

明 細 書

発明の名称：車上装置、信号システム及び移動体の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、車上装置、信号システム及び移動体の制御方法に関し、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体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1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、駅における列車扉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系統を持っている。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] 関連する技術として特開 2012-96704 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。

[0014] 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

[0015] 特許文献1：特開2012-96704号公報

特許文献2：特開2012-131324号公報

発明の概要

[0016] 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信号システム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信号システム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信号システムを提供することにある。

[0017] 本発明は、軌道上を移動する移動体に搭載される車上装置である。その車上装置は、移動体の移動を制御する制御装置を具備している。その制御装置は、運行情報取得部と、ルート決定部と、進路確保判定部と、進行決定部とを備えている。運行情報取得部は、軌道上の支障を示す支障情報を取得する。ルート決定部は、支障情報に基づいて、支障時の経路を決定する。進路確保判定部は、経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した分岐に関する情報を示す駅関連情報と、経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情

報とに基づいて、経路の確保を判定する。進行決定部は、他移動体関連情報に基づいて、確保された経路について、移動体の進行を決定する。

[0018] 上記の車上装置において、進路確保判定部は、他列車状態確認部と、駅状態確認部と、進路確立部とを含んでいてもよい。他列車状態確認部は、他の移動体に他移動体関連情報を問い合わせる。駅状態確認部は、分岐の属する駅に駅関連情報を問い合わせる。進路確立部は、駅関連情報と他移動体関連情報とに基づいて、経路が確保されるように分岐の転換の指示を出力する。

[0019] 上記の車上装置において、他移動体関連情報は、他の移動体が分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含んでいてもよい。進路確保判定部は、駅関連情報と他移動体関連情報とに基づいて、進路が確保されているか否かを確認してもよい。自身が分岐の転換の指示を出力した時刻よりも要求時刻情報が早く、経路が確保されていない場合、所定の場所で待機してもよい。他の移動体の移動後に、経路が確保されるように分岐の転換の指示を出力してもよい。

[0020] 上記の車上装置において、進路確保判定部は、経路が確保されていない場合、待機に際して、予め設定された待機位置まで移動体を移動してもよい。

[0021] 上記の車上装置において、他移動体関連情報は、他の移動体の周辺における支障時に移動体が進行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含んでいてもよい。進行決定部は、進行許可限界位置情報に基づいて、進行を許可される範囲で移動体の進行を決定してもよい。

[0022] 本発明の信号システムは、複数の車上装置と、複数の駅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、上記各段落のいずれかに記載されている。複数の駅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、軌道の途中に設けられた複数の駅に配置され、複数の駅に属する複数の分岐を制御する。

[0023] 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。移動体の車上装置が、軌道上の支障を示す支障情報を取得するステップと、車上装置が、支障情報に基づいて、支障時の経路を決定するステップと、

車上装置が、経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した分岐に関する情報を示す駅関連情報と、経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報とに基づいて、経路を確保するステップと、車上装置が、他移動体関連情報に基づいて、確保された経路について、移動体の進行を決定するステップとを具備している。

[0024] 上記の移動体の制御方法において、経路を確保するステップは、車上装置が、他の移動体に他移動体関連情報を問い合わせるステップと、車上装置が、分岐の属する駅に駅関連情報を問い合わせるステップとを含んでいてもよい。

[0025] 上記の移動体の制御方法において、他移動体関連情報は、他の移動体に分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含んでいてもよい。経路を確保するステップは、駅関連情報と他移動体関連情報とに基づいて、進路が確保されているか否かを確認するステップと、自身が分岐の転換の指示を出力した時刻よりも要求時刻情報が早く、経路が確保されていない場合、所定の場所で待機するステップと、他の移動体の移動後に、経路が確保されるように分岐の転換の指示を出力するステップとを含んでいてもよい。

[0026] 上記の移動体の制御方法において、経路を確保するステップは、経路が確保されていない場合、待機に際して、予め設定された待機位置まで移動体を移動するステップを更に含んでいてもよい。

[0027] 上記の移動体の制御方法において、他移動体関連情報は、他の移動体の周辺における支障時に移動体が進行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含んでいてもよい。進行を決定するステップは、車上装置が、進行許可限界位置情報に基づいて、進行を許可される範囲で移動体の進行を決定するステップを備えていてもよい。

[0028] 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。

[0029] 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

[0030] 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1]図1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I/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I/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면을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 I / 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制御装置の進路確保部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を適用する路線の状態を示す模式図である。

[図12]図12は、支障区間発生時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。

[図13]図13は、支障の発生時の運行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14]図14は、第3の実施の形態に係る信号システムを適用する路線の状態を示す模式図である。

[図15]図15は、終端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。

発明を実施するための形態

[0031] 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。

[0032] （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。

[0033] 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。

[0034] 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、A T P 地上装置、駅制御装置を削減することが可能となる。

[0035] 駅 3 は、複数存在している。各駅 3 は、ホームドア 4 0 の開閉や線路 5 0 の転轍機 5 1 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）2 0 を備えている。駅 I / F 装置 2 0 は、車上装置 1 0 の制御に基づいて、ホームドア 4 0 の開閉を制御する。更に、駅 I / F 装置 2 0 は、車上装置 1 0 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 5 0 に複数存在する転轍機 5 1 の転換を制御する。更に、駅 I / F 装置 2 0 は、各列車 2 からの転轍機 5 1 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。

[0036] 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 3 0 は、指令所制御装置 3 1 と指令所記憶装置 3 2 と指令所通信装置 3 3 とを備えている。指令所制御装置 3 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 C P U （ C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t ） 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 3 1 は、運行管理装置 3 0 用の情報処理を実行する。指令所記憶装置 3 2 は、ハードディスクドライブや R A M （ R a n d o m A c c e s s M e m o r y ） や R O M （ R e a d O n l y M e m o r y ） に例示される記憶装置であり、指令所制御装置 3 1 で使用されるデータやソフトウェア、指令所制御装置 3 1 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 3 3 は、汎用 L A N 6 0 を介してデータ通信を行う無線 L A N 送受信装置である。指令所制御装置 3 1 から出力されるデータやソフトウェアを車上装置 1 0 や駅 I / F 装置 2 0 へ送信し、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、指令所制御装置 3 1 へ出力する。

[0037] 汎用 L A N 6 0 は、複数の基地局 6 1 を備えている。複数の基地局 6 1 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 1 / F 装置 20 の間で、互いに情報の送受信が可能のように、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。

[0038] 列車 2 の車上装置 10 は、制御装置 11 と記憶装置 12 と通信装置 13 とを備えている。制御装置 11 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 11 は、車上装置 10 用の情報処理を実行する。記憶装置 12 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 11 で使用されるデータやソフトウェア、制御装置 11 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 13 は、汎用 LAN 60 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 11 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 や他の列車 2 の車上装置 10 や駅 1 / F 装置 20 へ送信し、運行管理装置 30 や他の列車 2 の車上装置 10 や駅 1 / 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、制御装置 11 へ出力する。

[0039] 列車 2 は、更に回転数センサ 18 と受信器 19 とを備えている。回転数センサ 18 は、車輪の回転数及びその時間変化を検出し、制御装置 11 へ出力する。制御装置 11 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 50 内に所定の間隔で地上子 52（トランスポンダ）を設置し、地上子 52 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。

[0040] 駅 3 の駅 1 / F 装置 20 は、駅制御装置 21 と駅記憶装置 22 と駅通信装置 23 とを備えている。駅制御装置 21 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 1 / F 装置 20 は、駅 1 / 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 R A M や R O M に例示される記憶装置であり、駅制御装置 21 で使用され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 L A N 60 を介してデータ通信を行う無線 L A N 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。

[0041] 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。

[0042] 次に、車上装置 10 の制御装置 11 について更に説明する。

図 4 A 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、C P U 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 R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) 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、C P U 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 C P U や記憶部に出力する。出力部は、C P U 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。

[0043] 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、扉制御部 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、及び扉制御部 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。

[0044] 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。

[0045] 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）。

[0046] 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 9 1 と速度プロファイル作成部 9 4 とダイヤ確認部 9 5 とを備えている。走行部 9 1 は、自身（列車 2）を走行させる。ダイヤ確認部 9 5 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 9 4 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。

[0047] 扉制御部 1 2 0 は、駅 3 において、列車 2 のドアやホームドア 4 0 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。

[0048] 次に、駅 1 / F 装置 2 0 の駅制御装置 2 1 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 2 1 の構成例を示すブロック図である。駅制御装置 2 1 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 2 2 や駅通信装置 2 3 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 1 2 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。

[0049] 駅制御装置 2 1 は、ホームドア 4 0 の開閉や線路 5 0 の転轍機 5 1 の転換の制御を行う。駅制御装置 2 1 は、転轍機操作部 2 5 を備えている。転轍機操作部 2 5 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。

[0050] 転轍機操作部 2 5 は、列車 2 からの駅関連情報問い合わせに対して、転轍

機 5 1 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 5 1 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 5 1 がロックされている場合、転轍機 5 1 の転換を拒否する。転轍機 5 1 のロックがされていない場合、転轍機 5 1 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 2 2 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 5 1 は転換を維持（ロック）される。その場合、転轍機操作部 2 5 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 5 1 のロックが解除される。駅 I / F 装置 2 0 の駅制御装置 2 1 は、更に、例えばユーザの入力や他の駅 3 の駅 I / F 装置 2 0 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。

[0051] 次に、記憶装置 1 2、駅記憶装置 2 2、及び指令所記憶装置 3 2 に記憶されている主な情報について説明する。

[0052] 図 5 A は、本実施の形態に係る信号システムの車上装置 1 0 の記憶装置 1 2 の構成を示すブロック図である。記憶装置 1 2 は、少なくとも運行モード情報 1 3 0 とダイヤ情報 1 3 1 と駅関連情報 1 3 2 と列車関連情報 1 3 3 と基本情報 1 3 4 とを含んでいる。

[0053] 運行モード情報 1 3 0 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 1 3 0 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 1 0 5 と同じである）。運行モード情報 1 3 0 は、運行管理装置 3 0 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。

[0054] ダイヤ情報 1 3 1 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 1 3 1 は、運行管理装置 3 0 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。

[0055] 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。

[0056] 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 133 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 20 に対して進路要求（転轍機 51 の転換要求）を行った時刻を示している。

[0057] 基本情報 134 は、列車 2 や線路 50 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 134 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 134 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 50 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 50 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。

[0058] 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 20 の構成を示すブロック図である。駅記憶装置 22 は、少なくとも駅中駅関連情報 142 を含んでいる。

[0059] 駅中駅関連情報 142 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 142 は、駅 3 ごとに異なっている。駅中駅関連情報 142 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 51 の各々の転換位置を示しており、各転轍機 51 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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53U側で転轍機51A3、51A4とする。次駅3Bで設備する転轍機51を、駅3Bに近い側から順に、線路53D側で転轍機51B1、51B2とし、線路53U側で転轍機51B3、51B4とする。

[0069] 上述のように、通常の運行のとき、中間駅部170では上り線53U及び下り線53D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20は、各駅3間の進路を一定方向に保持し、転轍機51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30は、その運行モードを各駅I/F装置20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170において、列車2は単線（線路53D又は線路53U）内を移動し、渡り線53Mを用いて反対側の線路53に渡らないことが前提となる。言い換えると、上り線（線路53U）と下り線（線路53D）とは互いに独立している。したがって、中間駅部170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51の開通方向と駅間区間状態を確認する。

[0070] なお、終端駅部160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。

[0071] 次に、列車2の車上装置10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10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10、複数の駅I/F装置20、運行管理装置30）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2Aの車上装置10に着目している。

- [0072] 運行管理装置 30 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 10 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 20 経由で列車 2 A の車上装置 10 へ送信してもよい（ステップ S 1-01 / S 1-02）。列車 2 A の車上装置 10 は、それらの情報を記憶装置 12 に記憶する（ステップ S 2）。
- [0073] 列車 2 A の車上装置 10（他列車状態確認部 72）は、他の列車 2 B の車上装置 10 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 10 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 10 へ送信する（ステップ S 4）。列車 2 A の車上装置 10（他列車状態確認部 72）は、その情報を記憶装置 12 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 53 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。
- [0074] 列車 2 A の車上装置 10（駅状態確認部 73）は、駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 20 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 20 は、それに応答して、転轍機 51 A 1 ~ 51 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 51 A 1 ~ 51 A 4 は、駅 3 A の駅 I / F 装置 20 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 20 は、それに応答して、転轍機 51 B 1 ~ 51 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 51 B 1 ~ 51 B 4 は、駅 3 B の駅 I / F 装置 20 へ転轍機転換位置を返答する（ステップ S 10）。駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 20 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 10 へ送信する（ステップ S 11 / S 12）。列車 2 A の車上装置 10（駅状態確認部 73）は、その情報を記憶装置 12 に記憶する（ステップ S 13）。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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] 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）。

[0078] 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。

[0079] 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 P 1 は、中央指令所 4 を介することなく取得できる。

[0080] 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 S 25）。このステップは、例えば図 8 のステップ S 6-1 / S 6-2 ~ S 13 のように実行することができる。それにより、駅関連情報 P 2、P 3（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 A 1、51 A 2、51 B 2、51 B 1 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 P 2、P 3 は、中央指令所 4 を介することなく取得できる。

[0081] 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 P 2、P 3 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 S 26）。すなわち、転轍機 51 A 1、51 A 2、51 B 2、51 B 1 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 S 26 : No）、進路確立部 74 は、転換が必要な転轍機 51（51 A 1、51 A 2、51 B 2、51 B 1）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 S 27-1 / S 27-2）。

[0082] 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 S 28 / S 29）。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 A 1、51 A 2、51 B 2、51 B 1）へ転轍機転換信号を出力する（ステップ S 30 / S 31）。対象となる転轍機 51（51 A 1、51 A 2、51 B 2、51

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。

[0083] 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。

[0084] 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。

[0085] 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 1 8 0）を確認する（ステップ S 3 8）。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 2 A）の進行許可を発行する。進行の許可

は、列車 2 A と列車 2 B 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。

[0086] 続いて、列車 2 A 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 3 A から次駅 3 B 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 S 39）。その後、列車 2 A 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 2 A がダイヤ通りに次駅 3 B まで移動するように、列車 2 A の走行を開始する（ステップ S 40）。

[0087] 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。

[0088] ここで、分岐（転轍機 51）の施錠の解除について説明する。

図 9 B 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 2 A 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 2 A 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（S 221）。そして、列車 2 A が転轍機 51 を通過したか否かを判断する（ステップ S 222）。通過した場合（ステップ S 222：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 S 223）、駅 I / F 装置 20 へ出力する（ステップ S 224-1 / S 224-2）。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 S 225 / S 226）。その結果、転轍機 51 のロック（施錠）が解除される（ステップ S 227 / S 228）。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 229 / S 230）。駅 I / F 装置 20（転轍機操作部 25）は、記憶していた転轍機転換指令を消去し（ステップ S 231 / S 232

）、消去確認情報を列車 2 A の車上装置 10 へ出力する（ステップ S 233 / S 234）。

[0089] 本実施の形態では、列車 2 の車上装置 10 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 20 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 20 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 10 では、主に、進路確保判定部 70 が進路を確保（進路防護）し、進行決定部 80 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 10 に、列車間防護の機能を持たせることで、図 1 のような ATP 地上装置 232 や駅制御装置 234 や連動装置 236 を中央指令所に設ける必要が無くなる。それにより、ATP 地上装置 232 や駅制御装置 234 や連動装置 236 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。

[0090] 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 23 ～ステップ S 39 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 10 と駅 I / F 装置 20 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 10 と駅 I / F 装置 20 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 10 と駅 I / F 装置 20 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。

[0091] （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、支障の運行（支障モード）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。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。

[0092] １．構成

車上装置１０の制御装置１１について説明する。

図１０は、本実施の形態に係る信号システムの制御装置１１の進路確保判定部７０の構成例を示すブロック図である。進路確保判定部７０は、図４Ａの構成に加えて、更に、ルート決定部７５と、待機位置移動部７６とを備えている。ルート決定部７５は、駅間の途中区間に支障が発生している場合、支障箇所を避けるルートを決する。待機位置移動部７６は、支障箇所を避けるルートを移動するとき、他の列車２とルートの一部が競合する場合、所定の待機位置まで自身（列車２）を移動させる。

[0093] 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、支障の発生時の運行（支障モード）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。

[0094] 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状態について説明する。

図１１は、本実施の形態に係る信号システムを適用する路線の状態を示す模式図である。この図は、図６における中間駅部１７０を示している。その中間駅部１７０では、駅３Ａと駅３Ｂとの間の途中区間に支障が発生していることを示している。言い換えると、下り線の線路５３Ｄ上に支障区間１９０が発生したことを示している。この場合、駅３Ａの下り線の列車２Ａは、駅３Ｂに移動するために、支障区間１９０を避ける経路Route__Aを取る必要がある。ここで、経路Route__Aは、下り線の線路５３Ｄから渡り線５３Ｍを通過して上り線の線路５３Ｕに入り、線路５３Ｕを移動した後、他の渡り線５３Ｍを通過して線路５３Ｄに戻るという経路である。一方、駅３

Bの上り線の列車2 Bは、上り線の線路5 3 Uをそのまま進む経路Route__Bを移動しようとする。その場合、駅3 Aの列車2 Aは、駅3 Bの列車2 Bと、経路の一部が競合する。以下では、このような路線の状態での信号システムの動作について説明する。

[0095] 次に、図11の路線の状態（支障の発生時）における列車間防護の場面について説明する。

図12は、支障区間発生時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、図7の場合と同様に、中間駅部170において、駅間を移動する列車2 Aに着目している。駅3（3 A、3 B）や線路5 3（5 3 U、5 3 D）や転轍機5 1（5 1 A 1～5 1 A 4、5 1 B 1～5 1 B 4）については、図7の場合と同じである。駅3 Aの列車2 Aは、下り線の線路5 3 D上をそのまま移動せず、支障区間190を避けるため、Route__Aを移動するものとする。駅3 Bの列車2 Bは、上り線の線路5 3 Uをそのまま経路Route__Bで移動するものとする。

[0096] 上述のように、中間駅部170において、駅間の途中区間（支障区間190）に支障が発生しているとき、まず、運行管理装置30は、当駅3 A及び次駅3 Bに対して運行モードの変更を指示する。当駅3 A、次駅3 Bの駅I/F装置20は駅間在線がクリアされていることを確認した上で、駅3 A、3 Bに停車している列車2 A、2 Bに対して変更された運行モードを通知する。列車2 A、2 Bは、各々進路が経路Route__A及び経路Route__Bであることを認識する。列車2 Aと列車2 Bとは進路が対向しており、転轍機5 1 A 4と転轍機5 1 B 4との間の分岐間区間は要求進路が競合してしまう。したがって、列車2 Aと列車2 Bとは互いに進路を供給し合いながら競合を回避しなければならない。列車2 Aは、出発前に次駅3 Bに停車している列車2 Bの状態及び経路Route__A上の転轍機5 1の転轍機位置状態を確認し、列車2 Bが経路Route__B上の進路を獲得している場合、列車2 Aは列車2 Bに衝突しない地点（列車2 Aの進行許可限界位置180 A）まで進む。列車2 Aは列車2 Bが進行許可限界位置180 Aを越えて

当駅 3 A 付近に近付いたタイミングを見計らい、経路 R o u t e __ A に沿って転轍機 5 1 の転轍機位置を転換する。逆に列車 2 B に先行して列車 2 A が経路 R o u t e __ A の進路を獲得している場合、列車 2 B は、列車 2 B の進行許可限界位置 1 8 0 B を列車 2 A が通過し終わるまで、当該位置手前で待つ。列車 2 A、2 B 共に進路獲得後も互いの状態と、獲得した進路上の転轍機転換位置を対向する列車 2 側の進行許可限界位置を通過し終わるまで監視を続ける。

[0097] 次に、支障の発生時の運行（支障モード；図 1 1 の路線の状態）での列車 2 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 1 3 は、支障の発生時の運行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（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 1 2 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。

[0098] 駅 3 A（又は駅 3 B）の駅 I / F 装置 2 0 は、ユーザの入力又はセンサの検知などにより駅 3 A と駅 3 B との間に支障が発生した（支障区間 1 9 0）と認識し、駅関連情報（駅間区間関連情報）として中央指令所 4 の運行管理装置 3 0 へ送信する（ステップ S 5 0）。

[0099] 運行管理装置 3 0 は、運転モードを通常モードから支障モード（支障区間 1 9 0）に変更する。そして、変更された運転モード（支障モード：支障区間 1 9 0）を全ての駅 3 の駅 I / F 装置 2 0（駅 3 A / 駅 3 B を含む）へ伝達する（ステップ S 5 1 - 1 / S 5 1 - 2）。

[0100] 駅 3 A の駅 I / F 装置 2 0 は、駅間在線クリアを確認して（ステップ S 5 2）、駅 3 A に停車している列車 2 A に、運転モードが支障モード（支障区間 1 9 0）へ変更されたことを通知する（ステップ S 5 4）。同様に、駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 は、駅間在線クリアを確認して（ステップ S 5 3）、駅 3 B に停車している列車 2 B に、運転モードが支障モード（支障区間 1 9 0）へ変更されたことを通知する（ステップ S 5 5）。

[0101] 列車 2 A の車上装置 1 0 (運行モード確認部 7 1) は、受信された運行モードが支障モード (支障区間 1 9 0) であることを確認すると共に、記憶装置 1 2 の運行モードに記憶する (ステップ S 5 6)。それにより、列車 2 A の次の動作が、通常モードの動作 (線路 5 3 D 上を次駅 3 B へ向かう進路) ではないことを認識する。同様に、列車 2 B の車上装置 1 0 (運行モード確認部 7 1) は、受信された運行モードが支障モード (支障区間 1 9 0) であることを確認すると共に、記憶装置 1 2 の運行モードに記憶する (ステップ S 5 7)。それにより、列車 2 B の動作が、通常モードの動作 (線路 5 3 U 上を次駅 3 A へ向かう進路) ではないことを認識する。

[0102] 次に、列車 2 A の車上装置 1 0 (ルート決定部 7 5) は、支障区間 1 9 0 を避けて駅 3 B へ到達するための最短の進路として経路 R o u t e __ A を算出する (ステップ S 5 8)。そして、駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 へ、経路 R o u t e __ A に基づく進路確保の要求 (転轍機転換指令) を出力し、その進路確保の要求時刻 (進路要求時刻) を記憶する。同様に、列車 2 B の車上装置 1 0 (ルート決定部 7 5) は、支障区間 1 9 0 を避けて駅 3 A へ到達するための最短の進路として経路 R o u t e __ B を算出する (ステップ S 5 9)。そして、駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 へ、経路 R o u t e __ B に基づく進路確保の要求 (転轍機転換指令) を出力し、その進路確保の要求時刻 (進路要求時刻) を記憶する。このとき、駅 3 A 及び駅 3 B の駅 I / F 装置 2 0 は、進路要求時刻の早い方の転轍機転換指令を受け付け、図 9 A のステップ S 2 6 ~ ステップ S 3 7 のようにして、転轍機 5 1 を転換し、転轍機 5 1 を施錠する。ただし、進路確保の要求時刻 (進路要求時刻) は、列車 2 A や列車 2 B が送信した進路確保の要求を駅 I / F 装置 2 0 が受け取った時刻としてもよい。その場合、駅 I / F 装置 2 0 が進路要求の受付の有無に関わらず、必ず、進路確保の要求の受付時刻を列車 2 A や列車 2 B へ返信するものとする。

[0103] 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 6 0)。このステップは、例

例えば図8のステップS3～ステップS5のように実行することができる。それにより、列車2Bの列車関連情報P11（進行許可限界位置、到着予定番線、走行方向、走行経路、走行路線、運行モード、進路要求時刻）を取得する。運行モードにより、列車2Bも支障モードであるか否かが確認できる。到着予定番線、走行方向、走行経路、走行路線により、列車2Bの次の移動先（駅3A）が確認できる。進行許可限界位置により、列車2Aの進行できる位置180Aが確認できる。進路要求時刻により、列車2Bが駅3B及び駅3Aの駅I／F装置20に進路確保を要求した時刻が確認できる。

同様に、列車2Bの車上装置10（他列車状態確認部72）は、他の列車2（列車2A）の状態を確認する（ステップS61）。このステップは、例えば図8のステップS3～ステップS5のように実行することができる。それにより、列車2Aの場合と同様にして、列車2Aの列車関連情報（進行許可限界位置、到着予定番線、走行方向、走行経路、走行路線、運行モード、進路要求時刻）を取得する。

[0104] 次に、列車2Aの車上装置10（駅状態確認部73）は、駅3（駅3A、駅3B）の状態を確認する（ステップS62）。このステップは、例えば図8のステップS6-1／S6-2～ステップS12のように実行することができる。それにより、駅関連情報P12、P13（転轍機転換位置、駅間区間状態）を取得する。駅間区間状態により、駅間区間に支障があるか否かが確認できる。転轍機転換位置により、列車2Aの進路である経路Route__Aにある転轍機51A1、51A2、51A4、51B4、51B3、51B1の転轍機転換位置が確保されているか否か確認できる。

同様に、列車2Bの車上装置10（駅状態確認部73）は、駅3（駅3A、駅3B）の状態を確認する（ステップS63）。このステップは、例えば図8のステップS6-1／S6-2～ステップS13のように実行することができる。それにより、列車2Aの場合と同様にして、駅関連情報（転轍機転換位置、駅間区間状態）を取得する。

[0105] 続いて、列車2Aの車上装置10（進路確立部74）は、駅関連情報P1

2、P 1 3 の転轍機転換位置に基づいて、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 S 6 4）。すなわち、転轍機 5 1 A 1、5 1 A 2、5 1 A 4、5 1 B 4、5 1 B 3、5 1 B 1 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 5 1 が確保されロック（施錠）されているかを判断する。このとき、自身（列車 2 A）の進路要求時刻が、列車 2 B の進路要求時刻よりも早いか否かも確認する。

[0106] 自身（列車 2 A）の進路要求時刻が列車 2 B の進路要求時刻よりも遅く、列車 2 A の進路が確保されていない場合（ステップ S 6 4 : N o）、列車 2 A の車上装置 1 0（待機位置移動部 7 6）は、支障時の（分岐用の）進行許可限界位置 1 8 0 A へ移動する。そして、列車 2 B の移動が終了するまで待機する（ステップ S 6 6）。例えば、列車 2 A の進路要求時刻が列車 2 B の進路要求時刻よりも遅い場合、転轍機 5 1 は駅 1 / F 装置 2 0 により既に施錠されているので、列車 2 A は進路を確保できない。なお、施錠は、列車 2 B が転轍機 5 1 を通過し、その列車 2 B が転轍機解除指令を駅 1 / F 装置 2 0 へ出力するまでである。駅 1 / F 装置 2 0 は列車 2 B からの転轍機解除指令の受信信号に施錠を解除する。このように、進行許可限界位置 1 8 0 A まで移動して待機することにより、安全を確保しつつ、列車 2 A における駅 3 B への移動時間を短縮することができる。そして、待機位置移動部 7 6 は、列車 2 B が進行許可限界位置 1 8 0 A の前を通過し、列車 2 A が線路 5 3 U に進入しても問題が無くなったことを、列車 2 B の列車関連情報で確認する（ステップ S 6 7）。

[0107] なお、ステップ S 6 6 において、列車 2 A は、列車 2 B が分岐を通過する時刻以前に、列車 2 A が進行許可限界位置を通過しないよう速度パターンを生成してもよい。その場合、列車 2 A は、進行許可限界位置 1 8 0 A において停止して待たず、その手前の進路上をゆっくり移動して行く。このような運転とすることで、待機のために車両を停止し、その後に再び車両のモータを駆動させる場合に比べ、車両の走行にかかる電力の効率がよくなる。

[0108] その後、列車 2 A の車上装置 10（進路確立部 74）は、転換が必要な転轍機 51（51A1、51A2、51A4、51B4、51B3、51B1）の属する駅 3（駅 3A、駅 3B）の駅 I/F 装置 20 へ転轍機転換指令を出力する（ステップ S68-1/S68-2）。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 S69/S70）。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（51A1、51A2、51A4、51B4、51B3、51B1）へ転轍機転換信号を出力する（ステップ S71/S72）。対象となる転轍機 51（51A1、51A2、51A4、51B4、51B3、51B1）は、転轍機転換信号に応答して、転轍機 51 を転換し（ステップ S73/S74）、転換確認信号を駅 I/F 装置 20 へ出力する（ステップ S75/S76）。駅 I/F 装置 20（転轍機操作部 25）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 10 へ出力する（ステップ S77/S78）。このとき、転轍機 51 は、転轍機転換指令が駅記憶装置 22 に記憶されていることで、駅 I/F 装置 20（転轍機操作部 25）にロック（施錠）されている。なお、施錠は、列車 2 A が転轍機 51 を通過し、その列車 2 A が転轍機解除指令を駅 I/F 装置 20 へ出力するまでである。駅 I/F 装置 20 は列車 2 A からの転轍機解除指令の受信信号に施錠を解除する。進路確立部 74 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 S64）。進路が確保されている場合（自身（列車 2 A）の進路要求時刻が列車 2 B の進路要求時刻よりも早い場合も含む）（ステップ S64：Yes）、プロセスはステップ S79 へ進む。これにより、列車 2 A は、進路確保が完了する。

[0109] なお、ステップ S64 において、自身（列車 2 A）の進路要求時刻が列車 2 B の進路要求時刻よりも早い場合、進路が確保されているか否かに関わらず、一度目は必ずステップ S68-1/68-2～ステップ S78 のようなプロセスを実行してもよい（図示されず）。すなわち、一度は必ず、進路上の転轍機 51（の駅 I/F 装置 20）へ転換及び保持（施錠）の指令（転轍

機転換指令)を出力するものとしてもよい。それにより、より確実に進路を確保することができる。

[0110] 同様に、列車2Bの車上装置10(進路確立部74)は、駅関連情報の転轍機転換位置に基づいて、列車2Bの進路が確保されているか否かを判断する(ステップS65)。以降のプロセスは、列車2Aの場合と同様(ステップS66～ステップS78)である。ただし、列車2Bの場合、待機する場合には、支障時の(分岐用の)進行許可限界位置180Bで待機することになる。

[0111] 次に、列車2Aの車上装置10(進行許可限界位置確認部81)は、進行許可限界位置を確認する(ステップS79)。この段階では、進路要求時刻に関わらず、列車2Aは、列車2Bとの関係では進行許可限界位置は存在しない。しかし、駅3Bの下り線の線路53D状に他の列車2が存在した場合、この他の列車2に伴う進行許可限界位置が存在する。

[0112] 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、進行許可限界位置と対象となる列車2との距離とに基づいて、支障モードにおいて、列車2Aが現在位置から次駅3Bまで移動する際に従う制限速度プロファイルを作成する(図示されず)。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、基本情報134に基づいて、次駅3Bへ向けて列車2Aの走行を開始する(ステップS81)。

[0113] 同様に、列車2Bの車上装置10(進行許可限界位置確認部81)は、進行許可限界位置を確認する(ステップS80)。続いて、列車2Bの車上装置10(速度プロファイル作成部94)は、進行許可限界位置と対象となる列車2との距離とに基づいて、制限速度プロファイルを作成する(図示されず)。その後、列車2B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、基本情報134に基づいて、次駅3Aへ向けて列車2Bの走行を開始する(ステップS82)。

[0114] 以上のようにして、支障の発生時の運行での列車の駅間移動における列車間防護が行われる。

[0115] 本実施の形態では、列車 2 の車上装置 10 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 20 から駅関連情報を受信し、必要に応じて追加的に他の列車 2 や駅 I / F 装置 20 と通信を行うことにより、支障モードでの列車防護を行うことができる。すなわち、この場合にも、第 1 の実施の形態と同様の効果を奏することができる。

[0116] (第 3 の実施の形態)

本発明の第 3 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 2 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、終端駅部における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。以下では、第 2 の実施の形態との相違点について主に説明する。

[0117] 1. 構成

構成については、第 2 の実施の形態に係る信号システムと同様である。

[0118] 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、通常モードでの終端駅部での列車 2 の駅間移動における列車間防護について説明する。

[0119] 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状態について説明する。

図 14 は、本実施の形態に係る信号システムを適用する路線の状態を示す模式図である。この図は、図 6 における終端駅部 160 を示している。その終端駅部 160 では、駅 3A が終点（始点）の駅 3 であり、駅 3A の先において、線路 53D 及び線路 53U に軌道末端 161 が設けられている。この場合、駅 3A の下り線の線路 53D 上の列車 2A は、折り返し運転をするべく、上り線の線路 53U 上に移動するために、経路 Route__C を取る必要がある。ここで、経路 Route__C は、下り線の線路 53D から渡り線 53M を通って上り線の線路 53U に入り、線路 53U を移動して軌道末端 161 に至るという経路である。一方、上り線の線路 53U の軌道末端 16

1 には、列車 2 B が存在し、上り線の線路 5 3 U をそのまま進む経路 R o u t e __ D を移動しようとする。その場合、駅 3 A の下り線にいる列車 2 A は、上り線にいる列車 2 B と、経路の一部が競合する。以下では、このような路線の状態での信号システムの動作について説明する。

[0120] 次に、図 1 4 の路線の状態（通常モード（終端駅部））における列車間防護の場面について説明する。

図 1 5 は、終端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、終端駅部 1 6 0 において、駅 3 A から軌道末端 1 6 1 へ向かう列車 2 A に着目している。駅 3 A の列車 2 A は、下り線の線路 5 3 D から上り線の線路 5 3 U へ渡る R o u t e __ C を移動するものとする。軌道末端 1 6 1 の列車 2 B は、上り線の線路 5 3 U をそのまま経路 R o u t e __ D で駅 3 A へ移動するものとする。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。列車 2 B、駅 3 A から列車 2 A に列車関連情報 P 2 1、駅関連情報 P 2 2 が送信される。

[0121] この場合の列車 2 A 及び列車 2 B の動作は、列車 2 B が先に移動しなければならないこと（列車 2 B に優先権あり）、及び、列車 2 A が再び線路 5 3 D へ渡らないこと（経路 R o u t e __ C）以外は、第 2 の実施の形態と同様である。すなわち、第 2 の実施の形態において、図 1 3 の制御でいえば、ステップ S 6 4 が必ず N o となり、ステップ S 6 5 が必ず Y e s となる場合と考えることができる。そのことは、駅 3 A が終端駅部 1 6 0 の駅 3 であること、及び運行モードが通常であることから判断される。

[0122] このようにして、終端駅部 1 6 0 において、列車 2 は折り返し運転を行うことができる。

[0123] この場合にも、第 1、第 2 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

[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] 本発明は、軌道上を移動する移動体に搭載される車上装置である。その車上装置は、移動体の移動を制御する制御装置を具備している。その制御装置は、運行情報取得部と、ルート決定部と、進路確保判定部と、進行決定部とを備えている。運行情報取得部は、軌道上の支障を示す支障情報を取得する。ルート決定部は、支障情報に基づいて、支障時の経路を決定する。進路確保判定部は、経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した分岐に関する情報を示す駅関連情報と、経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報とに基づいて、経路の確保を判定する。進行決定部は、他移動体関連情報に基づいて、確保された経路について、移動体の進行を決定する。

このような構成を有する本発明の車上装置では、軌道上に支障が発生しても、その支障に対応して、ルート決定部が適切な経路を決定し、進路確保判定部が進路確保を判定し（進路防護）、進行決定部が進行を決定する（衝突防護）ことができる。すなわち、支障が判明した場合であっても、中央指令所を介さずに、自律的に支障を回避して運行可能とすることができる。それにより、処理が効率化されて、中央指令所の装置（ATP地上装置、駅制御装置、連動装置）を不要とすることができ、装置などのスペースが削減でき、設備コストを削減でき、機器の取り扱いが容易となる。

[0129] 上記の車上装置において、進路確保判定部は、他列車状態確認部と、駅状態確認部とを含んでいてもよい。他列車状態確認部は、他の移動体に他移動

体関連情報を問い合わせる。駅状態確認部は、分岐の属する駅に駅関連情報を問い合わせる。

このような構成を有する本発明の車上装置では、他列車状態確認部が他移動体関連情報を問い合わせ取得し、駅状態確認部が駅関連情報を問い合わせ取得することができる。すなわち、経路確保を判定する（進路防護）に際して必要な情報の問い合わせ及び取得をも、中央指令所を介さずに行うことができる。

[0130] 上記の車上装置において、他移動体関連情報は、他の移動体が分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含んでいてもよい。進路確保判定部は、駅関連情報と他移動体関連情報とに基づいて、経路が確保されているか否かを確認してもよい。自身が分岐の転換の指示を出力した時刻よりも要求時刻情報が早く、経路が確保されていない場合、所定の場所で待機してもよい。他の移動体の移動後に、経路が確保されるように分岐の転換の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では、中央指令所を介することなく、他の移動体との競合をより確実に回避して、より確実に進路を確保（進路防護）することができる。

[0131] 上記の車上装置において、進路確保判定部は、経路が確保されていない場合、待機に際して、予め設定された待機位置まで移動体を移動する待機位置移動部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車上装置では、他の移動体と競合する経路を利用するとき、適切な待機位置まで移動することで、安全を確保しつつ、移動体の目的地までの移動時間を短縮することができる。

[0132] 上記の車上装置において、他移動体関連情報は、他の移動体の周辺における支障時に移動体が進行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含んでいてもよい。進行決定部は、進行許可限界位置情報に基づいて、進行を許可される範囲で移動体の進行を決定してもよい。

このような構成を有する本発明の車上装置では、通行許可部が他の移動体

の周辺における通行許可範囲内で移動体の進行を決定するので、他の移動体に衝突することはない。また、移動体と他の移動体との間の範囲（例示：距離）で許可範囲が設定されるので、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。

[0133] 本発明の信号システムは、複数の車上装置と、複数の駅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、上記各段落のいずれかに記載されている。複数の駅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、軌道の途中に設けられた複数の駅に配置され、複数の駅に属する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、軌道上に支障が発生しても、車上装置が、他の車上装置からの情報や複数の駅インターフェース装置からの情報に基づいて、その支障に対応して、適切な経路を決定し、進路確保を判定し（進路防護）、進行を決定する（衝突防護）ことができる。すなわち、支障が判明した場合であっても、中央指令所を介さずに、自律的に支障を回避して運行可能とすることができる。それにより、処理が効率化され、中央指令所の装置（ATP地上装置、駅制御装置、連動装置）を不要とすることができ、装置などのスペースが削減でき、設備コストを削減でき、機器の取り扱いが容易となる。

[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。移動体の車上装置が、軌道上の支障を示す支障情報を取得するステップと、車上装置が、支障情報に基づいて、支障時の経路を決定するステップと、車上装置が、経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した分岐に関する情報を示す駅関連情報と、経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報とに基づいて、経路を確保するステップと、車上装置が、他移動体関連情報に基づいて、確保された経路について、移動体の進行を決定するステップとを具備している。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法では、軌道上に支障が

発生しても、その支障に対応して、車上装置が適切な経路を決定し、進路確保を判定し（進路防護）、進行を決定する（衝突防護）ことができる。すなわち、支障が判明した場合であっても、中央指令所を介さずに、自律的に支障を回避して運行可能とすることができる。それにより、処理が効率化されて、中央指令所の装置（ＡＴＰ地上装置、駅制御装置、連動装置）を不要とすることができ、装置などのスペースが削減でき、設備コストを削減でき、機器の取り扱いが容易となる。

[0135] 上記の移動体の制御方法において、経路を確保するステップは、車上装置が、他の移動体に他移動体関連情報を問い合わせるステップと、車上装置が、分岐の属する駅に駅関連情報を問い合わせ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では、車上装置が他移動体関連情報を問い合わせ取得し、駅関連情報を問い合わせ取得することができる。すなわち、車上装置が進路確保を判定する（進路防護）に際して必要な情報の問い合わせ及び取得をも、中央指令所を介さずに行うことができる。

[0136] 上記の移動体の制御方法において、他移動体関連情報は、他の移動体に分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含んでいてもよい。経路を確保するステップは、駅関連情報と他移動体関連情報とに基づいて、進路が確保されているか否かを確認するステップと、自身が分岐の転換の指示を出力した時刻よりも要求時刻情報が早く、経路が確保されていない場合、所定の場所で待機するステップと、他の移動体の移動後に、経路が確保されるように分岐の転換の指示を出力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では、中央指令所を介することなく、他の移動体との競合をより確実に回避して、より確実に進路確保を判定する（進路防護）ことができる。

[0137] 上記の移動体の制御方法において、経路を確保するステップは、経路が確保されていない場合、待機に際して、予め設定された待機位置まで移動体を

移動するステップを更に含んでいてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法では、他の移動体と競合する経路を利用するとき、適切な待機位置まで移動することで、安全を確保しつつ、移動体の目的地までの移動時間を短縮することができる。

[0138] 上記の移動体の制御方法において、他移動体関連情報は、他の移動体の周辺における支障時に移動体が通行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含んでいてもよい。進行を決定するステップは、車上装置が、進行許可限界位置情報に基づいて、通行を許可される範囲で移動体の進行を決定するステップを備えていてもよい。

このような構成を有する本発明の移動体の制御方法では、車上装置が他の移動体の周辺における通行許可範囲内で移動体の通行を許可するので、他の移動体に衝突することはない。また、移動体と他の移動体との間の範囲（例示：距離）で許可範囲が設定されるので、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。

[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、

前記軌道上の支障を示す支障情報を取得する運行情報取得部と、
前記支障情報に基づいて、前記支障時の経路を決定するルート決定部と、

前記経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した前記分岐に関する情報を示す駅関連情報と、前記経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報とに基づいて、前記経路の確保を判定する進路確保判定部と、

前記他移動体関連情報に基づいて、前記確保された経路について、
前記移動体の進行を決定する進行決定部と
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、
前記進路確保判定部は、

前記他の移動体に前記他移動体関連情報を問い合わせる他列車状態確認部と、

前記分岐の属する駅に前記駅関連情報を問い合わせる駅状態確認部と

を含む
車上装置。

[請求項3]

請求項2に記載の車上装置において、

前記他移動体関連情報は、前記他の移動体に分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含み、

前記進路確保判定部は、

前記駅関連情報と前記他移動体関連情報とに基づいて、前記経路が確保されているか否かを確認し、

自身が前記分岐の転換の指示を出力した時刻よりも前記要求時刻情報が早く、前記経路が確保されていない場合、所定の場所で待機し、

前記他の移動体の移動後に、前記経路が確保されるように前記分岐の転換の指示を出力する

車上装置。

[請求項4]

請求項3に記載の車上装置において、

前記進路確保判定部は、前記経路が確保されていない場合、前記待機に際して、予め設定された待機位置まで前記移動体を移動する

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、

前記他移動体関連情報は、前記他の移動体の周辺における前記支障時に前記移動体が進行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含み、

前記進行決定部は、前記進行許可限界位置情報に基づいて、前記進行を許可される範囲で前記移動体の進行を決定する

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、前記軌道の途中に設けられた複数の駅に配置され、前記複数の駅に属する複数の分岐を制御する複数の駅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、前記軌道上の支障を示す支障情報を取得

するステップと、

前記車上装置が、前記支障情報に基づいて、前記支障時の経路を決定するステップと、

前記車上装置が、前記経路上の分岐が属する駅の駅インターフェース装置から取得した前記分岐に関する情報を示す駅関連情報と、前記経路の少なくとも一部が競合する他の移動体から取得した当該他の移動体に関する情報を示す他移動体関連情報とに基づいて、前記経路を確保するステップと、

前記車上装置が、前記他移動体関連情報に基づいて、前記確保された経路について、前記移動体の進行を決定するステップと

を具備する

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、

前記経路を確保するステップは、

前記車上装置が、前記他の移動体に前記他移動体関連情報を問い合わせるステップと、

前記車上装置が、前記分岐の属する駅に前記駅関連情報を問い合わせるステップと

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、

前記他移動体関連情報は、前記他の移動体が分岐の転換の指示を出力した時刻を示す要求時刻情報を含み、

前記経路を確保するステップは、

前記駅関連情報と前記他移動体関連情報とに基づいて、前記経路が確保されているか否かを確認するステップと、

自身が前記分岐の転換の指示を出力した時刻よりも前記要求時刻情報が早く、前記経路が確保されていない場合、所定の場所で待機す

るステップと、

前記他の移動体の移動後に、前記経路が確保されるように前記分岐の転換の指示を出力するステップと

を含む

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、

前記経路を確保するステップは、

前記経路が確保されていない場合、前記待機に際して、予め設定された待機位置まで前記移動体を移動するステップを更に含む

移動体の制御方法。

[請求項11]

請求項7乃至9のいずれか一項に記載の移動体の制御方法において

、

前記他移動体関連情報は、前記他の移動体の周辺における前記支障時に前記移動体が進行を許可される範囲を示す進行許可限界位置情報を含み、

前記進行を決定するステップは、

前記車上装置が、前記進行許可限界位置情報に基づいて、前記進行を許可される範囲で前記移動体の進行を決定するステップを備える車上装置の動作方法。

[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。