

(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2007-266876  
(P2007-266876A)

(43) 公開日 平成19年10月11日(2007.10.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4B 7/26 (2006.01)</b>	HO4B 7/26 1 O 1	5 K O 3 O
<b>HO4L 12/56 (2006.01)</b>	HO4B 7/26 F	5 K O 6 7
	HO4L 12/56 2 6 O Z	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-87727 (P2006-87727)	(71) 出願人	502087460 株式会社トヨタIT開発センター 東京都港区赤坂6丁目6番20号
(22) 出願日	平成18年3月28日(2006.3.28)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100106622 弁理士 和久田 純一
		(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100089244 弁理士 遠山 勉

最終頁に続く

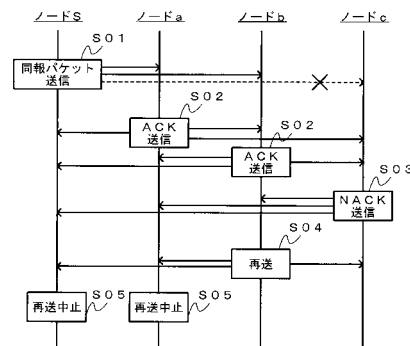
(54) 【発明の名称】 無線通信方法、無線通信装置、および無線通信プログラム

(57) 【要約】

【課題】信頼性の高い同報通信を効率よく実現するための無線通信技術を提供する。

【解決手段】同報パケットを受信できた宛先ノードが、そのパケットを受信できなかった宛先ノードに対してそのパケットを再送する無線通信方法であって、同報パケットを受信した宛先ノードが受信報告(ACK)を送信するステップと、受信報告を受信したノードが、受信報告に対応するパケットを受信していない場合は、未受信報告(NACK)を送信するステップと、未受信報告を受信した宛先ノードが、再送を要求されたパケットを送信するステップとを含む。未受信報告を受信したノードは、未受信報告を受信したから所定の期間経過した後に、未受信報告されたパケットを再送することが好ましく、その期間中に他のノードが再送を行った場合には自ノードは再送を中止することが好ましい。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信できた宛先ノードが、該パケットを受信できなかった宛先ノードに対して、該パケットを送信する無線通信方法であって、

複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信した宛先ノードが、該パケットを受信したことを通知する受信報告を送信するステップと、

前記受信報告を受信したノードが、該受信報告に対応するパケットの宛先に自ノードが含まれており、かつ、自ノードが該パケットを受信していない場合は、該パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信するステップと、

前記未受信報告を受信した宛先ノードが、該未受信報告に対応するパケットを送信するステップと、

10

を含むことを特徴とする無線通信方法。

**【請求項 2】**

前記未受信報告を受信したノードは、該未受信報告を受信してから所定の期間経過した後、該未受信報告に対応するパケットを送信することを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信方法。

**【請求項 3】**

前記未受信報告を受信したノードは、自ノードが該未受信報告に対応するパケットを送信する前に他のノードが該パケットを送信した場合は、該パケットの送信を中止することを特徴とする請求項 2 に記載の無線通信方法。

20

**【請求項 4】**

前記所定の期間は、前記未受信報告の受信強度が強いほど短いことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の無線通信方法。

**【請求項 5】**

前記所定の期間は、前記未受信報告を受信したノードの送信能力が高いほど短いことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の無線通信方法。

**【請求項 6】**

前記所定の期間は、前記未受信報告を受信したノードの位置情報に基づいて決定されることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の無線通信方法。

**【請求項 7】**

30

複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信するパケット受信手段と、

前記パケットを受信したことを通知する受信報告を送信する受信報告手段と、

他のノードから受信報告を受信したときに、該受信報告に対応するパケットの宛先に自ノードが含まれ、かつ、自ノードが該パケットを受信していない場合は、該パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信する未受信報告手段と、

他のノードから未受信報告を受信したときに、該未受信報告に対応するパケットを送信するパケット送信手段と、

を有することを特徴とする無線通信装置。

**【請求項 8】**

無線通信装置を、

40

複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信するパケット受信手段と、

前記パケットを受信したことを通知する受信報告を送信する受信報告手段と、

他のノードから受信報告を受信したときに、該受信報告に対応するパケットの宛先に自ノードが含まれ、かつ、自ノードが該パケットを受信していない場合は、該パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信する未受信報告手段と、

他のノードから未受信報告を受信したときに、該未受信報告に対応するパケットを送信するパケット送信手段と、

として機能させるための無線通信プログラム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【0001】

本発明は、無線通信技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、IEEE 802.11系の無線通信方式においては、送信ノードの同報データに対して受信ノードは受信したことを報告するACK (Acknowledgements)を送信していなかった。これは、同報データの宛先である複数のノードが同時にACKを返すことによって生じる輻輳を避けるためである。しかしながら、送信者は同報データを受信できなかったノードが存在することを検知できず、再送することができなかった。したがって、同報データを未受信のノードは、受信し損ねたデータを再び得る方法が存在しなかった。

10

## 【0003】

特許文献1, 2には、路車間通信および車車間通信を利用した無線通信システムにおいて、同報データを再送(転送)する技術が記載されている。特許文献1, 2に記載の技術では、路側機からの同報データを受信した車両は、車車間通信によってその情報を周囲の車両に対して送信する。路側機からの同報データを受信できなかった車両は、車車間通信によって送信されたデータを利用することで、路側機との間で直接通信ができない場合であっても、同報データを取得することが可能となる。

## 【0004】

また、特許文献3には、路車間通信及び車車間通信を利用し、路車間通信が不通になった場合には、車車間通信によって周囲の車両から路側機からの同報データを受信する技術が記載されている。

20

## 【0005】

また、非特許文献1および特許文献4には、同報データを受信できなかったノードがNACK (Negative Acknowledgement)を送信して再送を要求する技術が記載されている。具体的には、同報データを受信したノードはACKを送信する。そして、周囲のノードからACKを受信したが同報データを受信できていないノードは、自ノードがその同報データを受信できていないことを検知する。このようにして同報データを受信してできていないことを検知したノードは、NACKを送信元のノードに対して送信して、その同報データの再送を要求する。

## 【0006】

このように、同報データを確実に宛先ノードに送信するための様々な技術が提案されている。

30

【特許文献1】特開2004-38244号公報

【特許文献2】特開2004-139510号公報

【特許文献3】特開2000-322690号公報

【特許文献4】特開2000-115051号公報

【非特許文献1】宇都宮依子, 萬代雅希, 笹瀬巖, 「無線アドホックネットワークにおいてNACK及び指向性アンテナによるブロードキャストデータ再送信を用いたMACプロトコル」, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J-87B, No.2, pp.144-158, 2004年2月

## 【発明の開示】

40

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかしながら、上記のような従来技術の場合には、下記のような問題が生じていた。

## 【0008】

まず、特許文献1, 2に記載の方法では、同報データを受信したノード(車両)が、常にそのデータを周囲のノードに対して送信するため、無駄な通信が多数発生し、通信効率が低下してしまう。

## 【0009】

また、特許文献3に記載の技術では、路車間通信が不通になった場合に車車間通信に切り替える構成をとっている。路車間通信が不通になることを検知するためには、一度は路

50

側機と通信可能になることが必要である。したがって、例えば、大型車の陰に隠れてしまっている車両など一度も路側機との通信を確立することのできない車両は、路側機との通信が不通になったことを検知できない。その結果、車車間通信に切り替えることができず、路側機から同報データを得ることができない。

【0010】

非特許文献1および特許文献4に記載の技術では、上記のような問題は発生しない。すなわち、同報データを受信した後に短いパケットであるACKを送信するだけなので、通信帯域の消費を最小限に抑えている。また、他の受信ノードからのACKによって、自ノードが同報データを未受信であることを検知しているため、自ノードが同報データの送信ノードと通信を確立していない場合であっても、再送を要求することが可能である。

10

【0011】

しかし、非特許文献1および特許文献4に記載の技術では以下のような問題がある。送信ノードからの同報データを受信できなかった未受信ノードがNACK(未受信報告)を送信ノードに送信するが、このNACKが送信ノードまで到達する保証がない。また、NACKが送信ノードまで到達した場合であっても、再送された同報データが未受信ノードまで到達する保証がない。特に、最初の同報データが未受信ノードまで到達しなかったことを考慮すると、通信経路上に障害物(大型車両等)が存在したり、自ノードが送信ノードと電波的に通信不可能な位置関係にあることが考えられる。このような場合、未受信ノードは周囲のノードからのACKによって自ノードが同報データを受信できていないことは検知できても、同報データを送信ノードから再送によって取得することはできない。

20

【0012】

本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、信頼性の高い同報通信を効率よく実現するための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために本発明では、以下の手段または処理によって同報データの送信を行う。本発明に係る無線通信方法は、複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信できた宛先ノードが、そのパケットを受信できなかった宛先ノードに対して、そのパケットを送信(再送の代理または転送ともいえる)する無線通信方法である。複数の宛先ノードを宛先とするパケットには、例えば、ネットワーク内の全てのノードを宛先とするブロードキャストパケットや、所定のグループ(マルチキャストグループ)に属するノードを宛先とするマルチキャストパケットが含まれる。以下では、複数の宛先ノードを宛先とするパケットのことを、同報パケットという。

30

【0014】

本発明に係る無線通信方法では、同報パケットを受信した宛先ノードは、このパケットを受信したことを通知する受信報告を送信する。受信報告には、受信したパケットを特定するための情報が含まれる。

【0015】

受信報告は、受信報告を送信した周囲のノードによって受信される。受信報告を受信したノードは、受信した受信報告に対応する同報パケットの種類を判断する。受信した受信報告に対応する同報パケットの宛先に自ノードが含まれ、かつ、自ノードがその同報パケットを受信していない場合には、その同報パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信する。未受信報告には、受信できなかったパケットを特定するための情報が含まれる。

40

【0016】

未受信報告を受信した宛先ノードは、未受信報告に対応する同報パケットを送信する。これによって、同報パケットを受信できなかったノードが、同報パケットを取得することが可能となる。すなわち、未受信報告を受信した宛先ノードが、同報パケットの再送を代理したことになる。以下、本明細書中では、パケットの送信元のノードと異なるノードがそのパケットの再送を代理する(あるいは、転送または中継する)ことも「再送」という

50

こととする。

【0017】

このように、本発明に係る無線通信方法においては、同報パケットを受信できなかったノードは周囲の受信報告のみによって、同報パケットを受信できなかったことを検知できる。すなわち、同報パケットの送信ノードと通信を確立する前であっても、同報パケットを未受信であることを検知できる。

【0018】

また、同報パケットを再送するノードはその送信元のノードに限られない。すなわち、同報パケットの送信ノードと未受信ノードとの間に遮蔽物などが存在して、これらのノードが通信不可能な場合であっても、他のノードからこの同報パケットを受信することが可能となる。

10

【0019】

さらに、同報パケットの再送が発生するのは、この同報パケットを受信できなかったノードが存在する場合だけなので、無駄な通信が行われることを避けることができ効率の良い通信が行える。

【0020】

本発明に係る無線通信方法においては、未受信報告を受信したノードは、この未受信報告を受信してから所定の期間経過した後に、未受信報告に対応する同報パケットを送信することが好ましい。この場合、さらに、自ノードが同報パケットを送信する以前に、他のノードが同報パケットを送信した場合には、自ノードは同報パケットの送信を中止することが好ましい。周囲のノードが同報パケットの再送を行った場合には、さらなる再送は不要と考えられるので、このように再送を中止して通信量を減らすことができる。

20

【0021】

また、上記の所定の期間（待機時間）は、状況に応じて再送に適したノードほど短い期間となるように設定されることが好ましい。例えば、未受信報告の受信強度が強いノードほど未受信ノードとの間の通信状況がよいので、未受信報告の受信強度が強いほど待機時間を短くすることが好ましい。また、送信能力が高いノードほど再送に適したノードであるので、未受信報告を受信したノードの送信能力が高いほど待機時間を短くすることが好ましい。また、同報パケットの宛先が所定の範囲内のノードとして指定されている場合には、その位置情報に基づいて再送に適したノードを決定することができる。例えば、各ノードの通信可能範囲に比べて同報パケットのサービスエリアが狭い場合には、サービスエリアの中心に位置するノードが再送に適したノードといえる。また、各ノードの通信可能範囲に比べて同報パケットのサービスエリアが広い場合は、同報パケットの送信ノードから遠いノードが再送に適したノードといえる。このように、待機時間は未受信報告を受信したノードの位置情報に基づいて決定されることも好ましい。なお、待機時間の決定は、上記の方法を組み合わせても良い。

30

【0022】

なお、本発明は、上記処理の少なくとも一部を実行する無線通信装置として捉えることができる。また、本発明は、上記処理を実現するためのプログラムとして捉えることができる。上記手段および処理の各々は可能な限り組み合わせて本発明を構成することができる。

40

【0023】

例えば、本発明の一態様として無線通信装置は、複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信するパケット受信手段と、前記パケットを受信したことを通知する受信報告を送信する受信報告手段と、他のノードから受信報告を受信したときに、該受信報告に対応するパケットの宛先に自ノードが含まれ、かつ、自ノードが該パケットを受信していない場合は、該パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信する未受信報告手段と、他のノードから未受信報告を受信したときに、該未受信報告に対応するパケットを送信するパケット送信手段と、を有することを特徴とする。

【0024】

50

また、本発明の一態様としての無線通信プログラムは、無線通信装置を、複数の宛先ノードを宛先とするパケットを受信するパケット受信手段と、前記パケットを受信したことを通知する受信報告を送信する受信報告手段と、他のノードから受信報告を受信したときに、該受信報告に対応するパケットの宛先に自ノードが含まれ、かつ、自ノードが該パケットを受信していない場合は、該パケットを受信していないことを通知する未受信報告を送信する未受信報告手段と、他のノードから未受信報告を受信したときに、該未受信報告に対応するパケットを送信するパケット送信手段と、として機能させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、信頼性の高い同報通信を効率よく実現することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。

【0027】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態は、移動可能な無線通信装置から構成されるアドホック無線ネットワークにおける無線通信である。アドホック無線ネットワークは、基地局や専用線といった基盤インフラに依存せずに、移動端末同士が一時的に構築する自律型無線ネットワークである。ノード間で距離が離れている場合など直接通信(1ホップ通信)ができない場合には、途中に存在するノードを中継してマルチホップ通信することによって情報を交換する。本実施形態では、アドホック無線通信ネットワーク内で同報通信を行う。

【0028】

なお、本実施形態における無線通信装置は、CPUなどの演算手段、RAMなどの主記憶装置、ROMなどの補助記憶装置がバスを介して構成され、補助記憶装置に格納されたプログラムが主記憶装置にロードされCPUによって実行されることで、以下の処理が行われる。また、本実施形態における無線通信装置の全部又は一部の機能は、専用のチップによって構成されても良い。

【0029】

図1は同報通信を行う際の手順を示すシーケンス図である。図2は各処理において行われる通信を説明するための図である。まず、ノードSが同報パケットを送信する(S01、図2(a))。同報パケットには、送信ノードID、情報の種類、情報の伝達対象といった情報が格納される。情報の伝達対象には、この通信がブロードキャストの場合にはブロードキャストであることを示す値が格納される。また、この通信がブロードキャストの場合に、ネットワークのIDやESSID(Extended Service Set ID)などが格納されても良い。また、所定のグループに属するノードに対して送信するマルチキャストの場合には、そのマルチキャストグループを示すIDが格納される。

【0030】

同報パケットを正常に受信したノードa, bは、この同報パケットを受信したことを通知するACK(受信報告)を送信する(S02, 図2(b))。ACKとしては、受信した同報パケットの種類に応じた特徴のあるパルス信号を用いる。例えば、情報の種類に応じた特定の周波数(OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)におけるサブキャリア)を使用したパルス信号を用いることが考えられる。

【0031】

ACKは同報パケットの送信ノードであるノードSだけでなく、周囲のノードによっても受信される。ACKを受信したノードが行う処理を図3のフローチャートを用いて説明する。図3はACKに基づいて自ノードが同報パケットを未受信であるかを判定する処理のフローチャートである。

【0032】

まず、ACKを送信したノードの周囲のノードがそのACKを受信する(S10)。A

10

20

30

40

50

C Kを受信したノードは、A C Kに対応する同報パケットを受信済みであるか否か判定する(S 1 1)。A C Kは同報パケットの種類に応じた特徴を有するパルス信号であるため、A C Kを受信したノードはこの判定を行うことができる。対応する同報パケットを受信済みである場合(S 1 1 - Y E S)は、未受信報告を送信する必要がないので処理を終了する。対応する同報パケットを未受信の場合(S 1 1 - N O)は、その同報パケットの宛先に自ノードが含まれるか否かを判定する(S 1 2)。A C Kを受信したノードは、A C Kによって対応する同報パケットの種類が分かるので、その同報パケットの宛先ノードも判断することができる。ここで、A C Kに対応する同報パケットが自ノードを宛先とするものではない場合(S 1 2 - N O)は、自ノードは同報パケットを取得する必要がないので処理を終了する。対応する同報パケットが自ノードを宛先に含む場合(S 1 2 - Y E S)は、この同報パケットを受信していないことを通知するN A C K(未受信報告)を送信する(S 1 3)。N A C Kも、A C Kと同様に同報パケットの種類に応じた特徴のあるパルス信号である。したがって、N A C Kを受信したノードは、N A C Kの送信ノードがどの同報パケットを受信できていないかを判断することができる。なお、S 1 1とS 1 2の判定処理は順序を入れ替えても構わない。

10

**【0033】**

図1, 2の説明に戻る。S 0 2においてノードa, bが送信したA C Kは、ノードcによって受信される。A C Kを受信したノードcは、A C Kに対応する同報パケットを受信しておらず、かつ、この同報パケットはブロードキャストであり自ノードを宛先に含むものであることが分かるので、N A C Kを送信する(S 0 3, 図2(c))。ノードa, bも、それぞれ、ノードb, aから送信されたA C Kを受信するが、対応する同報パケットを既に受信済みなのでN A C Kの送信は行わない。

20

**【0034】**

ノードcが送信したN A C Kは、周囲のノードであるノードa, b, Sによって受信される。N A C Kを受信したノードが行う処理を図4のフローチャートを用いて説明する。図4は、N A C K受信時のパケットの再送を行う処理のフローチャートである。

**【0035】**

まず、N A C Kを送信したノードの周囲のノードがそのN A C Kを受信する(S 2 0)。次に、N A C Kを受信したノードは、再送を行うまでに待機する時間を取得する(S 2 1)。本実施形態では、各ノードは、N A C Kの受信強度にしたがってあらかじめ定められた待機時間をテーブルとして記憶しており、そのテーブルに基づいて待機時間を取得する。なお、待機時間はN A C Kの受信強度が大きいほど短い。N A C Kを受信したノードは、この所定の待機時間だけ待機する(S 2 2)。待機時間経過後、再送を要求された同報パケットを自ノードが受信したかを判断する(S 2 3)。すなわち、待機時間の間に他のノードが再送を行ったかを判断する。未受信報告された同報パケットを自ノードが受信している場合(S 2 3 - Y E S)は、再送を行う必要がないと判断し、パケットの再送を中止して処理を終了する。未受信報告された同報パケットを自ノードが受信していない場合(S 2 3 - N O)は、その同報パケットの再送を行う(S 2 4)。

30

**【0036】**

図1, 2の説明に戻る。S 0 3においてノードcが送信したN A C Kは、ノードa, b, Sによって受信される。ここでは、ノードbにおけるN A C Kの受信強度が最も強いものとする。したがって、再送までの待機時間はノードbが最も短い。この場合、待機時間が最も短いノードbがまず、再送を要求された同報パケットを送信する(S 0 4, 図2(d))。この再送パケットは、ノードcだけでなく、ノードa, Sによっても受信される。ノードa, Sは、この再送パケットの受信によって、待機時間中に他のノードが再送を行ったことを検知できるので、パケットの再送を中止する(S 0 5)。なお、再送パケットを受信したノードcは、特にA C K等は送信しない。ノードcは、N A C Kを送信したにも拘わらず、所定の期間経過してもパケットの受信が行えない場合には、再度N A C Kを送信する。

40

**【0037】**

50

このように構成された本実施形態によれば、同報パケットの宛先ノードとして指定されているにも拘わらずその同報パケットを受信できなかったノードに対して、同報パケットを再送することが可能となる。また、NACKを受信した場合のみ再送を行うので、同報パケットを受信できなかったノードが存在しない場合には再送が行われず不要な通信が発生することを抑制できる。

【0038】

また、同報パケットを受信したノードのいずれかが再送の代理を行えるため、送信元のノードと未受信ノードとの間が通信不可能であったとしても、他のノードの中継によって同報パケットを受信することが可能となる。その際、再送を行う前に所定の待機時間を設け、再送に適したノードほど待機時間を短くすることで、再送に最適なノードが再送を行うことができる。

10

【0039】

なお、本実施形態で用いた無線通信方法によって、アドホック無線ネットワーク内の全てのノードに対してパケットの送信を行うフラッディングを効率的に行うことができる。すなわち、フラッディングの送信元のノードから2ホップ先のノードは、送信元の1ホップ先のノードからACKを受信することができる。したがって、2ホップ先ノードはNACKを送信することで、1ホップ先ノードに対してパケットの転送(中継)を要求することができる。このように、NACKを用いて、パケットを受信できなかったノードから転送を要求することで、アドホック無線ネットワーク内の全てのノードに対してパケットが配信される。パケットを受信できなかったノードの方から転送を要求しているため、パ

20

【0040】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態は、路側機(基地局)および車両(に搭載される無線通信装置)から構成される走行支援道路システム(AHS: Advanced Cruise-Assist Highway System)である。本実施形態は、交差点等において周囲に存在する車両を路側機から通知することで、衝突の防止を支援するシステムである。

30

【0041】

本走行支援道路システムのシステム概要を図5に示す。本走行支援道路システムでは、路側機10が、優先道路に合流する従道路上の車両に優先道路上の車両18の存在を通知することによって、出会い頭の衝突を防止する。路側機10は、従道路上のサービス提供エリア11内の車両に対して情報を一斉送信(同報送信)する。従道路を走行中の車両は、基点ビーコン12からのビーコンを受信可能な範囲である基点ビーコンエリア13を通過することによって、サービス提供エリア11へのサービスインを検知する。基点ビーコン12からの情報には、サービス対象車両、路側機10のIDや位置、サービスの種類、サービス提供範囲などの情報が含まれる。

【0042】

路側機10から発信される電波は、障害物が存在しない場合には通信可能範囲14まで到達するように設計されている。サービス提供エリア11は通信可能範囲14に含まれるため、通常は、サービス提供エリア11内に位置する車両は路側機10からの情報を受信可能である。しかしながら、図に示すように、サービス提供エリア11内に大型車両16が存在する場合には、大型車両16が遮蔽物となって、路側機10から発信される電波は通信可能範囲15までしか到達しない状況が発生しうる。また、通信経路上に遮蔽物が存在しない場合であっても、マルチパスフェージングの影響により電波環境が悪くなり路側機10からの電波の到達範囲が狭くなる場合がある。これらの場合、サービス提供エリア11内の車両17は、路側機10からの情報を受信することができない。

40

【0043】

50

本実施形態においても第1の実施形態と同様の通信手順によって、路側機10からの情報を取得できなかった車両が、その情報を取得できた車両から再送を受けることによって情報を受信する。すなわち、路側機10から情報を受信できた車両は、その情報を受信したことを通知するACKを送信する。このACKはACKを送信した車両の周囲の車両によって受信される。ACKを受信した車両は、このACKに対応する情報を未受信であり、かつ、この情報が自車を宛先として含むものである（自車がサービス対象車両である）と判定した場合には、この情報の受信できていないことを通知するNACKを送信する。NACKを受信した車両は、所定の待機時間の後に路側機10からの情報を送信する。このように、NACKを用いて路側機10からの情報を受信できた車両が再送することにより、遮蔽物の影響によって路側機10からの電波が受信できない車両であっても路側機10から発信される情報を取得することが可能となる。なお、路側機10が発信した情報を再送するのは、その情報を受信した車両だけでなく、路側機10自体であっても良い。

10

**【0044】**

NACKを受信してから情報を再送するまでの待機時間は、再送に適した車両または路側機の待機時間が短くなるように設計されることが好ましい。図6～8は再送の優先度（値が大きいほど優先度が高い）を定義したテーブルであり、再送の優先度が高いほど待機時間は短く設定される。

**【0045】**

図6は、受信したNACKの信号強度に応じて再送優先度を定義する例である。NACKの受信強度が強いほど、優先度が高く設定されている。これは、受信電波の強度が強い車両間の電波環境は安定しているため、NACKの受信強度が強い車両が再送に適していると考えられるためである。

20

**【0046】**

図7は、NACKを受信した車両（路側機も含む）のタイプに応じ再送優先度を定義する例である。図7に示すように、路側機・トラック・バン・セダン・ミニの順で優先度が付けられている。これは大型車ほど電波の送信可能範囲が広いため再送に適していると考えられるためである。

**【0047】**

図8は、NACKを受信した車両の基点ビーコンからの距離に基づいて再送優先度を定義する例である。図8に示すようにサービス提供エリアの中心に位置する車両ほど再送優先度が高く設定される。これは、サービス提供エリアの中心に位置する車両が再送を行えば、サービス提供エリア全体に再送された情報が到達すると考えられるからである。

30

**【0048】**

さらに、本実施形態では、上記の3つの方法によって再送優先度をそれぞれ決定し、3つの優先度の合計を取って、合計値に基づいて待機時間を決定する。なお、3つの優先度の合計値と待機時間との対応は、例えば、図9に示すような関係とする。図9に示すように、3つの優先度の合計値が大きいほど、待機時間は短く設定される。すなわち、再送に適した車両ほど待機時間が短くなる。

**【0049】**

待機時間の算出方法について図10を参照して具体的に説明する。図10に示すように、路側機Rのサービス提供エリア内に、車両A1, A2, A3, A4, X1が存在している。車両A1～A4は路側機Rからの情報を受信できたが、車両X1は受信できていない。したがって、車両X1は他の車両からのACKによって自車が路側機Rからの情報を未受信であると判断してNACKを送信する。このNACKは車両A1～A4および路側機Rによって受信され、それぞれの車両および路側機において待機時間が算出される。なお、車両A1～A4および路側機Rの、NACKの受信強度、基点ビーコンからの距離、および種類（車種）は図中に示すとおりである。

40

**【0050】**

図11に示すように、各車両および路側機では、NACK受信強度、基点ビーコンからの距離、種類に応じた再送優先度を、まず算出する。例えば、車両A1は、受信強度が -

50

70 dBなのでこれに対応する優先度が3、基点ビーコンからの距離が0.9 Lなのでこれに対応する優先度が5、種類がトラックなのでこれに対応する優先度が9として算出される。これらの優先度を合計すると17であり、図9のテーブルに基づいて、待機時間が20ミリ秒であると算出される。同様に、車両A3は、NACK受信強度に対応する優先度が8、基点ビーコンからの距離に対応する優先度が9、種類に対応する優先度が9として算出される。したがって、車両A3の優先度の合計は26であり、待機時間は5ミリ秒として算出される。このようにして、車両A2の待機時間は10ミリ秒、車両A4の待機時間は40ミリ秒として算出される。また、路側機Rの待機時間は20ミリ秒として算出される。

#### 【0051】

NACKを受信した車両は、このようにして算出された待機時間だけ待機した後、路側機Rから受信した情報を再送する。また、待機時間内に他の車両（路側機）が再送を行った場合には、再送の重複を防止するために、再送を中止する。このような方法によって、最も優先度の高い車両、すなわち、最も再送に適した車両が再送を行うことが可能となる。

#### 【0052】

なお、上記の優先度および待機時間の算出方法は例示であって、優先度及び待機時間は、再送に適した車両の待機時間が短くなるような算出方法であればどのような方法によって算出されても良い。例えば、優先度の判断の基準となる情報は、NACKの受信強度、送信能力、サービエリアにおける位置などの情報以外にも、車両間の相対速度であっても良い。相対速度が小さい車両同士の間通信は比較的安定していると考えられるからである。相対速度は、各車両が自車の速度（速さと方向）を通信によって交換しあうことによって取得しても良いし、受信NACK信号の波形からドップラー効果による影響を判断することによって取得しても良い。

#### 【0053】

また、待機時間は、上記の3つの情報（受信強度、送信能力、位置情報）に基づいて定められる各優先度の合計値に基づいて決定されたが、このうちの2つの優先度の合計に基づいて決定されても良いし、任意の1つの優先度に基づいて決定されても良い。また、優先度を合計する際に、単純に合計するだけでなく重み付けをした合計を算出して良い。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0054】

【図1】同報データの再送の際に行われる通信のシーケンス図である。

【図2】同報データの再送の際に行われる通信を説明するための図である。

【図3】受信したACKに基づいて自ノードが同報データを未受信であるかを判定する処理のフローチャートである。

【図4】受信したNACKに基づいて同報データの再送を行う処理のフローチャートである。

【図5】走行支援道路システムのシステム構成を示す図である。

【図6】再送優先度を定義するテーブルの例を示す図である。

【図7】再送優先度を定義するテーブルの例を示す図である。

【図8】再送優先度を定義するテーブルの例を示す図である。

【図9】再送優先度と待機時間との関係を表すテーブルの例を示す図である。

【図10】走行支援道路システムにおける車両の位置関係の例を示す図である。

【図11】待機時間の算出方法を説明する図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0055】

S 同報パケット送信ノード

a, b, c ノード

10 路側機

12 基点ビーコン

10

20

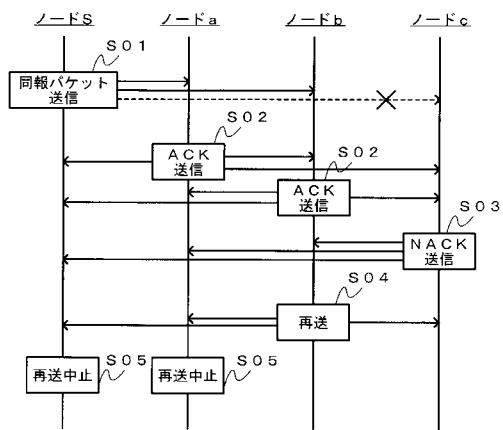
30

40

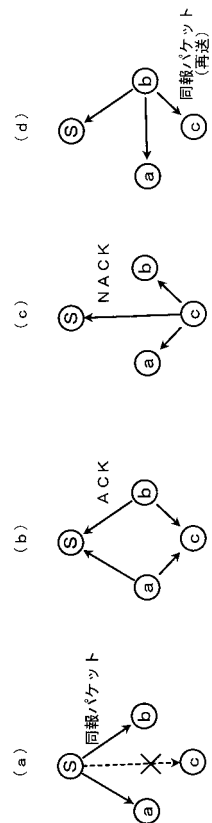
50

16, 17 車両

【図1】



【図2】





【 図 7 】

車種	強剛機	ニ 三	セダン	バン	トラック
優先度	10	3	5	7	8

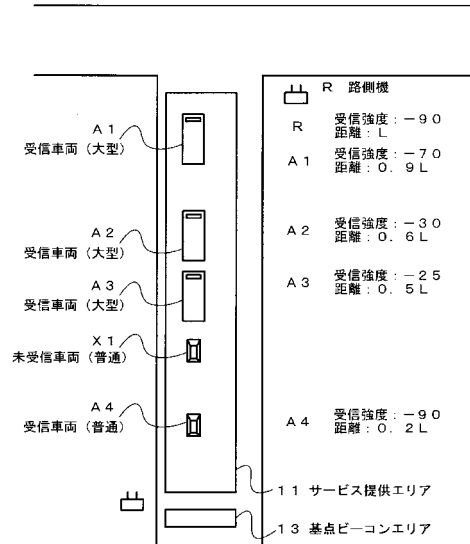
【 図 8 】

0	0.1L	0.2L	0.3L	0.4L	0.5L	0.6L	0.7L	0.8L	0.9L
0.1L	0.2L	0.3L	0.4L	0.5L	0.6L	0.7L	0.8L	0.9L	1.0L
基点ビーコン からの距離	2	3	4	5	6	7	8	9	10
優先度									

【 図 9 】

優先度 (合計値)	~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
待機時間 (ミリ秒)	50	40	30	20	10	5

【 図 10 】



【 図 1 1 】

ノード	パラメータ	値	優先度	優先度 (合計)	待機時間
R	受信強度	-90	2	16	20
	位置	1L	4		
	車種	路側機	10		
A1	受信強度	-70	3	17	20
	位置	0.9L	5		
	車種	トラック	9		
A2	受信強度	-30	7	24	10
	位置	0.6L	8		
	車種	トラック	9		
A3	受信強度	-25	8	26	5
	位置	0.5L	9		
	車種	トラック	9		
A4	受信強度	-90	2	9	40
	位置	0.2L	2		
	車種	セダン	5		

---

フロントページの続き

(74)代理人 100123319

弁理士 関根 武彦

(74)代理人 100125357

弁理士 中村 剛

(72)発明者 浦山 博史

東京都港区赤坂6丁目6番20号 株式会社トヨタIT開発センター内

Fターム(参考) 5K030 JL01 LA01 LD02

5K067 AA33 BB21 CC08 CC14 DD20 DD24 DD44 EE02 EE10 HH28