

(11)特許出願公開番号

特開2017-204152

(P2017-204152A)

(43) 公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

G O 8 G 1/09 (2006.01)

G08G 1/09

H

5H181

B6OR 21/00 (2006.01)

B 6 O R 21/00

628B

B 6 O R 21/00

6 2 6 B

B 6 O R 21/00

626D

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2016-95608 (P2016-95608)

(22) 出願日 平成28年5月11日 (2016. 5. 11)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(74) 代理人 100106149

弁理士 矢作 和行

(74) 代理人 100121991

弁理士 野々部 泰平

(74) 代理人 100145595

弁理士 久保 貴則

(72) 発明者 曾我部 治彦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 5H181 AA01 BB04 BB05 BB13 FF04

FF13 FF22 FF27 FF35 LL01

LL04 LL07 LL08

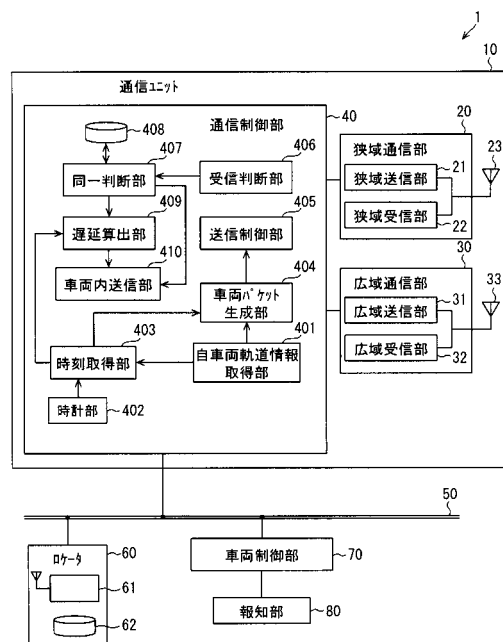
(54) 【発明の名称】 車両制御システムおよび車両制御装置

(57) 【要約】

【課題】 通信遅延時間があっても、不十分な制御となることを抑制できる車両制御システムを提供する。

【解決手段】第１車両制御装置は、第２車両が、第１車両に対する車両制御を第２車両制御装置が開始するための第１車両情報となる自車両軌道情報と、第１車両情報を取得した時刻を表す第１時刻とを含む第１車両パケットを生成して送信する。第２車両制御装置は、第１車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部４０６と、第１車両パケットを受信した時刻を表す第２時刻を取得する時刻取得部４０３と、第１時刻と第２時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部４０９と、第１時刻と第２時刻とが同時刻であると仮定した場合に第１車両情報に基づいて定まる車両制御である遅延非参酌制御を、通信遅延時間に基づいて変更した遅延参酌制御を実行する車両制御部７０とを備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 車両（2 a）で用いられる第 1 車両制御装置（1 a）と、第 2 車両（2 b）で用いられる第 2 車両制御装置（1 b）とを備える車両制御システム（100）であって、

前記第 1 車両制御装置は、

前記第 2 車両が、前記第 1 車両に対する車両制御を前記第 2 車両制御装置が開始するための第 1 車両情報を取得する第 1 車両情報取得部（401）と、

前記第 1 車両情報を取得した時刻を表す第 1 時刻を取得し、前記第 1 時刻と前記第 1 車両情報とを含む第 1 車両パケットを生成する車両パケット生成部（404）と、

前記第 1 車両パケットを送信する第 1 車両送信部（21、31）とを備え、

10

前記第 2 車両制御装置は、

前記第 1 車両パケットを受信するための第 2 車両受信部（22、32）と、

前記第 2 車両受信部が受信した信号を取得して前記第 1 車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部（406）と、

前記受信判断部が、前記第 1 車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第 2 時刻を取得する第 2 時刻取得部（403）と、

前記第 2 車両受信部が受信した前記第 1 車両パケットに含まれている前記第 1 時刻と、前記第 2 時刻取得部が取得した前記第 2 時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部（409）と、

前記第 1 時刻と前記第 2 時刻とが同時刻であると仮定した場合に前記第 1 車両情報に基づいて定まる前記車両制御である遅延非参酌制御を、前記通信遅延時間に基づいて変更した遅延参酌制御を実行する第 2 車両制御部（70）とを備える車両制御システム。

20

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 車両情報取得部は、前記第 1 車両情報として、前記第 1 車両の今後の軌道である第 1 車両推定軌道を決定するための情報である第 1 車両軌道情報を取得し、

前記第 2 車両制御部は、前記第 2 車両受信部が受信した前記第 1 車両パケットに含まれている前記第 1 車両軌道情報に基づいて前記第 1 車両推定軌道を決定するとともに、前記第 2 車両の今後の軌道である第 2 車両推定軌道を決定し、前記第 1 車両推定軌道および前記第 2 車両推定軌道に基づいて、前記第 1 車両と前記第 2 車両とが衝突する可能性があるか否かを判断し、前記第 1 車両と前記第 2 車両とが衝突する可能性があると判断したことに基づいて、前記遅延参酌制御が可能な遅延参酌モードを実行する車両制御システム。

30

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 2 車両制御部は、前記第 1 車両と前記第 2 車両とが衝突する可能性があると判断した場合、前記遅延参酌制御として、前記第 2 車両の運転者に対して注意喚起する注意喚起制御を実行するものであって、前記注意喚起制御は、前記遅延非参酌制御において定まる注意喚起レベルを、前記通信遅延時間が長いほど高いレベルに変更した内容の注意喚起を実行する制御である車両制御システム。

40

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記注意喚起制御は、前記遅延非参酌制御において定まる注意喚起レベルを、前記通信遅延時間が長いほど、かつ、前記第 1 車両の車速が高いほど高いレベルに変更した内容の注意喚起を実行する制御である車両制御システム。

【請求項 5】

請求項 3 または 4 において、

前記注意喚起制御は、前記第 2 車両の運転者に対して注意喚起する注意喚起メッセージを出力するとともに、前記通信遅延時間が長いほど、前記注意喚起メッセージを出力していることに前記第 2 車両の運転者が気づきやすい出力態様とする制御である車両制御システム。

50

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれか 1 項において、

前記第 2 時刻取得部は、時刻を周期的に取得し、前記受信判断部が前記第 1 車両パケットを受信したと判断した場合に、取得済みの前記時刻のうちの最新の時刻を前記第 2 時刻とする車両制御システム。

【請求項 7】

請求項 2～5 のいずれか 1 項において、

前記第 1 車両制御装置は、最新の前記第 1 車両軌道情報を逐次決定して、最新の前記第 1 車両軌道情報を含む前記第 1 車両パケットを逐次送信し、

前記第 2 車両制御装置は、前記第 2 車両受信部、前記受信判断部、前記第 2 時刻取得部、前記遅延算出部を備える通信ユニット（10）と、前記第 2 車両制御部とが別体で構成され、

前記受信判断部は、前記第 1 車両パケットを受信しない時間が基準時間を超えた場合に、その旨を示す未受信通知を前記第 2 車両制御部に通知し、

前記第 2 車両制御部は、前記第 2 車両受信部が前記第 1 車両パケットを逐次受信している状態で前記遅延参酌制御を終了する終了条件を設定し、前記終了条件が成立するまで繰り返し前記遅延参酌モードを実行し、前記終了条件が成立する前に、前記未受信通知を取得したに基づいて、前記第 1 車両パケットを受信できない原因が前記第 2 車両受信部の故障ではないと判断し、かつ、前記遅延参酌モードを終了して、予め設定されたパケット未受信時制御を実行する車両制御システム。

【請求項 8】

請求項 2～5 のいずれか 1 項において、

前記第 2 車両制御装置は、道路地図を記憶する地図記憶部（62）を備え、

前記第 2 車両制御部は、前記第 1 車両推定軌道および前記第 2 車両推定軌道が交差するか否かを判断し、交差すると判断した場合、前記第 1 車両推定軌道と前記第 2 車両推定軌道とが交差する位置が、道路が立体交差する位置であるか否かを、前記地図記憶部に記憶されている前記道路地図に基づいて判断し、前記第 1 車両推定軌道と前記第 2 車両推定軌道とが交差する位置が、道路が立体交差する位置でないと判断したに基づいて、前記第 1 車両と前記第 2 車両とが衝突する可能性があると判断する車両制御システム。

【請求項 9】

車両で用いられる車両制御装置であって、

前記車両制御装置が用いられる車両である自車両の周辺に存在する周辺車両が送信したパケットであって、前記周辺車両に対する車両制御を前記車両制御装置が開始するための周辺車両情報と、前記周辺車両情報が生成された時刻を表す第 1 時刻と含んでいる周辺車両パケットを受信する受信部（22、32）と、

前記受信部が受信した信号を取得して前記周辺車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部（406）と、

前記受信判断部が、前記周辺車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第 2 時刻を取得する第 2 時刻取得部（403）と、

前記受信部が受信した前記周辺車両パケットに含まれている前記第 1 時刻と、前記第 2 時刻取得部が取得した前記第 2 時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部（409）と、

前記第 1 時刻と前記第 2 時刻とが同時刻であると仮定した場合に前記周辺車両情報に基づいて定まる制御である遅延非参酌制御を、前記通信遅延時間に基づいて変更した遅延参酌制御を実行する車両制御部（70）とを備える車両制御装置。

【請求項 10】

車両で用いられる車両制御装置であって、

前記車両制御装置が用いられる車両である自車両の周辺に存在する周辺車両が送信したパケットであって、前記周辺車両に対する車両制御を前記車両制御装置が開始するための周辺車両情報と、前記周辺車両情報が生成された時刻を表す第 1 時刻と含んでいる周辺車

10

20

30

40

50

両パケットを受信する受信部（２２、３２）と、

前記受信部が受信した信号を取得して前記周辺車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部（４０６）と、

前記受信判断部が、前記周辺車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第２時刻を取得する第２時刻取得部（４０３）と、

前記受信部が受信した前記周辺車両パケットに含まれている前記第１時刻と、前記第２時刻取得部が取得した前記第２時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部（４０９）と、

前記遅延算出部が算出した前記通信遅延時間を、前記自車両で用いられ、前記周辺車両情報に基づいて定まる制御を実行する車両制御部へ出力する遅延時間出力部（４１０）とを備える車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、車両制御システムおよび車両制御装置に関し、特に、無線通信により受信した信号に基づく制御を行う技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

無線通信により受信した信号に基づく制御を行う車両制御システムおよび車両制御装置が種々知られている。たとえば、特許文献１に開示されている装置は、自車両の位置が交錯位置に近くなった場合に、自車両の位置と挙動を含むメッセージを自車両の周囲に送信する。自車両の周囲に存在する他車両がそのメッセージを受信し、その他車両が、交錯位置に向かっており、交錯位置までの距離が所定距離以下であれば、他車両は、自車両に対する注意を喚起するための注意喚起情報をスピーカあるいはディスプレイから出力する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１５－６４７３３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

無線通信により信号の送受信を行う場合、送信側の通信装置は、送信する信号（以下、送信パケット）を生成したら即座に送信できるとは限らない。たとえば、ＣＳＭＡ／ＣＡ（Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance）を行う場合には、通信チャネルが空いていることを確認できるまでの待ち時間が生じる。

【０００５】

また、送信パケットを生成する処理にも時間が必要である。具体的には、車両位置等のデータ本体となる情報を取得した後も、アプリケーション層、データリンク層、物理層などでそれぞれデータを処理するための時間が必要である。

【０００６】

また、送信パケットを受信する側でも、受信したパケットを復調、復号し、さらに、物理層等の各層での処理を経てデータ本体を取り出す処理が必要である。以下、送信側においてデータ本体となる情報を取得してから、受信側がその情報を取り出すまでの一連の処理に要する時間を通信遅延時間とする。

【０００７】

この通信遅延時間があるので、処理上は、車両から交錯位置までの距離が注意喚起すべき距離（以下、注意喚起距離）になったときに注意喚起するようにしていても、注意喚起時には、すでに、車両から交錯位置までの距離は注意喚起距離よりも短い距離になっている。

【０００８】

10

20

30

40

50

本発明者は、この通信遅延時間は、送信周期の何倍もの時間になる可能性があることを見出した。多くの通信装置が狭いエリアに存在していると、通信遅延時間が送信周期の何倍もの時間になる可能性が高くなる。

【0009】

多くの通信装置が狭いエリアに存在していると、CSMA/CAによる待ち時間が長くなりやすく、また、通信装置の制御部が多くの処理を行う必要があるので、送信パケット生成時の処理待ち時間、受信側の通信装置での処理待ち時間が長くなるからである。

【0010】

通信遅延時間が送信周期の何倍もの時間になってしまうと、無線通信で送受信される情報に基づく制御が、大きく遅れてしまうことになる。

10

【0011】

制御内容が運転者に対する注意喚起情報の報知であり、第1車両から交錯位置までの距離が注意喚起距離になったことを第1車両から第2車両に送信し、第2車両で、第1車両が交錯位置まで注意喚起距離にある状態を前提とした注意喚起をする場合を考える。この注意喚起が、第1車両から交錯位置までの距離が注意喚起距離よりも短くなっている状態で行われると、不十分なレベルの注意喚起がされることになり、運転者に違和感を与えてしまうことになる。

【0012】

また、制御内容が車両挙動の自動制御であるとする、注意喚起距離時に行う自動制御を注意喚起距離よりも短くなってから行うのでは、制御量が不十分となる可能性がある。

20

【0013】

本発明は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、通信遅延時間があっても、不十分な制御となることを抑制できる車両制御システムおよび車両制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的は独立請求項に記載の特徴の組み合わせにより達成され、また、下位請求項は、発明の更なる有利な具体例を規定する。特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、一つの態様として後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

30

【0015】

上記目的を達成するための車両制御システムに係る発明は、第1車両(2a)で用いられる第1車両制御装置(1a)と、第2車両(2b)で用いられる第2車両制御装置(1b)とを備える車両制御システム(100)であって、

第1車両制御装置は、第2車両が、第1車両に対する車両制御を第2車両制御装置が開始するための第1車両情報を取得する第1車両情報取得部(401)と、第1車両情報を取得した時刻を表す第1時刻を取得し、第1時刻と第1車両情報とを含む第1車両パケットを生成する車両パケット生成部(404)と、第1車両パケットを送信する第1車両送信部(21、31)とを備え、

第2車両制御装置は、第1車両パケットを受信するための第2車両受信部(22、32)と、第2車両受信部が受信した信号を取得して第1車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部(406)と、受信判断部が、第1車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第2時刻を取得する第2時刻取得部(403)と、第2車両受信部が受信した第1車両パケットに含まれている第1時刻と、第2時刻取得部が取得した第2時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部(409)と、第1時刻と第2時刻とが同時刻であると仮定した場合に第1車両情報に基づいて定まる車両制御である遅延非参酌制御を、通信遅延時間に基づいて変更した遅延参酌制御を実行する第2車両制御部(70)とを備える。

40

【0016】

従来は、第1車両において第1車両情報が取得されてから、その第1車両情報が第2車

50

両に受信されたと判断されるまでの時間を考慮しないで制御内容を決定している。つまり、従来は、本発明における遅延非参酌制御を実行する。これに対して本発明では、第1車両情報が生成された第1時刻と、第1車両情報が含まれている第1車両パケットが受信されたと判断された第2時刻との差分である通信遅延時間に基づいて遅延非参酌制御を変更した遅延参酌制御を実行する。よって、通信遅延時間があっても、不十分な制御となることが抑制できる。

【0017】

また、上記目的を達成するための車両制御装置に係る第1の発明は、上記車両制御システムに係る発明が備える第2車両制御装置に相当する発明である。すなわち、上記目的を達成するための車両制御装置に係る第1の発明は、車両で用いられる車両制御装置であって、

車両制御装置が用いられる車両である自車両の周辺に存在する周辺車両が送信したパケットであって、周辺車両に対する車両制御を車両制御装置が開始するための周辺車両情報と、周辺車両情報が生成された時刻を表す第1時刻と含んでいる周辺車両パケットを受信する受信部(22、32)と、受信部が受信した信号を取得して周辺車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部(406)と、受信判断部が、周辺車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第2時刻を取得する第2時刻取得部(403)と、受信部が受信した周辺車両パケットに含まれている第1時刻と、第2時刻取得部が取得した第2時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部(409)と、第1時刻と第2時刻とが同時刻であると仮定した場合に周辺車両情報に基づいて定まる制御である遅延非参酌制御を、通信遅延時間に基づいて変更した遅延参酌制御を実行する車両制御部(70)とを備える。

【0018】

また、上記目的を達成するための車両制御装置に係る第2の発明は、車両制御装置に係る第1の発明から、車両制御部を除き、代わりにその車両制御部に対する出力部を備えた発明である。

【0019】

すなわち、上記目的を達成するための車両制御装置に係る第2の発明は、車両で用いられる車両制御装置であって、車両制御装置が用いられる車両である自車両の周辺に存在する周辺車両が送信したパケットであって、周辺車両に対する車両制御を車両制御装置が開始するための周辺車両情報と、周辺車両情報が生成された時刻を表す第1時刻と含んでいる周辺車両パケットを受信する受信部(22、32)と、受信部が受信した信号を取得して周辺車両パケットを受信したか否かを逐次判断する受信判断部(406)と、受信判断部が、周辺車両パケットを受信したと判断した時刻を表す第2時刻を取得する第2時刻取得部(403)と、受信部が受信した周辺車両パケットに含まれている第1時刻と、第2時刻取得部が取得した第2時刻の差分である通信遅延時間を算出する遅延算出部(409)と、遅延算出部が算出した通信遅延時間を、自車両で用いられ、周辺車両情報に基づいて定まる制御を実行する車両制御部へ出力する遅延時間出力部(410)とを備える。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】車両制御システム100の概略的な構成の一例を示す図である。

【図2】車載システム1の構成を示す図である。

【図3】図2の通信制御部40が実施する車両パケット送信処理を示すフローチャートである。

【図4】図2の通信制御部40が実施する車両パケット受信処理を示すフローチャートである。

【図5】図2の車両制御部70が実施する処理を示すフローチャートである。

【図6】図5のS28において決定する変更後の注意喚起レベルを例示する図である。

【図7】図6の注意喚起レベルと、注意喚起メッセージおよび出力態様の関係を例示する図である。

10

20

30

40

50

【図 8】変形例 2 において実行する車両パケット受信処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 に示す車両制御システム 100 は、車載システム 1 を複数備えるとともにセンタ 5 を備える。

【0022】

複数の車載システム 1 は、複数の車両 2 にそれぞれ搭載される。図 1 の例では、車載システム 1 a は第 1 車両 2 a に搭載され、車載システム 1 b は第 2 車両 2 b に搭載されている。第 1 車両 2 a に搭載されている車載システム 1 a は第 1 車両制御装置、車両制御装置に相当し、第 2 車両 2 b に搭載されている車載システム 1 b は第 2 車両制御装置、車両制御装置に相当する。

10

【0023】

これら車載システム 1 a、1 b は、搭載されている車両が異なる以外は同じ構成である。車載システム 1 a、1 b を区別しないときは、単に車載システム 1 と記載し、また、第 1 車両 2 a と第 2 車両 2 b を区別しないときは、単に車両 2 と記載する。なお、図 1 には、車載システム 1 が搭載されている車両 2 を 2 台しか示していないが、3 台以上の車両 2 にそれぞれ車載システム 1 が搭載されてもよい。

【0024】

〔全体の概要〕

異なる車両 2 にそれぞれ搭載された車載システム 1 は互いに無線通信する。車両 2 は、道路上を走行する車両であれば特に限定はない。4 輪車、オートバイ、自転車などが車両に含まれる。

20

【0025】

車載システム 1 は、予め割り当てられた周波数帯の電波を用いて、広域通信網 3 を介さないで、他の車載システム 1 と無線通信を実施する。また、車載システム 1 は、広域通信網 3 を介して、他の車載システム 1 と無線通信を実施することもできる。つまり、車載システム 1 は、広域通信網 3 を介した車車間通信と、広域通信網 3 を介さない車車間通信とが可能である。

【0026】

以下では、広域通信網 3 を介さない車車間通信を直接型車車間通信とし、広域通信網 3 を介した車車間通信を間接型車車間通信と記載する。直接型車車間通信は間接型車車間通信に比較して通信範囲が狭い。そのため、直接型車車間通信は狭域車車間通信と呼ぶこともでき、間接型車車間通信は広域車車間通信と呼ぶこともできる。

30

【0027】

直接型車車間通信に用いられる周波数帯は、たとえば、760 MHz 帯である。その他、2.4 GHz、5.9 GHz 帯などを用いることもできる。直接型車車間通信を実現するための通信規格は任意のものを採用することができる。たとえば、IEEE 1609 等にて開示されている WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment) の規格を採用することができる。

【0028】

車載システム 1 が間接型車車間通信を行う場合、直接的には、広域通信網 3 に接続されている基地局 4 との間で通信を行う。広域通信網 3 は、携帯電話網やインターネット等の、電気通信事業者によって提供される公衆通信ネットワークを指す。

40

【0029】

車載システム 1 は、車両パケットを、直接型車車間通信および間接型車車間通信の一方または両方で送信する。車両パケットは、この車載システム 1 が搭載されている車両 2 (以下、自車両) の車両 ID、自車両の今後の軌道 (以下、自車両推定軌道) を決定するための情報である自車両軌道情報、自車両軌道情報を取得した時刻を表す取得時刻を含んでいる。間接型車車間通信で車両パケットが送信された場合に、センタ 5 は、基地局 4 および広域通信網 3 を介して、車両パケットを受信する。

50

【0030】

また、車載システム1は、自車両とは別の車両2である他車両が送信した車両パケットを受信した場合、自車両と他車両とが衝突する可能性があるか否かを判断する。そして、衝突する可能性があるとは判断した場合には、車両制御として注意喚起制御を行う。

【0031】

センタ5は、車両パケットを受信した場合、その車両パケットを、車両パケットを送信した車載システム1の周辺領域に存在する他車両（つまり周辺車両）に搭載された車載システム1に転送する。周辺領域は、車両パケットを送信した車載システム1から所定の転送車両間距離以下となる範囲とする。この転送車両間距離は、車両間を直線で結んだ距離であり、基地局4を介する距離ではない。

10

【0032】

周辺領域を決定するために、車両パケットを送信した車両2の位置が必要となる。この位置は、車両パケットに含まれている。また、車両パケットの転送相手となる車載システム1を決定するためには、各車載システム1の位置を把握する必要がある。そこで、センタ5は、車両2の現在位置を管理する。

【0033】

車両2の現在位置の管理は、図示しないデータベースを用いて実現されればよい。当該データベースにおいて各車両2の現在位置は、車両IDなどに対応付けられて保存される。以下では、車両2の現在位置を表したデータベースを位置管理データベースとする。センタ5が車両2の位置を把握するために、車載システム1は、周期的に現在位置をセンタ5に送信するようにすることができる。ただし、車載システム1は、直接型車車間通信により互いの位置情報を交換する構成とすることができる。この場合には、一部の車載システム1が、複数台の車両2の位置をセンタ5に送信すればよい。センタ5は、車両2の位置を受信する毎に、位置管理データベースを更新する。なお、周辺領域を決定するための車両2の位置として車両パケットに含まれている車両2の位置に代えて、この位置管理データベースに保存されている位置とすることもできる。

20

【0034】

転送車両間距離は、一定値としてもよいし、送信元車両の走行速度などに応じて動的に決定されてもよい。また、転送車両間距離は、送信元車両が走行している道路の種別に応じた値に動的に調整されてもよい。たとえば、走行道路が高速道路である場合の転送車両間距離は相対的に大きい値（例えば400m）とする一方、走行道路が一般道路である場合には、走行道路が高速道路である場合よりも小さい値に設定する。

30

【0035】

また、転送車両間距離は、直接型車車間通信により通信可能な距離よりも長い距離であって、直接型車車間通信により通信可能な距離の数倍よりは短い距離であることが好ましい。このようにすれば、間接型車車間通信により、車車間通信距離を実質的に延ばすことができ、かつ、不要な通信相手にまで車両パケットを送信してしまうことを抑制できる。数倍は、たとえば2倍あるいは3倍である。

【0036】

センタ5は、車両パケットを受信した場合に、位置管理データベースに基づいて、送信元車両から転送車両間距離以内に存在する車両2を抽出し、その抽出した車両2に向けて車両パケットを転送する。

40

【0037】

〔車載システム1の構成〕

次に、車載システム1の構成を説明する。車載システム1は、図2に示すように、通信ユニット10、ロケータ60、車両制御部70、報知部80を備える。通信ユニット10は、車両内に構築された通信ネットワークであるLAN（Local Area Network）50を介してロケータ60、車両制御部70と通信可能に接続される。すなわち、本実施形態では、通信ユニット10と、ロケータ60、車両制御部70とは、別体として構成されている。

50

【0038】

ロケータ60は、道路地図上において、自車両が現在走行している地点を特定する装置である。ロケータ60は、GNSS受信機61および地図記憶部62を備える。GNSS受信機61は、衛星航法システムであるGNSS（Global Navigation Satellite System）が備える航法衛星が送信する航法信号を受信し、受信した航法信号に基づいて現在位置を逐次算出する。また、GNSS受信機61を備えているので、ロケータ60は、周知のGNSS受信機と同様、UTC時刻、すなわち協定世界時で表された現在時刻を出力することができる。ロケータ60が出力するUTC時刻は通信ユニット10が備える時計部402が計時する時刻の補正に用いられる。

【0039】

地図記憶部62は、道路の接続関係や、道路の形状（換言すれば道路構造）を示す道路地図データを記憶している。地図記憶部62は、ハードディスクドライブ等の不揮発性の記憶媒体を用いて実現される。

【0040】

ロケータ60は、GNSS受信機61が検出している現在位置に基づいて、道路地図上における自車両の位置を特定する。道路地図上における車両位置の特定は、ナビゲーション装置で慣用されている既知のマップマッチング技術を援用して実施すれば良い。マップマッチング技術は、複数時点における車両の位置から車両の走行軌跡を求め、この車両の走行軌跡と地図情報から得た道路形状とを比較して車両の現在位置を求める技術である。ロケータ60は、現在位置を示す位置情報を通信ユニット10に逐次提供する。なお、ロケータ60は上述した機能を備えていればよく、自車両にナビゲーション装置が搭載されている場合には、そのナビゲーション装置をロケータ60として利用してもよい。

【0041】

車両制御部70は、CPU、RAM、ROM、I/O、およびこれらの構成を接続するバスラインなどを備えたコンピュータである。ROMには、コンピュータを車両制御部70として機能させるためのプログラムが格納されている。なお、上述のプログラムは、非遷移的実体的記録媒体（non-transitory tangible storage medium）に格納されていればよく、具体的な記憶媒体はROMに限らない。CPUがROMに格納されたプログラムを実行することは、そのプログラムに対応する方法が実行されることに相当する。車両制御部70が実行する制御は図5を用いて後に説明する。

【0042】

報知部80は、ディスプレイおよびスピーカを備え、車両制御部70により制御されて、それらディスプレイおよびスピーカから注意喚起メッセージを出力する。

【0043】

〔通信ユニット10の構成〕

通信ユニット10は自車両の周辺に存在する他車両（以下、周辺車両）に搭載された車載システム1との間で車両パケットの送受信を実施するためのユニットである。通信ユニット10は、狭域通信部20、広域通信部30、通信制御部40を備え、狭域通信部20および広域通信部30はそれぞれ通信制御部40と相互に通信可能に接続されている。

【0044】

狭域通信部20は、所定の周波数帯の電波を用いて他車両と直接無線通信（つまり直接型車車間通信）を実施するための通信モジュールである。この狭域通信部20は、狭域送信部21、狭域受信部22、アンテナ23を備える。アンテナ23は、直接型車車間通信に用いられる周波数帯の電波を送受信するためのアンテナである。

【0045】

狭域受信部22は、アンテナ23で受信した信号を復調して通信制御部40に提供する。狭域送信部21は、通信制御部40から入力されたデータを変調してアンテナ23に出力する。アンテナ23は、そのデータを電波として放射（すなわち無線送信）する。なお、直接型車車間通信のアクセス制御は、CSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance）によって実施される。CSMA/CAに基づいたアクセス制御

10

20

30

40

50

処理は、狭域送信部 2 1 が担当してもよいし、通信制御部 4 0 が担当してもよい。また、送信方式は、本実施形態ではブロードキャストとするが、ユニキャストやマルチキャスト方式が採用されてもよい。

【0046】

広域通信部 3 0 は、広域通信網 3 に無線接続し、車載システム 1 が広域通信網 3 を介して他の通信装置と通信するための通信モジュールである。この広域通信部 3 0 は、広域送信部 3 1、広域受信部 3 2、アンテナ 3 3 を備える。

【0047】

アンテナ 3 3 は、基地局 4 との無線通信に用いられる所定の周波数帯の電波を送受信するためのアンテナである。広域受信部 3 2 は、基地局 4 から送信されアンテナ 3 3 で受信した信号を復調して通信制御部 4 0 に提供する。広域送信部 3 1 は、通信制御部 4 0 から入力されたデータを変調してアンテナ 3 3 に出力する。アンテナ 3 3 は、そのデータを電波として放射（すなわち無線送信）する。

【0048】

通信制御部 4 0 は、車両パケットを生成して、狭域送信部 2 1 および広域送信部 3 1 の少なくとも一方から車両パケットを送信させる機能を備える。また、通信制御部 4 0 は、狭域受信部 2 2 および広域受信部 3 2 の少なくとも一方が受信した車両パケットに基づいて生成したデータを車両制御部 7 0 に出力する機能を備える。

【0049】

〔通信制御部 4 0 の構成〕

上述した機能を実行するために、通信制御部 4 0 は、図 2 に示すように、自車両軌道情報取得部 4 0 1、時計部 4 0 2、時刻取得部 4 0 3、車両パケット生成部 4 0 4、送信制御部 4 0 5、受信判断部 4 0 6、同一判断部 4 0 7、メモリ 4 0 8、遅延算出部 4 0 9、車両内送信部 4 1 0 を備える。

【0050】

通信制御部 4 0 は、CPU、RAM、ROM、I/O、およびこれらの構成を接続するバスラインなどを備えたコンピュータとして構成されている。ROM には、コンピュータを通信制御部 4 0 として機能させるためのプログラム（以下、通信制御プログラム）や車両 ID 等が格納されている。なお、上述の通信制御プログラムは非遷移的実体的記録媒体に格納されていればよく、具体的な記憶媒体は ROM に限らない。たとえば通信制御プログラムはフラッシュメモリに保存されていてもよい。CPU が通信制御プログラムを実行することは、通信制御プログラムに対応する方法が実行されることに相当する。この通信制御部 4 0 は、CPU が ROM に格納されている上述の通信制御プログラムを実行することによって、図 2 に示す種々の機能を提供する。

【0051】

なお、通信制御部 4 0 が備える機能ブロックの一部又は全部は、一つあるいは複数の IC 等を用いて（換言すればハードウェアとして）実現してもよい。また、通信制御部 4 0 が備える機能ブロックの一部又は全部は、CPU によるソフトウェアの実行とハードウェア部材の組み合わせによって実現されてもよい。

【0052】

自車両軌道情報取得部 4 0 1 は、自車両軌道情報を取得する。自車両軌道情報は、自車両の今後の軌道である自車両推定軌道を決定するための情報である。本実施形態では、自車両軌道情報は、具体的には、自車両の現在位置、速度、進行方向である。自車両の現在位置はロケータ 6 0 から取得し、速度は図示しない車速センサから取得する。進行方向は、自車両の現在位置の変化から決定する。

【0053】

自車両軌道情報を取得するタイミングは、本実施形態では、自車両の位置が交錯点まで第 1 注意喚起距離となった時点である。交錯点は、交差点あるいは合流点である。第 1 注意喚起距離は、自車両の存在を、交錯点に向かう他の車両 2 が注意したほうがよいと考えられる距離に基づいて予め設定されている。たとえば、第 1 注意喚起距離は 50 m ～ 10

10

20

30

40

50

0 mの間のいずれかの距離である。自車両の位置が交錯点まで第1注意喚起距離となったか否かはロケータ60からの情報に基づいて判断する。この判断は、通信制御部40への通電中、周期的に実行する。通信制御部40への通電は、たとえばイグニッションスイッチがオンである場合に行われる。

【0054】

自車両軌道情報取得部401は、自車両軌道情報を取得するための処理を実行したことを時刻取得部403に通知する。この通知は、実際に自車両軌道情報を取得した時点とすることの他、自車両軌道情報の取得要求をLAN50に出力した時点としてもよい。自車両軌道情報取得部401は、取得した自車両軌道情報を車両パケット生成部404に出力する。

10

【0055】

時計部402は現在時刻を逐次計時している。時計部402は、ロケータ60からUTC時刻が供給された場合、そのUTC時刻に現在時刻を補正する機能も備える。

【0056】

時刻取得部403は、自車両軌道情報取得部401から自車両軌道情報を取得するための処理を実行したことを意味する通知を取得した場合、時計部402から現在時刻を取得し、取得した現在時刻（以下、取得時刻）を、車両パケット生成部404に出力する。また、遅延算出部409から要求された場合、時計部402から現在時刻を取得して、取得時刻を遅延算出部409に出力する。

【0057】

20

車両パケット生成部404は、自車両軌道情報と取得時刻を取得できた場合に、それら自車両軌道情報と取得時刻、および車両IDを含んでいる車両パケットを生成する。車両パケットには、パケットが車両パケットであることを示すヘッダも付与される。生成した車両パケットは送信制御部405に出力する。なお、本実施形態において、パケットは、送信時に一定のデータ量に分割されたデータ単位を意味するのではなく、自車両軌道情報、取得時刻、車両IDを含むデータ全体を意味する。また、車両パケットをこの意味で用いることは、車両パケットを送信時に複数のデータに分割して送信することを制限するものではない。

【0058】

送信制御部405は、車両パケットが入力された場合に、狭域送信部21および広域送信部31の一方または両方から車両パケットを送信する。狭域送信部21および広域送信部31の両方から車両パケットを送信する場合には、送信制御部405は、車両パケットを、狭域送信部21と広域送信部31へ出力する。

30

【0059】

車両パケットが狭域送信部21と広域送信部31へそれぞれ出力されると、狭域送信部21からアンテナ23を介して車両パケットが無線送信されるとともに、広域送信部31からアンテナ33を介して車両パケットが送信される。ただし、車両パケットが送信制御部405に入力されても、直ちに狭域送信部21および広域送信部31から車両パケットが送信されるとは限らない。

【0060】

40

前述のように、狭域送信部21からは、CSMA/CAのアクセス制御方式に従った処理を実行して車両パケットが送信される。また、広域送信部31からも、広域通信網3を使う所定の通信規格に従って定まる処理を行って車両パケットが送信される。広域通信網3を使う通信規格はたとえばLTE (Long Term Evolution) がある。LTEでは、通信ユニット10は、基地局4との間でリソースブロック割当のための通信および内部処理を行い、その結果として割り当てられたリソースブロックを使って車両パケットを送信する。

【0061】

これらの処理が必要であることに加え、これら狭域送信部21および広域送信部31から車両パケットを送信させるための処理は、時分割処理等により、他の処理と同時並行的

50

に実行することがある。これにより、車両パケットを送信させるための処理の実行待ちも生じる可能性がある。よって、車両パケットが送信制御部 405 に入力されても、直ちに狭域送信部 21 および広域送信部 31 から車両パケットが送信されるとは限らない。また、送信制御部 405 が狭域送信部 21 および広域送信部 31 から車両パケットを送信させる処理を同時に開始しても、狭域送信部 21 および広域送信部 31 から車両パケットが同時に送信されるとは限らない。

【0062】

なお、狭域送信部 21 から車両パケットを送信させる処理、広域送信部 31 から車両パケットを送信させる処理は、送信制御部 405 が担当してもよいし、狭域送信部 21、広域送信部 31 が担当してもよい。

10

【0063】

狭域送信部 21 は、車両パケットが供給されると、その車両パケットを変調してアンテナ 23 から同報送信する。広域送信部 31 は、車両パケットが供給されると、その車両パケットを変調してアンテナ 33 から送信する。アンテナ 33 から送信された車両パケットは基地局 4 に受信され、広域通信網 3 を介して基地局 4 からセンタ 5 に送られる。なお、基地局 4 が車両パケットをセンタ 5 に送信する処理にも時間が必要である。基地局 4 が通信ユニット 10 等の端末から送信されたデータを同時期に多く処理する必要がある状況になるほど、基地局 4 において行われる処理は遅延する可能性が高くなる。

【0064】

他の車両 2 に搭載された車載システム 1 の狭域送信部 21 から車両パケットが送信され、自車両が他の車両 2 と狭域通信可能であれば、他の車両 2 から送信された車両パケットを、アンテナ 23 を介して狭域受信部 22 が受信する。

20

【0065】

また、他の車両 2 の位置を基準としてセンタ 5 が決定する周辺領域に自車両が存在していれば、センタ 5 から、他の車両 2 が送信した車両パケットが送信される。センタ 5 から送信された車両パケットはアンテナ 33 を介して広域受信部 32 が受信する。

【0066】

受信判断部 406 は、狭域受信部 22 および広域受信部 32 が受信したデータを逐次取得し、狭域受信部 22 および広域受信部 32 が受信したデータが、他の車両 2 が送信した車両パケットであるか否かを逐次判断する。この判断は、たとえばヘッダを解析することで行う。受信判断部 406 は、車両パケットを受信したと判断した場合には、その車両パケットを同一判断部 407 に出力する。

30

【0067】

同一判断部 407 は、受信判断部 406 が車両パケットを受信したと判断した場合に、その車両パケットと、メモリ 408 に記憶されている車両パケットとが同一であるか否かを判断する。同一か否かの判断は、たとえば、車両パケットに含まれている車両 ID と取得時刻がともに一致しているか否かで判断する。

【0068】

車両 ID と取得時刻がともに一致するのは、他の車両 2 から、同じ車両パケットが狭域送信部 21 と広域送信部 31 から送信され、それらを自車両の狭域受信部 22 と広域受信部 32 がともに受信した場合に限られる。したがって、同一判断部 407 は、広域受信部 32 が受信した車両パケットと、狭域受信部 22 が受信した車両パケットとが同一であるか否かを判断していることになる。

40

【0069】

同一判断部 407 は、取得した車両パケットが、メモリ 408 に記憶されている車両パケットと同一でないと判断すると、その車両パケットに含まれている車両軌道情報および車両 ID を、車両内送信部 410 に送り、かつ、メモリ 408 に一定時間保存する。また、その車両パケットに含まれている取得時刻を遅延算出部 409 に出力する。

【0070】

一方、同一判断部 407 は、取得した車両パケットが、メモリ 408 に記憶されている

50

車両パケットと同一であると判断した場合には、取得した車両パケットを破棄する。

【0071】

遅延算出部409は、取得時刻が同一判断部407から入力された場合に、時刻取得部403に現在時刻を取得させ、時刻取得部403から現在時刻を取得する。この現在時刻を受信時刻とする。そして、受信時刻と取得時刻との差を算出し、この差を通信遅延時間 ΔT とする。算出した通信遅延時間 ΔT を車両内送信部410に出力する。

【0072】

車両内送信部410は、同一判断部407から車両軌道情報および車両IDが供給された場合、それら車両軌道情報および車両IDと、遅延算出部409から供給される通信遅延時間 ΔT とを車両制御部70へ出力する。この車両内送信部410は、通信遅延時間 ΔT を車両制御部70へ出力しているので、遅延時間出力部に相当する。

10

【0073】

[車両パケット送信処理]

次に、通信制御部40が実施する車両パケット送信処理について、図3に示すフローチャートを用いて述べる。ここでは、第1車両2aに搭載されている車載システム1aが備える通信制御部40が図3の処理を実行しているとする。この場合、車載システム1aは第1車両制御装置として機能することになる。また、この場合、自車両軌道情報取得部401は第1車両情報取得部に相当し、狭域送信部21、広域送信部31は第1車両送信部に相当する。

【0074】

20

通信制御部40は図3のフローチャートに示す処理を周期的に繰り返し実行する。周期はたとえば100ミリ秒である。ステップ（以下、ステップを省略）S1およびS2は自車両軌道情報取得部401が実行する。S1では、第1車両2aが交錯点に接近したか否かを判断する。この判断は、具体的には、第1車両2aと交錯点までの距離が、第1注意喚起距離よりも大きい状態から第1注意喚起距離以下になったか否かを判断するものである。この判断は、ロケータ60が特定した第1車両2aの位置とロケータ60の地図記憶部62に記憶されている道路地図データを用いて行う。交錯点は、前述したように、交差点および合流点である。

【0075】

S1の判断がNOであれば図3の処理を終了する。一方、S1の判断がYESであればS2へ進む。S2では、自車両軌道情報を取得する。なお、第1車両2aに搭載された車載システム1aが取得する自車両軌道情報は、第1車両軌道情報、第1車両情報に相当する。

30

【0076】

自車両軌道情報は、前述のように、自車両すなわち第1車両2aの現在位置、速度、進行方向である。現在位置は、S1の判断に用いた現在位置としてもよいし、このS2でロケータ60から取得してもよい。

【0077】

S3は時刻取得部403が実行する処理であり、現在時刻を取得する。S4は車両パケット生成部404が実行する処理であり、S3で取得した現在時刻を取得時刻とし、この取得時刻と、S2で取得した自車両軌道情報と、車両IDとを含む車両パケットを生成する。

40

【0078】

以下では、第1車両2aに搭載された車載システム1aが生成する車両パケットを第1車両パケットとし、第1車両パケットに含まれている取得時刻を第1時刻とし、第1車両パケットに含まれている自車両軌道情報を第1車両軌道情報とする。

【0079】

S5は送信制御部405が実行する処理であり、S4で生成した第1車両パケットを、狭域送信部21および広域送信部31の一方または両方から送信する処理を実行する。この処理の詳細はすでに説明済みであるので、ここでは省略する。

50

【0080】

〔車両パケット受信処理〕

次に、通信制御部40が実施する車両パケット受信処理について、図4に示すフローチャートを用いて述べる。ここでは、第2車両2bに搭載されている車載システム1bが備える通信制御部40が図4の処理を実行しているとする。この場合、車載システム1bは第2車両制御装置として機能することになる。また、この場合、狭域受信部22、広域受信部32は第2車両受信部に相当する。また、第2車両2bは、第1車両2aの周辺に存在している、すなわち、第2車両2bは第1車両2aの周辺車両であるとする。これは、第2車両2bの周辺に存在する車両2を第1車両2aであるとすることを意味する。

【0081】

通信制御部40は図4のフローチャートに示す処理も周期的に繰り返し実行する。周期はたとえば100ミリ秒である。S11は受信判断部406が実行する処理であり、車両パケットを受信したか否かを判断する。この判断は、狭域受信部22および広域受信部32から取得した信号を解析することで行う。S11の判断がNOであれば図4の処理を終了する。一方、S11の判断がYESであればS12へ進む。

【0082】

S12～S14は同一判断部407が実行する処理である。S12では、S11で受信したと判断した車両パケットと、メモリ408に記憶されている受信済みの車両パケットとが同一であるか否かを判断する。S12の判断がYESであればS13へ進む。

【0083】

S13では、今回受信した車両パケットを破棄する。S12の判断がYESであればS14へ進む。S14では、今回受信した車両パケットをメモリ408に保存する。なお、図示していないが、メモリ408に保存した車両パケットは一定時間が経過したらメモリ408から消去する。

【0084】

S15は時刻取得部403が実行する処理であり、現在時刻を取得する。第1車両パケットを受信した場合には、この現在時刻は、第1車両パケットを受信したと判断した時刻を意味する。この時刻を第2時刻とする。また、この場合、時刻取得部403は第2時刻取得部として機能する。なお、第1車両2aは第2車両2bの周辺車両であるので、第1車両パケットは、第2車両2bの周辺車両が送信した車両パケット、すなわち周辺車両パケットに相当し、第1車両パケットに含まれている第1車両軌道情報は周辺車両情報に相当する。

【0085】

S16は遅延算出部409が実行する処理であり、S15で取得した現在時刻（すなわち第2時刻）から第1車両パケットに含まれている第1時刻を引くことで、通信遅延時間 ΔT を算出する。

【0086】

S17は車両内送信部410が実行する処理であり、今回受信した車両パケットに含まれている第1車両軌道情報、車両ID、およびS16で算出した通信遅延時間 ΔT を車両制御部70に出力する。

【0087】

〔車両制御部70が実行する処理〕

次に、車両制御部70が実行する処理について、図5に示すフローチャートを用いて述べる。ここでは、第2車両2bに搭載されている車載システム1bが備える車両制御部70が図5の処理を実行しているとする。この場合、車両制御部70は第2車両制御部に相当する。車両制御部70は図5のフローチャートに示す処理を周期的に繰り返し実行する。周期はたとえば100ミリ秒、あるいは、数十ミリ秒である。

【0088】

S21では、第1車両軌道情報、車両ID、通信遅延時間 ΔT が入力されたか否かを判断する。この判断がNOであれば図5の処理を終了する。一方、S21の判断がYESで

10

20

30

40

50

あれば S 2 2 へ進む。

【0089】

S 2 2 ～ S 2 6 では、第 2 車両 2 b と第 1 車両 2 a とが衝突する可能性があるか否かを判断する。S 2 2 では、自車両（すなわち第 2 車両 2 b）の車両軌道情報を取得する。ここで取得する車両軌道情報は、第 2 車両 2 b の現在位置、速度、進行方向である。

【0090】

S 2 3 では、第 1 車両 2 a の今後の軌道である第 1 車両推定軌道と、第 2 車両 2 b の今後の軌道である第 2 車両推定軌道を決定する。第 1 車両推定軌道は第 1 車両軌道情報を用いて決定し、第 2 車両推定軌道は S 2 2 で取得した車両軌道情報を用いて推定する。

【0091】

S 2 4 では、S 2 3 で決定した第 1 車両推定軌道および第 2 車両推定軌道に交点（以下、軌道交点）があるか否かを判断する。S 2 4 の判断が N O であれば図 5 の処理を終了する。一方、S 2 4 の判断が Y E S であれば S 2 5 へ進む。

【0092】

S 2 5 では、軌道交点が立体交差している位置であるか否かを判断する。この判断が Y E S であれば図 5 の処理を終了する。軌道交点があっても、その位置が立体交差であれば、第 1 車両 2 a と第 2 車両 2 b は衝突しないからである。S 2 5 の判断が N O であれば S 2 6 へ進む。

【0093】

S 2 6 では、自車両（すなわち第 2 車両 2 b）も交錯点に接近している状態であるか否かを判断する。この判断は具体的には、第 2 車両 2 b が交錯点に向かっており、第 2 車両 2 b と交錯点までの距離が第 2 注意喚起距離以下になったか否かを判断するものである。第 2 注意喚起距離は予め設定されている。第 2 注意喚起距離は、第 1 注意喚起距離と同じ距離でもよいし、第 1 注意喚起距離よりも長くても、また、短くてもよい。S 2 6 の判断が N O であれば図 5 の処理を終了する。一方、S 2 6 の判断が Y E S であれば S 2 7 に進む。S 2 7 に進む場合には、第 2 車両 2 b と第 1 車両 2 a とが衝突する可能性があると判断したことになる。

【0094】

S 2 7 では、S 2 1 で入力されたと判断した通信遅延時間 ΔT と、同じく S 2 1 で入力されたと判断した第 1 車両軌道情報に含まれている第 1 車両 2 a の車速とから、通信遅延時間 ΔT の間に第 1 車両 2 a が移動した移動距離を算出する。

【0095】

S 2 8 では、S 2 7 で算出した移動距離に応じて、デフォルトで設定されている注意喚起レベルを維持あるいは変更する。具体的には、移動距離が大きいほど、デフォルトで設定されている注意喚起レベルに対して、変更後の注意喚起レベルを高くする。デフォルトで設定されている注意喚起レベルは、通信遅延時間 ΔT が 0 であると仮定して設定されたレベルである。つまり、デフォルトで設定されている注意喚起レベルは、第 2 車両 2 b が第 2 注意喚起距離に位置していることを前提として設定されたレベルである。つまり、注意喚起レベルがデフォルトである場合に実行する注意喚起制御は遅延非参酌制御に相当する。

【0096】

これに対して、この S 2 8 の処理を実行している時点では、第 2 車両 2 b から交錯点までの距離は、少なくとも、S 2 7 で算出した移動距離だけ、第 2 注意喚起距離よりも短くなっている。そこで、この S 2 8 では、S 2 7 で算出した移動距離に応じて注意喚起レベルを高くするのである。

【0097】

図 6 は、S 2 8 において決定する変更後の注意喚起レベルを例示している。図 6 の例では、移動距離に応じて段階的に注意喚起レベルを高くしている。

【0098】

S 2 9 では、S 2 8 で変更した後の注意喚起レベルに対応する注意喚起制御を実行する

10

20

30

40

50

。本実施形態で実行する注意喚起制御は、注意喚起メッセージを報知部 80 が備えるディスプレイおよびスピーカから出力する制御である。注意喚起レベルにより変更する制御内容は、注意喚起メッセージの内容と、注意喚起メッセージの出力態様である。

【0099】

図 7 には、注意喚起レベルと、注意喚起メッセージおよび出力態様の関係を示している。注意喚起メッセージの内容は、デフォルトでは低レベルメッセージである。低レベルメッセージは、たとえば、「他の車両の存在に注意してください。」などである。中レベルメッセージは低レベルメッセージよりも運転者に他の車両 2 の存在に対する注意を促す内容のメッセージであり、高レベルメッセージは即座に他の車両 2 との衝突を回避する操作を運転者に対して指示するメッセージである。

10

【0100】

注意喚起メッセージの出力態様は、本実施形態では、報知部 80 が備えるディスプレイに注意喚起メッセージを表示させることに加えて、そのディスプレイの所定のフラッシング領域をフラッシングさせる態様である。フラッシングは所定時間、フラッシング領域を点滅させることを意味する。フラッシング領域は、注意喚起メッセージを表示している領域の周囲であってもよいし、ディスプレイの全面でもよい。また、注意喚起メッセージを表示している領域でもよい。

【0101】

フラッシングは、デフォルトでは行わない。これに対して、デフォルトよりも注意喚起レベルが 1 上がった場合には、フラッシング間隔を「長」とし、フラッシング輝度を「低」とする。また、デフォルトよりも注意喚起レベルが 2 上がった場合には、フラッシング間隔を「中」とし、フラッシング輝度も「中」とする。また、デフォルトよりも注意喚起レベルが 3 上がった場合には、フラッシング間隔を「短」とし、フラッシング輝度を「高」とする。フラッシング間隔「長」「中」「短」に対応する具体的間隔は予め設定されており、また、フラッシング輝度「低」、「中」、「高」に対応する具体的輝度も予め設定されている。フラッシング間隔が短いほど、運転者は、注意喚起メッセージが出力されていることに気づきやすい。また、フラッシング輝度が高いほど、運転者は、注意喚起メッセージが出力されていることに気づきやすい。

20

【0102】

注意喚起レベルがデフォルトである場合に実行する注意喚起制御は遅延非参酌制御に相当するのに対して、注意喚起レベルがデフォルトよりも高いレベルで実行する注意喚起制御が遅延参酌制御に相当する。通信遅延参酌制御に相当する注意喚起制御が実行可能であるこの状態は、遅延参酌モードになっていると言える。

30

【0103】

S 29 では、図 7 に示す関係と、S 28 で決定した注意喚起レベルとから定まる注意喚起メッセージおよび出力態様で、注意喚起制御を実行する。注意喚起メッセージは一定時間継続して表示していてもよいし、フラッシングと交互に表示して、制御実行時間が経過したらフラッシングおよび注意喚起メッセージの表示をともに終了してもよい。注意喚起メッセージを一定時間継続して表示する場合、先にフラッシングを行ってもよいし、フラッシングと注意喚起メッセージの表示を同時に行ってもよい。

40

【0104】

[第 1 実施形態のまとめ]

以上、説明した第 1 実施形態では、第 1 車両 2 a に搭載されている車載システム 1 a が第 1 車両軌道情報を取得した第 1 時刻と、第 2 車両 2 b に搭載されている車載システム 1 b が、第 1 車両軌道情報が含まれている第 1 車両パケットを受信したと判断された第 2 時刻との差分である通信遅延時間 ΔT に基づいて、デフォルトの注意喚起レベルを維持あるいは変更して注意喚起制御を実行する。

【0105】

ここで、第 1 注意喚起距離を 100 メートルとすると、デフォルトの注意喚起レベルに対応する注意喚起メッセージは、第 1 車両 2 a が交錯点よりも 100 メートル手前に位置

50

していることを想定した注意喚起メッセージである。また、S 2 7で算出した移動距離が50メートルであるとする。また、図1に示す時刻T 1において第1車両2 aは交錯点よりも100メートル手前に位置しており、時刻T 2において第1車両2 aは交錯点よりも50メートル手前に位置しているとする。

【0106】

この場合、通信遅延時間 ΔT を考慮しないと、第2車両2 bでは、第1車両2 aが交錯点の手前100メートルに位置していることを想定した注意喚起メッセージが、第1車両2 aが交錯点の手前50メートルに位置している状態で出力されることになる。よって、不十分な注意喚起となってしまう。

【0107】

しかし、本実施形態では、通信遅延時間 ΔT を考慮して注意喚起レベルを変更し、変更後の注意喚起レベルで注意喚起制御を実行する。これにより、通信遅延時間 ΔT があっても、不十分な制御となることが抑制できる。また、その結果、不十分な注意喚起により第2車両2 bの運転者に違和感を与えてしまうことを抑制できる。

【0108】

加えて、本実施形態では、通信遅延時間 ΔT に第1車両2 aの車速を乗じて、通信遅延時間 ΔT の間に第1車両2 aが移動した移動距離を算出しており、その移動距離に基づいて注意喚起レベルを決定している。通信遅延時間 ΔT 自体も注意喚起制御を行う時点での第1車両2 aの位置を考慮する値であるが、移動距離に基づいて注意喚起レベルを決定することで、より注意喚起制御を行う時点での第1車両2 aの位置に適した注意喚起レベルを決定できる。

【0109】

また、本実施形態では、注意喚起メッセージを注意喚起レベルに応じて変更することに加えて、注意喚起メッセージの出力態様も変更している。これにより、迅速に注意喚起メッセージに第2車両2 bの運転者が気づく必要がある状況において、迅速に第2車両2 bの運転者が注意喚起メッセージに気付きやすくなる。

【0110】

また、本実施形態では、軌道交点があっても、その軌道交点が立体交差であれば衝突の可能性があると判断しない。よって、不必要な注意喚起制御を実行してしまうことを抑制できる。

【0111】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の変形例も本発明の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。

【0112】

<変形例1>

前述の実施形態では、第1車両2 aに搭載された車載システム1 aは、第1車両2 aが交錯点に接近したと判断した場合に、一度のみ、第1車両パケットを送信していた。そして、第2車両2 bは、その一度のみ送信された第1車両パケットに基づいて注意喚起制御を実行していた。

【0113】

しかし、第1車両2 aが交錯点に接近したと判断した後、繰り返し、図3のS 2～S 5を実行して、最新の自車両軌道情報（すなわち第1車両軌道情報）を逐次決定し、その最新の第1車両軌道情報を含む第1車両パケットを逐次送信してもよい。第1車両パケットの送信終了は、送信開始から第1車両パケット送信時間経過後、あるいは、送信開始から第1車両2 aが第1車両パケット送信距離走行した後とする。

【0114】

第1車両2 aに搭載された車載システム1 aが第1車両パケットを逐次送信する場合、第2車両2 bに搭載された車載システム1 bは、第1車両パケットを逐次受信している状態であっても注意喚起制御を終了する終了条件を設定する。終了条件は、たとえば、第2

10

20

30

40

50

車両 2 b の運転者が、第 1 車両 2 a を認識したことを示す認識操作が行われたことを検知したという条件である。認識操作は、たとえば、第 1 車両 2 a を認識したことを意味するボタンを押したことである。また、ブレーキ操作をしたことを認識操作としてもよい。

【0115】

第 1 車両 2 a に搭載された車載システム 1 a が第 1 車両パケットを逐次送信するので、第 2 車両 2 b に搭載された車載システム 1 b の受信判断部 406 は、第 1 車両パケットを受信したと繰り返し判断するはずである。それにも関わらず、受信判断部 406 は第 1 車両パケットを受信したと判断しない時間が基準時間を超えた場合には、その旨を示す未受信通知を車両制御部 70 に送信する。ここでの基準時間は、第 1 車両パケット送信時間よりも短く、また、第 1 車両 2 a が第 1 車両パケット送信距離走行するのに要する時間よりも短い時間に設定されている。

10

【0116】

車両制御部 70 は、未受信通知を取得した場合、第 1 車両パケットを受信できない原因が狭域受信部 22、広域受信部 32 を含む通信ユニット 10 の故障ではないと判断する。通信ユニット 10 は、未受信通知を送信する機能が正常に作動しているからである。

【0117】

そして、車両制御部 70 は、未受信通知を受信した場合には遅延参酌モードを終了して、予め設定されたパケット未受信時制御を実行する。パケット未受信時制御は、第 1 車両パケットがなくても可能な制御である。たとえば、パケット未受信時制御は、第 1 車両 2 a の位置が把握できなくなったことを意味するメッセージを報知部 80 から出力する制御である。

20

【0118】

このメッセージが報知部 80 から出力されると、第 2 車両 2 b の運転者は、注意喚起メッセージが出力されなくなっても、第 1 車両 2 a の存在に注意しなくてはならない状態が継続している可能性があることを認識できる。

【0119】

<変形例 2>

前述の実施形態では、車両パケットを受信したと判断した後に、第 2 時刻となる現在時刻を取得していた。しかし、変形例 2 では、図 8 に示すように、S11 の前に S15 を実行して現在時刻を取得する。したがって、変形例 2 では、車両パケット受信処理において現在時刻を周期的に取得する。そして、新たな車両パケットを受信したと判断した場合に実行する S16A では、S15 を実行して繰り返し取得した現在時刻すなわち取得済みの時刻のうちの最新の現在時刻を第 2 時刻とする。そして、この第 2 時刻と受信した車両パケットに含まれている第 1 時刻とから通信遅延時間 ΔT を算出する。

30

【0120】

このようにすれば、第 1 時刻を含む車両パケットを受信する前に予め第 2 時刻を取得しているので、車両パケットを受信したと判断した後に第 2 時刻を取得する処理が不要となり、その処理に要する時間分、その後の処理を早く開始することができる。

【0121】

<変形例 3>

前述の実施形態では、自車両が交錯点に接近したと判断した場合に、車両パケットを生成して送信していた。しかし、自車両が交錯点に接近しているか否かを判断せず、周期的に車両パケットを生成して送信してもよい。この場合、図 3 の S1 において、交錯点に接近したか否かを判断することに代えて、車両パケット生成周期となったか否かを判断する。

40

【0122】

<変形例 4>

前述の実施形態では、車両制御部 70 は、自車両の運転者に対して注意喚起する注意喚起制御を実行していた。しかし、車両制御部 70 が実行する車両制御は、自車両の車両挙動の自動制御であってもよい。この場合、遅延参酌制御では、遅延非参酌制御における制

50

御量を、通信遅延時間 ΔT に基づいて定まる量だけ大きくする。

【0123】

<変形例5>

前述の実施形態では、第1車両2aに搭載された車載システム1aは、第1車両2aの位置が交錯点に接近したと判断した場合に、第1車両情報として、第1車両軌道情報を送信していた。そして、第2車両2bに搭載された車載システム1bは、第2車両2bも交錯点に接近していると判断した場合に、注意喚起制御を実行していた。

【0124】

しかし、第1車両2aに搭載された車載システム1aと第2車両2bに搭載された車載システム1bが周期的に互いの位置を送受信していれば、第1車両2aに搭載された車載システム1aが、第2車両2bの車載システム1bにおいて、第1車両2aに対する注意喚起制御を実行すべきタイミングを判断することもできる。この場合、第1車両情報として、第1車両軌道情報を送信する必要はなく、第1車両情報として、第2車両2bに搭載された車載システム1bに対して、第1車両に対する注意喚起制御の開始を指示する注意喚起指示情報を送信すればよい。

【0125】

<変形例6>

前述の実施形態では、狭域通信部20および広域通信部30の2つの通信部を備えていた。しかし、狭域通信部20および広域通信部30のいずれか一方のみを備えていてもよい。

【0126】

<変形例7>

前述の実施形態では、注意喚起レベルが高いほど、注意喚起メッセージが出力されることに、第2車両2bの運転者が気づきやすくするため、フラッシングを行っていた。しかし、注意喚起メッセージに気づきやすくするための出力態様には、フラッシング以外にも、注意喚起メッセージを表示部に出力する場合、注意喚起メッセージの大きさを変化させる態様がある。

【0127】

また、注意喚起メッセージをスピーカから音として出力する場合に、その音の大きさを変化させる、注意喚起メッセージ音と注意喚起メッセージ音との間に、注意喚起信号音を挿入するなどの態様もある。

【0128】

<変形例8>

前述の実施形態では、通信遅延時間 ΔT に車速を乗じて算出した、通信遅延時間 ΔT の間の第1車両2aの移動距離をもとに注意喚起レベルを維持あるいは変更していた。しかし、車速は考慮せず、通信遅延時間 ΔT をもとに、注意喚起レベルを維持あるいは変更してもよい。

【符号の説明】

【0129】

1：車載システム	2：車両	3：広域通信網	4：基地局	5：センタ	1
0：通信ユニット	20：狭域通信部	21：狭域送信部	22：狭域受信部		
23：アンテナ	30：広域通信部	31：広域送信部	32：広域受信部	3	
3：アンテナ	40：通信制御部	60：ロケータ	61：GNSS受信機	6	
2：地図記憶部	70：車両制御部	80：報知部	100：車両制御システム		
401：自車両軌道情報取得部	402：時計部	403：時刻取得部	404		
：車両パケット生成部	405：送信制御部	406：受信判断部	407：同一		
判断部	408：メモリ	409：遅延算出部	410：車両内送信部		

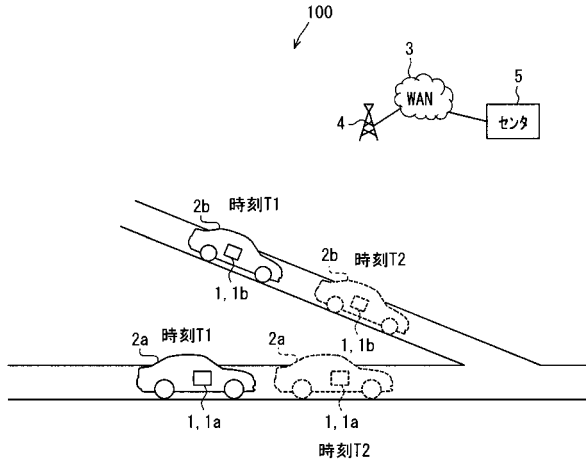
10

20

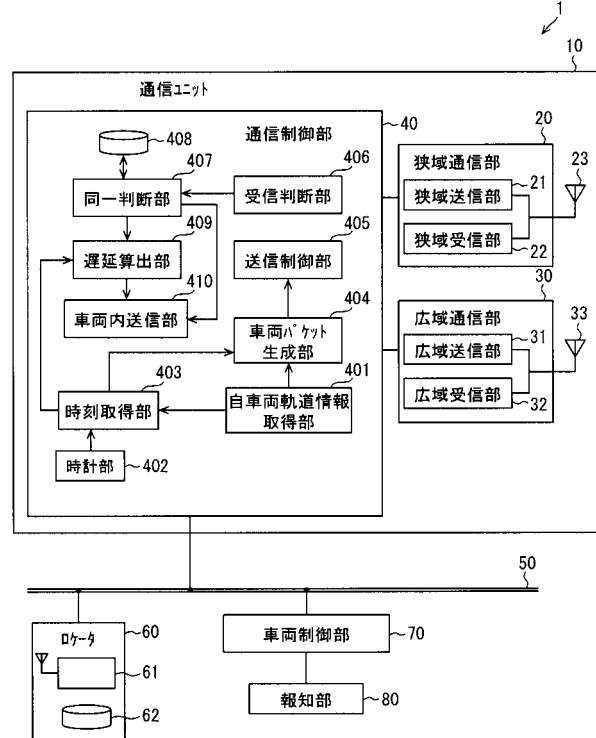
30

40

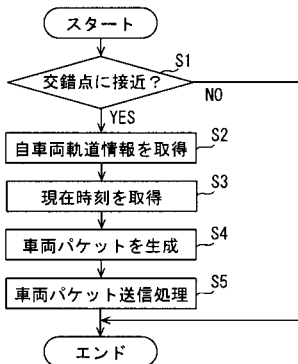
【図 1】



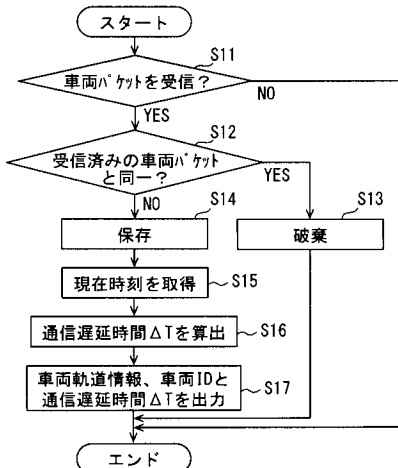
【図 2】



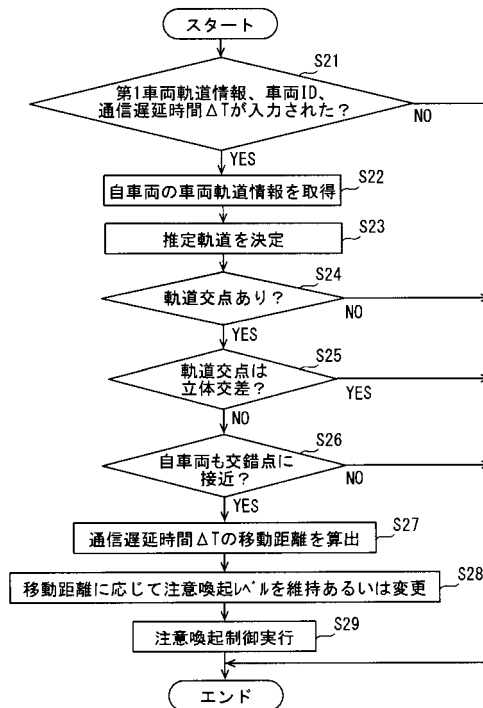
【図 3】



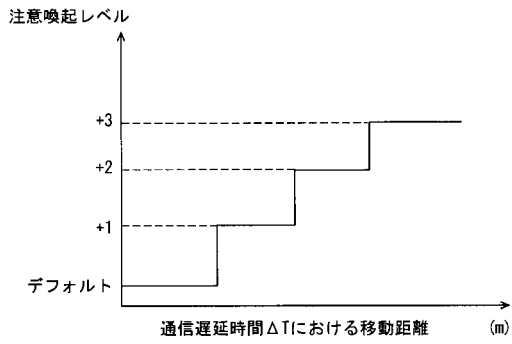
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

注意喚起レベル	出力態様		注意喚起メッセージ
	フラッシング 間隔	フラッシング 輝度	
デフォルト	フラッシング なし	フラッシング なし	低レベル メッセージ
+1	長	低	中レベル メッセージ
+2	中	中	中レベル メッセージ
+3	短	高	高レベル メッセージ

【図 8】

