身が先頭であるか否かを判断するステップと、

前記車上装置が、前記先頭である場合、前記車両基地内の移動可能な移動先を探索するステップと、

前記車上装置が、自身を前記探索された移動先へ移動させるステ

ップと、

前記先頭でない場合、隣接する前記障害移動体の移動に従って移動するステップと

を含む

移動体の制御方法。

[請求項11] 請求項7乃至10のいずれか一項に記載の移動体の制御方法において、

前記車上装置が、前記移動体が前記車両基地に在線しているとき、前記移動体内に記憶された前記移動体の運行状態を参照して、当該運行状態が所定の検車条件を満たしているかを判断するステップを更に備え、

前記車上装置が、前記所定の検車条件を満たしているかを判断するステップは、前記移動体が前記所定の検車条件を満たしている場合、列車状態を、検車を行うべきことを示す検車待ちと設定するステップを含む

移動体の制御方法。

[請求項12] 請求項7乃至11のいずれか一項に記載の移動体の制御方法をコンピュータに実行させるプログラムを格納した記憶媒体。