

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-68164
(P2019-68164A)

(43) 公開日 平成31年4月25日(2019.4.25)

| | | | | |
|-----------------------------|--|------|-------|-------------|
| (51) Int. Cl. | | F I | | テーマコード (参考) |
| HO4W 28/14 (2009.01) | | HO4W | 28/14 | 5H181 |
| GO8G 1/09 (2006.01) | | GO8G | 1/09 | H 5K067 |
| GO8G 1/16 (2006.01) | | GO8G | 1/16 | D |
| HO4W 4/46 (2018.01) | | HO4W | 4/04 | 113 |

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2017-189617 (P2017-189617)
(22) 出願日 平成29年9月29日 (2017.9.29)

(出願人による申告) 平成28年度、総務省、委託事業「自動走行システムに必要な車車間通信・路車間通信技術の開発」に関する研究開発、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 504133110
国立大学法人電気通信大学
東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1

(74) 代理人 100102864
弁理士 工藤 実

(74) 代理人 100117617
弁理士 中尾 圭策

(74) 代理人 100205350
弁理士 狩野 芳正

(72) 発明者 レ ティエン チエン
東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72) 発明者 安達 宏一
東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

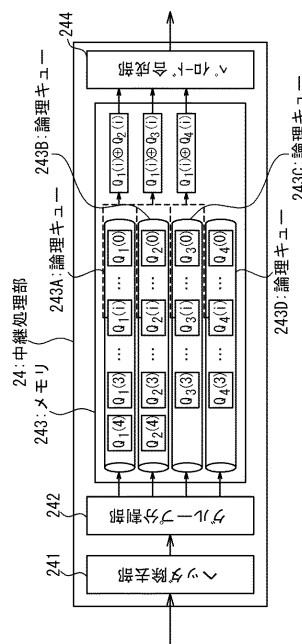
(54) 【発明の名称】 車車間通信システム、移動局、中継器および車車間通信方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 パケット輻輳の問題を改善する車車間通信システムと、これに用いる移動局および中継器と、これらを用いて行われる車車間通信とを提供する。

【解決手段】 複数の移動局から送信される車車間パケットのペイロードを、中継器のメモリ243に設けた複数の論理キュー243A、243B、243C、243Dに分けて格納し、異なる論理キューに格納された2つのペイロードの排他的論理和を中間ペイロードとする。複数の中間ペイロードをペイロード合成部244で繋げて中継ペイロードを生成し、生成した中継ペイロードを含む中継パケットを複数の移動局に向けて送信することで、中継器が移動局の間の車車間通信をする際にパケット輻輳を低減する。

【選択図】 図4C



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに無線通信を行う複数の移動局と、
前記複数の移動局の間で行われる前記無線通信を中継する中継器と
を具備し、
前記複数の移動局のそれぞれは、
前記それぞれの移動局の走行状況を検出して前記走行状況を表す走行情報を生成する車両走行情報生成部と、
前記走行情報をペイロードに含む車車間パケットを生成して外部に送信する送信信号処理部と
を具備し、
前記中継器は、
前記複数の移動局から送信される複数の前記車車間パケットを受信する受信信号処理部と、
複数の論理キューを備え、前記複数の車車間パケットに含まれる複数の前記ペイロードを前記複数の論理キューに格納する中継記憶装置と、
前記複数の論理キューに含まれる 2 つの異なる論理キューにそれぞれ格納された 2 つのペイロードの排他的論理和である中間ペイロードを複数算出し、複数の前記中間ペイロードを合成した中継ペイロードを生成するペイロード合成部と、
前記中継ペイロードを含む中継パケットを前記複数の移動局に向けて送信する送信信号処理部と
を具備する
車車間通信システム。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車車間通信システムにおいて、
前記中継器は、
前記複数の論理キューのうち、受信した前記複数の車車間パケットのそれぞれを格納する先の論理キューを、前記それぞれの車車間パケットに含まれる前記走行情報の内容に応じて決定するグループ分割部
をさらに具備する
車車間通信システム。

30

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車車間通信システムにおいて、
前記グループ分割部は、前記それぞれの車車間パケットを格納する先の前記論理キューを、前記走行情報に含まれる、前記走行情報が生成された移動局の位置情報に応じて決定する
車車間通信システム。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の車車間通信システムにおいて、
前記グループ分割部は、前記それぞれの車車間パケットを格納する先の前記論理キューを、前記走行情報に含まれる、前記走行情報が生成された移動局の速度の大きさに応じて決定する
車車間通信システム。

40

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の車車間通信システムにおいて、
前記中継器は、
前記それぞれの論理キューに格納された複数のペイロードを、前記それぞれの論理キューの内部でソーティングし、
前記ソーティングの基準は、ソーティングされるペイロードに含まれる前記走行情報の内容である

50

車車間通信システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の車車間通信システムにおいて、

前記中継器は、

前記それぞれの論理キューに格納された複数のペイロードを、前記複数のペイロードのそれぞれに含まれる走行情報を生成した前記移動局の位置情報に応じてソーティングする車車間通信システム。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の車車間通信システムにおいて、

前記中継器は、

前記それぞれの論理キューに格納された複数のペイロードを、前記複数のペイロードのそれぞれに含まれる走行情報を生成した前記移動局の速度の大きさに応じてソーティングする

車車間通信システム。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の車車間通信システムにおいて、

前記中継器は、

それぞれに異なる方向の指向性を有する複数のセクタ受信アンテナと、

前記複数のセクタ受信アンテナに含まれる 2 つのセクタ受信アンテナのそれぞれが同一の車車間パケットを受信した場合に、前記同一の車車間パケットのうち 1 つを残して残りを削除する冗長検出部と

をさらに具備する

車車間通信システム。

【請求項 9】

他の移動局との間で互いに無線通信を行い、かつ、中継器による中継を介する前記他の移動局との無線通信も行う移動局であって、

前記移動局の走行状況を検出し、検出した前記走行状況を示す走行情報を生成する車両走行情報生成部と、

前記走行情報をペイロードに含む車車間パケットを無線通信で外部に送信する送信信号処理部と、

前記中継器から中継パケットを受信する受信信号処理部と、

前記走行情報および前記中継パケットを格納する記憶装置とを具備し、

前記受信信号処理部は、さらに他の移動局から送信されるさらに他の車車間パケットを前記さらに他の移動局からの直接的な無線通信でさらに受信し、

前記記憶装置は、前記さらに他の車車間パケットに含まれる前記さらに他の移動局の走行情報をさらに格納し、

前記受信信号処理部は、前記中継器から送信される中継パケットから中間ペイロードを抽出し、前記記憶装置に格納されている走行情報および前記中間ペイロードの排他的論理和を演算して前記他の移動局の走行情報を算出する

移動局。

【請求項 10】

複数の移動局の間で行われる無線通信を中継する中継器であって、

前記複数の移動局から送信される複数の車車間パケットを受信する受信信号処理部と、

複数の論理キューを備え、前記複数の車車間パケットに含まれる複数のペイロードを前記複数の論理キューに格納する中継記憶装置と、

前記複数の論理キューに含まれる 2 つの異なる論理キューにそれぞれ格納された 2 つのペイロードの排他的論理和である中間ペイロードを複数算出して合成した中継ペイロードを生成するペイロード合成部と、

前記中継ペイロードを含む中継パケットを前記複数の移動局に向けて送信する送信信号

10

20

30

40

50

処理部と
を具備する
中継器。

【請求項 1 1】

複数の移動局が、互いに無線通信を行うことと、
中継器が、前記複数の移動局の間で行われる前記無線通信を中継することと
を具備し、
前記互いに無線通信を行うことは、
前記複数の移動局のそれぞれが、前記それぞれの移動局の走行状況を検出することと、
前記それぞれの移動局が、前記走行状況を表す走行情報を生成することと、
前記それぞれの移動局が、前記走行情報をペイロードに含む車車間パケットを生成して
外部に送信することと
を具備し、
前記中継することは、
前記中継器が、前記複数の移動局から送信される複数の前記車車間パケットを受信する
ことと、
複数の論理キューを備える中継記憶装置が、前記複数の車車間パケットに含まれる複数の
前記ペイロードを前記複数の論理キューに格納することと、
前記中継器が、前記複数の論理キューに含まれる 2 つの異なる論理キューにそれぞれ格
納された 2 つのペイロードの排他的論理和である中間ペイロードを算出し、複数の前記中
間ペイロードを合成した中継ペイロードを生成することと、
前記中継器が、前記中継ペイロードを含む中継パケットを前記複数の移動局に向けて送
信することと
を具備する
車車間通信方法。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の車両が相互に無線で通信する車車間通信システムと、それぞれの車両
に搭載されて無線通信を行う車載器としての移動局と、移動局による無線通信を中継する
中継器と、この車車間通信システムを用いて行われる車車間通信方法とに係る。

30

【背景技術】

【0002】

近年の無線通信システムの重要な応用分野として、高度化道路交通システム (Intel
l i g e n t T r a n s p o r t S y s t e m s : I T S) が挙げられる。特に、
自動運転などの運転支援システムにおいては、非常に高い信頼性が要求される。

【0003】

運転支援システムでは、各車両が、自車の走行情報をペイロードに格納した車車間 (V
e h i c l e t o V e h i c l e : V 2 V) パケットを、近傍の車両に、所定の送信
フレーム周期で定期的を送る。車両間でこのように行われる無線通信を、車車間通信と呼
ぶ。ここで、走行情報には、例えば、自車の位置を示す位置情報や、自車の移動速度の大
きさおよび方向などが含まれる。近傍の車両は、受信した車車間パケットから走行情報を
検出すると、検出したデータに基づいて車両制御を行う。ここで、車両制御には、例えば
、衝突回避のための制御などが含まれる。

40

【0004】

車車間通信システムで用いる無線通信方式としては、DSRC (Dedicated
S h o r t R a n g e C o m m u n i c a t i o n s) や、無線 LAN (Local
A r e a N e t w o r k) などが想定されている。これらの中でも、特に、各車両が
分散的に通信制御を行う無線 LAN ベースの技術が、最も現実的である。

50

【 0 0 0 5 】

交差点などでは、自車と同じ道路に存在する車両のみならず、その道路に交差する別の道路に存在する車両についても、その走行情報が必要となる。しかし、交差点の付近に建造物が存在する場合は、この建造物の影響によって、車両同士の無線通信を行えない可能性がある。下記の非特許文献1 (Performance Analysis of ITS V2V Broadcast Communication Using CSM A/CA and a Roadside Relay Station at Intersections) には、交差点の付近に配置した中継器で車車間通信を中継する技術に係る記載が開示されている。非特許文献1によれば、近隣に存在する建造物等の影響で、車両に搭載された車載器同士の直接的な無線通信が出来ない交差点でも、中継器が送信側移動局としての車載器から受信した車車間パケットを、中継パケットとして再生し、受信側移動局としての車載器に転送する中継動作を行うことで、走行情報を車両間で間接的にやり取りすることが可能となる。

10

【 0 0 0 6 】

一般的に、中継器は、中継範囲内にある移動局から届く全ての車車間パケットについて、そのペイロードの再生中継を行う。すると、中継範囲内を走行する車両の数が増加した場合に、中継すべき車車間パケットの数も増加する。また、車両が交差点を短時間で通過してしまうことを考慮すると、中継器および車載器の間で通信出来る機会は限られている。その結果、送信フレーム周期内で送信先の車載器への転送が成功しないままタイムアウトを迎えた中継パケットが破棄される、という問題が発生する。このような問題は、パケット輻輳と呼ばれる。

20

【 0 0 0 7 】

パケット輻輳の問題を解決するために、中継器においてパケットのネットワーク符号化 (Network Coding : NC) を用いる技術に係る記載が、下記の非特許文献4 (An investigation of network coding relay in its V2V communication at intersections) が開示されている。非特許文献4によれば、2つの走行情報をそれぞれに含む2つのペイロードをペアリングして両者の排他的論理和を算出することで、2つの走行情報を、本来なら1つの走行情報に対応する長さを有するデータブロックに符号化することが出来る。このデータブロックをペイロードに含む中継パケットを生成して、受信側の移動局に向けて送信することで、転送時のデータ量を削減出来る。受信側移動局が、中継パケットに含まれる排他的論理和の元となる2つの走行情報のうち、一方が既知であれば、他方の走行情報は、中継パケットのペイロードであるデータブロックと、既知である方の走行情報との排他的論理和を算出することによって得ることが出来る。

30

【 0 0 0 8 】

受信側移動局としての車載器が、中継パケットのペイロードから、元の2つの走行情報を含むペイロードのペアを正しく復号するためには、このペアのうちの1つのペイロードを、直接的な車車間通信によって送信側移動局から受信する必要がある。しかし、市街地の交差点における電波通信環境に注目すると、高層建造物等が電波障害物として作用してしまい、交差する2本の道路を走行する車両の間では直接的な車車間通信を行うことが出来ない場合がある。このような場合は、ネットワーク符号化された中継パケットを復号化するために必要なペイロードの受信が行えず、したがって中継パケットのペイロードを復合できず、結果的に中継器による車車間通信の中継効果が低下してしまう可能性が有る。

40

【 0 0 0 9 】

そこで、非特許文献4では、交差する2本の道路のうち、第1の道路を走行する第1の移動局から第1のペイロードを受信し、第2の道路を走行する第2の移動局から第2のペイロードを受信し、これら2つのペイロードをペアリングしてネットワーク符号化する方法が提案されている。受信局としての移動局は、もし第1の道路にいれば、同じ第1の道路から送信されるペイロードについてはこれを受信できる可能性が高く、したがって中継パケットのペイロードを正しく復号できる確率が高くなる。

50

【0010】

しかし、たとえ受信側移動局としての車載器を搭載する車両が、送信側移動局としての車載器を搭載する車両と同じ道路にあったとしても、距離による無線信号強度の減衰や、空いていると誤検知したチャンネルで信号を送信してそのチャンネルを利用していた無線通信に影響を与えてしまう隠れ端末の影響により、受信側の車載器は、ペアリングされた2つのペイロードのどちらをも直接的な車車間通信で受信できない場合がある。このような場合、中継効果が低下する。

【0011】

このように、非特許文献4で提案されている方法では、1回の送信機会に2つの走行情報を転送中継することで、中継すべきパケットの数が半分になり、輻輳問題が軽減されるものの、従来の個別中継法と比較して、その改善効果は限定的である。

10

【0012】

パケット輻輳問題を別のアプローチから解決する方法が、下記の非特許文献2 (Efficient Packet Relay Scheme with Payload Combining for ITS V2V Communications) で提案されている。非特許文献2では、車車間通信に係る規格の1つであるIEEE 802.11pで要求されている条件を満たしつつ、1つの中継パケットに最大で14個のペイロードを格納することで、複数の走行情報を1度の送信機会の中継することができる。このような中継方法を、ペイロード合成中継法 (PCRL: Packet Payload Combining Relay) と呼ぶ。

20

【0013】

また、車車間通信にまつわる別の問題として、異なる道路上に存在するために互いの存在を認知できない、いわゆる「隠れ端末問題」によって、中継器でパケット衝突が発生するという問題がある。下記の非特許文献3 (Reliable Inter-Vehicle Broadcast Communication with Sectorized Roadside Relay Station) では、指向性を有するセクタアンテナを中継器に導入するセクタ化受信中継法が提案されている。この方法では、交差する2本の道路をそれぞれ走行する2台の車両からそれぞれ送信される2つの信号を、指向性が異なる2つのセクタアンテナで受信することにより、中継器におけるパケット受信成功率を改善することが出来る。その結果、宛先車両へのパケット配信成功率を向上することが可能となる。

30

【0014】

非特許文献3が提案する方法では、セクタアンテナを導入することにより、中継器における受信成功率は向上するものの、中継すべきペイロードの数が増加し、輻輳が増加するという問題がある。

【0015】

上記に関連して、特許文献1 (特開2009-009486号公報) には、無線通信装置に係る発明が開示されている。この無線通信装置は、無線通信により車両間でデータの授受を行う車車間通信システムにおいて、各車両に搭載される。この無線通信装置は、検出手段と、データ送出手段と、データ受信手段と、処理実行手段と、優先度設定手段とを備える。ここで、検出手段は、自車の車両状態を検出する。データ送出手段は、検出手段の検出結果に基づき、自車の車両データとして、自車の車両状態を表す車両データを、無線にて外部空間に送出する。データ受信手段は、他車の無線通信装置から無線にて送出された他車の車両データを受信する。処理実行手段は、データ受信手段が受信した車両データ毎に、車両データを用いた所定の処理を実行する。優先度設定手段は、データ受信手段が受信した車両データに対し、車両データ毎に、優先度を設定する。処理実行手段は、優先度設定手段により設定された優先度の高い車両データから順に、所定の処理を実行する構成にされている。

40

【0016】

また、特許文献2 (特開2009-188585号公報) には、移動体通信方法に係る

50

記載が開示されている。この移動体通信方法は、移動体におけるデータの通信方法である。この移動体通信方法では、送信データを複数パケットに分割して、この複数パケットの中から任意に選択された任意個数のパケットの排他的論理和から成る組合パケットを複数生成して、この組合パケットにこの組合パケットを構成するパケットの識別子を付与して、誤り訂正符号又は誤り検出符号を用いて符号化した複数の符号化パケットを、異なる複数の通信媒体に分散させて送信する。また、この移動体通信方法では、異なる複数の通信媒体を介して、この送信された複数の符号化パケットを受信し、誤り訂正復号又は誤り検出符号により組合パケットを復号し、誤りなく受信された組合パケットのみを用いて、送信時の各パケットに復調する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】特開2009-009486号公報

【特許文献2】特開2009-188585号公報

【非特許文献】

【0018】

【非特許文献1】H. Cheng and Y. Yamao著、「Performance Analysis of ITS V2V Broadcast Communication Using CSMA/CA and a Roadside Relay Station at Intersections」、J. of Inform. Process., Vol. 21, no. 1, pp. 1-9, 2013年1月15日

【非特許文献2】L. T. Trien, et al.著、「Efficient Packet Relay Scheme with Payload Combining for ITS V2V Communications」、Proc. IEEE WiVEC, Dresden, Germany, 2013年6月2~3日

【非特許文献3】H. Cheng and Y. Yamao著、「Reliable Inter-Vehicle Broadcast Communication with Sectorized Roadside Relay Station」、Proc. IEEE VTC2013-Spring, Dresden, Germany, 2013年6月2~5日

【非特許文献4】L. T. Trien and Y. Yamao著、「An investigation of network coding relay in its V2V communication at intersections」、Proc. IEEE IC-NIDC, Beijing, China, 2014年9月19~21日

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

本発明の目的は、パケット輻輳の問題を改善する車車間通信システムと、これに用いる移動局および中継器と、これらを用いて行われる車車間通信とを提供することである。その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0020】

以下に、（発明を実施するための形態）で使用される番号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号は、（特許請求の範囲）の記載と（発明を実施するための形態）との対応関係を明らかにするために付加されたものである。ただし、それらの番号を、（特許請求の範囲）に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0021】

10

20

30

40

50

一実施の形態によれば、複数の移動局（3 A、3 B）から送信される車車間パケットのペイロードを、中継器（2）のメモリ（2 4 3）に設けた複数の論理キュー（2 4 3 A、2 4 3 B）に分けて格納し、異なる論理キュー（2 4 3 A、2 4 3 B）に格納された2つのペイロードの排他的論理和を中間ペイロードとし、複数の中間ペイロードを繋げた中継ペイロードを含む中継パケットを複数の移動局（3 A、3 B）に向けて送信する。

【発明の効果】

【0022】

前記一実施の形態によれば、中継器が移動局の間の車車間通信をする際にパケット輻輳を低減することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、一実施形態による車車間通信システムを使用できる通信環境の一例を示す俯瞰図である。

【図2 A】図2 Aは、一実施形態による車車間通信システムの一構成例を示す図である。

【図2 B】図2 Bは、コンピュータの一構成例を示すブロック回路図である。

【図3】図3は、一実施形態による移動局としての車載器の一構成例を示すブロック回路図である。

【図4 A】図4 Aは、一実施形態による中継器の一構成例を示すブロック回路図である。

【図4 B】図4 Bは、非特許文献2の中継器に含まれる中継処理部の構成を示すブロック回路図である。

【図4 C】図4 Cは、一実施形態による中継器の中継処理部のうち、特にメモリの構成例を示すブロック回路図である。

【図4 D】図4 Dは、一実施形態による中継ペイロードの一構成例を示すメモリ図である。

【図5】図5は、一実施形態による移動局としての車載器の動作の一構成例を示すフローチャートである。

【図6】図6は、一実施形態による中継器の動作の一構成例を示すフローチャートである。

【図7】図7は、一実施形態による中継器の一構成例を示すブロック回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

添付図面を参照して、本発明による車車間通信システム、車載器、中継器および車車間通信方法を実施するための形態を以下に説明する。

【0025】

（第1実施形態）

本実施形態では、中継器が受信したパケットを再生中継するまでに格納するメモリに、複数の論理キューを設ける。中継器は、送信側の移動局としての車両から受信したパケットのペイロードを、それぞれ、その内容に応じていずれかの論理キューに振り分けて格納する。中継器が、異なる論理キューに格納された2つのペイロードの排他的論理和を算出し、算出された排他的論理和を含む中継パケットを受信側の移動局としての車両に向けて送信する。こうすることでパケット輻輳の問題が改善することを、以下に説明する。

【0026】

なお、本実施形態では、中継器および車載器が、通信方式としてCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance）を用いる通信装置を備えている前提で以下の説明を行う。ただし、この通信方式はあくまでも一例であって、他の通信方式の利用を除外しない。

【0027】

図1は、一実施形態による車車間通信システム1を使用できる通信環境の一例を示す俯瞰図である。図1の通信環境には、2本の道路が交差する交差点およびその周辺が含まれている。この通信環境を、より厳密に、4本の道路11 A～11 Dと、狭義の交差点12

の集合として定義する。すなわち、図 1 に向かって左右方向に延びる第 1 の道路を、道路 1 1 A、交差点 1 2 および道路 1 1 C に分けて考える。同様に、図 1 に向かって上下方向に延びる第 2 の道路を、道路 1 1 B、交差点 1 2 および道路 1 1 D に分けて考える。さらに言い換えれば、第 1 の道路および第 2 の道路は、交差点 1 2 で交差し、また、交差点 1 2 を共有している。以下、道路を区別する必要が無い場合に、単に道路 1 1 と表記する場合がある。

【 0 0 2 8 】

図 1 の道路 1 1 A を、車両 1 3 A が走行している。同様に、道路 1 1 B を車両 1 3 B が走行しており、道路 1 1 C を車両 1 3 C が走行している。以下、車両を区別する必要が無い場合に、単に車両 1 3 と表記する場合がある。図 1 では図示を省略しているが、道路 1 1 A ~ 1 1 D および交差点 1 2 には、さらに多くの車両 1 3 が同時に走行していても良いし、駐停車している車両 1 3 があっても良い。

10

【 0 0 2 9 】

図 1 の交差点 1 2 には、中継器 2 が設置されている。なお、実際には、中継器 2 は車両の走行を遮らない場所に設置されることが好ましい。例えば、中継器 2 は交差点 1 2 に設けられた信号機に一体化して設けても良い。いずれの場合も、中継器 2 は、道路 1 1 上にある車両 1 3 との間で直接的な無線通信が行える位置に配置されていることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

図 1 の交差点 1 2 の周囲には、建造物 1 4 A ~ 1 4 D がある。これらの建造物のうち、道路 1 1 A および道路 1 1 B に接するように配置されているものを建造物 1 4 A と呼ぶ。同様に、道路 1 1 B および道路 1 1 C に接するように配置されている建造物を建造物 1 4 B と呼び、道路 1 1 C および道路 1 1 D に接するように配置されている建造物を建造物 1 4 C と呼び、道路 1 1 D および道路 1 1 A に接するように配置されている建造物を建造物 1 4 D と呼ぶ。以下、建造物を区別する必要が無い場合に、単に建造物 1 4 と表記する場合がある。

20

【 0 0 3 1 】

建造物 1 4 は、無線通信において遮蔽物として作用する場合がある。例えば、道路 1 1 C を走行する車両 1 3 C が、道路 1 1 B を走行する車両 1 3 B に向けて、無線信号 1 5 A を送信しても、建造物 1 4 B に遮られて、車両 1 3 B は無線信号 1 5 A を正しく受信できない場合がある。

30

【 0 0 3 2 】

このような場合において、中継器 2 は、車両 1 3 C から送信された無線信号 1 5 B を受信することが出来る。また中継器 2 が、無線信号 1 5 B のペイロードに含まれる情報を含む無線信号 1 5 C を生成して車両 1 3 B に向けて送信すれば、車両 1 3 B が無線信号 1 5 C を受信することが出来る。こうすることで、中継器 2 は、建造物 1 4 B によって遮られる無線通信を、車両 1 3 C および車両 1 3 B の間で中継することが出来る。

【 0 0 3 3 】

また、中継器 2 は、無線信号 1 5 C をブロードキャスト通信で送信することにより、道路 1 1 A に位置する車両 1 3 A も、無線信号 1 5 C の内容を受信することが出来る。ただし、図 1 では区別のために、中継器 2 から車両 1 3 A に届く無線信号を無線信号 1 5 D と表記している。

40

【 0 0 3 4 】

以下、無線信号を区別する必要が無い場合に、単に無線信号 1 5 と表記する場合がある。

【 0 0 3 5 】

図 2 A は、一実施形態による車車間通信システム 1 の一構成例を示す図である。図 2 A の車車間通信システム 1 は、移動局としての車載器 3 A ~ 3 C と、中継器 2 とを備える。車載器 3 A は、車両 1 3 A に搭載されている。同様に、車載器 3 B は車両 1 3 B に搭載されており、車載器 3 C は車両 1 3 C に搭載されている。以下、車載器を区別する必要が無い場合に、単に車載器 3 と表記する場合がある。

50

【 0 0 3 6 】

図 2 A では図示を省略しているが、車車間通信システム 1 はさらに多くの車載器 3 を含んでいても良い。ただし、これらの車載器 3 は、それぞれ、車両 1 3 に搭載されていることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

中継器 2 および車載器 3 のそれぞれは、その全体または一部が、所定のプログラムを実行して動作するコンピュータとして構成されても良い。図 2 B は、コンピュータ 4 の一構成例を示すブロック回路図である。図 2 B のコンピュータ 4 は、バス 4 1 と、入出力インタフェース 4 2 と、演算装置 4 3 と、記憶装置 4 4 と、外部記憶装置 4 5 と、センサ装置 4 6 とを備える。

10

【 0 0 3 8 】

バス 4 1 は、入出力インタフェース 4 2、演算装置 4 3、記憶装置 4 4、外部記憶装置 4 5 およびセンサ装置 4 6 のそれぞれと、電氣的に通信可能に接続されている。また、外部記憶装置 4 5 は、記録媒体 4 5 1 との間で着脱自在に接続されている。なお、外部記憶装置 4 5 は、接続中の記録媒体 4 5 1 との間で、データの読み書きが可能である。

【 0 0 3 9 】

演算装置 4 3 は、記憶装置 4 4 に格納されているプログラムを実行することで所定の動作を行う。演算装置 4 3 が行う動作には、例えば、入出力インタフェース 4 2 を介する外部との通信、記憶装置 4 4 に格納されているデータの読み出し、読み出したデータを用いた演算、演算結果の記憶装置 4 4 への格納、外部記憶装置 4 5 を介する記録媒体 4 5 1 からのデータの読み出しおよび書き込み、などが含まれる。

20

【 0 0 4 0 】

センサ装置 4 6 は、コンピュータ 4 の内部または外部の状態を電気信号に変換する。センサ装置 4 6 は、より具体的には、GPS (Global Positioning System : 全地球測位システム) 装置や、速度計などを備えていても良い。

【 0 0 4 1 】

センサ装置 4 6 が生成する電気信号は、プログラムを実行して動作する演算装置 4 3 によって読み出されても良いし、記憶装置 4 4 または記録媒体 4 5 1 に書き込まれても良い。

【 0 0 4 2 】

なお、センサ装置 4 6 が不要である場合には、コンピュータ 4 からセンサ装置 4 6 を省略しても良い。

30

【 0 0 4 3 】

図 3 は、一実施形態による移動局としての車載器 3 の一構成例を示すブロック回路図である。車載器 3 は、図 2 B で説明したコンピュータ 4 として構成されても良いが、図 3 に示すブロック回路図のように構成されても良い。言い換えれば、車載器 3 は、物理的な構成としては図 2 B のように表すことが出来る一方で、機能ブロック的な構成としては図 3 のように表すことも出来る。

【 0 0 4 4 】

図 3 の車載器 3 の構成要素について説明する。図 3 の車載器 3 は、車両走行情報生成部 3 1 と、メモリ 3 2 と、送信信号処理部 3 3 と、送受信アンテナ 3 4 と、受信信号処理部 3 5 と、出力部 3 6 とを備える。

40

【 0 0 4 5 】

図 3 の車載器 3 の構成要素の接続関係について説明する。車両走行情報生成部 3 1 の第 1 出力には、メモリ 3 2 が接続されている。車両走行情報生成部 3 1 の第 2 出力には、送信信号処理部 3 3 が接続されている。送信信号処理部 3 3 の出力には、送受信アンテナ 3 4 が接続されている。送受信アンテナの出力には、受信信号処理部 3 5 が接続されている。受信信号処理部 3 5 の第 1 出力には、メモリ 3 2 が接続されている。受信信号処理部 3 5 の第 2 出力には、出力部 3 6 が接続されている。

【 0 0 4 6 】

50

図3の車載器3の構成要素の動作について説明する。

【0047】

車両走行情報生成部31は、車載器3が搭載されている送信側移動局としての車両13の走行状況を検出し、この走行状況を表す走行情報信号を生成する。ここで、走行情報信号には、車両13の位置や、車両13が走行する方向や、車両13が走行する速度の大きさなどが含まれることが好ましい。車両13の位置は、例えば、GPS装置で検出することが可能である。車両13が走行する方向は、速度計などで検出することが可能である。また、車両13が走行する速度の大きさも、速度計などで検出することが可能である。生成された走行情報信号は、一方ではメモリ32に格納され、他方では送信信号処理部33に向けて送信される。

10

【0048】

メモリ32は、車両走行情報生成部31から走行情報信号を受信して格納する。また、後述するように、メモリ32は、受信信号処理部35から車車間パケットまたは中継パケットに含まれる走行情報信号を受信して格納する。メモリ32に格納されている情報は、受信信号処理部35からの読み出しが可能である。

【0049】

送信信号処理部33は、車両走行情報生成部31から走行情報信号を受信して、ペイロードに走行情報を含む車車間パケットを生成する。なお、所定のフォーマットで表現された走行情報を含むペイロードの長さは、100バイト程度であっても良い。車車間パケットは、ペイロードの他に、ヘッダを含む。

20

【0050】

送受信アンテナ34は、送信信号処理部から車車間パケットを受信して無線送信で外部空間に送信する。厳密には、電子データとしての車車間パケットを、無線通信によって外部空間に送信するためには、所定のプロトコルに則った電気信号に変換する必要がある。この変換を行う回路は、送信信号処理部33に含まれていても良いし、送受信アンテナ34に含まれていても良い。いずれの場合も、このような変換は公知技術であるので、ここではその詳細な説明を省略する。

【0051】

送受信アンテナ34は、さらに、他の車載器3から送信される車車間パケットおよび中継器2から送信される中継パケットを、無線信号として受信する。ここで受信される無線信号は、中継パケットの内容を所定のプロトコルに則った電気信号であって、厳密には、送信時と同様に、この電気信号を、電子データとしての中継パケットに変換する必要がある。この変換を行う回路は、送受信アンテナ34に含まれていても良いし、受信信号処理部35に含まれていても良い。いずれの場合も、このような変換は公知技術であるので、ここではその詳細な説明を省略する。

30

【0052】

受信信号処理部35は、受信した車車間パケットおよび中継パケットを、必要に応じて復号する。ここで、復号には、2つの意味が含まれる。すなわち、第1の意味としての復号では、車車間パケットおよび中継パケットのうち、ペイロードに含まれる走行情報を取り出す処理が行われる。また、第2の意味としての復号では、中継パケットのペイロードが、2つのペイロードの排他的論理和であり、かつ、そのうち一方のペイロードがメモリ32に格納されている場合に、排他的論理和の演算によって他方のペイロードを算出する処理が行われる。復号によって得られた他の車両13の走行情報は、一方ではメモリ32に格納され、他方では出力部36に向けて送信される。

40

【0053】

出力部36は、他の車両13の走行情報を、車両13の制御システムに提供する。このとき、出力部36は、メモリ32に格納されている走行情報を総合的に制御システムに提供しても良い。その意味で、図3には、メモリ32および出力部36を直接的に結ぶ線を追加しても良い。

【0054】

50

図 4 A は、一実施形態による中継器 2 の一構成例を示すブロック回路図である。中継器 2 は、図 2 B で説明したコンピュータ 4 として構成されても良いが、図 4 A に示すブロック回路図のように構成されても良い。言い換えれば、中継器 2 は、物理的な構成としては図 2 B のように表すことが出来る一方で、機能ブロック的な構成としては図 4 A のように表すことも出来る。

【 0 0 5 5 】

図 4 A の中継器 2 の構成要素について説明する。図 4 A の中継器 2 は、受信アンテナ 2 1 と、受信信号処理部 2 2 と、中継処理部 2 4 と、送信信号処理部 2 5 と、送信アンテナ 2 6 とを備える。

【 0 0 5 6 】

中継処理部 2 4 は、ヘッダ除去部 2 4 1 と、グループ分割部 2 4 2 と、メモリ 2 4 3 と、ペイロード合成部 2 4 4 とを備える。メモリ 2 4 3 は、複数の論理キューを備えるが、その詳細については後述する。

【 0 0 5 7 】

図 4 A の中継器 2 の構成要素の接続関係について説明する。受信アンテナ 2 1 の出力には、受信信号処理部 2 2 が接続されている。受信信号処理部 2 2 の出力には、中継処理部 2 4 が接続されている。中継処理部 2 4 の出力には、送信信号処理部 2 5 が接続されている。送信信号処理部 2 5 の出力には、送信アンテナ 2 6 が接続されている。

【 0 0 5 8 】

中継処理部 2 4 の構成要素の接続関係について説明する。受信信号処理部 2 2 の出力は、ヘッダ除去部 2 4 1 に接続されている。ヘッダ除去部 2 4 1 の出力は、グループ分割部 2 4 2 に接続されている。グループ分割部 2 4 2 の出力は、メモリ 2 4 3 に接続されている。メモリ 2 4 3 の出力は、ペイロード合成部 2 4 4 に接続されている。ペイロード合成部 2 4 4 の出力は、送信信号処理部 2 5 に接続されている。

【 0 0 5 9 】

図 4 A の中継器 2 の構成要素の動作について説明する。

【 0 0 6 0 】

受信アンテナ 2 1 は、車両 1 3 から送信される車車間パケットを、無線信号として受信し、電気信号として後段に出力する。ここで出力される電気信号は、車車間パケットの内容を所定のプロトコルに則って表している。受信アンテナ 2 1 は、この電気信号を、後段の受信信号処理部 2 2 に向けて出力する。なお、受信アンテナ 2 1 は、あらゆる方向に存在する車両 1 3 から送信される車車間パケットを受信できるように、無指向性のアンテナであることが好ましい。

【 0 0 6 1 】

受信信号処理部 2 2 は、受信アンテナ 2 1 から入力する電気信号を、車車間パケットを所定のフォーマットに則って表す電気信号に変換して、中継処理部 2 4 に向けて出力する。

【 0 0 6 2 】

中継処理部 2 4 は、受信した複数の車車間パケットの内容を含む 1 つの中継ペイロードを生成して、後段の送信信号処理部 2 5 へ出力する。

【 0 0 6 3 】

送信信号処理部 2 5 は、中継ペイロードに対応する中継ヘッダを生成し、これらの中継ヘッダおよび中継ペイロードをつなげて中継パケットを生成する。さらに、電子データとしての中継パケットを、所定の通信プロトコルに則った電気信号に変換して、後段の送信アンテナ 2 6 へ出力する。この通信プロトコルは、無線 LAN によるブロードキャスト通信のプロトコルであっても良い。

【 0 0 6 4 】

送信アンテナ 2 6 は、中継パケットを表す電気信号を無線信号に変換して外部に向けて送信する。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

中継処理部 2 4 の構成要素の動作について説明する。

【 0 0 6 6 】

ヘッダ除去部 2 4 1 は、入力した車車間パケットのヘッダを除去し、残るペイロードを後段のグループ分割部 2 4 2 に出力する。

【 0 0 6 7 】

グループ分割部 2 4 2 は、入力したペイロードに含まれる走行情報の内容を読み取り、読み取った走行状態に応じて、メモリ 2 4 3 に含まれる複数の論理キューのいずれかを選択し、その論理キューに向けてペイロードを出力する。

【 0 0 6 8 】

メモリ 2 4 3 は、複数の論理キューのそれぞれに、前段のグループ分割部 2 4 2 から入力したペイロードを格納する。

10

【 0 0 6 9 】

ペイロード合成部 2 4 4 は、メモリの複数の論理キューから複数のペイロードを読み出し、読み出した複数のペイロードを含む 1 つの中継ペイロードを生成し、生成した中継ペイロードを後段の送信信号処理部 2 5 に出力する。

【 0 0 7 0 】

メモリ 2 4 3 に含まれる複数の論理キューの使い方について説明する。本実施形態のより良い理解のために、比較対象として、非特許文献 2 について説明する。

【 0 0 7 1 】

図 4 B は、非特許文献 2 の中継器 2 に含まれる中継処理部 2 4 の構成を示すブロック回路図である。図 4 B の中継処理部 2 4 は、ヘッダ除去部 2 4 1 と、メモリ 2 4 3 と、ペイロード合成部 2 4 4 とを備えている。メモリ 2 4 3 は、論理キュー 2 4 3 0 を備えている。論理キュー 2 4 3 0 には、複数のペイロード $Q(0)$ 、 $Q(1)$ 、 \dots 、 $Q(k-1)$ が格納されている。ここで、「 k 」は任意の正整数である。また、括弧の中の整数は、格納された順番を示しており、「 (0) 」は最初に格納されたことを示している。なお、図 4 B のメモリ 2 4 3 には、論理キュー 2 4 3 0 が 1 つしかないのので、図 4 A の中継処理部 2 4 の場合とは異なり、図 4 B の中継処理部 2 4 は、グループ分割部 2 4 2 を備えていない。

20

【 0 0 7 2 】

図 4 B の中継処理部 2 4 は、前段から入力する車車間パケットのうち、ヘッダ除去部 2 4 1 がヘッダを除去して残るペイロードを、入力した順番に、メモリ 2 4 3 の論理キュー 2 4 3 0 に格納する。論理キュー 2 4 3 0 に格納されたペイロードの数が所定の閾値に達すると、ペイロード合成部 2 4 4 はこの閾値のペイロードを連結した中継ペイロードを生成する。この中継ペイロードは、閾値の数だけの走行情報を含んでいる。

30

【 0 0 7 3 】

非特許文献 2 では、中継処理部 2 4 がこのように動作することによって、1 つの走行情報だけを含む 1 つのペイロードおよび 1 つのヘッダを含む中継ペイロードを中継する場合と比較して、パケット輻輳を減少させることが出来る。このような効果が得られる理由としては、ペイロードの長さが 1 0 0 バイト程度であって、ヘッダの長さに対して比較的短いことにも挙げられる。

40

【 0 0 7 4 】

本実施形態では、非特許文献 2 の技術を発展させたことによって、パケット輻輳をさらに減少させることが出来ることを、以下に説明する。

【 0 0 7 5 】

図 4 C は、一実施形態による中継器 2 の中継処理部 2 4 のうち、特にメモリ 2 4 3 の一構成例を示すブロック回路図である。図 4 C の中継処理部 2 4 は、図 4 A で説明したとおり、ヘッダ除去部 2 4 1、グループ分割部 2 4 2、メモリ 2 4 3 およびペイロード合成部 2 4 4 を備えている。ここでは、メモリ 2 4 3 の構成に注目して説明する。

【 0 0 7 6 】

メモリ 2 4 3 は、第 1 の論理キュー 2 4 3 A ~ 第 4 の論理キュー 2 4 3 D を備えている

50

。以降、論理キューを区別する必要が無い場合には、単に論理キュー 2 4 3 i と記す場合がある。なお、図 4 C ではメモリ 2 4 3 が備える論理キューの総数が 4 であるが、これはあくまでも一例にすぎず、この総数として他の値が除外されない。

【 0 0 7 7 】

第 1 の論理キュー 2 4 3 A には、複数のペイロード $Q 1 (0)$ 、 $Q 1 (i)$ 、 $Q 1 (3)$ および $Q 1 (4)$ が格納されている。同様に、第 2 の論理キュー 2 4 3 B には、複数のペイロード $Q 2 (0)$ 、 $Q 2 (i)$ 、 $Q 2 (3)$ および $Q 2 (4)$ が格納されている。第 3 の論理キュー 2 4 3 C には、複数のペイロード $Q 3 (0)$ 、 $Q 3 (i)$ 、 $Q 3 (3)$ が格納されている。第 4 の論理キュー 2 4 3 D には、複数のペイロード $Q 4 (0)$ 、 $Q 4 (i)$ 、 $Q 4 (3)$ が格納されている。ここで、「Q」の直後の整数は、論理キューの番号を示している。

10

【 0 0 7 8 】

グループ分割部 2 4 2 が、入力した複数のペイロードをどの論理キュー 2 4 3 i に格納するかを選択する方法の一例について説明する。この選択は、入力したペイロードの内容、すなわち走行情報に応じて決定される。

【 0 0 7 9 】

選択の基準としては、例えば、車両 1 3 が位置する道路が利用可能である。この場合、走行情報には、車両 1 3 の位置情報が含まれていることが好ましい。この位置情報と、予め用意されている地図情報とを用いることで、図 1 に示した道路 1 1 A ~ 1 1 D のいずれに車両 1 3 が位置しているかを判定することが出来る。この地図情報には、道路 1 1 A ~ 1 1 D のそれぞれについて、含まれる領域を緯度および経度で定義しておいても良い。また、この地図情報はメモリ 2 4 3 に格納してあっても良いし、中継器 2 から読み出し可能な他のストレージに格納されていても良い。こうすることで、車両 1 3 が位置する道路 1 1 に応じて、そのペイロードを格納する論理キュー 2 4 3 i を選択することが可能である。このような場合は、例えば、道路 1 1 A に位置する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードを、第 1 の論理キュー 2 4 3 A に格納する。同様に、道路 1 1 B ~ 1 1 D に位置する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードは、それぞれ、第 2 の論理キュー 2 4 3 B ~ 第 4 の論理キュー 2 4 3 D に格納する。

20

【 0 0 8 0 】

選択の基準としては、例えば、車両 1 3 の中継器 2 からの距離が利用可能である。中継器 2 の位置情報を予めメモリ 2 4 3 または中継器 2 から読み出し可能なストレージなどに格納しておくことで、走行情報に含まれている車両 1 3 の位置情報から、両者の間の距離が算出可能である。さらに、距離の閾値を 3 つ定義し、距離の範囲を、第 1 閾値未満の第 1 範囲、第 1 閾値以上第 2 閾値未満の第 2 範囲、第 2 閾値以上第 3 閾値未満の第 3 範囲、第 3 閾値以上の第 4 範囲を定義する。こうすることで、中継器 2 との間の距離に応じて、その車両 1 3 から受信したペイロードを格納する論理キューを選択することが出来る。すなわち、第 1 範囲に位置する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードを、第 1 の論理キュー 2 4 3 A に格納する。同様に、第 2 範囲 ~ 第 3 範囲に位置する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードは、それぞれ、第 2 の論理キュー 2 4 3 B ~ 第 4 の論理キュー 2 4 3 D に格納する。

30

40

【 0 0 8 1 】

選択の基準としては、例えば、車両 1 3 が走行する速度の大きさが利用可能である。この場合、走行情報には、車両 1 3 の速度情報が含まれていることが好ましい。速度の閾値を 3 つ定義し、速度の範囲を、第 1 閾値未満の第 1 範囲、第 1 閾値以上第 2 閾値未満の第 2 範囲、第 2 閾値以上第 3 閾値未満の第 3 範囲、第 3 閾値以上の第 4 範囲を定義する。こうすることで、第 1 範囲に含まれる速度で走行する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードを、第 1 論理キュー 2 4 3 A に格納する。同様に、第 2 範囲 ~ 第 3 範囲に含まれる速度で走行する車両 1 3 から受信した車車間パケットのペイロードは、それぞれ、第 2 の論理キュー 2 4 3 B ~ 第 4 の論理キュー 2 4 3 D に格納する。

【 0 0 8 2 】

50

選択の基準としては、その他、車両 13 の ID 番号、車種、重量など、走行情報に含められる情報であれば何を利用して良い。

【0083】

中継ペイロードを生成する方法について説明する。本実施形態では、異なる論理キュー 243i に格納されている 2 つのペイロードの排他的論理和を算出して 1 つの中間ペイロードを生成する。ここでは、排他的論理和を算出する 2 つのペイロードを選択する際に、各論理キュー 243i に格納された順番が同じペイロードを用いる場合について説明する。図 4C の例では、4 つの論理キュー 243A ~ 243D から、順番 i のペイロード Q1(i)、Q2(i)、Q3(i) および Q4(i) の排他的論理和を算出する。これら 4 つのペイロードからは最大で 6 種類の排他的論理和が算出可能であるが、本実施形態では、そのうち 3 つだけを算出する。すなわち、算出する排他的論理和の総数は、論理キュー 243i の総数 k より 1 つ少ない。また、k - 1 個の排他的論理和の算出に用いられる $2 \times (k - 1)$ 個のペイロードは、各論理キュー 243i から少なくとも 1 つずつ選出することが好ましい。

10

【0084】

図 4C の例では、以下の 3 つの排他的論理和が算出される。第 1 の排他的論理和は、 $Q1(i) \text{ XOR } Q2(i)$ である。第 2 の排他的論理和は、 $Q1(i) \text{ XOR } Q3(i)$ である。第 3 の排他的論理和は、 $Q1(i) \text{ XOR } Q4(i)$ である。ここで、「XOR」は、排他的論理和を示す記号である。また、図 4C に描かれた、円の中のプラス記号も、排他的論理和を示す記号である。

20

【0085】

ペイロード合成部 244 は、上記 3 つの排他的論理和をつなげた中継ペイロードを生成し、さらに、この中継ペイロードに対応する中継ヘッダを生成し、これらの中継ヘッダおよび中継ペイロードを含む中継パケットを生成する。

【0086】

中継パケットは、IEEE 802.11p の規格にしたがい、最大で 14 個のペイロードを含むことが出来る。すると、中継パケットに対する中継ヘッダの割合を最小化する観点から、1 つの中継パケットにはなるべく多くのペイロードを含めることで、パケット輻輳をより減少させることが出来る。

【0087】

その一方で、車両の走行における安全性の観点から、車車間通信はなるべく高い頻度で行われることが好ましい。現実的な目安として、1 秒間に 10 回程度の車車間通信を行うことが好ましい。

30

【0088】

したがって、ペイロード合成部 244 は、以下の 2 つの条件のうち、少なくとも一方が満たされたことを検出する度に、中継パケットの生成を行うことが好ましい。第 1 の条件は、14 個の中間ペイロードに相当する個数のペイロードがメモリ 243 に格納されることである。第 2 の条件は、中継ペイロードを前回生成した時刻から所定の期間が経過したときである。

【0089】

図 4C の例では、第 1 の論理キュー 243A および第 2 の論理キュー 243B に、それぞれ 5 つのペイロードが格納され、第 3 の論理キュー 243C および第 4 の論理キュー 243D に、それぞれ 4 つのペイロードが格納されているが、これら合計 18 個のペイロードは、14 個の中間ペイロードに相当する。このことを、図 4D を参照して説明する。

40

【0090】

図 4D は、一実施形態による中継ペイロードの一構成例を示すメモリ図である。図 4D のメモリ図は、図 4C の信号の流れに合わせて、左側が低位のアドレスを意味し、右側が高位のアドレスを意味している。

【0091】

図 4D の中継ペイロードは、合計 14 個の中間ペイロードを繋げて構成されている。こ

50

れら 14 個の中間ペイロードのうち、第 1 ~ 第 3 の中間ペイロードは、順番が「0」である 4 つのペイロード $Q1(0) \sim Q4(0)$ を適宜に組み合わせて算出された 3 つの排他的論理和 $Q1(0) \text{ XOR } Q2(0)$ 、 $Q1(0) \text{ XOR } Q3(0)$ および $Q1(0) \text{ XOR } Q4(0)$ である。その次に、順番「i」が 1 乃至 3 の場合に得られる、3 つの排他的論理和 $Q1(i) \text{ XOR } Q2(i)$ 、 $Q1(i) \text{ XOR } Q3(i)$ および $Q1(i) \text{ XOR } Q4(i)$ が 3 組、合計 9 個続く。最後に、順番が「4」であり、2 つだけ残ったペイロード $Q1(4)$ および $Q2(4)$ が続く。このように、メモリ 243 に格納された合計 18 個のペイロードは、排他的論理和の演算により 14 個の中間ペイロードに変換され、全体的なデータ長も減少させることが出来ている。

【0092】

ここで、最後の 2 つのペイロード $Q1(4)$ および $Q2(4)$ を、あえてその排他的論理和である中間ペイロード $Q1(4) \text{ XOR } Q2(4)$ に変換しなかった理由について説明する。それは、中継ヘッダのデータ長を節約するためである。すなわち、図 4D の例では、中継ペイロードに含まれる合計 14 の中間ペイロードのうち、高位アドレスの 12 個は、4 個一組のペイロードを 3 個一組の排他的論理和に変換したものである。残る低位アドレスの 2 個は排他的論理和の演算を行わない、中継器 2 で受信したままの状態のペイロードである。この中継ペイロードを受信した車両 13 が 14 個の中間ペイロードを正しく解釈するためには、この情報を中継ヘッダに所定のフォーマットで書き込む必要がある。図 4D の例では、想定される中継ヘッダのフォーマットにおいて、中継パケットのデータ長がより短くなるため、最後の 2 つのペイロード $Q1(4)$ および $Q2(4)$ を、あえてその排他的論理和 $Q1(4) \text{ XOR } Q2(4)$ に変換していない。ただし、採用される中継ヘッダのフォーマットによっては、この変換を行った方が中継パケットのデータ長を短く出来る可能性もある。そのような場合は、この変換を行うことが好ましい。

【0093】

図 5 を参照して、以上に説明した車車間通信システム 1 の動作のうち、車載器 3 の動作をまとめて説明する。図 5 は、一実施形態による移動局としての車載器 3 の動作の一構成例を示すフローチャートである。

【0094】

図 5 のフローチャートは、第 0 ステップ $S100$ ~ 第 5 ステップ $S105$ の合計 6 個のステップを含んでいる。図 5 のフローチャートは、第 0 ステップ $S100$ から開始する。第 0 ステップ $S100$ の次には、第 1 ステップ $S101$ が実行される。

【0095】

第 1 ステップ $S101$ において、受信信号処理部 35 は、パケットを受信する。この時、パケットを受信するまで第 1 ステップ $S101$ を繰り返しても良い。第 1 ステップ $S101$ の次には、第 2 ステップ $S102$ が実行される。

【0096】

第 2 ステップ $S102$ において、受信信号処理部 35 は、受信したパケットが、中継器 2 で生成された中継パケットであるか、他の車両 13 の車載器 3 で生成された車車間パケットであるか、の判定を行う。前者 (YES) の場合、第 2 ステップ $S102$ の次には、第 3 ステップ $S103$ が実行される。後者 (NO) の場合、第 2 ステップ $S102$ の次には、第 4 ステップ $S104$ が実行される。

【0097】

第 3 ステップ $S103$ において、受信信号処理部 35 が、ネットワーク復号を用いて中継パケットを処理する。ここで、ネットワーク復号には、2 つの意味が含まれている。第 1 の意味として、受信信号処理部 35 は、受信した中継パケットを、中継ヘッダおよび中継ペイロードに分け、さらに、中継ペイロードを複数の中間ペイロードに分ける。次に、第 2 の意味として、受信信号処理部 35 は、複数の中間ペイロードのうち、2 つのペイロードの排他的論理和であるものについては、元の 2 つのペイロードへの復元を行う。この復元は、排他的論理和である中間ペイロードと、元の 2 つのペイロードの内の一方との排

10

20

30

40

50

他の論理和を算出することで、他方のペイロードを復元することに等しい。排他的論理和の算出に用いるべきペイロードは、メモリ32に格納されているペイロードを、1つずつ総当たりで試し続けることで探し出すことが可能である。ここで、総当たりの回数を最小限に抑えるために、ペイロードが生成された時刻などを参照して対象を制限することが好ましい。第3ステップS103の次には、第4ステップS104が実行される。

【0098】

第4ステップS104において、受信信号処理部35が、車両データの取り出しを行う。すなわち、ネットワーク復号に成功して得られたペイロードや、車車間パケットとして受信したペイロードなどに含まれる、他の車両13の走行情報を取り出す。この取り出し方法については、公知技術であるので、さらなる詳細な説明を省略する。第4ステップS104の次には、第5ステップS105が実行される。

10

【0099】

第5ステップS105において、受信信号処理部35は、取り出した車両データをメモリ32に格納する。ここで格納された車両データは、第3ステップS103のネットワーク復号に再利用することが出来る。第5ステップS105の次には、第1ステップS101に戻ることが好ましい。

【0100】

図6を参照して、以上に説明した車車間通信システム1の動作のうち、中継器2の動作をまとめて説明する。図6は、一値実施形態による中継器2の動作の一構成例を示すフローチャートである。

20

【0101】

図6のフローチャートは、第0ステップS200～第5ステップS205の合計6個のステップを含んでいる。図6のフローチャートは、第0ステップS200から開始する。第0ステップS200の次には、第1ステップS201が実行される。

【0102】

第1ステップS201において、中継処理部24は、中継パケットの生成が必要であるかどうかの判定を行う。中継パケットの生成は、以下の2つの条件のうち、少なくとも一方が満たされたときに行われる。第1の条件は、所定の数の中間ペイロードに相当する個数のペイロードがメモリ243に格納されることである。第2の条件は、中継ペイロードを前回生成した時刻から所定の期間が経過したときである。以上の2つの条件のうち、少なくとも一方が満たされた場合(YES)、第2ステップS202が実行される。どちらの条件も満たされない場合は(NO)、第1ステップS201が繰り返し実行される。

30

【0103】

第2ステップS202において、中継処理部24は、中継ペイロードのサイズを決定する。この決定は、図4Dを参照して説明したように、中間ペイロードの総数が所定の閾値を超えない範囲で、論理キューを跨る排他的論理和および受信のままの状態のペイロードを組み合わせる数を決定することに等しい。第2ステップS202の次には、第3ステップS203が実行される。

【0104】

第3ステップS203において、中継処理部24は、ネットワーク符号化が必要であるかどうかについての判定を行う。例えば、複数の論理キューに格納されたペイロードの分布が均一的ではない場合や、所定の期間が経過してもメモリ243に格納されたペイロードの総数が少なすぎる場合などは、排他的論理和によるデータ長の圧縮効果が得られない可能性がある。そのような場合(NO)は、第3ステップS203の次に、第5ステップS205が実行される。その他の場合(YES)は、第3ステップS203の次に、第4ステップS204が実行される。

40

【0105】

第4ステップS204において、中継処理部24および送信信号処理部25が、ネットワーク符号化を用いて中継パケットを生成する。ここで、ネットワーク符号化には、2つの意味が含まれる。第1の意味としては、中継処理部24が、複数の論理キュー243i

50

を跨いでペイロードの排他的論理和を算出して中間ペイロードを生成する。第2の意味としては、中継処理部24が、中間ペイロードを繋げて中継ペイロードを生成する。次に、送信信号処理部25が、生成された中継ペイロードに対応する中継ヘッダを生成し、これらの中継ヘッダおよび中継ペイロードを含む中継パケットを生成する。第4ステップS204の次には、第1ステップS201が再度実行されることが好ましい。

【0106】

第5ステップS205において、中継処理部24および送信信号処理部25が、ネットワーク符号化を用いない従来法で中継パケットを生成する。この処理は公知技術であるので、さらなる詳細な説明を省略する。第5ステップS205の次には、第1ステップS201が再度実行されることが好ましい。

10

【0107】

以上、一実施形態による車車間通信システム、車載器、中継器および車車間通信方法について説明した。本実施形態によって得られる作用効果は、例えば、以下のとおりである。

【0108】

本実施形態では、中継器2のメモリ243が複数の論理キューを有する。中継器2は、複数の車両13のそれぞれに搭載されている車載器3から送信された車車間パケットを受信した後、各車車間パケットからヘッダを取り除き、残るペイロードをメモリ243に格納する。ここで、車車間パケットのペイロードには、送信元の車両13のID番号や、位置情報や、速度情報などの走行情報が含まれている。これらの情報に基づいて、各ペイロードはいずれかの論理キューに割り当てられて格納される。その後、異なる論理キューに割り振られた2つのペイロードの排他的論理和を算出することで、中間ペイロードが生成される。生成された複数の中間ペイロードを繋げて1つの中継パケットのペイロードに格納し、この中継パケットを複数の車両13に向けて送信することで中継を行う。このとき、中継パケットのデータ長は、この中継パケットに含まれる走行情報がもともと含まれていた車車間パケットのデータ長の合計よりも少なく、したがって中継パケットのトラヒックは圧縮されている。

20

【0109】

また、車両13の間で走行情報は、緊急性の高い情報を含んでいる。したがって、車車間通信には極めて厳しい遅延要求が課せられており、1つの車両13から送信された車車間パケットは、限られた時間内に宛先の車両13に届けられる必要がある。本実施形態では、限られた送信機会の中継する車車間パケットのペイロード数を増やすことが出来るため、より多くの車両の走行情報を中継することが可能となる。

30

【0110】

本実施形態を用いることで、同一数の車車間パケットのペイロードを、より短い時間で中継することが出来る。これにより、中継器2が無線通信の周波数チャネルを占有する時間がより短くなるため、車載器3の送信機会を増やすことが出来る。

【0111】

本実施形態を用いることで、同一数の車車間パケットのペイロードを、より短い時間で送信することが出来る。これにより、中継器の信号送信を検知できなかった車両13が車車間パケットを同時に送信してしまうことで起こるパケット衝突の可能性を低減することが出来る。また、これにより、宛先の車両13への配信成功確率を向上することが可能となる。

40

【0112】

(第2実施形態)

第1実施形態では、中継器2が受信する車車間パケットのペイロードを、それぞれの論理キュー243iに、受信した順番で格納する動作について説明した。本実施形態では、この順番を、受信時刻とは異なる基準で、論理キューごとにソーティングする。

【0113】

一例として、車両13および中継器2の間の距離で、論理キューごとに、格納されたペ

50

イロードのソーティングを、降順または昇順で行っても良い。この場合、受信したペイロードを格納する論理キュー 2 4 3 i を選択する基準は、車両 1 3 および中継器 2 の間の距離とは異なる基準であることが好ましい。

【 0 1 1 4 】

別の一例として、このソーティングの方法を、降順および昇順の間で交互に切り替えても良い。この切り替えは、中継パケットを生成する度に行うことが好ましい。

【 0 1 1 5 】

本実施形態による車車間通信システム、車載器、中継器および車車間通信方法の、その他の構成については、第 1 実施形態の場合と同様であるので、さらなる詳細な説明を省略する。

【 0 1 1 6 】

(第 3 実施形態)

第 2 実施形態では、論理キューに格納されたペイロードをソーティングすることについて説明した。本実施形態では、さらに、ソーティングした後に、排他的論理和を算出するペイロードの選び方に変更を加えることで、車車間通信の成功率を向上できることについて説明する。

【 0 1 1 7 】

本実施形態では、それぞれの論理キュー 2 4 3 i のペイロードを所定の基準でソーティングした後、濃くなる論理キュー 2 4 3 i に格納されている 2 つのペイロードの排他的論理和を算出する際に、一方の論理キュー 2 4 3 i ではソーティング結果の高位要素から順番に選択し、他方の論理キュー 2 4 3 i ではソーティング結果の低い要素から順番に選択する。

【 0 1 1 8 】

一例として、ソーティングの基準が、車両 1 3 から中継器 2 までの距離である場合は、距離が短い車両 1 3 のペイロードと、距離が長い別の車両 1 3 のペイロードとをペアリングして排他的論理和を算出し、中継ペイロードとする。

【 0 1 1 9 】

別の一例として、ソーティングの基準が、車両 1 3 の速度の大きさである場合は、高速で走行する車両 1 3 のペイロードと、低速で走行する別の車両のペイロードとをペアリングして排他的論理和を算出し、中継ペイロードとする。

【 0 1 2 0 】

このようにペアリングするペイロードを選択することによって、無線通信の成功率がより高い状態にある車両 1 3 のペイロードと、より低い状態にある別の車両 1 3 のペイロードとの排他的論理和が、中継ペイロードに含まれることになる。その結果、中継器 2 の周囲に存在する車両 1 3 の全体としての無線通信の成功率が向上することを、発明者はコンピュータシミュレーションで確認した。

【 0 1 2 1 】

本実施形態による車車間通信システム、車載器、中継器および車車間通信方法の、その他の構成については、第 2 実施形態の場合と同様であるので、さらなる詳細な説明を省略する。

【 0 1 2 2 】

(第 4 実施形態)

第 1 ~ 第 3 実施形態では、中継器 2 の受信アンテナ 2 1 として、あらゆる方向に存在する車両 1 3 から送信される車車間パケットを受信できるように、無指向性のアンテナを用いた。本実施形態では、受信アンテナ 2 1 を、中継器 2 から見た車両 1 3 の方向ごとに指向性を有する複数のセクタ受信アンテナ 2 1 A ~ 2 1 D に置き換える。こうすることで、中継器 2 から見て異なる方向に位置する複数の車両 1 3 から同時に送信される複数の車車間パケットを中継器 2 が受信できる確率が向上する。このことは、中継器 2 の周囲における無線通信環境における全体的な無線通信の成功確率の向上につながる。

【 0 1 2 3 】

10

20

30

40

50

図7は、一実施形態による中継器2の一構成例を示すブロック回路図である。図7の中継器2は、図4Aに示した第1実施形態による中継器2と、以下の点で異なっている。

【0124】

まず、図4Aの受信アンテナ21は無指向性であるが、これが図7ではそれぞれの所定の方向に指向性を有する複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dに置き換えられている。ここで、図7のセクタ受信アンテナ21A~21Dの総数は4であるが、これはあくまでも一例にすぎず、セクタ受信アンテナ21A~21Dの総数として他の値を除外しない。

【0125】

複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dは、例えば、建造物14に遮断されて相互の無線通信が困難な複数の道路11で車両13から送信された車車間パケットをそれぞれ受信できるように配置されていても良い。ここでは、図1を参照して、複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dが、複数の道路11A~11Dを受信範囲とするように配置されている場合を想定して説明を続ける。このとき、道路11Aに位置する車両13から送信される車車間パケットは、セクタ受信アンテナ21Aでは受信できるが、他のセクタ受信アンテナ21B~21Dでは受信出来ない。同様に、道路11B~11Dに位置する車両13から送信される車車間パケットは、セクタ受信アンテナ21B~21Dではそれぞれ受信できるが、他のセクタ受信アンテナ21A~21Dでは受信出来ない。このような配置を実現することで、異なる道路に位置する複数の車両13から同時に送信される複数の車車間パケットを、中継器2は複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dを介して同時に受信することが可能となる。

【0126】

次に、図4Aでは受信アンテナ21と同様に単独であった受信信号処理部22が、図7では、セクタ受信アンテナ21A~21Dと同数の、複数の受信信号処理部22A~22Dに置き換えられている。より具体的には、複数の受信信号処理部22A~22Dが、複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dの出力に、それぞれ、接続されている。なお、受信信号処理部22A~22Dの動作は、第1~第3実施形態の場合と同様であるので、さらなる詳細な説明を省略する。

【0127】

最後に、図7では、複数の受信信号処理部22A~22Dの後段、かつ、中継処理部24の前段に、冗長検出部23が追加されている。冗長検出部23は、もし、同一の車車間パケットが複数のセクタ受信アンテナ21A~21Dを介して中継器2によって受信された場合に、受信された車車間パケットを相互に照合することで冗長性を検出する。受信した複数の車車間パケットの間に冗長性が検出された場合は、冗長検出部23が、同一の車車間パケットのうち1つを残して他を削除する処理を行う。その結果、内容が同一の車車間パケットは中継処理部24に複数回入力されない。

【0128】

図7に示した中継器2のその他の構成は、図4Aの場合と同様であるので、さらなる詳細な説明を省略する。

【0129】

以上、発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。また、前記実施の形態に説明したそれぞれの特徴は、技術的に矛盾しない範囲で自由に組み合わせることが可能である。

【0130】

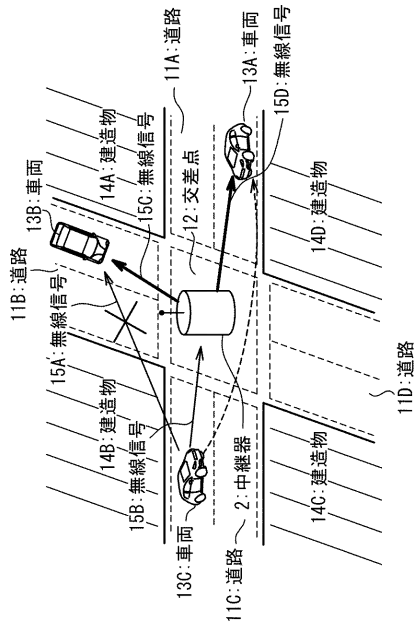
上記各実施形態では、道路上の車両の間で行う車車間通信システムおよび車車間通信方法について説明した。しかし、上記各実施形態による技術は、車両以外の、歩行者または航空機など、あらゆる移動体に搭載された移動局の間で行う無線通信システムおよび無線通信方法にも適用可能である。この意味で、上記各実施形態の車載器3は、より一般的に、移動局または移動端末などと言い換えても良い。

【符号の説明】

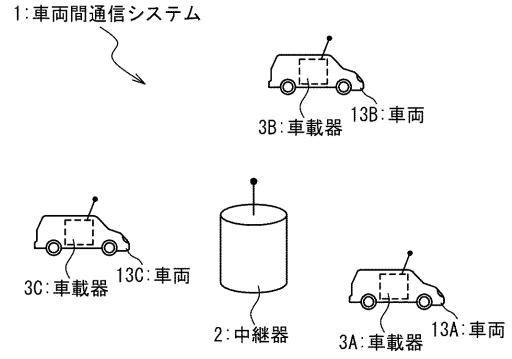
【0131】

- 1 車車間通信システム
 - 1 1 A ~ 1 1 D 道路
 - 1 2 交差点
 - 1 3 A ~ 1 3 D 車両
 - 1 4 A ~ 1 4 D 建造物
 - 1 5 A ~ 1 5 D 無線信号
- 2 中継器
 - 2 1 受信アンテナ 10
 - 2 1 A ~ 2 1 D セクタ受信アンテナ
 - 2 2、2 2 A ~ 2 2 D 受信信号処理部
 - 2 3 冗長検出部
 - 2 4 中継処理部
 - 2 4 1 ヘッダ除去部
 - 2 4 2 グループ分割部
 - 2 4 3 メモリ
 - 2 4 3 0 論理キュー
 - 2 4 3 A ~ 2 4 3 D 論理キュー
 - 2 4 4 ペイロード合成部 20
 - 2 5 送信信号処理部
 - 2 6 送信アンテナ
 - 2 6 0 無指向性送信アンテナ
- 3、3 A ~ 3 C 車載器（移動局）
 - 3 1 車両走行情報生成部
 - 3 2 メモリ
 - 3 3 送信信号処理部
 - 3 4 送受信アンテナ
 - 3 5 受信信号処理部
 - 3 6 出力部 30
- 4 コンピュータ
 - 4 1 バス
 - 4 2 入出力インタフェース
 - 4 3 演算装置
 - 4 4 記憶装置
 - 4 5 外部記憶装置
 - 4 5 1 記録媒体
 - 4 6 センサ装置

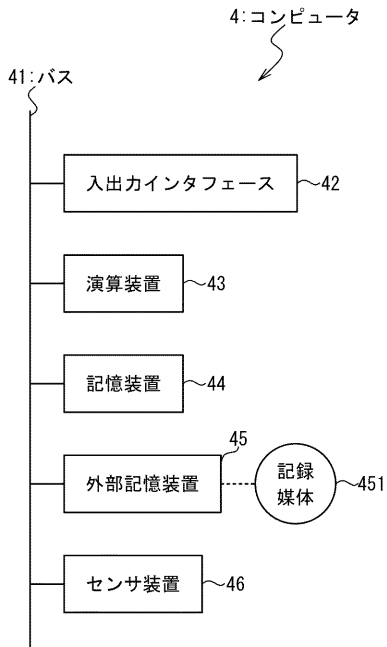
【図1】



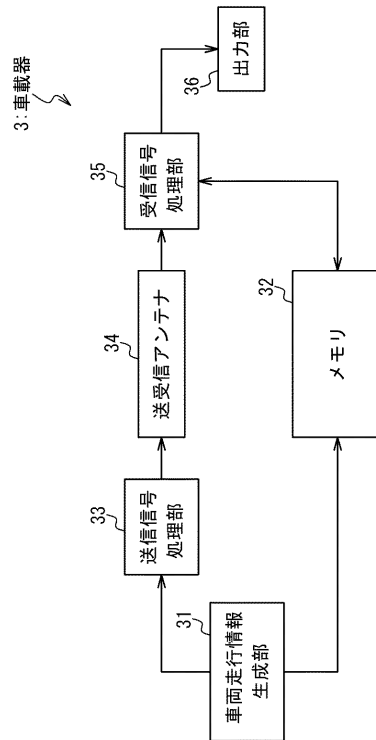
【図2A】



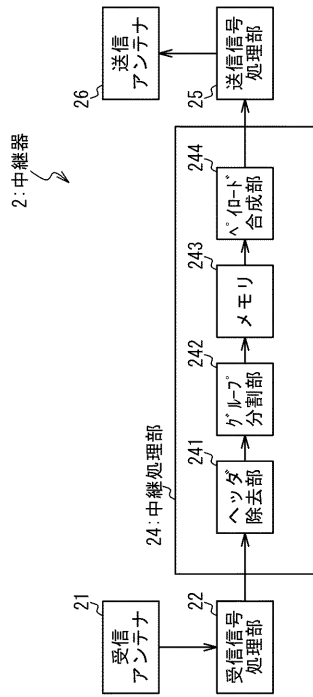
【図2B】



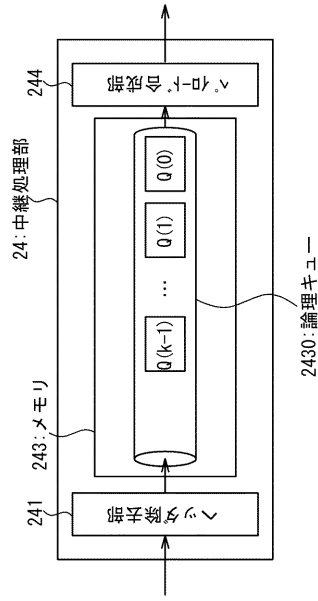
【図3】



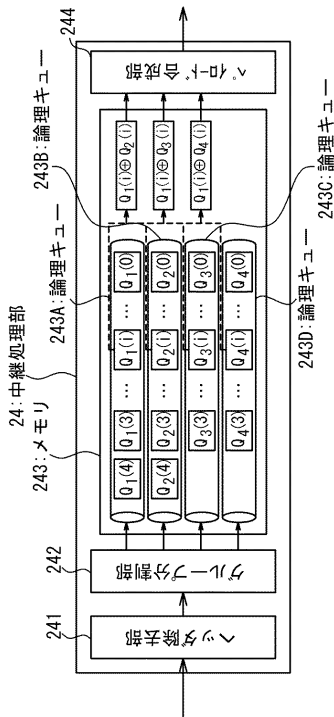
【図4A】



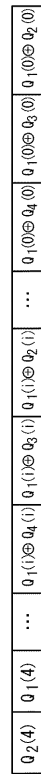
【図4B】



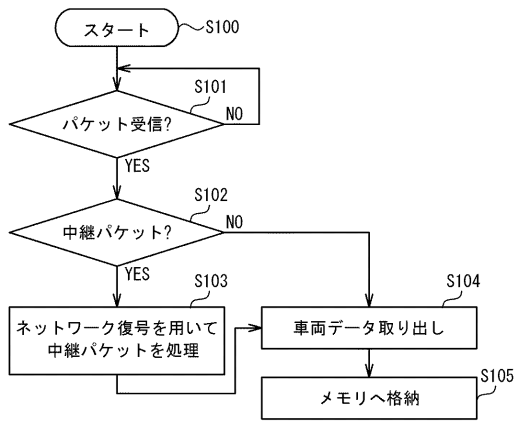
【図4C】



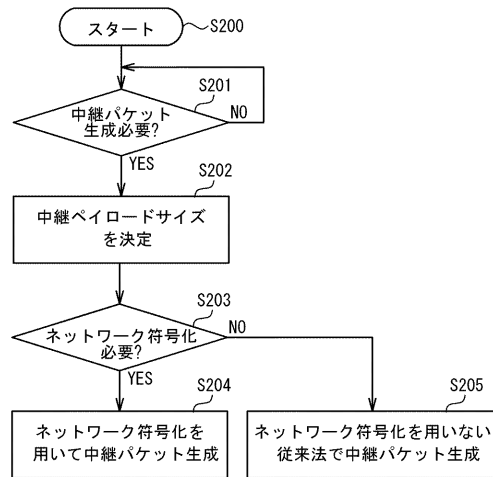
【図4D】



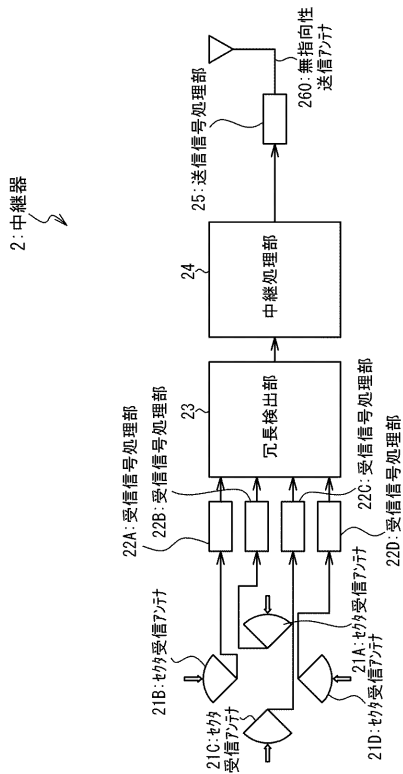
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 山尾 泰

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 5H181 AA01 BB04 CC12 FF05 LL04 LL14

5K067 AA13 BB21 CC08 DD20 EE02 EE06 EE25 HH23 KK02