

明 細 書

発明の名称：無線通信システム、および無線通信方法

技術分野

[0001] 本開示は、無線通信システム、および無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年では、課金処理や、車両への情報配信、車両からの情報収集などを行うため、路側装置と車載装置との間でデータを送受信する路車間通信や、車載装置同士でデータを送受信する車車間通信が利用されている（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：日本国特許第6340891号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 路側装置は、通信領域内に存在する複数の車載装置と通信を行う。このとき、複数の車両（車載装置）が同時に路側装置にメッセージを送信して衝突することを抑制するために、車車間通信を行って通信タイミングをずらす処理を行う。しかしながら、路車間通信の通信領域は、車車間通信の通信領域よりも広い場合がある。例えば、2台の車両がそれぞれ路側装置と通信領域に入ったものの、車間距離が離れていて車車間通信を行えない場合がある。車車間通信が行えないと、通信タイミングをずらす処理を行うことができないので、2つの車載装置から同時に路側装置にメッセージを送信してしまう可能性がある。そうすると、路側装置がこれら車両からのメッセージを受信できない、いわゆる隠れ端末問題が生じる。

[0005] 本開示の目的は、路側装置と複数の車載装置との路車間通信において、複数の車載装置が同時にメッセージを送信して衝突が発生することを抑制することができる無線通信システム、および無線通信方法を提供することにある。

。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様によれば、無線通信システムは、路側装置と、車両に搭載される車載装置とを備える無線通信システムであって、前記路側装置は、前記車載装置のアップリンクメッセージの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージを定期的に配信する配信部と、前記車載装置から受信したアップリンクメッセージに基づいて、前記スロットの使用状況を更新する更新部と、を有し、前記車載装置は、衛星信号に基づいて基準時刻を定める時刻設定部と、前記路側装置から前記ダウンリンクメッセージを受信する受信部と、前記ダウンリンクメッセージに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで前記路側装置にアップリンクメッセージを送信する送信部と、を有する。

[0007] 本開示の一態様によれば、無線通信方法は、路側装置と、車両に搭載される車載装置とを用いた無線通信方法であって、前記路側装置が、前記車載装置のアップリンクメッセージの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージを定期的に配信するステップと、前記路側装置が、前記車載装置から受信したアップリンクメッセージに基づいて、前記スロットの使用状況を更新するステップと、前記車載装置が、衛星信号に基づいて基準時刻を定めるステップと、前記車載装置が、前記路側装置から前記ダウンリンクメッセージを受信するステップと、前記車載装置が、前記ダウンリンクメッセージに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで前記路側装置にアップリンクメッセージを送信するステップと、を有する。

発明の効果

[0008] 上記態様によれば、路側装置と複数の車載装置との路車間通信において、複数の車載装置が同時にメッセージを送信して衝突が発生することを抑制す

ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1の実施形態に係る無線通信システムの全体構成を示す概略図である。

[図2]第1の実施形態に係る路側装置の機能構成を示すブロック図である。

[図3]第1の実施形態に係る車載装置の機能構成を示すブロック図である。

[図4]第1の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第1のシーケンス図である。

[図5]第1の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第1の図である。

[図6]第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第1の図である。

[図7]第1の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第2の図である。

[図8]第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第2の図である。

[図9]第1の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第3の図である。

[図10]第1の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第2のシーケンス図である。

[図11]第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第3の図である。

[図12]第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第4の図である。

[図13]第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第5の図である。

[図14]第1の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第4の図である。

[図15]第1の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第3のシーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0010] <第1の実施形態>

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

[0011] (全体構成)

図1は、第1の実施形態に係る無線通信システムの全体構成を示す概略図である。図1に示すように、無線通信システム1は、路側装置10と、車載装置20とを備える。

[0012] 路側装置10は、道路の路側に設置され、通信領域R1内に存在する車載装置20と無線通信を行う。

[0013] 車載装置20は、車両Vに搭載され、路側装置10の通信領域R1に入った場合に、路側装置10と無線通信を行う。また、車載装置20は、自身の通信領域内に他の車両の車載装置20が存在する場合、この車載装置20と車車間通信を行ってもよい。

[0014] (路側装置の機能構成)

図2は、第1の実施形態に係る路側装置の機能構成を示すブロック図である。図2に示すように、路側装置10は、プロセッサ11と、メモリ12と、ストレージ13と、通信アンテナ14とを備える。

[0015] プロセッサ11は、所定のプログラムに従って動作することにより、配信部111、更新部112としての機能を発揮する。

[0016] 配信部111は、車載装置20のアップリンクメッセージBSMの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージWSAを定期的に配信する。

[0017] ダウンリンクメッセージWSAは、通信領域R1内に存在する車載装置20それぞれにブロードキャストされる。また、ダウンリンクメッセージWSAは、各車載装置20に対する要求（プローブデータや課金処理用のデータの送信要求など）や、各車載装置20に提供する情報（交通情報など）をさ

らに含んでもよい。アップリンクメッセージBSMは、車載装置20から路側装置10に定周期（例えば、1秒周期）で送信するデータであり、路側装置10から要求された各種情報を含む。路側装置10から要求された車両のプローブデータ（識別情報、GNSS測位情報など）や、課金処理用の情報などを含む。

[0018] 更新部112は、車載装置20から受信したアップリンクメッセージBSMに基づいて、スロットの使用状況を更新する。

[0019] メモリ12は、プロセッサ11の動作に必要なメモリ領域を有する。

[0020] ストレージ13は、いわゆる補助記憶装置であって、例えば、HDD（Hard Disk Drive）、SSD（Solid State Drive）などである。ストレージ13には、プロセッサ11の各部が処理中に取得、生成、参照するデータなどが格納される。

[0021] 通信アンテナ14は、車載装置20と無線通信を介して各種データの送受信を行う。

[0022] （車載装置の機能構成）

図3は、第1の実施形態に係る車載装置の機能構成を示すブロック図である。図3に示すように、車載装置20は、プロセッサ21と、メモリ22と、ストレージ23と、通信アンテナ24と、GNSS受信部25とを備える。

[0023] プロセッサ21は、所定のプログラムに従って動作することにより、時刻設定部211、受信部212、送信部213としての機能を発揮する。

[0024] 時刻設定部211は、衛星信号に基づいて基準時刻を定める。

[0025] 受信部212は、路側装置10からダウンリンクメッセージWSAを受信する。

[0026] 送信部213は、ダウンリンクメッセージWSAに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置20に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで路側装置10にアップリンクメッセージBSMを送信する。

- [0027] メモリ 22 は、プロセッサ 21 の動作に必要なメモリ領域を有する。
- [0028] ストレージ 23 は、いわゆる補助記憶装置であって、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive) などである。ストレージ 23 には、プロセッサ 21 の各部が処理中に取得、生成、参照するデータなどが格納される。
- [0029] 通信アンテナ 24 は、路側装置 10 と無線通信を介して各種データの送受信を行う。
- [0030] GNSS 受信部 25 は、GNSS 衛星から受信した衛星信号に基づいて、車両 V の位置や速度、移動方向などを算出して、GNSS 測位情報としてプロセッサ 21 に出力する。また、GNSS 受信部 25 は、時刻同期用の 1PPS (Pulse Per Second) 信号をプロセッサ 21 に出力する。
- [0031] (通信システムの処理例 1)
- 図 4 は、第 1 の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第 1 のシーケンス図である。ここでは、図 4 を参照しながら、無線通信システム 1 の処理の流れについて詳細に説明する。
- [0032] まず、路側装置 10 は、ダウンリンクメッセージ WSA を定周期配信する (ステップ S101)。図 5 は、第 1 の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第 1 の図である。ダウンリンクメッセージ WSA は、少なくともスロット使用状況の情報を含む。スロット使用状況は、n 個に分割されたスロットそれぞれのスロット番号、占有フラグ、識別情報の情報を含む。占有フラグは、ON または OFF で表される。占有フラグが ON の場合、車載装置 20 によりスロットが占有されていることを示す。占有フラグが OFF の場合、スロットが空き状態であることを示す。識別情報は、スロットを占有している車載装置 20 (又は車両 V) を特定可能な情報である。図 5 には、路側装置 10 の通信領域 R1 内に車載装置 20 が存在しないときのダウンリンクメッセージ WSA1 の例が示されている。ダウンリンクメッセージ WSA1 では、全てのスロットが空き状態 (占有フラグ = OFF) となっている。

- [0033] また、路側装置10の通信領域R1に車載装置20Bが進入したとする。
この場合、車載装置20Bの受信部212は、路側装置10が配信するダウンリンクメッセージWSA1を受信する（ステップS102）。
- [0034] ダウンリンクメッセージWSA1を受信すると、車載装置20Bの時刻設定部211は、GNSS受信部25から出力された1pps信号に基づいて、アップリンクメッセージBSMの送信スロットの基準時刻を設定する（ステップS103）。1pps信号から基準時刻を設定する方法は、既知の技術を利用してよい。これにより、複数の車載装置20間で精密に時刻を同期することができるので、スロットをミリ秒単位のごく短時間毎に分割したとしても、車載装置20間で同時にデータを送信してしまうことを抑制することができる。
- [0035] 次に、車載装置20Bの送信部213は、受信したダウンリンクメッセージWSA1のスロット使用状況を確認して、空き状態（占有フラグ=OFF）のスロットの中から一つをランダムに選択する。また、車載装置20Bの送信部213は、選択したスロットで、車載装置20Bの識別情報を付与したアップリンクメッセージBSMの定周期送信を開始する（ステップS104）。図6は、第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第1の図である。図6には、車載装置20Bの送信部213がステップS104で送信するアップリンクメッセージBSM1の例が示されている。アップリンクメッセージBSMは、ヘッダ部とメッセージ部を含む。ヘッダ部には、車載装置20Bが選択したスロット番号、スロット占有フラグ、及び車載装置20Bの識別情報を含む。図6の例では、車載装置20Bの送信部213は、スロット1を選択してアップリンクメッセージBSM1を路側装置10に送信する。また、メッセージ部は、例えば路側装置10から要求されたプローブデータ（GNSS測位情報）や課金処理に用いる情報など、任意のメッセージを含む。
- [0036] 路側装置10の更新部112は、車載装置20BからアップリンクメッセージBSM1を受信すると（ステップS105）、アップリンクメッセージ

B S M 1 に含まれるスロット番号の使用状況が空き状態である場合、受信したアップリンクメッセージ B S M 1 に基づいてスロット使用状況を更新する（ステップ S 1 0 6）。図 7 は、第 1 の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第 2 の図である。図 6 の例では、車載装置 2 0 B はスロット 1 を選択している。したがって、路側装置 1 0 の更新部 1 1 2 は、図 7 に示すように、スロット使用状況のうち、スロット 1 の占有フラグを O N に変更し、識別番号に車載装置 2 0 B から受信した識別情報（車載装置 2 0 B）を入力する。

[0037] また、路側装置 1 0 の配信部 1 1 1 は、一定周期毎にダウンリンクメッセージ W S A の配信を繰り返し実施している。したがって、路側装置 1 0 の配信部 1 1 1 は、スロット使用状況が更新された後、次の周期で更新されたスロット使用状況を含むダウンリンクメッセージ W S A 2（図 7）を配信する（ステップ S 1 0 7）。この後、車載装置 2 0 B は、路側装置 1 0 からダウンリンクメッセージ W S A を受信し続けている間、一定周期毎にアップリンクメッセージ B S M 1 を路側装置 1 0 へ繰り返し送信する。

[0038] また、通信領域 R 1 に車載装置 2 0 A が進入したとする。車載装置 2 0 A の受信部 2 1 2 は、路側装置 1 0 からダウンリンクメッセージ W S A 2 を受信する（ステップ S 1 0 8）。そうすると、車載装置 2 0 A の時刻設定部 2 1 1 は、ステップ S 1 0 3 と同様の処理を行い、基準時刻を設定する（ステップ S 1 0 9）。車載装置 2 0 A の送信部 2 1 3 は、受信したダウンリンクメッセージ W S A 2 のスロット使用状況を確認して、空き状態（占有フラグ = O F F）のスロットの中から一つをランダムに選択し、車載装置 2 0 A の識別情報を付与したアップリンクメッセージ B S M 2 の定周期送信を開始する（ステップ S 1 1 0）。図 8 は、第 1 の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第 2 の図である。図 8 には、車載装置 2 0 A の送信部 2 1 3 がステップ S 1 1 0 で送信するアップリンクメッセージ B S M 2 の例が示されている。図 8 の例では、車載装置 2 0 A の送信部 2 1 3 は、スロット 5 を選択してアップリンクメッセージ B S M 2 を路側装置 1 0 に送信する。

[0039] 路側装置10の更新部112は、車載装置20AからアップリンクメッセージBSM2を受信すると（ステップS111）、受信したアップリンクメッセージBSM2に基づいてスロット使用状況を更新する（ステップS112）。図9は、第1の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第3の図である。図8の例では、車載装置20Aはスロット5を選択している。したがって、路側装置10の更新部112は、図9に示すように、スロット使用状況のうち、スロット5の占有フラグをONに変更し、識別番号に車載装置20Aから受信した識別情報（車載装置20A）を入力する。この時点では、複数のスロットのうち、スロット1およびスロット5が占有状態となっている。

[0040] また、路側装置10の配信部111は、スロット使用状況が更新された後、次の周期で更新されたスロット使用状況を含むダウンリンクメッセージWSA3（図9）を配信する（ステップS113）。この後、車載装置20Aは、車載装置20Bと同様に、路側装置10からダウンリンクメッセージWSAを受信し続けている間、一定周期毎にアップリンクメッセージBSM2を路側装置10へ繰り返し送信する。

[0041] （通信システムの処理例2）

図10は、第1の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第2のシーケンス図である。図10は、2台の車載装置20A、20BのアップリンクメッセージBSMが衝突した場合の処理例を示す。

[0042] まず、路側装置10は、ダウンリンクメッセージWSA1を定周期配信する（ステップS101）。この時点では、図5に示すように、全てのスロットが空き状態であるとする。

[0043] また、路側装置10の通信領域R1に車載装置20Aおよび20Bが進入了とする。車載装置20Aの受信部212は、路側装置10が配信するダウンリンクメッセージWSA1を受信する（ステップS202）。ダウンリンクメッセージWSA1を受信すると、車載装置20Aの時刻設定部211は、GNSS受信部25から出力された1pps信号に基づいて、アップリ

ンクメッセージBSMの送信スロットの基準時刻を設定する（ステップS203）。その後、車載装置20Aの送信部213は、空き状態（占有フラグ＝OFF）のスロットの中から一つをランダムに選択し、選択したスロットで、車載装置20Aの識別情報を付与したアップリンクメッセージBSM3（図11）の定周期送信を開始する（ステップS204）。図11は、第1の実施形態に係るアップリンクメッセージの一例を示す第3の図である。図11に示すように、車載装置20Aの送信部213は、スロット1を選択したとする。

[0044] 同様に、車載装置20Bの受信部212は、路側装置10が配信するダウンリンクメッセージWSA1を受信する（ステップS205）。ダウンリンクメッセージWSA1を受信すると、車載装置20Bの時刻設定部211は、GNSS受信部25から出力された1pps信号に基づいて、アップリンクメッセージBSMの送信スロットの基準時刻を設定する（ステップS206）。その後、車載装置20Bの送信部213は、空き状態（占有フラグ＝OFF）のスロットの中から一つをランダムに選択し、選択したスロットで、車載装置20Aの識別情報を付与したアップリンクメッセージBSM1（図6）の定周期送信を開始する（ステップS207）。図6に示すように、車載装置20Bの送信部213は、スロット1を選択したとする。

[0045] 図10の例では、車載装置20Aおよび20Bの両方がスロット1を指定してアップリンクメッセージを送信したため、衝突が発生する。このため、路側装置10は車載装置20Aおよび20Bのアップリンクメッセージを受信することができない。この場合、路側装置10において、スロット使用状況の更新は行われない。このため、路側装置10の配信部111は、ステップS201で送信したのと同じダウンリンクメッセージWSA1を送信する（ステップS208）。

[0046] 次に、車載装置20Aの受信部212は、路側装置10からダウンリンクメッセージWSA1を受信する（ステップS209）。車載装置20Aの送信部213は、ダウンリンクメッセージWSA1のスロット使用状況を確認

し、選択したスロット 1 に自機の識別情報が登録されていない場合は、スロット 1 以外の空き状態のスロットから一つをランダムに選択し、新たに選択したスロットで車載装置 20 A の識別情報を付与したアップリンクメッセージ BSM4 (図 1 2) の定周期送信を開始する (ステップ S 2 1 0) このように、車載装置 20 A は、路側装置 10 から受信したダウンリンクメッセージ WSA1 のスロット使用状況に自機の情報が登録されていないことにより、路側装置 10 が自機のアップリンクメッセージ BSM3 を受信できなかったと判断し、異なるスロットを選択してリトライすることができる。図 1 2 に示すように、車載装置 20 A の送信部 2 1 3 は、新たにスロット 7 を選択したとする。

[0047] 一方、車載装置 20 B の受信部 2 1 2 は、路側装置 10 からダウンリンクメッセージ WSA1 を受信する (ステップ S 2 1 1)。車載装置 20 B の送信部 2 1 3 は、ダウンリンクメッセージ WSA1 のスロット使用状況を確認し、選択したスロット 1 に自機の識別情報が登録されていない場合は、スロット 1 以外の空き状態のスロットから一つをランダムに選択し、新たに選択したスロットで車載装置 20 B の識別情報を付与したアップリンクメッセージ BSM5 (図 1 3) の定周期送信を開始する (ステップ S 2 1 2)。図 1 3 に示すように、車載装置 20 B の送信部 2 1 3 は、新たにスロット 1 3 を選択したとする。

[0048] 路側装置 10 の更新部 1 1 2 は、車載装置 20 A および 20 B それぞれからアップリンクメッセージ BSM4、BSM5 を受信すると (ステップ S 2 1 3)、アップリンクメッセージ BSM4、BSM5 に含まれるスロット番号の使用状況が空き状態である場合、受信したアップリンクメッセージ BSM4、BSM5 に基づいてスロット使用状況を更新する (ステップ S 2 1 4)。図 1 4 は、第 1 の実施形態に係るダウンリンクメッセージの一例を示す第 4 の図である。図 1 4 の例では、車載装置 20 A はスロット 7 を、車載装置 20 B はスロット 1 3 を選択している。したがって、路側装置 10 の更新部 1 1 2 は、図 1 4 に示すように、スロット使用状況のうち、スロット 7 の

占有フラグをONに変更して識別番号に車載装置20Aの識別情報を入力する。また、スロット13の占有フラグをONに変更して識別番号に車載装置20Bの識別情報を入力する。

[0049] また、路側装置10の配信部111は、スロット使用状況が更新された後、次の周期で更新されたスロット使用状況を含むダウンリンクメッセージWSA4（図14）を配信する（ステップS215）。この後、車載装置20Aおよび20Bは、それぞれ、路側装置10からダウンリンクメッセージWSA4を受信し続けている間、一定周期毎にアップリンクメッセージBSM4、BSM5を路側装置10へ繰り返し送信する。

[0050] （通信システムの処理例3）

図15は、第1の実施形態に係る無線通信システムの処理例を示す第3のシーケンス図である。図15は、スロット使用状況から車載装置20の情報を削除する処理例を示す。

[0051] 図15に示すように、車載装置20Aおよび20Bが路側装置10の通信領域R1から退出したとする。この場合、車載装置20Aおよび20Bの受信部212は、それぞれダウンリンクメッセージWSA4を受信しなくなると、アップリンクメッセージBSM4、BSM5の定周期送信を停止する（ステップS301、S302）。

[0052] また、路側装置10の更新部112は、スロット使用状況に識別情報が登録されている車載装置20A、20Bから、一定時間以上、アップリンクメッセージBSM4、BSM5を受信できない場合は、この車載装置20A、20Bの登録を削除してスロット使用状況を更新する（ステップS304）。路側装置10の更新部112は、スロット使用状況（図14）のスロット7の占有フラグをOFFに変更し、車載装置20Aの識別情報を削除する。同様に、スロット使用状況（図14）のスロット13の占有フラグをOFFに変更し、車載装置20Bの識別情報を削除する。この例では、図5に示すように全てのスロットが空き状態となる。また、路側装置10の配信部111は、スロット使用状況が更新された後、次の周期で更新されたスロット使

用状況を含むダウンリンクメッセージWSA1（図5）を配信する（ステップS305）。この後、路側装置10の配信部111は、通信領域R1に進入した新たな車載装置20からアップリンクメッセージBSMを受信するまで、ダウンリンクメッセージWSA1を一定周期毎に配信する。新たな車載装置20が進入した場合には、図4または図10のシーケンスに従い、車載装置20が使用するスロットを決定する。

[0053] （作用効果）

以上のように、本実施形態に係る無線通信システム1は、路側装置10と、車両Vに搭載される車載装置20とを備える。路側装置10は、車載装置20のアップリンクメッセージBSMの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージWSAを定期的に配信する配信部111と、車載装置20から受信したアップリンクメッセージBSMに基づいて、スロットの使用状況を更新する更新部112と、を有する。車載装置20は、衛星信号に基づいて基準時刻を定める時刻設定部211と、路側装置10からダウンリンクメッセージWSAを受信する受信部212と、ダウンリンクメッセージWSAに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで路側装置10にアップリンクメッセージBSMを送信する送信部213と、を有する。

[0054] このようにすることで、無線通信システム1は、個々の車載装置20が複数のスロットから一つを選択してアップリンクメッセージBSMを行うので、複数の車載装置が同時にメッセージを送信して衝突が発生することを抑制することができる。また、各車載装置20は、空き状態のスロットをスロット番号順に選択するのではなく、ランダムに選択することにより、同時期に路側装置10の通信領域R1に進入した他の車載装置20と使用するスロットが重複する可能性を低減することができる。

[0055] また、車載装置20の送信部213は、スロットを選択後に受信したダウンリンクメッセージWSAにおいて選択したスロットに自機が登録されてい

ない場合に、他の車載装置 20 に占有されていない他のスロットを新たに選択して、新たに選択したスロットで路側装置 10 にアップリンクメッセージ BSM を送信する。

[0056] このようにすることで、無線通信システム 1 は、車載装置 20 間で同じスロットを選択してしまい、送信したアップリンクメッセージ BSM が衝突した場合であっても、次に受信するダウンリンクメッセージ WSA に基づいて、車載装置 20 側でスロットを占有できなかったことを知ることができる。このとき、車載装置 20 は、新たなスロットを選択しなおしてアップリンクメッセージ BSM の送信をリトライすることにより、メッセージの衝突によりアップリンクメッセージ BSM が損失することを抑制することができる。この結果、隠れ端末問題の発生を抑制することができる。

[0057] また、路側装置 10 の更新部 112 は、車載装置 20 から一定時間以上アップリンクメッセージ BSM の受信がない場合に、当該車載装置 20 が占有するスロットを空き状態に更新する。

[0058] このようにすることで、無線通信システム 1 は、車載装置 20 が路側装置 10 の通信領域 R1 から退出したなどの理由によりアップリンクメッセージ BSM を受信できなくなった場合には、速やかにこのスロットを他の車載装置 20 のために開放することができる。

[0059] <その他の実施形態>

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。すなわち、他の実施形態においては、上述の処理の順序が適宜変更されてもよい。また、一部の処理が並列に実行されてもよい。

[0060] <付記>

上述の実施形態に記載の無線通信システム、および無線通信方法は、例えば以下のように把握される。

[0061] (1) 第 1 の態様によれば、無線通信システム 1 は、路側装置 10 と、車両 V に搭載される車載装置 20 とを備える無線通信システム 1 であって、路側

装置 10 は、車載装置 20 のアップリンクメッセージ B S M の送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージ W S A を定期的に配信する配信部 111 と、車載装置 20 から受信したアップリンクメッセージ B S M に基づいて、スロットの使用状況を更新する更新部 112 と、を有し、車載装置 20 は、衛星信号に基づいて基準時刻を定める時刻設定部 211 と、路側装置 10 からダウンリンクメッセージ W S A を受信する受信部 212 と、ダウンリンクメッセージ W S A に含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置 20 に占有されていないスロットをランダムに選択して、選択したスロットで路側装置 10 にアップリンクメッセージ B S M を送信する送信部 213 と、を有する。

[0062] このようにすることで、無線通信システム 1 は、個々の車載装置 20 が複数のスロットから一つを選択してアップリンクメッセージ B S M を行うので、複数の車載装置が同時にメッセージを送信して衝突が発生することを抑制することができる。また、各車載装置 20 は、空き状態のスロットをスロット番号順に選択するのではなく、ランダムに選択することにより、同時期に路側装置 10 の通信領域 R 1 に進入した他の車載装置 20 と使用するスロットが重複する可能性を低減することができる。

[0063] (2) 第 2 の態様によれば、第 1 の態様に係る無線通信システム 1 において、車載装置 20 の送信部 213 は、スロットを選択後に受信したダウンリンクメッセージ W S A において選択したスロットに自機が登録されていない場合に、他の車載装置 20 に占有されていない他のスロットを新たに選択して、新たに選択したスロットで路側装置 10 にアップリンクメッセージ B S M を送信する。

[0064] このようにすることで、無線通信システム 1 は、車載装置 20 間で同じスロットを選択してしまい、送信したアップリンクメッセージ B S M が衝突した場合であっても、次に受信するダウンリンクメッセージ W S A に基づいて、車載装置 20 側でスロットを占有できなかったことを知ることができる。このとき、車載装置 20 は、新たなスロットを選択しなおしてアップリンク

メッセージBSMの送信をリトライすることにより、メッセージの衝突によりアップリンクメッセージBSMが損失することを抑制することができる。

この結果、隠れ端末問題の発生を抑制することができる。

[0065] (3) 第3の態様によれば、第1または第2の態様に係る無線通信システム1において、路側装置10の更新部112は、車載装置20から一定時間以上アップリンクメッセージBSMの受信がない場合に、当該車載装置20が占有するスロットを空き状態に更新する。

[0066] このようにすることで、無線通信システム1は、車載装置20が路側装置10の通信領域R1から退出したなどの理由によりアップリンクメッセージBSMを受信できなくなった場合には、速やかにこのスロットを他の車載装置20のために開放することができる。

[0067] (4) 第4の態様によれば、無線通信方法は、路側装置10と、車両Vに搭載される車載装置20とを用いた無線通信方法であって、路側装置10が、車載装置20のアップリンクメッセージBSMの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージWSAを定期的に配信するステップと、路側装置10が、車載装置20から受信したアップリンクメッセージBSMに基づいて、スロットの使用状況を更新するステップと、車載装置20が、衛星信号に基づいて基準時刻を定めるステップと、車載装置20が、路側装置10からダウンリンクメッセージWSAを受信するステップと、車載装置20が、ダウンリンクメッセージWSAに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置20に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで路側装置10にアップリンクメッセージBSMを送信するステップと、を有する。

産業上の利用可能性

[0068] 上記態様によれば、路側装置と複数の車載装置との路車間通信において、複数の車載装置が同時にメッセージを送信して衝突が発生することを抑制することができる。

符号の説明

- [0069] 1 無線通信システム
- 1 0 路側装置
 - 1 1 プロセッサ
 - 1 1 1 配信部
 - 1 1 2 更新部
 - 1 2 メモリ
 - 1 3 ストレージ
 - 1 3 スロット
 - 1 4 通信アンテナ
 - 2 0 車載装置
 - 2 0、2 0 A、2 0 B 車載装置
 - 2 1 プロセッサ
 - 2 1 1 時刻設定部
 - 2 1 2 受信部
 - 2 1 3 送信部
 - 2 2 メモリ
 - 2 3 ストレージ
 - 2 4 通信アンテナ
 - 2 5 G N S S 受信部
 - V 車両

請求の範囲

- [請求項1] 路側装置と、車両に搭載される車載装置とを備える無線通信システムであって、
- 前記路側装置は、
- 前記車載装置のアップリンクメッセージの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージを定期的に配信する配信部と、
- 前記車載装置から受信したアップリンクメッセージに基づいて、前記スロットの使用状況を更新する更新部と、
- を有し、
- 前記車載装置は、
- 衛星信号に基づいて基準時刻を定める時刻設定部と、
- 前記路側装置から前記ダウンリンクメッセージを受信する受信部と、
- 、
- 前記ダウンリンクメッセージに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置に占有されていないスロットをランダムに選択して、選択したスロットで前記路側装置にアップリンクメッセージを送信する送信部と、
- を有する、
- 無線通信システム。
- [請求項2] 前記車載装置の送信部は、前記スロットを選択後に受信した前記ダウンリンクメッセージにおいて選択したスロットに自機が登録されていない場合に、他の車載装置に占有されていない他のスロットを新たに選択して、新たに選択したスロットで前記路側装置にアップリンクメッセージを送信する、
- 請求項1に記載の無線通信システム。
- [請求項3] 前記路側装置の更新部は、前記車載装置から一定時間以上アップリンクメッセージの受信がない場合に、当該車載装置が占有するスロット

トを空き状態に更新する、

請求項 1 または 2 に記載の無線通信システム。

[請求項4]

路側装置と、車両に搭載される車載装置とを用いた無線通信方法であって、

前記路側装置が、前記車載装置のアップリンクメッセージの送信周期を所定時間毎に分割した複数のスロットそれぞれの使用状況を含むダウンリンクメッセージを定期的に配信するステップと、

前記路側装置が、前記車載装置から受信したアップリンクメッセージに基づいて、前記スロットの使用状況を更新するステップと、

前記車載装置が、衛星信号に基づいて基準時刻を定めるステップと、

前記車載装置が、前記路側装置から前記ダウンリンクメッセージを受信するステップと、

前記車載装置が、前記ダウンリンクメッセージに含まれるスロットの使用状況に基づいて、他の車載装置に占有されていない一のスロットをランダムに選択して、選択したスロットで前記路側装置にアップリンクメッセージを送信するステップと、

を有する無線通信方法。