

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6498542号
(P6498542)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 8 G 1/16 (2006.01)

G O 8 G 1/16 A

G O 8 G 1/0969 (2006.01)

G O 8 G 1/0969

B 6 O R 21/00 (2006.01)

B 6 O R 21/00 9 9 1

請求項の数 9 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-122022 (P2015-122022)
 (22) 出願日 平成27年6月17日(2015.6.17)
 (65) 公開番号 特開2017-10110 (P2017-10110A)
 (43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)
 審査請求日 平成30年2月2日(2018.2.2)

(73) 特許権者 000005522
 日立建機株式会社
 東京都台東区東上野二丁目16番1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 金井 政樹
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 加藤 学
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 ▲濱▼田 朋之
 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機
 株式会社 土浦工場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管制制御システム及び車載端末装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両の交通管制を行う管制制御システムであって、

前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した第1走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、

前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、

前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記他車線走行許可区間の設定要求を行う操作及び前記他車線走行許可区間の解除要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、

前記他車線走行許可区間を画面に表示する表示部と、

を備え、

前記他車線走行許可部は、前記有人車両の車体が前記第1走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記第1走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は前記有人車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記解除要求に応答して前記他車線走行許可区間の設定を解除する、

ことを特徴とする管制制御システム。

【請求項2】

10

20

前記走行許可区間設定部は、前記複数の車線の内の一の車線上を自律走行する自律走行車両の走行車線の内、前記第1走行許可区間又は前記他車線走行許可区間が設定されていない区間上に、前記自律走行車両のみに走行許可を付与した第2走行許可区間を更に設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の管制制御システム。

【請求項3】

前記走行許可区間設定部が前記有人車両に対して新たな第1走行許可区間を設定すると、前記他車線走行許可部は前記新たな第1走行許可区間と並行な区間に新たな他車線走行許可区間を追従して設定する、

ことを特徴とする請求項1に記載の管制制御システム。

10

【請求項4】

前記他車線走行許可区間は、前記隣車線において前記第1走行許可区間と並行な区間を内包する区間である、

ことを特徴とする請求項1に記載の管制制御システム。

【請求項5】

前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記有人車両が前方障害物を回避するための追越し経路を生成する追越し経路生成部を更に備え、

前記追越し経路生成部は、前記有人車両に対して設定された前記他車線走行許可区間内に前記追越し経路を生成する、

ことを特徴とする請求項1に記載の管制制御システム。

20

【請求項6】

鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両に搭載される車載端末装置であって、

前記車載端末装置が搭載された自車両が走行する車線の隣車線に、自車両のみに対して走行許可が付与された他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、

前記他車線走行許可区間の位置を表示する表示部と、

前記有人車両の交通管制を行う管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、

、

前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、

30

前記複数の車線の位置及び各車線の進行方向を規定した地図情報を記憶する端末側地図情報記憶部と、を備え、

前記管制制御装置が、前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した走行許可区間として設定し、前記端末側通信制御部が前記走行許可区間の位置を示す情報を受信している場合に、前記指令入力受付部に対して既に設定されている他車線走行許可区間の設定を解除するための操作がされると、前記指令入力受付部は自車両に搭載された位置算出装置から自車両位置を取得し、前記自車両位置と前記地図情報とを参照し、自車両の車体が前記走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は自車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記他車線走行許可区間の設定を解除する解除要求操作を受け付ける、

40

ことを特徴とする車載端末装置。

【請求項7】

前記指令入力受付部は、前記隣車線を挟む任意の2点の選択操作を受け付けると、当該2点を対角の点とする矩形領域を生成し、その内部に含まれる他車線上の区間を前記他車線走行許可区間として取得要求する取得要求区間として抽出する、又は他車線上の任意の2区間を指定し、それらを含む一連の区間を前記取得要求区間として抽出する、

ことを特徴とする請求項6に記載の車載端末装置。

【請求項8】

前記指令入力受付部は、前記自車両の走行に伴って自車両位置が変更すると、自車両位

50

置の変更に追従して他車線走行許可区間を再設定する要求をするための操作を更に受け付ける、

ことを特徴とする請求項6に記載の車載端末装置。

【請求項9】

前記複数の車線は少なくとも3車線を含み、

前記指令入力受付部は、自車両の進行方向に対して左右どちら側の車線に前記他車線走行許可区間を設定するかを指定する操作、及び前記他車線走行許可区間を設定する車線数の入力操作を更に受け付ける、

ことを特徴とする請求項6に記載の車載端末装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は管制制御システム及び車載端末装置に係り、自律走行車両及び有人車両が混走する作業現場における管制制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、鉱山の自律走行システムにおける管制制御技術として「走行路の走行状態の監視結果に基づいて、往復2車線のうち一方の車線を走行する一方の車両の前方に進入禁止領域が設定され、進入禁止領域を回避して一方の車線に対向する対向車線の一部の区間を走行させる走行指令が与えられる。対向車線を走行する対向車両に対しては、一部の区間への進入を禁止する走行指令が与えられる。また、走行路の条件設定区間における上限速度が設定され、条件設定区間に対応づけて設定された上限速度を含む走行条件が、車両に対して走行指令として与えられる。車両は、走行指令が与えられた場合に、上限速度を超えない速度で走行路を走行する（要約抜粋）」ことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許公報第6480769号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

鉱山では、道路整備のためのドーザやグレーダ、散水車や、作業者が鉱山内を移動するためのライトビークルなどの運転手の操縦に従って走行する有人車両が、自律走行する鉱山用運搬車両に混ざって走行する。有人車両の車体に比べて鉱山用運搬車両は車体が大きいのので、有人車両が鉱山用運搬車両に追い越されたりすれ違ったりする際に、有人車両の運転手が圧迫感を感じることもある。

【0005】

上記特許文献1の方法では、有人車両が前方車両を追い越す際に対向車線上の鉱山用運搬車両を停止させることができるが、鉱山用運搬車両と同じ方向に向かって並走する場合や対向車線を走行中の鉱山用運搬車両とすり違う場合に、有人車両の運転手を感じる圧迫感を軽減することはできないという課題が残る。

【0006】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、自律走行車両と有人車両とを混走させる際に、有人車両が走行中の自律走行車両に接近することを回避するための管制制御システム及び車載端末装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するため、本発明に係る管制制御システムは、鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両の交通管制を行う管制制御システムであって、前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両

10

20

30

40

50

のみに走行許可を付与した第1走行許可区間として設定する走行許可区間設定部と、前記有人車両の走行車線の隣車線における前記第1走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、前記有人車両のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定する他車線走行許可部と、前記有人車両の走行車線の隣車線に、前記他車線走行許可区間の設定要求を行う操作及び前記他車線走行許可区間の解除要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、前記他車線走行許可区間を画面に表示する表示部と、を備え、前記他車線走行許可部は、前記有人車両の車体が前記第1走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記第1走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は前記有人車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ前記車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記解除要求に応答して前記他車線走行許可区間の設定を解除する、ことを特徴とする。

10

【0009】

また本発明に係る車載端末装置は、鉱山内に並行に設けられた複数の車線の内の一の車線上を、運転手の運転操作に従って走行する有人車両に搭載される車載端末装置であって、前記車載端末装置が搭載された自車両が走行する車線の隣車線に、自車両のみに対して走行許可が付与された他車線走行許可区間の設定要求を行う操作を受け付ける指令入力受付部と、前記他車線走行許可区間の位置を表示する表示部と、前記有人車両の交通管制を行う管制制御装置に対し、前記設定要求を送信するとともに、前記他車線走行許可区間の位置を示す情報を受信する端末側通信制御部と、前記複数の車線の位置及び各車線の進行方向を規定した地図情報を記憶する端末側地図情報記憶部と、を備え、前記管制制御装置が、前記有人車両の走行車線の一部区間を当該有人車両のみに走行許可を付与した走行許可区間として設定し、前記端末側通信制御部が前記走行許可区間の位置を示す情報を受信している場合に、前記指令入力受付部に対して既に設定されている他車線走行許可区間の設定を解除するための操作がされると、前記指令入力受付部は自車両に搭載された位置算出装置から自車両位置を取得し、前記自車両位置と前記地図情報とを参照し、自車両の車体が前記走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記走行許可区間の進行方向と一致する場合、又は自車両の車体が前記他車線走行許可区間に内包されかつ自車両の車体の向きが前記他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に、前記他車線走行許可区間の設定を解除する解除要求操作を受け付ける、ことを特徴とする。

20

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、自律走行車両と有人車両とを混走させる際に、有人車両が走行中の自律走行車両に接近することを回避することができる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】管制制御システムの概略構成を示す図

【図2】管制サーバ、ダンプトラック及び有人車両のハードウェア構成図であって、(a)は管制サーバ、(b)はダンプトラック、(c)は有人車両を示す。

【図3】ダンプトラックの外観を示す図

40

【図4】管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図

【図5】車両側の主な機能を示す機能ブロック図であり、(a)がダンプトラック20の機能を示す機能ブロック図、(b)が有人車両90の機能を示す機能ブロック図である。

【図6】ダンプトラック及び有人車両が走行する露天掘り鉱山現場の構成例を示す図

【図7】自律走行開始時におけるダンプトラックと管制サーバとの間の通信動作を示す図であって、(a)はダンプトラックから目的地の要求メッセージを送信する状態を示し、(b)は管制サーバからの応答状態を示し、(c)は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

【図8】走行許可区間の設定の詳細を示す図であって、(a)はダンプトラック及び有人車両から走行許可区間の要求メッセージを送信する状態を示し、(b)は管制サーバから

50

の応答メッセージを示し、(c)は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

【図9】ドーザ(有人車両)に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、(a)は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得する前の画面、(b)は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。

【図10】ドーザ(有人車両)に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、(a)はドーザが隣の2車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面、(b)はドーザが作業を終えて自車線に復帰したが車体の向きが進行方向と逆向きになっている状態の画面を示す図である。

【図11】ドーザ(有人車両)に備えられたナビゲーション装置の表示装置に表示された画面の一例であり、(a)は有人車両のオペレータが手動で対向車線上の区間を取得したい2点を指定した状態を示す画面、(b)は取得区間の境界点を探索し、有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。

【図12】図9の画面に基づいて有人車両のオペレータが操作を行った場合に、管制サーバの他車線走行許可部が対向車線上の区間を当該有人車両に対して走行許可する手順を説明するフローチャート

【図13】有人車両が対向車線の走行許可区間を解除する時の動作手順を説明するフローチャート

【図14】ダンプトラックに対する管制制御処理の流れを示すフローチャート

【図15】有人車両に対する管制制御処理の前半部分を示すフローチャート

【図16】有人車両に対する管制制御処理の後半部分を示すフローチャート

【図17】第二実施形態に係る管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図

【図18】追越し動作における追越し経路および走行許可区間を説明する概略図であり、(a)は追越し動作開始前における追越し車両と追越し対象車両、および各車両の走行許可区間の位置関係を示す図、(b)は追越し経路生成の概要を説明する図、(c)は追越し動作の際に設定する走行許可区間の概要を説明する図である。

【図19】追越し動作の概要を説明するフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下の実施の形態においては、便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明する。以下の実施の形態において、要素の数等(個数、数値、量、範囲等を含む)に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でもよい。なお、以下の実施の形態において、その構成要素(処理ステップ等も含む)は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須ではない。また、以下の実施の形態における各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路その他のハードウェアとして実現しても良い。また、後述する各構成、機能、処理部、処理手段等は、コンピュータ上で実行されるプログラムとして実現しても良い。すなわち、ソフトウェアとして実現しても良い。各構成、機能、処理部、処理手段等を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリやハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の記憶装置、ICカード、SDカード、DVD等の記憶媒体に格納することができる。

【0013】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一または関連する符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

【0014】

まず、図1に基づいて、本発明に係る管制サーバを含む自律走行システムの概略構成について説明する。図1は、管制制御システムの概略構成を示す図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示す管制制御システム 1 は、鉱山などの採石場で、掘削及び積込作業を行うショベル 10 - 1、10 - 2 から積み込まれた土砂や鉱石等の積荷を搬送するための鉱山用の自律走行運搬車両 20 - 1、20 - 2 と、採石場の近傍若しくは遠隔の管制センタ 30 に設置された管制サーバ 31 と、自律走行運搬車両 20 - 1、20 - 2 が走行する搬送路の整地や、作業員の移動のために用いられる有人車両 90 - 1、90 - 2 とを、無線通信回線 40 を介して互いに通信接続して構成される。自律走行運搬車両としてダンプトラックを用いるので、以下では自律走行運搬車両をダンプトラックと称する。管制サーバ 31 は、ダンプトラック及び有人車両の交通管制を行う管制制御装置である。

【 0 0 1 6 】

各ダンプトラック 20 - 1、20 - 2 は、鉱山内で予め設定された搬送路 60 に沿ってショベル 10 - 1 又は 10 - 2、及び図示しない放土場の間を往復し、積荷を搬送する。

【 0 0 1 7 】

鉱山内には、複数の無線基地局 41 - 1、41 - 2、41 - 3 が設置される。そしてこれらの無線基地局 41 - 1、41 - 2、41 - 3 を経由して、無線通信の電波が送受信される。

【 0 0 1 8 】

ショベル 10 - 1、10 - 2、各ダンプトラック 20 - 1、20 - 2 及び有人車両 90 - 1、90 - 2 は、全地球航法衛星システム (GNSS: Global Navigation Satellite System) の少なくとも 4 つの航法衛星 50 - 1、50 - 2、50 - 3、50 - 4 から測位電波を受信して自車両の位置を取得するための位置算出装置 (図 1 では図示を省略する) を備える。GNSS として、例えば GPS (Global Positioning System)、GLONASS、GALILEO を用いてもよい。ダンプトラック 20 - 1、20 - 2 の構成は同じであるので、以下ではダンプトラック 20 - 1、20 - 2 を区別することなく総称する場合はダンプトラック 20 と記載する。またショベル 10 - 1、10 - 2 の構成も同じであるので、以下ではショベル 10 - 1、10 - 2 を区別することなく総称する場合はショベル 10 と記載する。さらに有人車両 90 - 1、90 - 2 の構成も同じであるので、以下では有人車両 90 - 1、90 - 2 を区別することなく総称する場合は有人車両 90 と記載する。

【 0 0 1 9 】

ダンプトラック 20 は、本体を形成するフレーム 21 と、前輪 22 及び後輪 23 と、フレーム 21 の後方部分に設けられたヒンジピン (図示せず) を回動中心として上下方向に回動可能な荷台 24 と、この荷台 24 を上下方向に回動させる左右一対のホイストシリンダ (図示せず) と、を含む。また、ダンプトラック 20 は、見通しの良い場所、例えば、ダンプトラック 20 の上面前方に、無線通信回線 40 に接続するためのアンテナ 25 が設置される。

【 0 0 2 0 】

更にダンプトラック 20 は、管制サーバ 31 からの指示に従って自律走行をするため走行制御装置 200 を搭載する。

【 0 0 2 1 】

有人車両 90 は、運転手の運転操作に従って走行する車両である。有人車両 90 には、運転手が管制サーバ 31 からの指示に沿って運転操作を行うためのナビゲーション装置 900 (車両端末装置) を搭載する。

【 0 0 2 2 】

管制サーバ 31 は、無線通信回線 40 に接続するためのアンテナ 32 に接続される。そして、管制サーバ 31 は、アンテナ 32、無線基地局 41 - 1、41 - 2、41 - 3 を経由してダンプトラック 20、有人車両 90 と通信する。

【 0 0 2 3 】

次に図 2 及び図 3 を参照して、図 1 の管制サーバ 31、ダンプトラック 20 及び有人車両 90 のハードウェア構成について説明する。図 2 は、管制サーバ 31、ダンプトラック

10

20

30

40

50

20及び有人車両90のハードウェア構成図であって、(a)は管制サーバ、(b)はダンプトラック、(c)は有人車両を示す。図3は、ダンプトラック20の外観を示す図である。

【0024】

図2の(a)に示すように、管制サーバ31は、CPU311、RAM(Random Access Memory)312、ROM(Read Only Memory)313、HDD(Hard Disk Drive)314、I/F315、バス318を含む。そして、CPU311、RAM312、ROM313、HDD314、及びI/F315がバス318を介して接続されて構成される。

【0025】

更に、管制サーバ31は、表示装置316、及び入力装置317を備え、これらがI/F315に接続される。

【0026】

CPU311は演算部であり、管制サーバ31全体の動作を制御する。

【0027】

RAM312は、情報の高速な読み書きが可能な揮発性の記憶媒体であり、CPU311が情報を処理する際の作業領域として用いられる。

【0028】

ROM313は、読み出し専用の不揮発性記憶媒体であり、自律走行制御プログラムが格納されている。

【0029】

HDD314は、情報の読み書きが可能な不揮発性の記憶媒体であり、OS(Operating System)や各種の制御プログラム、アプリケーション・プログラム等が格納されている。

【0030】

表示装置316は、ユーザが鉱山内のダンプトラックの走行状況の確認などを行うためのユーザインタフェースであり、例えばLCD(Liquid Crystal Display)により構成される。

【0031】

入力装置317は、ユーザが管制サーバ31に情報を入力するためのユーザインタフェースであり、例えばマウス、キーボードやLCDに積層されたタッチパネル(図示を省略)を用いて構成される。

【0032】

管制サーバ31のI/F315には、無線通信回線40に接続するためのサーバ側通信装置340が接続される。

【0033】

一方、ダンプトラック20は、図2の(b)に示すように自律走行のための制御処理を行う走行制御装置200と、走行制御装置200からの制御指示に従ってダンプトラック20を走行駆動するための走行駆動装置210と、ダンプトラック20の自車両の位置を算出するための位置算出装置220と、ダンプトラック20の周辺環境を認識するためのミリ波センサ等の車載センサ230と、無線通信回線40に接続するための車両側通信装置240と、を備える。

【0034】

走行駆動装置210は、ダンプトラック20に対して制動をかける制動装置211、ダンプトラック20の操舵角を変更するための操舵モータ212、及びダンプトラック20を走行させるための走行モータ213を含む。

【0035】

位置算出装置220は自己位置を特定する手段であり、本実施形態では、航法衛星50-1、50-2、50-3、50-4からの測位電波を受信して自車両の位置を算出するGPS装置を用いるので、ダンプトラック20にはGPSアンテナ221(図3参照)を

10

20

30

40

50

備える。位置算出装置 220 は GPS である必要はなく、例えば、慣性計測装置 (IMU: Inertial Measurement Unit) や、地上に設置された基地局からの電波を用いて位置を特定するシステムによるものであってもよい。その場合、ダンブトラック 20 は、GPS アンテナ 221 に代わり、そのシステム用のアンテナやジャイロセンサや車輪の回転数を検知するセンサを備える。

【0036】

車載センサ 230 は、ダンブトラック 20 の速度や周辺の環境を認識・推定するためのものであり、例えば、路肩検出手段や前方障害物の検出を行う手段が相当する。路肩検出手段として、本実施形態ではレーザーレーダセンサ 231L、231R (図3参照) を備えるが、これに限らずカメラを用いた画像処理により路肩を検出するものであってもよい。その場合、レーザーレーダセンサ 231L、231R は車体側方を見下ろすように設置されたカメラに代わる。また、前方障害物の検出手段として、本実施形態ではミリ波レーダセンサ 232 を備えており、この出力を用いてダンブトラック 20 の走行方向前方の障害物を検出するが、ミリ波レーダセンサ 232 に代わり前方に向けられた複数のカメラを備えてもよい。この場合、複数のカメラの取り付け位置は図3に示す位置よりもさらに上方にあって前方を見下ろすように設置したものであってもよい。

10

【0037】

車載センサ 230 の検知結果は走行制御装置 200 に出力され、通常時は走行路から離脱しないように走行位置の監視や加減速に用いられ、緊急時には緊急回避行動に必要な制動動作に用いられる。

20

【0038】

走行制御装置 200 は、CPU 201、RAM 202、ROM 203、HDD 204、I/F 205、及びバス 208 を含む。そして、CPU 201、RAM 202、ROM 203、HDD 204、及び I/F 205 がバス 208 を介して接続されて構成される。更に、走行駆動装置 210、位置算出装置 220、車載センサ 230、及び車両側通信装置 240 が、I/F 205 に接続される。

【0039】

さらに、有人車両 90 は、図2の(c)に示すように車両を操縦するオペレータに対して管制サーバ 31 からの指示の伝達などを行うためのナビゲーション装置 900 と、有人車両 90 の車両位置を算出するための位置算出装置 920 と、無線通信回線 40 に接続するための車両側通信装置 940 と、を備える。

30

【0040】

ナビゲーション装置 900 は、CPU 901、RAM 902、ROM 903、HDD 904、I/F 905、及びバス 908、ナビゲーション装置 900 が取得した情報をオペレータに表示するための表示装置 906、オペレータがナビゲーション装置 900 に操作指令を入力する際のユーザインタフェースとなる入力装置 907 を含む。そして、CPU 901、RAM 902、ROM 903、HDD 904、及び I/F 905 がバス 908 を介して接続され、表示装置 906 と入力装置 907 が I/F 905 に接続されて構成される。更に、位置算出装置 920 及び車両側通信装置 940 が、I/F 905 に接続される。

40

【0041】

次に図4及び図5を参照して、管制サーバ 31、ダンブトラック 20 及び有人車両 90 の機能構成について説明する。図4は、管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図である。図5は、車両側の主な機能を示す機能ブロック図であり、(a)がダンブトラック 20 の機能を示す機能ブロック図、(b)が有人車両 90 の機能を示す機能ブロック図である。

【0042】

図4に示すように、管制サーバ 31 は、ダンブトラック 20、有人車両 90 との無線通信を行うための制御を行うサーバ側通信制御部 310、ダンブトラック 20 の目的地とそこへ至る走行路を決定し、またダンブトラック相互、あるいはダンブトラックと有人車両

50

とが干渉しないように交通管制を行う管制制御部 3 2 0、ダンプトラック 2 0 と有人車両 9 0 とが走行する搬送路の地図情報を記憶する管制地図情報記憶部 3 1 4 a、及び設定されている走行許可区間及び後述する他車線走行許可区間の位置情報を記憶する区間情報記憶部 3 1 4 b を備える。上記搬送路とは、積込場や放土場、また不図示の駐機場など、ダンプトラック 2 0 の出発点、終点を結ぶ道路であり、この道路に複数の車線が設定される。片側 1 車線、合計 2 車線が形成される場合は、隣車線が対向車線になる。また、片側 2 車線以上の道路では、隣車線が追い越し車線となる場合もある。

【 0 0 4 3 】

サーバ側通信制御部 3 1 0 は、I / F 3 1 5 を介してサーバ側通信装置 3 4 0 に接続されてダンプトラック 2 0 や有人車両 9 0 との間で実際の無線通信を行うための制御を行う。

10

【 0 0 4 4 】

管制制御部 3 2 0 は、配車管理部 3 2 1、走行許可区間設定部 3 2 2、及び他車線走行許可部 3 2 3 を含む。

【 0 0 4 5 】

配車管理部 3 2 1 は、ダンプトラック 2 0 の目的地を設定し、管制地図情報記憶部 3 1 4 a に格納された地図情報を参照して現在位置から目的地に至る走行路を決定する。

【 0 0 4 6 】

配車管理部 3 2 1 の処理例として、例えばダンプトラック 2 0 が駐機場にいる場合には、積込位置を含む積込場の入口を目的として設定する。そして配車管理部 3 2 1 は駐機場から積込場の入口に至るまでの走行車線を設定する。この走行車線の設定に際し、配車管理部 3 2 1 は、積込位置の移動に伴って動的に走行路（動的パス）を生成してもよい。更に、配車管理部 3 2 1 は、ダンプトラック 2 0 が積込位置にいる場合には、積載物の内容によって放土場 6 2、6 3 のいずれかを目的地として設定し、それに至るまでの動的パスを生成する。また、有人車両 9 0 の走行路を設定する場合は、有人車両 9 0 に搭乗しているオペレータがナビゲーション装置 9 0 0 を用いて目的地を入力し、車両側通信装置 9 4 0、サーバ側通信装置 3 4 0 を介して入力した目的地を管制サーバ 3 1 に送信し、管制サーバ 3 1 の配車管理部 3 2 1 によって有人車両 9 0 の現在位置から入力された目的地までの経路を走行車線として設定するようにしてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

走行許可区間設定部 3 2 2 は、有人車両 9 0 の走行車線の一部区間を当該有人車両 9 0 のみに走行許可を付与した第 1 走行許可区間として設定する。またダンプトラック 2 0 の走行車線の一部区間を当該ダンプトラック 2 0 のみに走行許可を付与した第 2 走行許可区間として設定する。走行許可区間設定部 3 2 2 は、第 1 及び第 2 走行許可区間の位置情報を区間情報記憶部 3 1 4 b に記憶された区間情報に上書きして更新する。区間情報には、走行許可区間の最前端のノードである前方境界点のノード ID、及び最後端のノードである後方境界点のノード ID が含まれる。走行許可区間設定部 3 2 2 は、ダンプトラック 2 0 又は有人車両 9 0 から新たな走行許可区間の設定を要求する情報（以下「区間要求メッセージ」という）を受信すると、これに応じて走行許可区間の設定処理を行う。走行許可区間設定部 3 2 2 は、新たな走行許可区間を設定した際にはその走行許可区間を示す情報（以下「区間応答メッセージ」という）を生成し、出来なかった場合には走行不許可を示す不許可応答メッセージを生成する。

30

40

【 0 0 4 8 】

走行許可区間設定部 3 2 2 は第 1 走行許可区間及び第 2 走行許可区間を設定する際に区間情報を参照する。そして、他の車両に対して設定されている第 1 走行許可区間及び第 2 走行許可区間及び後述する他車線走行許可区間に、区間要求メッセージを送信した車両に対して設定する第 1 走行許可区間又は第 2 走行許可区間が重ならないように設定する。これにより、同一の第 1 走行許可区間及び第 2 走行許可区間に複数の車両が進入することがなく、車両同士の干渉が回避できる。

【 0 0 4 9 】

50

他車線走行許可部 3 2 3 は、有人車両 9 0 の走行車線の隣車線における第 1 走行許可区間と並行な区間の少なくとも一部を含む区間を、有人車両 9 0 のみに走行許可を付与した他車線走行許可区間として設定し、区間情報に上書きする。他車線走行許可区間は、隣車線において第 1 走行許可区間と並行な区間を内包する区間（前後方向に第 1 走行許可区間よりも長い区間）であってもよい。

【 0 0 5 0 】

他車線走行許可部 3 2 3 は、他車線走行許可区間を設定する際に、他車線走行許可区間の設定対象となる有人車両の走行車線の隣車線を走行中の他車両に対して設定されている第 1 走行許可区間及び第 2 走行許可区間に他車両走行許可区間が重ならない、換言すれば隣車線上の他車両が停止していれば当該他車両に対して設定されている第 1 走行許可区間又は第 2 走行許可区間に重ねて他車両走行許可区間を設定する。これにより、有人車両が隣車線の車両を停止させてからすれ違い、又は追越し（有人車両の走行車線を走行して隣車線の車両を追い越す場合を含む）をすることができる。

10

【 0 0 5 1 】

また他車線走行許可部 3 2 3 は、他車線走行許可区間の自動取得モード（詳細は後述する）においては、走行許可区間設定部 3 2 2 が有人車両 9 0 に対して新たな第 1 走行許可区間を設定すると、他車線走行許可部 3 2 3 は新たな第 1 走行許可区間と並行な区間に新たな他車線走行許可区間を追従して設定する。

【 0 0 5 2 】

表示制御部 3 5 0 は、表示装置 3 1 6 の画面に搬送路 6 0 を走行するダンプトラック 2 0 や有人車両 9 0 の位置、第 1 走行許可区間、第 2 走行許可区間及び他車線走行許可区間の設定状態を表示する制御を行う。

20

【 0 0 5 3 】

管制地図情報記憶部 3 1 4 a は、搬送路 6 0 の地図情報を記憶する。

【 0 0 5 4 】

区間情報記憶部 3 1 4 b は、設定中の第 1 走行許可区間、第 2 走行許可区間、及び他車線走行許可区間の位置を示す区間情報を記憶する。

【 0 0 5 5 】

ダンプトラック 2 0 に搭載される走行制御装置 2 0 0 は、図 5（a）に示すように車両側通信制御部 2 5 0、要求情報処理部 2 6 0、自律走行制御部 2 7 0、及び車両地図情報記憶部 2 8 0 を備える。

30

【 0 0 5 6 】

車両側通信制御部 2 5 0 は、管制サーバ 3 1 との間で行う無線通信の制御を行う。車両側通信制御部 2 5 0 は区間要求メッセージの送信及び区間応答メッセージ又は不許可応答メッセージの受信を行う。

【 0 0 5 7 】

要求情報処理部 2 6 0 は、車両地図情報記憶部 2 8 0 に格納された地図情報及び位置算出装置 2 2 0（図 2 参照）が算出した自車両位置を基に、ダンプトラック 2 0 が区間要求メッセージを送信する地点に到達したかを判断し、要求地点に到達すると区間要求メッセージを生成して車両側通信制御部 2 5 0 を介して管制サーバ 3 1 に対して区間要求メッセージを送信する。

40

【 0 0 5 8 】

自律走行制御部 2 7 0 は、位置算出装置 2 2 0 から自車両位置を取得し、車両地図情報記憶部 2 8 0 の地図情報を参照して、区間応答メッセージに含まれる走行許可区間に従って自車両を走行させるための制御を走行駆動装置 2 1 0（図 2 参照）に対して行う。また、自律走行制御部 2 7 0 は、車載センサ 2 3 0 の検知結果に基づいて前方障害物の有無を判定し、障害物との干渉、衝突の回避動作の有無も判定し、必要があれば制動動作のための制御を行う。更に自律走行制御部 2 7 0 は、管制サーバ 3 1 からの指示に従って、制動装置 2 1 1 に対する駆動制御を行い、減速動作、通常停止動作、又は緊急停止動作を行う。

50

【 0 0 5 9 】

有人車両 9 0 に搭載されるナビゲーション装置 9 0 0 は、図 5 (b) に示すように車両側通信制御部 9 5 0、要求情報処理部 9 6 0、表示制御部 9 7 0、指令入力受付部 9 9 0 及び車両地図情報記憶部 9 8 0 を備える。車両側通信制御部 9 5 0、要求情報処理部 9 6 0 及び車両地図情報記憶部 9 8 0 については、ダンプトラック 2 0 が備えるものと同一の機能を有するため、説明を省略する。

【 0 0 6 0 】

指令入力受付部 9 9 0 は、有人車両 9 0 に搭乗しているオペレータが入力装置 9 0 7 を操作して、当該有人車両の目的地を指定したり、有人車両 9 0 の走行車線の隣車線を含む他車線に、他車線走行許可区間の設定要求を行ったりする操作を受け付ける。オペレータは他車線上で作業をしたい場合などに他車線走行許可区間を取得するための操作を入力装置 9 0 7 から行い、指令入力受付部 9 9 0 はその入力操作を受けて他車線の設定要求をするためのメッセージ（以下「他車線区間要求メッセージ」という）を入力する。

【 0 0 6 1 】

更に指令入力受付部 9 9 0 はオペレータが他車線走行許可区間の解除要求を行う操作を受け付ける。

【 0 0 6 2 】

表示制御部 9 7 0 は、車両地図情報記憶部 9 8 0 の情報を用いて有人車両 9 0 が走行する搬送路の画像を表示装置 9 0 6 に表示すると共に、それに重畳して、ナビゲーション装置 9 0 0 が管制サーバ 3 1 から受信した第 1 走行許可区間及び他車線走行許可区間の位置情報と、位置算出装置 9 2 0 が算出した自車の現在位置とを表示装置 9 0 6 に表示する。有人車両 9 0 を操縦するオペレータは、表示装置 9 0 6 に表示された自車の第 1 走行許可区間と自車の現在位置を見て、第 1 走行許可区間からはみ出ないように車両の走行を行う。

【 0 0 6 3 】

次に、図 6 から図 8 を参照して、ダンプトラック及び有人車両が走行する際の管制サーバとの間の処理について説明する。図 6 は、ダンプトラック及び有人車両が走行する露天掘り鉱山現場の構成例を示す図である。図 7 は、自律走行開始時におけるダンプトラックと管制サーバとの間の通信動作を示す図であって、(a) はダンプトラックから目的地の要求メッセージを送信する状態を示し、(b) は管制サーバからの応答状態を示し、(c) は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。図 8 は、走行許可区間の設定の詳細を示す図であって、(a) はダンプトラック及び有人車両から走行許可区間の要求メッセージを送信する状態を示し、(b) は管制サーバからの応答メッセージを示し、(c) は走行許可区間の要求及び応答状態を示す。

【 0 0 6 4 】

図 6 に示す符号 6 1 は、ショベル 1 0 などの鉱山機械による掘削現場及び鉱山機械がダンプトラック 2 0 に積み込む積込場 6 1 を示す。積込場 6 1 のうち、ショベル 1 0 の周辺にダンプトラック 2 0 が停車し、積込作業が行われる位置を積込位置（図 6 の L P に相当する）と称する。ショベル 1 0 が掘った表土や鉱石は、積込場 6 1 でダンプトラック 2 0 に積み込まれる。符号 6 2 は、表土を展開する放土場であり、積込場 6 1 から運び込まれた表土などは、この場所で放土され、層状あるいは放射状に展開される。符号 6 3 は鉱石を破碎処理するクラッシャなどが設置された放土場であり、破碎された鉱石はベルトコンベアなどにより貨車による積み出し場あるいは処理設備などに搬送される。

【 0 0 6 5 】

また、図 6 の Q P は、積込場 6 1 への入口であり、かつショベル 1 0 からダンプトラックに対して積込位置への進入許可 (C A L L) がされるまで、ダンプトラック 2 0 が停車して待つ待機位置を示す。図 6 の E X I T は、積込場 6 1 からダンプトラック 2 0 が退出する出口である。

【 0 0 6 6 】

ダンプトラック 2 0 は、積込場 6 1 で表土や鉱石を積込み、搬送路 6 0 を走行してそれ

らを放土場 6 2 や 6 3 に搬送する。搬送路 6 0 には、走行路（車線）6 4 が設定されており、ダンプトラック 2 0 は、走行路 6 4 に沿って走行する。走行路 6 4 は、地図上で設定された座標値として与えられる。ダンプトラック 2 0 は、GPS や他の位置算出装置により特定した自己位置と走行路 6 4 の座標値を比較しながら加減速やステアリングを制御することにより、走行路 6 4 に沿って自律走行する。

【0067】

また、走行路 6 4 上には走行路の区間の境界を示すノード 6 5 と、隣接するノード 6 5 を接続するリンク 6 6 が設けられている。実在する走行路 6 4 とノード 6 5、リンク 6 6 の情報は、管制地図情報記憶部 3 1 4 a、及び車両地図情報記憶部 2 8 0、9 8 0 に同一の地図情報として格納されている。地図情報には、走行路 6 4（車線）の進行方向も記憶される。

10

【0068】

管制サーバ 3 1 は、管制制御部 3 2 0 によって、隣接する 2 つのノード 6 5 及び 1 つのリンク 6 6 を含む走行区間毎に走行許可の付与・解除を行い、その情報を区間情報としてダンプトラック 2 0 と有人車両 9 0 に通知する。これにより、ダンプトラックおよび有人車両同士の衝突を避けるように走行を制御する。また走行路 6 4 は区間ごとに制限速度が設けられており、ダンプトラック 2 0 は車両地図情報記憶部 2 8 0、9 8 0 の制限速度情報を参照しながら、適切な速度で走行する。

【0069】

ダンプトラック 2 0 は、積込場 6 1 で表土や鉱石を積み込み完了した状態、あるいは放土場 6 2 や 6 3 において放土し終わった状態において、図 7 の（a）に示すように管制サーバ 3 1 に対して目的地を要求するメッセージ（目的地要求メッセージ）を送信する。これは、ダンプトラック 2 0 の場合、要求情報処理部 2 6 0 が現在の自車両位置や車両の状況（停車中）を判断して車両側通信制御部 2 5 0 を介して発信するものである。

20

【0070】

この目的地要求メッセージは、管制サーバ 3 1 上のサーバ側通信制御部 3 1 0 により受け取られ、管制制御部 3 2 0 に伝えられる。管制制御部 3 2 0 内の配車管理部 3 2 1 は、管制地図情報記憶部 3 1 4 a の地図情報を参照し、他のダンプトラック 2 0 の状況などを考慮して、目的地を要求してきたダンプトラックの目的地とそこへ至る経路を決定し、目的地 8 0 とそこへ至る経路 8 1 を示す目的地応答メッセージをダンプトラックへ伝達するようにサーバ側通信制御部 3 1 0 に指示する。サーバ側通信制御部 3 1 0 は、無線通信回線 4 0 を介してダンプトラック 2 0 に対し目的地応答メッセージを発信する（図 7 の（b）参照）。

30

【0071】

すると、ダンプトラック 2 0 上の要求情報処理部 2 6 0 が、第 2 走行許可区間の設定要求をするメッセージ（区間要求メッセージ）を管制サーバ 3 1 に送信する。サーバ側通信制御部 3 1 0 は、区間要求メッセージを管制制御部 3 2 0 に伝える。管制制御部 3 2 0 の走行許可区間設定部 3 2 2 は、以下に説明する処理に基づいて第 2 走行許可区間 8 2 を設定し、設定した第 2 走行許可区間を示すメッセージ（区間応答メッセージ）をダンプトラック 2 0 に送信する（図 7 の（c））。区間応答メッセージは、第 2 走行許可区間の最前

40

【0072】

一方、車両側では、管制サーバ 3 1 から受信した第 2 走行許可区間を車両上の車両地図情報記憶部 2 8 0 に記録し、これを参照しながら自律走行することで、どこまで走行することができるかを判断する。

【0073】

第 2 走行許可区間は、区間応答メッセージに含まれる最前端ノード ID、最後端ノード ID、及びそれらの間に位置するリンク ID を走行許可区間に含まれるリンクを固有に示

50

す固有情報（リンクID）を用いて定義される。

【0074】

新しい走行許可区間が設定されると同時に、既に通過し終えた走行許可区間は解放される。

【0075】

次に、走行許可区間の設定の詳細について図8を参照して説明する。図8の（a）において、ダンプトラック20-1、20-2は走行中の車両であり、符号81-1、81-2はそれぞれの車両に許可されている走行許可区間である。ダンプトラック20-1、20-2は、いずれも矢印Aに示す方向に走行しているものとする。符号83は、ダンプトラック20-1の現在位置から走行許可区間81-1の最前端（終端）までの走行車線に沿った距離を示す走行許可残存距離である。符号84は、最前端（終端）からダンプトラック20-1が区間要求メッセージの送信を開始する点までの距離を示す走行許可要求開始距離である。

10

【0076】

走行許可要求開始距離84は、ダンプトラックが停止可能な距離よりも長い距離であり、例えば停止可能距離に所定のオフセット距離を加えたものである。ダンプトラックの停止可能な距離Lは、例えば、車両の積荷を含めた質量をm、車両の現在の速度をv、車両の制動力をf、安全率に対応して規定されるオフセット係数cとすると、下式（1）により求められる。

20

【数1】

$$L = c \frac{mv^2}{2f} \cdots (1)$$

【0077】

オフセット係数cは1以上の値であって、例えば無線通信にかかる時間や無線通信の障害の発生度合いなどを考慮して設定する。車両の速度は、車両の現在速度を車輪の回転数などから測定したものであってもよく、また、車両の現在の走行位置に対して地図情報で規定されている制限速度（最大許容速度）を用いてもよい。

【0078】

図8（a）に示すように、ダンプトラック20-1の走行許可残存距離83が走行許可要求開始距離84以下となったとき、ダンプトラック20-1は、管制サーバ31に対して区間要求メッセージを送信する。この区間要求メッセージには、ダンプトラック20-1の自車両位置情報も含まれる。

30

【0079】

管制サーバ31は、ダンプトラック20-1から区間要求メッセージを受け取ると、送られてきた自車両位置情報を用いてダンプトラック20-1が存在する走行区間を特定する。そして、ダンプトラック20-1の進行方向に沿って、ダンプトラック20-1の存在する区間の終端から予め定められた第2走行許可区間として与えられる最短距離（走行許可付与長さ）以上となる区間に対して走行許可を与える。但し、他の車両に許可が与えられている区間がある場合には、その手前までについて走行許可を与える。

40

【0080】

図8（b）に示す例では、ダンプトラック20-1が存在する区間は85であり、その終端から走行許可付与長さ95以上の区間は、86、87、88、89となる。但し、区間88、89は既にダンプトラック20-2に走行許可が与えられているので、86、87の走行許可が与えられる。なお、区間86は既に走行許可が与えられているので、この場合、結果として区間87が新たな第2走行許可区間として与えられることになる。

【0081】

走行許可を与えられた区間は、車両がその区間を通過した後に、車両の位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となったときに解除される。図8（c）の例では、ダンプトラック20-1に走行許可が与えられていた区間88は、車両20-2と区間

50

終端までの距離 9 1 が走行許可解除距離 9 2 以上となった段階で走行許可が解除され、後続のダンプトラック 2 0 - 1 への走行許可割り当てが可能となる。

【 0 0 8 2 】

第 1 走行許可区間も第 2 走行許可区間と同様のロジックで設定される。

【 0 0 8 3 】

管制サーバ 3 1 の走行許可区間設定部 3 2 2 は、有人車両及び無人車両の其々からの区間要求メッセージに応答して車両の走行車線上に区間要求メッセージを送信した車両に対する第 1 / 第 2 走行許可区間を設定する。第 1 / 第 2 走行許可区間は、設定された車両のみが走行を許可された区間であり、他車両の進入は禁止されるので他車両にとっては閉塞区間として機能する。よって、自律走行車両及び有人車両が自車に対して設定された第 1 / 第 2 走行許可区間に従って走行している限り、両車両の干渉は生じない。

10

【 0 0 8 4 】

しかし、自律走行車両は大型の鉱山用ダンプトラックであり、有人車両の車体に比べて大きいので、干渉は生じなくても有人車両のオペレータが走行中の自律走行車両に接近する際には心理的な圧迫感を覚えることがある。

【 0 0 8 5 】

そこで、本実施形態では、有人車両が走行中の自律走行車両とすれちがったり追い越されたりする事態を回避するために、有人車両に対して設定される走行許可区間に追従して隣車線にも有人車両に対する走行許可区間を設定し、有人車両が自律走行車両とすれ違う際に自律走行車両を停止させ、有人車両が自車線に並行して設けられた他車線内の作業をする際には、作業中の有人車両と自律走行車両との干渉を回避する。

20

【 0 0 8 6 】

以上のように走行中又は隣車線を作業中の有人車両 9 0 の安全を確保するための構成として、本実施形態では有人車両 9 0 にナビゲーション装置 9 0 0 が搭載され、管制サーバ 3 1 に走行許可区間設定部 3 2 2 及び他車線走行許可部 3 2 3 を備える。以下、ナビゲーション装置 9 0 0 の表示画面例と、ここから入力される操作により他車線走行許可区間を設定する処理について図 9 から図 1 1 を参照して説明する。図 9 はドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置 9 0 0 の表示装置 9 0 6 に表示された画面の一例であり、（ a ）は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得する前の画面、（ b ）は有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。図 1 0 はドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置 9 0 0 の表示装置 9 0 6 に表示された画面の一例であり、（ a ）はドーザが隣の 2 車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面、（ b ）はドーザが作業を終えて自車線に復帰したが車体の向きが進行方向と逆向きになっている状態の画面を示す図である。図 1 1 はドーザ（有人車両）に備えられたナビゲーション装置 9 0 0 の表示装置 9 0 6 に表示された画面の一例であり、（ a ）は有人車両のオペレータが手動で対向車線上の区間を取得したい 2 点を指定した状態を示す画面、（ b ）は取得区間の境界点を探索し、有人車両が対向車線上の区間を走行許可区間として取得した後の画面を示す図である。図 1 2 は、図 9 の画面に基づいて有人車両のオペレータが操作を行った場合に、管制サーバ 3 1 の他車線走行許可部 3 2 3 が対向車線上の区間を当該有人車両に対して走行許可する手順を説明するフローチャートである。図 1 3 は有人車両が対向車線の走行許可区間を解除する時の動作手順を説明するフローチャートである。

30

40

【 0 0 8 7 】

図 9（ a ）において、画面 1 4 5 は片側 1 車線の搬送路を走行するドーザに搭載された表示装置 9 0 6 の画面、符号 1 3 0 はドーザ、符号 1 3 1 はドーザ 1 3 0 に設定されている走行許可区間である。また符号 1 4 6 はドーザ 1 3 0 が走行している走行車線（自車線）、1 4 7 は対向車線である。画面の下方には、対向車線区間取得ボタン 1 4 0、対向車線区間解除ボタン 1 4 1、自動取得モード ON ボタン 1 4 2、自動取得モード OFF ボタン 1 4 3 が備えられている。これらのボタンは画面表示してタッチパネルで操作できるようにしてもよいし、画面表示とは別に物理的なボタンとして備えてもよい。

50

【 0 0 8 8 】

図 1 0 (a) において、画面 1 4 5 a は自車線（登坂車線）、自車線に隣接して並走する走行車線、及び対向車線の合計 3 車線上で作業を行うドーザに搭載された表示装置 9 0 6 の画面、1 3 0 はドーザ、1 3 1 はドーザ 1 3 0 に設定されている走行許可区間である。また符号 1 4 6 はドーザが走行している自車線、1 4 6 a は走行車線（並走車線）、1 4 7 は対向車線である。画面の下方には、他車線区間取得ボタン 1 4 0 a、他車線区間解除ボタン 1 4 1 a、自動取得モード O N ボタン 1 4 2、自動取得モード O F F ボタン 1 4 3、及び区間を取得する他車線の数を入力する車線数入力ボタン 1 4 4 を備える。他車線区間取得ボタン 1 4 0 a、他車線区間解除ボタン 1 4 1 a は、図 9 における対向車線区間取得ボタン 1 4 0、対向車線区間解除ボタン 1 4 1 と同様、他車線走行許可区間の設定要求を入力する際に操作する釦であるが、図 1 0 の例では他車線に対向車線以外の車線も含まれることから、名称を変えている。

10

【 0 0 8 9 】

車線数入力ボタン 1 4 4 は、自車線の進行方向に向かって右側（R）に設けられた他車線の取得数、及び自車線の進行方向に向かって左側（L）に設けられた他車線の取得数のそれぞれを入力するボタンである。図 1 0 (a) ではドーザ 1 3 0 が車線 1 4 6 を走行しているので、車線数入力ボタン 1 4 4 において右側 2 車線、左側 0 車線を指定して、右側 2 車線上に他車線走行許可区間 1 3 7 a を取得しているが、ドーザ 1 3 0 が車線 1 4 6 a を走行していて 3 車線全てについて区間を取得する場合には車線数入力ボタン 1 4 4 において右側 1 車線、左側 1 車線が指定される。また、自車線 1 4 6 上のドーザ 1 3 0 に隣接する車線 1 4 6 a だけで区間を取得する場合は、車線数入力ボタン 1 4 4 において右側 1 車線、左側 0 車線が指定される。

20

【 0 0 9 0 】

図 1 0 (b) において他車線区間解除ボタン 1 4 1 a をオペレータが操作した場合に、ドーザ 1 3 0 a が二つの走行許可区間 1 3 1、1 3 7 a をまたぐ位置にある、即ちドーザ 1 3 0 a が一つの走行許可区間に内包されない位置にある場合や、ドーザ 1 3 0 b のように一つの走行許可区間に内包されていても、その走行許可区間 1 3 1 の車線の進行方向とドーザ 1 3 0 b の車体の向きとが一致しない場合は、指令入力受付部 9 9 0 が他車線区間解除ボタン 1 4 1 a に対する操作を検出しても、解除要求メッセージを生成せずに他車線区間解除ボタン 1 4 1 a をアクティブに遷移させない。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 1 (a) において、画面 1 4 5 b は片側 1 車線の搬送路を走行するドーザ 1 3 0 に搭載された表示装置 9 0 6 の画面である。

【 0 0 9 2 】

手動で他車線走行許可区間の取得要求を行う際は、自動取得モード O F F ボタン 1 4 3 を選択した状態でタッチパネル上の対向車線に近い 2 点 1 5 0、1 5 1 をユーザが押圧する。指令入力受付部 9 9 0 は、例えば点 1 5 0 に対しては、点 1 5 0 に隣接する 2 つのノードを地図情報から抽出し、抽出した各点と第 1 走行許可区間 1 3 1 の前方／後方境界点のどちらか近い方（図 1 1 では後方境界点）との距離 d_1 、 d_2 を算出する。そして、距離が短い方、すなわち後方境界点から距離 d_2 のノードを他車線走行許可区間の一方の境界点として選択する。

40

【 0 0 9 3 】

同様に点 1 5 1 に対しても点 1 5 1 に隣接する 2 つのノードを抽出し、抽出した各点と走行許可区間の前方／後方境界点のどちらか近い方（図 1 1 では前方境界点）との距離 d_3 、 d_4 を算出する。そして、距離が短い方、すなわち前方境界点から距離 d_3 のノードを他車線走行許可区間の一方の境界点として選択する。これにより、図 1 1 (b) に示す区間 1 3 7 b が他車線走行許可区間の取得要求区間として入力される。

【 0 0 9 4 】

指令入力受付部 9 9 0 が上記取得要求区間の境界点を探索するアルゴリズムを有すること、オペレータが手動で取得要求区間を入力する際に、他車線上から外れた位置の入力

50

操作をしてもノード間の区間を取得要求区間として設定できるので、オペレータが正確にノードを選択する必要がなくなり操作の利便性が向上する。上記アルゴリズムは手動操作による取得要求区間の一例にすぎず、後述するフローチャート内において他のアルゴリズムについても言及する。

【 0 0 9 5 】

次に図 1 2 のフローチャートに従って、他車線走行許可部 3 2 3 が対向車線上の区間を有人車両に対し走行許可する動作を説明する。

【 0 0 9 6 】

まず、ドーザ 1 3 0 に搭乗しているオペレータが他車線上の領域を作業したい場合、対向車線区間取得ボタン 1 4 0 を押す (S 1 2 0 1)。3 車線以上ある搬送路の場合は、対向車線区間取得ボタン 1 4 0 に代えて、他車線区間取得ボタン 1 4 0 a 及び車線数指定ボタン 1 4 4 を押す。

【 0 0 9 7 】

この時、走行許可区間を自動取得モードで取得したい場合はあらかじめ自動取得モード ON ボタン 1 4 2 を押し、当該ボタンがアクティブになっていることを確認しておく。一方、手動取得モードで取得したい場合は、自動取得モード OFF ボタン 1 4 3 を押しておく、当該ボタンがアクティブになっていることを確認しておく。

【 0 0 9 8 】

対向車線区間取得ボタン 1 4 0 又は他車線区間取得ボタン 1 4 0 a が押されたときに自動取得モードであった場合 (S 1 2 0 2 / Y e s)、指令入力受付部 9 9 0 は車両地図情報記憶部 9 8 0 を参照し、自車線上に現在設定されている自車両の走行許可区間と隣接する、対向車線又は他車線上の区間の ID を取得する (S 1 2 0 3)。隣接する区間は、あらかじめ対応付けて車両地図情報記憶部 9 8 0 に保持しておいてもよいし、必要時に幾何学計算を実行し、逐次計算するように構成してもよい。この時 ID を取得する他車線上の区間は、例えば図 9 (a) において、自車線上の走行許可区間の端点 1 3 8、1 3 9 から最も近い対向車線上の 2 点のノードで構成されるリンク 1 3 2、1 3 6 を含む一続きの区間 1 3 2、1 3 3、1 3 4、1 3 5、1 3 6 とすればよい。

【 0 0 9 9 】

自動取得モードに設定されている場合は (S 1 2 0 2 / Y e s)、指令入力受付部 9 9 0 が要求情報処理部 9 6 0 に対し、次の (新たな) 走行許可区間の設定要求を行うための区間要求メッセージを送信する際に合わせて他車線区間の設定要求をするメッセージ (「他車線区間要求メッセージ」という) も送信させる。例えば、ナビゲーション装置 9 0 0 に搭載されるメモリの所定領域に他車線区間要求メッセージの可否を示すフラグ領域を設け、自動取得モードの場合はフラグ領域に「 1 」を設定しておく。そして、要求情報処理部 9 6 0 が区間要求メッセージを送信する前にフラグ領域を参照し、「 1 」が設定されていれば区間要求メッセージとともに他車線区間要求メッセージも送信する。これにより、一度オペレータが自動取得モードに設定する操作を行うと、有人車両の走行中に設定される新たな走行許可区間に追従して、これと並行な他車線の区間も走行許可区間として取得できる。

【 0 1 0 0 】

また別例として、管制サーバ 3 1 に搭載されるメモリに上記のフラグ領域を確保しておく。そして、自動取得モードに設定されると指令入力受付部 9 9 0 が他車線区間要求メッセージを管制サーバ 3 1 に送信し、管制サーバ 3 1 のフラグ領域に「 1 」を設定する。以後、他車線区間の解除要求を行うメッセージ (「他車線区間解除要求メッセージ」という) を管制サーバ 3 1 が受信するまで、管制サーバ 3 1 が区間要求メッセージを受信する度に、他車線走行許可部 3 2 3 が有人車両に対して新たに設定される第 1 走行許可区間に隣接する他車線の区間に走行許可区間を設定するように構成してもよい。その場合は、他車線走行許可部 3 2 3 は第 1 走行許可区間の解除に合わせて、第一走行許可区間に追従して設定された他車線走行許可区間の解除も行う。

【 0 1 0 1 】

対向車線区間取得ボタン 1 4 0 又は他車線区間取得ボタン 1 4 0 a が押されたときに手動取得モードであった場合 (S 1 2 0 2 / N o)、オペレータは他車線上の区間の指定を行う (S 1 2 0 4)。区間の指定方法は、例えば、オペレータが画面上の他車線を挟む任意の 2 点をタッチ等で指定することで (図 1 1 参照)、その 2 点を対角の点とする矩形領域を生成し、その内部に含まれる他車線上の区間を取得要求区間として抽出してもよい。この時、他車線上の区間のみならず自車線上の区間もあわせて指定できるようにしてもよい。あるいは、他車線上の任意の 2 区間をタッチ等で指定しそれらを含む一連の区間を指定区間としてもよい。

【 0 1 0 2 】

指令入力受付部 9 9 0 は、このようにして指定した区間の I D を、車両地図情報記憶部 9 8 0 を参照して取得する (S 1 2 0 5)。

【 0 1 0 3 】

上記の方法で他車線上の区間 I D を取得すると、有人車両の指令入力受付部 9 9 0 は取得した区間 I D を含む他車線区間要求メッセージを生成し、車両側通信制御部 9 5 0 を介して管制サーバ 3 1 に送信する (S 1 2 0 6)。

【 0 1 0 4 】

管制サーバ 3 1 では、他車線走行許可部 3 2 3 がサーバ側通信制御部 3 1 0 を介して上記の区間 I D を含む他車線区間要求メッセージを受信する。他車線走行許可部 3 2 3 は、区間情報記憶部 3 1 4 b の区間情報を参照して当該区間が他車両に対して許可されているかどうかを確認する (S 1 2 0 7)。

【 0 1 0 5 】

取得要求された区間が他車両に対して第 1 走行許可区間、第二走行許可区間、または他車線走行許可区間のいずれにも含まれず、走行許可が付与されていない場合 (S 1 2 0 7 / N o)、当該区間を有人車両の他車線走行許可区間として設定するとともに区間情報記憶部 3 1 4 b の区間情報に書込み (S 1 2 0 8)、サーバ側通信制御部 3 1 0 を介して有人車両に対し、設定された他車線走行許可区間を送信する (S 1 2 0 9)。

【 0 1 0 6 】

指定された区間が他車両に対して許可されている場合 (S 1 2 0 7 / Y e s)、管制サーバ 3 1 は有人車両に対し、他車線走行許可区間取得失敗のメッセージを送信する (S 1 2 1 0)。

【 0 1 0 7 】

有人車両の表示制御部 9 7 0 は車両側通信制御部 9 5 0 を介して管制サーバ 3 1 が送信したメッセージを受信し、その結果を車載端末上に表示する (S 1 2 1 1)。

【 0 1 0 8 】

区間取得に成功した場合は、他車線上で指定した領域 1 3 7 (図 9 参照)、1 3 7 a (図 1 0 参照)、1 3 7 b (図 1 1 参照) が有人車両の走行許可区間として色づけされて画面に表示される。

【 0 1 0 9 】

次に図 1 3 を用いて、上記の方法で取得した他車線上の走行許可区間を解除する動作手順を説明する。図 1 3 は他車線上の走行許可区間を解除する動作手順を示すフローチャートである。

【 0 1 1 0 】

まず、有人車両のオペレータがナビゲーション装置 9 0 0 の対向車線区間解除ボタン 1 4 1、又は他車線区間解除ボタン 1 4 1 a を押す (S 1 3 0 1)。

【 0 1 1 1 】

指令入力受付部 9 9 0 はこれを受け、有人車両の車体が第 1 走行許可区間に内包されかつ車体の向きが第 1 走行許可区間の進行方向と一致するか、有人車両の車体が他車線走行許可区間に内包されかつ車体の向きが他車線走行許可区間の進行方向と一致する場合に (S 1 3 0 2 / Y e s)、解除要求を生成し、車両側通信制御部 9 5 0 から管制サーバ 3 1 に送信する (S 1 3 0 3)。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 2 】

位置または向きが正しくない場合 (S 1 3 0 2 / N o)、走行許可区間の解除は失敗となり、ナビゲーション装置 9 0 0 上に解除失敗のメッセージを表示するようにしてもよい。

【 0 1 1 3 】

管制サーバ 3 1 の他車線走行許可部 3 2 3 は解除要求メッセージを受け他車線走行許可区間を解除し、区間情報記憶部 3 1 4 b の区間情報から解除した他車線走行許可区間のデータを削除する (S 1 3 0 4)。

【 0 1 1 4 】

対向車線上の走行許可区間の解除に成功すると、ナビゲーション装置 9 0 0 の表示制御部 9 7 0 は画面を更新し、自車に対する他車線走行許可区間の表示をけし、現在走行中の第 1 走行許可区間の画像を表示する (S 1 3 0 5)。

【 0 1 1 5 】

次に、本実施形態に係る自律走行システムの動作手順の概略を説明する。図 1 4 は、ダンプトラックに対する管制制御処理の流れを示すフローチャートである。以下、図 1 4 の各ステップ順に沿って説明する。

【 0 1 1 6 】

まず、ダンプトラック 2 0 の目的地が設定されていない場合 (S 1 4 0 1 / N o)、走行制御装置 2 0 0 の要求情報処理部 2 6 0 は、無線通信回線 4 0 を介して管制サーバ 3 1 に目的地要求メッセージ (現在位置情報を含む) を送信する (S 1 4 0 2)。

【 0 1 1 7 】

管制サーバ 3 1 の配車管理部 3 2 1 がダンプトラック 2 0 の現在位置情報と管制地図情報記憶部 3 1 4 a の地図情報を参照して目的地を設定し、その結果を示す目的地応答メッセージをダンプトラック 2 0 に対して送信する (S 1 4 0 3)。ダンプトラック 2 0 の目的地が設定されている場合 (S 1 4 0 1 / Y e s) 及び目的地応答メッセージの送信後、ステップ S 1 4 0 4 へ進む。

【 0 1 1 8 】

区間要求メッセージの送信が必要な場合、例えばダンプトラック 2 0 に第 2 走行許可区間が設定されていない場合、または現在の第 2 走行許可区間から走行許可残存距離が走行許可要求開始距離以下である場合 (図 8 の (a) 参照、S 1 4 0 4 / Y e s) は、要求情報処理部 2 6 0 から区間要求メッセージを送信する (S 1 4 0 5)。

【 0 1 1 9 】

区間要求メッセージの送信が不必要な場合、即ち、既に第 2 走行許可区間が設定されており、走行許可残存距離が走行許可要求開始距離より長い場合 (S 1 4 0 4 / N o)、及び区間要求メッセージを送信しても現在走行中の走行許可区間の前方境界点まで、まだ走行可能な距離が残存している場合、自律走行をする (S 1 4 0 6)。なお初回のループ、すなわち目的地は設定されているが (S 1 4 0 1 / Y e s)、まだ走行許可区間が設定されていない状態 (S 1 4 0 9 の処理が未実行の場合) は自律走行が行えないので、ステップ S 1 4 0 6 の「自律走行」は実質的にはダンプ 2 0 が停止 (未出発) の状態となる。この場合は次のステップ S 1 4 0 7 において「N o」が選択され、S 1 4 0 9 において最初の走行許可区間が設定され、次のループにより自律走行を開始する。

【 0 1 2 0 】

ダンプトラック 2 0 は区間要求メッセージを送信後、現在付与されている走行許可区間に従って走行を続けながら、管制サーバ 3 1 からの区間応答メッセージの受信を待機する。自律走行制御部 2 7 0 は、位置算出装置 2 2 0 からの自車両位置と車両地図情報記憶部 2 8 0、及び現在付与されている第 2 走行許可区間とを比較し、走行許可残存距離が停止開始距離以下である場合 (S 1 4 0 7 / Y e s)、第 2 走行許可区間内で停止するように走行駆動装置 2 1 0 の制動装置 2 1 1 に対して制動指示を行い、ダンプトラック 2 0 が減速を開始する (S 1 4 0 8)。走行許可残存距離が停止開始距離よりも長いときは (S 1 4 0 7 / N o)、停止のための制動をかけずに自律走行を継続する。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 1 】

管制サーバ 3 1 は区間要求メッセージを受信すると、走行許可区間設定部 3 2 2 がダンブトラック 2 0 の自車両位置及び管制地図情報記憶部 3 1 4 a に格納された地図情報に基づき新たな第 2 走行許可区間を設定し、その内容を示す区間応答メッセージをダンブトラック 2 0 に対して送信する (S 1 4 0 9)。

【 0 1 2 2 】

ダンブトラック 2 0 は、区間応答メッセージを受信すると (S 1 4 1 0 / Y e s)、区間応答メッセージに示される新たな走行許可区間に従って走行を開始する (S 1 4 1 1)。ダンブトラック 2 0 が、区間応答メッセージを受信しない場合、ステップ S 1 4 0 5 へ戻る (S 1 4 1 0 / N o)。区間応答メッセージを受信しない場合とは、例えば通信エラーにより区間要求メッセージが管制サーバ 3 1 に届いていない、また区間応答メッセージがダンブトラック 2 0 に届いていない場合がある。

10

【 0 1 2 3 】

走行許可区間設定部 3 2 2 は、ダンブトラック 2 0 の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となると (図 8 の (c) 参照、 S 1 4 1 2 / Y e s)、走行許可区間の設定を解除する (S 1 4 1 3)。走行許可区間設定部 3 2 2 は、区間情報から解除した走行許可区間を示す情報を削除する。その後ステップ S 1 4 0 1 へ戻る。また、走行許可区間設定部 3 2 2 は、ダンブトラック 2 0 の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離未満の場合 (S 1 4 1 2 / N o)、走行許可解除距離以上となるまで解除せずに、ダンブトラックが走行する (S 1 4 1 2)。

20

【 0 1 2 4 】

次に図 1 5 及び図 1 6 を参照して、有人車両に対する管制制御処理の流れを説明する。図 1 5 は、有人車両に対する管制制御処理の前半部分を示すフローチャートである。図 1 6 は、有人車両に対する管制制御処理の後半部分を示すフローチャートである。有人車両に関する処理でダンブトラックと異なる点は、目的地は管制サーバ 3 1 ではなくオペレータが決定すること、および走行制御はオペレータの操縦により実行されることである。以下、図 1 5 及び図 1 6 の各ステップ順に沿って説明する。なお、図 1 4 の説明と重複する動作内容については説明を省略する。

【 0 1 2 5 】

まず、有人車両 9 0 の目的地が設定されていない場合 (S 1 5 0 1 / N o)、オペレータが入力装置 9 0 7 により目的地を指定し、管制サーバ 3 1 に送信する (S 1 5 0 2)。目的地が設定されている場合 (S 1 5 0 1 / Y e s)、及び管制サーバ 3 1 に目的地を送信するとステップ S 1 5 0 3 に進む。

30

【 0 1 2 6 】

次にダンブトラック同様に、区間要求メッセージの送信が必要で自動取得モードに設定されていると (S 1 5 0 3 / Y e s、 S 1 5 0 4 / Y E S)、要求情報処理部 9 6 0 から区間要求メッセージを送信するとともに、要求情報処理部 9 6 0 又は指令入力受付部 9 9 0 から他車線区間要求メッセージも送信する (S 1 5 0 5)。なお既述の通り、ナビゲーション装置 9 0 0 は、他車線区間要求メッセージを区間要求メッセージとともに毎回送信してもよいし、解除要求メッセージが送信されるまでに 1 度だけ送信してもよい。

40

【 0 1 2 7 】

区間要求メッセージの送信が必要で自動取得モードに設定されていない、すなわち手動取得モードに設定されている場合 (S 1 5 0 3 / Y e s、 S 1 5 0 4 / N o)、要求情報処理部 9 6 0 から区間要求メッセージを送信する (S 1 5 0 6)。

【 0 1 2 8 】

区間要求メッセージの送信が不必要な場合 (S 1 5 0 3 / N o)、区間要求メッセージを送信した場合 (S 1 5 0 6)、更に他車線区間要求メッセージも合わせて送信した場合 (S 1 5 0 5)、有人車両を操舵するオペレータは、ナビゲーション装置 9 0 0 の表示画面を参照しつつ、走行許可区間をはみ出さないように走行を続ける (S 1 5 0 7)。表示装置 9 0 6 には、鉾山の地図情報上に重畳して自車の走行許可区間および自車位置が表示

50

されるようにしてもよい。

【0129】

管制サーバ31は区間要求メッセージを受信すると、走行許可区間設定部322が有人車両の自車両位置及び管制地図情報記憶部314aに格納された地図情報に基づいて、走行許可区間を設定する。必要があれば他車線走行許可部323は他車線走行許可区間を設定し、それらの内容を示す区間応答メッセージを有人車両に対して送信する(S1508)。

【0130】

有人車両は、区間応答メッセージを受信すると(S1509/Yes)、区間応答メッセージに示される新たな第1走行許可区間に従ってオペレータの操縦により走行する(S1510)。他車線走行許可区間が設定されていれば、他車線走行許可区間に有人車両がはみ出すことも許容される。有人車両が、区間応答メッセージを受信しない場合、ステップS1504へ戻る(S1509/No)。

10

【0131】

ナビゲーション装置900が手動取得モードから他車線区間要求メッセージを送信した場合(S1601/Yes)、手動モードによる他車線上の走行許可区間の取得処理(ステップS1204～ステップS1211)が実行される(S1602)。

【0132】

他車線走行許可区間が設定されると(S1603/Yes)、その区間是他車両にとっては進入不可の閉塞区間となるので、自車線及び他車線に設定された走行許可区間内の作業やUターンが行える(S1604)。

20

【0133】

有人車両の作業が終了すると、他車線走行許可区間の解除処理(ステップS1301～ステップS1305参照)が実行され、他車線上の走行許可区間が解除される(S1605)。その後有人車両が自車両の走行許可区間に沿って走行する。

【0134】

ナビゲーション装置900が自動取得モードに設定されている場合(S1601/No)、及び有人車両が自車両の走行許可区間に沿った走行を再開し、有人車両の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離以上となると(図8の(c)参照、S1606/Yes)、走行許可区間設定部322は、自車線上の走行許可区間の設定を解除する(S1607)。走行許可区間設定部322は、区間情報から解除した走行許可区間を示す情報を削除する。その後ステップS1501へ戻る。また、走行許可区間設定部322は、有人車両の現在位置から区間の終端までの距離が走行許可解除距離未満の場合(S1606/No)、走行許可解除距離以上となるまで解除せずに、有人車両が走行する。

30

【0135】

以上が、有人車両が他車線上の区間を自車の走行許可区間として取得する場合の動作である。このような仕組みを設けることで、有人車両が他車線上を作業したい場合に、あらかじめ他車線上に自車の走行許可区間を取得してから移動することができるので、有人車両を追い越そうとする車両や対向車が存在しても、有人車両に対して設定された走行許可区間の手前で停止し、有人車両との干渉を防ぐことができる。

40

【0136】

また本実施形態では自動取得モードでは他車線走行許可部が有人車両の第1走行許可区間に隣接する他車線の並行な区間に他車線走行許可区間を付与するので、ダンプトラック20に他車線走行許可区間に重畳した第2走行許可区間が付与されることがない。従って、他車線走行許可区間に重畳した走行許可区間の手前までしかダンプトラックには第2走行許可区間が付与されないため、その前方境界点に到達するとダンプトラックが停止する。その結果、ダンプトラックの隣車線を有人車両が走行している際には、ダンプトラックが停止した状態で有人車両がすれ違う。また、ドーザが作業をするために他車線走行許可区間が付与されている場合は、その手前でダンプトラックが停止し、ドーザに対して付与された他車線走行許可区間に進入することがないので、ダンプトラックとドーザとの干渉

50

が回避される。

【 0 1 3 7 】

また、本実施形態では自動取得モードONボタン142がアクティブになっている場合に他車線区間取得ボタン140を押した際、他車線上の区間を自動で選択する例を示したが、自動取得モードONボタン142が有効であってかつ他車線上の区間が既に走行許可されている状態で有人車両が自車線上を進行した場合、通常の走行許可区間制御の方法に従って、自車線上の区間とともに他車線上の区間も自動更新するようにしてもよい。具体的には、自車線上の走行許可区間と自車の位置に基づいて、有人車両が必要に応じて区間要求メッセージを管制サーバに送信し、管制サーバが新しい走行許可区間を有人車両に設定する時、通常の処理に基づいて新しく設定されるべき自車線上の区間を参照して、その区間に対応する対向車線上の区間も、有人車両の走行許可区間として設定するようにしてもよい。またこの場合、対向車線の走行許可区間の解除についても、自車線の走行許可区間の解除に基づいて行うようにしてもよい。これにより、有人車両が対向車線を含む広範囲の領域をしばらくの間作業したい場合等に、逐一端末上で区間を指定する必要がなく、効率よく作業を行うことができる。

10

【 0 1 3 8 】

< 第二実施形態 >

第二実施形態はナビゲーション装置900を用いて他車線上に走行許可区間を取得してから自車線上の前方車両を有人車両に追い越こさせる実施形態である。

【 0 1 3 9 】

20

図17は第二実施形態に係る管制サーバの主な機能を示す機能ブロック図である。第一実施形態の管制サーバ31と異なる点は、第1実施形態の管制サーバの構成に加えて、追越し対象車両検知部324及び追越し経路生成部325を備える点である。

【 0 1 4 0 】

追越し対象車両検知部324は、走行許可区間設定部322が管理する走行許可区間の状態、例えば走行許可区間が設定されてからの経過時間、またはサーバ側通信制御部を介して受信したダンブトラックまたは有人車両の速度情報などから、ダンブトラックが追越しをするべき追越し対象車両を検知する。

【 0 1 4 1 】

追越し経路生成部325は、追越し車両が前方の追越し対象車両を追い越すための追越し経路を生成する。

30

【 0 1 4 2 】

次に、図18および図19を参照して、本システムにおいてダンブトラックが追越しを実施する場合の動作を説明する。図18は追越し動作における追越し経路および走行許可区間を説明する概略図であり、(a)は追越し動作開始前における追越し車両と追越し対象車両、および各車両の走行許可区間の位置関係を示す図、(b)は追越し経路生成の概要を説明する図、(c)は追越し動作の際に設定する走行許可区間の概要を説明する図である。図19は追越し動作の概要を説明するフローチャートである。

【 0 1 4 3 】

まず、図18(a)において、ダンブトラック121は故障等の原因により走行路64上で停止している車両であり、ドーザ90はその後方をダンブトラック121に向かって走行している車両である。ドーザ90、ダンブトラック121に対し、それぞれ走行許可区間81-1、81-2が設定されている。

40

【 0 1 4 4 】

このような場面において、通常の走行許可区間の制御のみでは、ドーザ90がダンブトラック121のすぐ後方の区間99に到達すると、その前方の区間の走行許可が管制サーバ31から与えられないため、区間99にて減速・停止し、ダンブトラック121が走行するまでドーザ90は走行を再開することができない。この問題を回避するため、管制サーバ31の追越し経路生成部325は、停止しているダンブトラック121を迂回してドーザ90が走行を継続できるよう、隣車線(対向車線でもよいし、追い越し車線でもよい

50

。以下では対向車線を例に挙げて説明する)を利用して追越し経路を生成する。以降、ドーザ90を追越し車両、ダンプトラック121を追越し対象車両と呼ぶ。なお、故障して停止中のダンプトラックの他、車両でない障害物であってもよい。追越し対象が障害物であった場合は、走行許可区間81-2は進入禁止領域として走行許可区間設定部322によって管理されるように構成してもよい。

【0145】

追越し対象車両検知部324は、各車両から受信する車両走行情報から得られる位置・速度を参照し、車両が存在する位置における走行車線の指定速度に対し、車両の速度が大幅に小さい、あるいは停止している場合に、当該車両を追越し対象車両として検知する。あるいは、走行許可区間設定部322の情報を参照し、地図情報上の各走行許可区間単位における走行許可区間の継続時間(当該走行許可区間が現在設定されている車両に対して設定された時刻からの経過時間)が管制地図情報記憶部314aに格納されている想定走行時間よりも長い場合に、当該走行許可区間が設定されている車両を追越し対象車両として検知するようにしてもよい(図19、S1901)。

【0146】

追越し対象車両121がドーザで、追越し車両がダンプトラックの場合のように、追越し対象車両121が追越し経路上、すなわち対向車線上で作業する場合(S1902/Yes)、追越し対象車両121は第1実施形態で説明した処理内容で対向車線上の走行許可区間を取得する(S1903)。この場合、追越し車両は追越し経路を走行許可区間として取得することができなくなるため、追越し経路の直前の区間まで進行し、追越し経路の走行許可が得られるまで待機する。

【0147】

追越し対象車両121が追越し経路上の区間で作業せず、自車線上に留まる場合(S1902/No)、例えば追越し対象車両121が故障車両で動けず、追越し車両であるドーザ90が故障車両を追いついて目的地に向かう場合は、追越し車両90は他車線区間要求メッセージを管制サーバ31に対して送信する。

【0148】

他車線走行許可部323は追越し車両の前方区間と並行な他車線の区間を含む部分区間に他車線走行許可区間180を設定する(図18(b))。

【0149】

追越し経路生成部325は、追越し車両の前方に移行経路の始点101から他車線走行許可区間、及び移行経路の終点104までの間を結ぶ追越し経路190を生成する。走行許可区間設定部322は、追越し経路190上にドーザ90に対する第1走行許可区間191を設定し、ドーザ90が第1走行許可区間に沿って走行する(S1904)。

【0150】

ドーザ90が追越し経路を通過すると、追越し経路生成部325は、追越し経路を削除し、他車線走行許可区間及び第1走行許可区間も解除する(S1905)。

【0151】

以上が速度の異なる車両間で追越し動作を行う場合の管制サーバと車両の追越し動作の説明である。本システムにおける追越し動作の実施において、追越し対象車両が有人車両であり、追越し動作が実施されるタイミングで対向車線上の領域において散水・地均しなどの車両をしたい場合がある。この時、自車がまもなく追越しされることに気づかずに対向車線へ移動しようと転回した場合、追越し車両と衝突して重大な事故となる可能性があるが、その場合は追越し対象車両としての有人車両に他車線走行許可区間が設定されるので作業中における他車両との干渉を回避することができる。また有人車両が追越し車両である場合にも、追越し経路に沿って隣車線にはみ出した際に、隣車線を走行中の後続車両から追突されたり、対向車と衝突したりすることを回避できる。

【0152】

上記実施形態は本発明を限定するものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更態様があり、それらは本発明の技術的範囲に属する。

【 0 1 5 3 】

例えば、上記実施形態では有人車両上の端末（ナビゲーション装置 9 0 0）で他車線上の区間の取得要求をするように構成したが、管制センタのオペレータが管制サーバに備えられた端末上で有人車両の他車線上の区間を指定するように構成してもよい。その場合、有人車両のオペレータから管制センタのオペレータに無線通信で連絡して、他車線上の区間を指定してもらうようにしてもよいし、管制センタのオペレータが有人車両の作業状況を見て判断し、作業に必要な区間を割り当てるようにしてもよい。また管制センタのオペレータが区間を指定して割り当てる場合は、必ずしもその対象は有人車両に限らず、無人車両や、有人車両のナビゲーション装置と同等の機能を備えた装置を所持している作業者であってもよい。

10

【 0 1 5 4 】

このようにすれば、管制センタのオペレータが他車両の状況も考慮して、有人車両に対して他車線上の区間を走行許可するかを判断することができる。すなわち、有人車両のオペレータが他車線上の区間を取得したい瞬間に、仮に当該区間が他車両に対して割り当てられていない場合でも、例えば対向車線上を目的地に向かって走行しているダンプトラック（対向車両）が高速で走ってきた場合等に、対向車両を先に通行させ、その後で有人車両に対向車線を割り当て、作業をさせるといったことが可能になる。このように、管制センタで走行許可区間の管理を行うことで、周囲の状況を俯瞰して判断することができ、全体としてより効率的なシステム運用が可能となる。

【 0 1 5 5 】

20

また、本実施形態では対向車線区間解除ボタンを押した時の動作として、有人車両が自車線上に位置し、区間の進行方向に対し正しい向きであった場合に、対向車線区間解除要求を送信する例を説明したが、上記の判定は必ずしも自車線上に車両がいる場合に限らず、車両が対向車線上に位置し、当該区間で進行方向に対して正しい向きであっても、対向車線区間解除要求を送信するようにしてもよい。その場合、管制サーバによって解除される走行許可区間は本来の自車線側に設定されている走行許可区間となる。

【 0 1 5 6 】

このようにすれば、車両が目的地を変更して搬送路上でUターンを行う場合や、搬送路上で作業中に、自車両に追付いてしまった車両を通行させるために、本来の自車線の走行許可区間を開放する、といったことが可能となり、より柔軟なシステム運用が可能となる。

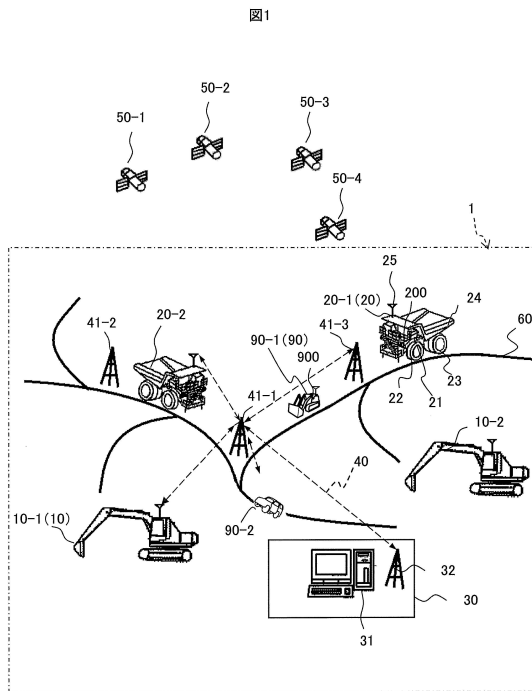
30

【 符号の説明 】

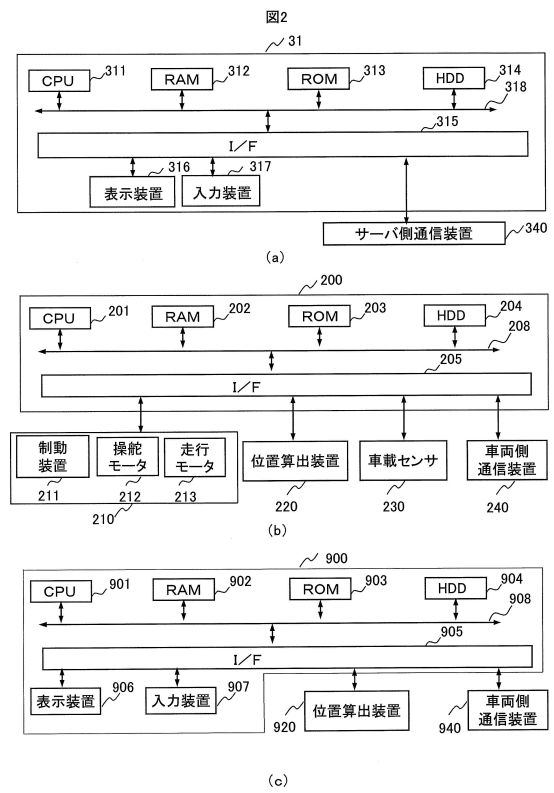
【 0 1 5 7 】

- 1：自律走行システム
- 2 0：ダンプトラック
- 3 1：管制サーバ（管制制御装置）
- 9 0：有人車両
- 1 3 1：第 1 走行許可区間
- 1 3 7：他車線走行許可区間

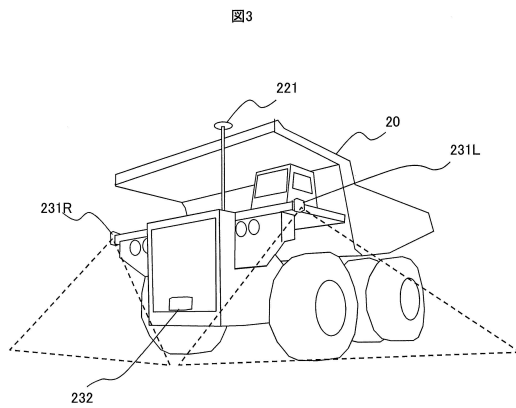
【図 1】



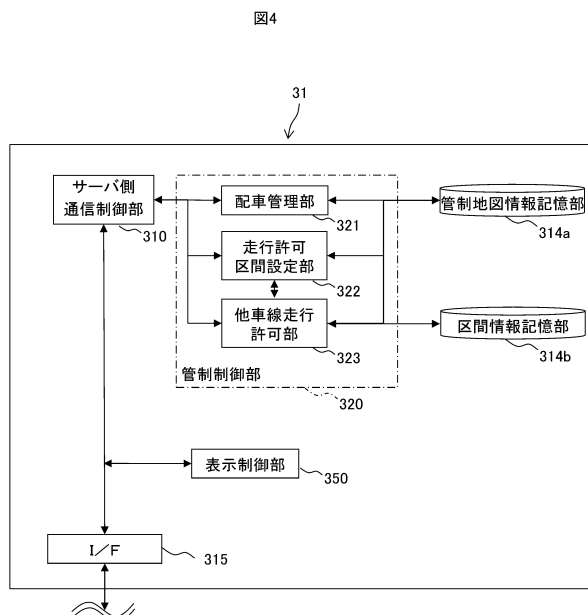
【図 2】



【図 3】

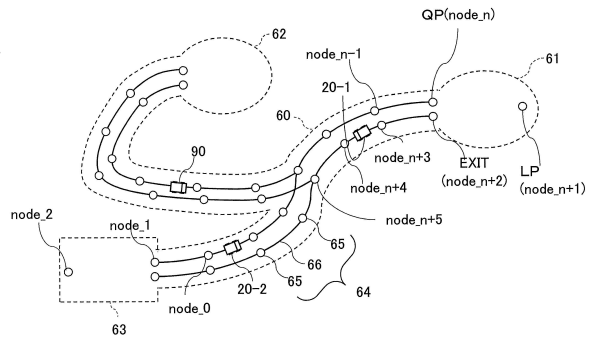


【図 4】



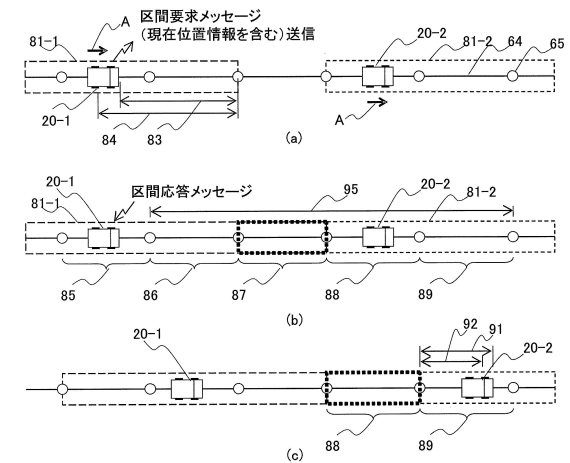
【 図 6 】

图6

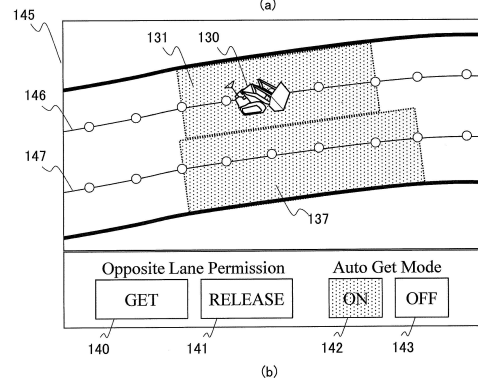
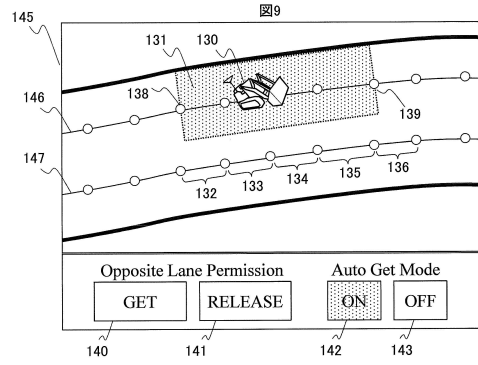


【 図 8 】

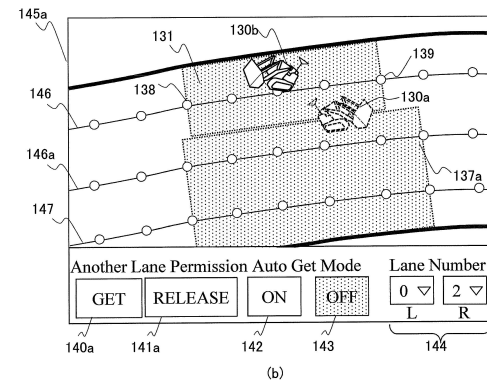
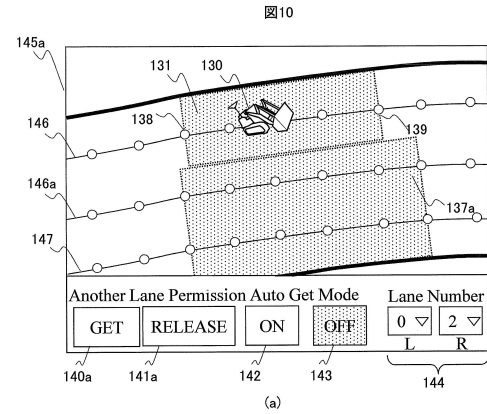
图8



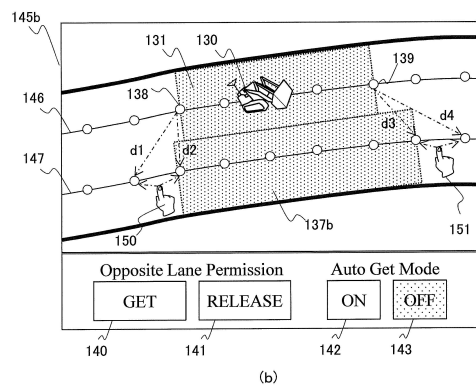
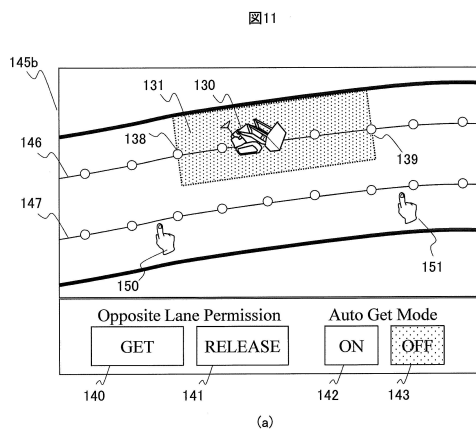
【図 9】



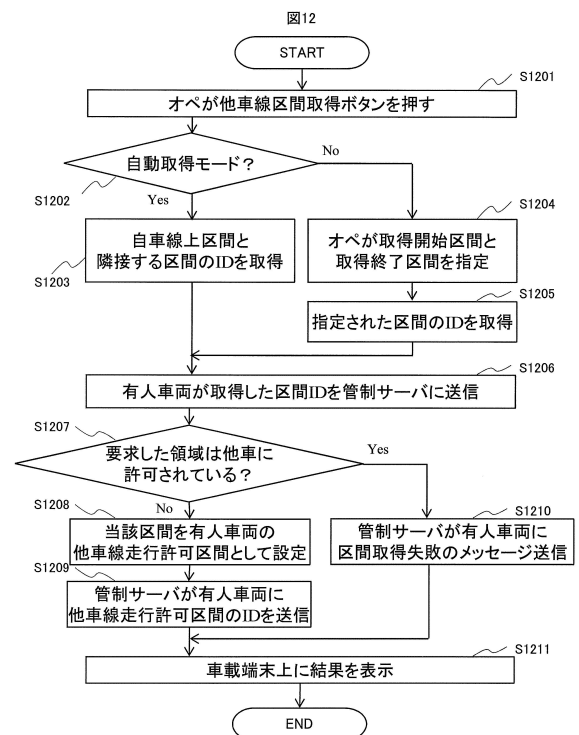
【図 10】



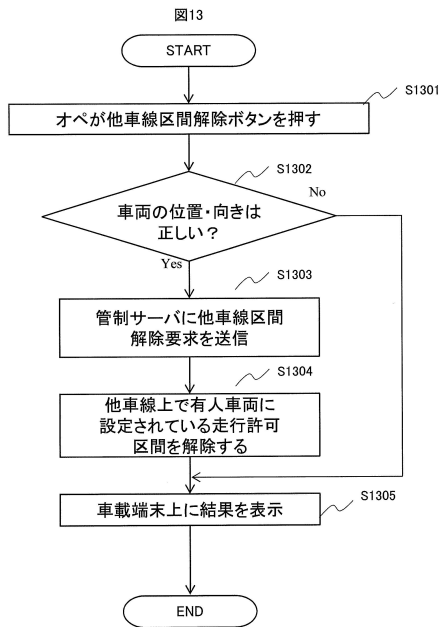
【図 11】



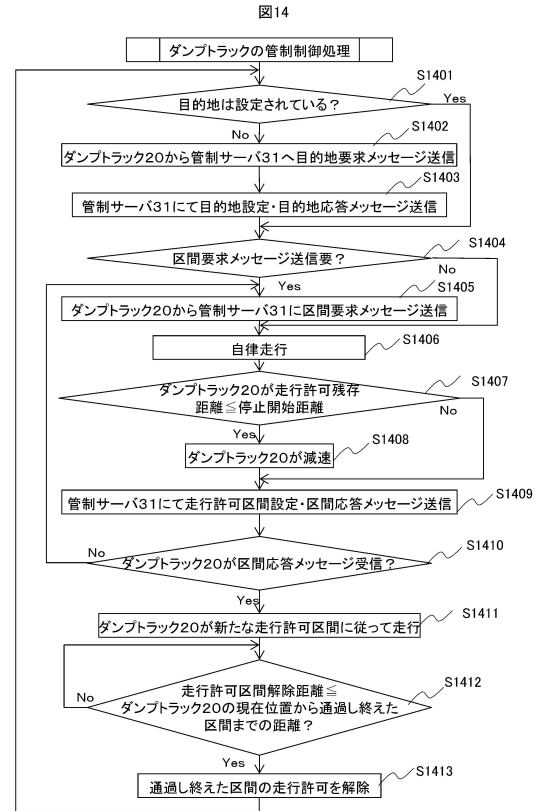
【図 12】



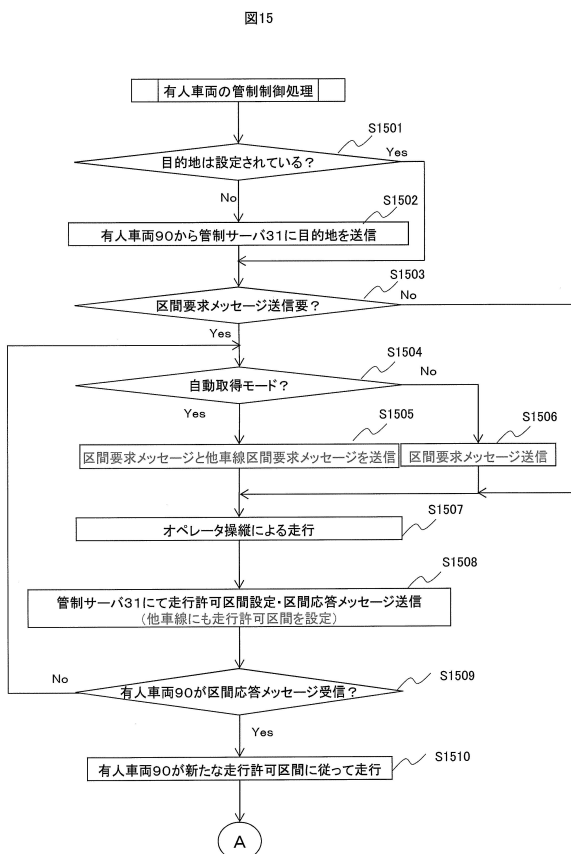
【図 13】



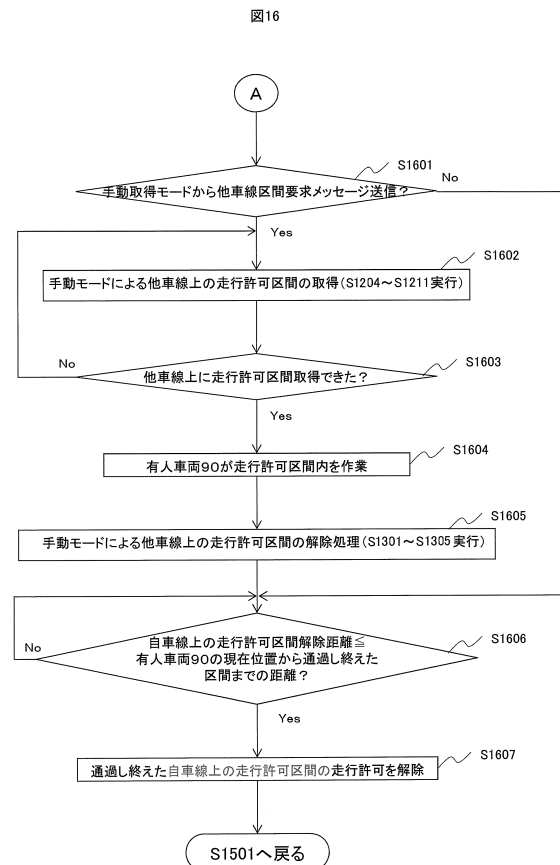
【図 14】



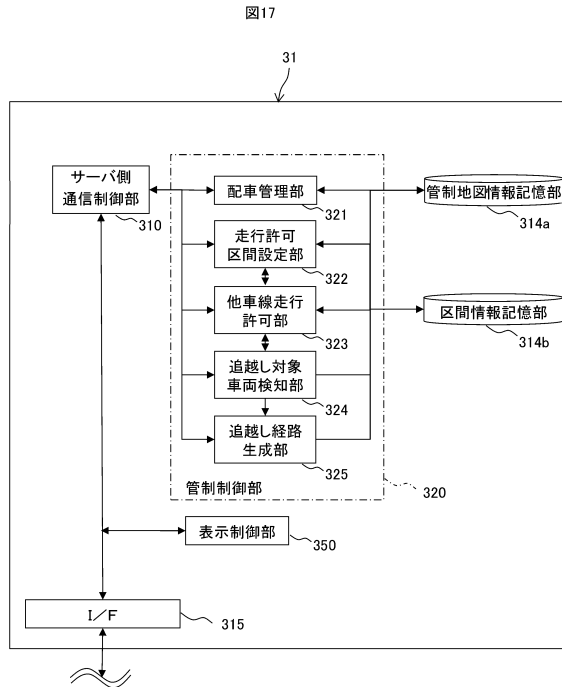
【図 15】



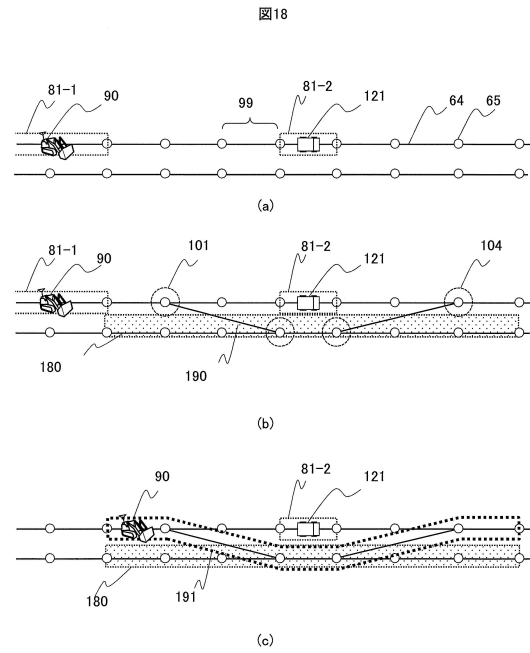
【図 16】



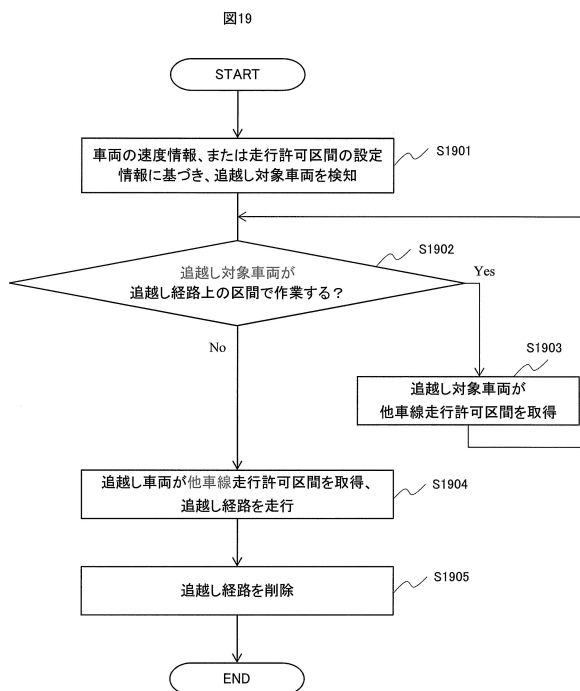
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

審査官 武内 俊之

(56)参考文献 特許第5714129(JP, B2)
特開2007-323675(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 1/16
B60R 21/00
G08G 1/0969