

明 細 書

発明の名称：

路側装置、車載器、路車間通信システム、路車間通信方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、路側装置、車載器、路車間通信システム、路車間通信方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 有料道路、駐車場等において車両から利用料金を収受するためのシステムとして、電子式料金収受システム（ＥＴＣ：Electronic Toll Collection System（登録商標）、「自動料金収受システム」ともいう）が知られている。このようなシステムでは、車線別に設置された路側装置と、車両に搭載された車載器とが、路側アンテナを介して無線通信（路車間通信）を行い、料金収受処理に必要な各種情報の送受信を行っている。また、隣接する他の車線（以下、「隣接車線」とも記載する）に位置する車載器との誤通信を抑制するために、路側装置は、車載器からの電波が所定の電波強度以上である場合、当該車載器が自機路側装置の設置された車線（以下、「自車線」とも記載する）に位置すると判断する仕組みが考えられていた（例えば、特許文献１を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１２－１２８６４９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 複数の車線が設けられている場所では、路車間通信に用いられる電波が車線周辺の構造物（壁、天井等）又は車両等により反射される場合がある。路

側装置は、隣接車線に位置する車載器からの電波が所定の電波強度以上である場合、隣接車線の車載器を、通信すべき自車線にある車載器であると誤判断して路車間通信を開始してしまう可能性がある。このため、路側装置と、隣接車線に位置する車載器との誤通信を更に抑制するための仕組みが求められていた。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するため、本発明は以下の手段を採用している。

本発明の第1の態様によれば、車線を通信範囲として設置された路側アンテナ(4)を通じて、当該車線を走行する車両に搭載された車載器(2)と通信する路側装置(3)は、前記車載器(2)から、当該車載器(2)が通信を行った路側装置(3)を特定可能な路側装置識別情報と、当該路側装置(3)との通信における電波強度とを関連付けて記録した通信履歴情報を受信する履歴受信部(300)と、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、自機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第1の電波強度が最も大きい場合、前記車載器(2)との通信を継続し、前記第1の電波強度が他機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第2の電波強度よりも小さい場合、前記車載器(2)との通信を切断する接続処理部(301)と、を備える。

通常、路側アンテナと車載器との距離が近いほど電波強度は大きくなる。したがって、路側装置は、通信履歴情報に含まれる電波強度のうち、自機路側装置の第1の電波強度が最も大きい場合は車載器が自車線に位置する可能性が高く、自機路側装置の第1の電波強度が他機路側装置の第2の電波強度よりも小さい場合は車載器が隣接車線に位置する可能性が高いと判断することができる。このため、路側装置は、車載器が自車線に位置する可能性が高い場合のみ車載器との通信を継続するので、隣接車線に位置する車載器との誤通信を抑制することができる。

更に、路側装置は、車載器が隣接車線に位置する可能性が高い場合は、当該車載器との通信を切断するので、当該車載器と他機路側装置との間で通信

を再接続させることにつながる。

[0006] 本発明の第2の態様によれば、第1の態様に係る路側装置(3)において、前記接続処理部(301)は、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、現在時刻から所定時間過去までの対象期間に含まれる前記電波強度に基づいて、前記車載器(2)との通信を継続するか切断するかを判断する。

このようにすることで、路側装置は、車載器が路側装置との通信範囲に到来する以前の過去の電波強度を判断の対象とするデータから除外することができるので、車載器が自車線に位置するか否かを判断する精度を向上させることができる。

[0007] 本発明の第3の態様によれば、第1又は第2の態様に記載の路側装置(3)において、前記接続処理部(301)は、前記車載器(2)との通信開始から所定の時間を経過した場合、当該車載器(2)との通信を切断する。

路側装置は、例えば通信履歴情報に自機路側装置の路側装置識別情報と関連付けられた第1の電波強度しか記録されていない場合、誤って隣接車線に位置する車載器との通信を継続してしまう可能性がある。しかしながら、上述の態様に記載の接続処理部301は、通信開始から所定の時間を経過後に一旦通信を切断して、車載器に対し他機路側装置と接続する機会を与えることができる。これにより、路側装置は、車載器と誤通信を継続してしまうことを抑制することができる。

[0008] 本発明の第4の態様によれば、車両に搭載され、車線を通信範囲として設置された路側アンテナ(4)を通じて路側装置(3)と通信する車載器(2)は、前記路側装置(3)から信号を受信する信号受信部(200)と、前記信号に含まれる前記路側装置(3)の路側装置識別情報と、当該信号の電波強度とを関連付けた通信履歴情報を記録する履歴記憶部(220)と、前記路側装置(3)に前記通信履歴情報を送信する履歴送信部(201)と、を備える。

このようにすることで、車載器は、当該車載器が路側装置の通信範囲とな

る車線に位置するか否かを精度よく判断可能な通信履歴情報を路側装置に提供することができる。これにより、路側装置と車載器との誤通信を抑制することができる。

[0009] 本発明の第5の態様によれば、路車間通信システム(1)は、第1から第3の何れか一の態様に記載の路側装置(3)と、第4の態様に記載の車載器(2)と、を備える。

[0010] 本発明の第6の態様によれば、車線を通信範囲として設置された路側アンテナ(4)を通じて、当該車線を走行する車両に搭載された車載器(2)と通信する路車間方法は、前記車載器(2)から、当該車載器(2)が通信を行った路側装置(3)を特定可能な路側装置識別情報と、当該路側装置(3)との通信における電波強度とを関連付けて記録した通信履歴情報を受信するステップと、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、自機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第1の電波強度が最も大きい場合、前記車載器(2)との通信を継続するステップと、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、前記第1の電波強度が他機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第2の電波強度よりも小さい場合、前記車載器(2)との通信を切断するステップと、を有する。

[0011] 本発明の第7の態様によれば、車線を通信範囲として設置された路側アンテナ(4)を通じて、当該車線を走行する車両に搭載された車載器(2)と通信する路側装置(3)のコンピュータを機能させるプログラムは、前記コンピュータに、前記車載器(2)から、当該車載器(2)が通信を行った路側装置(3)を特定可能な路側装置識別情報と、当該路側装置(3)との通信における電波強度とを関連付けて記録した通信履歴情報を受信するステップと、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、自機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第1の電波強度が最も大きい場合、前記車載器(2)との通信を継続するステップと、前記通信履歴情報に含まれる複数の前記電波強度のうち、前記第1の電波強度が他機路側装置(3)の路側装置識別情報と関連付けられた第2の電波強度よりも小さい場

合、前記車載器（２）との通信を切断するステップと、を実行させる。

- [0012] 本発明の第８の態様によれば、車両に搭載され、車線を通信範囲として設置された路側アンテナ（４）を通じて路側装置（３）と通信する車載器（２）のコンピュータを機能させるプログラムは、前記コンピュータに、前記路側装置（３）から信号を受信するステップと、前記信号に含まれる前記路側装置（３）の路側装置識別情報と、当該信号の電波強度とを関連付けた通信履歴情報を記録するステップと、前記通信履歴情報を送信するステップと、を実行させる。

発明の効果

- [0013] 上述の態様によれば、路側装置と隣接車線に位置する車載器との誤通信を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図１]本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示す図である。
- [図２]本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの機能構成を示す図である。
- [図３]本発明の一実施形態に係る通信履歴情報の一例を示す図である。
- [図４]本発明の一実施形態に係る路車間通信処理の一例を示す図である。
- [図５]本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの機能を説明するための図である。
- [図６]本発明の一実施形態に係る車載器及び路側装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、本発明の一実施形態に係る路車間通信システム１について、図１～図６を参照しながら説明する。

- [0016] （路車間通信システムの全体構成）

図１は、本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示す図である。

本実施形態に係る路車間通信システム 1 は、例えば駐車場の出口に設けられ、駐車場の出口車線（以下、「車線 L」とも記載する）に到来した車両 A から駐車料金を収受する料金収受システムとして機能する。なお、他の実施形態では、路車間通信システム 1 は、有料道路の通行料金を収受するための料金収受システムとして用いられてもよい。

また、本実施形態では、駐車場には複数の車線 L が設けられているものとする。なお、図 1 には二つの車線 L 1、L 2 が設けられている例が示されているが、これに限られることはなく、三つ以上の車線 L が設けられていてもよい。

[0017] 図 1 に示すように、路車間通信システム 1 は、車載器 2 と、路側装置 3 と、路側アンテナ 4 と、発進制御機 5 とを備えている。

[0018] 車載器 2 は、車両 A に搭載され、後述の路側アンテナ 4 を通じて路側装置 3 と通信する。

[0019] 路側装置 3 は、路側アンテナ 4 を通じて、当該車線 L を走行する車両 A に搭載された車載器 2 と通信する。

路側装置 3 は、車線 L の路側に設けられたアイランド I 上に、車線別に一台ずつ設置される。例えば、図 1 の例では、車線 L 1 には路側装置 3 A が設置され、車線 L 2 には路側装置 3 B が設置される。

また、路側装置 3 は、車載器 2 と無線通信による路車間通信（以下、単に「通信」とも記載する）を行って、車両 A の駐車料金を収受する。

[0020] 路側アンテナ 4 は、車線 L を通信範囲として設定される。本実施形態では、路側アンテナ 4 は、車線 L 路側のアイランド上に車線別に設置され、路側装置 3 の制御に従い、所定の通信範囲 R 内に位置する車載器 2 と通信を行うための電波の発信及び停止を行う。例えば、図 1 の例では、車線 L 1 には路側アンテナ 4 A が設置され、通信範囲 R 1 内に位置する車載器 2 と通信を行う。また、車線 L 2 には路側アンテナ 4 B が設置され、通信範囲 R 2 内に位置する車載器 2 と通信を行う。

[0021] 発進制御機 5 は、路側装置 3 の制御に従い、ゲートの開放動作及び閉塞動

作を実施する。発進制御機 5 は、例えば、駐車料金の収受処理が完了するまで車両 A を発進させないようにする等の目的で設けられている。

[0022] (路車間通信システムの機能構成)

図 2 は、本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの機能構成を示す図である。

図 2 に示すように、車載器 2 は、CPU 20 と、無線通信部 21 と、記録媒体 22 とを備えている。

[0023] CPU 20 は、車載器 2 の動作全体を司るプロセッサであり、所定のプログラムに従って動作することにより、信号受信部 200、履歴送信部 201、及び支払処理部 202 としての機能を発揮する。

[0024] 信号受信部 200 は、路側装置 3 から無線通信部 21 を介して信号（後述の「問い合わせ信号」）を受信する。また、信号受信部 200 は、受信した信号に基づいて、通信接続を行った路側装置に関する「通信履歴情報 D1（図 3）」を記録媒体 22 の履歴記憶部 220 に記憶する。

図 3 は、本発明の一実施形態に係る通信履歴情報の一例を示す図である。

図 3 に示すように、「通信履歴情報 D1」は、信号を受信した「受信日時」と、受信した信号に含まれる路側装置 3 の「路側装置識別情報」（後述）と、当該信号の「電波強度」とを関連付けた情報である。

[0025] 履歴送信部 201 は、路側装置 3 に「通信履歴情報 D1」を送信する。

[0026] 支払処理部 202 は、路側装置 3 により課金された駐車料金の支払処理を行う。

[0027] 無線通信部 21 は、路側アンテナ 4 を通じて路側装置 3 との通信を接続又は切断する。

具体的には、無線通信部 21 は、路側装置 3 から路側アンテナ 4 を通じて「問い合わせ信号」を受信すると、当該「問い合わせ信号」に対して「車載器識別情報」を含む「応答信号」を送信することにより、路側装置 3 との通信を接続する。

なお、「車載器識別情報」は、車載器 2 を特定可能な情報であって、例え

ば無線通信部 21 が通信用に生成した通信 ID であってもよいし、予め記録媒体 22 に記録されている車載器 2 の固有番号（車載器 ID 等）であってもよい。

このとき、無線通信部 21 は、受信した「問い合わせ信号」を CPU 20 の信号受信部 200 に出力して、路側装置 3 との通信が接続されたことを通知する。

また、無線通信部 21 は、路側装置 3 との通信開始後、当該路側装置 3 から各種信号（情報）を受信しない期間が所定時間以上継続した場合、通信が切断されたと判断する。

[0028] 記録媒体 22 は、「通信履歴情報 D1」が記録される履歴記憶部 220 を有している。また、記録媒体 22 には、予め「車載器識別情報」が記録されている。

[0029] また、図 2 に示すように、路側装置 3 は、CPU 30 と、無線通信部 31 と、接続 I/F（Interface）32 と、記録媒体 33 とを備えている。

[0030] CPU 30 は、路側装置 3 の動作全体を司るプロセッサであり、所定のプログラムに従って動作することにより、履歴受信部 300、接続処理部 301、課金処理部 302 としての機能を発揮する。

[0031] 履歴受信部 300 は、車載器 2 から送信された「通信履歴情報 D1」及び「車載器識別情報」を受信する。

[0032] 接続処理部 301 は、「通信履歴情報 D1」に含まれる複数の「電波強度」のうち、自機路側装置 3（例えば図 1 の路側装置 3A）の「路側装置識別情報」と関連付けられた第 1 の電波強度が最も大きい場合、車載器 2 との通信を継続する。また、接続処理部 301 は、第 1 の電波強度が他機路側装置 3（例えば図 1 の路側装置 3B）の「路側装置識別情報」と関連付けられた第 2 の電波強度よりも小さい場合、車載器 2 との通信を切断する。

[0033] 課金処理部 302 は、車両 A の駐車料金を課金する処理を行う。

また、課金処理部 302 は、車両 A に対する課金処理が完了すると、発進制御機 5 へ開指令を出力して、車両 A の発進を許可する。

[0034] 無線通信部 31 は、路側アンテナ 4 を通じて車載器 2 との通信を接続又は切断する。具体的には、無線通信部 31 は、所定の送信間隔ごとに、車線 L の通信範囲 R 内に位置する車載器 2 に対し、「路側装置識別情報」を含む「問い合わせ信号」を送信する。そして、無線通信部 31 は、「問い合わせ信号」に対し「応答信号」を返してきた車載器 2 と通信を接続する。そうすると、無線通信部 31 は、車載器 2 との接続通知を CPU 30 に出力する。

なお、「路側装置識別情報」は、複数の路側装置 3 それぞれを特定可能な情報であって、例えば無線通信部 31 が通信用に生成した通信 ID であってよいし、予め記録媒体 33 に記録されている路側装置 3 又は路側アンテナ 4 の固有番号（製造番号等）であってもよい。

また、無線通信部 31 は、車載器 2 との通信を接続後、CPU 30 の接続処理部 301 から切断指令が出力された場合、通信を切断する。

[0035] 接続 I / F 32 には、発進制御機 5 が接続される。接続 I / F は、CPU 30 の制御に従い、発進制御機 5 に対し開指令及び閉指令を伝達する。

[0036] 記録媒体 33 には、予め「路側装置識別情報」が記録されている。

[0037] （路車間通信システムの処理フロー）

図 4 は、本発明の一実施形態に係る路車間通信処理の一例を示す図である。

以下、図 4 を参照しながら、車載器 2 と路側装置 3 との間で行われる路車間通信処理の一例について説明する。

ここでは、図 1 に示すように、車線 L 1 に路側装置 3 A 及び路側アンテナ 4 A が設けられ、車線 L 2 に路側装置 3 B 及び路側アンテナ 4 B が設けられているものとする。また、車両 A（車載器 2）は車線 L 1 の通信範囲 R 1 内に位置しているが、路側アンテナ 4 A から発信された電波に加え、路側アンテナ 4 B から発信された電波が周辺の構造物等により反射されて車載器 2 に到達したとする。

[0038] まず、路側装置 3 A 及び路側装置 3 B それぞれの無線通信部 31 は、所定の送信間隔（例えば 10 ms）ごとに、通信範囲 R 内に位置する車載器 2 に

対し応答を求める「問い合わせ信号」を送信する（ステップS100A、S100B）。

このとき、「問い合わせ信号」には、路側装置3A、3Bそれぞれを特定可能な「路側装置識別情報」が含まれている。

[0039] 車載器2の無線通信部21は、車両Aが出口に到来して通信範囲R1内に進入すると、路側装置3A、3Bから「問い合わせ信号」を受け付ける（ステップS200）。

[0040] ステップS200において、無線通信部21は、最初に路側装置3A又は3Bから「問い合わせ信号」を受信してから所定の受付時間t1（例えば50ms）を経過するまで、路側装置3A及び3Bの「問い合わせ信号」を継続して受け付ける。そして、無線通信部21は、受付時間t1内において最後に受信した「問い合わせ信号」に対し、「車載器識別情報」を含む「応答信号」を送信する（ステップS201）。

図4の例では、無線通信部21は、路側装置3Aの「問い合わせ信号」に対し「応答信号」の送信を行ったとする。

[0041] また、無線通信部21は、受信した「問い合わせ信号」をCPU20の信号受信部200に出力して、路側装置3Aとの通信が接続されたことを通知する。そうすると、信号受信部200は、無線通信部21から出力された「問い合わせ信号」を受信する（ステップS202）。

[0042] 「問い合わせ信号」を受信すると、信号受信部200は、当該「問い合わせ信号」の「受信日時」と、「路側装置識別情報」と、「電波強度」とを関連付けた「通信履歴情報D1」を記録媒体22の履歴記憶部220に記憶して更新する（ステップS203）。

図5は、本発明の一実施形態に係る路車間通信システムの機能を説明するための図である。

例えば、図5の（1）「ステップS203における通信履歴情報」に示すように、信号受信部200は、路側装置3Aの「通信履歴情報D1」として、「受信日時：2018/2/1 9:41」、「路側装置識別情報：ID

０００１」、及び「電波強度：１８」を記録したとする。

[0043] 図４に戻り、車載器２から「応答信号」を受信すると、路側装置３Ａの履歴受信部３００は、車載器２に対して「通信履歴情報Ｄ１」の送信を要求する（ステップＳ１０１Ａ）。

[0044] そうすると、車載器２の履歴送信部２０１は、記録媒体２２の履歴記憶部２２０から「通信履歴情報Ｄ１（図５の（１））」を読み出して、路側装置３Ａに送信する（ステップＳ２０４）。

[0045] 車載器２から「通信履歴情報Ｄ１」を受信すると、路側装置３Ａの接続処理部３０１は、「通信履歴情報Ｄ１」に含まれる「電波強度」に基づいて、自機路側装置３Ａの電波強度（第１の電波強度）が最も大きいかな否かを判定する（ステップＳ１０２Ａ）。

このとき、接続処理部３０１は、「通信履歴情報Ｄ１」に含まれる複数の「電波強度」のうち、現在時刻（例えば９：４１）から所定時間（例えば５分）過去までの対象期間に含まれる「電波強度」に基づいて判定を行う。これにより、車両Ａが車線Ｌ１の通信範囲Ｒ１に進入するよりも以前の通信履歴を除外することができる。例えば、図５の（１）の例では、「路側装置識別情報：ＩＤ０００５」の「電波強度：３２」は対象期間に含まれないので、接続処理部３０１は、当該電波強度を除外して判定を行う。したがって、図５の（１）の例では、接続処理部３０１は、自機路側装置３Ａを示す「路側装置識別情報：ＩＤ０００１」の「電波強度：１８」が最大であると判定する。

[0046] 自機路側装置３Ａの電波強度が最大であると判定すると、接続処理部３０１は、車載器２が自車線Ｌ１に位置する可能性が高いと判断して、車載器２との通信（接続）を継続する（ステップＳ１０３Ａ）。

[0047] 次に、路側装置３Ａの課金処理部３０２は、車載器２に対し車両Ａの駐車料金を課金する処理を行う（ステップＳ１０４Ａ）。

例えば、課金処理部３０２は、車両Ａが駐車場を利用した期間に応じた駐車料金を計算し、当該駐車料金の支払いを求める課金情報を車載器２に送信

する。そうすると、車載器 2 の支払処理部 202 は、路側装置 3 から受信した課金情報に基づいて、車載器 2 に挿入された IC カード（不図示）に駐車料金を記録し、路側装置 3 A に対し支払いに用いるクレジットカード番号及び有効期限を送信する等の支払処理を行う。

[0048] また、路側装置 3 A の接続処理部 301 は、車載器 2 との通信開始から所定の通信時間 t_2 （例えば 5 秒）が経過すると、無線通信部 31 に車載器 2 との通信を切断する指令を出力する。無線通信部 31 は、この切断指令に従い車載器 2 との通信を切断する（ステップ S105 A）。なお、通信開始とは、例えば路側装置 3 A が車載器 2 から「応答信号」を受信したタイミングであってもよいし、路側装置 3 A の接続処理部 301 がステップ S103 A において車載器 2 との通信を継続すると判断したタイミングであってもよい。

このとき、路側装置 3 A の課金処理部 302 は、車載器 2 に対する課金処理が完了していない場合、課金処理を中断し、車載器 2 の「車載器識別情報」と、実行済みの課金処理の内容とを含む「中断情報」を記録媒体 33 に一時的に記録する。

[0049] 路側装置 3 A が車載器 2 との通信を切断すると、車載器 2 は、課金処理及び支払処理に関する各種信号（情報）を路側装置 3 A から受信できなくなる。このとき、車載器 2 の無線通信部 21 は、路側装置 3 A から各種信号を受信しない期間が所定の待機時間 t_3 （例えば 5 秒）以上継続した場合、通信が切断されたと判断する（ステップ S205）。

[0050] 通信が切断されると、路側装置 3 A の無線通信部 31 は、再び「問い合わせ信号」を送信する（ステップ S106 A）。また、このとき、路側装置 3 B は、ステップ S100 B から継続して「問い合わせ信号」の送信を行っている（ステップ S106 B）。

[0051] 車載器 2 の無線通信部 21 は、路側装置 3 A、3 B から所定の受付時間 t_1 が経過するまで、「問い合わせ信号」を受け付ける（ステップ S206）。そして、無線通信部 21 は、受付時間 t_1 内において最後に受信した「問

いかけ信号」に対し、「車載器識別情報」を含む「応答信号」を送信する（ステップS207）。

図4の例では、無線通信部21は、路側装置3Bの「問い合わせ信号」に対し「応答信号」の送信を行ったとする。

[0052] また、無線通信部21は、受信した「問い合わせ信号」をCPU20の信号受信部200に出力して、路側装置3Bとの通信が接続されたことを通知する。そうすると、信号受信部200は、無線通信部21から出力された「問い合わせ信号」を受信する（ステップS208）。

[0053] 「問い合わせ信号」を受信すると、信号受信部200は、当該「問い合わせ信号」の「受信日時」と、「路側装置識別情報」と、「電波強度」とを関連付けた「通信履歴情報D1」を記録媒体22の履歴記憶部220に記憶して更新する（ステップS209）。

例えば、図5の（2）「ステップS209における通信履歴情報」に示すように、信号受信部200は、路側装置3Bの「通信履歴情報D1」として、「受信日時：2018/2/1 9:41」、「路側装置識別情報：ID0002」、及び「電波強度：10」を記録したとする。

[0054] 図4に戻り、車載器2から「応答信号」を受信すると、路側装置3Bの履歴受信部300は、車載器2に対して「通信履歴情報D1」の送信を要求する（ステップS107B）。

[0055] そうすると、車載器2の履歴送信部201は、記録媒体22の履歴記憶部220から「通信履歴情報D1（図5の（2））」を読み出して、路側装置3Bに送信する（ステップS210）。

[0056] 車載器2から「通信履歴情報D1」を受信すると、路側装置3Bの接続処理部301は、「通信履歴情報D1」に含まれる「電波強度」に基づいて、自機路側装置3Bの電波強度（第1の電波強度）が最も大きいかな否かを判定する（ステップS108B）。

このとき、接続処理部301は、ステップS102Aと同様に、現在時刻から所定時間過去までの対象期間に含まれる「電波強度」に基づいて判定を

行う。

図5の(2)の例では、対象期間に含まれる「通信履歴情報D1」のうち、自機路側装置3Bを示す「路側装置識別情報：ID0002」の「電波強度：10」は、他機路側装置3Aを示す「路側装置識別情報：ID0001」の「電波強度：18」よりも小さいと判定する。

[0057] 自機路側装置3Bの電波強度が最大ではない判定すると、接続処理部301は、車載器2が自車線L2に位置する可能性が低い（隣接車線に位置する可能性が高い）と判断して、車載器2との通信（接続）を切断する（ステップS109B）。これにより、接続処理部301は、隣接車線に位置すると思われる車載器2との誤通信を速やかに終了することができる。

[0058] 車載器2の無線通信部21は、路側装置3Bから各種信号を受信しない期間が所定の待機時間 t_3 （例えば5秒）以上継続した場合、通信が切断されたと判断する（ステップS211）。

[0059] 通信が切断されると、路側装置3Aの無線通信部31は、再び「問い合わせ信号」を送信する（ステップS106A）。また、このとき、路側装置3Bは、ステップS100Bから継続して「問い合わせ信号」の送信を行っている（ステップS106B）。

[0060] 通信が切断されると、路側装置3A及び3Bの無線通信部31は、再び「問い合わせ信号」を送信する（ステップS110A、S110B）。

[0061] 車載器2の無線通信部21は、路側装置3A、3Bから所定の受付時間 t_1 が経過するまで、「問い合わせ信号」を受け付ける（ステップS212）。

そして、無線通信部21は、受付時間 t_1 内において最後に受信した「問い合わせ信号」に対し、「車載器識別情報」を含む「応答信号」を送信する（ステップS213）。

図4の例では、無線通信部21は、路側装置3Aの「問い合わせ信号」に対し「応答信号」の送信を行ったとする。

[0062] また、無線通信部21は、受信した「問い合わせ信号」をCPU20の信号受信部200に出力して、路側装置3Aとの通信が接続されたことを通知す

る。そうすると、信号受信部200は、無線通信部21から出力された「問い合わせ信号」を受信する（ステップS214）。

[0063] 「問い合わせ信号」を受信すると、信号受信部200は、ステップS203と同様に当該「問い合わせ信号」に基づいて「通信履歴情報D1」を記録媒体22の履歴記憶部220に記憶して更新する（ステップS215）。

例えば、図5の（3）「ステップS215における通信履歴情報」に示すように、信号受信部200は、路側装置3Aの「通信履歴情報D1」として、「受信日時：2018/2/19：42」、「路側装置識別情報：ID0001」、及び「電波強度：18」を記録したとする。

[0064] 図4に戻り、車載器2から「応答信号」を受信すると、路側装置3Aの履歴受信部300は、車載器2に対して「通信履歴情報D1」の送信を要求する（ステップS111A）。

[0065] そうすると、車載器2の履歴送信部201は、記録媒体22の履歴記憶部220から「通信履歴情報D1（図5の（3））」を読み出して、路側装置3Aに送信する（ステップS216）。

[0066] 車載器2から「通信履歴情報D1」を受信すると、路側装置3Aの接続処理部301は、ステップS102Aと同様に自機路側装置3Aの電波強度（第1の電波強度）が最も大きいかなかを判定する（ステップS112A）。

図5の（3）の例では、接続処理部301は、対象期間に含まれる「通信履歴情報D1」のうち、自機路側装置3Aを示す「路側装置識別情報：ID0001」の「電波強度：18」が最大であると判定する。

[0067] 自機路側装置3Aの電波強度が最大であると判定すると、接続処理部301は、車載器2が自車線L1に位置する可能性が高いと判断して、車載器2との通信（接続）を継続する（ステップS113A）。

[0068] 次に、路側装置3Aの課金処理部302は、車載器2に対し車両Aの駐車料金を課金する処理を行う（ステップS114A）。このとき、記録媒体33に、車載器2の「車載器識別情報」に関連付けられた「中断情報」が記録されている場合、当該「中断情報」に基づいて課金処理を再開する。

[0069] 路側装置 3 A の課金処理部 3 0 2 は、通信時間 t 2 以内に課金処理が完了すると、無線通信部 3 1 に車載器 2 との通信を切断する指令を出力する。無線通信部 3 1 は、この切断指令に従い車載器 2 との通信を切断する（ステップ S 1 1 5 A）。

[0070] このとき、車載器 2 の支払処理部 2 0 2 は、支払処理が完了すると、無線通信部 3 1 に路側装置 3 A との通信を切断する指令を出力するようにしてもよい。また、車載器 2 の無線通信部 3 1 は、路側装置 3 A から各種信号を受信しない期間が所定の待機時間 t 3（例えば 5 秒）以上継続した場合、路側装置 3 A との通信を切断するようにしてもよい（ステップ S 2 1 7）。

[0071] また、課金処理部 3 0 2 は、発進制御機 5 に開指令を出力して、車両 A の発進を許可する（ステップ S 1 1 6 A）。

[0072] （ハードウェア構成）

図 6 は、本発明の一実施形態に係る車載器及び路側装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

以下、図 6 を参照して、車載器 2 及び路側装置 3 のハードウェア構成の一例について説明する。

図 6 に示すように、コンピュータ 9 0 0 は、CPU 9 0 1、主記憶装置 9 0 2、補助記憶装置 9 0 3、インタフェース 9 0 4 を備える。

上述の車載器 2 及び路側装置 3 は、コンピュータ 9 0 0 に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置 9 0 3 に記憶されている。CPU 9 0 1 は、プログラムを補助記憶装置 9 0 3 から読み出して主記憶装置 9 0 2 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、CPU 9 0 1 は、プログラムに従って、車載器 2 及び路側装置 3 が各種処理に用いる記憶領域を主記憶装置 9 0 2 に確保する。また、CPU 9 0 1 は、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置 9 0 3 に確保する。

[0073] 補助記憶装置 9 0 3 の例としては、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM（Comp

act Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disc Read Only Memory)、半導体メモリ等が挙げられる。補助記憶装置903は、コンピュータ900のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース904又は通信回線を介してコンピュータ900に接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ900に配信される場合、配信を受けたコンピュータ900が当該プログラムを主記憶装置902に展開し、上記処理を実行してもよい。少なくとも1つの実施形態において、補助記憶装置903は、一時的でない有形の記録媒体である。

[0074] また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。

更に、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置903に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0075] （作用効果）

以上のように、本実施形態に係る路側装置3は、車線Lを通信範囲として設置された路側アンテナ4を通じて、当該車線Lを走行する車両Aに搭載された車載器2と通信する路側装置3であって、車載器2から、当該車載器2が通信接続を行った路側装置3を特定可能な「路側装置識別情報」と、当該路側装置3との通信における「電波強度」とを関連付けて記録した「通信履歴情報D1」を受信する履歴受信部300と、「通信履歴情報D1」に含まれる複数の「電波強度」のうち、自機路側装置3（例えば図1の路側装置3A）の「路側装置識別情報」と関連付けられた第1の電波強度が最も大きい場合、車載器2との通信を継続し、第1の電波強度が他機路側装置3（例えば図1の路側装置3B）の「路側装置識別情報」と関連付けられた第2の電波強度よりも小さい場合、車載器2との通信を切断する接続処理部301と、を備える。

通常、路側アンテナ4と車載器2との距離が近いほど電波強度は大きくな

る。したがって、路側装置 3 は、「通信履歴情報 D 1」に含まれる電波強度のうち、自機路側装置 3 の第 1 の電波強度が最も大きい場合は車載器 2 が自車線に位置する可能性が高く、自機路側装置 3 の第 1 の電波強度が他機路側装置 3 の第 2 の電波強度よりも小さい場合は車載器 2 が隣接車線に位置する可能性が高いと判断することができる。このため、路側装置 3 は、車載器 2 が自車線に位置する可能性が高い場合のみ車載器 2 との通信を継続するので、隣接車線に位置する車載器 2 との誤通信を抑制することができる。

更に、路側装置 3 は、車載器 2 が隣接車線に位置する可能性が高い場合は、当該車載器 2 との通信を切断するので、当該車載器 2 と他機路側装置 3 との間で通信を再接続させることにつながる。

[0076] また、路側装置 3 の接続処理部 301 は、「通信履歴情報 D 1」に含まれる複数の「電波強度」のうち、現在時刻から所定時間過去までの対象期間に含まれる「電波強度」に基づいて、車載器 2 との通信を継続するか切断するかを判断する。

このようにすることで、路側装置 3 は、車載器 2 が路側装置 3 との通信範囲 R に到来する以前の過去の「電波強度」を判断の対象とするデータから除外することができるので、車載器 2 が自車線に位置するか否かを判断する精度を向上させることができる。

[0077] また、路側装置 3 の接続処理部 301 は、車載器 2 との通信開始から所定の通信時間 t_2 を経過した場合、当該車載器 2 との通信を切断する。

路側装置 3 は、例えば「通信履歴情報 D 1」に自機路側装置 3 の「路側装置識別情報」と関連付けられた第 1 の電波強度しか記録されていない場合、誤って隣接車線に位置する車載器 2 との通信を継続してしまう可能性がある。しかしながら、本実施形態に係る接続処理部 301 は、通信開始から所定の通信時間 t_2 を経過後に一旦通信を切断して、車載器 2 に対し他機路側装置と接続する機会を与えることができる。これにより、路側装置 3 は、車載器 2 と誤通信を継続してしまうことを抑制することができる。

[0078] また、本実施形態に係る車載器 2 は、車両 A に搭載され、車線 L を通信範

囲として設置された路側アンテナ４を通じて路側装置３と通信する車載器２であって、路側装置３から「問い合わせ信号」を受信する信号受信部２００と、「問い合わせ信号」に含まれる路側装置３の「路側装置識別情報」と、当該「問い合わせ信号」の「電波強度」とを関連付けた「通信履歴情報Ｄ１」を記録する履歴記憶部２２０と、路側装置３に「通信履歴情報Ｄ１」を送信する履歴送信部２０１と、を備える。

このようにすることで、車載器２は、当該車載器２が路側装置３の通信範囲となる車線Ｌに位置するか否かを精度よく判断可能な「通信履歴情報Ｄ１」を路側装置３に提供することができる。これにより、車載器２と路側装置３との誤通信を抑制することができる。

[0079] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない限り、これらに限定されることはなく、多少の設計変更等も可能である。

[0080] 例えば、上述の実施形態において、路側装置３から送信される「問い合わせ信号」に「路側装置識別情報」が含まれる態様について説明したが、これに限られることはない。他の実施形態では、「問い合わせ信号」には、路側装置３の無線通信部３１が生成した通信ＩＤのみが含まれていてもよい。この場合、路側装置３の履歴受信部３００は、車載器２に「通信履歴情報Ｄ１」の送信を要求する際に、「路側装置識別情報（製造番号等）」を合わせて通知するものとする。

また、車載器２から送信される「応答信号」には、同様に、車載器２の無線通信部２１が生成した通信ＩＤのみが含まれていてもよい。この場合、車載器２の履歴送信部２０１は、路側装置３に「通信履歴情報Ｄ１」を送信する際に、合わせて「車載器識別情報（車載器ＩＤ等）」を合わせて通知するものとする。

産業上の利用可能性

[0081] 上述の態様によれば、路側装置と隣接車線に位置する車載器との誤通信を抑制することができる。

符号の説明

- [0082] 1 路車間通信システム
- 2 車載器
 - 20 CPU
 - 200 信号受信部
 - 201 履歴送信部
 - 202 支払処理部
 - 21 無線通信部
 - 22 記録媒体
 - 220 履歴記憶部
 - 3、3A、3B 路側装置
 - 30 CPU
 - 300 履歴受信部
 - 301 接続処理部
 - 302 課金処理部
 - 31 無線通信部
 - 33 記録媒体
 - 4、4A、4B 路側アンテナ
 - 5 発進制御機