(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 12 月 8 日(08.12.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/195040 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 36/32 (2009.01) *H04W 36/16* (2009.01)
H04W 4/04 (2009.01) *H04W 64/00* (2009.01)
H04W 16/18 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/066471

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 2 日(02.06.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-113182 2015 年 6 月 3 日(03.06.2015) JP

(71) 出願人: 日立建機株式会社(HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100015 東京都台東区東上野二丁目１６番１号 Tokyo (JP).

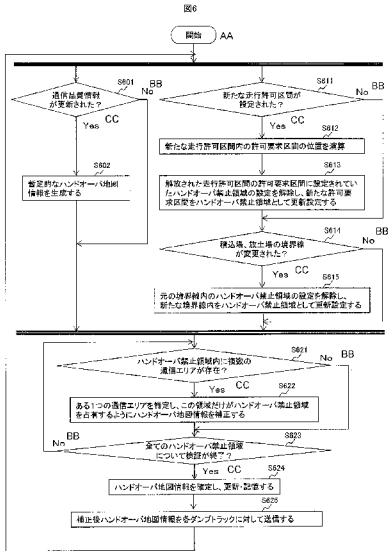
(72) 発明者: 山崎 良太(YAMASAKI Ryota); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). ▲濱▼田 朋之(HAMADA Tomoyuki); 〒3000013 茨城県土浦市神立町６５０番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 桐村 亮好(KIRIMURA Akiyoshi); 〒3000013 茨城県土浦市神立町６５０番地 日立建機株式会社 土浦工場内 Ibaraki (JP). 山田 勉(YAMADA Tsutomu); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 武和国際特許事務所(THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1050003 東京都港区西新橋３丁目１３番３号 ユニゾ西新橋三丁目ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) **Title**: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, CONTROL SERVER, AND BASE-STATION SWITCHING OPERATION CONTROL METHOD

(54) 発明の名称 : 無線通信システム、管制サーバ、及び基地局切替動作制御方法



S601 Was communication quality information updated?
S602 Generate provisional handover map information
S611 Was a new travel-permitted zone set?
S612 Calculate the position of a permission request zone in the new travel-permitted region
S613 Cancel the setting of the handover-prohibited region which was set in a permission request zone of the released travel-permitted zone, and update and set the new permission request zone as the handover-prohibited zone
S614 Have the boundary lines of the loading area and soil dumping area changed?
S615 Release the setting of the handover-prohibited region within the original boundary lines, and update and set the region within the new boundary lines as the handover-prohibited region
S621 Are there a plurality of communication areas within the handover-prohibited region?
S622 Specify one communication area and correct handover map information so that only such region occupies the handover prohibited region
S623 Has verification been completed for all handover-prohibited regions?
S624 Authorize, update, and store handover map information
S625 Send corrected handover map information to each dumptruck
AA Start
BB No
CC Yes

(57) **Abstract**: Provided is a technology for preventing stoppage of the operation of a mining work machine as a result of an onboard terminal device having carried out connection destination switching, the onboard terminal device having been wirelessly connected to a control server that carries out autonomous travel control of the mining work machine. Provided is a wireless communication system in which an onboard terminal device (26) that is installed in a work machine (20) which travels along a predetermined travel path in a mine and a control server (31) that manages the operation of the work machine (20) are communicatively connected by a network (40) which includes a first wireless base station and a second wireless base station, wherein: for the work machine (20), a travel-permitted zone is set, such zone being a travel-path partial zone in which permission to travel was only granted to the work machine (20) (S611); within the travel-permitted zone, a permission request zone, in which the work machine (20) makes a request to the control server (31) for the setting of a new travel-permitted zone, is set as a handover-prohibited region in which switching the connection destination from the first wireless base station to the second wireless base station is prohibited (S612); and within the travel-permitted zone, the connection-destination base stations are switched in a zone outside of the handover-prohibited region (S906).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/195040 A1

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

鉱山の作業機械の自律走行制御を行う管制サーバに無線接続された車載端末装置が接続先の切替動作を行った結果生じる作業機械の稼働停止を抑制する技術を提供する。　鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行する作業機械(20)に搭載された車載端末装置(26)と、作業機械(20)の運行を管理する管制サーバ(31)とを、第一無基地局及び第二無線基地局を含むネットワーク(40)で通信接続した無線通信システムにおいて、作業機械(20)に対して、その作業機械(20)のみに走行許可を付与した走行経路の部分区間である走行許可区間を設定し（S611）、走行許可区間の内、作業機械(20)が管制サーバ(31)に対し新たな走行許可区間の設定要求を行う許可要求区間を、第一無線基地局から第二無線基地局に接続先として切り替えることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定し（S612）、走行許可区間の内、ハンドオーバ禁止領域外の区間で接続先の無線基地局を切替える(S906)。

明　細　書

発明の名称 ：

無線通信システム、管制サーバ、及び基地局切替動作制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、管制サーバ、及び基地局切替動作制御方法に係り、特に鉱山の作業機械と管制サーバとを無線通信接続する無線通信システム内での基地局切替動作に関する。

背景技術

[0002] ハンドオーバ技術に関する技術を記載した文献として、特許文献１及び特許文献２がある。

[0003] 特許文献１は、「複数の基地局と基地局によってカバーされる複数の無線ゾーンと、無線ゾーン内を移動する移動局から構成され、基地局と移動局間は複数のチャネルの１つを使用して音声やデータを送受する移動通信システムにおいて、複数の無線ゾーンは互いに連続して無線ゾーンを形成し、複数の基地局ＢＳ１１～ＢＳ５１の最初の基地局ＢＳ１１は残りの１つあるいは複数の基地局の周波数情報ｆ１１～ｆ５１および位置情報を報知し、移動局はＧＰＳ受信機を具備し、最初の基地局ＢＳ１１から報知された基地局の周波数情報および位置情報を受信し、ＧＰＳ受信機のデータと受信した位置情報により無線ゾーンの切替え場所を検出し、これを契機に次の基地局ＢＳ２１の周波数に切替える手段を有するハンドオーバ方式」（要約抜粋）が開示している。

[0004] また特許文献２は、高速道路交通システムにおけるＤＳＲＣ（dedicated short range communications）技術の一例として「道路側に配置された無線基地局装置と、車載無線装置とを含む走行支援システムにおいて、無線基地局装置は、道路の所定の範囲内にいる車両の走行状態問い合わせを車載無線装置に送信し、車載無線装置は、それに応答して車両識別情報と車両の走行状態を表す走行状態情報を含む応答を無線基地局装置に送信する。応答を受信

したとき、無線基地局装置は、応答に含まれている車両識別情報と走行状態情報を取り出して記憶装置に記憶し、車両識別情報に対応づけられた記憶装置に蓄積された走行状態情報を解析して、車両の走行状態を判定し、走行状態に応じて必要な情報を車載無線装置に送信する」（要約抜粋）を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００３－２８４１１５号公報

特許文献2：特開２００９－１９９３１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 鉱山では、ダンプトラックの運行管理や自律走行制御、ショベルの遠隔操縦などの無線通信を利用するシステムがあり、それらのシステムにおいては、無線通信が安定して利用可能であることはシステムの稼働率向上のために必要な条件となる。ここで鉱山管理システムにおいて、無線通信を安定化するための技術として様々な方法が存在するが、１つの方法として、無線基地局の切替処理（ハンドオーバ）を安定化する方法がある。

[0007] 特許文献１は、ＧＰＳ受信機のデータを基にハンドオーバ地点が設定するが、鉱山では崖や山かげといった地形的条件によりＧＰＳ電波が届きにくい場所があるので、ＧＰＳ電波が受信できない地点ではハンドオーバ地点が特定できず無線通信環境が不安定になり作業機械の操業が停止する恐れがある。

[0008] また鉱山の積込場や放土場では、積込機や放土地点の位置に対応して随時走行経路が生成されるため、予め道路側に無線基地局装置を配置する特許文献２のＤＳＲＣ方式を用いると、走行経路の変化に対応しきれない恐れがある。このように、特許文献１、２を鉱山の無線通信システムに適用しようとすると、鉱山特有の環境に十分対応しきれないという実情がある。

[0009] 本発明は上記実情を鑑みてなされたものであり、鉱山において作業機械をより安定して稼働させることができる無線通信技術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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行する作業機械に搭載された車載端末装置と、前記作業機械の運行を管理する管制サーバとを、第一無線基地局及び第二無線基地局を含むネットワークで通信接続した無線通信システムにおいて、前記管制サーバは、前記作業機械に対して、当該作業機械のみに走行許可を付与した前記走行経路の部分区間である走行許可区間を設定し、その位置情報を含む許可応答情報を生成する走行許可区間設定部と、前記走行許可区間の内、前記作業機械が前記管制サーバに対し新たな走行許可区間の設定要求を行う許可要求区間を、前記第一無線基地局から前記第二無線基地局に接続先として切り替えることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定するハンドオーバ禁止領域設定部と、前記作業機械に前記ハンドオーバ禁止領域外で前記接続先の切替えをさせるための切替動作制御情報を生成する切替動作制御部と、前記作業機械に対して前記切替動作制御情報を送信するサーバ側通信制御部と、を備え、前記車載端末装置は、前記切替動作制御情報を受信し、当該切替動作制御情報に基づき前記走行許可区間のうちの前記ハンドオーバ禁止領域外の区間で接続先の無線基地局を切替え、前記新たな走行許可区間の設定要求を行うための許可要求情報を前記管制サーバに対して送信する端末側通信制御部を備える、ことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、鉱山において作業機械をより安定して稼働させることができる無線通信技術を提供することができる。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

[0012] [図1]第一実施形態に係る無線通信システムの概略構成を示す図

[図2]管制サーバ及び車載端末装置のハードウェア構成図

[図3]第一実施形態に係る管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図であって、（ａ）は管制サーバ、（ｂ）は車載端末装置の構成を示す。

[図4]通信品質情報、ハンドオーバ地図情報、及びハンドオーバ禁止領域情報の構成を示す図であって、（a）は通信品質情報のテーブル構成例を示し、（b）はハンドオーバ地図情報のテーブル構成を示し、（c）はハンドオーバ禁止領域情報のテーブル構成例を示す。

[図5]走行許可区間に従って走行するダンプトラックの動作を示す図であって、（ａ）は走行許可区間ｎを走行中の状態を示し、（ｂ）は、許可要求地点に到達した状態を示し、（ｃ）は、新たな走行許可区間の設定状態を示す。

[図6]第一実施形態に係るハンドオーバ地図情報生成処理の流れを示すフローチャート

[図7]通信エリアの境界とハンドオーバ禁止領域とが重なっている状態を表示した表示画面の一例を示す図

[図8]、図７の通信エリアの境界をハンドオーバ禁止領域外に変更した状態を表示した表示画面の一例を示す図

[図9]ダンプトラックの端末側通信制御部のハンドオーバに関する動作の処理の流れを示すフローチャート

[図10]第二実施形態に係る管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図であって、（ａ）は管制サーバ、（ｂ）は車載端末装置の構成を示す。管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図

[図11]第二実施形態における管制サーバ及び車載端末装置の流れを示すシーケンス図

[図12]第三実施形態に係る車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図

[図13]第三実施形態に係る車載端末装置の処理の流れを示すフローチャート

発明を実施するための形態

[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] ＜第一実施形態＞

［システム構成］

第一実施形態は、鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行するショベル、ホイールローダ、散水車等の作業機械に搭載された車載端末装置と、作業機械の運行を管理する管制サーバとを無線通信回線を介して接続した無線通信システムにおいて、車載端末装置が無線通信回線に接続する際の接続先基地局を決定する際に参照するハンドオーバ地図情報を生成する無線通信システムに関する。特に第一実施形態では、無線基地局の接続先を表すハンドオーバ地図において、通信エリアの境界が接続先基地局の切替動作を禁止するハンドオーバ禁止領域と重ならないように構成する点に特徴がある。

[0015] 以下では走行経路上を走行する作業機械として、運転手の運転操作によることなく自律走行する自律走行運搬車両（以下「ダンプトラック」という）を例に挙げて説明するが、運転手による運転操作に従って走行する有人作業機械であってもよい。

[0016] まず、図１に基づいて第一実施形態に係る無線通信システムの概略構成について説明する。図１は、第一実施形態に係る無線通信システムの概略構成を示す図である。図１に示す無線通信システム１は、鉱山などの採石場で、土砂や鉱石の掘削作業及び積込作業を行う積込機としての超大型油圧ショベル（以下ショベル略記する）１０と、土砂や鉱石等の積荷を搬送するダンプトラック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、を含む。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。

[0017] 鉱山内には、ショベル１０が掘削作業及びダンプトラック２０への積込作

業を行う積込場６１と、ダンプトラック２０が土砂を放土する放土場６２と、クラッシャー（不図示）が配置され、ダンプトラック２０が鉱石等を放土する放土場６３と、積込場６１と放土場６２、６３のそれぞれとを連結する搬送路６０が敷設されている。

[0018] 各ダンプトラック２０は、搬送路６０上に予め定められた走行経路に沿って、積込場６１と放土場６２、６３との間を往復し、積荷を搬送する。

[0019] ショベル１０、ダンプトラック２０、及び管制サーバ３１は、無線通信回線４０を介して互いに無線通信接続される。この無線通信接続を円滑に行うために、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。そしてこれらの基地局を経由して、無線通信の電波が送受信される。電波は、各無線基地局４１－１、４１－２、４１－３から距離が離れるに従って減衰する。図１の符号４２－１、４２－２、４２－３は、各無線基地局４１－１、４１－２、４１－３と各ダンプトラック２０とが電波の送受信ができる範囲を示す。各無線基地局４１－１、４１－２、４１－３は、上記電波が届く範囲（以下「通信エリア」という）４２－１、４２－２、４２－３が互いに重なるように設置されることで、走行経路６４上であればどの地点からも無線通信回線４０に接続できるようにすることが好ましい。図１では、電波が届く範囲を円形で図示しているが、実際には、地形の影響を受けて円形にはならないこともある。無線基地局４１－１、４１－２、４１－３の構成は同じであるので、以下では無線基地局４１－１、４１－２、４１－３を区別することなく総称する場合は無線基地局４１と記載する。以下の説明において、電波が届く範囲のうち、ハンドオーバ地図において接続先の無線基地局と指定されたエリアを通信エリアと称し、符号４２－１、４２－２は通信エリアにも共通して用いる。

[0020] ショベル１０及びダンプトラック２０は、少なくとも３つの航法衛星５０－１、５０－２、５０－３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２６９（図２参照）、例えばＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ Ｓｙｓｔｅｍ）を搭載する。

[0021] ショベル１０は、ショベル１０における見通しの良い場所、例えば運転室の上部に、無線通信回線４０に接続するためのアンテナ１８が設置されている。

[0022] 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。また、ダンプトラック２０は、無線通信回線４０を介して管制サーバ３１と通信し、ダンプトラック２０の自律走行制御を行う車載端末装置２６を備える。

[0023] 管制サーバ３１は有線通信回線３３（図２参照）を介してアンテナ３２と接続され、無線通信回線４０を介して無線基地局４１－１、４１－２、４１－３と接続され、ショベル１０、及びダンプトラック２０の其々と通信する。

[0024] 次に図２を参照して、図１の管制サーバ３１及び車載端末装置２６のハードウェア構成について説明する。図２は、管制サーバ及び車載端末装置のハードウェア構成図である。

[0025] 図２に示すように、管制サーバ３１は、サーバ側制御装置３１１、サーバ側入力装置３１２、サーバ側表示装置３１３、サーバ側通信装置３１４、通信バス３１５、経路地図情報記憶部３１６、通信品質情報記憶部３１７、区間情報記憶部３１８、ハンドオーバ地図情報記憶部３１９、ハンドオーバ禁止領域情報記憶部３２０を含んで構成される。

[0026] サーバ側制御装置３１１は、管制サーバ３１の各構成要素の動作を制御するものであり、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）等の演算・制御装置、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）やＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＨＤＤ（Ｈａｒｄ　Ｄｉｓｋ　Ｄｒｉｖｅ）等の記憶部を含むハードウェアと、サーバ側制御装置３１１により実行されるソフトウェアとを含んで構成される。これらのハードウェアが本発明に係るハンドオーバ地図情報生成プログラムや、ダンプトラック２０の自律走行制御を実行するための自律走行プログラムなどのソ

フトウェアを実行することにより、管制サーバ３１の各機能が実現される。

[0027] サーバ側入力装置３１２は、マウス、キーボードなどの入力装置により構成され、オペレータからの入力操作を受け付けるインターフェースとして機能する。

[0028] サーバ側表示装置３１３は、液晶モニタ等により構成され、オペレータに対して情報を表示して提供するインターフェースとして機能する。

[0029] サーバ側通信装置３１４は、無線通信装置である。

[0030] 通信バス３１５は、各構成要素を互いに電気的に接続する。

[0031] 経路地図情報記憶部３１６は、地図情報を固定的に記憶可能な記憶部、例えばＨＤＤを用いて構成される。地図情報は、走行経路上の各地点（以下「ノード」という）と、隣接するノードを連結するリンクとにより定義される。地図情報は、鉱山の地形情報や、各ノードの絶対座標（測位電波を基に算出される３次元実座標）を含んでもよい。各ノード及び各リンクには、それらを固有に識別する識別情報（以下「ノードＩＤ」、「リンクＩＤ」という）が付与される。

[0032] 通信品質情報記憶部３１７は、鉱山内の任意の地点におけるデータ通信品質情報(以下「通信品質情報」と略記する)を記憶する。通信品質情報は、各ダンプトラックが管制サーバ３１に送信したものを蓄積して構成してもよいし、走行経路上を航測車が走行しながら、無線通信のデータ通信品質を表す通信指標値（例えば電波強度等）を収集し、これを記憶したものでもよい。

[0033] 区間情報記憶部３１８は、各ダンプトラック２０に対して設定された走行許可区間の位置情報を含む区間情報を記憶する。

[0034] ハンドオーバ地図情報記憶部３１９は、鉱山エリア内の任意の位置座標において、移動端末が接続すべき基地局の情報を含むハンドオーバ地図情報を記憶する。

[0035] ハンドオーバ禁止領域情報記憶部３２０は、鉱山エリア内においてハンドオーバを禁止するエリアを定義するハンドオーバ禁止領域情報を記憶する。

[0036] ダンプトラック２０に搭載される車載端末装置２６は、端末側制御装置２

６１、端末側入力装置２６２、端末側表示装置２６３、端末側通信装置２６４、通信バス２６５、経路地図情報記憶部２６６、及びハンドオーバ地図情報記憶部２７０を備える。そして車載端末装置２６は、ダンプトラック２０に搭載された走行制御装置２６７、外界センサ装置２６８、及び位置算出装置２６９のそれぞれに接続される。

[0037] 走行制御装置２６７は、ダンプトラック２０の加速装置、制動装置、及びステアリング装置等、ダンプトラック２０の走行に関わる走行駆動装置に対し、加減速量、制動量、ステアリング角度を伝達するための制御装置である。

[0038] 外界センサ装置２６８は、ミリ波レーダや前方カメラなど、ダンプトラック２０の前方の障害物や周辺環境を検知するためのセンサであり、その種類は問わない。障害物の検知結果は走行制御装置２６７に出力され、必要があれば制動動作に用いられる。

[0039] 端末側制御装置２６１、端末側入力装置２６２、端末側表示装置２６３、端末側通信装置２６４、通信バス２６５、経路地図情報記憶部２６６、及びハンドオーバ地図情報記憶部２７０の其々は、サーバ側制御装置３１１、サーバ側入力装置３１２、サーバ側表示装置３１３、サーバ側通信装置３１４、及び通信バス３１５と同じ構成であり、同じ機能を実行する。管制サーバ３１の経路地図情報記憶部３１６及び車載端末装置２６の経路地図情報記憶部２６６は同じ経路地図情報を記憶する。ハンドオーバ地図情報記憶部２７０は、管制サーバ３１に備えられたハンドオーバ地図情報記憶部３１９と同じ情報を記憶する。

[0040] 次に図３を参照して、図１の管制サーバ３１及び車載端末装置２６の機能構成について説明する。図３は、第一実施形態に係る管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図であって、（ａ）は管制サーバ、（ｂ）は車載端末装置の構成を示す。

[0041] 図３（ａ）に示すように、管制サーバ３１のサーバ側制御装置３１１は、走行許可区間設定部３１１ａ、ハンドオーバ禁止領域設定部３１１ｂ、ハン

ドオーバ地図情報生成部３１１ｃ、サーバ側通信制御部３１１ｄ、入力制御部３１１e、及び表示制御部３１１ｆを備える。

[0042] 走行許可区間設定部３１１ａは、経路地図情報記憶部３１６の地図情報及び区間情報記憶部３１８を参照し、各ダンプトラック２０に対して、当該作業機械のみに走行許可を付与した走行経路の部分区間である走行許可区間を設定し、その位置情報を含む許可応答情報を生成する。走行許可区間設定部３１１ａは、走行経路６４上におけるダンプトラック２０の現在位置よりも前方の地点に前方境界点を設定して、それよりも後ろに後方境界点を設定する。そして、前方境界点及び後方境界点の間の走行経路６４の部分区間を、新たな走行許可区間の設定要求情報を送信したダンプトラック２０に対する走行許可区間として設定する。

[0043] 前方境界点から、ダンプトラック２０の停止可能距離を考慮して定められた許可要求距離手前の地点を許可要求地点といい、その間の区間を許可要求区間という。また、許可要求区間内のうち、前方境界点を基準としそれよりも手前に、前方境界点を超えることなく停止可能な距離離れた地点に制動開始地点が設けられる。

[0044] ハンドオーバ禁止領域設定部３１１ｂは、区間情報記憶部３１８に記憶された区間情報を参照し、走行許可区間の内の許可要求区間を、接続先無線基地局の切替動作を禁止するハンドオーバ禁止領域として設定し、それをハンドオーバ禁止領域情報記憶部３２０に記憶する。ハンドオーバ禁止領域設定部３１１ｂは、積込場６１内、及び放土場６２、６３内もハンドオーバ禁止領域として設定する。ハンドオーバ禁止領域は、鉱山内の閉領域として定義される。

[0045] ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、通信品質情報記憶部３１７を参照し第一無線基地局、例えば無線基地局４１－１の通信エリアのデータ通信品質及び第二無線基地局、例えば無線基地局４１－２の通信エリアのデータ通信品質に基づいて、第一無線基地局４１－１及び第二無線基地局４１－２の切替動作を実行する境界を暫定的に定めた暫定ハンドオーバ地図情報を生

成し、ハンドオーバ地図情報記憶部３１９に記憶する。

[0046] 更にハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、ハンドオーバ禁止領域情報記憶部３２０を参照し、第一無線基地局４１－１のデータ通信品質及び第二無線基地局４１－２のデータ通信品質を基に、第一無線基地局４１－１の通信エリア及び第二無線基地局４１－２の通信エリアを暫定的に定めた暫定ハンドオーバ地図情報を生成し、第一無線基地局の通信エリア４２－１及び第二無線基地局の通信エリア４２－２の境界とハンドオーバ禁止領域とが重なる場合に、境界がハンドオーバ禁止領域外となるように暫定ハンドオーバ地図情報を補正して補正後ハンドオーバ地図情報を生成し、ハンドオーバ地図情報記憶部３１９に記憶してもよい。その際、ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、ハンドオーバ禁止領域内のデータ通信品質を示す指標値、走行許可区間から第一無線基地局４１－１までの距離及び走行許可区間から第二無線基地局４１－２までの距離の比較結果、許可要求区間に占める第一無線基地局４１－１の通信エリア４２－１の面積及び許可要求区間に占める第二無線基地局４１－２の通信エリア４２－１の面積の比較結果、の少なくとも一つに基づいて上記補正を行ってもよい。

[0047] サーバ側通信制御部３１１ｄは、車載端末装置２６との間の無線データ通信制御処理を実行する。管制サーバ３１から車載端末装置２６に対して送信するデータ例として、本実施形態では補正後ハンドオーバ地図情報、及び許可応答情報がある。車載端末装置２６が補正後ハンドオーバ地図情報に基づいて接続先の無線基地局の切替動作を行うと、ハンドオーバ禁止領域外で接続先の切替動作を行うことができる。従って、本実施形態では補正後ハンドオーバ地図情報が切替動作制御情報に相当し、その補正後ハンドオーバ地図情報を生成するハンドオーバ地図情報生成部が切替動作制御部に相当する。

[0048] 入力制御部３１１eは、ユーザがサーバ側入力装置３１２に対して行った操作を受け付ける。例えば、ユーザがサーバ側入力装置３１２を用いてサーバ側表示装置３１３の画面に表示された通信エリアの境界領域の位置を変更する操作を実行すると、それを受けてハンドオーバ地図情報生成部が、その操

作をハンドオーバ地図情報の補正量として反映させるように構成してもよい。

[0049] 表示制御部３１１ｆは、サーバ側表示装置３１３に表示する画像の生成、及び表示制御処理を行う。

[0050] 次に図３（ｂ）を参照して車載端末装置２６について説明する。車載端末装置２６の端末側制御装置２６１は、端末側通信制御部２６１ａ、要求情報処理部２６１ｂ、自律走行制御部２６１ｃを備える。

[0051] 端末側通信制御部２６１ａは、管制サーバ３１との間の無線データ通信制御処理を実行する。車載端末装置２６から管制サーバ３１に対して送信するデータ例として、新たな（次の）走行許可区間を要求するための許可要求情報や自車両の位置情報がある。また、管制サーバ３１から無線送信される各種データを受信する制御を実行する。

[0052] 更に端末側通信制御部２６１ａは、暫定ハンドオーバ地図情報、補正後ハンドオーバ地図情報、ハンドオーバ禁止領域情報、暫定ハンドオーバ地図情報に基づく車載端末装置が接続先の無線基地局の切替動作を実行するための情報（例えば切替動作の切替命令情報）の少なくとも一つを基に、走行許可区間のうち許可要求区間外の区間で切替動作を実行し、ハンドオーバ禁止領域（許可要求区間、積込場内、放土場内）ではハンドオーバを実行しない。

[0053] 更に端末側通信制御部２６１ａは、ダンプトラック２０に搭載された位置算出装置２６９から自車両の位置情報を取得し、ハンドオーバ禁止領域を示す情報及び自車両の位置情報に基づいて自車両の位置がハンドオーバ禁止領域に含まれるかを判定し、ハンドオーバ禁止領域に含まれておらず、かつ現在の接続先の無線基地局が、暫定ハンドオーバ地図情報における自車両の位置を含む通信エリアに対応する無線基地局と不一致な場合に切替動作を実行してもよい。

[0054] 端末側通信制御部２６１ａは、許可応答情報を受信すると自律走行制御部２６１ｃに出力する。

[0055] 要求情報処理部２６１ｂは、管制サーバ３１に対して、新たな走行許可区

間の設定付与を要求するための許可要求情報を生成する。また、各ダンプトラック２０の走行開始にあたり、目的地が設定されていない場合には、目的地の設定を要求するための目的地要求情報を生成する。要求情報処理部２６１ｂは経路地図情報記憶部２６６の地図情報と位置算出装置２６９の自車両の位置情報、及び許可応答情報に示す走行許可区間の情報を参照し、自車両が許可要求地点に達したか否かを判定する。

[0056] 自律走行制御部２６１ｃは、許可応答情報、経路地図情報記憶部２６６内の走行経路を示した経路地図情報、及び位置算出装置２６９からの自車両の位置情報を参照し、走行経路に沿って走行許可区間からはみ出さないように走行制御装置２６７に対して走行制御を行う。自律走行制御部２６１ｃは走行許可区間からはみ出さないように走行制御するため、許可応答情報が不受信の場合、ダンプトラック２０が停車し、鉱山の操業に支障が生じ、鉱山の生産性が低下する。

[0057] 次に、図４を参照して無線通信システム１で用いられる通信品質情報、ハンドオーバ地図情報、及びハンドオーバ禁止領域情報の構成について説明する。図４は、通信品質情報、ハンドオーバ地図情報、及びハンドオーバ禁止領域情報の構成を示す図であって、（a）は通信品質情報のテーブル構成例を示し、（b）はハンドオーバ地図情報のテーブル構成を示し、（c）はハンドオーバ禁止領域情報のテーブル構成例を示す。

[0058] 図４（ａ）に示すように通信品質情報４００は、計測座標４０１及びＡＰ（Access Point：無線基地局）品質４０２をまとめたリストとして構成される。計測座標４０１は、鉱山エリア内の任意の位置である。またＡＰ品質４０２は、各計測座標４０１における鉱山エリア内に設置された全てのＡＰとの間のデータ通信品質情報を示す。データ通信品質情報は、例えば電波強度や通信エラー率といった、データ通信品質を示す値であればその種類を問わない。

[0059] 図４（ｂ）に示すようにハンドオーバ地図情報５００は、ＡＰ識別情報５０１及びハンドオーバ領域定義情報５０２を関連付けて構成される。ＡＰ識

別情報５０１は、各ＡＰを固有に識別するための情報となる。ハンドオーバ領域定義情報５０２は、ＡＰ識別情報５０１で定義したＡＰへ接続すべき鉱山エリア内の分割した領域の位置情報である。換言すれば、ハンドオーバ領域定義情報５０２は、各ＡＰの通信エリアである。そして隣接する通信エリアを横切ってダンプトラック２０が走行する際は、通信エリアの境界領域においてハンドオーバを行う。ハンドオーバ領域定義情報５０２の形態は様々なものが考えられる。例えば、領域を区分する線分を定義するための頂点座標の集合だったり、中心点座標と半径情報で定義する円形の領域だったりと、その表現方法は本実施形態の例に限定されない。

[0060] 図４（ｃ）に示すようにハンドオーバ禁止領域定義情報６０１は、鉱山エリア内で、ハンドオーバ処理を実施することを禁止するエリアをその位置情報により定義するものである。領域情報の定義の仕方については、ハンドオーバ領域定義情報５０２と同様に、様々な形態で定義しても良い。

[0061] 次に図５を参照して走行許可区間に従って走行するダンプトラックの動作について説明する。図５は、走行許可区間に従って走行するダンプトラックの動作を示す図であって、（ａ）は走行許可区間ｎを走行中の状態を示し、（ｂ）は、許可要求地点に到達した状態を示し、（ｃ）は、新たな走行許可区間の設定状態を示す。

[0062] 図５（ａ）に示すように、走行経路６４は、ノード６５及びリンク６６を用いて定義される。走行許可区間ｎは、７つのノード６５及び６つのリンク６６を含む。ノード及びリンクは、経路地図情報に規定される。

[0063] 走行許可区間ｎの後方境界点はＢＰ＿ｎ、前方境界点はＦＰ＿ｎで示す。ダンプトラック２０が次の新たな走行許可区間の設定要求情報を管制サーバに送信開始する地点である許可要求地点ＲＰ＿ｎから前方境界点ＦＰ＿ｎまでの区間を許可要求区間という。本実施形態は、この許可要求区間を、車載端末装置２６がハンドオーバすることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定し、走行経路のうちの許可要求区間ではない区間でハンドオーバすることを規定したハンドオーバ地図情報を生成することに特徴がある。

[0064] 前方境界点ＦＰ＿ｎから一つ後のノードは、制動動作を開始する制動開始地点ＳＰ＿ｎである。ダンプトラック２０は許可要求地点ＲＰ＿ｎから許可要求情報を送信し始め（図５（ｂ）参照）、制動開始地点ＳＰ＿ｎに到達した際に管制サーバ３１から次の新たな走行許可区間を示す許可応答情報を受信できない場合は制動動作を開始する。制動開始地点ＳＰ＿ｎは、前方境界点ＦＰ＿ｎを基準とし、制動動作を開始して前方境界点ＦＰ＿ｎよりも手前に停止できる地点に設定される。これにより、ダンプトラック２０は前方境界点ＦＰ＿ｎを超える手前で停止し、走行許可区間ｎをはみ出すことなく停止できるので、仮に前方車両が存在していてもそれとの干渉を防ぐことができる。

[0065] 管制サーバ３１は許可要求情報を受信すると、走行許可区間ｎの内、ダンプトラック２０の後方を解放する。解放された区間は、他のダンプトラックに対して走行許可が付与できる。更に管制サーバ３１は、新たな走行許可区間ｎ＋１を設定する。新たな走行許可区間ｎ＋１は、走行許可区間として設定できる最大距離のノード（但し前方車両が存在する場合は、その車両の後ろに設定された解放区間の最前端）を前方境界点ＦＰ＿ｎ＋１とする。図５（ｃ）において、走行許可区間ｎ＋１は、前方境界点ＦＰ＿ｎ＋１から後方境界点ＢＰ＿ｎ＋１までの部分区間であり、その中に許可要求地点ＲＰ＿ｎ＋１、制動開始地点ＳＰ＿ｎ＋１が含まれる。

[0066] 以上の走行許可区間の設定処理を繰り返すと、各走行許可区間では１台のダンプトラックのみが走行し他のダンプトラックは進入しないので、ダンプトラック同士の干渉を防ぐことができる。

[0067] 走行許可区間が更新されるとそれに伴い許可要求区間も更新されるが、その後進に追従してハンドオーバ禁止領域も更新される。なお、走行許可区間が走行経路６４に対して固定して（静的に）設定される場合も本実施形態を適用できる。

[0068] 次に図６を参照して、本実施形態に係るハンドオーバ禁止領域情報を反映させたハンドオーバ地図情報作成処理の流れについて説明する。図６は、本

実施形態に係るハンドオーバ地図情報生成処理の流れを示すフローチャートである。

[0069] ハンドオーバ地図情報生成処理では、大きくはデータ通信品質情報を基に暫定的なハンドオーバ地図情報を生成する処理（Ｓ６０１～Ｓ６０２）と、ハンドオーバ禁止領域の設定処理（Ｓ６１１～Ｓ６１４）とが並列して実行される。それに次いで、暫定的なハンドオーバ地図情報にハンドオーバ禁止領域情報を用いて通信エリアの境界を再設定し、ハンドオーバ地図情報を確定する処理（Ｓ６２１～Ｓ６２５）が実行される。これらの処理を繰り返すことで、データ通信品質の状況変化に応じた補正後ハンドオーバ地図情報を生成する。以下、ハンドオーバ地図情報生成処理の詳細について説明する。

[0070] 鉱山エリア内において、無線基地局の配置位置の変更や地形変化に起因して、電波強度分布が変化したり、ノイズや干渉電波が発生したりするといった事象が発生し、データ通信品質が変化する。データ通信品質の変化に応じて通信品質情報記憶部３１７の通信品質情報は更新される（Ｓ６０１／Ｙｅｓ）。

[0071] ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、通信品質情報記憶部３１７に記憶されている通信品質情報を読み出し、これを基に暫定的なハンドオーバ地図情報を生成する（Ｓ６０２）。ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、通信品質テーブル（図４（ａ）参照）のＡＰ品質４０２が無線途絶のリスクを下げるために予め定めたデータ通信品質指標値を満たす計測座標４０１を結んでハンドオーバを行う境界を設定して閉領域を定義することによりハンドオーバ地図情報を生成してもよい。こうして生成されたハンドオーバ地図情報は、閉領域内では同一のＡＰを接続先基地局として設定する。そしてハンドオーバ地図の境界が、接続先基地局の切替動作を行う点、すなわちハンドオーバ地点を示す。

[0072] ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃがハンドオーバ地図情報を自動生成する態様に加え、ユーザがサーバ側入力装置３１２を操作して手動生成してもよい。

[0073] ステップＳ６０１で通信品質情報が更新されていない場合（Ｓ６０１／Ｎｏ）、ステップＳ６２１へ進む。

[0074] 走行許可区間設定部３１１ａが、ダンプトラック２０から許可要求情報を受信して新たな走行許可区間を設定すると（Ｓ６１１／Ｙｅｓ）、走行許可区間設定部３１１ａは新たな走行許可区間内の許可要求区間の位置を演算し（Ｓ６１２）、区間情報記憶部３１８の区間情報として記憶する。

[0075] ハンドオーバ禁止領域設定部３１１ｂは、解放された走行許可区間ｎの許可要求区間に設定されていたハンドオーバ禁止領域の設定を解除し、新たな許可要求区間ｎ+1をハンドオーバ禁止領域として更新設定する（Ｓ６１３）。

[0076] 積込場や放土場内のエッジを航測車が走行し、ダンプトラック２０が走行することを許可された領域の位置情報を管制サーバ３１に送信し、経路地図情報記憶部３１６に記憶された地図情報に変更があった場合（Ｓ６１４／Ｙｅｓ）、ハンドオーバ禁止領域設定部３１１ｂは、元の境界内のハンドオーバ禁止領域の設定を解除し、新たな境界内をハンドオーバ禁止領域として更新設定する（Ｓ６１５）。

[0077] 新たな走行許可区間が設定されていない場合（Ｓ６１１／Ｎｏ）はステップＳ６１４へ、積込場及び放土場の境界が変更されていない場合（Ｓ６１４／Ｎｏ）は、ステップＳ６２１へ進む。

[0078] ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、ハンドオーバ禁止領域情報を参照し、各ハンドオーバ禁止領域に複数のＡＰの通信エリアが含まれるか、換言すると各ハンドオーバ禁止領域と異なる通信エリアの境界とが重なるかを判定する。

[0079] 肯定の場合（Ｓ６２１／Ｙｅｓ）ハンドオーバ禁止領域に含まれる複数の通信エリアのうち、ある１つの通信エリアを特定し、この領域だけがハンドオーバ禁止領域を占有するように暫定的なハンドオーバ地図情報を変更して補正後ハンドオーバ地図を生成する（Ｓ６２２）。この時の１つの通信エリアを選択する指針としては、例えば最も面積が大きい通信エリアを選択した

り、ＡＰへの距離が最も短い通信エリアを選択したり、よりデータ通信品質が良好な方を選択するなどの方法がある。ステップＳ６２１で否定の場合（Ｓ６２１／Ｎｏ）、ステップＳ６２３へ進む。

[0080] ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃがすべてのハンドオーバ禁止領域についての検証を終了していない場合はステップＳ６２１へ戻り（Ｓ６２３／Ｎｏ）、終了している場合は（Ｓ６２３／Ｙｅｓ）、ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃはハンドオーバ地図情報をハンドオーバ地図情報記憶部３１９に更新登録する（Ｓ６２４）。

[0081] サーバ側通信制御部３１１ｄは、サーバ側通信装置３１４から補正後ハンドオーバ地図情報を各ダンプトラック２０に対して送信する（Ｓ６２５）。補正後ハンドオーバ地図情報を受信したダンプトラック２０は、車載端末装置２６のハンドオーバ地図情報記憶部２７０のハンドオーバ地図情報を更新する。これにより、管制サーバ３１と車載端末装置２６との間でハンドオーバ地図情報の同期がとれて、最新のハンドオーバ地図情報に従ってダンプトラック２０の接続先基地局が選定される。

[0082] 次に、図７、８を参照して、ハンドオーバ地図情報の表示出力例について説明する。この表示例は例えば管制サーバ３１のサーバ側表示装置３１３の画面に表示制御部３１３ｅが表示してもよい。図７は、通信エリアの境界とハンドオーバ禁止領域とが重なっている状態を表示した表示画面の一例を示す図である。図８は、図７の通信エリアの境界をハンドオーバ禁止領域外に変更した状態を表示した表示画面の一例を示す図である。

[0083] 図７の画面７０１では、走行経路６４が４つの通信エリアＡＰ１エリア、ＡＰ２エリア、ＡＰ３エリア、ＡＰ４エリアに分割されている。そしてＡＰ３エリアからＡＰ２エリアに向かって走行許可区間７１０が設定されている。そのうち、前方境界点を含む区間が許可要求区間７１１でありハンドオーバ禁止領域に設定される区間である。また後方境界点を含む後方区間７１２は、ハンドオーバが許容された区間である。後方区間７１２内にはＡＰ１エリアとＡＰ３エリアとの境界が含まれるが、この境界の位置は変更する必要

がない。一方、許可要求区間７１１内にはＡＰ１エリアとＡＰ２エリアとの境界が含まれるが、この境界の位置は変更する必要がある。

[0084] また走行経路６４は積込場６１、放土場６２、６３が連結されている。これらの積込場６１、放土場６２、６３の内部もハンドオーバ禁止領域として設定される。ハンドオーバ禁止領域の形状は閉領域であればよく、多角形や楕円等、閉領域の形状の種類は問わない。

[0085] そこで、図８に示すように、ハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、許可要求区間７１１を横切る境界Ｌ１を許可要求区間７１１の後方区間７１２側に変更する（境界Ｌ１からＬ１ａに変更）。またハンドオーバ地図情報生成部３１１ｃは、積込場６１ａ内の境界Ｌ２を積込場６１ａ外に変更する（境界Ｌ２からＬ２ａに変更）。

[0086] 次に図９を参照してダンプトラック２０の端末側通信制御部２６１ａのハンドオーバに関する動作について説明する。図９の処理を開始するに当たり、ダンプトラック２０の走行開始前にハンドオーバ地図情報記憶部２７０には最新のハンドオーバ地図情報が記憶されているものとする。

[0087] ダンプトラック２０が走行開始後、管制サーバ３１から新たなハンドオーバ地図情報を取得すると（Ｓ９０１／Ｙｅｓ）、ハンドオーバ地図情報記憶部２７０に受信した新たなハンドオーバ地図情報を上書きする（Ｓ９０２）。以後、次に新たなハンドオーバ地図情報を受信するまで、今回受信したハンドオーバ地図情報を参照する。ダンプトラック２０が新たなハンドオーバ地図情報を受信しない場合（Ｓ９０１／Ｎｏ）、車載端末装置２６のハンドオーバ地図情報記憶部２７０に記憶されているハンドオーバ地図情報が参照対象となる。

[0088] 端末側通信制御部２６１ａは、走行中に許可要求区間よりも手前において位置算出装置２６９から自車両の位置情報を取得する（Ｓ９０３）。ここでいう許可要求区間は、ダンプトラック２０が走行経路６４を走行中は新たな走行許可区間の設定要求情報を送信する区間であり、積込場や放土場に進入しようとする場合は、積込場や放土場内に設定される停車スポット（積込点

、放土点）へのアプローチ経路（動的パス）を要求する情報を送信する区間である。

[0089] そして端末側通信制御部２６１ａはハンドオーバ地図情報記憶部２７０に記憶されているハンドオーバ地図情報と自車両の位置情報とを比較し、無線通信回線４０に接続するための接続先基地局を特定する（Ｓ９０４）。

[0090] 端末側通信制御部２６１ａは、ステップＳ９０４で特定した接続先基地局が、現在接続先として設定されている基地局と異なる場合（Ｓ９０５／Ｙｅｓ）、ステップＳ９０３で特定した無線基地局に切り替える動作（ハンドオーバ）を実施する（Ｓ９０６）。以後走行を続け許可要求地点に到達すると許可要求情報を管制サーバ３１に送信する。要求情報処理部２６１ｂは自車両の位置を参照して許可要求情報の内容を走行許可区間又はアプローチ経路のどちらを要求するかを判断し、それに応じた許可要求情報を生成する。

[0091] ステップＳ９０４で特定した接続先基地局が、現在接続先として設定されている基地局とが同一の場合（Ｓ９０５／Ｙｅｓ）、ダンプトラック２０はハンドオーバを行わず、走行を続ける。以降、ダンプトラック２０は走行中にステップＳ９０１からステップＳ９０６の処理を繰り返す。

[0092] 本実施形態によれば許可要求区間や積込場、放土場よりも手前でハンドオーバを行い、許可要求区間、積込場、放土場内ではハンドオーバが行われない。これにより、ダンプトラックと管制サーバとの間で頻回に、またダンプトラックの操業に不可欠な情報の送受信がされる地点でハンドオーバが実行されることを回避する。その結果、ハンドオーバ不調に起因する無線途絶を回避し、ダンプトラックが停止することを抑止する。また、本実施形態では、ハンドオーバ禁止領域、換言するとハンドオーバが行える領域を決めるためにＧＰＳ信号が不要なので、ＧＰＳ電波障害が発生しやすい鉱山環境であっても、それに影響されることなくハンドオーバを行う領域を決めることができる。また積込場、放土場内は一律にハンドオーバ禁止領域として設定されるので、アプローチ経路の位置の変化がハンドオーバ動作に影響を及ぼすことが無い。

[0093] ＜第二実施形態＞

第二実施形態は、管制サーバがハンドオーバ地図情報を作成し、ダンプトラックが定期的に送信する自車両の位置情報を受信して、ダンプトラックのハンドオーバ実施の要否の判定を管制サーバ側で行い、ハンドオーバ処理が必要と判定した場合は、ハンドオーバ処理の実行命令（切替命令情報）をダンプトラック側へ出し、ダンプトラック側はハンドオーバ実行命令を受信することでハンドオーバ処理を行う実施形態である。以下、図１０、図１１を参照して第二実施形態について説明する。

[0094] 図１０は、第二実施形態に係る管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図であって、（ａ）は管制サーバ、（ｂ）は車載端末装置を示す。図１１は、第二実施形態における管制サーバ及び車載端末装置の流れを示すシーケンス図である。

[0095] 図１０（ａ）に示すように、第二実施形態に係る管制サーバ３１は、第一実施形態に管制サーバ３１の構成に加え、ハンドオーバ要否判定部３１１ｇを備える。また、車載端末装置２６は、ハンドオーバ地図情報記憶部２７０を備えない点で異なる。

[0096] ハンドオーバ要否判定部３１１ｇは、補正後ハンドオーバ地図情報において自車両の位置を含む通信エリアに対応する無線基地局と、基地局識別情報が示す無線基地局とが不一致の場合は接続先の無線基地局の切替動作が必要と判定し、車載端末装置に対する切替動作の切替命令情報を生成して送信する。車載端末装置が切替命令情報に従って接続先の無線基地局の切替動作を行うと、ハンドオーバ禁止領域外で接続先の切替動作を行うことができる。従って、本実施形態では切替命令情報が切替動作制御情報に相当し、その切替命令情報を生成するために必要なハンドオーバ地図情報生成部及びハンドオーバ要否判定部が切替動作制御部に相当する。

[0097] 次に図１１を参照して管制サーバとダンプトラックの通信フロー、及び処理フローを説明する。図１１の処理が実行される際に、鉱山向けハンドオーバ地図情報は、図１２に示した手順によって、既に作成されているものとす

る。

[0098] ダンプトラック２０は、定期的に位置算出装置２６９が出力する自車両の位置情報を、管制サーバ３１に対して送信する（Ｓ１１０１、Ｓ１１０３）。

[0099] 管制サーバ３１は、受信したダンプトラック２０の自車両の位置情報を基に、ハンドオーバ要否判定を行う（Ｓ１１０２、Ｓ１１０４）。このハンドオーバ要否判定処理は、第一実施形態のステップＳ９０４、９０５と同じ処理である。ハンドオーバ要否判定の結果、ハンドオーバ必要と判定した場合は、管制サーバ３１が、ハンドオーバ実行命令（切替命令情報）を、ダンプトラックに対して送信する（Ｓ１１０５）。ダンプトラック２０は、切替命令情報を受信すると、それに従ってハンドオーバ処理を実行する（Ｓ１１０６）。ここで、ハンドオーバ地図情報は、ハンドオーバ禁止領域（許可要求区間）外に通信エリアの境界が位置するように設定されているので、切替命令情報が送信されてハンドオーバ処理が実行される際のダンプトラック２０は、ハンドオーバ禁止領域外にいるものとする。

[0100] その後、ダンプトラック２０は許可要求区間に到着し（Ｓ１１０７）、許可要求情報を送信する（Ｓ１１０８）。管制サーバ３１はそれに応答して新たな走行許可区間又はアプローチ経路を設定し（Ｓ１１０９）、その内容を示す許可応答情報をダンプトラック２０に返信する（Ｓ１１１０）。

[0101] 以上に説明した処理を繰り返すことによって、管制サーバ側でハンドオーバ地図情報の作成、及びハンドオーバ要否の判定を行うことができる。

[0102] ＜第三実施形態＞

第三実施形態は、ハンドオーバ地図情報及びハンドオーバ禁止領域情報をダンプトラックの車載端末装置へ送信し、自車両の位置がハンドオーバ禁止領域外であればハンドオーバ地図情報を参照して接続先の無線基地局を決定し、必要があれば切り替える。従って、本実施形態ではハンドオーバ地図情報及びハンドオーバ禁止領域情報が切替動作制御情報に相当し、ハンドオーバ地図情報を生成するためのハンドオーバ地図情報生成部が切替動作制御部

に相当する。以下、図１２、図１３を参照して第三実施形態について説明する。図１２は、第三実施形態に係る管制サーバ及び車載端末装置の主な機能を示す機能ブロック図である。図１３は第三実施形態に係る車載端末装置の処理の流れを示すフローチャートである。

[0103] 図１２に示すように、第三実施形態に係る車載端末装置２６は、ハンドオーバ禁止領域情報記憶部２７１を備える点で第三実施形態に係る車載端末装置２６とは異なる。

[0104] 次に図１３を参照して、本実施形態に係る車載端末装置の処理（ハンドオーバに関する処理）の流れについて説明する。図１３の処理を開始する際、ハンドオーバ地図情報記憶部２７０と、ハンドオーバ禁止領域情報記憶部２７１はダンプトラック２０へ入力済みであるとする。また本実施形態の前提として、ダンプトラックの走行範囲はどの位置においてもいずれかのＡＰの通信エリア内に入っており、隣接するＡＰの通信エリアは重複しているものとする。これによりハンドオーバができない区間においても、いずれかのＡＰの通信エリアに属しており無線通信が途絶することがないものとする。

[0105] ダンプトラック２０が走行開始後、管制サーバ３１から新たなハンドオーバ禁止領域情報を取得すると（Ｓ１３０１／Ｙｅｓ）、ハンドオーバ禁止領域情報記憶部２７１に受信した新たなハンドオーバ禁止領域情報を上書きする（Ｓ１３０２）。以後、次に新たなハンドオーバ禁止領域情報を受信するまで、今回受信したハンドオーバ禁止領域情報を参照する。ダンプトラック２０が新たなハンドオーバ禁止領域情報を受信しない場合（Ｓ１３０１／Ｎｏ）、車載端末装置２６のハンドオーバ禁止領域情報記憶部２７１に記憶されているハンドオーバ禁止領域情報が参照対象となる。

[0106] 端末側通信制御部２６１ａは、位置算出装置２６９から自車両の位置情報を取得する（Ｓ１３０３）。そして端末側通信制御部２６１ａはハンドオーバ禁止領域情報記憶部２７１に記憶されているハンドオーバ禁止領域情報と自車両の位置情報とを比較し、自車両の位置がハンドオーバ禁止領域内でなければ（Ｓ１３０４／Ｙｅｓ）、第一実施形態のステップＳ９０４からステ

ップＳ９０６の処理を実行する。自車両の位置がハンドオーバ禁止領域内であれば（Ｓ１３０４／Ｎｏ）、ハンドオーバ処理を行わず、ステップＳ１３０１へ戻る。

[0107] 以上に説明した処理を繰り返すことで、ハンドオーバ禁止領域内ではハンドオーバを行うことなく、走行を継続することができる。

[0108] 上記実施形態は本発明を限定するものでなく、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うる。例えば、上記では自律走行車両に搭載する車載端末装置を例に挙げて説明したが、運転手の運転操作により走行する有人車両に搭載される車載端末装置の無線基地局の選定に本発明を適用してもよい。また、管制サーバが次の新たな走行許可区間を設定した際に、前方境界点からの位置に基づいて許可要求区間の位置を算出し、その中に通信エリアの境界が含まれているかを判定してもよい。そして境界が含まれている場合は、新たな走行許可区間のうち許可要求区間外の後方区間でハンドオーバを実行する命令を生成し、その命令を新たな走行許可区間を応答するための許可応答情報に付加してもよい。これにより、走行許可区間の設定とともに、許可要求区間外でハンドオーバの処理を実行する命令を管制サーバから車載端末装置に送信し、許可要求区間内でのハンドオーバを回避することができる。

符号の説明

[0109] １　無線通信システム

１０、１０－１、１０－２　ショベル

２０、２０－１、２０－２　ダンプトラック

３１　管制サーバ

４０　無線通信回線

４１－１、４１－２、４１－３　無線基地局

６０　走行経路

請求の範囲

[請求項1] 鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行する作業機械に搭載された車載端末装置と、前記作業機械の運行を管理する管制サーバとを、第一無線基地局及び第二無線基地局を含むネットワークで通信接続した無線通信システムにおいて、

前記管制サーバは、

前記作業機械に対して、当該作業機械のみに走行許可を付与した前記走行経路の部分区間である走行許可区間を設定し、その位置情報を含む許可応答情報を生成する走行許可区間設定部と、

前記走行許可区間の内、前記作業機械が前記管制サーバに対し新たな走行許可区間の設定要求を行う許可要求区間を、前記第一無線基地局から前記第二無線基地局に接続先として切り替えることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定するハンドオーバ禁止領域設定部と、

前記作業機械に前記ハンドオーバ禁止領域外で前記接続先の切替えをさせるための切替動作制御情報を生成する切替動作制御部と、

前記作業機械に対して前記切替動作制御情報を送信するサーバ側通信制御部と、を備え、

前記車載端末装置は、

前記切替動作制御情報を受信し、当該切替動作制御情報に基づき前記走行許可区間のうちの前記ハンドオーバ禁止領域外の区間で接続先の無線基地局を切替え、前記新たな走行許可区間の設定要求を行うための許可要求情報を前記管制サーバに対して送信する端末側通信制御部を備える、

ことを特徴とする無線通信システム。

[請求項2] 前記管制サーバは、前記切替動作制御部として、前記第一無線基地局の通信エリアのデータ通信品質及び前記第二無線基地局の通信エリアのデータ通信品質を基に、前記第一無線基地局の通信エリア及び前

記第二無線基地局の通信エリアを暫定的に定めた暫定ハンドオーバ地図情報を生成し、前記第一無線基地局の通信エリア及び前記第二無線基地局の通信エリアの境界と前記ハンドオーバ禁止領域とが重なる場合に、前記境界が前記ハンドオーバ禁止領域外となるように前記暫定ハンドオーバ地図情報を補正して補正後ハンドオーバ地図情報を生成するハンドオーバ地図情報生成部を備え、

前記サーバ側通信制御部は前記切替動作制御情報として前記補正後ハンドオーバ地図情報を前記車載端末装置に送信し、

前記端末側通信制御部は、前記補正後ハンドオーバ地図情報を受信するとともに、前記作業機械の稼働中に前記作業機械に搭載された位置算出装置から自車両の位置情報を取得し、前記補正後ハンドオーバ地図情報において前記自車両の位置に対応する通信エリアの無線基地局と前記端末側通信制御部が接続先として設定している無線基地局とが異なる場合に、接続先の無線基地局を前記自車両の位置に対応する無線基地局に切り替える、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線通信システム。

[請求項3] 前記ハンドオーバ地図情報生成部は、前記ハンドオーバ禁止領域内のデータ通信品質を示す指標値、前記走行許可区間から前記第一無線基地局までの距離及び前記走行許可区間から前記第二無線基地局までの距離の比較結果、前記許可要求区間に占める前記第一無線基地局の通信エリアの面積及び前記許可要求区間に占める前記第二無線基地局の通信エリアの面積の比較結果、の少なくとも一つに基づいて前記補正を行う、

ことを特徴とする請求項２に記載の無線通信システム。

[請求項4] 前記管制サーバは、前記切替動作制御部として、前記第一無線基地局の通信エリアのデータ通信品質及び前記第二無線基地局の通信エリアのデータ通信品質を基に、前記第一無線基地局の通信エリア及び前記第二無線基地局の通信エリアを暫定的に定めた暫定ハンドオーバ地

図情報を生成し、前記第一無線基地局の通信エリア及び前記第二無線基地局の通信エリアの境界と前記ハンドオーバ禁止領域とが重なる場合に、前記境界が前記ハンドオーバ禁止領域外となるように前記暫定ハンドオーバ地図情報を補正して補正後ハンドオーバ地図情報を生成するハンドオーバ地図情報生成部と、前記車載端末装置における接続先の無線基地局の切替えの要否を判定するハンドオーバ要否判定部と、を備え、

前記端末側通信制御部は、前記作業機械に搭載された位置算出装置から自車両の位置情報を取得し、当該自車両の位置情報及び現在接続先として設定された無線基地局を固有に示す基地局識別情報を前記管制サーバに送信し、

前記ハンドオーバ要否判定部は、前記補正後ハンドオーバ地図情報において前記自車両の位置を含む通信エリアに対応する無線基地局と、前記基地局識別情報が示す無線基地局とが不一致の場合は接続先の無線基地局の切替えが必要と判定し、前記車載端末装置に接続先の無線基地局を切替させるための切替命令情報を生成し、

前記サーバ側通信制御部は、前記切替動作制御情報としての前記切替命令情報を送信し、

前記端末側通信制御部は、前記切替命令情報に従って接続先の無線基地局を切り替える、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線通信システム。

[請求項5] 前記管制サーバは、前記切替動作制御部として、前記第一無線基地局の通信エリアのデータ通信品質及び前記第二無線基地局の通信エリアのデータ通信品質を基に、前記第一無線基地局の通信エリア及び前記第二無線基地局の通信エリアを定めたハンドオーバ地図情報を生成するハンドオーバ地図情報生成部を備え、

前記サーバ側通信制御部は、前記切替動作制御情報として前記ハンドオーバ地図情報及び前記ハンドオーバ禁止領域を示すハンドオーバ

禁止領域情報を前記車載端末装置に送信し、

前記端末側通信制御部は、前記作業機械に搭載された位置算出装置から自車両の位置情報を取得し、前記ハンドオーバ禁止領域情報及び前記自車両の位置情報を比較し、前記自車両の位置が前記ハンドオーバ禁止領域に含まれておらず、かつ現在の接続先の無線基地局が、前記ハンドオーバ地図情報における前記自車両の位置を含む通信エリアに対応する無線基地局と不一致な場合に、接続先の無線基地局を切り替える、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線通信システム。

[請求項6] 前記走行経路は、前記作業機械に積荷を積込む積込場、及び前記作業機械が積荷を下す放土場の少なくとも一つに接続され、

前記ハンドオーバ禁止領域設定部は、前記積込場内及び前記放土場内を前記ハンドオーバ禁止領域として更に設定する、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線通信システム。

[請求項7] 前記ハンドオーバ禁止領域は、前記鉱山内の閉領域として定義される、

ことを特徴とする請求項１に記載の無線通信システム。

[請求項8] 鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行する作業機械に搭載された車載端末装置に、第一無線基地局及び第二無線基地局を含むネットワークを介して通信接続され、前記作業機械の運行を管理する管制サーバであって、

前記作業機械に対して、当該作業機械のみに走行許可を付与した前記走行経路の部分区間である走行許可区間を設定し、その位置情報を含む許可応答情報を生成する走行許可区間設定部と、

前記走行許可区間の内、前記作業機械が前記管制サーバに対し新たな走行許可区間の設定要求を行う許可要求区間を、前記第一無線基地局から前記第二無線基地局に接続先として切り替えることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定するハンドオーバ禁止領域設定部と

、

前記作業機械に前記ハンドオーバ禁止領域外で前記接続先の切替えをさせるための切替動作制御情報を生成する切替動作制御部と、

前記作業機械に対して前記切替動作制御情報を送信するサーバ側通信制御部と、

を備えることを特徴とする管制サーバ。

[請求項9] 鉱山内の予め定められた走行経路に沿って走行する作業機械に搭載された車載端末装置と、前記作業機械の運行を管理する管制サーバとを、第一無線基地局及び第二無線基地局を含むネットワークで通信接続した無線通信システムにおいて、前記車載端末装置の基地局切替動作を制御するための基地局切替動作制御方法であって、

前記作業機械に対して、当該作業機械のみに走行許可を付与した前記走行経路の部分区間である走行許可区間を設定するステップと、

前記走行許可区間の内、前記作業機械が前記管制サーバに対し新たな走行許可区間の設定要求を行う許可要求区間を、前記第一無線基地局から前記第二無線基地局に接続先として切り替えることを禁止するハンドオーバ禁止領域として設定するステップと、

前記作業機械に前記ハンドオーバ禁止領域外で前記接続先の切替えをさせるための切替動作制御情報を生成するステップと、

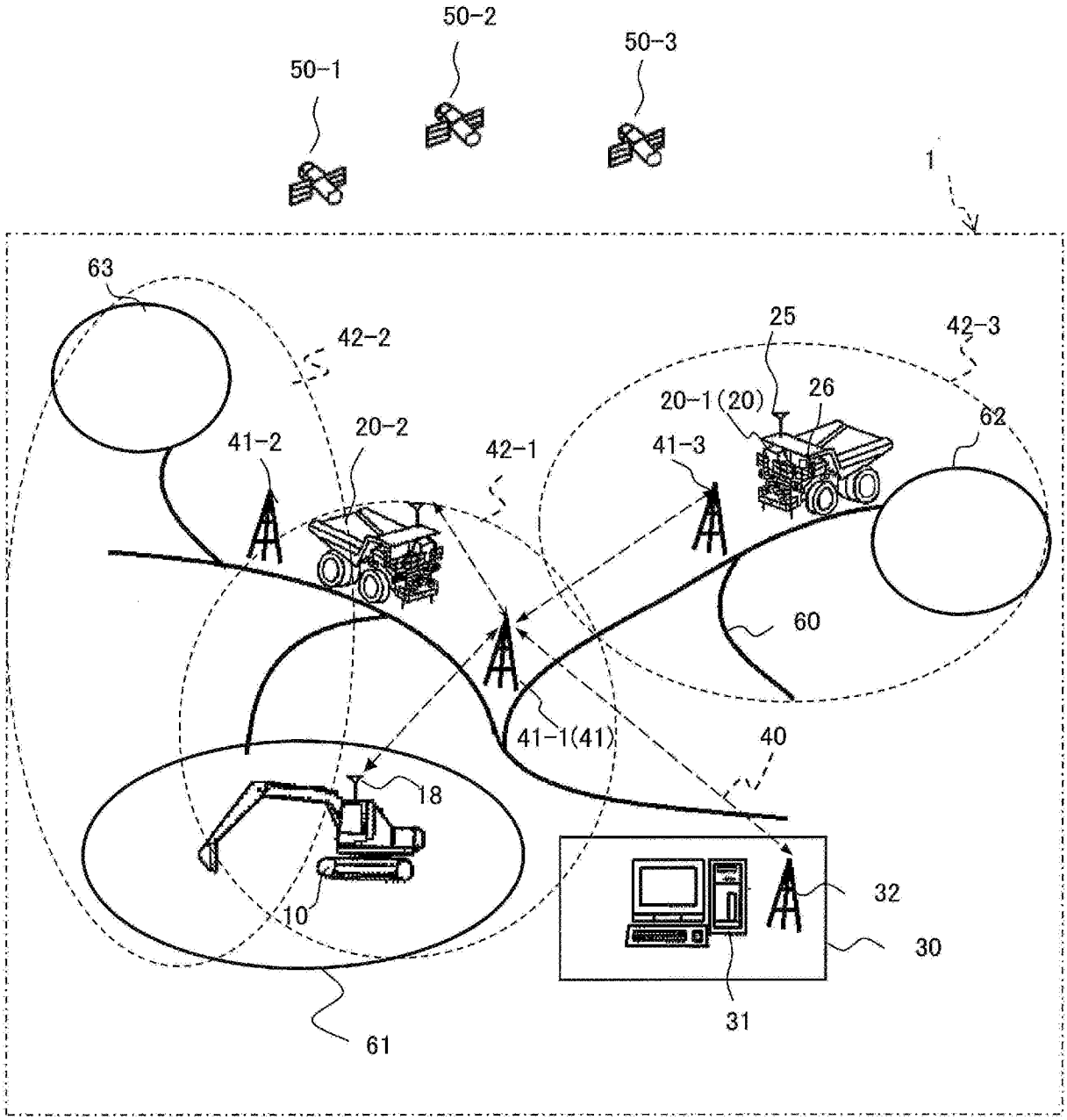
前記切替動作制御情報を前記作業機械に送信するステップと、

前記作業機械が前記切替動作制御情報に従って接続先の無線基地局を切り替えるステッと、

を含むことを特徴とする基地局切替動作制御方法。

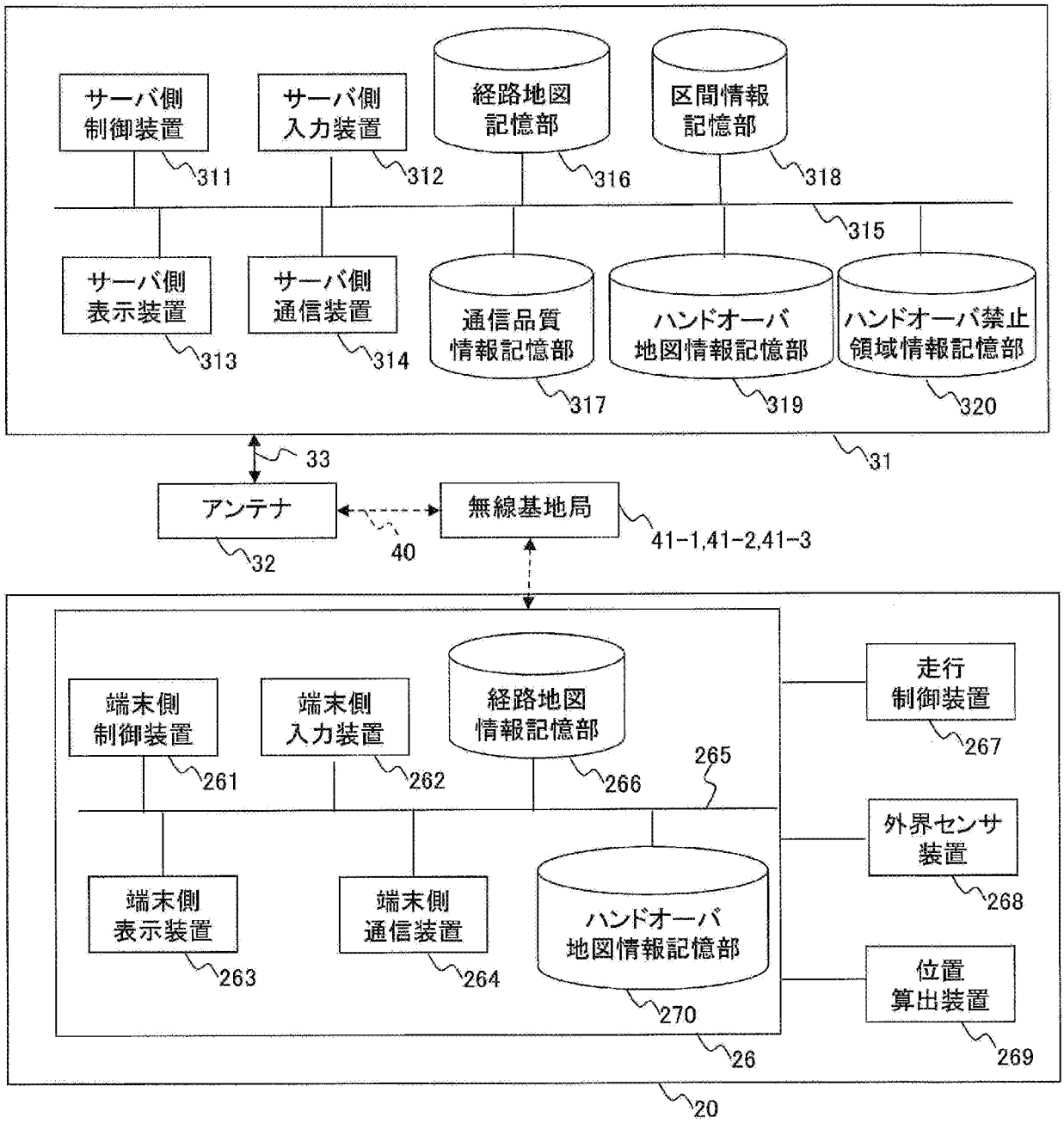
[図1]

図1


50-1
50-2
50-3
1
63
42-2
25
42-3
20-1(20)
26
62
41-2
20-2
42-1
41-3
60
41-1(41)
40
18
10
32
30
31
61

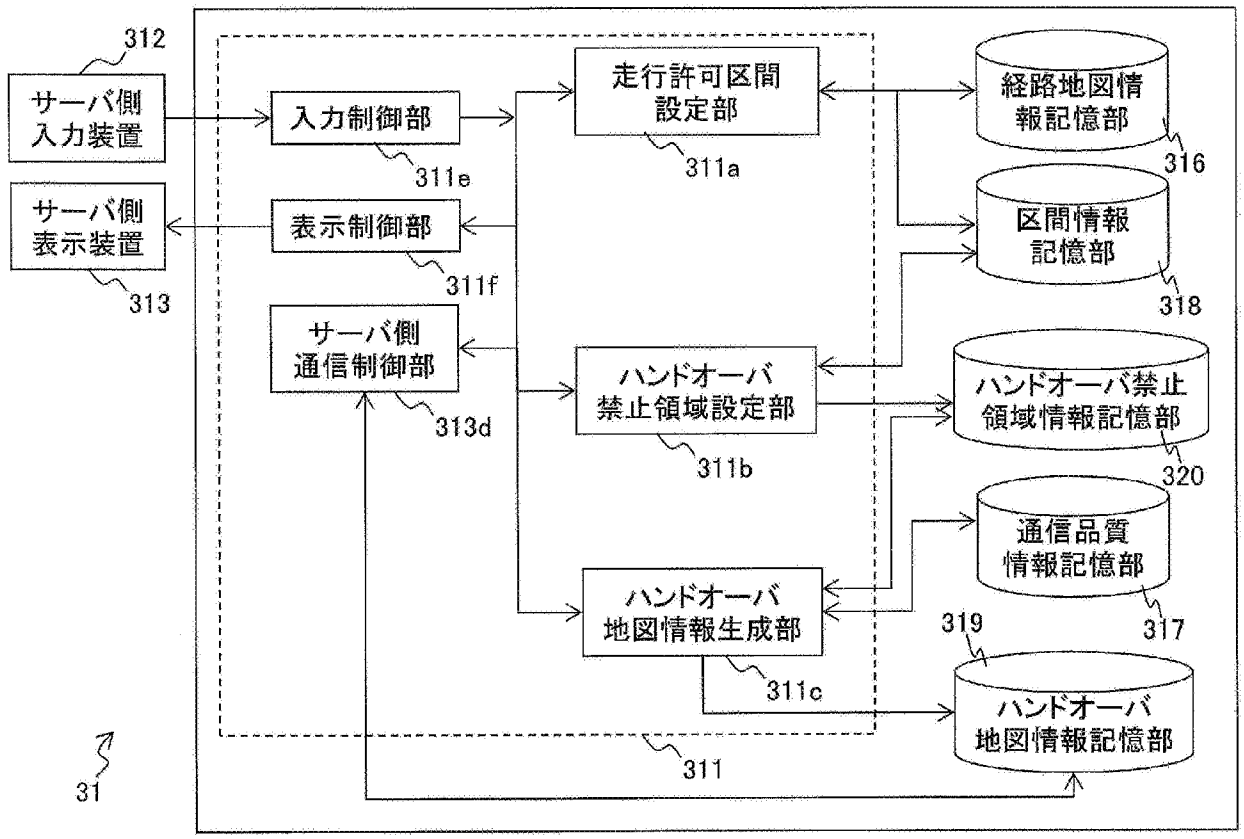
[図2]

図2

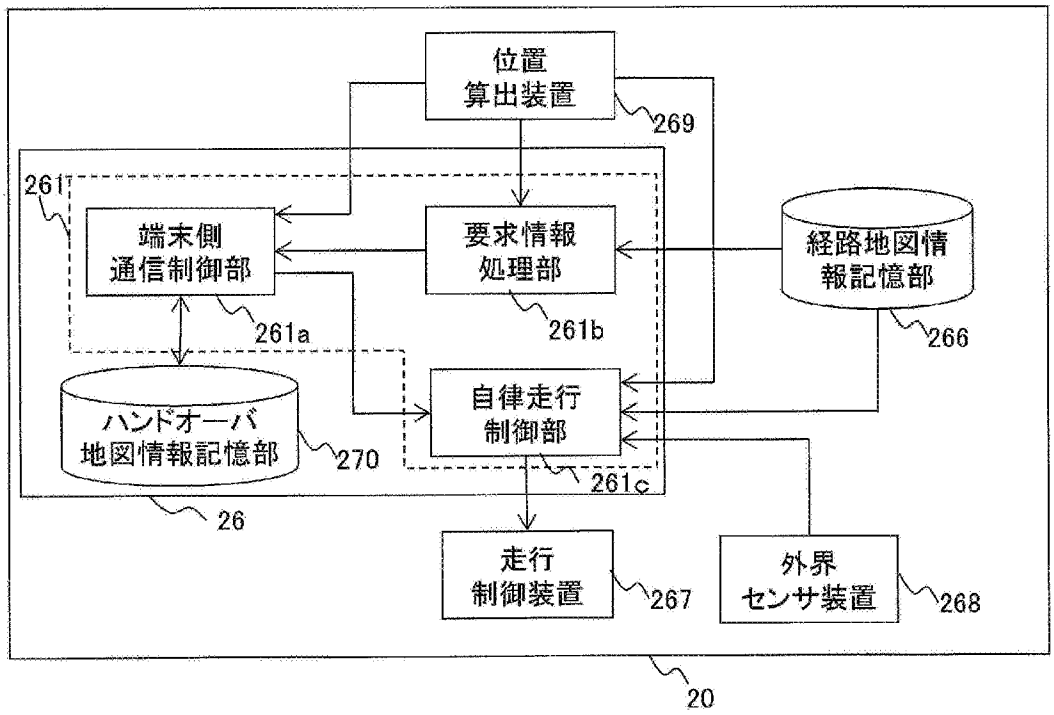

サーバ側
制御装置
311
サーバ側
入力装置
312
経路地図
記憶部
316
区間情報
記憶部
318
315
サーバ側
表示装置
313
サーバ側
通信装置
314
通信品質
情報記憶部
317
ハンドオーバ
地図情報記憶部
319
ハンドオーバ禁止
領域情報記憶部
320
31
33
アンテナ
32
40
無線基地局
41-1,41-2,41-3
端末側
制御装置
261
端末側
入力装置
262
経路地図
情報記憶部
266
265
端末側
表示装置
263
端末側
通信装置
264
ハンドオーバ
地図情報記憶部
270
26
走行
制御装置
267
外界センサ
装置
268
位置
算出装置
269
20

[図3]

図3


312
サーバ側
入力装置
入力制御部
311e
走行許可区間
設定部
311a
経路地図情
報記憶部
316
サーバ側
表示装置
313
表示制御部
311f
区間情報
記憶部
318
サーバ側
通信制御部
313d
ハンドオーバ
禁止領域設定部
311b
ハンドオーバ禁止
領域情報記憶部
320
通信品質
情報記憶部
317
ハンドオーバ
地図情報生成部
311c
319
ハンドオーバ
地図情報記憶部
311
31

(a)


位置
算出装置
269
261
端末側
通信制御部
261a
要求情報
処理部
261b
経路地図情
報記憶部
266
ハンドオーバ
地図情報記憶部
270
自律走行
制御部
261c
26
走行
制御装置
267
外界
センサ装置
268
20

(b)

[図4]

図4

401 400 402

計測座標	AP1品質	AP2品質	AP3品質	・・・	APm品質
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・
x_{n-1}, y_{n-1}	Q1n-1	Q2n-1	Q3n-1	・・・	Qm n-1
X_n, y_n	Q1n	Q2n	Q3n	・・・	Qm n
X_{n+1}, y_{n+1}	Q1n+1	Q2n+1	Q3n+1	・・・	Qm n+1
・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・

(a)

501 500 502

AP識別情報	AP領域定義情報
AP1	$(x_{1-1},y_{1-1}), (x_{1-2},y_{1-2}), \cdots$
AP2	$(x_{2-1},y_{2-1}), (x_{2-2},y_{2-2}), \cdots$
・・・	・・・

(b)

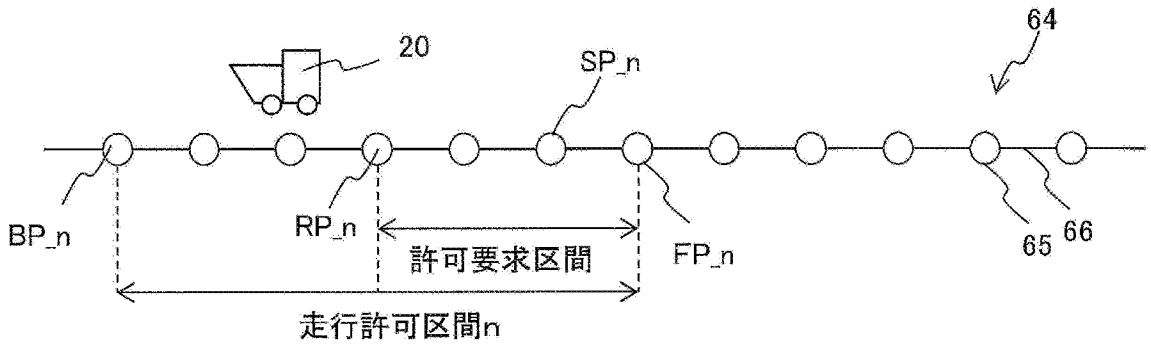
601

ハンドオーバ禁止領域定義情報
$(x_{P1},y_{P1}), (x_{P2},y_{P2}), \cdots$
$(x_{Q1},y_{Q1}), (x_{Q2},y_{Q2}), \cdots$
・・・

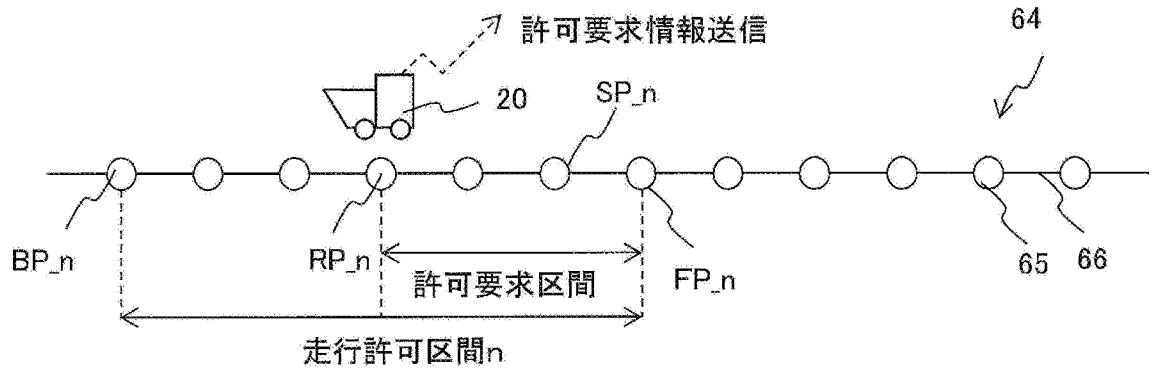
(c)

[図5]

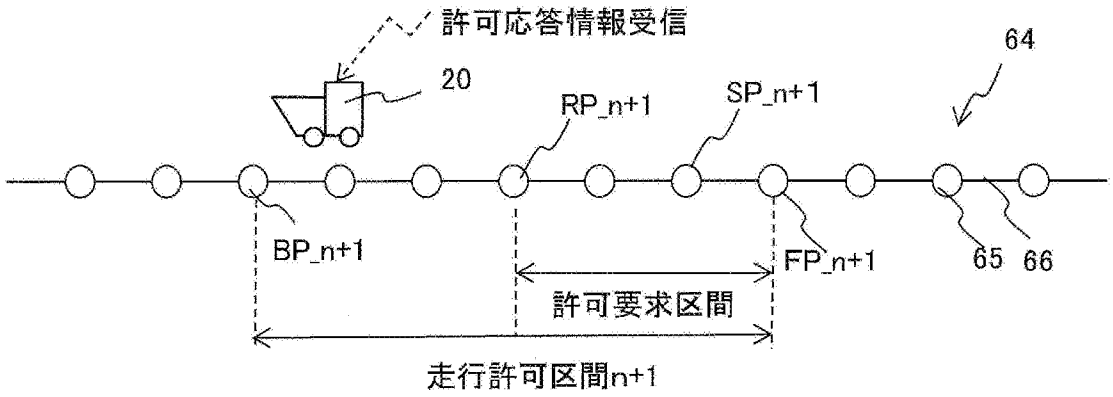
図5


20
SP_n
64
BP_n
RP_n
許可要求区間
FP_n
65
66
走行許可区間n

(a)


許可要求情報送信
64
20
SP_n
BP_n
RP_n
許可要求区間
FP_n
65
66
走行許可区間n

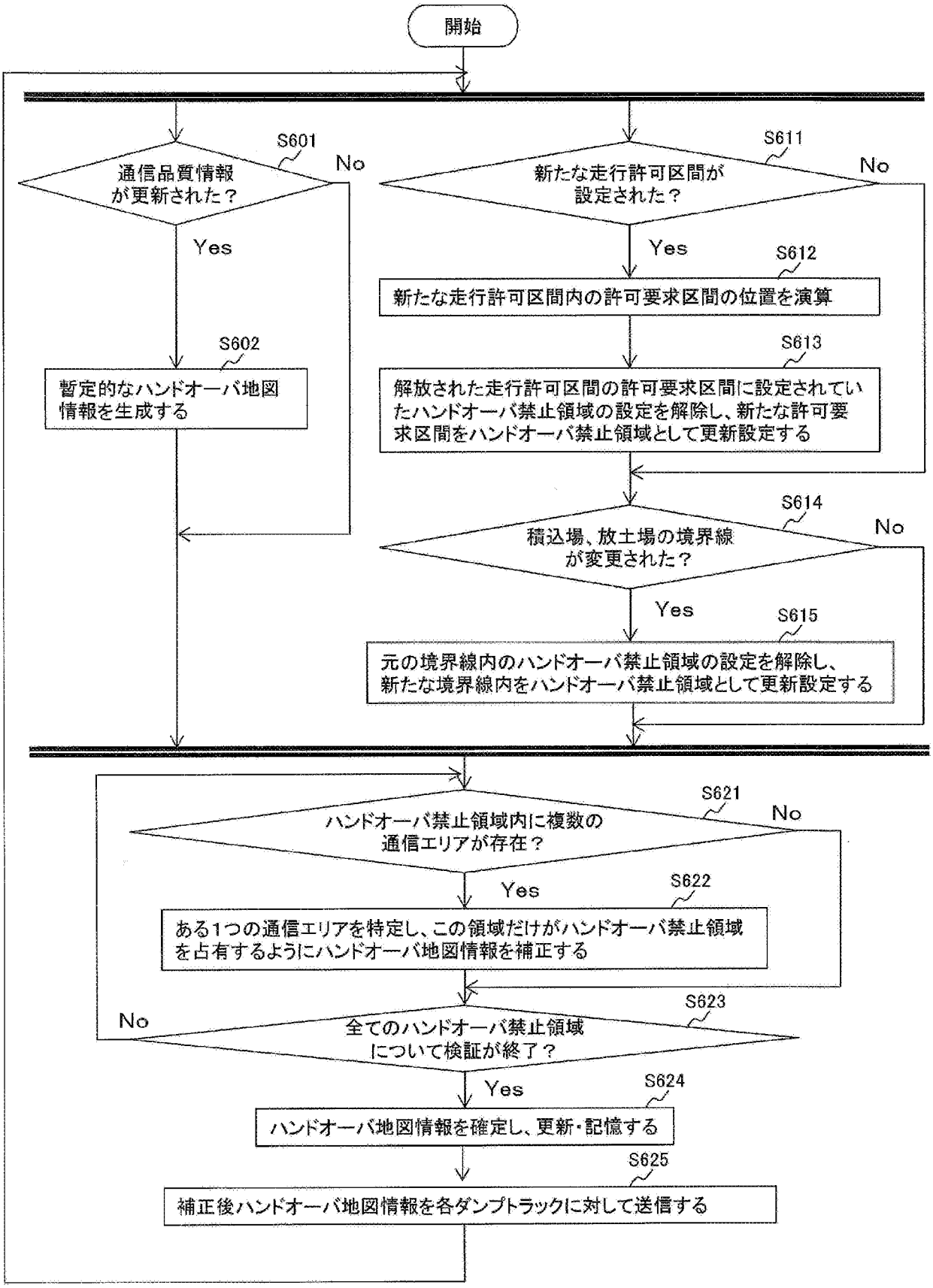
(b)


許可応答情報受信
64
20
RP_n+1
SP_n+1
BP_n+1
FP_n+1
65
66
許可要求区間
走行許可区間n+1

(c)

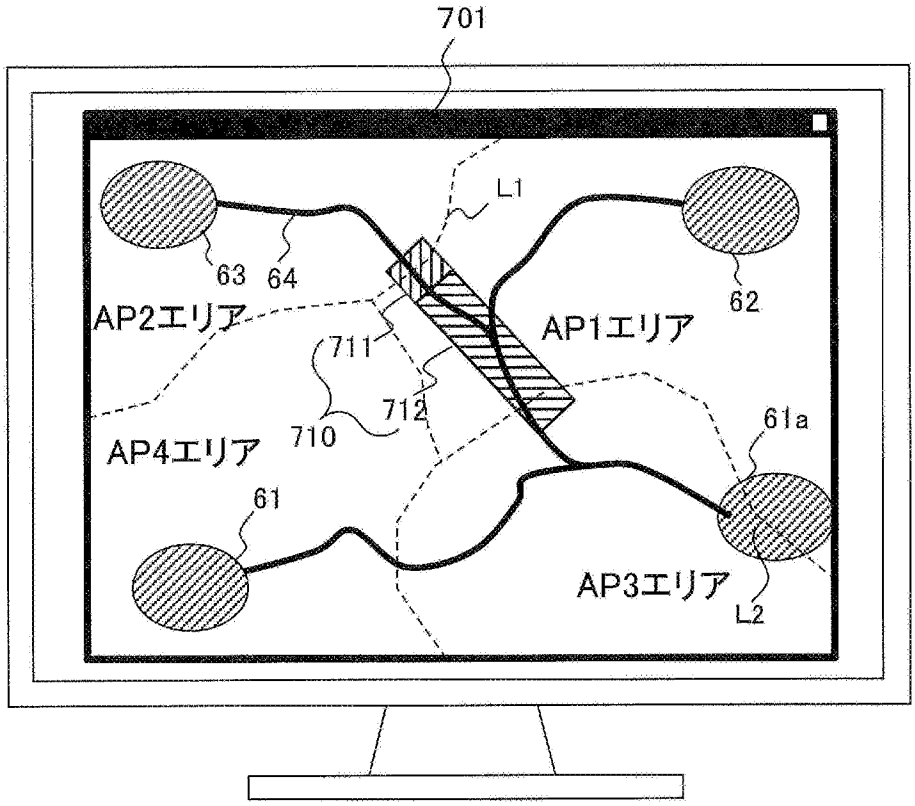
[図6]

図6


開始
S601
通信品質情報が更新された？
No
Yes
S602
暫定的なハンドオーバ地図情報を生成する
S611
新たな走行許可区間が設定された？
No
Yes
S612
新たな走行許可区間内の許可要求区間の位置を演算
S613
解放された走行許可区間の許可要求区間に設定されていたハンドオーバ禁止領域の設定を解除し、新たな許可要求区間をハンドオーバ禁止領域として更新設定する
S614
積込場、放土場の境界線が変更された？
No
Yes
S615
元の境界線内のハンドオーバ禁止領域の設定を解除し、新たな境界線内をハンドオーバ禁止領域として更新設定する
S621
ハンドオーバ禁止領域内に複数の通信エリアが存在？
No
Yes
S622
ある1つの通信エリアを特定し、この領域だけがハンドオーバ禁止領域を占有するようにハンドオーバ地図情報を補正する
S623
No
全てのハンドオーバ禁止領域について検証が終了？
Yes
S624
ハンドオーバ地図情報を確定し、更新・記憶する
S625
補正後ハンドオーバ地図情報を各ダンプトラックに対して送信する

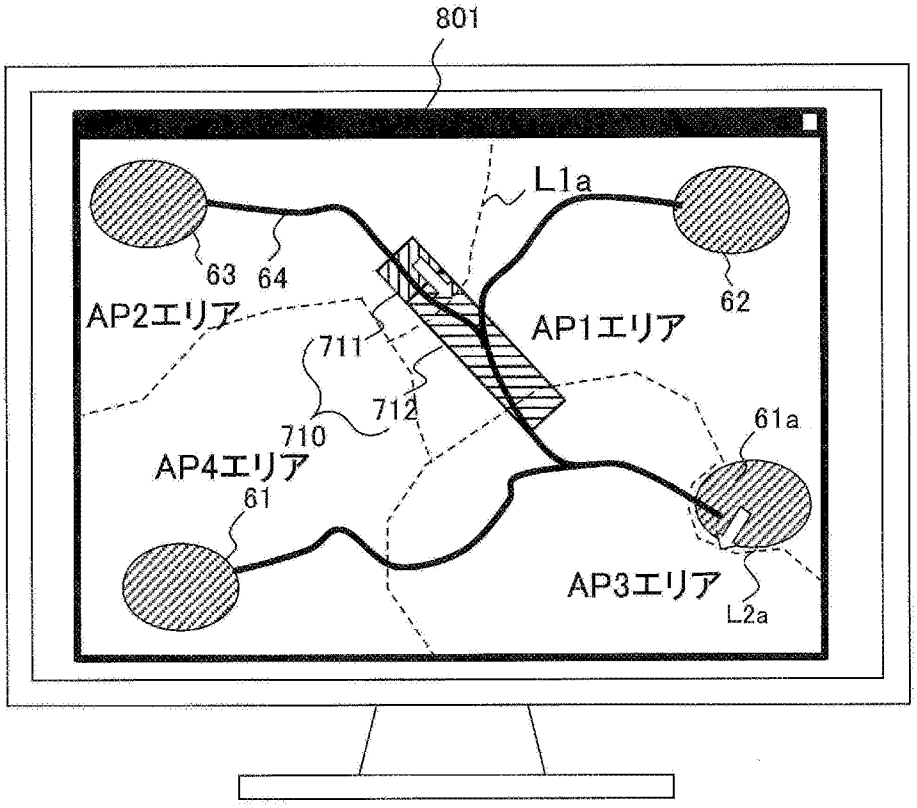
[図7]

図7


701
L1
63
64
62
AP2エリア
AP1エリア
711
712
710
61a
AP4エリア
61
AP3エリア
L2

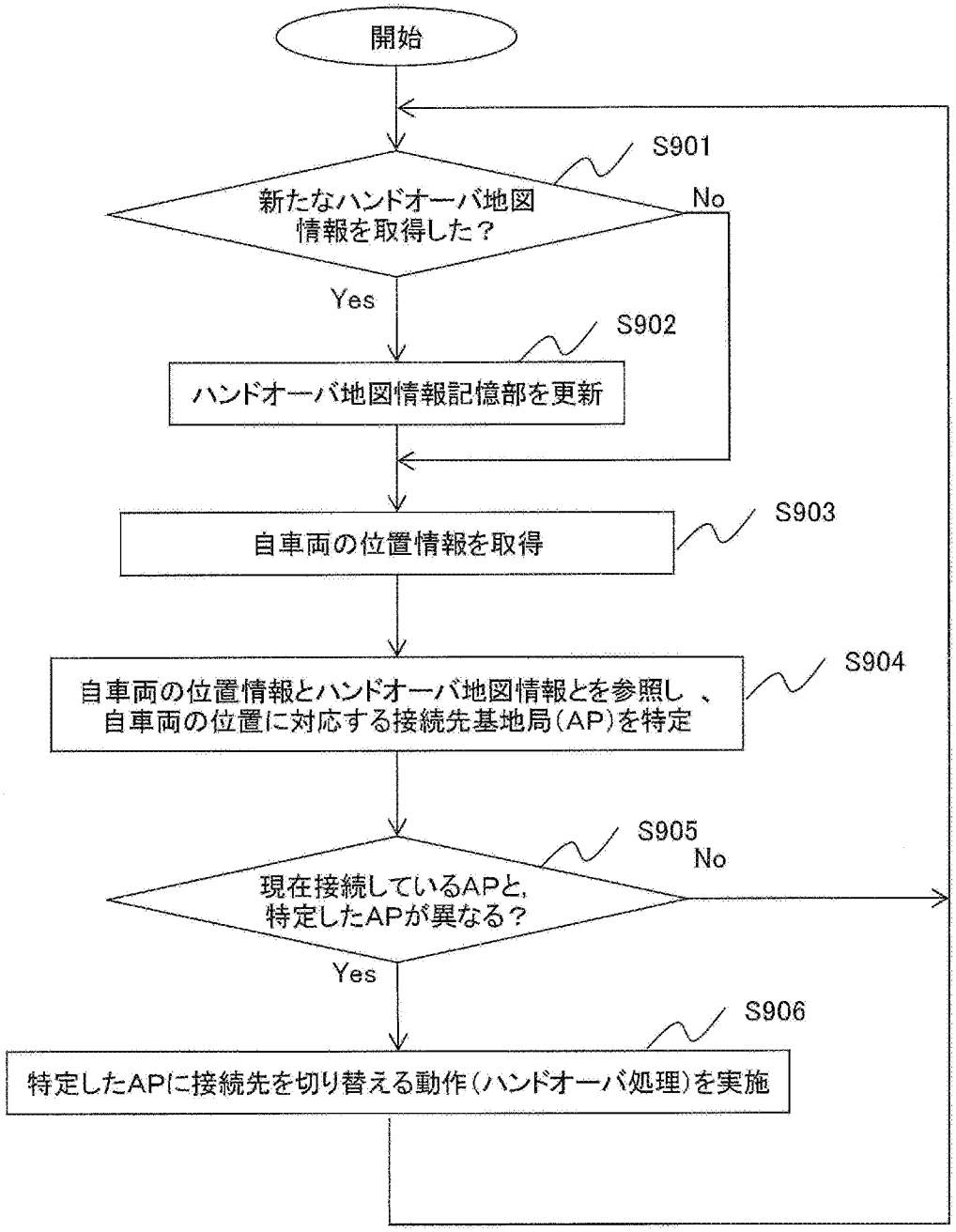
[図8]

図8


801
L1a
63
64
62
AP2エリア
AP1エリア
711
712
710
61a
AP4エリア
61
AP3エリア
L2a

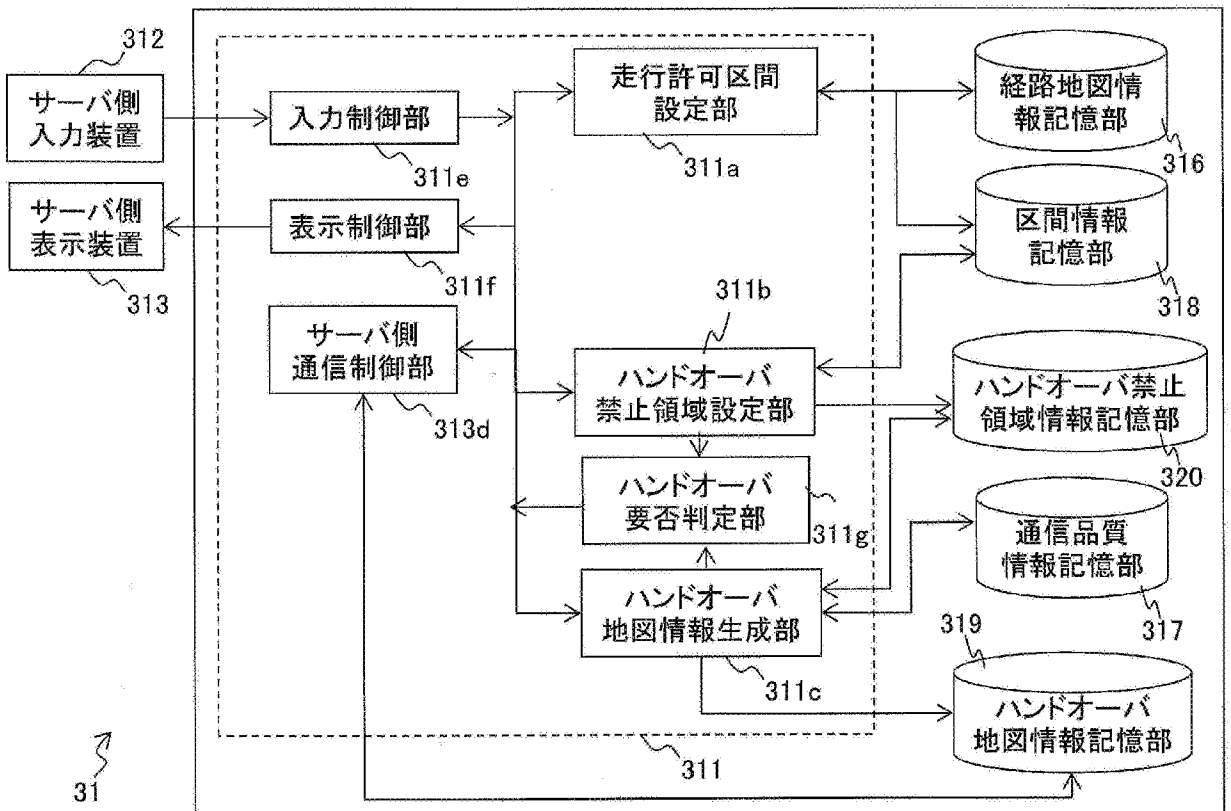
[図9]

図9

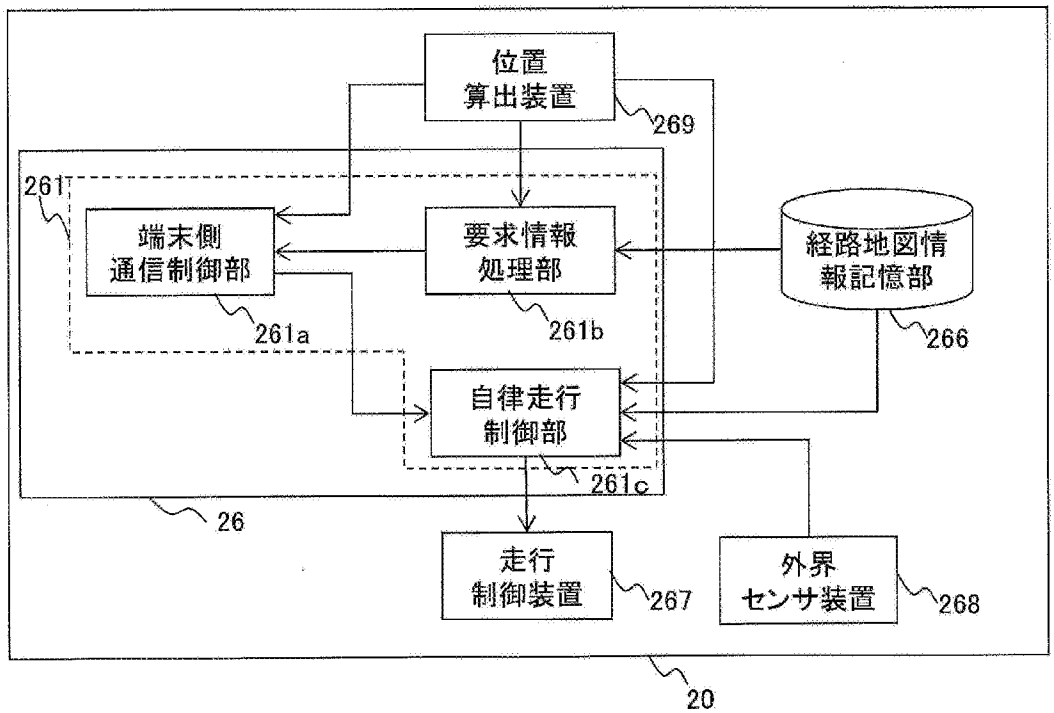

開始
S901
新たなハンドオーバ地図情報を取得した？
No
Yes
S902
ハンドオーバ地図情報記憶部を更新
S903
自車両の位置情報を取得
S904
自車両の位置情報とハンドオーバ地図情報とを参照し、自車両の位置に対応する接続先基地局(AP)を特定
S905
No
現在接続しているAPと、特定したAPが異なる？
Yes
S906
特定したAPに接続先を切り替える動作(ハンドオーバ処理)を実施

[図10]

図10


312
サーバ側
入力装置
サーバ側
表示装置
313
入力制御部
311e
表示制御部
311f
サーバ側
通信制御部
313d
走行許可区間
設定部
311a
311b
ハンドオーバ
禁止領域設定部
ハンドオーバ
要否判定部
311g
ハンドオーバ
地図情報生成部
311c
311
31
経路地図情
報記憶部
316
区間情報
記憶部
318
ハンドオーバ禁止
領域情報記憶部
320
通信品質
情報記憶部
317
319
ハンドオーバ
地図情報記憶部

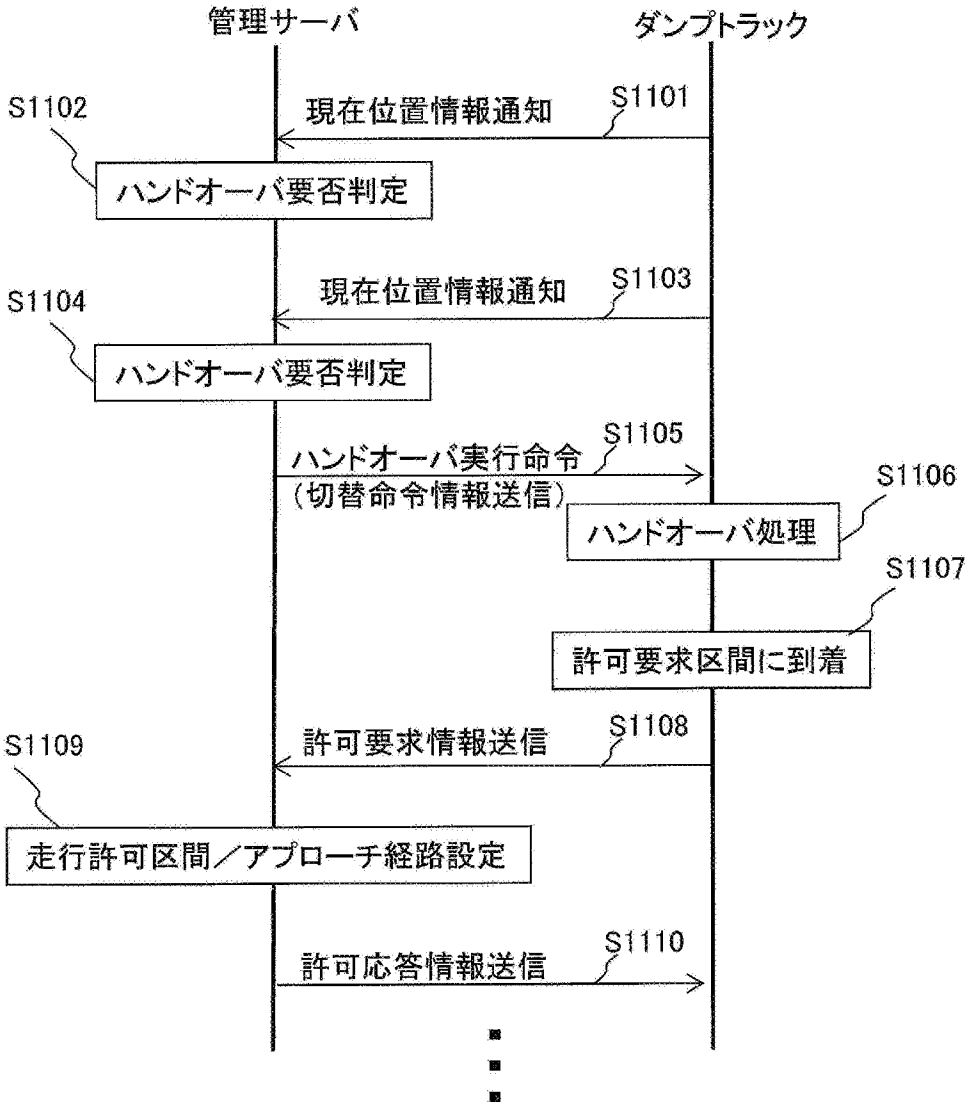
(a)


位置
算出装置
269
261
端末側
通信制御部
261a
要求情報
処理部
261b
経路地図情
報記憶部
266
自律走行
制御部
261c
26
走行
制御装置
267
外界
センサ装置
268
20

(b)

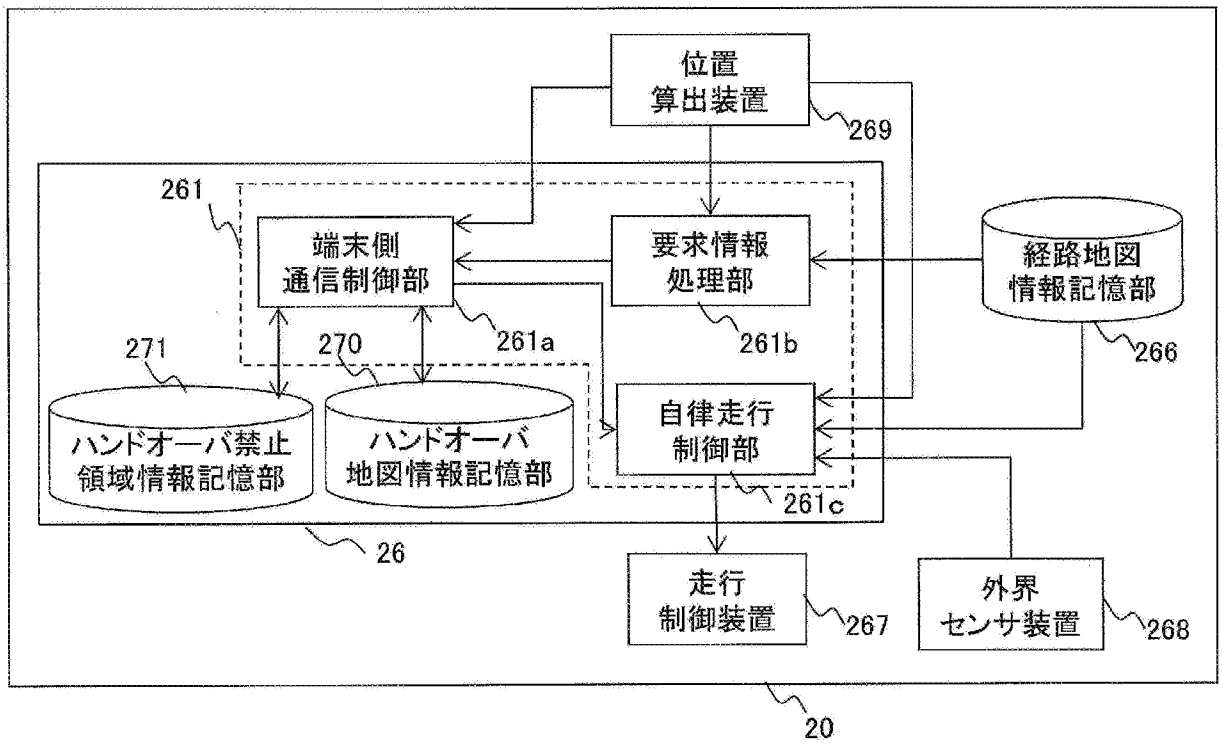
[図11]

図11


管理サーバ
ダンプトラック
S1101
現在位置情報通知
S1102
ハンドオーバ要否判定
S1103
現在位置情報通知
S1104
ハンドオーバ要否判定
S1105
ハンドオーバ実行命令
(切替命令情報送信)
S1106
ハンドオーバ処理
S1107
許可要求区間に到着
S1108
許可要求情報送信
S1109
走行許可区間／アプローチ経路設定
S1110
許可応答情報送信

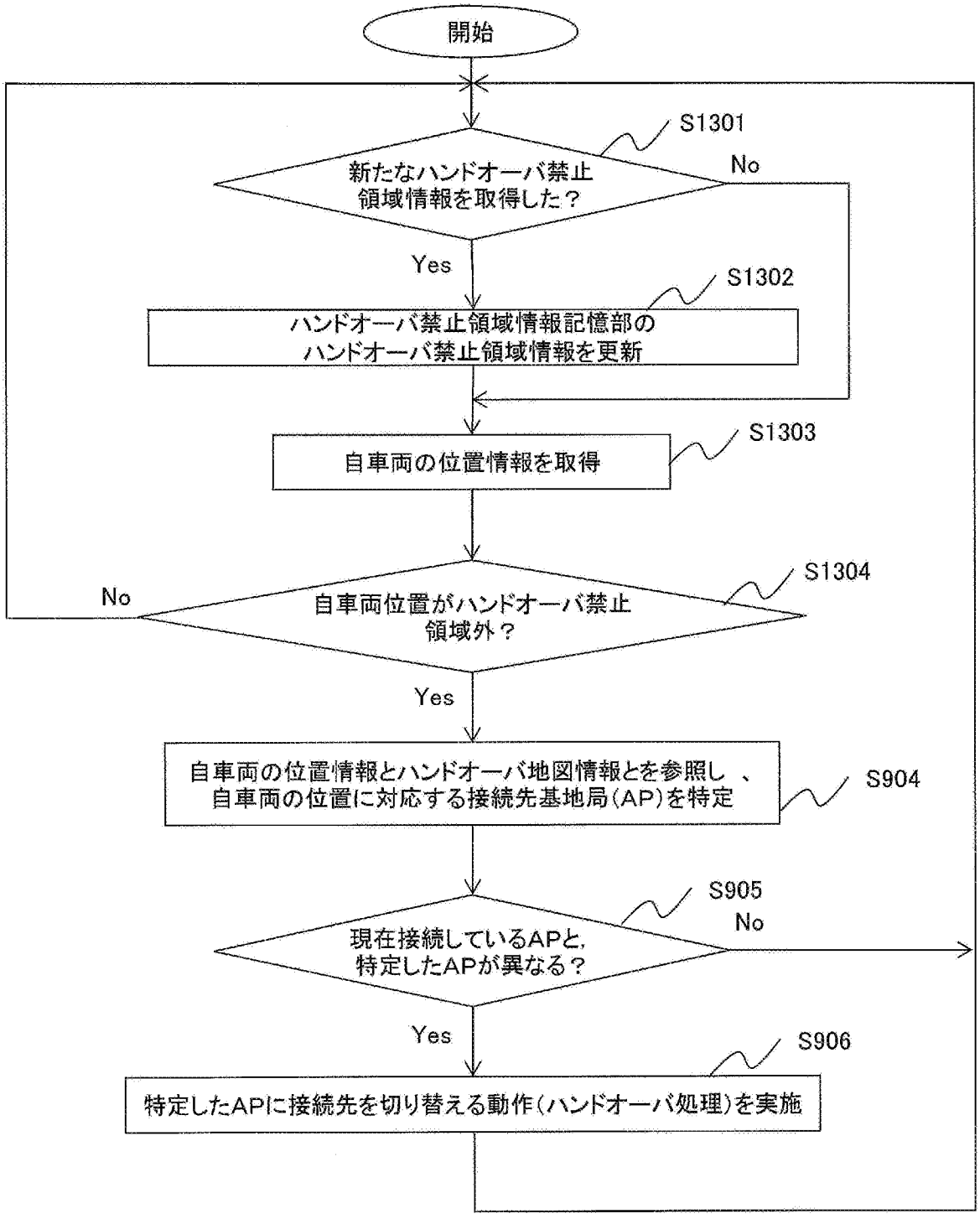
[図12]

図12


位置
算出装置
269
261
端末側
通信制御部
261a
要求情報
処理部
261b
経路地図
情報記憶部
266
271
270
ハンドオーバ禁止
領域情報記憶部
ハンドオーバ
地図情報記憶部
自律走行
制御部
261c
26
走行
制御装置
267
外界
センサ装置
268
20

[図13]

図13


開始
S1301
新たなハンドオーバ禁止領域情報を取得した？
No
Yes
S1302
ハンドオーバ禁止領域情報記憶部のハンドオーバ禁止領域情報を更新
S1303
自車両の位置情報を取得
S1304
No
自車両位置がハンドオーバ禁止領域外？
Yes
自車両の位置情報とハンドオーバ地図情報とを参照し、自車両の位置に対応する接続先基地局(AP)を特定
S904
S905
No
現在接続しているAPと，特定したAPが異なる？
Yes
S906
特定したAPに接続先を切り替える動作(ハンドオーバ処理)を実施

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04W36/32(2009.01)i, *H04W4/04*(2009.01)i, *H04W16/18*(2009.01)i, *H04W36/16*(2009.01)i, *H04W64/00*(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04W36/32, H04W4/04, H04W16/18, H04W36/16, H04W64/00, G05D1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-231467 A (Hitachi, Ltd.), 19 August 2003 (19.08.2003), paragraphs [0074] to [0088] & JP 2000-168556 A	1-9
A	JP 2003-9207 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 January 2003 (10.01.2003), abstract (Family: none)	1-9
A	JP 2007-503768 A (Kyocera Wireless Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), abstract & US 2005/0048976 A1 abstract & WO 2005/022943 A1 & EP 1661429 A1 & KR 10-2007-0019936 A & CN 1843051 A	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 July 2016 (05.07.16)	19 July 2016 (19.07.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066471

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/037084 A1 (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.), 19 March 2015 (19.03.2015), abstract & US 2015/0221222 A1 abstract & AU 2013366731 A & CA 2876592 A1	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６６４７１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W36/32(2009.01)i, H04W4/04(2009.01)i, H04W16/18(2009.01)i, H04W36/16(2009.01)i, H04W64/00(2009.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W36/32, H04W4/04, H04W16/18, H04W36/16, H04W64/00, G05D1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2003-231467 A（株式会社日立製作所）2003.08.19, 段落［００７４］－［００８８］ & JP 2000-168556 A	1-9
A	JP 2003-9207 A（三菱電機株式会社）2003.01.10, 要約（ファミリーなし）	1-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．０７．２０１６	１９．０７．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｊ　３６６５
石田　紀之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-503768 A（キョウセラ　ワイヤレス　コープ．） 2007.02.22, 要約 & US 2005/0048976 A1, ABSTRACT & WO 2005/022943 A1 & EP 1661429 A1 & KR 10-2007-0019936 A & CN 1843051 A	1-9
A	WO 2015/037084 A1（日立建機株式会社）2015.03.19, 要約 & US 2015/0221222 A1, ABSTRACT & AU 2013366731 A & CA 2876592 A1	1-9