

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025848号  
(P6025848)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl. F 1  
**G 0 5 D 1/02 (2006.01)** G 0 5 D 1/02 P

請求項の数 5 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-526013 (P2014-526013)	(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
(86) (22) 出願日	平成25年9月11日(2013.9.11)	(74) 代理人	110001829 特許業務法人開知国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/074564	(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 知的財産部内
(87) 国際公開番号	W02015/037084	(72) 発明者	菅原 一宏 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内
(87) 国際公開日	平成27年3月19日(2015.3.19)	(72) 発明者	田中 克明 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内
審査請求日	平成27年3月5日(2015.3.5)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の管制制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の車両に搭載された車載制御装置と、前記複数の車両の走行を管理する管制局と、前記管制局に配置され、前記複数の車両の走行路を複数の区間に分割し、前記複数の車両間で相互に重複しない走行可能な区間を走行許可区間として各車両に割り当てる閉塞制御を行う管制制御装置と、前記管制制御装置と前記複数の車両に搭載された車載制御装置間との通信を行う通信手段とを備えた車両の管制制御システムであって、

前記各車載制御装置は、前記管制制御装置からの指示情報を受信して自車の行動を決定する自律走行制御手段を備え、

前記自律走行制御手段は、走行許可要求開始距離を前記自車の現在速度から停止可能な停止可能距離よりも長い距離として定め、前記自車の進行方向において前記走行許可区間の残りの区間の長さが前記走行許可要求開始距離以下となったときに、次の走行許可が得られるまで、繰り返し走行許可の要求と前記自車の現在位置情報を前記管制制御装置に送信し、

前記走行許可区間の残りの区間の長さが前記停止可能距離よりも短く、前記次の走行許可が前記管制制御装置から得られていないときに前記自車が前記走行許可区間にとどまることができるように減速を開始する

ことを特徴とする車両の管制制御システム。

【請求項2】

請求項1に記載の車両の管制制御システムにおいて、

10

20

前記管制制御装置は、前記各車載制御装置から送信された前記各自車の現在位置情報と前記走行許可の要求を受信し、

前記次の走行許可区間を演算して前記各車載制御装置に割り当てることを特徴とする車両の管制制御システム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両の管制制御システムにおいて、

前記各車載制御装置は、前記走行許可要求開始距離を少なくとも自車の停止可能距離と自車の自己位置特定誤差との和以上に定めると共に、走行許可解除距離を少なくとも前記自車の自己位置特定誤差以上に定め、

前記管制制御装置は、前記各自車が通過し終わった前記走行許可区間の終端から前記各自車の現在位置までの距離が、前記走行許可解除距離以上となったときに、前記走行許可区間の走行許可を解除する

ことを特徴とする車両の管制制御システム。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 に記載の車両の管制制御システムにおいて、

前記管制制御装置は、前記各自車に与える前記走行許可区間に合流する一の走行路区間がある場合には、前記一の走行路区間を前記各自車に与える走行許可区間に設定し、前記各自車に与える前記走行許可区間に交差する他の走行路区間がある場合には、前記他の走行路区間を前記各自車に与える走行許可区間に設定する

ことを特徴とする車両の管制制御システム。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の車両の管制制御システムにおいて、

前記管制制御装置は、前記管制制御装置と前記複数の車載制御装置間との通信状態を測定する測定手段と、前記測定手段で測定した通信状態を前記管制制御装置の地図データ上に記録する記録手段と、前記地図データに記録した前記通信状態の情報をを用いて前記複数の車両の前記走行許可区間を調整する調整手段とを備えた

ことを特徴とする車両の管制制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は車両の管制制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、露天掘り鉱山などにおいて、掘削した鉱石を搬送するダンプトラックなどの複数の車両を、車両同士の干渉を防ぐとともに無人運転で制御するものがある。具体的には、複数の車両の動きを監視する管制局と、管制局と各車両との間とをつなぐ無線通信手段とを設け、各車両と管制局間で情報をやり取りして制御する。

【0003】

例えば、車両の監視装置として、各車両の現在位置を所定時間間隔、あるいは所定距離移動毎などのタイミングで管制局に送信し、管制局はこれらの車両位置の相互関係から相互の干渉が起きないように、走行の継続、減速、停止などの指示を車両に送信し、近い距離にある車両同士については、車両間で無線通信を行うことで相互の位置情報を交換し、相互に干渉しないように走行するものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

また、複数の入口点を有する資源を管理するシステム及び方法として、搬送路の交差点や積込、放土などの作業エリアに対してそれらを取り囲む領域を設け、この領域に接近する車両は、領域に接近していることを管制局に通知し、管制局は通知を受けた車両に対してどの車両を優先すべきかを判定し、優先する車両には領域への進入を許可し、他の車両に対しては待ち状態になるように指示をすることで、車両間の干渉を防止するものがある（例えば、特許文献 2 参照）。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3424834号公報

【特許文献2】米国特許第5897595号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した特許文献1の技術において、無線通信の障害などが発生し、車両の位置情報の送信が不調となると、車両相互の位置関係が把握できなくなり、車両の異常接近が生じる場合がある。このため、車両を停止させる必要が生じる。また、無線通信の障害が特定の領域で起きているときに、車両がその領域内で停止してしまった場合には、復帰が困難になるという課題がある。

10

【0007】

また、上述した特許文献2の技術においても、無線通信の障害などが発生し、車両からの所定領域に接近していることの通知が不調となると、車両の異常接近を防止するために車両を停止させる必要が生じる。また、特定の領域で無線通信の障害が起きている場合には、上述した特許文献1の技術と同様の課題が生じる。

【0008】

本発明は上述の事柄に基づいてなされたもので、その目的は、管制局と車両間の無線通信やその他手段による通信が不確定となった場合であっても、車両同士が干渉することなく車間距離を確保した走行を実現できる無人走行車両の管制制御システムを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、第1の発明は、複数の車両に搭載された車載制御装置と、前記複数の車両の走行を管理する管制局と、前記管制局に配置され、前記複数の車両の走行路を複数の区間に分割し、前記複数の車両間で相互に重複しない走行可能な区間を走行許可区間として各車両に割り当てる閉塞制御を行う管制制御装置と、前記管制制御装置と前記複数の車両に搭載された車載制御装置間との通信を行う通信手段とを備えた車両の管制制御システムであって、前記各車載制御装置は、前記管制制御装置からの指示情報を受信して自車の行動を決定する自律走行制御手段を備え、前記自律走行制御手段は、走行許可要求開始距離を前記自車の現在速度から停止可能な停止可能距離よりも長い距離として定め、前記自車の進行方向において前記走行許可区間の残りの区間の長さが前記走行許可要求開始距離以下となったときに、次の走行許可が得られるまで、繰り返し走行許可の要求と前記自車の現在位置情報を前記管制制御装置に送信し、前記走行許可区間の残りの区間の長さが前記停止可能距離よりも短く、前記次の走行許可が前記管制制御装置から得られていないときに前記自車が前記走行許可区間にとどまることができるように減速を開始するものとする。

30

【0010】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記管制制御装置は、前記各車載制御装置から送信された前記各自車の現在位置情報と前記走行許可の要求を受信し、前記次の走行許可区間を演算して前記各車載制御装置に割り当てることを特徴とする。

40

【0011】

更に、第3の発明は、第2の発明において、前記各車載制御装置は、前記走行許可要求開始距離を少なくとも自車の停止可能距離と自車の自己位置特定誤差との和以上に定めると共に、走行許可解除距離を少なくとも前記自車の自己位置特定誤差以上に定め、前記管制制御装置は、前記各自車が通過し終わった前記走行許可区間の終端から前記各自車の現在位置までの距離が、前記走行許可解除距離以上となったときに、前記走行許可区間の走行許可を解除することを特徴とする。

50

## 【 0 0 1 2 】

また、第 4 の発明は、第 2 又は第 3 の発明において、前記管制制御装置は、前記各自車に与える前記走行許可区間に合流する一の走行路区間がある場合には、前記一の走行路区間を前記各自車に与える走行許可区間に設定し、前記各自車に与える前記走行許可区間に交差する他の走行路区間がある場合には、前記他の走行路区間を前記各自車に与える走行許可区間に設定することを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

更に、第 5 の発明は、第 1 乃至第 4 の発明のいずれかにおいて、前記管制制御装置は、前記管制制御装置と前記複数の車載制御装置間との通信状態を測定する測定手段と、前記測定手段で測定した通信状態を前記管制制御装置の地図データ上に記録する記録手段と、前記地図データに記録した前記通信状態の情報を用いて前記複数の車両の前記走行許可区間を調整する調整手段とを備えたことを特徴とする。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 4 】

本発明によれば、車両が走行を許可されている区間の終端に近付いた時に、管制局と通信をするだけで走行許可区間の更新を行うので、管制局との通信頻度を少なくし、通信障害による走行停止の頻度を少なくすることができる。この結果、車両同士が干渉することなく車間距離を確保した走行を実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 5 】

20

【図 1】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の構成を示す構成概念図である。

【図 2】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する車両であるダンプトラックを示す斜視図である。

【図 3】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を適用する鉱山現場における搬送路の一例を示す概念図である。

【図 4 A】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X が管制局 2 の管制制御装置 2 X に対して目的地を要求する状態を示す概念図である。

【図 4 B】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X がダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に目的地と経路を発信する状態を示す概念図である。

30

【図 4 C】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X が走行許可区間を設定してダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に送信する状態を示す概念図である。

【図 5 A】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X が管制局 2 の管制制御装置 2 X に対して走行許可区間要求と位置情報を送信する状態を示す概念図である。

【図 5 B】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X がダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に走行許可区間設定を発信する状態を示す概念図である。

40

【図 5 C】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X が走行許可区間を解除してダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に送信する状態を示す概念図である。

【図 6】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態による交差点における走行許可区間の設定の一例を説明する概念図である。

【図 7】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態による交差点における走行許可区間の設定の他の例を説明する概念図である。

【図 8】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する自律走行制御手段の処理内容を示すフローチャート図である。

50

【図9】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の処理内容を示すフローチャート図である。

【図10】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態における走行許可要求開始距離と走行許可解除距離とを説明する概念図である。

【図11】本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態における通信状態の記録に応じた走行許可区間の調整を説明する概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、車両としては無人で走行する鉱山用ダンプトラックを例にして本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。図1は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の構成を示す構成概念図である。

10

図1において、1は車両に相当するダンプトラック、2は管制局、3はダンプトラックと管制局間で情報伝達を行う無線通信手段をそれぞれ示している。ダンプトラック1は、複数台存在していてそれぞれが管制局2と無線通信を行うが、その構成は同じであるので、1台のダンプトラック1のみを示している。本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態は、管制局2に配置した管制制御装置2Xとトラック1に配置した車載制御装置1Xとを備えている。

【0017】

管制局2に配置した管制制御装置2Xは、ダンプトラック1の目的地とそこへ至る経路を決定する配車管理手段4と、ダンプトラック1が相互に干渉しないように制御する交通管制手段5と、ダンプトラック1が走行する鉱山現場の走行路の情報を格納する地図データ6と、ダンプトラック1の状態表示やダンプトラック1へのマニュアル指示を入力するためのユーザインタフェース7と、これら構成要素間の通信とダンプトラック1の車載制御装置1Xとの無線通信を行うためのサーバ8とを備えている。

20

【0018】

配車管理手段4と交通管制手段5とは、鉱山現場の監視事務所に配置されたコンピュータなどのソフトウェアとして構成され、地図データ6はコンピュータ上に格納されたデータとして構成されても良い。ユーザインタフェース7はコンピュータの表示装置や入力装置として、サーバ8は、これらの構成要素間の通信を行う装置として構成されるものであっても良い。

30

【0019】

ダンプトラック1に配置した車載制御装置1Xは、管制局2からの指示やセンサなどの情報に応じてダンプトラック1の行動を決定する自律走行制御手段9と、自律走行制御手段9の指示を受けてダンプトラック1の加減速やステアリングを制御する車両制御装置10と、ダンプトラック1が走行する鉱山現場の走行路の情報を格納する地図データ12とを備えている。

【0020】

自律走行制御手段9は、ダンプトラック1に搭載されたコンピュータまたはマイクロプロセッサ上のソフトウェアとして構成され、地図データ12はコンピュータまたはマイクロプロセッサ上に格納されたデータとして構成されるものであっても良い。

40

【0021】

次に、ダンプトラック1について図2を用いて説明する。図2は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する車両であるダンプトラックを示す斜視図である。

【0022】

図2において、ダンプトラック1は、ダンプトラックの自己位置を特定するために、GPS(Global Positioning System)衛星からの信号を受信するためのGPS用のアンテナ30と、ダンプトラック1が走行する道路の路肩位置を検出するためのレーザーのレーダセンサ31、32と、ダンプトラック1の走行方向前方の障害物を検出するためのミリ波のレーダセンサ33とを備えている。

【0023】

50

ダンプトラック 1 の自己位置を特定する手段としては、必ずしも GPS 衛星である必要はなく、例えば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。この場合、アンテナ 30 は GPS 用ではなく、基地局からの電波用のアンテナとなる。

【 0 0 2 4 】

また、道路の路肩を検出する手段としては、必ずしもレーザーのレーダセンサ 31, 32 である必要はなく、カメラを用いて画像処理により路肩を検出するものであってもよい。この場合、レーダセンサ 31, 32 に代わるものは車体側方を見おろすように設置されたカメラとなる。さらに、前方の障害物を検出する手段としては、必ずしもミリ波のレーダセンサ 33 である必要はなく、ステレオカメラにより検出するものであってもよい。この場合、レーダセンサ 33 は前方に向けられた複数のステレオカメラとなる。また、その取り付け位置は図 2 に示す位置よりもさらに上方にあって見おろすように設置したものであってもよい。

10

【 0 0 2 5 】

次に、ダンプトラック 1 が走行する露天掘り鉱山現場における搬送路について図 3 を用いて説明する。図 3 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を適用する鉱山現場における搬送路の一例を示す概念図である。

【 0 0 2 6 】

図 3 において、露天掘り鉱山現場には、ショベルなどにより表土や鉱石を掘削し、この表土や鉱石をダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c に積み込む掘削現場 20 と、掘削現場 20 から運び込まれた表土を放土して、層状あるいは放射状に展開する一の放土場 21 と、掘削現場 20 から運び込まれた鉱石を破碎処理するクラッシャなどが設置されていて、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他の放土場 22 と、掘削現場 20 で表土や鉱石を積み込み、これらを一の放土場 21 や他の放土場 22 に搬送するダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c が走行する搬送路 23 とを備えている。

20

【 0 0 2 7 】

搬送路 23 には、走行路 24 が設定されており、ダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c は走行路 24 に沿って走行する。走行路 24 は、搬送路 23 上に例えば上り下りそれぞれ 1 車線ずつ構成され、一般の道路などと同じように例えば右側通行などの規則に従って運航管理される。

30

【 0 0 2 8 】

掘削現場 20 において、表土を掘削している場合、例えばダンプトラック 1 a は掘削現場 20 と一の放土場 21 との間を往復し、鉱石を掘削している場合は、掘削現場 20 と他の放土場 22 との間を往復する。このため、複数のダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c がそれぞれ異なる積荷を搬送している場合は、ダンプトラック同士が交差点 26 などにおいて干渉する恐れがある。また、同一の走行路上を同じ方向に走行している場合でもダンプトラック毎の走行速度の相違により干渉する恐れがある。

【 0 0 2 9 】

更に、実際の鉱山現場では、掘削現場 20 や放土場 21, 22 の数はさらに多くなり、それらを結ぶ搬送路 23 も複雑に交差しあうので、ダンプトラック同士の干渉の恐れが大きくなる。そこで、これらのダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c が干渉しないように管制局 2 により制御する必要がある。

40

【 0 0 3 0 】

走行路 24 は、地図上で設定された座標値として与えられ、ダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c は、GPS により特定した自己位置と走行路 24 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 24 に沿って無人で走行する。また、走行路 24 上には走行路 24 の区間の境界を示すノード 25 が設けられている。走行路 24 とノード 25 の情報は、管制局 2 の管制制御装置 2 X の地図データ 6 とダンプトラック 1 a, 1 b, 1 c の車載制御装置 1 X の地図データ 1 2 と同一の情報が、それぞれ格納されてい

50

る。ここで、1つの区間とは、少なくとも1つのノード25と他のノード25との間をいうが、その長さは限定されるものではない。

【0031】

管制局2の管制制御装置2Xは、ノード25間として規定される走行区間毎に走行許可の付与/解除を行い、その情報をダンプトラック1a, 1b, 1cの車載制御装置1Xに通知することによりダンプトラック同士の干渉を避けるように走行を制御する。

【0032】

次に、本実施の形態における管制制御システムの基本動作について図4A~Cを用いて説明する。図4Aは本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、ダンプトラック1の車載制御装置1Xが管制局2の管制制御装置2Xに対して目的地を要求する状態を示す概念図、図4Bは本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、管制局2の管制制御装置2Xがダンプトラック1の車載制御装置1Xに目的地と経路を発信する状態を示す概念図、図4Cは本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態の基本的な動作を説明する図であって、管制局2の管制制御装置2Xが走行許可区間を設定してダンプトラック1の車載制御装置1Xに送信する状態を示す概念図である。図4A~Cにおいて、図1乃至図3に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

【0033】

図4A~Cは、ダンプトラック1の車載制御装置1Xと管制局2の管制制御装置2Xとの通信と、走行路24と走行許可区間42の設定について示している。

まず、図4Aにおいて、ダンプトラック1の車載制御装置1Xは管制局2の管制制御装置2Xに対して目的地を要求するメッセージを送信する。これは、図3のダンプトラック1が掘削現場20で表土や鉱石を積み込み完了した状態、あるいは放土場21や22において放土し終わった状態において、図1に示すダンプトラック1の車載制御装置1Xの自律走行制御手段9が、現在のダンプトラック1の状況を判断して無線通信手段3を介して発信するものである。このメッセージは、管制局2の管制制御装置2Xのサーバ8で受信され、配車管理手段4に伝えられる。

【0034】

図1において、管制制御装置2Xの配車管理手段4は、他のダンプトラック1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1の目的地とそこへ至る経路を決定し、それをダンプトラック1の車載制御装置1Xへ伝達するようにサーバ8に指示する。サーバ8は、無線通信手段3を介してダンプトラック1の車載制御装置1Xへ目的地40とそこへ至る経路41を発信する。図4Bには、発信された経路41と目的地40との一例が示されている。

【0035】

次に、ダンプトラック1の車載制御装置1Xは、図1に示す自律走行制御手段9の処理により、走行許可区間を要求するメッセージを管制局2の管制制御装置2Xに送信する。このメッセージは、管制局2の管制制御装置2Xのサーバ8で受信され、交通管制手段5に伝えられる。交通管制手段5は、後述する処理内容に基づいて走行許可区間42を設定し、それをサーバ8を介してダンプトラック1の車載制御装置1Xに発信する。図4Cには、発信された走行許可区間42と経路41と目的地40との一例が示されている。ダンプトラック1は、走行許可区間42を受信して初めて走行を開始することができる。

【0036】

本実施の形態において、走行路24のどの区間がどのダンプトラック1に対して走行許可を与られているかは、管制局2の管制制御装置2Xの地図データ6に記録することで管理し、交通管制手段5はその情報を参照しつつダンプトラック1からの走行許可要求に対する走行許可区間42の設定を行う。一方、ダンプトラック1側では、管制局2の管制制御装置2Xから受信した走行許可区間42をダンプトラック1の車載制御装置1Xの地図データ12に記録することで、どこまで走行することができるかを判断する。

【0037】

10

20

30

40

50

なお、走行許可の設定状況の記録は、走行路 2 4 の区間の I D に対応が取れる形として、管制局 2 側については管制制御装置 2 X の交通管制手段 5 内に、ダンプトラック 1 側については車載制御装置 1 X の自律走行制御手段 9 内に持つものとして、地図データ 6 や地図データ 1 2 に記録するものでなくても良い。

【 0 0 3 8 】

次に、本実施の形態における走行許可区間の設定の詳細について図 5 A ~ C を用いて説明する。図 5 A は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X が管制局 2 の管制制御装置 2 X に対して走行許可区間要求と位置情報を送信する状態を示す概念図、図 5 B は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X がダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に走行許可区間設定を発信する状態を示す概念図、図 5 C は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の動作を説明する図であって、管制局 2 の管制制御装置 2 X が走行許可区間を解除してダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に送信する状態を示す概念図である。図 5 A ~ C において、図 1 乃至図 4 C に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 3 9 】

図 5 A ~ C は、ダンプトラック 1 a , 1 b の車載制御装置 1 X と管制局 2 の管制制御装置 2 X との通信と、走行路 2 4 と走行許可区間 4 2 a , 4 2 b の設定について示している。

図 5 A ~ C において、1 a , 1 b はそれぞれ矢印の方向に走行中のダンプトラックを、4 2 a , 4 2 b はそれぞれのダンプトラック 1 a , 1 b に許可されている走行許可区間を示している。4 3 は、ダンプトラック 1 a の現在位置から走行許可区間 4 2 a の終端までの走行路 2 4 に沿った距離を示す走行許可残存距離を、4 4 は走行許可要求開始距離をそれぞれ示す。

【 0 0 4 0 】

走行許可要求開始距離 4 4 は、ダンプトラック 1 a , 1 b 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  $L_{st}$  に所定のオフセット距離  $L_{off}$  を加えたものであり、次式で定まる。

$$44 = L_{st} + L_{off}$$

停止可能距離  $L_{st}$  は次式で定まる。

$$L_{st} = m v^2 / 2 f$$

ここで、 $m$  はダンプトラック 1 a , 1 b の積荷を含めた質量、 $v$  はダンプトラック 1 a , 1 b の現在の速度、 $f$  はダンプトラック 1 a , 1 b の制動力、所定のオフセット距離  $L_{off}$  は、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値をそれぞれ示している。ダンプトラック 1 a , 1 b の速度としては、ダンプトラック 1 a , 1 b 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、ダンプトラック 1 a , 1 b の現在の走行位置に対して地図データ 1 2 上に設定されている最大許容速度などを用いるものでもよい。

【 0 0 4 1 】

なお、走行許可要求開始距離 4 4 は、車両であるダンプトラック 1 a , 1 b の車載制御装置 1 X 側で定めることができるが、管制局 2 の管制制御装置 2 X 側で定めることもできる。通信途絶の可能性を考慮すると、車両側の車載制御装置 1 X で定めることが望ましい。

【 0 0 4 2 】

まず、図 5 A において、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X は、走行許可区間 4 2 a を走行して、走行許可残存距離 4 3 が走行許可要求開始距離 4 4 以下となったときに、管制局 2 の管制制御装置 2 X に対して走行許可を要求するメッセージを送信する。このメッセージには、ダンプトラック 1 a の現在位置情報も含まれている。

【 0 0 4 3 】

管制局 2 の管制制御装置 2 X は、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X から走行許可

要求を受けると、送られてきた位置情報を用いてダンブトラック 1 a の存在する走行区間を特定する。そして、ダンブトラック 1 a の進行方向に対してダンブトラックの存在する区間の終端から予め決められた長さである走行許可付与長さ以上となる区間につい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。

**【 0 0 4 4 】**

図 5 B を用いて具体的に説明する。図 5 A ~ C において、ダンブトラック 1 a が存在する区間を 4 5 として、ダンブトラック 1 b が存在する区間を 4 8 とした場合、ダンブトラック 1 a とダンブトラック 1 b との間には区間 4 6 と 4 7 とがあり、ダンブトラック 1 b の前方には、区間 4 9 がある。図 5 B において、ダンブトラック 1 a の車載制御装置 1 X には、区間 4 5 の終端から走行許可付与長さである 5 0 の長さ以上となる区間 4 6 ~ 4 9 に走行許可区間が与えられるはずである。

10

**【 0 0 4 5 】**

しかし、区間 4 8 と 4 9 は、ダンブトラック 1 b にすでに走行許可区間 4 2 b が与えられているので削除され、区間 4 6 と 4 7 とに走行許可が与えられる。区間 4 6 については、既に走行許可が与えられているので、区間 4 7 が新たな走行許可区間としてダンブトラック 1 a の車載制御装置 1 X に与えられる。

**【 0 0 4 6 】**

走行許可を与えられた区間は、ダンブトラック 1 a , 1 b がその区間を通過した後に、ダンブトラック 1 a , 1 b 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。

20

**【 0 0 4 7 】**

図 5 C を用いて具体的に説明する。図 5 C において、ダンブトラック 1 b は、図 5 B のときの区間 4 8 から区間 4 9 へ移動している。また、5 1 はダンブトラック 1 b と区間終端までの距離を、5 2 は予め定められた走行許可解除距離をそれぞれ示している。ここで、ダンブトラック 1 b の車載制御装置 1 X に走行許可が与えられていた区間 4 8 は、ダンブトラック 1 b と区間終端までの距離 5 1 が走行許可解除距離 5 2 以上となった段階で走行許可が解除される。この結果、後続のダンブトラック 1 a の車載制御装置 1 X への走行許可割り当てが可能になる。

**【 0 0 4 8 】**

30

次に、本実施の形態における交差点における走行許可区間の設定の詳細について図 6 及び図 7 を用いて説明する。図 6 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態による交差点における走行許可区間の設定の一例を説明する概念図、図 7 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態による交差点における走行許可区間の設定の他の例を説明する概念図である。図 6 及び図 7 において、図 1 乃至図 5 C に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

**【 0 0 4 9 】**

図 6 は、ダンブトラック 1 a , 1 b , 1 c の車載制御装置 1 X と、走行路 2 4 と走行許可区間 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c の設定について示している。ここで、ダンブトラック 1 b の走行路 2 4 は、ダンブトラック 1 a の走行路 2 4 と区間 5 4 のノード 5 3 で合流し、ダンブトラック 1 c の走行路 2 4 と区間 5 5 で交差している。

40

**【 0 0 5 0 】**

ダンブトラック 1 b の車載制御装置 1 X に対して走行許可区間 4 2 b が与えられていて、この走行許可区間 4 2 b の走行路 2 4 に合流する走行路 2 4 がある場合、この走行路 2 4 の区間もダンブトラック 1 b の走行許可区間として割り当てる。図 6 においては、区間 5 4 がノード 5 3 においてダンブトラック 1 b の走行路と合流しているので、区間 5 4 に対してもダンブトラック 1 b の走行許可を与える。これにより、ダンブトラック 1 b が交差点 2 6 を走行中には、ダンブトラック 1 a の車載制御装置 1 X への走行許可が区間 5 4 に与えられないので、ダンブトラック 1 a が交差点 2 6 に進入してダンブトラック 1 b と干渉することを防止できる。

50

## 【 0 0 5 1 】

また、ダンプトラック 1 b の車載制御装置 1 X に対して走行許可区間 4 2 b が与えられていて、この走行許可区間 4 2 b の走行路 2 4 と交差する走行路 2 4 がある場合、この走行路 2 4 の区間もダンプトラック 1 b の走行許可区間として割り当てる。図 6 においては、区間 5 5 がダンプトラック 1 b の走行路 2 4 と交差しているため、区間 5 5 に対してもダンプトラック 1 b の走行許可を与える。これにより、ダンプトラック 1 b が交差点 2 6 を走行中には、ダンプトラック 1 c の車載制御装置 1 X への走行許可が区間 5 5 に与えられないので、ダンプトラック 1 c が交差点 2 6 に進入してダンプトラック 1 b と干渉することを防止できる。

## 【 0 0 5 2 】

図 7 は、ダンプトラック 1 a , 1 b , 1 c の車載制御装置 1 X と、走行路 2 4 と走行許可区間 4 2 a , 4 2 b , 4 2 c の設定について示している。ここで、ダンプトラック 1 c の走行路 2 4 は、区間 5 8 のノード 5 7 で分岐し、ダンプトラック 1 b の走行路 2 4 と区間 5 6 で交差している。

## 【 0 0 5 3 】

ダンプトラック 1 c の車載制御装置 1 X に対して走行許可区間 4 2 c が与えられていて、この走行許可区間 4 2 c の走行路 2 4 と交差する走行路 2 4 の区間 5 6 がある場合、この走行路 2 4 の区間 5 6 もダンプトラック 1 c の走行許可区間として割り当てる。しかし、区間 5 6 への走行許可は交差により副次的に与えられたものなので、ノード 5 3 で合流する走行路 2 4 の区間 5 4 があっても、その区間 5 4 への走行許可は与えない。これにより、ダンプトラック 1 a は、ダンプトラック 1 c が交差点 2 6 を走行中でも交差点 2 6 を走行することができる。また、ダンプトラック 1 c の走行路 2 4 とノード 5 7 で接続する走行路 2 4 の区間 5 8 は、合流ではなく分岐の方向での接続なので、区間 5 8 への走行許可は与えられない。

## 【 0 0 5 4 】

上述した交差点 2 6 で副次的に設定される走行許可区間 5 4 , 5 5 , 5 6 などは、実際にダンプトラック 1 a , 1 b , 1 c が走行するために設定されるものではなく、干渉の恐れのある他のダンプトラックの進入を防止するものなので、管制局 2 側の管制制御装置 2 X の地図データ 6 上には設定されるが、ダンプトラック 1 a , 1 b , 1 c の車載制御装置 1 X には、走行許可区間としては通知する必要はない。

## 【 0 0 5 5 】

次に、本実施の形態における通信途絶への対応について図 5 A ~ C を用いて説明する。鉱山現場において搬送路などは露天掘りピットの壁面に沿って設けられるため、ピット壁面に遮られて無線通信が一時的に途絶えることがある。また、鉱山現場では、トランシーバーによる無線電波など多様な無線信号が飛び交っているため電波干渉により、一時的に通信が途絶えることも考えられる。

## 【 0 0 5 6 】

図 5 A において、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X の走行許可残存距離 4 3 が走行許可要求開始距離 4 4 以下となったときに、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X は管制局 2 の管制制御装置 2 X に対して走行許可を要求するメッセージを送信するが、通信途絶などによりこのメッセージが管制局 2 の管制制御装置 2 X に伝達されなかった場合、あるいは管制局 2 の管制制御装置 2 X からの走行許可メッセージがダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X に伝達されなかった場合は、引き続き走行許可残存距離 4 3 が走行許可要求開始距離 4 4 以下であるため、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X は走行を継続しながら走行許可要求のメッセージを繰り返し送信する。

## 【 0 0 5 7 】

走行許可残存距離 4 3 が停止可能距離  $L_{st}$  以下となる前に管制局 2 の管制制御装置 2 X から走行許可のメッセージを得ることができれば、ダンプトラック 1 a は減速することなく引き続き走行許可された区間を走行し続けられる。また、走行許可残存距離 4 3 が停止可能距離  $L_{st}$  以下となっても管制局 2 の管制制御装置 2 X からの走行許可メッセージ

10

20

30

40

50

を得られなければ、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X は現在の走行許可区間 4 2 a 内で停止するように減速を始める。そして、この間も繰り返し走行許可要求のメッセージを送信する。

【 0 0 5 8 】

ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X が最初に走行許可要求のメッセージを発信してから停止するまでの間にダンプトラック 1 a は少なくとも走行許可要求開始距離 4 4 と同程度の距離を移動するので、この間に走行路周囲のピット壁面による通信障害の度合いや、他の無線電波による干渉の度合いが変化する。このため、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X が停止するまでの間に次の走行許可を得られる可能性が高くなり、無線の通信途絶がある状況下でもダンプトラック 1 a の停止する頻度を減少することができる。

10

【 0 0 5 9 】

走行許可要求開始距離 4 4 は、停止可能距離  $L_{st}$  に所定のオフセット距離  $L_{off}$  を加えたものとしたが、オフセット距離  $L_{off}$  を長くとれば、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X が減速する前に次の走行許可区間を得られる確率が高くなるので、無線通信の途絶頻度などに応じてオフセット距離  $L_{off}$  の長さを調整することにより、ダンプトラック 1 a が減速することなく走行する確率を高くすることができる。

【 0 0 6 0 】

本実施の形態においては、交差点 2 6 など、走行許可によって複数のダンプトラックが同時に交差点 2 6 に進入することがないように排他的に管理しているので、いずれかのダンプトラックとの通信が途絶したとしても、走行許可が与えられている範囲内で走行する限り、相互に干渉する恐れはない。そして、走行許可が与えられている範囲内を移動している中で、次の走行許可が得られれば、個々のダンプトラックは引き続き走行を継続することが可能となる。

20

【 0 0 6 1 】

次に、本実施の形態における管制局とダンプトラックにおける制御処理について図 8 及び図 9 を用いて説明する。図 8 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する自律走行制御手段の処理内容を示すフローチャート図、図 9 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態を構成する交通管制手段の処理内容を示すフローチャート図である。図 8 及び図 9 において、図 1 乃至図 7 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

30

【 0 0 6 2 】

図 8 はダンプトラック 1 に載置されている車載制御装置 1 X の自律走行制御手段 9 における処理フローを示している。

自律走行制御手段 9 は、ダンプトラック 1 の現在位置と地図データ 1 2 上に設定されている現在の走行許可区間 4 2 から走行許可残存距離 4 3 を計算し、走行許可残存距離 4 3 が走行許可要求開始距離 4 4 以下か否かを判断する（ステップ S 1）。走行許可残存距離 4 3 が走行許可要求開始距離 4 4 以下であれば、（ステップ S 2）へ進み、それ以外であれば、（ステップ S 3）へ進む。

【 0 0 6 3 】

自律走行制御手段 9 は、管制局 2 の管制制御装置 2 X へ走行許可要求と現在位置の情報とを送信する（ステップ S 2）。

40

【 0 0 6 4 】

自律走行制御手段 9 は、管制局 2 の管制制御装置 2 X から走行許可を受信したか否かを判断する（ステップ S 3）。走行許可を受信した場合は（ステップ S 4）へ進み、それ以外の場合は（ステップ S 5）へ進む。

【 0 0 6 5 】

管制局 2 の管制制御装置 2 X から走行許可を受信した自律走行制御手段 9 は、地図データ 1 2 上に走行許可区間を設定する（ステップ S 4）。

【 0 0 6 6 】

自律走行制御手段 9 は、走行許可残存距離 4 3 が停止可能距離  $L_{st}$  以下か否かを判断

50

する（ステップS5）。走行許可残存距離43が停止可能距離Lst以下の場合には（ステップS6）へ進み、それ以外の場合は（ステップS7）へ進む。

【0067】

走行許可残存距離43が停止可能距離Lst以下の場合に自律走行制御手段9は、ダンプトラック1が走行許可区間42内で停止できるように減速を開始する（ステップS6）。

【0068】

自律走行制御手段9は、ダンプトラック1の現在位置から既に通過した走行許可区間の終端までの距離51が走行許可解除距離52以上か否かを判断する（ステップS7）。ダンプトラック1の現在位置から既に通過した走行許可区間の終端までの距離51が走行許可解除距離52以上の場合には（ステップS8）へ進み、それ以外の場合は（ステップS1）へ進む。

10

【0069】

既に通過した走行許可区間の終端までの距離51が走行許可解除距離52以上の場合に自律走行制御手段9は、通過した区間の走行許可を地図データ12上で解除する（ステップS8）。自律走行制御手段9は、（ステップS8）の処理終了後、（ステップS1）へ進み、上述した処理を繰り返す。

【0070】

図9は管制局2に配置されている管制制御装置2Xの交通管制手段5における処理フローを示している。

20

交通管制手段5は、ダンプトラック1の車載制御装置1Xから走行許可要求があったか否かを判断する（ステップS10）。ダンプトラック1の車載制御装置1Xから走行許可要求があった場合は（ステップS11）へ進み、それ以外の場合は（ステップS10）へ戻る。

【0071】

ダンプトラック1の車載制御装置1Xから走行許可要求があった場合の交通管制手段5は、受信したダンプトラック1の車載制御装置1Xの現在位置と地図データ6情報とを用いて、ダンプトラック1の進行方向に対してダンプトラック1の存在する区間の終端から走行許可付与長さ50以上となる区間について、あるいは他のダンプトラックに許可が与えられている区間がある場合はその手前までについて走行許可を地図データ6上で設定する（ステップS11）。

30

【0072】

交通管制手段5は、与えるべき走行許可区間があるか否かを判断する（ステップS12）。具体的には、ダンプトラック1の車載制御装置1Xが現在走行する走行区間24のすぐ隣の区間が他のダンプトラックに許可されているなどして、走行許可を与えるべき区間がない場合に該当するか否かを判断する。与えるべき走行許可区間がある場合は（ステップS13）へ進み、それ以外の場合は（ステップS10）へ戻る。

【0073】

与えるべき走行許可区間がある場合の交通管制手段5は、その走行許可区間42を地図データ6に設定すると同時にダンプトラック1の車載制御装置1Xに走行を許可する区間のメッセージを送信する（ステップS13）。

40

【0074】

交通管制手段5は、走行許可を与える区間に合流する区間がある場合、その区間を同一のダンプトラック1の車載制御装置1Xに対する走行許可区間42として地図データ6上に設定する（ステップS14）。

【0075】

交通管制手段5は、走行許可を与える区間と交差する区間がある場合、その区間を同一のダンプトラック1の車載制御装置1Xに対する走行許可区間42として地図データ6上に設定する（ステップS15）。

【0076】

50

交通管制手段 5 は、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X の現在位置から既に通過した走行許可区間の終端までの距離が走行許可解除距離 5 2 以上であれば、通過した区間の走行許可を地図データ 6 上で解除する（ステップ S 1 6）。交通管制手段 5 は、（ステップ S 1 6）の処理終了後、（ステップ S 1 0）へ進み、上述した処理を繰り返す。

【 0 0 7 7 】

次に、本実施の形態におけるダンプトラックの自己位置推定誤差への対応について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態における走行許可要求開始距離と走行許可解除距離とを説明する概念図である。図 1 0 において、図 1 乃至図 9 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 7 8 】

ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X の自己位置は GPS などを用いて推定するが、GPS により特定した位置情報には誤差が含まれている。また、露天掘りピットの壁面に設けられた搬送路 2 3 においては、GPS 信号が受信できない場所も存在する。このような場所では、GPS による位置特定ができないので、ジャイロや車輪回転数などから、位置を補間推定することになる。このため、自己位置推定の誤差がさらに大きくなってしまふ可能性がある。

【 0 0 7 9 】

このように、自己位置推定の誤差が大きくなると、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X が走行許可を与えられている区間内を走行しているつもりであっても、実際には許可区間外にまではみ出して走行する恐れが生じる。このような誤差による不具合を防止するために、走行許可区間要求開始距離 4 4 と走行許可解除距離 5 2 を以下のように設定する。

20

【 0 0 8 0 】

図 1 0 は、ダンプトラック 1 a , 1 b の車載制御装置 1 X と、走行路 2 4 と走行許可区間 4 2 a , 4 2 b の設定と、走行許可区間要求開始距離 4 4 と、走行許可解除距離 5 2 とについて示している。図 1 0 において、ダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X の位置をその車両前方端 6 0 で表わし、想定される自己位置推定誤差を円 6 1 で表わしている。このように規定することで、実際の車両先端の位置は円 6 1 の範囲内に分布すると想定することができる。

【 0 0 8 1 】

まず、走行許可要求開始距離 4 4 を、無線通信の障害の発生度合いなどを考慮して設定する第 1 のオフセット距離 ( L o f f 1 ) 4 4 a と、ダンプトラック 1 a の停止可能距離 ( L s t ) 4 4 b と、円 6 1 の半径より大きな第 2 のオフセット距離 ( L o f f 2 ) 4 4 c との和に設定する。

30

【 0 0 8 2 】

次に、ダンプトラック 1 a の目標停止位置を、走行許可区間 4 2 a の終端から第 2 のオフセット距離 ( L o f f 2 ) 4 4 c だけ手前の位置に設定する。このように設定することで、自己位置推定値に誤差があったとしてもダンプトラック 1 a の車載制御装置 1 X が走行許可区間 4 2 a 内からはみ出すことを防止できる。

【 0 0 8 3 】

同様に、ダンプトラック 1 b の車載制御装置 1 X の位置をその車両前方端 6 2 で表わし、想定される自己位置推定誤差を円 6 3 で表わしている。このように規定することで、実際の車両後端の位置は円 6 3 の範囲内に分布すると想定することができる。

40

【 0 0 8 4 】

ここで、走行許可解除距離 5 2 をダンプトラック 1 b の車体長さ 5 2 a と、円 6 3 の半径より大きな第 2 のオフセット距離 5 2 b との和に設定する。このように設定することで、自己位置推定値に誤差があった場合に、走行許可区間 4 2 b の一番手前の区間の走行許可を解除しても、ダンプトラック 1 b の車載制御装置 1 X が走行許可区間 4 2 b 内からはみ出すことを防止できる。

【 0 0 8 5 】

50

以上の構成により、ダンプトラック 1 a , 1 b の車載制御装置 1 X の自己位置推定結果に誤差がある場合についてもダンプトラック 1 a , 1 b が走行許可区間 4 2 a , 4 2 b 内に収まるようにすることができる。この結果、ダンプトラック同士の干渉を防止できる。

【 0 0 8 6 】

なお、ダンプトラック 1 a , 1 b の車載制御装置 1 X の自己位置推定結果の車幅方向の誤差については、図 2 に示すレーザーレーダセンサ 3 1 , 3 2 で走行路の路肩を検出することにより補正するものとする。

【 0 0 8 7 】

次に、本実施の形態における無線通信の障害に対して更に安定的にダンプトラックを走行させるための構成について図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 は本発明の車両の管制制御システムの一実施の形態における通信状態の記録に応じた走行許可区間の調整を説明する概念図である。図 1 1 において、図 1 乃至図 1 0 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 8 8 】

上述したように、鉱山現場において搬送路 2 3 などは露天掘りピットの壁面に沿って設けられるため、ピット壁面に遮られて無線通信が一時的に途絶えることがある。このような通信途絶は、地形の影響によるものであるため、その発生場所は特定の場所に限られることが多い。そこで、自律走行ダンプトラックによる操業を開始する前に、無線の通信状態を測定する車両を走行させ、無線の通信状態が悪い場所を記録しておき、通信状態が悪い場所で無線通信の必要性が発生しないように走行許可区間 4 2 の設定を調整することで、通信障害の発生を低減することができる。

20

【 0 0 8 9 】

図 1 1 は、走行路 2 4 と、ピット壁面などの陰になって無線の通信状態が悪い場所 7 0 と、それぞれのノード 7 1 ~ 7 8 を示している。図 1 1 において、無線の通信状態が悪い場所 7 0 に含まれるノード 7 2 , 7 3 , 7 4 については、管制局 2 の管制制御装置 2 X の地図データ 6 上の該当ノードに対して無線通信の状態が悪かったことを記録しておく。

【 0 0 9 0 】

管制制御装置 2 X の交通管制手段 5 は、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に走行許可区間 4 2 を与える際に、無線通信状態が悪かったノード 7 2 , 7 3 , 7 4 のいずれかが走行許可区間 4 2 の終端とならないように、また、ノード 7 4 から進行方向に対して走行許可要求開始距離 4 4 より短い距離にあるノード 7 5 , 7 6 , 7 7 のいずれかが走行許可区間 4 2 の終端とならないように、走行許可区間 4 2 を設定する。

30

【 0 0 9 1 】

このように走行許可区間 4 2 を設定することで、ダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X からの走行許可の要求や管制局 2 の管制制御装置 2 X からの走行許可の設定に関する無線通信を、通信状態の悪い区間で発生させないようにすることができる。この結果、無線通信の障害がある鉱山現場においても、ダンプトラック 1 を停止する頻度を減少させることができ、連続的に走行可能な管制制御システムを提供できる。

【 0 0 9 2 】

上記の構成において、通信状態の測定 / 記録方法としては、( 1 ) 無人走行するダンプトラック 1 の車載制御装置 1 X に無線の通信状態を測定する手段を搭載し、有人で走行路 2 4 を走行させながら無線の通信状態を測定する。( 2 ) ダンプトラック 1 が特定した自己位置に近い車載制御装置 1 X の地図データ 1 2 上のノードに通信状態を記録する。( 3 ) この記録を管制局 2 の管制制御装置 2 X の地図データ 6 に転送するものでもよい。

40

【 0 0 9 3 】

また、上記無線の通信状態の記録を、自律走行ダンプトラックによる操業中も常時実施するようにして、常時アップデートされる通信状態の記録に基づいて管制制御装置 2 X の交通管制手段 5 が走行許可区間 4 2 の設定を調整するものであってもよい。

【 0 0 9 4 】

なお、本実施の形態においては、搬送路 2 3 上での管制制御について説明したが、これ

50

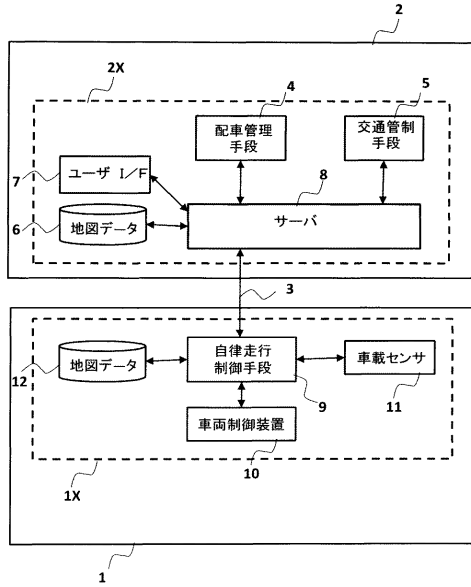
に限るものではない。例えば、同様の処理を掘削現場 2 0 や放土場 2 1 , 2 2 のエリア内において実施すれば、これらエリア内でのダンプトラック同士の干渉を防止する管制制御システムを提供することができる。

【符号の説明】

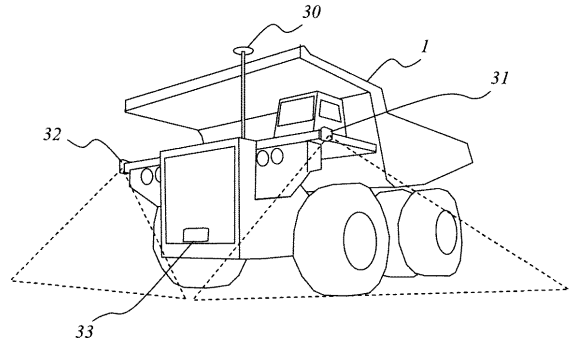
【 0 0 9 5 】

1	車両（ダンプトラック）	
1 X	車載制御装置	
2	管制局	
2 X	管制制御装置	
3	無線通信手段	10
4	配車管理手段	
5	交通管制手段	
6	地図データ	
7	ユーザインタフェース	
8	サーバ	
9	自律走行制御手段	
1 0	車両制御装置	
1 1	車載センサ	
1 2	地図データ	
2 0	掘削現場	20
2 1	一の放土場	
2 2	他の放土場	
2 3	搬送路	
2 4	走行路	
2 5	ノード	
2 6	交差点	
4 0	目的地	
4 1	経路	
4 2	走行許可区間	
4 3	走行許可残存距離	30
4 4	走行許可要求開始距離	
5 0	走行許可付与長さ	
5 1	車両と区間終端までの距離	
5 2	走行許可解除距離	

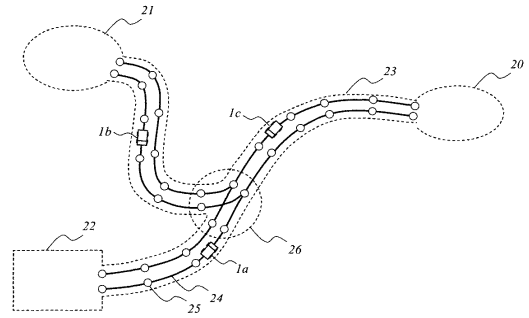
【図1】



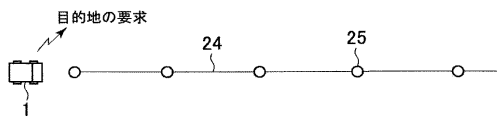
【図2】



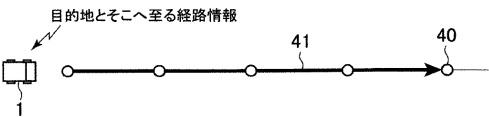
【図3】



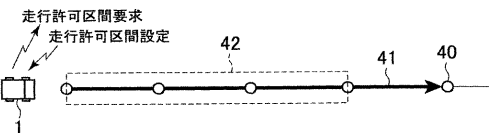
【図4A】



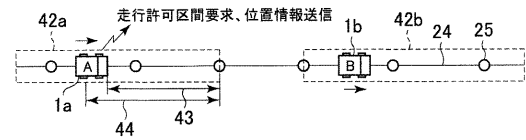
【図4B】



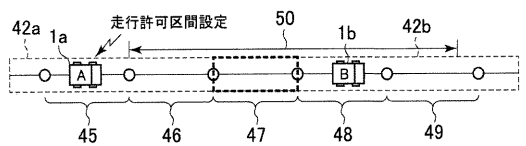
【図4C】



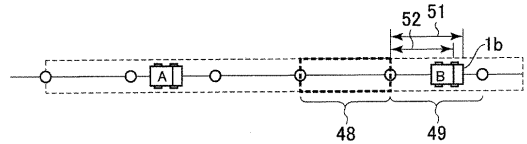
【図5A】



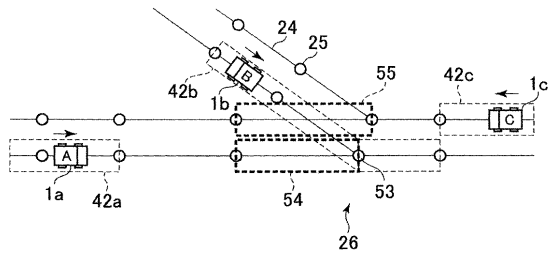
【図5B】



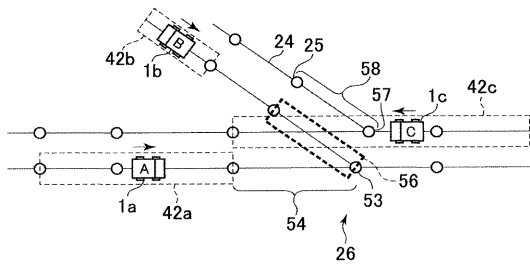
【図5C】



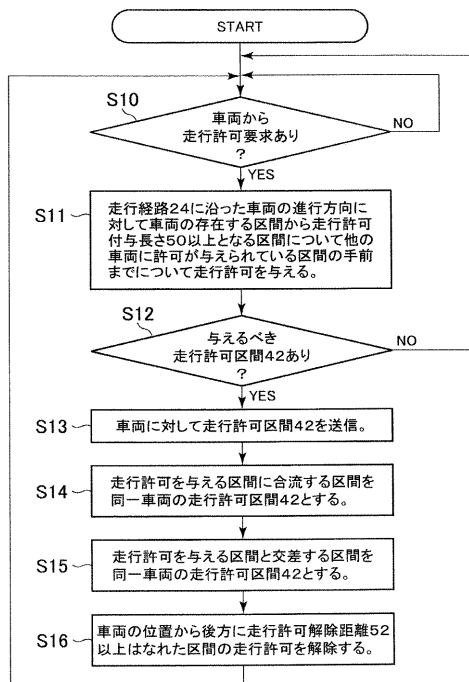
【図6】



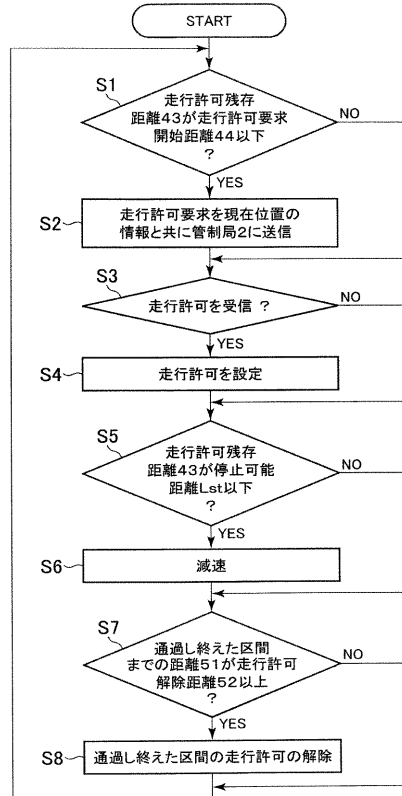
【図7】



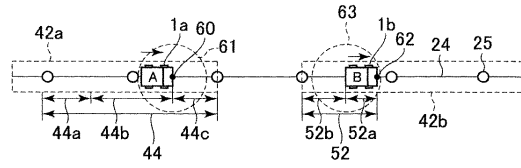
【図9】



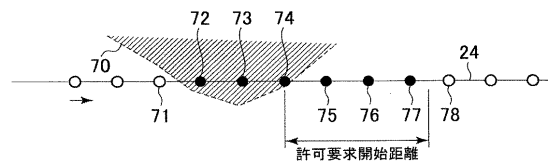
【図8】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 金井 政樹

茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場 知的財産部内

審査官 稲垣 浩司

(56)参考文献 特開2005-284779(JP,A)  
特開平11-143536(JP,A)  
特開2011-107793(JP,A)  
特開2012-160106(JP,A)  
特開昭60-163763(JP,A)  
国際公開第1998/037468(WO,A1)  
特開平10-187239(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 1/02