

明 細 書

発明の名称：

通信制御装置、料金收受システム、通信制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、通信制御装置、料金收受システム、通信制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 有料道路の自動料金收受を目的とした電子式料金收受システム（ETC：Electronic Toll Collection System（登録商標）、「自動料金收受システム」とも言う）は、高度交通システム（ITS：Intelligent Transport System）におけるアプリケーションとして活用されている。この電子式料金收受システムによれば、料金所に設置された路側アンテナ（狭域通信アンテナ）と、車両に搭載した車載器との間の狭域無線通信を通じて有料道路の料金を收受できる。

[0003] 路側アンテナと車載器との間で通信を行う場合、路側アンテナが、正規の狭域無線通信を行うために規定された狭域通信領域の外に位置する車両と想定外の通信（誤通信）がなされ得る、という問題がある。例えば、料金所の天井などの構造物における電波の反射により、路側アンテナは、狭域通信領域内に存在する車両（正規の通信を行う車両）の後方を走行する別の車両の車載器と誤通信し得る。

このような課題に対して、路上構造物に電波吸収パネルを設置する技術がある（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-068925号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、料金所の構造物に対して電波吸収パネルを設置する場合、対象となる構造物の全てに対して電波吸収パネルを設置するためには膨大なコストがかかる。また、この場合、電波吸収パネルの落下防止のための保守メンテナンス費用も増加する。

[0006] 上記課題に鑑みて、本発明は、簡素な構成で誤通信を抑制可能な通信制御装置、料金收受システム、通信制御方法及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様に係る通信制御装置（１ a）は、狭域通信アンテナ（２ ０）と正規の通信を行う狭域通信領域（Ｑ １）とは異なる領域に規定された電波漏洩監視領域（Ｑ ２）から発信された電波を受信可能な誤通信防止用アンテナ（２ １）と、前記狭域通信アンテナと主制御装置（３ １）との通信用配線上に設けられ、当該狭域通信アンテナから受信した受信信号を改変する信号改変部（３ ２ ０）と、前記誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合に、前記信号改変部を制御して、前記狭域通信アンテナから前記主制御装置へ伝送される前記受信信号を改変させる信号改変部制御部（３ ２ ２）と、を備えている。

このようにすることで、主制御装置が正規の通信を行うべきでない車載器から電波が発信された場合に、その電波が誤通信防止用アンテナによって受信される。そして、誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合、信号改変部制御部は、信号改変部を制御して、狭域通信アンテナから受信された受信信号の、アンテナコントローラ ３ １ への伝達する信号を改変する。

したがって、上述の簡素な構成のみで、狭域通信領域内に存在しない車載器との誤通信を抑制することができる。

[0008] また、本発明の一態様によれば、前記信号改変部は、前記通信用配線の接続、切断を選択可能なスイッチ（３ ２ ０）である。

このようにすることで、誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合、信号改変部制御部は、スイッチである信号改変部を制御して、狭域通信アンテナから受信された受信信号の、アンテナコントローラ ３ １ への伝達

を少なくとも一部遮断（改変）することができる。

- [0009] また、本発明の一態様によれば、上述の通信制御装置は、前記主制御装置からの送信信号の送信タイミングに応じた監視時間を設定する監視時間設定部（323）を更に備え、前記信号改変部制御部は、前記監視時間内に前記誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合に前記受信信号を改変させる。

このようにすることで、信号改変部制御部による改変処理が、送信信号に対する応答信号の受信が想定される期間内（監視時間）のみに限定される。したがって、誤通信防止用アンテナによる外乱電波等の受信に起因する通信制御装置の誤動作を抑制することができる。

- [0010] また、本発明の一態様によれば、前記信号改変部制御部は、前記誤通信防止用アンテナが、前記狭域通信アンテナが発信する電波の周波数と同じ周波数の電波を受信した場合に前記受信信号を改変させる。

このようにすることで、異なる車線別に異なる周波数で狭域通信がなされる場合において、他の車線を走行する車両との誤通信を抑制することができる。

- [0011] また、本発明の一態様によれば、前記狭域通信アンテナは、高架上の車線に規定された前記狭域通信領域から発信される電波を受信可能に設置され、前記誤通信防止用アンテナは、高架下の車線に規定された前記電波漏洩監視領域から発信される電波を受信可能に設置されている。

このようにすることで、高架下の車線を走行する車両との誤通信を抑制することができる。

- [0012] また、本発明の一態様は、上述の通信制御装置と、前記狭域通信アンテナと、前記主制御装置であって、前記狭域通信アンテナを介して料金収受用の通信を行うアンテナコントローラと、を備える料金収受システムである。

- [0013] また、本発明の一態様は、狭域通信アンテナと正規の通信を行う狭域通信領域とは異なる領域に規定された電波漏洩監視領域から発信された電波を受信可能な誤通信防止用アンテナと、前記狭域通信アンテナと主制御装置との

通信用配線上に設けられ、当該狭域通信アンテナから受信した受信信号を改変する信号改変部と、を用いた通信制御方法であって、前記誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合に、前記信号改変部を制御して、前記狭域通信アンテナから主制御装置へ伝送される受信信号を改変させるステップを有する通信制御方法である。

- [0014] また、本発明の一態様は、狭域通信アンテナと正規の通信を行う狭域通信領域とは異なる領域に規定された電波漏洩監視領域から発信された電波を受信可能な誤通信防止用アンテナと、前記狭域通信アンテナと主制御装置との通信用配線上に設けられ、当該狭域通信アンテナから受信した受信信号を改変する信号改変部と、を備える通信制御装置のコンピュータを、前記誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合に、前記信号改変部を制御して、前記狭域通信アンテナから前記主制御装置へ伝送される前記受信信号を改変させる信号改変部制御部として機能させるプログラムである。

発明の効果

- [0015] 上述の通信制御装置、料金收受システム、通信制御方法及びプログラムによれば、簡素な構成で誤通信を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]第1の実施形態に係る料金收受システムの全体構成を示す図である。
[図2]第1の実施形態に係る料金收受システムの機能構成を示す図である。
[図3]第1の実施形態に係る通信制御装置の動作を説明する第1の図である。
[図4]第1の実施形態に係るアンテナコントローラ及び車載器の動作を説明する図である。
[図5]第1の実施形態に係る通信制御装置の動作を説明する第2の図である。
[図6]第1の実施形態に係る通信制御装置の動作を説明する第3の図である。
[図7]第2の実施形態に係る料金收受システムの全体構成を示す図である。
[図8]第3の実施形態に係る料金收受システムの全体構成を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0017] <第1の実施形態>

以下、図１～図６を参照しながら、第１の実施形態に係る料金収受システム及び通信制御装置について詳細に説明する。

[0018] （料金収受システムの全体構成）

図１は、第１の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

第１の実施形態に係る料金収受システム１は、車線を走行する車両との間で料金収受用の狭域無線通信（以下、単に「狭域通信」とも記載する。）を行い、当該車両を停止させることなく電子決済（料金収受処理）を行う料金収受システムである。

このような料金収受システム１は、例えば、高速道路等の有料道路における入口料金所、出口料金所等に設けられる。図１に示すように、料金収受システム１には複数の車線Ｌが隣接して敷設されており、当該入口料金所（出口料金所）を通過しようとする車両Ａは、各車線Ｌのいずれかを走行する。

また、料金収受システム１が設置された入口料金所（出口料金所）には、屋根ＣＡが設けられている。

[0019] 図１に示すように、料金収受システム１は、車両検知器１０と、狭域通信アンテナ２０と、誤通信防止用アンテナ２１と、車線制御装置３０と、を備えている。車線制御装置３０の内部には、アンテナコントローラ３１とＩＦボックス（インターフェイスボックス）３２とが設けられている。

本実施形態において、通信制御装置１ａは、誤通信防止用アンテナ２１とＩＦボックス３２とを有してなる。

[0020] 車両検知器１０は、車線Ｌの上流側（－Ｘ方向側）におけるアイランドＩ上に設けられ、車線Ｌに車両が進入したか否かを検知する。

[0021] 狭域通信アンテナ２０は、後述する車線制御装置３０（アンテナコントローラ３１）と、車両Ａに搭載された車載器Ａ１との間で狭域通信を行うためのアンテナである。

狭域通信アンテナ２０は、支持部材（ガントリー、ポール等）に取り付けられて複数の車線Ｌの各々に配置される。各狭域通信アンテナ２０は、各車

線Lを走行する車両Aを対象に狭域通信を行う。具体的には、狭域通信アンテナ20は、車線Lにおける狭域通信領域Q1の範囲内に存在する車両Aと狭域通信が可能のように、送受可能な電波の指向性が予め設計されている。

[0022] 誤通信防止用アンテナ21は、後述するIFボックス32にて、狭域通信アンテナ20とアンテナコントローラ31との間の通信を制御するために用いられる。本実施形態において、誤通信防止用アンテナ21は、受信専用のアンテナである。誤通信防止用アンテナ21は、車線Lにおける電波漏洩監視領域Q2の範囲内に存在する車両A（車載器A1）からの電波を受信可能のように、指向性が予め設計されている。

なお、電波漏洩監視領域Q2は、狭域通信領域Q1とは異なる領域となるように規定される。

[0023] 車線制御装置30は、各車線L別に、アイランドI上に設置される。車線制御装置30は、料金収受システム1における料金収受処理全体を制御する。特に、車線制御装置30のアンテナコントローラ31は、狭域通信アンテナ20を通じて、車線Lを走行する車両Aに搭載された車載器A1との間で当該車両Aに対する狭域通信を行う。

車線制御装置30は、車両検知器10を介して車両Aの車線Lへの進入を検知した場合に、当該車両Aとの間で狭域通信を開始すべく、狭域通信アンテナ20を通じて電波を発信する。

[0024] 図2は、第1の実施形態に係る料金収受システムの機能構成を示す図である。

図2に示すように、車線制御装置30は、アンテナコントローラ31と、IFボックス32と、を備えている。

[0025] アンテナコントローラ31は、車線制御装置30の内部に具備される主制御装置であって、狭域通信アンテナ20を介して、車載器A1との間で料金収受用の通信を行う。

アンテナコントローラ31は、車両検知器10（図2には図示せず）からの車両検知信号を受け付けたタイミングで、狭域通信アンテナ20に向けて

F C M C 信号（フレームコントロールメッセージチャネル信号）D 1 を出力する。後述するように、車載器 A 1（図 1）は、アンテナコントローラ 3 1 から出力された F C M C 信号 D 1 を受信すると、アンテナコントローラ 3 1 と狭域通信を開始するための応答信号である A C T C 信号 D 2（アクティベーションチャネル信号）を発信する。A C T C 信号 D 2 には、車載器 A 1 の固有に割り振られた識別番号（車載器番号）が含まれる。

なお、F C M C 信号 D 1 及び A C T C 信号 D 2 は、狭域通信（D S R C : Dedicated Short-Range Communication）システムの標準的な通信規格である A R I B（Association of Radio Industries and Businesses）標準規格に規定される信号である。

[0026] 図 2 に示すように、狭域通信アンテナ 2 0 から発信された F C M C 信号 D 1（電波）は、通常は、狭域通信領域 Q 1 内に存在する車載器 A 1 - 1 に受信される。車載器 A 1 - 1 は、狭域通信アンテナ 2 0 から発信された F C M C 信号 D 1 を受信すると、これに応答して A C T C 信号 D 2（電波）を発信する。車載器 A 1 - 1 が発信した A C T C 信号 D 2 は、狭域通信アンテナ 2 0 にて受信される。狭域通信アンテナ 2 0 にて受信された A C T C 信号 D 2 は、当該狭域通信アンテナ 2 0 とアンテナコントローラ 3 1 とを接続する通信用配線を伝搬して、当該アンテナコントローラ 3 1 に受信される。

[0027] なお、図 2 に示すように、狭域通信アンテナ 2 0 から発信された F C M C 信号 D 1 は、屋根 C A 等の反射を通じて、狭域通信領域 Q 1 の外（電波漏洩監視領域 Q 2）にも発信される。したがって、F C M C 信号 D 1 は、電波漏洩監視領域 Q 2 内に存在する車載器 A 1 - 2 にも受信され得る。

この場合、車載器 A 1 - 2 は、狭域通信アンテナ 2 0 から発信された F C M C 信号 D 1（電波）を受信すると、車載器 A 1 - 1 と同様に、A C T C 信号 D 2（電波）を発信する。車載器 A 1 - 2 が発信した A C T C 信号 D 2 は、狭域通信アンテナ 2 0 にて受信される。

また、車載器 A 1 - 2 は電波漏洩監視領域 Q 2 内に存在するため、当該車載器 A 1 - 2 が発信した A C T C 信号 D 2 は、誤通信防止用アンテナ 2 1 に

も受信される。

[0028] 次に、ＩＦボックス３２の機能構成について説明する。

図２に示すように、ＩＦボックス３２は、ＣＰＵ３２ａと、スイッチ３２０と、を備えている。

ＣＰＵ３２ａは、ＩＦボックス３２全体の動作を制御するプロセッサである。ＣＰＵ３２ａは、読み込まれた所定のプログラムに従って動作することで、種々の機能を発揮する。ＣＰＵ３２ａの機能については後述する。

スイッチ３２０は、狭域通信アンテナ２０とアンテナコントローラ３１とを接続する通信用配線上に設けられ、当該狭域通信アンテナ２０から受信した受信信号を改変する信号改変部として機能する。より具体的には、スイッチ３２０は、狭域通信アンテナ２０とアンテナコントローラ３１との通信用配線の接続、切断を切り替え可能なスイッチである。

スイッチ３２０は、ハードウェアによって実現されるスイッチでも構わないし、ソフトウェアによって実現されるスイッチであってもよい。

[0029] ＣＰＵ３２ａは、受信信号監視部３２１、信号改変部制御部３２２、及び、監視時間設定部３２３としての機能を発揮する。

受信信号監視部３２１は、誤通信防止用アンテナ２１から受信した受信信号を監視し、誤通信防止用アンテナ２１にて電波の受信があったか否かを判定する。

信号改変部制御部３２２は、誤通信防止用アンテナ２１によって電波が受信された場合に、スイッチ３２０を制御して、狭域通信アンテナ２０からアンテナコントローラ３１へ伝送される受信信号（狭域通信アンテナ２０によって受信された受信信号）を改変させる。具体的には、信号改変部制御部３２２は、スイッチ３２０を開制御することで通信用配線を切断させ、狭域通信アンテナ２０からアンテナコントローラ３１へ伝送される受信信号の少なくとも一部を欠損させる。

監視時間設定部３２３は、アンテナコントローラ３１からの送信信号（ＦＣＭＣ信号Ｄ１）の送信タイミングに応じた監視時間を設定する。

[0030] 図3は、第1の実施形態に係る通信制御装置の動作を説明する第1の図である。

図3は、車線Lを側面側から見た模式図であり、誤通信が起こる一例を示している。図3に示すように、狭域通信アンテナ20から発信されたFCMC信号D1は、車線Lの路面と屋根CAとを反射して、狭域通信領域Q1内に存在しない（電波漏洩監視領域Q2内に存在する）車両Aの車載器A1に受信され得る。この場合、車載器A1は、受信したFCMC信号D1に応じてACTC信号D2を発信する。車載器A1から発信されたACTC信号D2は、FCMC信号D1と同様に屋根CAと車線Lの路面とを反射して狭域通信アンテナ20に受信される。狭域通信アンテナ20は、受信したACTC信号D2が、狭域通信領域Q1内から発信されたものか狭域通信領域Q1の範囲外から発信されたものかを見分けることはできない。したがって、このままでは狭域通信領域Q1の範囲外に存在する車両Aとの誤通信が発生し得る。

[0031] 本実施形態においては、誤通信防止用アンテナ21は、電波漏洩監視領域Q2から発信された電波を受信可能となるように配置されている。したがって、誤通信防止用アンテナ21は、図3に示すように、当該電波漏洩監視領域Q2に存在する車載器A1から発信されたACTC信号D2を受信する。

[0032] 図4は、第1の実施形態に係るアンテナコントローラ及び車載器の動作を説明する図である。

図4は、アンテナコントローラ31が車載器A1に向けて送信するFCMC信号D1と、車載器A1がアンテナコントローラ31に向けて送信するACTC信号D2と、のタイミングチャートを示している。

ここで、図4を参照しながら、アンテナコントローラ31と車載器A1との間で行われる狭域通信の概要について説明する。

[0033] 図4に示すように、アンテナコントローラ31は、狭域通信領域Q1（図1、図2）に向けて、一定の周期で繰り返しFCMC信号D1を送信することで、狭域通信領域Q1内に存在する車載器A1によるACTC信号D2の

送信（応答）を要求する。

上述した A R I B 標準規格によれば、F C M C 信号 D 1 を受信した車載器 A 1 は、予め異なる期間別に規定された 6 個のチャンネル（図 4 に示すチャンネル C 1 ～ C 6）のうちの何れか一つに対応するタイミングで、A C T C 信号 D 2 を電波で送信する。

ここで、車載器 A 1 が A C T C 信号 D 2 を送信するタイミング（チャンネル C 1 ～ C 6）は、その送信の都度、ランダムに選択される。これにより、同一の狭域通信領域 Q 1 において、複数の車両 A（車載器 A 1）が同時に F C M C 信号 D 1 を受信した場合において、当該複数の車載器 A 1 の各々から送信される A C T C 信号 D 2 の送信のタイミングが重なって混信することを抑制することができる。

[0034] なお、車載器 A 1 が A C T C 信号 D 2 を出力（発信）するタイミング（チャンネル C 1 ～ C 6）は、アンテナコントローラ 3 1 が F C M C 信号 D 1 を出力した時刻 t_f を基準にして規定される。具体的には、車載器 A 1 による A C T C 信号 D 2 の発信は、時刻 t_f から予め規定された時間幅 Δt_1 経過した時刻 t_{a1} と、当該時刻 t_{a1} から予め規定された時間幅 Δt_2 経過した時刻 t_{a2} との間に行われる。

[0035] 図 5、図 6 は、第 1 の実施形態に係る通信制御装置の動作を説明する第 2 の図、第 3 の図である。

図 5、図 6 は、アンテナコントローラ 3 1 の U p - L i n k 側（送信側）の信号、アンテナコントローラ 3 1 の D o w n - L i n k 側（受信側）の信号、車載器 A 1 の発信信号、誤通信防止用アンテナ 2 1 の受信信号、及び、スイッチ 3 2 0 の O N / O F F の状態を示すタイミングチャート図である。

また、図 5 は、狭域通信アンテナ 2 0 が、狭域通信領域 Q 1 に存在する車両 A（車載器 A 1 - 1（図 2 参照））から発信された発信信号（A C T C 信号 D 2）を受信した場合のタイミングチャートを示している。また、図 6 は、狭域通信アンテナ 2 0 が、電波漏洩監視領域 Q 2 に存在する車両 A（車載器 A 1 - 2（図 2 参照））から発信された発信信号を受信した場合のタイミ

ングチャートを示している。

[0036] ここで、図2及び図5を参照しながら、アンテナコントローラ31と車載器A1-1との間で行われる正規の狭域通信の処理の流れについて説明する。

まず、アンテナコントローラ31は、時刻 t_f にて、FCMC信号D1を出力する（図5のアンテナコントローラ31（U p - L i n k）参照）。

ここで、IFボックス32の監視時間設定部323（C P U 3 2 a）は、アンテナコントローラ31によるFCMC信号D1の出力をトリガに、監視時間を設定する。具体的には、監視時間設定部323は、時刻 t_f で出力されたFCMC信号D1に対する応答信号（A C T C信号D2）の受信が想定される時間（時刻 t_{a1} ～時刻 t_{a2} ）を「監視時間」として設定する。

図5に示すように、アンテナコントローラ31から出力されたFCMC信号D1は、狭域通信アンテナ20を通じて電波として発信される。

[0037] 狭域通信領域Q1内に存在する車載器A1-1は、狭域通信アンテナ20から発信されたFCMC信号D1を受信する。そして車載器A1-1は、当該FCMC信号D1の受信に応じて、A C T C信号D2を発信する。図5に示す例では、車載器A1-1は、チャンネルC2の期間にA C T C信号D2を発信している。図5に示すように、車載器A1-1が発信したA C T C信号D2は、狭域通信アンテナ20によって受信される。しかし、車載器A1-1は狭域通信領域Q1に存在している（電波漏洩監視領域Q2には存在していない）ため、車載器A1-1が発信したA C T C信号D2は、誤通信防止用アンテナ21には受信されない。

[0038] 監視時間設定部323が設定した監視時間内にある間、IFボックス32の受信信号監視部321（C P U 3 2 a）は、誤通信防止用アンテナ21によって電波が受信されたか否かを判定する。図5に示す例の場合、監視時間内において、誤通信防止用アンテナ21は電波を受信していない。したがって、受信信号監視部321は、監視時間内において、誤通信防止用アンテナ21による電波の受信を検出しない。

[0039] そうすると、I Fボックス32の信号改変部制御部322(CPU32a)は、監視時間内においては常に、スイッチ320を開動作させる。即ち、監視時間内においては常に、アンテナコントローラ31と狭域通信アンテナ20との間の通信用配線の接続が維持される。これにより、図5に示すように、狭域通信アンテナ20によって受信されたACTC信号D2は、そのままアンテナコントローラ31に受信される(図5のアンテナコントローラ31(Down-Link)参照)。

以上のような処理の流れにより、アンテナコントローラ31は、狭域通信領域Q1内に存在する車両A(車載器A1-1)との間で正規の狭域通信を行うことができる。

[0040] 次に、図2及び図6を参照しながら、アンテナコントローラ31と車載器A1-2との間で行われる狭域通信の処理の流れについて説明する。

図5と同様に、アンテナコントローラ31は、時刻 t_f にて、FCMC信号D1を出力する(図6のアンテナコントローラ31(Up-Link)参照)。

監視時間設定部323は、アンテナコントローラ31によるFCMC信号D1の出力をトリガに、監視時間を設定する。ここで、監視時間設定部323は、時刻 t_f で出力されたFCMC信号D1に対応するACTC信号D2の受信が想定される時間(時刻 t_{a1} ～時刻 t_{a2})を「監視時間」として設定する。

図6に示すように、アンテナコントローラ31から出力されたFCMC信号D1は、狭域通信アンテナ20を通じて電波として発信される。

[0041] 電波漏洩監視領域Q2内に存在する車載器A1-2は、通常であれば、狭域通信アンテナ20から発信されたFCMC信号D1を受信しない。しかし、図3で説明したように、車線Lの路面、屋根CAによる反射を経て、狭域通信領域Q1に存在しない車載器A1-2がFCMC信号D1を受信する場合がある。この場合、車載器A1-2は、当該FCMC信号D1の受信に応じて、ACTC信号D2を発信する。図6に示す例では、車載器A1-2は

、チャンネルC 2の期間にA C T C信号D 2を発信している。図6に示すように、車載器A 1－2が発信したA C T C信号D 2は、狭域通信アンテナ2 0から発信されたF C M C信号D 1と同様に屋根C A、車線Lの路面を反射して、狭域通信アンテナ2 0によって受信される。また、車載器A 1－2は電波漏洩監視領域Q 2に存在しているため、車載器A 1－2が発信したA C T C信号D 2は、誤通信防止用アンテナ2 1にも受信される。

[0042] 図6に示す例の場合、監視時間内において、誤通信防止用アンテナ2 1は電波を受信している。したがって、受信信号監視部3 2 1は、誤通信防止用アンテナ2 1によって電波を受信したと判定する。

[0043] そうすると、I Fボックス3 2の信号改変部制御部3 2 2（C P U 3 2 a）は、受信信号監視部3 2 1において受信信号が検出されたタイミング（時刻t s）でスイッチ3 2 0を開動作（O NからO F Fに遷移）させる。即ち、誤通信防止用アンテナ2 1による受信信号が検出されたタイミング（時刻t s）で、アンテナコントローラ3 1と狭域通信アンテナ2 0との間の通信用配線の接続が遮断される。これにより、図6に示すように、狭域通信アンテナ2 0によって受信されたA C T C信号D 2は、時刻t s以降の一部がアンテナコントローラ3 1に伝達されなくなる（図6のアンテナコントローラ3 1（D o w n－L i n k）参照）。アンテナコントローラ3 1は、一部が欠損（改変）されたA C T C信号D 2に対しては、正規の狭域通信を継続しない。

以上のような処理の流れにより、アンテナコントローラ3 1は、電波漏洩監視領域Q 2内に存在する車両A（車載器A 1－2）が発信したA C T C信号D 2を正規に受信しないので、車載器A 1－2との間では狭域通信が確立しない。

[0044] （作用・効果）

以上のとおり、第1の実施形態に係る通信制御装置1 aは、電波漏洩監視領域Q 2から発信された電波を受信可能な誤通信防止用アンテナ2 1と、狭域通信アンテナ2 0とアンテナコントローラ3 1との通信用配線上に設けら

れ、当該狭域通信アンテナ２０から受信した受信信号の少なくとも一部を遮断可能とするスイッチ３２０と、誤通信防止用アンテナ２１によって電波が受信された場合に、スイッチ３２０を制御して、狭域通信アンテナ２０から誤通信防止用アンテナ２１へ伝送される受信信号を遮断させる信号改変部制御部３２２と、を備えている。

このようにすることで、アンテナコントローラ３１が正規の通信を行うべきでない車載器Ａ１（電波漏洩監視領域Ｑ２内に存在する車載器Ａ１）から電波（ＡＣＴＣ信号Ｄ２）が発信された場合に、その電波が誤通信防止用アンテナ２１によって受信される。そして、誤通信防止用アンテナ２１によって電波が受信された場合、信号改変部制御部３２２は、スイッチ３２０を制御して、当該ＡＣＴＣ信号Ｄ２の、アンテナコントローラ３１への伝達を遮断する。

したがって、狭域通信領域Ｑ１内に存在しない車載器Ａ１との誤通信を抑制することができる。

[0045] また、本実施形態と同様の課題を解決する他の手段として、車載器からの電波の到来角度を検出するとともに、その到来角度の検出結果に基づいて、正規の狭域通信を行うか否かを判断する技術が知られている。しかし、電波の到来角度を正確に検出するためには、専用のアレイアンテナ（ＡＯＡ（Angle of Arrival）アンテナ）を少なくとも一つ以上設置する必要があるばかりでなく、到来角度演算を含む複雑な判定処理が必須となる。

これに対し、本実施形態に係る誤通信防止用アンテナ２１は、車載器Ａ１からの電波の受信の有無を判別できる程度のシンプルな構成で良く、また、受信専用で良い。また、ＩＦボックス３２（信号改変部制御部３２２）は、「誤通信防止用アンテナ２１によって電波が受信されたか否か」の判定結果のみをスイッチ３２０による接続／遮断の判定基準とするので、判定処理が極めて簡素となる。

[0046] また、本実施形態に係る通信制御装置１ａは、アンテナコントローラ３１からの送信信号（ＦＣＭＣ信号Ｄ１）の送信タイミングに応じた監視時間を

設定する監視時間設定部 3 2 3 を更に備えている。そして、信号改変部制御部 3 2 2 は、監視時間設定部 3 2 3 によって設定された監視時間内に、誤通信防止用アンテナによって電波が受信された場合に受信信号（A C T C 信号 D 2）を遮断させる。

このようにすることで、誤通信防止用アンテナ 2 1 による電波の受信に応じた A C T C 信号 D 2 の改変（遮断）処理が、F C M C 信号 D 1 に対する A C T C 信号 D 2 の受信が想定される期間内のみ限定される。したがって、誤通信防止用アンテナ 2 1 による外乱電波等の受信に起因する通信制御装置 1 a の誤動作を抑制することができる。

例えば、誤通信防止用アンテナ 2 1 は、料金收受システム 1 における狭域通信とは無関係に外乱電波を受信することも想定される。誤通信防止用アンテナ 2 1 がこのような外乱電波を受信した場合であっても、当該外乱電波の受信のタイミングが監視時間（時刻 t a 1 ～時刻 t a 2（図 4 参照））外であれば、信号改変部制御部 3 2 2 は、通信用配線の遮断処理を行わない。したがって、外乱電波等の想定しない電波の受信によって、想定外に受信信号（A C T C 信号 D 2）が遮断される誤動作を抑制することができる。

[0047] （変形例）

以上、第 1 の実施形態に係る料金收受システム 1 及び通信制御装置 1 a について詳細に説明したが、第 1 の実施形態に係る料金收受システム 1 及び通信制御装置 1 a の具体的な態様は、上述のものに限定されることはなく、要旨を逸脱しない範囲内において種々の設計変更等を加えることは可能である。

[0048] 例えば、第 1 の実施形態によれば、アンテナコントローラ 3 1 と狭域通信アンテナ 2 0 との間の通信用配線にスイッチ 3 2 0 が設けられる態様で説明した。しかし、スイッチ 3 2 0 は、狭域通信アンテナ 2 0 から受信した受信信号（A C T C 信号 D 2）を改変する「信号改変部」の一態様であり、スイッチ 3 2 0 の態様に限定されない。

即ち、改変された受信信号（A C T C 信号 D 2）が、アンテナコントロー

ラ 3 1 によって受信信号と認識できない程度に改変される態様であれば如何なる態様であってもよい。例えば、信号改変部は、A C T C 信号 D 2 の後側に含まれる巡回冗長検査信号 (C R C) を改変することで、アンテナコントローラ 3 1 において C R C エラーを検出させる態様であってもよい。この場合において、アンテナコントローラ 3 1 は、A C T C 信号 D 2 受信時に C R C エラーを検出した場合には、正規の狭域通信を行わないものとする。

[0049] また、誤通信防止用アンテナ 2 1 は、既知の増幅回路、検波回路等を組み合わせて構成された電波検出回路を具備する態様とされていてもよい。この場合、受信信号監視部 3 2 1 は、当該電波検出回路を介して狭域通信アンテナ 2 0 からの受信信号を受信する態様とされる。

[0050] <第 2 の実施形態>

次に、図 7 を参照しながら、第 2 の実施形態に係る料金收受システム及び通信制御装置について詳細に説明する。

[0051] 図 7 は、第 2 の実施形態に係る料金收受システムの全体構成を示す図である。

図 7 に示すように、第 2 の実施形態に係る料金收受システム 1 は、車線 L 1、車線 L 2 のそれぞれに設けられている。各料金收受システム 1 は、第 1 の実施形態と同様に、車両検知器 1 0 と、狭域通信アンテナ 2 0 と、誤通信防止用アンテナ 2 1 と、車線制御装置 3 0 と、を備えている。第 1 の実施形態と同様に、車線制御装置 3 0 の内部には、アンテナコントローラ 3 1 と I F ボックス 3 2 とが設けられている。

通信制御装置 1 a は、誤通信防止用アンテナ 2 1 と I F ボックス 3 2 とを有してなる。

[0052] 図 7 に示すように、車線 L 1 に設置された料金收受システム 1 の狭域通信アンテナ 2 0 は、車線 L 1 上に規定される狭域通信領域 Q 1 を正規の通信対象とする。また、車線 L 2 に設置された料金收受システム 1 の狭域通信アンテナ 2 0 は、車線 L 2 上に規定される狭域通信領域 Q 1 を正規の通信対象とする。車線 L 1 に設置された料金收受システム 1 のアンテナコントローラ 3

1 は、所定の A チャネル周波数（以下、「A c h」と記載する）の電波を用いて狭域通信を行う。一方、車線 L 2 に設置された料金収受システム 1 のアンテナコントローラ 3 1 は、A c h とは異なる B チャネル周波数（以下、「B c h」と記載する）の電波を用いて狭域通信を行う。

このようにすることで、隣り合う車線 L 1、L 2 における狭域通信の混信を防止することができる。

[0053] 本実施形態において、車線 L 1 に設置された料金収受システム 1 の誤通信防止用アンテナ 2 1 は、図 7 に示すように、車線 L 2 上に規定される電波漏洩監視領域 Q 2 を電波の通信可能範囲とされる。

他方、車線 L 1 に設置された料金収受システム 1 の I F ボックス 3 2（受信信号監視部 3 2 1）は、誤通信防止用アンテナ 2 1 による A c h の電波の受信のみを検出し、B c h の電波の受信を検出しない。つまり、本実施形態に係る受信信号監視部 3 2 1 は、誤通信防止用アンテナ 2 1 が、狭域通信アンテナ 2 0 が発信する電波（F C M C 信号 D 1）の周波数と同じ周波数の電波（A C T C 信号 D 2）を受信した場合に、A C T C 信号 D 2 の受信があったと判定する。

[0054] 次に、図 7 を参照しながら、第 2 の実施形態に係る通信制御装置 1 a の動作について説明する。

図 7 に示すように、例えば、車線 L 1 を走行する車両 A'（車載器 A 1 を搭載しない車両）が車線 L 1 の路側に設けられた車両検知器 1 0 の車両検知位置に進入したとする。このとき、当該車両検知器 1 0 は、車線 L 1 側のアンテナコントローラ 3 1 に車両検知信号を出力する。車線 L 1 側のアンテナコントローラ 3 1 は、車両 A' が検知されたタイミングで、狭域通信アンテナ 2 0 を通じて A c h の電波（F C M C 信号 D 1）を発信する。しかしながら、車線 L 1 上に存在する車両 A' は車載器 A 1 を搭載しないため、A C T C 信号 D 2 の応答は行われない。

[0055] 一方、車線 L 1 側の狭域通信アンテナ 2 0 から F C M C 信号 D 1（A c h）が発信されたタイミングにて、車載器 A 1 を具備する車両 A が車線 L 2 を

走行していたとする。図 7 に示す通り、車線 L 2 を走行する車両 A は、車線 L 1 の狭域通信アンテナ 20 が FCMC 信号 D 1 (A c h) を発信したタイミングでは未だ車線 L 2 の車両検知器 10 を通過していない。したがって、車線 L 2 を走行する車両 A の車載器 A 1 は、車線 L 2 側のアンテナコントローラ 31 との狭域通信 (B c h による通信) を開始していない。そうすると、車線 L 2 を走行する車両 A の車載器 A 1 は、隣の車線 L 1 側の狭域通信アンテナ 20 から発信された FCMC 信号 D 1 (A c h) を受信するとともに、これに応答して ACTC 信号 D 2 (A c h) を発信する。そうすると、車線 L 1 側の狭域通信アンテナ 20 は、車線 L 2 を走行する車両 A (車載器 A 1) からの ACTC 信号 D 2 (A c h) を受信する。これにより、車線 L 1 側の料金收受システム 1 において誤通信が発生し得る。

[0056] しかしながら、本実施形態に係る通信制御装置 1 a によれば、車線 L 1 側の誤通信防止用アンテナ 21 は、車線 L 2 上に規定された電波漏洩監視領域 Q 2 からの電波を受信可能とされている。したがって、誤通信防止用アンテナ 21 は、車線 L 2 上 (電波漏洩監視領域 Q 2 内) に存在する車載器 A 1 から発信された ACTC 信号 D 2 (A c h) を受信する。

したがって、第 2 の実施形態に係る IF ボックス 32 による受信信号遮断機能に基づいて、車線 L 2 を走行する車両 A の車載器 A 1 が発信した ACTC 信号 D 2 (A c h) は、アンテナコントローラ 31 には伝送されない。なお、第 2 の実施形態に係る IF ボックス 32 (スイッチ 320、受信信号監視部 321、信号改変部制御部 322、及び、監視時間設定部 323) による受信信号遮断機能については、第 1 の実施形態と同様 (図 5、図 6 参照) であるため、詳細な説明を省略する。

以上より、第 2 の実施形態に係る通信制御装置 1 a によれば、隣の車線を走行する車両との誤通信を抑制することができる。

[0057] また、車線 L 1 側の料金收受システム 1 の受信信号監視部 321 は、誤通信防止用アンテナ 21 によって受信した電波 (ACTC 信号 D 2) が A c h のときのみ、電波の受信を検出するものとしている。したがって、車線 L 2

側のアンテナコントローラ 31 と車線 L 2 を走行する車両 A との間で行われる正規の狭域通信（即ち、B c h の電波で行われる狭域通信）の電波が、車線 L 1 側の誤通信防止用アンテナ 21 によって受信されたとしても、当該車線 L 1 側の料金収受システム 1 における狭域通信が遮断されることはない。

[0058] <第 3 の実施形態>

次に、図 8 を参照しながら、第 3 の実施形態に係る料金収受システム及び通信制御装置について詳細に説明する。

[0059] 図 8 は、第 3 の実施形態に係る料金収受システムの全体構成を示す図である。

図 8 に示すように、第 3 の実施形態に係る料金収受システム 1 は、高架橋 B 周辺に設けられている。料金収受システム 1 は、第 1 の実施形態と同様に、車両検知器 10 と、狭域通信アンテナ 20 と、誤通信防止用アンテナ 21 と、車線制御装置 30 と、を備えている。第 1 の実施形態と同様に、車線制御装置 30 の内部には、アンテナコントローラ 31 と I F ボックス 32 とが設けられている。

通信制御装置 1 a は、誤通信防止用アンテナ 21 と I F ボックス 32 とを有してなる。

[0060] 本実施形態に係る料金収受システム 1 は、高架橋 B 上の車線 L 1（高架道路）を走行する車両 A のみを料金収受の対象とし、高架橋 B 下の車線 L 2（高架下道路）を走行する車両 A を料金収受の対象としない。

図 8 に示すように、本実施形態に係る狭域通信アンテナ 20 は、高架橋 B 上の車線 L 1 に規定された狭域通信領域 Q 1 から発信される電波を受信可能に設置されている。また、本実施形態に係る誤通信防止用アンテナ 21 は、高架橋 B 下の車線 L 2 に規定された電波漏洩監視領域 Q 2 から発信される電波を受信可能に設置されている。

[0061] 次に、図 8 を参照しながら、第 3 の実施形態に係る通信制御装置 1 a の動作について説明する。

第 2 の実施形態と同様に、例えば、高架上の車線 L 1 を走行する車両 A'

（車載器 A 1 を搭載しない車両）が車線 L 1 の路側に設けられた車両検知器 1 0（図 8 には図示せず）の車両検知位置に進入したとする。このとき、当該車両検知器 1 0 は、アンテナコントローラ 3 1 に車両検知信号を出力する。アンテナコントローラ 3 1 は、車両 A' が検知されたタイミングで、狭域通信アンテナ 2 0 を通じて電波（F C M C 信号 D 1）を発信する。しかしながら、車線 L 1 上に存在する車両 A' は車載器 A 1 を搭載しないため、A C T C 信号 D 2 の応答は行われない。

[0062] 一方、狭域通信アンテナ 2 0 から F C M C 信号 D 1 が発信されたタイミングにて、車載器 A 1 を具備する車両 A が高架下の車線 L 2 を走行していたとする。図 8 に示す通り、車線 L 2 を走行する車両 A は高架下に存在するものの、高架上からの F C M C 信号 D 1 を受信可能な位置関係にある。したがって、高架下の車線 L 2 を走行する車両 A の車載器 A 1 は、高架上の狭域通信アンテナ 2 0 から発信された F C M C 信号 D 1 を受信するとともに、これに応答して A C T C 信号 D 2 を発信する。そうすると、狭域通信アンテナ 2 0 は、車線 L 2 を走行する車両 A（車載器 A 1）からの A C T C 信号 D 2 を受信する。これにより、料金収受システム 1 において誤通信が発生し得る。

[0063] しかしながら、本実施形態に係る通信制御装置 1 a によれば、誤通信防止用アンテナ 2 1 は、高架下の車線 L 2 上に規定された電波漏洩監視領域 Q 2 からの電波を受信可能とされている。したがって、誤通信防止用アンテナ 2 1 は、高架下の車線 L 2 上（電波漏洩監視領域 Q 2 内）に存在する車載器 A 1 から発信された A C T C 信号 D 2 を受信する。

したがって、車線 L 2 を走行する車両 A の車載器 A 1 が発信し、狭域通信アンテナ 2 0 によって受信された A C T C 信号 D 2 は、第 3 の実施形態に係る I F ボックス 3 2 によって少なくとも一部が遮断され、アンテナコントローラ 3 1 には伝送されない。なお、第 3 の実施形態に係る I F ボックス 3 2（スイッチ 3 2 0、受信信号監視部 3 2 1、信号改変部制御部 3 2 2、及び、監視時間設定部 3 2 3）による A C T C 信号 D 2 の遮断処理については、第 1 の実施形態と同様（図 5、図 6 参照）であるため、詳細な説明を省略す

る。

以上より、第3の実施形態に係る通信制御装置1aによれば、高架下の車線を走行する車両との誤通信を抑制することができる。

[0064] なお、上述の実施形態においては、IFボックス32(CPU32a)の各種機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各種処理を行うものとしている。ここで、上述したIFボックス32の各種処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって上記各種処理が行われる。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

また、IFボックス32は、各種機能構成が単一の装置筐体に収められる態様に限定されず、IFボックス32が有する各種機能構成が、ネットワークで接続される複数の装置に渡って具備される態様であってもよい。

[0065] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

産業上の利用可能性

[0066] 上述の通信制御装置、料金収受システム、通信制御方法及びプログラムによれば、簡素な構成で誤通信を抑制できる。

符号の説明

[0067] 1 料金収受システム

1 a 通信制御装置

1 0 車両検知器

2 0 狭域通信アンテナ

2 1 誤通信防止用アンテナ

3 0 車線制御装置

3 1 アンテナコントローラ（主制御装置）

3 2 I Fボックス

3 2 0 スイッチ（信号改変部）

3 2 1 受信信号監視部

3 2 2 信号改変部制御部

3 2 3 監視時間設定部

A 車両

A 1 車載器

Q 1 狭域通信領域

Q 2 電波漏洩監視領域

L 車線

I アイランド

C A 屋根

B 高架橋