(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2011-168172
(P2011-168172A)
(43)公開日　平成23年9月1日(2011.9.1)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B61L 27/00	(2006.01)	B61L 27/00	H	5H161
		B61L 27/00	M	

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2010-33833(P2010-33833)
(22)出願日　平成22年2月18日(2010.2.18)

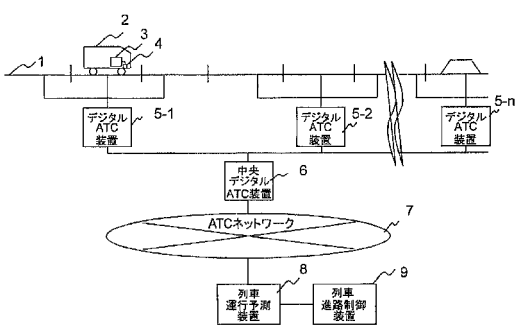
(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110000442
特許業務法人　武和国際特許事務所
(72)発明者　川成　宗剛
茨城県日立市大みか町五丁目２番１号　株式会社日立製作所情報制御システム社内

Ｆターム(参考)　5H161 AA01　JJ22　JJ32

(54)【発明の名称】列車運行予測システム

(57)【要約】
【課題】現在の走行状況を反映させて可能な限り正確に列車の運行予測を行うことができる列車運行予測システムを提供すること。
【解決手段】このシステムでは、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの列車２の運行中最寄りに存在するものから車上情報処理装置３にデジタル情報通信装置４経由で停止予定位置を送信し、装置３では、それに対応する走行パターンを生成する。全走行パターンは、軌道回路１を介して各装置５－１～５－ｎ及び中央デジタルＡＴＣ装置６とＡＴＣネットワーク７とを経由して列車運行予測装置８へ送信される。装置８では、全走行パターンに基づいて列車ダイヤとのずれを算出して予想ダイヤを列車別に作成し、走行パターン遅延検知時にはそれを送信した装置３に対して走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で行わせ、順次得られる走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成する。
【選択図】図１

図1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
デジタル情報通信装置及び車上情報処理装置を備えると共に、線路上を運転する１連以上の列車と、地上側で前記線路に沿った所定箇所に付設される複数のデジタル自動列車制御装置と、前記車上情報処理装置から得られる走行パターンに基づいて列車ダイヤとのずれを算出した結果を示す予想ダイヤを作成可能な列車運行予測装置と、を備えた列車運行予測システムであって、
前記複数のデジタル自動列車制御装置は、前記列車の運転中で接近した最寄りに存在するものから前記デジタル情報通信装置に対して停止予定位置のデータを送信し、
前記車上情報処理装置は、前記デジタル情報通信装置で受信された前記停止予定位置のデータに対応する前記走行パターンを生成し、
前記列車運行予測装置は、前記車上情報処理装置から得られた前記走行パターンの全部のものに基づいて前記列車別に前記予想ダイヤを作成することを特徴とする列車運行予測システム。
【請求項２】
請求項１記載の列車運行予測システムにおいて、前記列車運行予測装置は、前記予想ダイヤの作成時に前記走行パターンについての遅延を検知した場合に当該走行パターンを送信した前記車上情報処理装置に対して当該走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で繰り返し行わせ、当該車上情報処理装置から順次得られる当該走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、当該予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成することを特徴とする列車運行予測システム。
【請求項３】
請求項１又は２記載の列車運行予測システムにおいて、前記列車運行予測装置及び前記車上情報処理装置は、前記予想ダイヤを付設される表示装置の表示画面上に表示可能であることを特徴とする列車運行予測システム。
【請求項４】
請求項１～３の何れか１項記載の列車運行予測システムにおいて、前記列車運行予測装置に接続された列車進路制御装置を備え、前記列車進路制御装置は、前記列車運行予測装置から送信された前記予想ダイヤに応じて前記列車の進路制御を行うことを特徴とする列車運行予測システム。
【請求項５】
請求項１～４の何れか１項記載の列車運行予測システムにおいて、自動列車制御ネットワークを介して前記複数のデジタル自動列車制御装置と前記列車運行予測装置とに対して接続された中央デジタル自動列車制御装置を備え、
前記列車運行予測装置は、前記予想ダイヤの作成時に前記走行パターンが遅延を示すときに前記自動列車制御ネットワーク及び前記中央デジタル自動列車制御装置を経由して前記複数のデジタル自動列車制御装置における前記列車の運転中で接近した最寄りに存在するものから当該走行パターンを送信した前記車上情報処理装置に対して当該走行パターンを再算出する回数を指定して実施させるための指令を送信し、
前記指令が前記デジタル情報通信装置を介して受信された前記車上情報処理装置は、当該指令を発令した前記デジタル自動列車制御装置から前記停止予定位置のデータを順次得て当該停止予定位置までの前記走行パターンの再算出を前記指定された回数分行うと共に、当該再算出の結果を示す当該走行パターンを当該デジタル自動列車制御装置及び前記中央デジタル自動列車制御装置と前記自動列車制御ネットワークとを経由して前記列車運行予測装置へ順次送信することを特徴とする列車運行予測システム。
【請求項６】
請求項１～５の何れか１項記載の列車運行予測システムにおいて、前記列車運行予測装置は、前記車上情報処理装置からの前記走行パターンを前記列車別に順次受信する列車走行パターン受信部と、標準走行パターンを格納した標準走行パターンファイル部と、前記列車ダイヤを格納した列車ダイヤファイル部と、前記列車走行パターン受信部で受信され

た前記走行パターンを前記列車別に順次前記標準走行パターンファイル部に格納された前記標準走行パターンと比較して列車遅延状況を検知する列車遅延検知部と、前記列車走行パターン受信部で前記列車別に順次受信された前記走行パターンと前記列車遅延検知部で検知された前記列車遅延状況を示す列車遅延情報とに基づいて、前記標準走行パターンファイル部に格納された前記標準走行パターンと前記列車ダイヤファイル部に格納された前記列車ダイヤとを参照して当該列車別に前記予測ダイヤを作成すると共に、当該予想ダイヤの作成時の走行パターンが遅延を示すときに当該走行パターンの再算出を前記車上情報処理装置に対して指定回数分行わせるための指令を送信し、当該指令の送信後に当該車上情報処理装置から順次得られる当該走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、当該予想ダイヤをそれぞれ当該指定回数毎に作成する予測ダイヤ作成部と、作成された前記予測ダイヤを送信する予測ダイヤ送信部と、を備えたことを特徴とする列車運行予測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、地上側に設置したデジタル自動列車制御（Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｔｒａｉｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ／以下、デジタルＡＴＣとする）装置を利用し、列車の走行状況に応じて走行パターンを作成して予測ダイヤに反映させることにより高精度に運行予測を行うことができる列車運行予測システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、一般的な列車の運行管理システムに関連する周知技術としては、例えば予め計画した列車ダイヤからのずれを早期に予測可能な列車運行管理装置（特許文献１）が挙げられる。

【０００３】

この列車運行管理装置では、列車軌道上を走行する列車の位置と速度とを略連続的に検知し、列車位置・速度と列車ダイヤとを比較して列車が遅延している場合には標準の走行パターンに対する列車の現在の遅延時間を算出し、この遅延時間に基づいて次駅到着時刻に対する予測ずれ時間を求めて予測ダイヤを作成する。この運行予測の手法によれば、列車ダイヤの作成に用いた標準の走行パターンと現在の列車走行状況とを略連続的に比較することにより、予め作成した列車ダイヤと実際の列車走行状況とのずれを早期に検出し、予測ダイヤを作成することができる。

【０００４】

具体的に云えば、列車Ａが駅を出発してから時間ｔが経過したとき、標準の走行パターンで走行した場合よりも手前の地点ｘに存在していると、列車Ａが遅延していると判断する。そこで、標準の走行パターンにおける地点ｘの列車Ａの速度Ｐと現在の列車Ａの速度Ｑとを比較した結果、速度Ｐと速度Ｑとが等しければ、後の列車Ａの運行が標準の走行パターンに従うとみなし、速度Ｐと速度Ｑとが異なれば過去の学習値を遅延時間とする。例えば、過去に地点ｘにおいて速度Ｂで走行した場合の遅延時間が記憶されていれば、その際の遅延時間を現在の遅延時間とし、記憶されていなければ、存在する学習値の最も近い値を遅延時間とする。

【０００５】

列車の遅延が検知されたとき、遅延列車の駅到着時刻に対して、各駅毎に予め定義された列車を停車させなければならない最短時間である最小停車時分を加算し、列車の出発予定時刻を求める。ここで、出発予定時刻は、列車ダイヤで定められている出発時刻よりも早くならず、しかも先行列車との間で確保しなければならない出発時隔（出発時間の間隔）が確保されるように決定される。そして、出発予定時刻に駅間における列車の最短走行時間である最小運転時分を加算し、次駅の到着予定時刻を求める。ここで、次駅の到着予定時刻は、先行列車との間で確保しなければならない出発時隔が確保されるように決定される。このように列車の遅延時間、列車の駅到着予定時刻及び駅出発予定時刻が算出され

ることにより、予測ダイヤが作成される。
【０００６】
また、列車の運行制御装置に関連する周知技術としては、地上装置から入手した情報に基づいて車上側で速度照査パターンを作成し、この速度照査パターンに基づいて列車を制御する一段制御デジタルＡＴＣ方式に係る列車制御装置（特許文献２参照）や、地上からブレーキパターンを受信した列車側でそのブレーキパターンに基づいて列車の走行パターンを作成し、その走行パターンを地上側に送信する列車制御装置（特許文献３参照）等が挙げられる。
【０００７】
その他、デジタルＡＴＣに係る基本技術については、例えば「デジタルＡＴＣの開発と導入」（非特許文献１参照）に開示されている。このデジタルＡＴＣでは、車上情報処理装置を搭載した列車が走行する線路に沿った軌道回路による列車位置情報や連動装置からの進路設定情報の他、地上の設備情報に基づいてＡＴＣ論理部により列車の停止区間を決定する。デジタルＡＴＣからのデジタルＡＴＣ信号による停止区間情報を受信した車上情報処理装置では、常に認識している自列車位置をキーとして、予め車上情報処理装置のデータベースに格納されている速度照査パターンを検索する。速度照査パターンは、前方の線路勾配、ポイント、曲線半径等による制限速度も考慮して作成されたものが車上情報処理装置のデータベースに格納されている。そこで、検索により該当した速度照査パターンと自列車位置とからその時点での列車の許容速度を求める。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００８】
【特許文献１】特開２００２－２４９０４９号公報
【特許文献２】特開２００５－３０６１４５号公報
【特許文献３】特開平９－１９３８０４号公報
【非特許文献】
【０００９】
【非特許文献１】ＪＲ東日本テクニカルレビュー　Ｎｏ．５　ｐ０２７－０３０
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
上述した特許文献１に係る技術は、列車の遅延を検知した際、標準の走行パターンの地点ｘにおける列車Ａの速度Ｐと現在の地点ｘにおける列車Ａの速度Ｑとを比較した結果、速度が同じであれば標準の走行パターンに従うとみなしているが、実際のその後の走行パターンが標準の走行パターンに従うとは限らないため、正確に列車の運行予測ができないという欠点がある。また、速度の比較結果が異なる場合においても、過去の学習値に基づいて列車の運行予測を行うため、現在の走行状況を反映した正確な列車の運行予測を行うことができないという弱点がある。
【００１１】
また、特許文献２に係る技術は、地上装置から入手した情報から車上側で作成した速度照査パターン基づいて列車を制御するものであり、特許文献３に係る技術は、地上からブレーキパターンを受信した列車側がそのブレーキパターンに基づいて作成した列車の走行パターンを地上側に送信するものであり、何れも列車の運行予測に関連する技術やそうした用途への適用とは無関係なものとなっている。
【００１２】
更に、非特許文献１に係る技術は、デジタルＡＴＣを用いて停車すべき駅の通過を防止する機能を構築すると共に、運転台のモニタ装置に先行列車の位置を表示したり、或いは駅のホームや踏切に設置されている列車の非常停止装置の動作等による緊急ブレーキの動作理由についても表示することにより、運転士に対する支援を行う手法を提案したものであり、係る技術についても列車の運行予測に関連する技術やそうした用途への適用とは無

関係なものとなっている。

【００１３】

本発明は、このような問題点を解決すべくなされたもので、その技術的課題は、現在の走行状況を反映させて可能な限り正確に列車の運行予測を行うことができる列車運行予測システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

本発明は、上記技術的課題を解決するため、デジタル情報通信装置及び車上情報処理装置を備えると共に、線路上を運転する１連以上の列車と、地上側で線路に沿った所定箇所に付設される複数のデジタルＡＴＣ装置と、車上情報処理装置から得られる走行パターンに基づいて列車ダイヤとのずれを算出した結果を示す予想ダイヤを作成可能な列車運行予測装置と、を備えた列車運行予測システムであって、複数のデジタルＡＴＣ装置は、列車の運転中で接近した最寄りに存在するものからデジタル情報通信装置に対して停止予定位置のデータを送信し、車上情報処理装置は、デジタル情報通信装置で受信された停止予定位置のデータに対応する走行パターンを生成し、列車運行予測装置は、車上情報処理装置から得られた走行パターンの全てのものに基づいて列車別に予想ダイヤを作成することを特徴とする。

【００１５】

上記列車運行予測システムの第１の実施態様は、列車運行予測装置は、予想ダイヤが走行パターンについての遅延を検知した場合に当該走行パターンを送信した車上情報処理装置に対して当該走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で繰り返し行わせ、当該車上情報処理装置から順次得られる当該走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、当該予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成することを特徴とする。

【００１６】

上記何れかの列車運行予測システムの第２の実施態様は、列車運行予測装置及び車上情報処理装置は、予想ダイヤを付設される表示装置の表示画面上に表示可能であることを特徴とする。

【００１７】

上記何れか１つの列車運行予測システムの第３の実施態様は、列車運行予測装置に接続された列車進路制御装置を備え、列車進路制御装置は、列車運行予測装置から送信された予想ダイヤに応じて列車の進路制御を行うことを特徴とする。

【００１８】

上記何れか１つの列車運行予測システムの第４の実施態様は、ＡＴＣネットワークを介して複数のデジタルＡＴＣ装置と列車運行予測装置とに対して接続された中央デジタルＡＴＣ装置を備え、列車運行予測装置は、予想ダイヤの作成時に走行パターンが遅延を示すときにＡＴＣネットワーク及び中央デジタルＡＴＣ装置を経由して複数のデジタルＡＴＣ装置における列車の運転中で接近した最寄りに存在するものから当該走行パターンを送信した車上情報処理装置に対して当該走行パターンを再算出する回数を指定して実施させるための指令を送信し、指令がデジタル情報通信装置を介して受信された車上情報処理装置は、当該指令を発令したデジタルＡＴＣ装置から停止予定位置のデータを順次得て当該停止予定位置までの走行パターンの再算出を指定された回数分行うと共に、当該再算出の結果を示す当該走行パターンを当該デジタルＡＴＣ装置及び中央デジタルＡＴＣ装置とＡＴＣネットワークとを経由して列車運行予測装置へ順次送信することを特徴とする。

【００１９】

上記何れか１つの列車運行予測システムの第５の実施態様は、列車運行予測装置は、車上情報処理装置からの走行パターンを列車別に順次受信する列車走行パターン受信部と、標準走行パターンを格納した標準走行パターンファイル部と、列車ダイヤを格納した列車ダイヤファイル部と、列車走行パターン受信部で受信された走行パターンを列車別に順次標準走行パターンファイル部に格納された標準走行パターンと比較して列車遅延状況を検知する列車遅延検知部と、列車走行パターン受信部で列車別に順次受信された走行パター

ンと列車遅延検知部で検知された列車遅延状況を示す列車遅延情報とに基づいて、標準走行パターンファイル部に格納された標準走行パターンと列車ダイヤファイル部に格納された列車ダイヤとを参照して当該列車別に予測ダイヤを作成すると共に、当該予想ダイヤの作成時の走行パターンが遅延を示すときに当該走行パターンの再算出を車上情報処理装置に対して指定回数分行わせるための指令を送信し、当該指令の送信後に当該車上情報処理装置から順次得られる当該走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、当該予想ダイヤをそれぞれ当該指定回数毎に作成する予測ダイヤ作成部と、作成された予測ダイヤを送信する予測ダイヤ送信部と、を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【００２０】

本発明の列車運行予測システムによれば、実際の列車の走行状況に応じた走行パターンを取得し、各線路区間に対応する各走行パターンを短い周期で予測ダイヤに反映させるため、最新の走行パターンに基づいて作成する予測ダイヤのずれを最小限に抑えることができる。また、走行パターンに遅延を検知した場合にはその走行パターンを送信した車上情報処理装置に対して走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で繰り返し行わせると共に、その車上情報処理装置から順次得られる走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成するため、走行パターンに遅延があるときにも、最新の走行パターンに基づいて精度良く予測ダイヤを作成でき、同様に予測ダイヤのずれを最小限に抑えることができるようになる。この結果、雨天や事故といった突発的な遅延要因が発生し、運転士により急な列車の減速制御が行われたような場合でも、最新の走行パターンから予測ダイヤを精度良く作成することができる。更に、作成した予測ダイヤを指令員や運転士に確認させて運転整理や運転支援を行わせることもできるため、運転士が列車の走行状況に見合った運転を実施し易くなる。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】本発明の実施例１に係る列車運行予測システムの全体構成を示した概略ブロック図である。

【図２】図１に示す列車運行予測システムに含まれる車上情報処理装置により生成される走行パターンの変化を説明するために示した図である。

【図３】図１に示す列車運行予測システムに含まれる列車運行予測装置の細部構成を示したブロック図である。

【図４】図１に示す列車運行予測システムによる列車運行予測の動作処理を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

図１は、本発明の実施例１に係る列車運行予測システムの全体構成を示した概略ブロック図である。

【００２３】

この列車運行予測システムは、線路上を運転する１連以上の列車２と、地上側で線路に沿った所定箇所に付設される複数のデジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎと、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎに信号線で接続された中央デジタルＡＴＣ装置６と、ＡＴＣネットワーク７を介して中央デジタルＡＴＣ装置６に対して信号線で接続された列車運行予測装置８と、列車運行予測装置８に対して信号線で接続された列車進路制御装置９と、を備えて構成される。

【００２４】

このうち、列車２には車上情報処理装置３とデジタル情報通信装置４とが搭載され、デジタル情報通信装置４が各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎとの間で軌道回路１を介して線路上を運転する列車２の運転状態についてのデータを送受信できるようになっている。また、中央デジタルＡＴＣ装置６及び列車運行予測装置８は、ＡＴＣネットワーク７を介して互いに線路上を運転する列車運行状態についてのデータを送受信できるようになっ

ている。

【００２５】

この列車運行予測システムでは、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎにおける列車２の運転中にある接近中の最寄りに存在するものからデジタル情報通信装置４に対してデジタル符号化された停止予定位置のデータを軌道回路１を介して送信する。デジタル情報通信装置４から停止予定位置のデータが伝送された車上情報処理装置３では、停止予定位置のデータに対応する実際に停止するための走行パターンを生成する。車上情報処理装置３で算出される走行パターンは、列車識別番号、列車の停止予定位置、停止予定位置までの列車走行速度を含む構成になっている。

【００２６】

車上情報処理装置３で算出された走行パターンは、軌道回路１を介して各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎへ送信される。各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎは、車上情報処理装置３から受信した走行パターンの全てを中央デジタルＡＴＣ装置６へ送信する。中央デジタルＡＴＣ装置６では、全ての走行パターンをＡＴＣネットワーク７を経由して列車運行予測装置８へ送信する。列車運行予測装置８では、車上情報処理装置３から得られた走行パターンの全てのものに基づいて列車ダイヤとのずれを算出し、列車２別に予想ダイヤを作成する。

【００２７】

ここで、列車運行予測装置８は、実際の列車２の走行状況に応じた走行パターンを取得し、取得した走行パターンについての遅延を検知した場合にはその走行パターンを送信した車上情報処理装置３に対して走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で繰り返し行わせると共に、その車上情報処理装置３から順次得られる走行パターンを受信して算出される最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成する機能を持っている。

【００２８】

具体的に云えば、列車運行予測装置８は、走行パターンが遅延を示すときにＡＴＣネットワーク７及び中央デジタルＡＴＣ装置６を経由して各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎにおける列車２の運転中で接近した最寄りに存在するものからその走行パターンを送信した車上情報処理装置３に対して軌道回路１を介して走行パターンを再算出する回数を指定して実施させるための指令を送信する。これにより、指令がデジタル情報通信装置４を介して受信された車上情報処理装置３は、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの指令を発令したものから停止予定位置のデータを順次得て、停止予定位置までの走行パターンの再算出を指定された複数回分行い、その再算出の結果を示す走行パターンを軌道回路１を介して各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの指令を発令したもの及び中央デジタルＡＴＣ装置６とＡＴＣネットワーク７とを経由して列車運行予測装置８へ順次送信する。そこで、列車運行予測装置８は、車上情報処理装置３から順次得られる走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成する。

【００２９】

列車運行予測装置８は、その他、付設される表示装置の表示画面等へ予測ダイヤを表示させることで、指令員や運転士に対して列車運行の予測結果を伝えることができる。例えば運転士に対して列車運行の予測結果の予測ダイヤを伝える場合には、ＡＴＣネットワーク７を経由して中央デジタルＡＴＣ装置６から各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎへ送信した後、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの最寄りに存在するものから軌道回路１を介して列車２に搭載されたデジタル情報通信装置４へと送信する。そこで、予測ダイヤを受信したデジタル情報通信装置４に接続される車上情報処理装置３に付設される表示装置の表示画面上に予測ダイヤに表示すれば、運転士が予測ダイヤを確認することができる。因みに、列車運行予測装置８に接続された列車進路制御装置９が存在する線路区間においては、予測ダイヤを受け取った列車進路制御装置９によって、即座に乱れた列車２のダイヤに対応して進路制御を行うことが可能になる。列車進路制御装置９は、運行管理司令室等に配備される。

【００３０】
即ち、この列車運行予測システムは、全体的な動作として、地上側の各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎについての列車２の運転中で接近した最寄りに存在するものから軌道回路１を介して停止予定位置のデータを短い周期でデジタル情報通信装置４を経由して車上情報処理装置３へ送信し、車上情報処理装置３が停止予定位置のデータを受信すると列車２のブレーキ性能や前方の線路勾配等を考慮して停止位置までの停止予定位置のデータに対応する走行パターンを算出生成し、その算出生成した走行パターンを再度軌道回路１を介して各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの停止予定位置のデータを送信したものへ返信する。そこで、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの走行パターンが送信されたものは、走行パターンを中央デジタルＡＴＣ装置６へ送信し、中央デジタルＡＴＣ装置６では各線路区間毎に設置された各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎが取得している列車２の走行パターンを全て受信すると、ＡＴＣネットワーク７を介して各走行パターンを列車運行予測装置８へ全て送信する。

【００３１】
列車運行予測装置８では、列車２についての停止位置までの全ての走行パターンから列車ダイヤとのずれを算出した予測ダイヤを列車別に作成する。ここで、実際の列車２の走行状況に応じた走行パターンを取得し、取得した走行パターンについての遅延を検知した場合には、該当する列車２が搭載する車上情報処理装置３に対して走行パターンの再算出を複数回異なる推移時点で繰り返し行わせると共に、その車上情報処理装置３から順次得られる走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ複数回毎に作成する。このため、走行パターンに遅延があるときにも各線路区間に対応する各走行パターンを短い周期で予測ダイヤに反映させることができるようになり、最新の走行パターンに基づいて作成する予測ダイヤのずれを最小限に抑えることができる。

【００３２】
この結果、雨天や事故といった突発的な遅延要因が発生し、運転士により急な列車の減速制御が行われたような場合でも、最新の走行パターンから予測ダイヤを精度良く作成することができる。また、例えば作成した予測ダイヤを列車運行予測装置８や車上情報処理装置３に付設される表示装置の表示画面上に表示させれば、指令員や運転士に確認させて運転整理や運転支援を行わせることもできるため、運転士が列車の走行状況に見合った運転を実施し易くなる。

【００３３】
図２は、この列車運行予測システムに含まれる車上情報処理装置３により生成される走行パターンの変化を説明するために示した図である。

【００３４】
図２中では、地点Ａから地点Ｂへ列車２の名称の一例を示すＡレ１４が運転する際、運転状況に応じて走行パターンが変化する流れを示している。通常運行時には、列車ダイヤ作成時に用いた標準走行パターン１０に従って列車２は運転する。

【００３５】
ところが、雨天や突風、若しくは事故の発生等により運転士の判断で列車２の速度が予定運行速度よりも減速されることがある。

【００３６】
図２中に示す具体例では、Ａレ１４のｘ１の時点で算出された走行パターン１１は、列車ダイヤ作成時に用いた標準走行パターン１０よりも速度が遅くなって遅延が発生しており、こうした遅延を示す走行パターン１１が列車運行予測装置８により検知された場合には、列車運行予測装置８がＡＴＣネットワーク７及び中央デジタルＡＴＣ装置６を経由して各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎにおける列車２の運行中で接近した最寄りに存在するものから軌道回路１を介して走行パターン１１を送信した車上情報処理装置３に対して走行パターンを再算出する回数を指定して指令を送信する。この指令がデジタル情報通信装置４を介して受信された車上情報処理装置３では、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎの指令を送信したものから軌道回路１を介して停止予定位置のデータを順次得て、停

止予定位置までの走行パターンの再算出を指定された回数分行う。

【００３７】

これにより、列車ダイヤ作成時に用いた標準走行パターン１０に対し、ｘ１の時点で算出されたＡレの走行パターン１１、ｘ２の時点で算出されたＡレの走行パターン１２、ｘ３の時点で算出されたＡレの走行パターン１３という具合に現在のＡレの運転（走行）状況に応じた停止位置までの走行パターンが算出され、各走行パターン毎にＡレがＢ地点にまで要する時間Ｂ０に対して遅延された時間Ｂ１、Ｂ２、Ｂ３が算出される。ｘ１の時点で算出されたＡレの走行パターン１１からｘ２の時点で算出されたＡレの走行パターン１２への推移と、ｘ２の時点で算出されたＡレの走行パターン１２からｘ３の時点で算出されたＡレの走行パターン１３への推移とは、Ａレの走行実績１５を示すものとなる。尚、先行する列車２の進行状況等、他の要因によりＡレ１４の停止位置がより前方に変更される場合には、新たな停止位置までの走行パターンが算出される。

【００３８】

ここでは、Ａレ１４についての現在位置から停止位置までの走行パターンを算出するため、Ａレ１４の現在の速度だけでなく、停止位置までの走行速度の変化が判る。走行パターンは短い周期で算出し続けるため、列車２の遅延時間を従来よりも正確に算出することができる。

【００３９】

因みに、上述した非特許文献１の技術で説明されているように、車上情報処理装置３がデジタル情報通信装置４を介して一定間隔で設置されたトランスポンダ地上子からの位置情報を列車２上側で受信し、車軸の速度発電機のパルスカウントから移動量を計算するため、軌道回路１の単位でない列車２の現在位置を認識することもできる。

【００４０】

何れにしても、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎは、列車２の運行状態が遅延されている場合でも、車上情報処理装置３により精度良く形成された走行パターンを中央デジタルＡＴＣ装置６とＡＴＣネットワーク７とを経由して列車運行予測装置８へ送信するため、列車運行予測装置８が予測ダイヤを精度高く作成することができる。

【００４１】

図３は、この列車運行予測システムに含まれる列車運行予測装置８の細部構成を示したブロック図である。

【００４２】

列車運行予測装置８は、車上情報処理装置３からの走行パターンを各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎに接続された中央デジタルＡＴＣ装置６を通してＡＴＣネットワーク７を経由して列車別に順次受信する列車走行パターン受信部１６と、標準走行パターンを格納した標準走行パターンファイル部１８と、列車ダイヤを格納した列車ダイヤファイル部１９と、列車走行パターン受信部１６で受信された走行パターンを列車別に順次標準走行パターンファイル部１８に格納された標準走行パターンと比較して列車遅延状況を検知する列車遅延検知部１７と、列車走行パターン受信部１６で列車別に順次受信された走行パターンと列車遅延検知部１７で検知された列車遅延状況を示す列車遅延情報とに基づいて、標準走行パターンファイル部１８に格納された標準走行パターンと列車ダイヤファイル部１９に格納された列車ダイヤとを参照して列車別に予測ダイヤを算出して作成すると共に、予想ダイヤの作成時の走行パターンが遅延を示すときに走行パターンの再算出を指定回数分行わせるための指令をＡＴＣネットワーク７を経由して車上情報処理装置３に対して送信し、指令の送信後にその車上情報処理装置３から順次得られる走行パターンを受信して算出した最新の遅延時間に基づいて、予想ダイヤをそれぞれ指定回数毎に作成する予測ダイヤ作成部２９と、作成された予測ダイヤを列車進路制御装置９やＡＴＣネットワーク７へ送信する予測ダイヤ送信部２１と、を備えて構成される。

【００４３】

尚、列車進路制御装置９は、上述した通りに列車運行予測装置８の予測ダイヤ送信部２１から送信された予想ダイヤに応じて、信号制御や転轍機制御を行って列車２の進路制御

を自動的に行うことができるものである。

【００４４】

図４は、この列車運行予測システムによる列車運行予測の動作処理を示したフローチャートである。

【００４５】

列車運行予測の動作処理では、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎにおける列車２の運転中で接近した最寄りに存在するものから停止予定位置のデータを軌道回路１を介して列車２へ送信しており、列車２に搭載された車上情報処理装置３ではデジタル情報処理装置４を介して受信した停止予定位置のデータに対応する停止予定位置までの走行パターンを算出する（ステップＳ１）。

【００４６】

ここでの算出された全ての走行パターンは、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎから中央デジタルＡＴＣ装置６とＡＴＣネットワーク７とを経由して列車運行予測装置８へ送信されるため、列車運行予測装置８の列車走行パターン受信部１６が列車の全てについての走行パターンを順次受信する（ステップＳ２）。

【００４７】

更に、列車運行予測装置８では、列車遅延検知部１７が列車走行パターン受信部１６で列車別に順次受信された現行の列車走行パターンを受信すると、標準走行パターンファイル部１８に格納された標準走行パターンと比較照合することにより、列車に遅延が発生しているか否かを判定（ステップＳ３）する。尚、ここでは、列車遅延検知部１７が現行の列車走行パターンから列車２の現在位置ｖと現在時刻ｔとを取得すると共に、標準走行パターンファイル部１８に格納された標準走行パターンの時刻ｔにおける列車２の標準位置ｗと列車２の現在位置ｖとを比較し、現在位置ｖの方が標準位置ｗより手前の位置である場合、遅延が発生したと判断するものである。因みに、列車走行パターンは短い周期で受信されるが、列車運行予測装置８の計算機能のスペック（規格仕様）により受信周期を或る程度調整することが可能である。

【００４８】

この判定の結果、列車に遅延が発生していなければ、標準走行パターンに従って走行している状態にあるとみなして動作開始時にリターンし、車上情報処理装置３で算出された列車走行パターンを順次受信して遅延の有無をチェックする動作を繰り返すが、列車に遅延が発生していれば、予測ダイヤ作成部２０が現行の列車走行パターンに従って、列車が現在位置ｖから標準位置ｗへ進行した場合に要する時間を算出し、遅延時間として記憶する。これにより、列車走行パターンから停止予定位置と停止予定位置到着時刻を算出し、遅延時間として記憶する（ステップＳ４）処理が行われる。このとき、予測ダイヤ作成部２０は、その遅延時間に基づいて予想ダイヤを作成する。

【００４９】

この後、予測ダイヤ作成部２０は、前処理（ステップＳ４）を繰り返し、より未来の予測を行うため、列車２がより最新の列車走行パターンに従って標準位置ｗへ到着し、標準位置ｗの次の停止予定位置ｘへ向かって走行すると仮定し、上記した場合と同様の手順で列車２の遅延時間の算出を再起的に繰り返し、列車２の駅出発予定時刻、駅到着予定時刻を算出して行き、予測ダイヤを作成する（ステップＳ５）。予測ダイヤの作成時に走行パターンに遅れがあって列車２の遅延時間の算出を再起的に繰り返すとき、予測ダイヤ作成部２０は、その走行パターンを送信した車上情報処理装置３に対して走行パターンの再算出させるための指令を出力する。

【００５０】

この場合の指定回数分の走行パターンの再算出の指令を受信した車上情報処理装置３が再算出の結果の走行パターンを列車運行予測装置８へ順次送信し、列車運行予測装置８がそれらの走行パターンに基づいて算出した遅延時間に応じて、予測ダイヤを指定回数分作成するための動作は上述した通りに行われる。

【００５１】

その他、予測ダイヤ作成部２０では、列車２の駅出発予定時刻を求める際、各駅毎に予め定義された列車２を停車させなければならない最短時間である最小停車時分を加算する。ここで、列車２の駅出発予定時刻は列車ダイヤで定められている出発時刻よりも早くならず、しかも先行列車との間で確保しなければならない出発時隔が確保されるように決定する必要がある。

【００５２】

列車２の駅到着予定時刻については、出発予定時刻に列車２が出発するとみなし、上述した標準位置ｗから次の停止予定位置ｘへ移動する場合と同様な手順として、次駅に到着するまでに要する時間を算出し、出発予定時刻にその所要時間を加算することにより求める。ここで、次の駅到着予定時刻は、先行列車との間で確保しなければならない出発時隔が確保されるように決定する必要がある。

【００５３】

更に、予測ダイヤ送信部２１は、予測ダイヤ作成部２０が作成した予測ダイヤを列車進路制御装置９へ送信する。これにより、列車進路制御装置９が自動的に運転整理を行うことができる。

【００５４】

尚、上述した実施例１の列車運行予測システムでは、各デジタルＡＴＣ装置５－１～５－ｎを接続した中央デジタルＡＴＣ装置６と列車進路制御装置９に接続された列車運行予測装置８とをＡＴＣネットワーク７を介して互いに接続することで双方向通信可能な構成とすると共に、列車運行予測装置８が作成した予測ダイヤを列車進路制御装置９へ送信し、列車進路制御運置９により自動運転整理が行われる機能、並びに予測ダイヤを列車運行予測装置８に付設される表示装置の表示画面上に表示したり、或いはＡＴＣネットワーク７経由で車上情報処理装置３に付設される表示装置の表示画面上に表示することにより指令員や運転士の運行支援が可能な機能が構築される構成として説明したが、列車運行予測装置８で作成された予測ダイヤを列車無線を利用して車上情報処理装置３へ無線送信しても同様な効果が得られるため、列車運行予測装置８の基本機能を活用したシステム構成は図１に開示したものに限定されない。

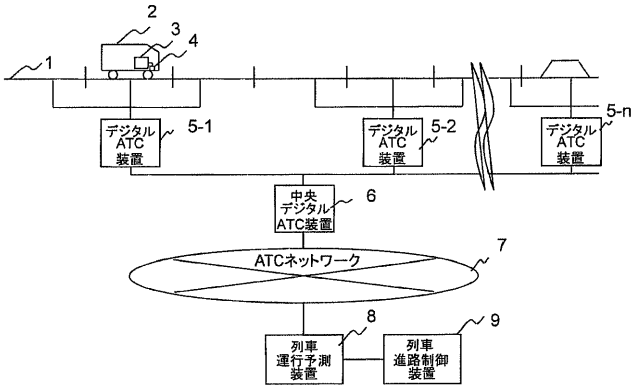
【符号の説明】

【００５５】

１　軌道回路
２　列車
３　車上情報処理装置
４　デジタル情報通信装置
５－１～５－ｎ　デジタルＡＴＣ装置
６　中央デジタルＡＴＣ装置
７　ＡＴＣネットワーク
８　列車運行予測装置
９　列車進路制御装置
１０　列車ダイヤ作成時に用いた標準走行パターン
１１　ｘ１の時点で算出されたＡレの走行パターン
１２　ｘ２の時点で算出されたＡレの走行パターン
１３　ｘ３の時点で算出されたＡレの走行パターン
１４　Ａレ
１５　Ａレの走行実績
１６　列車走行パターン受信機能
１７　列車遅延検知機能
１８　標準走行パターン
１９　列車ダイヤ
２０　予測ダイヤ作成機能
２１　予測ダイヤ送信機能

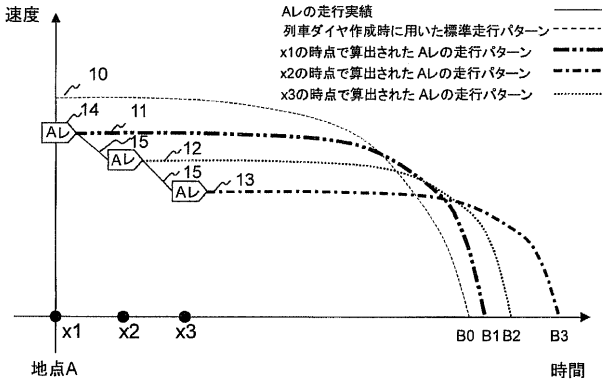
【図１】

図1



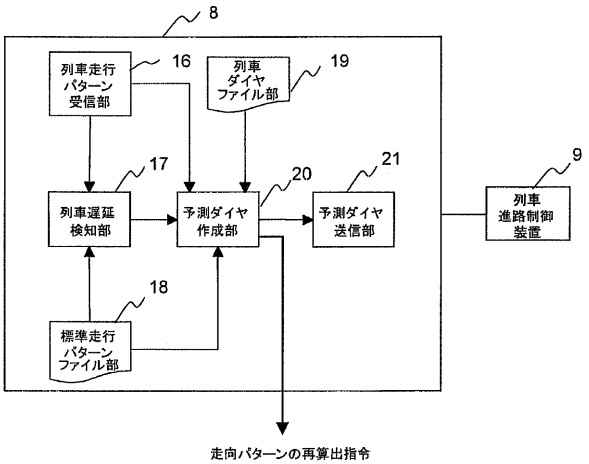
【図２】

図2



【図３】

図3



【図４】

図4

