

明 細 書

発明の名称：

車両通信システム、車載器、記録媒体、及び、通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、車両通信システム、車載器、記録媒体、及び、通信方法に関し、特に、車載器に複数のサービスの提供を行うように構成された車両通信システム、それに用いられる車載器、記録媒体及び通信方法に関する。

背景技術

[0002] 高度交通システム（ITS:intelligent transport system）の分野において、車載器（又はそれを搭載する車両）に様々なサービスを提供するための通信規格として、WAVE（wireless access in vehicular environment）が提案されている。WAVEは、無線LAN規格であるIEEE 802.11を移動体向けに改定したものであり、レイヤー1（物理層）、レイヤー2（データリンク層）においてIEEE 802.11pを用いている。WAVEの一つの特徴は、各端末に送信機会が平等に与えられる自律分散制御（DCF）を行うことである。詳細には、WAVEにおいては、各通信フレームが、「チャネル」と呼ばれる複数のタイムスロットに区分されている。各通信フレームは、単一のコントロールチャネルと、少なくとも一のサービスチャネルを含んでいる。コントロールチャネルでは同報通信が行われ、サービスチャネルでは、特定の送信先にデータを送信するための通信が行われる。送信を希望する送信元の通信端末は、コントロールチャネルにおいて送信先の通信端末及び送信が行われるサービスチャネルを指定する。送信先の通信端末は、指定されたサービスチャネルにおいて、送信元の通信端末からデータを受信する。コントロールチャネルにおける通信とサービスチャネルにおける通信とが交互に繰り返されることで、複数のサービスが時分割により並行して実現される。なお、WAVEに関する技術は、例えば、特許文献1（特開2010-239607号公報）に開示されている。

[0003] 図1は、WAVEによる通信の一例を概念的に示す図であり、2つのサービスA、サービスBを通信端末#1に提供する場合の通信手順の一例を示している。ここで、通信端末#2は、サービスAの提供を行う通信端末であり、通信端末#3は、サービスBの提供を行う通信端末である。

[0004] 例えば、通信フレーム#kにおいて、通信端末#1が、同報通信であるコントロールチャネルにより、サービスAのための通信を行うこと、及び、応答すべきサービスチャネルを指示するデータを送信したとする。サービスAの提供を行う通信端末#2は、通信端末#1が送信したデータに応答して、サービスチャネルにより、通信端末#1にデータを送信する。図1の例では、次のサービスチャネル、即ち、通信フレーム#kのサービスチャネルにおいて通信端末#2が通信端末#1にデータを送信しているが、必ずしも次のサービスチャネルでなくてもよい。通信を要求されていない通信端末#3は、同報通信により通信端末#1からのデータを受け取っても応答しない。また、通信フレーム#k+1において、通信端末#1が、同報通信であるコントロールチャネルにより、サービスBのための通信を行うこと、及び、応答すべきサービスチャネルを指示するデータを送信したとする。この場合、サービスBの提供を行う通信端末#3は、通信端末#1が送信したデータに応答して、サービスチャネルにより、通信端末#1にデータを送信する。このようにして、通信端末#1に複数のサービスが提供される。

[0005] 一つの問題は、複数のサービス間の切り替えを可能にするためには各サービスにおいてコントロールチャネルの通信を行う周波数を共通にする必要がある一方で、周波数が共通の場合、複数の通信端末が同時にコントロールチャネルで同報通信を行うと、アンテナ間の通信可能領域の重複やマルチパスフェージングにより、電波干渉が発生し得ることである。電波干渉が発生すると、コントロールチャネルでのデータ通信に失敗し、結果として、サービス間の切り替えに失敗する可能性がある。

[0006] 図2は、車載器102に、車車間通信のサービスと路車間通信のサービスとを提供する場合における電波干渉の発生の例を示す図である。図2におい

て、道路 111 にはガントリ 113 が設けられ、そのガントリ 113 には、各車線 112 に対応して路側通信装置 101-1~101-4 が設けられている。車載器 102 は車両 103 に搭載されており、車両 103 と共に移動する移動局として機能する。符号 104-1~101-4 は、それぞれ、路側通信装置 101-1~101-4 の通信可能範囲を示している。また、符号 105 は、車載器 102 の通信可能範囲を示している。

[0007] 他の車載器（図示されない）と車車間通信を行っていた車載器 102 が、路側通信装置 101-1~101-4 の通信可能範囲に入り、車載器 102 と路側通信装置 101-1~101-4 との間の路車間通信を開始すべき状況になったとする。即ち、車載器 102 を、車車間通信を行う状態から、路車間通信を行う状態に切り替える必要が生じたとする。このような状況は、例えば、路側通信装置 101-1~101-4 が電子料金収受システム（ETC: electronic toll collection system）において使用される路側装置であり、課金処理のために、路側通信装置 101-1~101-4 との通信が必要であるような場合に発生し得る。

[0008] このような場合、路側通信装置 101-1~101-4 の通信可能範囲 104-1~104-4 と、車載器 102 の通信可能範囲 105 とが重なるので、電波干渉が発生し得る。図 2 においては、電波干渉が発生する領域が、符号 106 で示されている。

[0009] 図 3 は、電波干渉により、コントロールチャネルによる通信が失敗し、これにより、車車間通信から路車間通信への切り替えが失敗する例を示す概念図である。図 3 に図示された動作では同一周波数のコントロールチャネル（C-CH）が、車車間通信と路車間通信の両方に用いられる。また、図 3 において、サービスチャネル #1（S-CH #1）は、路車間通信（車載器 102 と路側通信装置 101-1~101-4 との間の通信）に用いられるサービスチャネルである。一方、サービスチャネル #2（S-CH #2）は、車車間通信（車載器 102 と他の車載器（図示されない）との間の通信）に用いられるサービスチャネルである。

[0010] また、路側通信装置 101-2、101-3 は、コントロールチャネルによる同報通信により、サービスチャネル #1 を用いて通信するように要求するデータを車載器 102 に送信しようとする。その一方で、車載器 102 は、同一周波数のコントロールチャネルによる同報通信により、車車間通信のためのデータを他の車載器に車載器 102 に送信しようとすることがある。すると、電波干渉により、車載器 102 は、路側通信装置 101-2、101-3 からコントロールチャネルによって送られてくるデータの受信に失敗することがある。これは、車載器 102 が使用するサービスチャネルが、サービスチャネル #2 (S-CH #2) のままに維持され、サービスチャネル #1 に切り替わらない、即ち、車車間通信から路車間通信への切り替えに失敗するという事態を生じさせ得る。

[0011] このような背景から、複数のサービス間の切り替えを、電波干渉を抑制しながら実行するための技術の提供のニーズが存在する。

[0012] なお、本発明に関連し得る技術として、特許文献 2 (特開 2000-165314 号公報) には、路車間通信に対して妨害を与えることなく、移動局間の通信が可能な車車間通信方式を提供することを目的とした技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0013] 特許文献 1 : 特開 2010-239607 号公報

特許文献 2 : 特開 2000-165314 号公報

発明の概要

[0014] したがって、本発明の目的は、車載器に複数のサービスが提供される場合に、複数のサービス間の切り替えを、電波干渉を抑制しながら実行するための技術を提供することにある。

[0015] 本発明の一の観点では、通信システムが、車載器と、車載器と第 1 サービスのための通信を行う第 1 通信装置と、車載器と第 2 サービスのための通信を行う第 2 通信装置とを備えている。第 1 サービスのための通信、及び、第

2 サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでいる。第1 サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1 周波数で行われ、第1 サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信は、第1 周波数とは異なる第2 周波数で行われる。第2 サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1 周波数及び第2 周波数と異なる第3 周波数で行われる。第2 サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信においては、複数のサービスチャネルに対して1 つ、車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、受信専用サービスチャネルにおける通信が第1 周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が第1 周波数、第2 周波数、及び、第3 周波数のいずれとも異なる第4 周波数で行われる。車載器は、第2 サービスのための通信が行われているときに、受信専用サービスチャネルにおいて、第1 サービスのための通信のコントロールチャネルで第1 通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出したことに応答して、第1 サービスのための通信への切り替えを行う。

[0016] 第2 サービスのための通信から第1 サービスのための通信への切り替えを確実に行うためには、第2 サービスのための通信のサービスチャネルの期間の長さが可変であるように制御されることが好ましい。

[0017] 一実施形態では、第1 サービスのための通信が、路車間通信であり、第2 サービスのための通信が、車車間通信である。他の実施形態では、第1 サービスが、車載器に交通情報を提供する交通情報サービスであり、第2 サービスが、車載器のユーザに課せられる料金の処理を電子的に行う課金サービスである。

[0018] 本発明の他の観点では、車載器が、第1 通信装置と第1 サービスのための通信を行い、第2 通信装置と第2 サービスのための通信を行うことができるように構成された無線回路と、制御部とを具備する。第1 サービスのための通信、及び、第2 サービスのための通信の両方において、各通信スロットが

、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでいる。第1サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、第1サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われる。第2サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数及び第2周波数と異なる第3周波数で行われる。第2サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信においては、複数のサービスチャネルに対して1つ、車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、受信専用サービスチャネルにおける通信が第1周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が第1周波数、第2周波数、及び、第3周波数のいずれとも異なる第4周波数で行われる。制御部は、第2サービスのための通信が行われているときに、受信専用サービスチャネルにおいて、前第1サービスのための通信のコントロールチャネルで第1通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出すると、無線回路を制御して、第1サービスのための通信への切り替えを行う。

[0019] 本発明の更に他の観点では、通信方法が、車載器と第1通信装置との間で第1サービスのための通信を行うステップと、車載器と第2通信装置との間で第2サービスのための通信を行うステップとを備えている。第1サービスのための通信、及び、第2サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでいる。第1サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、第1サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われる。第2サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数及び第2周波数と異なる第3周波数で行われる。第2サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信においては、複数のサービスチャネルに対して1つ、車載器が受信

動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、受信専用サービスチャネルにおける通信が第1周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が第1周波数、第2周波数、及び、第3周波数のいずれとも異なる第4周波数で行われる。第2サービスのための通信が行われているときに、車載器が、受信専用サービスチャネルにおいて、第1サービスのための通信のコントロールチャネルで第1通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出すると、第2サービスのための通信から第1サービスのための通信への切り替えが行われる。

[0020] 本発明の更に他の観点では、第1通信装置と第1サービスのための通信を行い、第2通信装置と第2サービスのための通信を行うことができるように構成された車載器を制御するためのプログラムが提供される。第1サービスのための通信、及び、第2サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでいる。第1サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、第1サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われる。第2サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は、第1周波数及び第2周波数と異なる第3周波数で行われる。第2サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信においては、複数のサービスチャネルに対して1つ、車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、受信専用サービスチャネルにおける通信が第1周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が第1周波数、第2周波数、及び、第3周波数のいずれとも異なる第4周波数で行われる。当該プログラムは、車載器に、第2サービスのための通信が行われているときに、受信専用サービスチャネルにおいて、第1サービスのための通信のコントロールチャネルで第1通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出すると、第1サービスのための通信への切り替えを行うステップを実行させる。該プログラムは、記録媒体に記

録されてもよい。

[0021] 上記実施形態によれば、車載器に複数のサービスが提供される場合に、複数のサービス間の切り替えを、電波干渉を抑制しながら実行することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1] W A V E 通信規格による通信の一例を示す概念図である。

[図2] W A V E 通信規格に準拠した通信システムの構成の例、及び、該通信システムにおいて車載器に複数のサービスの提供を行う場合における、電波干渉の発生を説明する図である。

[図3] W A V E 通信規格において車載器に複数のサービスの提供を行う場合における、電波干渉の発生を説明する図である。

[図4] 本発明の第 1 の実施形態における通信システムの構成の例を示す概念図である。

[図5] 車載器の構成の例を示すブロック図である。

[図6] 第 1 の実施形態における、路側通信装置が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット（即ち、路車間通信の通信フレームのフォーマット）を示す概念図である。

[図7] 第 1 の実施形態における、車載器が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット（即ち、車車間通信の通信フレームのフォーマット及び路車間通信の通信フレームのフォーマット）を示す概念図である。

[図8] 第 1 の実施形態における、車車間通信から路車間通信への切り替え手順を示す概念図である。

[図9] 路側通信装置が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマットの変形例を示す概念図である。

[図10] 車載器が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマットの変形例を示す概念図である。

[図11A] 路車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の期間が、常に車車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の期間内にあるような関係にあ

る場合の問題を示す図である。

[図11B]車車間通信のサービスチャネルの期間の長さが可変である場合の車車間通信から路車間通信への切り替えを示す概念図である。

[図12]第2の実施形態における通信システムの構成の例を示す概念図である。

[図13]交通情報サービスネットワークの構成の例を示す概念図である。

[図14]第2の実施形態における、車載器が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット（即ち、交通情報サービスのための通信の通信フレームのフォーマット及び課金サービスのための通信の通信フレームのフォーマット）を示す概念図である。

[図15]第1の実施形態における、交通情報サービスのための通信から課金サービスのための通信への切り替え手順を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0023] 第1の実施形態：

図4は、本発明の第1の実施形態における通信システムの一例を示す概念図である。本実施形態では、車載器3を搭載した車両4に、車車間通信のサービスと路車間通信のサービスとの両方を提供するような構成の通信システムが提示される。車車間通信においては、車載器3と、他の車載器（図示されない）との間の通信が行われる。ここで、車車間通信では、各車載器が等価な通信装置（通信端末）として機能するから、当該他の車載器も、車載器3と同様の構成を有し、同様の動作をすることに留意されたい。一方、路車間通信においては、車載器3と路側装置10との間の通信が行われる。

[0024] 路側装置10は、路側通信装置1-1～1-4と、路側制御装置2とを備えている。路側通信装置1-1～1-4は、道路11に設けられたガントリ13に設けられており、対応する各車線12を走行する車両4に搭載された車載器3に無線信号を送信し、又は、車載器3から無線信号を受信する機能を有している。路側制御装置2は、無線信号によって路側通信装置1-1～1-4から車載器3に送るべきデータを生成し、車載器3から路側通信装置

1-1～1-4に無線信号によって送られてきたデータを処理する。図4において、符号5-1～5-4は、それぞれ、路側通信装置1-1～1-4の通信可能範囲を示しており、符号6は、車載器3の通信可能範囲を示している。

[0025] 路側制御装置2は、通信インターフェース21と、制御部22と、記憶部23とを備えている。通信インターフェース21は、路側通信装置1-1～1-4に接続されており、車載器3に送るべきデータを路側通信装置1-1～1-4のうちの適切な路側通信装置に送信すると共に、車載器3から路側通信装置1-1～1-4に送られたデータを受け取る機能を有している。制御部22は、路側通信装置1-1～1-4から車載器3に送るべきデータを生成し、車載器3から路側通信装置1-1～1-4に無線信号によって送られてきたデータを処理する。制御部22としては、演算装置、例えば、CPU (central processing unit) が使用され得る。記憶部23は、路車間通信に必要なデータを記憶する。路側制御装置2の機能は、記憶部23に格納されたソフトウェアプログラムを制御部22が実行することで実現されてもよい。

[0026] 図5は、車載器3の構成の例を示す図である。車載器3は、アンテナ31と、無線回路32と、制御部33と、表示装置34と、記憶部35とを備えている。アンテナ31は、路側通信装置1-1～1-4から送られてくる無線信号を受信し、また、路側通信装置1-1～1-4に無線信号を送信する機能を有している。無線回路32は、路側通信装置1-1～1-4からアンテナ31に送信された無線信号を復調して受信データを生成し、また、制御部33から送られてくる送信データを変調して無線信号を生成し、アンテナ31を介して路側通信装置1-1～1-4に送信する。制御部33は、無線回路32から送られてきた受信データを処理すると共に、路側通信装置1-1～1-4に送るべき送信データを生成して無線回路32に供給する。また、制御部33は、車車間通信、路車間通信を行うに当たり、無線回路32を制御する、特に無線回路32が通信を行う周波数を制御する機能を有してい

る。更に制御部 33 は、表示装置 34 に表示すべき情報を表示装置 34 に送る機能を有している。表示装置 34 は、制御部 33 の制御の下、車車間通信、路車間通信を行うに当たりユーザに提示すべき情報を表示するユーザインターフェースとして機能する。車載器 3 の機能は、記憶部 35 に格納されたソフトウェアプログラムを制御部 33 が実行することで実現されてもよい。記憶部 35 への該ソフトウェアプログラムのインストールは、該ソフトウェアプログラムを記録した記録媒体を用いて行っても良い。

[0027] 図 6 は、路側装置 10 の路側通信装置 1-1 ~ 1-4 が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット、即ち、路車間通信の通信フレームのフォーマットを示す概念図である。路車間通信は、WAVE 通信規格に準拠して行われ、各通信フレームが、単一のコントロールチャネル (C-CH) と、少なくとも一つのサービスチャネル (S-CH) を含んでいる。図 6 には、一つの通信フレームが一つのコントロールチャネルと一つのサービスチャネルとで構成されている場合を図示しているが、これに限られない。上述のように、コントロールチャネルとは、同報通信が行われるチャネルであり、サービスチャネルとは、送信先が特定された通信が行われるチャネルである。ここで、路車間通信のコントロールチャネルにおける通信は、周波数 f_1 で行われ、路車間通信のサービスチャネルにおける通信は、周波数 f_1 とは異なる周波数 f_2 で行われる。

[0028] ここで、図 6 に図示されているように、本実施形態では、路車間通信の各通信フレームが開始される時刻が、隣接する 2 つの路側通信装置 1 で異なっている。即ち、コントロールチャネルによる通信が行われる期間、及び、サービスチャネルによる通信が行われる期間が、奇数番目の路側通信装置 1-1、1-3 と車載器 3 との間の通信と、偶数番目の路側通信装置 1-2、1-4 と車載器 3 との間の通信と異なっている。

[0029] 詳細には、奇数番目の路側通信装置 1-1、1-3 と車載器 3 との間の通信において、コントロールチャネルによる通信が行われる期間を T_1 、サービスチャネルによる通信が行われる期間を T_2 とする。奇数番目の路側通信装置

1-1、1-3と車載器3との間の通信における通信フレームは、期間 T_1 の開始時に開始されることになる。

[0030] 一方、偶数番目の路側通信装置1-2、1-4と車載器3との間の通信における通信フレームは、期間 T_2 の開始時に開始される。即ち、偶数番目の路側通信装置1-2、1-4と車載器3との間の通信では、期間 T_2 においてコントロールチャンネルによる通信が行われ、該期間 T_2 に続く期間 T_1 においてサービスチャンネルによる通信が行われる。

[0031] このようなタイミングで路側通信装置1-1～1-4と車載器3との間の通信が行われることにより、隣接する路側通信装置1の間での電波干渉が抑制されている。

[0032] 図7は、車載器3が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマットを示す概念図である。車載器3は、2つの動作モード：車車間通信モード及び路車間通信モードを有している。ここで、車車間通信モードとは、車車間通信が行われる動作モードであり、路車間通信モードとは、路車間通信が行われる動作モードである。車車間通信及び路車間通信の両方がWAVE通信規格に準拠して行われ、いずれの動作モードにおいても、各通信フレームが、単一のコントロールチャンネル（C-CH）と、少なくとも一つのサービスチャンネル（S-CH）とを含んでいる。ただし、コントロールチャンネルにおける通信の周波数、及びサービスチャンネルにおける通信の周波数が、車車間通信モードと路車間通信モードとで異なっている。

[0033] まず、車車間通信のコントロールチャンネルにおける通信は、上記の周波数 f_1 、 f_2 のいずれとも異なる周波数 f_3 で行われる。ここで、車車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の周波数 f_3 が、路車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の周波数 f_1 と相違していることに留意されたい。

[0034] 一方、車車間通信のサービスチャンネルにおける通信は、周波数 f_1 又は周波数 f_4 で行われる。ここで、周波数 f_4 は、路車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の周波数 f_1 、路車間通信のサービスチャンネルにおける通信の周波数 f_2 、及び、車車間通信のコントロールチャンネルにおける通信の周波数

f_3 のいずれとも相違している。周波数 f_1 が、上述の路車間通信のコントロールチャネルの周波数に一致していることに留意されたい。

[0035] 車車間通信において周波数 f_1 で通信を行うサービスチャネルは、2以上の所定数のサービスチャネルあたりに一つ設けられ、さらに、周波数 f_1 で通信を行う当該サービスチャネルでは、車載器3が受信動作のみを行う（即ち、無線信号の発信を行わない）。本実施形態では、各通信フレームに含まれるサービスチャネルの数は1なので、2以上の所定数の通信フレームあたりに一つの通信フレームにおいて、周波数 f_1 で通信が行われ、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネルが設けられる。図7の例では、通信フレーム# $2k-1$ 、# $2k+1$ において、周波数 f_1 で通信が行われ、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネルが設けられ、一方、通信フレーム# $2k$ においては、周波数 f_4 で通信が行われるサービスチャネルが設けられている。なお、後述されるように、各通信フレームが複数のサービスチャネルを含む場合には、該複数のサービスチャネルのうちの一つが、周波数 f_1 で通信が行われ、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネルであってもよい。

[0036] 以上に述べられているような車車間通信の通信フレームの構成は、後述されるように、路車間通信と車車間通信のコントロールチャネルの間の電波干渉を防ぐために重要である。

[0037] 一方、路車間通信モードにおいては、通信フレームの構成が、図6に図示された路車間通信における通信に合わせられる。各通信フレームが、単一のコントロールチャネルと少なくとも一つのサービスチャネルとを含んでいる。路車間通信のコントロールチャネルにおける通信は、周波数 f_1 で行われ、路車間通信のサービスチャネルにおける通信は、周波数 f_1 とは異なる周波数 f_2 で行われる。

[0038] 図8は、車車間通信から路車間通信への切り替えの手順を示す図である。通常状態では、車載器3は、車車間通信モードで動作し、車車間通信を行う。即ち、無線回路32は、周波数 f_3 でコントロールチャネルにおける通信を

行い、周波数 f_1 又は f_4 でサービスチャネルにおける通信を行う。ここで、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいては、車載器 3 は、受信動作しかしないことに留意されたい。

[0039] 車載器 3 が、路側通信装置 1-1 ~ 1-4 の通信可能範囲 5-1 ~ 5-4 に進入すると、車車間通信から路車間通信への切り替えが行われる。詳細には、車載器 3 が路側通信装置 1-1 ~ 1-4 の通信可能範囲 5-1 ~ 5-4 に進入すると、車載器 3 の無線回路 32 は、路側通信装置 1-1 ~ 1-4 からの無線信号を受信し始める。ここで、路車間通信のコントロールチャネルの通信が周波数 f_1 で行われるので、車車間通信の周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいては、路車間通信のコントロールチャネルの無線信号を受信可能であることに留意されたい。

[0040] 車載器 3 の制御部 33 は、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいて路車間通信のコントロールチャネルの無線信号を受信したことを検出すると、車載器 3 を車車間通信モードから路車間通信モードに移行させ、無線回路 32 に路車間通信を開始させる。路車間通信において、必要なデータ交換が完了すると、車載器 3 は、路車間通信モードから車車間通信モードに復帰し、車車間通信が再開される。例えば、路車間通信が料金収受に用いられる場合、料金収受のためのデータ交換が完了した後、車車間通信が再開されることになる。

[0041] 以上に説明されているように、本実施形態では、車載器 3 が、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいて路側通信装置 1-1 ~ 1-4 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号を受信できるので、車車間通信から路車間通信への切り替えを実行することができる。更に、コントロールチャネルにおける通信の周波数が、車車間通信と路車間通信とで異なっており、且つ、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいては車載器 3 が受信動作のみを行うので、車載器 3 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号と、路側通信装置 1-1 ~ 1-4 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号の間の電波干渉は発生しない。

[0042] なお、路車間通信と車車間通信における通信フレームのフォーマットは、様々に変更可能である。

[0043] 例えば、図9は、路側装置10の路側通信装置1-1~1-4が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット（即ち、路車間通信の通信フレームのフォーマット）の変形例を示している。図9に図示された通信フレームのフォーマットにおいても、図6と同様に、隣接する路側通信装置1の間で、コントロールチャネルの期間とサービスチャネルの期間とが相違している。即ち、路側通信装置1-1、1-3がコントロールチャネルにおける通信を行う期間 T_1 において、路側通信装置1-2、1-4は、サービスチャネルにおける通信を行い、路側通信装置1-1、1-3がコントロールチャネルにおける通信を行う期間 T_2 において、路側通信装置1-2、1-4は、コントロールチャネルにおける通信を行う。ここで、コントロールチャネルにおける通信の周波数 f_1 は、路側通信装置1-1~1-4について共通である。

[0044] 加えて、図9に図示されている通信フレームのフォーマットでは、サービスチャネルにおける通信の周波数が、隣接する路側通信装置1で異なっている。具体的には、路側通信装置1-1、1-3のサービスチャネルにおける通信の周波数は f_2 であるのに対し、路側通信装置1-2、1-4のサービスチャネルにおける通信の周波数は、上記の周波数 $f_1 \sim f_4$ のいずれとも相違する周波数 f_5 である。このようなフォーマットによれば、隣接する路側通信装置1の間の電波干渉を一層に低減させることができる。

[0045] 図10は、車車間通信の通信フレームのフォーマットの変形例を示す図である。上述のように、車車間通信においては、2以上の所定数のサービスチャネルあたりに1つ、（上述の路車間通信のコントロールチャネルの周波数と同一の）周波数 f_1 で通信を行い、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネルが設けられる。図10に図示される通信フレームのフォーマットでは、車車間通信の1つの通信フレームに複数（図10では2つ）のサービスチャネルが含まれ、各通信フレームの1つのサービスチャネルが、周波数 f_1 で通信を行い、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネ

ルに設定される。このような通信フレームのフォーマットにおいても、周波数 f_1 で通信を行い、且つ、車載器 3 が受信動作のみを行うサービスチャネルにおいて、路車間通信のコントロールチャネルの通信データを受け取り、車車間通信から路車間通信への切り替えを行うことができる。

[0046] 上述のような車車間通信から路車間通信への切り替えにおいては、路車間通信のコントロールチャネルのタイミングと、車車間通信の周波数 f_1 による通信が行われるサービスチャネルのタイミングによっては、車車間通信から路車間通信への切り替えを行うことができないことがある。例えば、図 11 A に図示されているように、路車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間が、常に車車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間内にあるような関係にある場合には、車車間通信から路車間通信への切り替えを行うことができない。このような事態は、例えば、路車間通信のコントロールチャネルにおける通信の周期が、車車間通信のコントロールチャネルにおける通信の周期の整数倍（1 倍を含む）であり、且つ、路車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間の長さが、車車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間の長さ以下である場合に起こり得る。このような状況は、車車間通信と路車間通信とが仮に同期していない場合でも、偶然、起こり得ることに留意されたい。

[0047] このような問題を回避するためには、図 11 B に図示されているように、車車間通信のサービスチャネルの期間の長さが可変であるように車車間通信のサービスチャネルの期間の長さを制御すればよい。このような制御は、制御部 33 の制御の元で無線回路 32 によって実行され得る。もっとも簡便には、車車間通信の各サービスチャネルについてランダムスキャンを行う、即ち、各サービスチャネルの期間の長さをランダムに変化させればよい。これにより、車車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間と、路車間通信のコントロールチャネルにおける通信の期間とが偶然に一致し、車車間通信から路車間通信への切り替えを行うことができないという事態を防ぐことができる。

[0048] 第2の実施形態：

図12は、本発明の第2の実施形態における通信システムの一例を示す概念図である。第1の実施形態では、車車間通信のサービスと路車間通信のサービスとの両方を提供するような構成の通信システムが提供されているが、第2の実施形態では、交通情報サービスと課金サービスとの両方を提供する構成の通信システムが提供される。ここで、交通情報サービスとは、交通に関する様々な情報（交通情報）を車載器3（及び車載器3に接続された機器）に提供するサービスである。一方、課金サービスとは、車載器3を搭載する車両4のユーザに課される料金（例えば、有料道路の通行料金や駐車料金など）の処理を電子的に行うためのサービスである。

[0049] 交通情報サービスの提供には、交通情報サービスセンター51と路側通信装置52とが使用される。図13に図示されているように、交通情報サービスセンター51と路側通信装置52とは、通信ネットワーク53によって接続され、交通情報サービスを提供する交通情報サービスネットワーク50を構成している。交通情報サービスセンター51は、路側通信装置52を介して交通情報を提供する車載器3に提供するホストコンピュータである。交通情報サービスにおいて車載器3に提供される交通情報の例としては、渋滞情報、緊急車両接近情報、事故情報、天候情報、交通規制情報、広告情報及びニュース情報が挙げられる。

[0050] 一方、課金サービスの提供には、第1の実施形態で説明されている路側装置10が用いられる。即ち、課金サービスの提供には、第1の実施形態で説明されている路車間通信が用いられる。第1の実施形態において説明されているように、路側装置10は、路側通信装置1-1～1-4と路側制御装置2とを備えており、路側通信装置1-1～1-4を用いて車載器3と通信するように構成されている（図4参照）。課金サービスにおいて路側装置10と車載器3との間で交換される情報の例としては、車種情報（例えば、車両4が普通車、大型車、自動二輪のいずれであることを示す情報）、課金カード情報（車載器3に挿入されたカードのカード種別、カード番号、）課金履歴

情報（課金開始等の、課金の履歴）が挙げられる。

[0051] 図 1 2 から理解されるように、交通情報サービスセンター 5 1 と路側通信装置 5 2 とによって提供される交通情報サービスは、比較的広い地域で提供されるサービス（広域サービス）であるのに対し、路側装置 1 0 とによって提供される課金サービスは、限定された地域で提供されるサービス（局所的サービス）である。このため、車載器 3 は、通常は交通情報サービスの提供を受ける交通情報サービスモードに設定される。その一方で、車両 4 が、課金エリア、即ち、路側通信装置 1 - 1 ~ 1 - 4 の通信可能領域 4 - 1 ~ 4 - 4 に進入すると、車載器 3 は、課金サービスの提供を受ける課金サービスモードに切り替えられる。

[0052] 第 2 の実施形態においては、交通情報サービスのための通信と課金サービスのための通信の W A V E 通信規格に準拠して行われる。上述のように、W A V E 通信規格に準拠して行われる通信では、各通信フレームが、単一のコントロールチャネル（C - C H）と、少なくとも一つのサービスチャネル（S - C H）とを含んでいる。そして、交通情報サービスのための通信の通信フレームのフォーマットは、第 1 の実施形態における車車間通信と同様であり、課金サービスのための通信の通信フレームのフォーマットは、第 1 の実施形態における路車間通信と同様である。

[0053] 詳細には、課金サービスの提供にあたり、路側装置 1 0 の路側通信装置 1 - 1 ~ 1 - 4 が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマット（即ち、課金サービスのための通信の通信フレームのフォーマット）は、図 6 に図示されているとおりである。課金サービスのための通信のコントロールチャネルにおける通信は周波数 f_1 で行われ、課金サービスのための通信のサービスチャネルにおける通信は、周波数 f_1 とは異なる周波数 f_2 で行われる。

[0054] 一方、図 1 4 は、第 2 の実施形態において車載器 3 が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマットを示す概念図を示している。車載器 3 は、2 つの動作モード：交通情報通信モード及び課金通信モードを有している。ここで、交通情報通信モードとは、交通情報サービスのための通信が行われる

動作モードであり、課金通信モードとは、課金情報サービスの提供のための通信が行われる動作モードである。交通情報通信モードと課金通信モードとは、コントロールチャネルにおける通信の周波数及びサービスチャネルにおける通信の周波数が、異なっている。

[0055] まず、交通情報通信モードにおける通信については、コントロールチャネルにおける通信が、上記の周波数 f_1 、 f_2 のいずれとも相違する周波数 f_3 で行われる。ここで、交通情報通信モードにおける通信のコントロールチャネルにおける通信の周波数 f_3 が、課金通信モードにおけるコントロールチャネルにおける通信の周波数 f_1 と相違していることに留意されたい。

[0056] 一方、交通情報通信モードのサービスチャネルにおける通信は、周波数 f_1 又は周波数 f_4 で行われる。ここで、周波数 f_4 は、課金通信モードにおけるコントロールチャネルにおける通信の周波数 f_1 、課金通信モードにおけるサービスチャネルにおける通信の周波数 f_2 、及び、交通情報通信モードにおけるコントロールチャネルにおける通信の周波数 f_3 のいずれとも相違している。周波数 f_1 が、上述の課金通信モードにおけるコントロールチャネルの周波数に一致していることに留意されたい。

[0057] 第1の実施形態の車車間通信と同様に、交通情報通信モードにおいては、周波数 f_1 で通信を行うサービスチャネルが、2以上の所定数のサービスチャネルあたりに一つ設けられ、さらに、周波数 f_1 で通信を行う当該サービスチャネルでは、車載器3が受信動作のみを行う（即ち、無線信号の発信を行わない）。なお、図9に図示されている車車間通信の通信フレームの構成と同様に、各通信フレームが複数のサービスチャネルを含む場合には、該複数のサービスチャネルのうちの 하나가、周波数 f_1 で通信が行われ、且つ、車載器3が受信動作のみを行うサービスチャネルであってもよい。以上に述べられているような交通情報通信モードの通信フレームの構成は、交通情報サービスのための通信と課金サービスのための通信の間で、コントロールチャネルの間の電波干渉を防ぐために重要にある。

[0058] 一方、課金通信モードにおいては、車載器3が送受信する無線信号の通信

フレームのフォーマットが、（図6に図示されているような）路側装置10の路側通信装置1-1～1-4が送受信する無線信号の通信フレームのフォーマットに合わせられる。課金通信モードにおけるコントロールチャンネルにおける通信は、周波数 f_1 で行われ、課金通信モードにおけるサービスチャンネルにおける通信は、周波数 f_1 とは異なる周波数 f_2 で行われる。

[0059] 図15は、交通情報サービスのための通信から課金サービスのための通信への切り替えの手順を示す図である。通常状態では、車載器3は、交通情報通信モードで動作し、交通情報サービスのための通信を行う。即ち、周波数 f_3 でコントロールチャンネルにおける通信を行い、周波数 f_1 又は f_4 でサービスチャンネルにおける通信を行う。ここで、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャンネルにおいては、車載器3は、受信動作しかしないことに留意されたい。

[0060] 車載器3が、路側装置10の路側通信装置1-1～1-4の通信可能範囲5-1～5-4に進入すると、交通情報通信モードから課金通信モードへの切り替えが行われる。詳細には、車載器3が路側通信装置1-1～1-4の通信可能範囲5-1～5-4に進入すると、車載器3は、路側通信装置1-1～1-4からの無線信号を受信し始める。ここで、交通情報サービスのための通信のコントロールチャンネルの通信が周波数 f_1 で行われるので、課金サービスのための通信の周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャンネルにおいては、交通情報サービスのための通信のコントロールチャンネルの無線信号を受信可能であることに留意されたい。

[0061] 車載器3は、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャンネルにおいて路車間通信のコントロールチャンネルの無線信号を受信すると、交通情報通信モードから課金通信モードに移行し、課金サービスのための通信を開始する。課金サービスのための通信において、必要なデータ交換が完了すると、車載器3は、課金通信モードから交通情報通信モードに復帰し、交通情報サービスのための通信が再開される。

[0062] 以上に説明されているように、本実施形態では、車載器3が、周波数 f_1 で

通信が行われるサービスチャネルにおいて路側通信装置 1-1 ~ 1-4 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号を受信できるので、交通情報サービスのための通信から課金サービスのための通信への切り替えを実行することができる。更に、コントロールチャネルにおける通信の周波数が、交通情報サービスのための通信と課金サービスのための通信とで異なっており、且つ、周波数 f_1 で通信が行われるサービスチャネルにおいて車載器 3 は受信動作のみを行うので、車載器 3 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号と、路側通信装置 1-1 ~ 1-4 がコントロールチャネルにおいて送信する無線信号の間の電波干渉は発生しない。

[0063] 以上には、本発明の実施形態が具体的に図示されているが、本発明が上記の実施形態に限定されない。本発明が様々な変更と共に実施され得ることは、当業者には自明的であろう。例えば、上記の実施形態では、本発明が車車間通信と路車間通信の間の切り替え、及び、交通情報サービスのための通信と課金サービスのための通信の間の切り替えについて言及されているが、他のサービスの間の切り替えについて本発明が適用されてもよい。

符号の説明

- [0064]
- | | |
|-----|--------------|
| 1 | : 路側通信装置 |
| 2 | : 路側制御装置 |
| 3 | : 車載器 |
| 4 | : 車両 |
| 5、6 | : 通信可能範囲 |
| 10 | : 路側装置 |
| 11 | : 道路 |
| 12 | : 車線 |
| 13 | : ガントリ |
| 21 | : 通信インターフェース |
| 22 | : 制御部 |
| 23 | : 記憶部 |

- 3 1 : アンテナ
- 3 2 : 無線回路
- 3 3 : 制御部
- 3 4 : 表示装置
- 3 5 : 記憶部
- 5 0 : 交通情報サービスネットワーク
- 5 1 : 交通情報サービスセンター
- 5 2 : 路側通信装置
- 5 3 : 通信ネットワーク
- T_1 、 T_2 : 期間
- f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、 f_5 : 周波数

請求の範囲

[請求項1]

車載器と、
前記車載器と第1サービスのための通信を行う第1通信装置と、
前記車載器と第2サービスのための通信を行う第2通信装置
とを備え、
前記第1サービスのための通信、及び、前記第2サービスのための
通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコ
ントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも
一のサービスチャネルとを含んでおり、
前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおけ
る通信は、第1周波数で行われ、
前記第1サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通
信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われ、
前記第2サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおけ
る通信は、前記第1周波数及び前記第2周波数と異なる第3周波数で
行われ、
前記第2サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通
信においては、複数の前記サービスチャネルに対して1つ、前記車載
器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共
に、前記受信専用サービスチャネルにおける通信が前記第1周波数で
行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が前記第1周波数、前
記第2周波数、及び、前記第3周波数のいずれとも異なる第4周波
数で行われ、
前記車載器は、前記第2サービスのための通信が行われているとき
に、前記受信専用サービスチャネルにおいて、前記第1サービスのた
めの通信の前記コントロールチャネルで前記第1通信装置から送られ
た無線信号を受け取ったことを検出したことに応答して、前記第1サ
ービスのための通信への切り替えを行う

通信システム。

[請求項2]

請求項1に記載の通信システムであって、

前記第2サービスのための通信の前記サービスチャネルの期間の長さが可変であるように制御される

通信システム。

[請求項3]

請求項1又は2に記載の通信システムであって、

前記第1サービスのための通信が、路車間通信であり、

前記第2サービスのための通信が、車車間通信である

通信システム。

[請求項4]

請求項1又は2に記載の通信システムであって、

前記第1サービスが、前記車載器に交通情報を提供する交通情報サービスであり、

前記第2サービスが、前記車載器のユーザに課せられる料金の処理を電子的に行う課金サービスである

通信システム。

[請求項5]

第1通信装置と第1サービスのための通信を行い、第2通信装置と第2サービスのための通信を行うことができるように構成された無線回路と、

制御部

とを具備する車載器であって、

前記第1サービスのための通信、及び、前記第2サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでおり、

前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、

前記第1サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われ、

前記第 2 サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、前記第 1 周波数及び前記第 2 周波数と異なる第 3 周波数で行われ、

前記第 2 サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信においては、複数の前記サービスチャネルに対して 1 つ、前記車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、前記受信専用サービスチャネルにおける通信が前記第 1 周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が前記第 1 周波数、前記第 2 周波数、及び、前記第 3 周波数のいずれとも異なる第 4 周波数で行われ、

前記制御部は、前記第 2 サービスのための通信が行われているときに、前記受信専用サービスチャネルにおいて、前記第 1 サービスのための通信の前記コントロールチャネルで前記第 1 通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出すると、前記無線回路を制御して、前記第 1 サービスのための通信への切り替えを行う

車載器。

[請求項6]

請求項 5 に記載の車載器であって、

前記制御部が、前記無線回路を前記第 2 サービスのための通信の前記サービスチャネルの期間の長さが可変であるように制御する

車載器。

[請求項7]

請求項 5 又は 6 に記載の車載器であって、

前記第 1 サービスのための通信が、路車間通信であり、

前記第 2 サービスのための通信が、車車間通信である

車載器。

[請求項8]

請求項 5 又は 6 に記載の車載器であって、

前記第 1 サービスが、前記車載器に交通情報を提供する交通情報サービスであり、

前記第 2 サービスが、前記車載器のユーザに課せられる料金の処理

を電子的に行う課金サービスである
車載器。

[請求項9] 車載器と第1通信装置との間で第1サービスのための通信を行うステップと、

前記車載器と第2通信装置との間で第2サービスのための通信を行うステップ
とを備え、

前記第1サービスのための通信、及び、前記第2サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでおり、

前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、

前記第1サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われ、

前記第2サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、前記第1周波数及び前記第2周波数と異なる第3周波数で行われ、

前記第2サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信においては、複数の前記サービスチャネルに対して1つ、前記車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、前記受信専用サービスチャネルにおける通信が前記第1周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が前記第1周波数、前記第2周波数、及び、前記第3周波数のいずれとも異なる第4周波数で行われ、

前記第2サービスのための通信が行われているときに、前記車載器が、前記受信専用サービスチャネルにおいて、前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルで前記第1通信装置から送られ

た無線信号を受け取ったことを検出すると、前記第2サービスのための通信から前記第1サービスのための通信への切り替えが行われる通信方法。

[請求項10]

第1通信装置と第1サービスのための通信を行い、第2通信装置と第2サービスのための通信を行うことができるように構成された車載器を制御するためのプログラムを記録する記録媒体であって、

前記第1サービスのための通信、及び、前記第2サービスのための通信の両方において、各通信スロットが、同報通信が行われる一のコントロールチャネルと、特定の送信先に送信を行うための少なくとも一のサービスチャネルとを含んでおり、

前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、第1周波数で行われ、

前記第1サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信は、第1周波数とは異なる第2周波数で行われ、

前記第2サービスのための通信の前記コントロールチャネルにおける通信は、前記第1周波数及び前記第2周波数と異なる第3周波数で行われ、

前記第2サービスのための通信の前記サービスチャネルにおける通信においては、複数の前記サービスチャネルに対して1つ、前記車載器が受信動作のみを行う受信専用サービスチャネルが設けられると共に、前記受信専用サービスチャネルにおける通信が前記第1周波数で行われ、残りのサービスチャネルにおける通信が前記第1周波数、前記第2周波数、及び、前記第3周波数のいずれとも異なる第4周波数で行われ、

前記プログラムが、前記車載器に、前記第2サービスのための通信が行われているときに、前記受信専用サービスチャネルにおいて、前記第1サービスのための通信の前記コントロールチャネルで前記第1通信装置から送られた無線信号を受け取ったことを検出すると、前記

第1 サービスのための通信への切り替えを行うステップを実行させる記録媒体。