

(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2010-33581

(P2010-33581A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G08G 1/09 (2006.01)	G08G 1/09 F	5H180
G08G 1/0962 (2006.01)	G08G 1/0962	5K067
G08G 1/16 (2006.01)	G08G 1/16 D	5K102
B60R 21/00 (2006.01)	G08G 1/09 P	
H04W 4/04 (2009.01)	B60R 21/00 628B	
審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 38 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-191064 (P2009-191064)
 (22) 出願日 平成21年8月20日 (2009.8.20)
 (62) 分割の表示 特願2007-20910 (P2007-20910)
 の分割
 原出願日 平成19年1月31日 (2007.1.31)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. V I C S

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 110000280
 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所
 (72) 発明者 戸谷 昌弘
 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号
 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 Fターム(参考) 5H180 BB02 BB06 CC01 LL07 LL08
 LL09 LL15
 5K067 AA33 BB21 DD20 EE02 EE12
 EE37 FF03 JJ52
 5K102 AA21 AL11 AL23 AL28 AM01
 AM06 MH03 MH14 MH22 PB02
 RD28

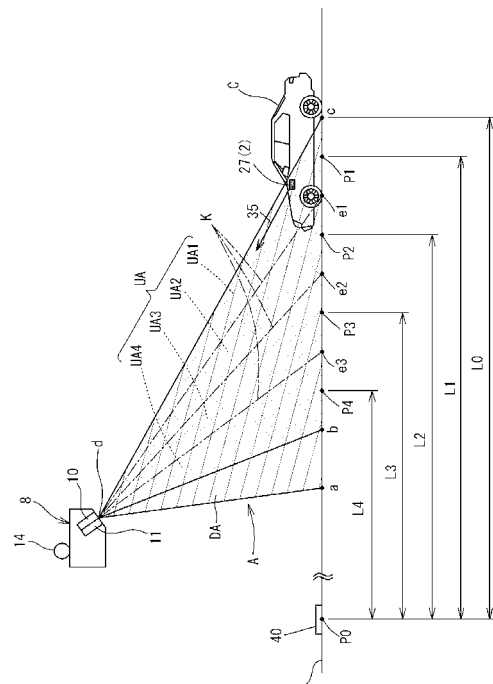
(54) 【発明の名称】 路車間通信システム及び光ビーコン

(57) 【要約】

【課題】 ドライバに対する安全運転支援を精度よく行うことができる路車間通信システムを提供する。

【解決手段】 通信領域Aが道路に設定された投受光器8を有する光ビーコン4と、通信領域Aにおいて投受光器8との間で情報の送受信を行う車載機2とを備える。通信領域Aのアップリンク領域UAは、車両進行方向に複数の分割領域UA1～UA4に分割され、投受光器8は各分割領域UA1～UA4に対応してアップリンク情報を受信する複数の受信部11を備える。光ビーコン4は、受信部11によってアップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器8に送信させる通信制御部7を有し、所定のダウンリンク情報は、アップリンク情報を受信したいずれかの受信部11に対応する分割領域内の位置P1～P4からその下流側の所定位置P0までの距離に関する距離情報を含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンと、車両に搭載されるとともに、前記通信領域において前記投受光器との間で前記アップリンク情報及び前記ダウンリンク情報の送受信を行う車載機と、を備えている路車間通信システムであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする路車間通信システム。

10

【請求項 2】

前記光ビーコンが、前記受信部によってアップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有し、

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置からその下流側の所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 1 記載の路車間通信システム。

【請求項 3】

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置から前記所定位置までの距離を前記距離情報として含んでいることを特徴とする請求項 2 記載の路車間通信システム。

20

【請求項 4】

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク領域の上流端から前記所定位置までの距離についての第 1 の距離情報と、前記アップリンク領域の上流端から前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置までの距離についての第 2 の距離情報とを前記距離情報として含んでいることを特徴とする請求項 2 記載の路車間通信システム。

【請求項 5】

前記車載機が、前記第 1 の距離情報と前記第 2 の距離情報とから、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置から前記所定位置までの距離を求める距離認識部を有していることを特徴とする請求項 4 記載の路車間通信システム。

30

【請求項 6】

互いに隣接する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域の境界部から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 2 記載の路車間通信システム。

【請求項 7】

前記光ビーコンは、前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受光部の受光レベルに基づいて、前記境界部における前記車両の位置を推定する推定部を有し、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 6 記載の路車間通信システム。

40

【請求項 8】

前記アップリンク領域が、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、

互いに重複する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域における重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 2 記載の路車間通信システム。

【請求項 9】

前記光ビーコンは、前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受光部の受光レベルに基づいて、前記重複領域内における前記車両の位置を推定する推定部を有し、

50

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 8 記載の路車間通信システム。

【請求項 10】

道路を走行する車両の車載機からアップリンク情報を受信可能なアップリンク領域と前記車載機にダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする光ビーコン。

【請求項 11】

前記受信部によって前記アップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有しており、

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置とその下流側の所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 10 記載の光ビーコン。

【請求項 12】

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置から前記所定位置までの距離を前記距離情報として含んでいることを特徴とする請求項 11 記載の光ビーコン。

【請求項 13】

前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク領域の上流端から前記所定位置までの距離についての第 1 の距離情報と、前記アップリンク領域の上流端から前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置までの距離についての第 2 の距離情報とを前記距離情報として含んでいることを特徴とする請求項 11 記載の光ビーコン。

【請求項 14】

互いに隣接する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域の境界部から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 11 記載の光ビーコン。

【請求項 15】

前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受光部の受光レベルに基づいて、前記境界部における前記車両の位置を推定する推定部をさらに有しており、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 14 記載の光ビーコン。

【請求項 16】

前記アップリンク領域が、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、

互いに重複する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域の重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする請求項 11 記載の光ビーコン。

【請求項 17】

前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受光部の受光レベルに基づいて、前記重複領域内における前記車両の位置を推定する推定部をさらに有しており、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 16 記載の光ビーコン。

【請求項 18】

請求項 2 ~ 9 のいずれかに記載の路車間通信システムに用いられる車載機であって、

前記所定のダウンリンク情報に基づいて、前記所定位置までの距離を認識する距離認識部を有していることを特徴とする車載機。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

車両進行方向下流側に設定された信号機の表示予定に関する信号情報を受信する信号情報受信部と、この信号情報と前記距離情報とに基づいて運転支援に関する制御を行う支援制御部とを有していることを特徴とする請求項 18 記載の車載機。

【請求項 20】

前記支援制御部が、前記車両を制動するための制御を行うことを特徴とする請求項 19 記載の車載機。

【請求項 21】

前記支援制御部が、前記車両の搭乗者に対する報知情報を生成する機能を有していることを特徴とする請求項 19 記載の車載機。

10

【請求項 22】

請求項 18 ~ 21 のいずれかに記載の車載機を搭載した車両。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、道路側に設置された光ビーコンと車両に搭載された車載機との間で光信号による双方向通信を行う路車間通信システム、及び、この路車間通信システムに用いることができる光ビーコン、車載機、及び車両に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

20

路車間通信システムを利用した交通情報サービスとして、光ビーコン、電波ビーコン又は FM 多重放送を用いたいわゆる VICS (Vehicle Information and Communication System) が既に展開されている。このうち、光ビーコンは近赤外線を通信媒体とした光通信を採用しており、車載機との双方通信が可能となっている。

具体的には、車両の保持するビーコン間の旅行時間情報等を含むアップリンク情報が車載機からインフラ側の光ビーコンに送信され、逆に、渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報及び車線通知情報等を含むダウンリンク情報が光ビーコンから車載機に送信されるようになっている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

上記光ビーコンは、車載機との間で双方向通信を行うビーコンヘッド (投受光器) を備えており、この投受光器は、ダウンリンク情報を送出する発光ダイオード (LED) と、車載機からのアップリンク情報を受信するフォトセンサとを備えている。

30

例えば図 11 に示すように、光ビーコン 104 のビーコンヘッド (投受光器) 108 は、その直下よりも上流側より通信領域 A が設定されている。光ビーコン (光学式車両感知器) 104 の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、アップリンク領域 UA は、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向の上流部分 (図 11 の右側部分) と重複しており、ダウンリンク領域 DA とアップリンク領域 UA の上流端は互いに一致するものとされている。また、実際に、現在設定されているダウンリンク領域 DA の上流端は、アップリンク領域 UA の上流端 c よりも上流側 (例えば、図 11 の c') に設定されている場合が多い。

40

【0004】

従って、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向長さは通信領域 A 全体の同方向長さとは一致する。また、上記規格によれば、一般道向けの光ビーコン 104 の場合で、ダウンリンク領域 DA の下流端 a は、ビーコンヘッド 108 の直下の 1.0 ~ 1.3 m 上流側に位置し、ダウンリンク領域 DA の下流端 a からアップリンク領域 UA の下流端 b までの距離は 2.1 m と規定され、アップリンク領域 UA の下流端 b から同領域 UA の上流端 c までの距離は 1.6 m と規定されている。従って、この場合、通信領域 A の車両進行方向の全長は 3.7 m となる。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 6 8 9 2 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

上記路車間通信システムでは、光ビーコン 1 0 4 と車載機 1 0 2 との間で次のような通信が行われる。まず、光ビーコン 1 0 4 は、最初に、車線通知情報（車両 I D 無し）を含む第 1 のダウンリンク情報を道路のダウンリンク領域 D A に所定の送信周期で常時送信する。

このダウンリンク領域 D A に車両が進入することで、その車両に搭載された車載機 1 0 2 の投受光器（車載ヘッド）が第 1 のダウンリンク情報を受信すると、当該車載機 1 0 2 は、自己の車両 I D を格納した車線通知情報を含むアップリンク情報の送信を開始する。

そして、上記アップリンク情報を光ビーコン 1 0 4 のビーコンヘッド 1 0 8 が受信すると、光ビーコン 1 0 4 は、ダウンリンクの切り替えを行い、車載機 1 0 2 に対して上記車両 I D を有する車線通知情報を含む第 2 のダウンリンク情報の送信を開始する。この第 2 のダウンリンク情報は、所定時間内において可能な限り繰り返し送信され、車載機 1 0 2 において受信される。

【 0 0 0 7 】

このような光ビーコンを用いた路車間通信システムにより、例えば、通信領域 A 内の特定位置（例えば車両進行方向の上流端）を車両（車載機 1 0 2 ）の位置と見立て、当該特定位置からその下流側の所定位置 P 0（例えば、信号機の手前に設けられた停止線 4 0）までの「距離情報」を第 2 のダウンリンク情報に含ませておき、この距離情報を受信した車載機 1 0 2 により、当該距離情報を利用して、停止線 4 0 の手前で強制停止するように車両を制動させたり、ドライバに停止や減速を促す報知を行ったりして、ドライバに対して安全運転支援を行う場合がある（例えば、本願出願人が提案した特願 2 0 0 6 - 1 2 1 6 9 2 号及び特願 2 0 0 6 - 1 2 1 7 0 0 号）。

【 0 0 0 8 】

しかし、このような安全運転支援を行う場合、次のような問題がある。

現在、実際に運用されている光ビーコン 1 0 4 の通信領域 A、特にアップリンク領域 U A は、車載機 1 0 2 からのアップリンク情報をより確実に受信するため、例えば図 1 1 に仮想線で示すように、前記規格で規定された正式な領域よりもかなり広い領域（例えば、 $db'c'$ で示す領域）になっていることが多い。同様に、ダウンリンク領域 D A についても前記規格の領域よりも設定されている場合が多い。

このように通信領域 A が正式な領域よりも広範であると、「距離情報」の始点となる通信領域 A 内の特定位置と、車両が前記距離情報を受信した時点における実際の位置との差が大きくなってしまう可能性が高く、距離情報の精度が低下する。このため、この距離情報を利用した安全運転支援の精度も同じように低下することになり、例えば、安全運転支援機能によって、停止線 4 0 の手前に停止させるように車両を制動したにも関わらず、停止線 4 0 をオーバーして車両が停止するといった事態が起こりうる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、このような実情に鑑み、アップリンク領域が車両進行方向に広く設定されている場合であっても、ドライバに対する安全運転支援を精度よく行うことができる路車間通信システム、光ビーコン、車載機、及び車両を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の路車間通信システムは、アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンと、車両に搭載されるとともに、前記通信領域において前記投受光器との間で前記アップリンク情報及び前記ダウンリンク情報の送受信を行う車載機と、を備えている路車間通信システムであって、前記アップリンク領域が、車両

10

20

30

40

50

進行方向に複数の分割領域に分割され、前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする。

【0011】

また、本発明の光ビーコンは、道路を走行する車両の車載機からアップリンク情報を受信可能なアップリンク領域と前記車載機にダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンであって、前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする。

【0012】

また、これらの場合、上記路車間通信システム及び光ビーコンは、前記受信部によって前記アップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有しており、前記所定のダウンリンク情報が、前記アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置とその下流側の所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることが好ましい。

【0013】

上記路車間通信システム及び光ビーコンによれば、アップリンク領域において確実にアップリンク情報を受信することができるように、当該アップリンク領域が車両進行方向に関して広く設定されている場合であっても、当該アップリンク領域を構成する個々の分割領域は車両進行方向に狭く設定することが可能となる。そして、アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置からその下流側の所定位置までの「距離情報」を所定のダウンリンク情報に含ませることによって、当該「距離情報」の始点（上流端）と、実際の車両（車載機）の位置とが大きく離れてしまうことがなくなり、車載機において所定位置までの正確な距離を認識させることができ、安全運転支援を精度よく行うことができる。

【0014】

所定のダウンリンク情報に含まれる距離情報は、アップリンク情報を受光した受信部に対応する分割領域内の位置から前記所定位置までの距離そのものとしてもよいし、アップリンク領域の上流端から前記所定位置までの距離についての第1の距離情報及びアップリンク領域の上流端からアップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置までの距離である第2の距離情報としてもよい。

【0015】

後者の場合、車載機には、第1の距離情報と第2の距離情報とから、アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置から前記所定位置までの距離を求める距離認識部を備えていることが好ましい。

【0016】

どちらの場合においても、アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置からその下流側の所定位置までの距離を正確に認識することができる。

【0017】

前記路車間通信システム及び光ビーコンにおいて、互いに隣接する2つの分割領域に対応する2つの受信部によってアップリンク情報が同時に受信されたとき、所定のダウンリンク情報が、当該2つの分割領域における境界部の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることが好ましい。

【0018】

また、前記路車間通信システム及び光ビーコンにおいて、前記アップリンク領域は、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、互いに重複する2つの分割領域に対応する2つの受信部によってアップリンク情報が同時に受信されたとき、所定のダウンリンク情報が、当該2つの分割領域における重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることが好ましい。

【0019】

この場合、アップリンク情報が1つの受信部によって受信された場合と、2つの受信部によって受信された場合とで、より細かく距離情報を設定することができ、車載機においてより正確な距離を認識させることが可能となる。

【0020】

上記の場合、光ビーコンは、アップリンク情報を同時に受信した2つの受光部の受光レベルに基づいて、前記境界部や前記重複領域における前記車両の位置を推定する推定部を有し、前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることが好ましい。

この場合、推定部によって推定された車両の位置に関する情報から距離情報をより正確に設定することが可能となる。

10

【0021】

前記車載機は、前記所定のダウンリンク情報に基づいて前記所定位置までの距離を認識する距離認識部を有していることが好ましい。また、前記車載機は、車両進行方向下流側に設定された信号機の表示予定に関する信号情報を受信する信号情報受信部と、この信号情報と前記距離情報とに基づいて運転支援に関する制御を行う支援制御部とを有していることが好ましい。

この場合、例えば、信号機手前の停止線位置までの距離についての距離情報と、その信号機の灯色についての信号情報とから、車両が停止線に到着するときに信号機の灯色が何色であるか、ということをも予測し、この予測に基づいた運転支援を行うことが可能となる。

20

【0022】

この支援制御部は、運転支援として車両を制動するための制御を行うことができる。これによって、例えば、車両が停止線に到着するときに信号灯色が赤色や黄色であると予測された場合に、車両を停止線で停止させることが可能となる。

また、支援制御部は、運転支援として、車両の搭乗者に対する報知情報を生成する機能を有していることが好ましい。これによって、例えば、車両が停止線に到着するときに信号灯色が赤色や黄色であると予測された場合に、車両を停止線で停止させる必要があることを搭乗者に認識させることができる。

【発明の効果】

【0023】

30

本発明によれば、アップリンク領域が車両進行方向に広く設定されている場合でも、所定のダウンリンク情報に含まれる距離情報の始点が実際の車両の位置から大きく離れてしまうことがなく、車載機において所定位置までの正確な距離を認識させることができ、ドライバに対する安全運転支援を精度よく行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の第1実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示すブロック図である。

【図2】光ビーコンの平面図である。

【図3】光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

40

【図4】光ビーコンと路車間通信する車載機と、この車載機が搭載された車両の概略構成図である。

【図5】通信領域で行われる路車間通信の手順とデータ内容を示す概念図である。

【図6】アップリンク情報をいずれかの受信部により受信した後ダウンリンク情報を送信する手順を示す概略図である。

【図7】本発明の第2実施形態についてアップリンク領域の一部を拡大して示す側面図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【図9】同アップリンク領域の一部を拡大して示す側面図である。

【図10】本発明の第4実施形態に係る光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

50

【図 1 1】従来の光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

〔第 1 の実施形態〕

〔システムの全体構成〕

図 1 は、第 1 実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、この路車間通信システムは、インフラ側の交通管制システム 1 と、道路 R を走行する各車両 C に搭載された車載機 2 とを備えて構成されている。交通管制システム 1 は、管制室に設けられた中央装置 3 と、道路 R の各所に多数設置された光ビーコン（光学式車両感知器）4 と、を有している。光ビーコン 4 は、近赤外線を通

10

【0026】

〔光ビーコンの構成〕

光ビーコン 4 は、電話回線等の通信回線 5 を介して中央装置 3 と接続された通信インタフェースである通信部 6 と、この通信部 6 が接続されたビーコン制御機 7 と、このビーコン制御機 7 のセンサ用インタフェースに接続された複数（図例では 4 つ）のビーコンヘッド（投受光器）8 とを備えている。

各ビーコンヘッド 8 は、筐体の内部に発光ダイオード（LED）10、フォトセンサ（受信部）11 を収納して構成されている（図 3 参照）。このうち、LED 10 は、近赤外線よりなるダウンリンク情報を後述する通信領域 A に発光し、フォトセンサ 11 は、車載機 2 からの近赤外線よりなるアップリンク情報を受光する。また、本実施形態のビーコンヘッド 8 には、複数（4 つ）のフォトセンサ 11 が設けられている。

20

【0027】

図 2 は、上記光ビーコン 4 の平面図である。図 2 に示すように、本実施形態の光ビーコン 4 は、同じ方向の複数（図例では 4 つ）の車線 R1 ~ R4 を有する道路 R に設置されており、各車線 R1 ~ R4 に対応して設けられた前記複数のビーコンヘッド 8 と、これらビーコンヘッド 8 を一括制御する制御部である一台の前記ビーコン制御機 7 とを備えている。

上記ビーコン制御機 7 は、CPU、メモリ（RAM）及び記憶装置（ROM）を有するプログラマブルなマイコンよりなり、通信部 6（図 1）による中央装置 3 との双方向通信と、ビーコンヘッド 8 による車載機 2 との路車間通信を行う通信制御部としての機能を有する。なお、このビーコン制御機 7 による路車間通信の内容については後述する。

30

【0028】

ビーコン制御機 7 は、道路脇に立設した支柱 13 に設置されており、各ビーコンヘッド 8 は、支柱 13 から道路 R 側に水平に架設した架設バー 14 に取り付けられ、道路 R の各車線 R1 ~ R4 の直上に配置されている。

各ビーコンヘッド 8 の LED 10 は、各車線 R1 ~ R4 の直下よりも車両進行方向の上流側に向けて近赤外線を発光しており、これにより、車載機 2 との間で路車間通信を行うための通信領域 A が当該ヘッド 8 の上流側に設定されている。

40

【0029】

〔通信領域について〕

図 3 は、光ビーコン 4 の通信領域 A を示す側面図である。

図 3 に示すように、光ビーコン 4 の通信領域 A は、車載機 2 の投受光器である車載ヘッド 27 がダウンリンク情報を受信することができるダウンリンク領域（図 3 において実線のハッチングを設けた領域）DA と、光ビーコン 4 のビーコンヘッド 8 が車載ヘッド 27 からのアップリンク情報を受信することができるアップリンク領域（図 3 において破線のハッチングを設けた領域）UA とからなる。

【0030】

ダウンリンク領域 DA は、ビーコンヘッド 8 の投受光位置 d、道路 R 上の位置 a 及び c

50

を頂点とする d a c で示された範囲に設定されている。また、アップリンク領域 U A は、前記位置 d と、道路 R 上の位置 b 及び c を頂点とする d b c で示された範囲に設定されている。したがって、ダウンリンク領域 D A とアップリンク領域 U A の上流端 c は互いに一致し、アップリンク領域 U A は、ダウンリンク領域 D A の車両進行方向の上流部分（図 3 の右側部分）と重複している。また、ダウンリンク領域 D A の車両進行方向長さは通信領域 A 全体の同方向長さと一致している。

【 0 0 3 1 】

光ビーコン（光学式車両感知器）4 の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、ダウンリンク領域 D A 及びアップリンク領域 U A の正式な領域寸法が規定されている。この規定では、一般道向けの光ビーコン 4 の場合で、ダウンリンク領域 D A の下流端 a は、ビーコンヘッド 8 の直下の 1 . 0 ~ 1 . 3 m 上流側に位置し、ダウンリンク領域 D A の下流端 a からアップリンク領域 U A の下流端 b までの距離は 2 . 1 m と規定されている。また、アップリンク領域 U A の下流端 b から同領域 U A の上流端 c までの距離は 1 . 6 m と規定されている。したがって、正式な通信領域 A の車両進行方向の全長（a c 間の長さ）は 3 . 7 m となる。

【 0 0 3 2 】

しかしながら、本実施形態では、アップリンク領域 U A の下流端 b から同領域 U A の上流端 c までの距離は、上記規定よりも上流側及び下流側へ長く設定されている。その結果、アップリンク領域 U A は上記規定よりも車両進行方向に広がり、同時にダウンリンク領域 D A も上記規定よりも車両進行方向に広がっている。

このようにアップリンク領域 U A 及びダウンリンク領域 D A が広くなると、車載機 2 と光ビーコン 4 との間のアップリンク情報及びダウンリンク情報の送受信の確実性が増すことになる。

【 0 0 3 3 】

さらに、アップリンク領域 U A は、車両進行方向に複数に分割されている。具体的にアップリンク領域 U A は、位置 d を上端とし、道路 R 上の位置 e 1 ~ e 3 を下端とする 3 本の境界線（境界部）K によって 4 つに分割されている。

ビーコンヘッド 8 に設けられた 4 つのフォトセンサ 1 1（図 1）は、それぞれアップリンク領域 U A の各分割領域 U A 1 ~ U A 4 を受信領域としている。したがって、例えば分割領域 U A 1 内で車載ヘッド 2 7 から発信されたアップリンク情報は、この分割領域 U A 1 に対応するフォトセンサ 1 1 によって受信される。

【 0 0 3 4 】

〔車載機及び車両の構成〕

図 4 は、光ビーコン 4 と路車間通信する前記車載機 2 と、この車載機 2 が搭載された車両 C の概略構成図である。

図 4 に示すように、この車両 C は、ドライバの搭乗席（図示せず）を有する車体 2 1 と、この車体 2 1 に搭載された前記車載機 2 と、車両 C の各部を統合制御する電子制御装置（E C U）2 2 と、車体 2 1 を駆動するエンジン 2 3 と、車体 2 1 を制動するブレーキ装置 2 4 と、車両 C の現時の速度を常時検出している速度検出器 2 5 とを備えている。E C U 2 2 は、ドライバのアクセル操作に基づくエンジン 2 3 の駆動制御や、ブレーキ操作に基づく制動制御等、車両 C に対する各種の制御を行う。

【 0 0 3 5 】

車載機 2 は、車載コンピュータ 2 6 と、このコンピュータ 2 6 のセンサ用インタフェースに接続された車載ヘッド（投受光器）2 7 と、搭乗席のドライバに対するヒューマンインタフェースとしてのディスプレイ 2 8 及びスピーカ装置 2 9 とを備えている。

上記車載ヘッド 2 7 は、光ビーコンの投受光器 8 と同様に、発光ダイオード（L E D）とフォトセンサを備えている（図示せず）。このうち、L E D は、近赤外線よりなるアップリンク情報を発光し、フォトセンサは、通信領域 A に発光された近赤外線よりなるダウンリンク情報を受光する。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

車載コンピュータ 26 は、CPU、メモリ (RAM) 及び記憶装置 (ROM) を有するプログラマブルなマイコンよりなり、車載ヘッド 27 による光ビーコン 4 との路車間通信の制御処理を行う。

また、車載コンピュータ 26 は、所定の各機能を実行するプログラムを記憶装置に格納しており、このプログラムが実行する機能部として、距離認識部 30、補正部 31 及び支援制御部 32 を備えている。なお、これらの各機能部 30, 31, 32 の処理内容については後述する。

【0037】

〔路車間通信の内容〕

図 5 は、通信領域 A において、ビーコンヘッド 8 と車載ヘッド 27 との間で行われる双方向での路車間通信の手順を示している。以下、図 5 を参照しつつ、本実施形態の路車間通信の内容を説明する。

まず、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 は、各車線 R1 ~ R4 に対応するビーコンヘッド 8 から、ダウンリンクの切り替え前の第 1 情報として、車線通知情報を含む第 1 のダウンリンク情報 34 を、各車線 R1 ~ R4 のダウンリンク領域 DA に所定の送信周期で常に送信し続けている (図 5 の F1)。なお、この段階では、車線通知情報には未だ車両 ID は格納されていない。

【0038】

車載機 2 を搭載した車両 C が実際のダウンリンク領域 DA に進入すると、車載機 2 の車載ヘッド 27 が車線通知情報 (車両 ID 無し) を含む第 1 のダウンリンク情報 34 を受信する。

この際、車載機 2 の車載コンピュータ 26 は、当該車両 C が実際の通信領域 A 内に存在していることを認識する。その後、車載コンピュータ 26 は、アップリンク情報 35 の送信を開始し (図 5 の F2)、このアップリンク情報 35 をビーコンヘッド 8 に対して所定の送信周期 (アップリンク送信周期) で送信する (図 5 の F3)。

【0039】

車載コンピュータ 26 は、車両 C に特定の車両 ID を上記アップリンク情報 35 に格納して当該アップリンク情報 35 を送信し、ビーコン間の旅行時間情報を有している場合には、この情報もアップリンク情報 35 に含ませる。また、車載コンピュータ 26 は、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 がダウンリンクの切り替えを行ったことを認識するまで、当該アップリンク情報 35 を送信し続ける。

【0040】

一方、光ビーコン 4 のビーコンヘッド 8 がアップリンク情報 35 を受信すると (図 5 の F4)、ビーコン制御機 7 は、ダウンリンクの切り替えを行い、第 2 情報として、車両 ID 情報を有する車線通知情報を含む第 2 のダウンリンク情報 36 の送信を開始し (図 5 の F5)、この第 2 のダウンリンク情報 36 の送信を所定時間内において可能な限り繰り返す (図 5 の F6)。

【0041】

上記車線通知情報には、車線 R1 ~ R4 (図 2) ごとに車両 ID を格納するフィールドがあり、各車両 ID に対して車線番号を付与することができる。このため、異なる車線 R1 ~ R4 を走行する各車両 C の車載コンピュータ 26 は、その格納フィールド内のいずれに自車両の車両 ID が含まれるかを判断することにより、自車両がどの車線 R1 ~ R4 を走行しているかを認識できる。

【0042】

第 2 のダウンリンク情報 36 には、車両 ID を含む車線通知情報の他に、渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報、及び、ドライバに対する安全運転支援のための支援情報等が含まれている。

この支援情報には、光ビーコン 4 より下流側の信号機の灯色が変わるタイミング情報である信号情報の他、通信領域 A からその下流側の所定位置 (例えば、停止線) までの長さ情報である距離情報等が含まれている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

図 5 に示すように、第 2 のダウンリンク情報 3 6 は、単一又は複数の最小フレーム 3 7 で構成されている。前記「近赤外線式インタフェース規格」によれば、この最小フレーム 3 7 のデータ量は合計 1 2 8 バイトと規定され、ヘッダ部 3 8 に 5 バイト、実データ部 3 9 に 1 2 3 バイトが割り当てられている。

前記規格によれば、第 2 のダウンリンク情報 3 6 は、1 ~ 8 0 個の最小フレーム 3 7 で構成することができ、送信可能時間は 2 5 0 m s に設定されている。また、このダウンリンク情報 3 6 は送信すべき情報量に対応した任意数の最小フレーム 3 7 で構成され、上記送信可能時間の範囲内で繰り返し送信される。

【 0 0 4 4 】

最小フレーム 3 7 の送信周期は約 1 m s である。従って、例えば、三つの最小フレーム 3 7 で一つのダウンリンク情報 3 6 を構成する場合には、ダウンリンク情報 3 6 の送信周期は約 3 m s になるので、当該ダウンリンク情報 3 6 は所定の送信可能時間 (2 5 0 m s) の間に約 8 0 回繰り返して送信されることになる。

車載機 2 の車載コンピュータ 2 6 は、第 2 のダウンリンク情報 3 6 を受信した時点 (図 6 の F 7) で光ビーコン 4 でのダウンリンクの切り替えを認識し、この時点でアップリンク情報 3 5 の送信を停止する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の路車間通信システムは、図 3 に示すように、通信領域 A からその下流側の所定位置 P 0 までの距離を認識して位置標定を行い (図 5 の F 8) 、これに基づいて、ドライバに対する安全運転支援を行う距離認識システムとして機能している。

以下、前記した距離情報の内容と、これに基づいて車載機 2 が行う安全運転支援のための距離認識について説明する。

【 0 0 4 6 】

〔 距離情報の内容 〕

図 3 に示すように、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 は、通信領域 A の所定位置 P 1 ~ P 4 からその下流側の所定位置 P 0 までの距離 L 1 ~ L 4 の数値である前記距離情報を予め記憶装置に記憶している。そして、この距離 L 1 ~ L 4 についての距離情報を第 2 のダウンリンク情報 3 6 の送信フレームに格納して、当該フレームをビーコンヘッド 8 から繰り返し送出する。

距離 L 1 ~ L 4 の下流端 (終点) P 0 は、光ビーコン 4 の下流側に設置された、例えば信号機手前の停止線 4 0 の位置に設定されている。また、距離 L 1 ~ L 4 の上流端 (始点) P 1 ~ P 4 は、アップリンク領域 U A の各分割領域 U A 1 ~ U A 4 に応じて 4 カ所に設定されている。具体的に上流端 P 1 ~ P 4 の位置は、各分割領域 U A 1 ~ U A 4 における道路 R 上の車両進行方向の略中央位置に設定されている。

【 0 0 4 7 】

ビーコン制御機 7 は、予め記憶した複数の距離 L 1 ~ L 4 についての距離情報のうちいずれかを選択し、第 2 のダウンリンク情報 3 6 の送信フレームに格納する。そして、どの距離 L 1 ~ L 4 を選択するかは、ダウンリンクの切り換え前にアップリンク情報を受信したフォトセンサ 1 1 に基づいて決定される。

例えば、最上流側の分割領域 U A 1 において、道路 R 上を走行している車両 C の車載ヘッド 2 7 がアップリンク情報 3 5 を送信し、図 6 に示すように、この分割領域 U A 1 に対応するフォトセンサ (第 1 受信部) 1 1 が当該アップリンク情報 3 5 を受信した場合、ビーコン制御機 (ダウンリンク切り替え制御部) 7 は、アップリンク情報 3 5 を受信したフォトセンサ 1 1 を特定し、それに対応する距離情報 L 1 を選択するとともに、ダウンリンクを切り換え、LED 1 0 を介して距離 L 1 についての距離情報を含む第 2 のダウンリンク情報 3 6 を送信する。

【 0 0 4 8 】

他の分割領域 U A 2 ~ U A 4 に対応するフォトセンサ (第 2 ~ 第 4 受信部) 1 1 のいずれかがアップリンク情報 3 5 を受信した場合は、ビーコン制御機 7 は、上流点が P 2 ~ P

10

20

30

40

50

4となるいずれかの距離 $L_2 \sim L_4$ を選択し、当該距離 $L_2 \sim L_4$ についての距離情報を含む第2のダウンリンク情報36を送信する。

【0049】

〔距離認識（安全運転支援）の内容〕

図4に示すように、上記距離情報を含む第2のダウンリンク情報36を車載ヘッド27が受信すると、車載コンピュータ26の距離認識部30は、そのダウンリンク情報36のフレームに含まれている距離情報を抽出して、前記距離 $L_1 \sim L_4$ を認識する。

そして、車載コンピュータ26の支援制御部32は距離 $L_1 \sim L_4$ を利用して、ドライバに対する安全運転支援を行う。

【0050】

例えば、支援制御部32は、停止線40までの距離 $L_1 \sim L_4$ と現時点の車両Cの走行速度とから、その停止線40の手前で停止するための減速度（負の加速度）を算出し、その減速度をECU22に通知する。ECU22は、当該減速度となるようにブレーキ装置24を作動させ、これにより、車両Cを停止線40の手前で自動停止させることができる。

【0051】

また、支援制御部32の安全運転支援としては、ディスプレイ28やスピーカ装置29を用いたドライバに対する注意喚起であってもよい。

例えば、支援制御部32により、停止線40までの距離 L_1 をディスプレイ28に表示させてもよい。また、現時の車両Cの走行速度が速すぎる場合には、支援制御部32により、停車や減速を促す注意喚起をディスプレイ28に表示させたり、その注意喚起をスピーカ装置29から音声出力させたりしてもよい。

【0052】

また、支援制御部32は、前記距離情報と共に、第2のダウンリンク情報に含まれる信号情報を用いて安全運転支援を行うこともできる。

ここで、信号情報とは、交通信号機が表示する現在又は将来の信号灯色に関する情報を指し、各信号灯色の表示継続予定期間や表示する順序等に関する情報（表示予定情報）等を含む。例えば、「現在灯色が青信号で継続予定時間が5秒であり、次の灯色が黄信号で継続予定時間が8秒であり、その次の灯色が右折青矢印灯で継続予定時間10秒である」といった情報である。

【0053】

この信号情報を受信した車載コンピュータ27の支援制御部32は、停止線40までの距離 $L_1 \sim L_4$ （前述の距離情報）と車両Cの走行速度や加速度等から、停止線40に到着するまでの所要時間を推定した上で、当該所要時間経過後の信号灯色を推定することができる。そして、例えば、現在の信号灯色は青信号であるが、停止線40に到着する時点で信号灯色が赤信号と予測されるような場合には、安全に停止線40の手前で停止することができるよう、車両Cを制動するための制御を行う。逆に、減速しなければ安全に交差点を通過できると判断できるような場合には、車両Cの速度を維持するための制御を行うことができる。

【0054】

車両Cを制動したり速度を維持したりするため、支援制御部32は、車両のブレーキ装置24（図4）やアクセルに対して直接的に制御を行ってもよい。また、支援制御部32では単に制動や速度維持に関する情報を生成し、その情報をECU22に通知することによってECU22でブレーキ装置24やアクセルを制御するものであってもよい。すなわち、支援制御部32は、間接的な制御を行うものであってもよい。

【0055】

また、支援制御部32は、車載装置の主導による制御のみならず、ブレーキアシストなど、ドライバの運転動作を補助する動作をしてもよい。

【0056】

支援制御部32は、車両Cの搭乗者に対して、信号灯色の推定の結果を音声や画像情報

10

20

30

40

50

によって通知するようにしても良い。例えば、「間もなく信号が変わるので停止すべきである」といった内容の音声をスピーカ装置 29 からドライバに向けて発したり、ヘッドアップディスプレイやナビゲーション装置等のディスプレイ 28 に文字や図柄で表示したりすることができる。

安全運転の支援については、不適切なタイミングや内容でドライバに情報を通知することのないようなヒューマンインタフェースとするため、例えば低速走行時には音声や画像表示による報知を行わないようにすることができる。

【0057】

なお、信号情報は、現在表示している灯色とその継続時間だけとしても良いし、1 サイクル分の情報をまとめて提供するようにしても良い。また、これらの情報に加えて、地点感応制御を実施している地点では、当該制御に関するパラメータ情報や制御を実施する時間帯の情報等を含ませても良い。

また、信号情報は、光ビーコンから取得するものであってもよいし、光ビーコン以外のインフラ装置等から取得するものであってもよい。後者の場合、例えば、信号機の信号制御機が無線通信機を備えている場合には、当該無線通信機から取得してもよいし、前記信号情報を取得した先行車両から車々間通信によって取得してもよい。信号情報を受信する信号情報受信部は、車載ヘッド 27 を用いてもよいし、車載機 2 に備えた別の受信器であってもよい。

【0058】

以上詳述したように、本実施形態の路車間通信システムによれば、アップリンク領域 U A が複数の分割領域 U A 1 ~ U A 4 に分割され、ビーコンヘッド 8 には、各分割領域 U A 1 ~ U A 4 に対応する複数のフォトセンサ 11 が設けられており、アップリンク情報 35 を受信したフォトセンサ 11 に応じて所定位置 P 0 までの距離 L 1 ~ L 4 を選択し、その距離情報を第 2 のダウンリンク情報 36 に含ませているので、アップリンク領域 U A 全体が規定よりも車両進行方向に広く設定されていたとしても、当該距離情報の始点（車両進行方向の上流端）と実際の車両（車載機 2）の位置とが大きく離れてしまうことはほとんど無く、車載機 2 において所定位置 P 0 までの距離を正確に認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援を精度よく行うことができる。

逆に言うと、本実施形態の路車間通信システムによれば、アップリンク領域 U A を車両進行方向により拡大することができるので、車載機 2 からのアップリンク情報の受信をより確実に行うことができる。

【0059】

また、本実施形態の路車間通信システムは、路車間通信の確実性が低い条件においても、精度良く所定位置 P 0 までの距離を認識することが可能となり、大変有用である。以下、この点につき詳しく説明する。

なお、路車間通信の確実性が低い条件とは、例えば、アップリンク情報を送信する光（アップリンク光）がビーコンヘッド 8 まで到達しにくくなるような雨天や濃霧等の気象条件や、降雨時に車両 C のワイパーを作動させていることによって、アップリンク光が遮られるような条件等である。

【0060】

一般に、路車間通信の確実性が高い条件であれば、最初にアップリンク領域 U A 内で送信されたアップリンク情報 35 はフォトセンサ 11 に正確に受信され、車載コンピュータ 26 がダウンリンクの切替を認識する（第 2 のダウンリンク情報を受信する）時点の車両 C の位置は、概ねアップリンク領域 U A の最上流端 c 付近になると考えられる。

しかし、路車間通信の確実性が低い条件では、最初にアップリンク領域 U A 内で送信されたアップリンク情報 35 がビーコンヘッド 8 に正確に受信されない場合があり、車載コンピュータ 26 は、ダウンリンクの切り替えを認識できるまで、アップリンク送信周期ごとにアップリンク情報 35 を繰り返し送信することになる。このため、ダウンリンクの切り替えを認識した時点における車両 C の位置は、アップリンク領域 U A の最上流端 c よりも、アップリンク情報 35 を繰り返し送信する間に走行した距離の分だけ下流側に離れた

10

20

30

40

50

地点となる。

【 0 0 6 1 】

この際、仮に、第 2 のダウンリンク情報に含ませる距離情報の始点をアップリンク領域 U A の最上流端 c とすると、当該最上流端 c と、実際の車両 C の位置とが大きく離れ、距離認識精度は低下する。特に、車両の走行速度が大きい場合やアップリンク送信周期が長く設定されている場合は、距離認識精度が一層低下する可能性がある。

【 0 0 6 2 】

本実施形態の場合、アップリンク領域 U A が分割領域 U A 1 ~ U A 4 に分割されているので、最初のアップリンク情報 3 5 が、例えば最上流側の分割領域 U A 1 で受信されなかったとしても、アップリンク情報を受信した他の分割領域 U A 2 ~ U A 4 内の位置を始点とした距離情報を第 2 のダウンリンク情報に含ませることができるので、距離認識精度はほとんど低下することはない。

10

【 0 0 6 3 】

なお、上記実施形態において、各分割領域 U A 1 ~ U A 4 の車両進行方向長さは、距離認識精度として要求されるレベルに応じて設定することができる。また、各分割領域 U A 1 ~ U A 4 の車両進行方向長さは、互いに異なってもよい。

また、本実施形態では、距離 L 1 ~ L 4 の中からアップリンク情報 3 5 を受信したフォトセンサ 1 1 に応じた距離を選択してその距離情報を第 2 のダウンリンク情報 3 6 に含ませる方法を説明したが、例えば、距離 L 1 ~ L 4 の全てに識別番号等を付与し、その全ての距離 L 1 ~ L 4 とそれに対応する識別番号とを第 2 のダウンリンク情報に含ませ、同時に、アップリンク情報 3 5 を受信したフォトセンサ 1 1 に応じた 1 の識別番号をも第 2 のダウンリンク情報 3 6 に含ませるようにしてもよい。この場合、車載コンピュータ 2 6 の距離認識部 3 0 は、第 2 のダウンリンク情報 3 6 に含まれる前記 1 の識別番号をもとに正確な距離を選択して認識することができる。また、車載コンピュータ 2 6 が予め距離 L 1 ~ L 4 とその識別番号とを記憶している場合には、アップリンク情報 3 5 を受信したフォトセンサ 1 1 に応じた 1 の識別番号のみを第 2 のダウンリンク情報に含ませてもよい。

20

【 0 0 6 4 】

〔 第 2 実施形態 〕

上記第 1 実施形態において、図 3 に示すように、車両 C が分割領域 U A 1 ~ U A 4 の境界線（境界部）K 付近を走行しているときに車載機 2 からアップリンク情報 3 5 が送信されると、当該境界線 K を跨ぐ 2 つの分割領域 U A 1 ~ U A 4 に対応した 2 つのフォトセンサ 1 1 が当該アップリンク情報 3 5 を同時に受信しう可能性がある。かかる場合、上述の第 1 実施形態では、距離情報を構成する複数の距離 L 1 ~ L 4 のなかから 1 つを選択することができなくなる。

30

そこで、第 2 実施形態では、このような状況を想定し、分割領域 U A 1 ~ U A 4 の道路 R 上の各境界位置 e 1 , e 2 , e 3 を上流端とし、所定位置 P 0 を下流端とする各距離についての距離情報をもビーコン制御機 7 の記憶装置に予め記憶しておく。そして、2 つのフォトセンサ 1 1 によって同じアップリンク情報が同時に受信された場合には、ビーコン制御機 7 は、当該 2 つのフォトセンサ 1 1 に対応する 2 つの分割領域 U A 1 ~ U A 4 の境界位置 e 1 , e 2 , e 3 を上流端とした距離についての距離情報を選択し、第 2 のダウンリンク情報 3 6 に含ませる。

40

【 0 0 6 5 】

したがって、本実施形態では、距離情報の選択肢が更に増え、車載機 2 に所定位置 P 0 までのより正確な距離を認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援をより精度よく行うことができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態において、境界線（境界部）K は、所定の幅を持つものと想定することもできる。例えば図 7 に分割領域 U A 3 , U A 4 について示すように、分割領域 U A 3 の下流端付近と、分割領域 U A 4 の上流端付近とに、所定の幅を有するとともに、各分割領域 U A 3 , U A 4 に対応する 2 つのフォトセンサ 1 1 （第 3 , 第 4 受信部）が同時にア

50

アップリンク情報を受信しうる、境界部 $UA3e$, $UA4e$ を想定することができる。この場合、2つの境界部 $UA3e$, $UA4e$ を合わせて1つの境界領域 $UA34e$ を設定し、第3 , 第4受信部が同時にアップリンク情報を受信した場合は、境界領域 $UA34e$ における道路 R 上の位置 (例えば、車両進行方向の略中央位置) を上流端とする距離情報を、第2のダウンリンク情報 36 に含ませることができる。

【0067】

また、上記のように第3 , 第4受信部によって同時にアップリンク情報を受信した場合に、それらの受光レベルを比較することによって、車両 C の車載機 2 が境界領域に $UA34e$ のなかのどの地点でアップリンク情報 35 を送信したかを推定する推定部をビーコン制御機 7 に備えておき、当該推定部によって推定した地点をもとに、距離情報の上流端を設定することもできる。

10

例えば、境界領域 $UA34e$ において、第3受信部の受光レベルが高く、第4受信部の受光レベルが低い場合であれば、推定部は、車両 (車載機 2) が境界領域 $UA34e$ のうち上流側寄り (分割領域 $U3$ 寄り) の位置でアップリンク情報を送信したものと推定する。さらに、推定部は、境界領域 $UA34e$ の領域長を受光レベルの比率に応じて配分したうえで車両のアップリンク情報の送信位置を推定することもできる。

【0068】

具体的には、第3受信部の受光レベルが $3.0 \mu W / cm^2$ 、第4受信部の受光レベルが $1.0 \mu W / cm^2$ である場合、両受光レベルの比率 (3 : 1) に基づいて境界領域 $UA34e$ の領域長を4等分し、当該領域の上流端から1つ目の位置 $P5$ を、車両のアップリンク情報の送信位置と推定することができる。

20

また、ビーコン制御機 7 は、各受信部の受光レベル又は受光レベル比についての受光レベル情報を第2のダウンリンク情報 36 に含ませて車載機 2 に送信することができる。この場合、車載機 2 は、補正部 31 (図4) において、受光レベル情報を用いた距離情報の補正を行うことによって、より正確に距離認識を行うことができる。

【0069】

〔第3実施形態〕

図8は、本発明の第3実施形態に係る光ビーコン 4 の通信領域 A を示す側面図である。本実施形態では、アップリンク領域 UA を構成する複数の分割領域 $UA1 \sim UA4$ が、隣接する他の分割領域 $UA1 \sim UA4$ と車両進行方向に重複するように設定されている。そして、本実施形態においても、第1実施形態と同様な方法により距離情報を用いて距離認識を行う。

30

また、本実施形態の場合、第2実施形態でも説明したように、アップリンク情報 35 が2つのフォトセンサ 11 によって同時に受信されるケースが多くなると考えられる。したがって、本実施形態では、各分割領域 $UA1 \sim UA4$ の重複領域 $VA1 \sim VA3$ における道路 R 上の位置 (例えば、車両進行方向の中央位置) $f1$, $f2$, $f3$ を上流端とし、所定位置 $P0$ を下流端とする距離の情報をもビーコン制御機 7 の記憶装置に予め記憶しておく。そして、2つのフォトセンサ 11 によってアップリンク情報 35 が受信された場合は、ビーコン制御機 7 は、その2つのフォトセンサ 11 に対応する2つの分割領域 $UA1 \sim UA4$ の重複領域 VA における位置 $f1 \sim f3$ を上流端とする距離についての距離情報を選択し、第2のダウンリンク情報 36 に含ませる。

40

【0070】

本実施形態の場合も、距離情報の選択肢が増え、車載機 2 に所定位置 $P0$ までのより正確な距離を認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援をより精度よく行うことができる。

【0071】

また、本実施形態において、重複領域 $VA1 \sim VA3$ のいずれかで2つのフォトセンサ 11 がアップリンク情報 35 を受信した場合に、この2つのフォトセンサ 11 の受光レベルを比較することによって、車両 C が当該重複領域 $VA1 \sim VA3$ のなかのどの地点でアップリンク情報 35 を送信したかを推定する推定部をビーコン制御機 7 に備えておき、そ

50

の推定した地点に基づいて距離情報の上流端を設定し、この距離情報を第2のダウンリンク情報36に含ませるようにすることができる。

【0072】

例えば、図9に分割領域UA3, UA4について示すように、この分割領域U3, UA4に対応するフォトセンサ11(第3, 第4受信部)によって同時にアップリンク情報を受信したとき、第3受信部の受光レベルが高く、第4受信部の受光レベルが低ければ、推定部は、車両(車載機2)が重複領域VA3のうちの上流側寄り(分割領域U3寄り)の位置でアップリンク情報を送信したものと推定する。

【0073】

さらに、推定部は、重複領域VA3の領域長を受光レベルの比率に応じて配分したうえで車両のアップリンク情報の送信位置を推定することもできる。

具体的には、第3受信部の受光レベルが $3.0 \mu W/cm^2$ 、第4受信部の受光レベルが $1.0 \mu W/cm^2$ である場合、両受光レベルの比率(3:1)に基づいて重複領域VA3の領域長を4等分し、当該領域VA3の上流端から1つ目の位置P6を、車両のアップリンク情報の送信位置と推定する。

また、ビーコン制御機7は、各受信部の受光レベル又は受光レベル比についての受光レベル情報を第2のダウンリンク情報36に含ませて車載機2に送信することができる。この場合、車載機2は、補正部31(図4)において、受光レベル情報を用いた距離情報の補正を行うことによって、より正確に距離認識を行うことができる。

【0074】

〔第4実施形態〕

図10は、本発明の第4実施形態に係る光ビーコン4の通信領域Aを示す側面図である。この第4実施形態では、ビーコン制御機7の記憶装置に記憶される距離情報が、アップリンク領域UAの最上流端cからその下流側の所定位置P0までの距離L0についての第1の距離情報と、アップリンク領域UAの最上流端cから各分割領域UA1~UA4内の所定位置P1~P4までの距離L1'~L4'についての第2の距離情報とを含んでいる。そして、ビーコン制御機7は、第1の距離情報と、アップリンク情報35を受信したフォトセンサ11に対応する第2の距離情報とを第2のダウンリンク情報36の送信フレームに格納し、当該送信フレームをビーコンヘッド8から繰り返し送出する。

【0075】

この第2のダウンリンク情報36を車載ヘッド27が受信すると、図4に示すように、車載コンピュータ26の距離認識部30が、そのダウンリンク情報36の送信フレームに含まれている第1の距離情報と第2の距離情報とを抽出し、これら第1, 第2距離情報から実距離L1~L4(図10)を演算する。すなわち、第1の距離情報を構成する距離L0から第2の距離情報を構成する距離L1'~L4'を差し引く演算を行う。

そして、車載コンピュータ26の支援制御部32は実距離L1~L4を利用して、ドライバに対する安全運転支援を行う。

【0076】

したがって、本実施形態においても上記第1実施形態と同様の作用効果を奏する。

また、本実施形態においても、2つのフォトセンサ11によりアップリンク情報35を同時に受信した場合に、第2実施形態と同様の制御を行うことができるように、アップリンク領域UAの最上流端cを上流端とし、分割領域UA1~UA4の道路R上の各境界位置e1, e2, e3を下流端とする距離についての距離情報を第2の距離情報としてビーコン制御機7の記憶装置に予め記憶しておいてもよい。

【0077】

また、本実施形態では、例えば、距離L1'~L4'の全てに識別番号等を付与し、その全ての距離L1~L4とそれに対応する識別番号とを第2のダウンリンク情報に含ませ、同時に、アップリンク情報35を受信したフォトセンサ11に応じた1の識別番号をも第2のダウンリンク情報36に含ませるようにしてもよい。この場合、車載コンピュータ26の距離認識部30は、第2のダウンリンク情報36に含まれる前記1の識別番号をも

10

20

30

40

50

とに、距離 $L_1' \sim L_4'$ の中から対応する距離を選択し、当該距離を前記距離 L_0 から差し引くことで、所定位置 P_0 までの実距離を認識することができる。

【0078】

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。

例えば、図3に示すように、距離情報を構成する距離 $L_1 \sim L_4$ の上流端 $P_1 \sim P_4$ の位置は、各分割領域 $UA_1 \sim UA_4$ の道路 R 上の略中央位置に限らず任意に設定することができる。例えば、上流端 $P_1 \sim P_4$ は、各分割領域 $UA_1 \sim UA_4$ の道路 R 上の上流端 (c, e_1, e_2, e_3 で示す位置) に設定したり、各分割領域 $UA_1 \sim UA_4$ の道路 R 上の下流端 (e_1, e_2, e_3, b で示す位置) に設定したりすることができる。

【0079】

また、分割領域 $UA_1 \sim UA_4$ の数 (フォトセンサ11の数) は、2つ、3つ、又は5つ以上としてもよい。

また、フォトセンサ11は、その受信領域を論理的に複数の領域に分割することによって、それぞれを受信部とすることができる。つまり、1つのフォトセンサ11が複数の受信部を有する構成とすることができる。そして、これら受信部をそれぞれ道路上の分割領域 $UA_1 \sim UA_4$ に対応させ、アップリンク光が当該フォトセンサ11のどの領域に照射されたかに応じて、距離情報を選択することもできる。この場合、分割領域の数よりも少ないフォトセンサ11を用いて全ての分割領域に対応させることができる。

【0080】

距離情報を構成する距離 $L_1 \sim L_4$ の下流端については、停止線40のほか、信号機の設置位置や車両感知器の位置としてもよい。

また、上記各実施形態における距離情報は、所定位置 P_0 までの距離の値を直接格納する形式に限られず、所定位置 P_0 までの距離を一意に決定しうる情報であれば、どのような形式であってもよい。

【0081】

例えば、アップリンク領域 UA からその下流側の所定位置 P_0 までの間に1又は複数のノードを設定し、これらのノードに応じた複数の距離値群によって距離情報を構成することもできる。例えば、始点となるアップリンク領域 UA 内の所定位置 (例えばアップリンク領域 UA の上流端 c) からその直近のノードまでの距離、各ノード間の距離、及び、所定位置 P_0 直近のノードから所定位置 P_0 までの距離によって距離情報を構成することができる。この場合、この距離情報を受信した車載コンピュータ26は、各距離の合計値を求めることで、所定位置 P_0 までの距離を認識することができる。

【0082】

また、光ビーコン4が送信する距離情報は、距離の値ではなく、当該距離の始点と終点との絶対位置 (緯度・経度や宇宙空間上の任意の点を原点とする3次元空間の座標値等) を示す情報とすることができる。例えば、距離情報を、本発明によって得られるアップリンク領域 UA 内の絶対位置に関する情報と、所定位置 P_0 の絶対位置に関する情報とを含む構成とし、双方の絶対位置をもとに、車載機2の距離認識部30で距離を算出すればよい。また、車載機2側で所定位置 P_0 の絶対位置に関する情報を記憶している場合には、光ビーコン4は、本発明によって得られるアップリンク領域 UA 内の絶対位置に関する情報のみを送信してもよい。

また、所定位置 P_0 の地点を含む道路の形状を示す道路形状情報や詳細な地図情報と、当該道路上又は地図上であって、本発明によって得られるアップリンク領域 UA 内の位置に対応する位置情報とを光ビーコン4が送信し、この情報をもとに車載機2が所定位置 P_0 までの距離を取得する方法を用いてもよい。この場合、道路形状情報や地図情報は予め車載機2に記憶させてもよいし、光ビーコン4以外の無線通信によって車載機2に送信する方法でもよい。

【0083】

更に、車載コンピュータ26の各機能部30, 31, 32は、車両Cの電子制御装置 (ECU) に組み込むこともできる。

10

20

30

40

50

上記各実施形態では、通信領域 A（特に、アップリンク領域 U A）が、光ビーコンの「近赤外線式インターフェース規格」よりも広いものとして説明しているが、通信領域 A は、当該規格に準じた寸法に設定されていてもよい。

【符号の説明】

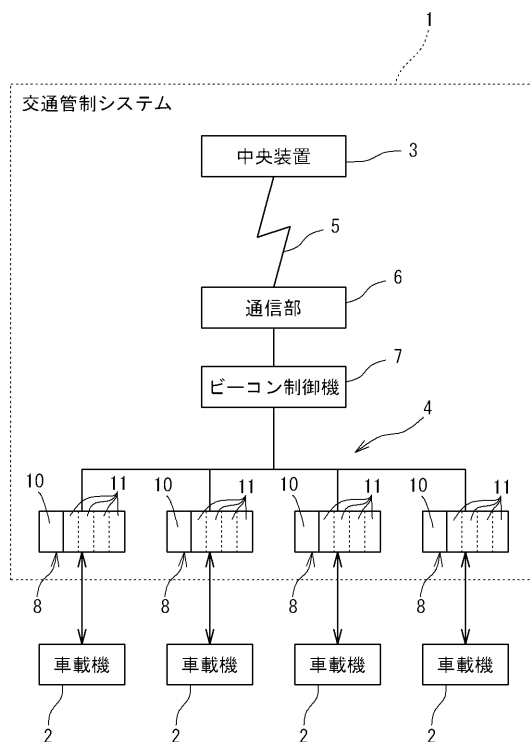
【 0 0 8 4 】

- | | |
|---------|----------------|
| 2 | 車載機 |
| 4 | 光ビーコン |
| 7 | ビーコン制御機（通信制御部） |
| 8 | ビーコンヘッド（投受光器） |
| 10 | 発光ダイオード（LED） |
| 11 | フォトセンサ（受信部） |
| 30 | 距離認識部 |
| 35 | アップリンク情報 |
| 36 | 第2のダウンリンク情報 |
| A | 通信領域 |
| C | 車両 |
| R | 道路 |
| P0 | 停止線（所定位置） |
| DA | ダウンリンク領域 |
| UA | アップリンク領域 |
| UA1～UA4 | 分割領域 |

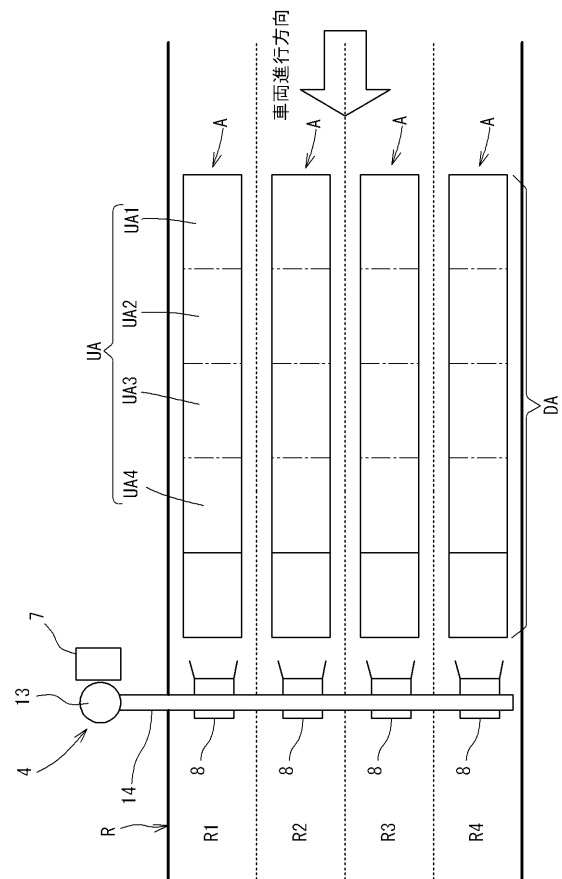
10

20

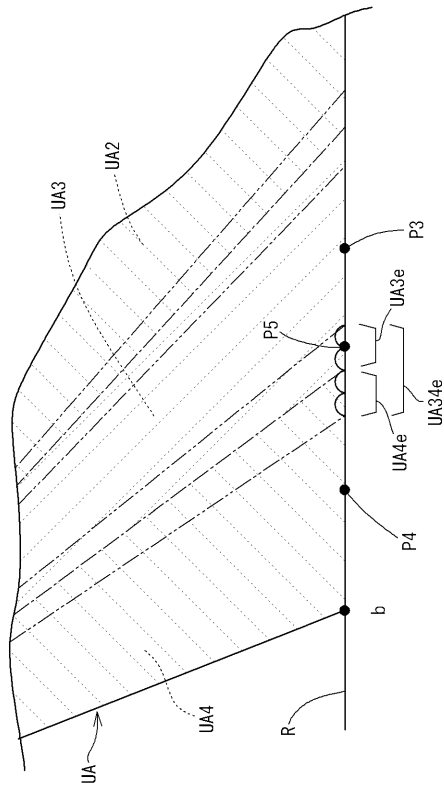
【 図 1 】



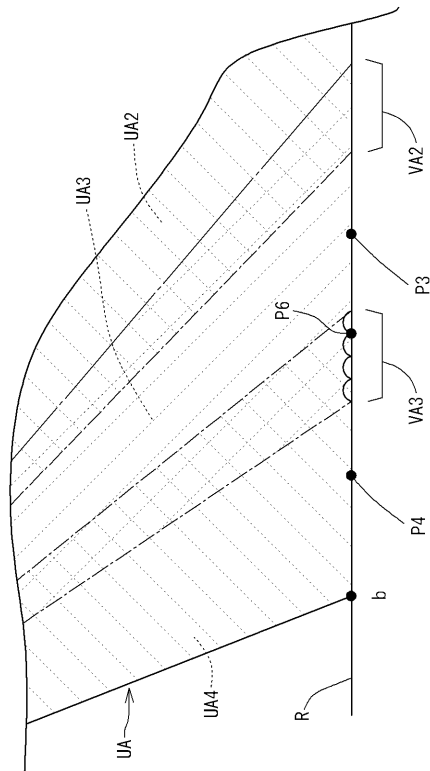
【 図 2 】



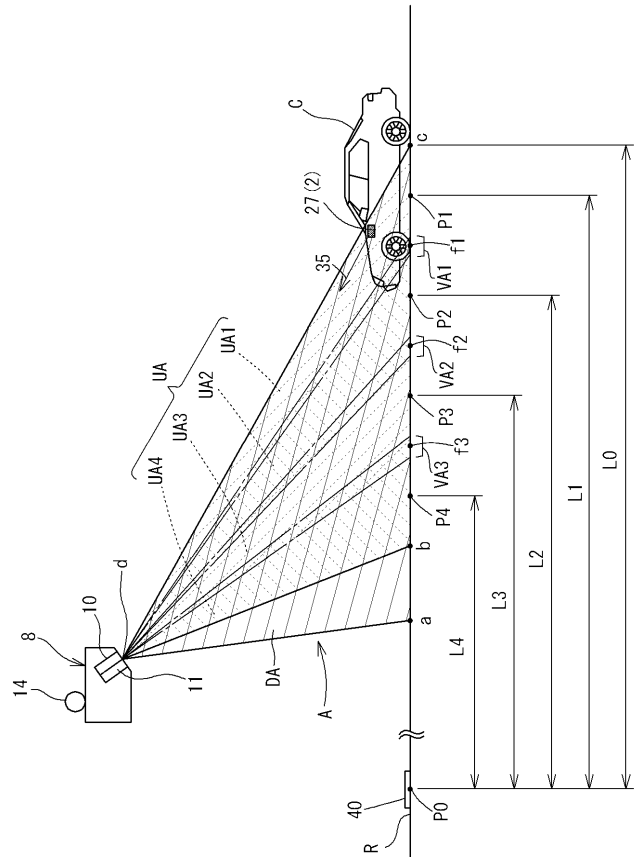
【図 7】



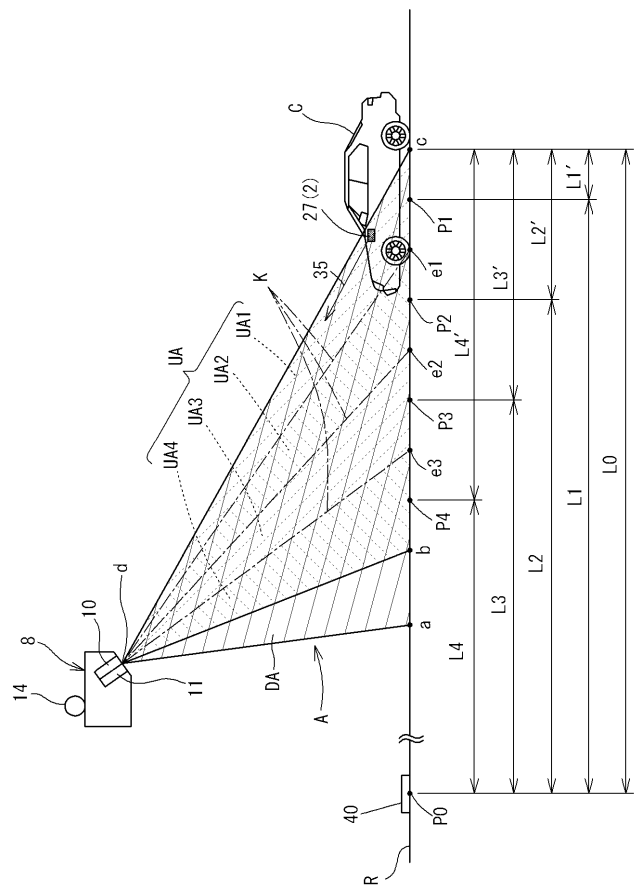
【図 9】



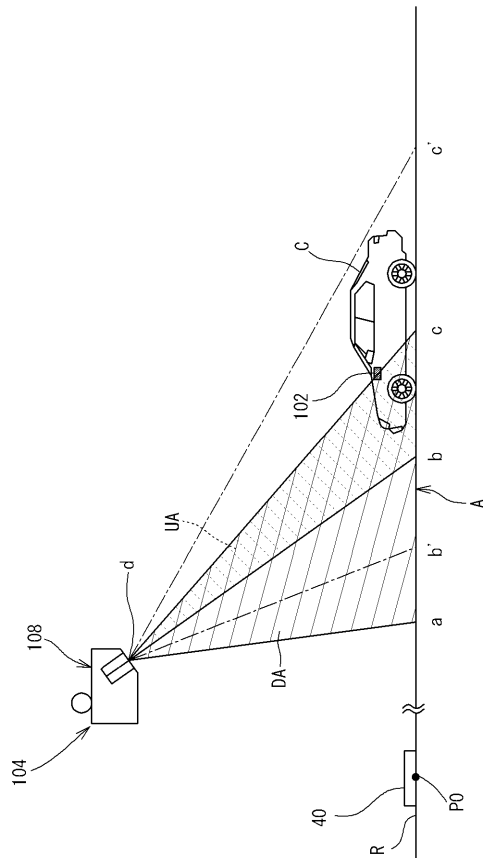
【図 8】



【図 10】



【図 1 1】



【手続補正書】

【提出日】平成21年8月21日(2009.8.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンと、車両に搭載されるとともに、前記通信領域において前記投受光器との間で前記アップリンク情報及び前記ダウンリンク情報の送受信を行う車載機と、を備えている路車間通信システムであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有し、

前記光ビーコンが、前記受信部によってアップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有し、

互いに隣接する2つの分割領域に対応する2つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該2つの分割領域の境界部から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする路車間通信システム。

【請求項 2】

前記光ビーコンは、前記アップリンク情報を同時に受信した2つの受信部の受光レベル

に基づいて、前記境界部における前記車両の位置を推定する推定部を有し、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 1 記載の路車間通信システム。

【請求項 3】

アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンと、車両に搭載されるとともに、前記通信領域において前記投受光器との間で前記アップリンク情報及び前記ダウンリンク情報の送受信を行う車載機と、を備えている路車間通信システムであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有し、

前記光ビーコンが、前記受信部によってアップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有し、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、

互いに重複する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域における重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする路車間通信システム。

【請求項 4】

前記光ビーコンは、前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受信部の受光レベルに基づいて、前記重複領域内における前記車両の位置を推定する推定部を有し、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 3 記載の路車間通信システム。

【請求項 5】

アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器と、アップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部と、を備えている光ビーコンであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有し、

互いに隣接する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域の境界部から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする光ビーコン

。

【請求項 6】

前記アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受信部の受光レベルに基づいて、前記境界部における前記車両の位置を推定する推定部をさらに有しており、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 5 記載の光ビーコン。

【請求項 7】

アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器と、アップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部と、を備えている光ビーコンであって、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、

前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有し、

前記アップリンク領域が、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、

互いに重複する２つの分割領域に対応する２つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該２つの分割領域の重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいることを特徴とする光ビーコン。

【請求項 ８】

前記アップリンク情報を同時に受信した２つの受信部の受光レベルに基づいて、前記重複領域内における前記車両の位置を推定する推定部をさらに有しており、

前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された車両の位置に関する情報を含んでいることを特徴とする請求項 ７ 記載の光ビーコン。

【請求項 ９】

アップリンク領域を車両進行方向に分割してなる複数の分割領域に対応してアップリンク情報を受信する複数の受信部を有する投受光器と、

互いに隣接又は重複する２つの前記分割領域に対応する２つの前記受信部が前記アップリンク情報を同時に受信すると、その２つの前記分割領域間の境界部又は重複領域内の位置を、前記アップリンク情報の送信位置とするビーコン制御機と、

を備えていることを特徴とする光ビーコン。

【請求項 １０】

前記ビーコン制御機は、前記アップリンク情報を同時に受信した２つの受信部の受光レベルに基づいて、前記境界部又は重複領域内における前記アップリンク情報の送信位置を推定する請求項 ９ 記載の光ビーコン。

【請求項 １１】

前記ビーコン制御機は、前記アップリンク情報を同時に受信した２つの受信部の受光レベル又はそのレベル比を、前記アップリンク情報を受信した後に送信する所定のダウンリンク情報に含める請求項 ９ 記載の光ビーコン。

【手続補正 ２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、道路側に設置された光ビーコンと車両に搭載された車載機との間で光信号による双方向通信を行う路車間通信システム、及び、この路車間通信システムに用いることができる光ビーコンに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

路車間通信システムを利用した交通情報サービスとして、光ビーコン、電波ビーコン又は F M 多重放送を用いたいわゆる V I C S (Vehicle Information and Communication System) が既に展開されている。このうち、光ビーコンは近赤外線を通信媒体とした光通信を採用しており、車載機との双方通信が可能となっている。

具体的には、車両の保持するビーコン間の旅行時間情報等を含むアップリンク情報が車載機からインフラ側の光ビーコンに送信され、逆に、渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報及び車線通知情報等を含むダウンリンク情報が光ビーコンから車載機に送信されるようになっている（例えば、特許文献 １ 参照）。

【０００３】

上記光ビーコンは、車載機との間で双方向通信を行うビーコンヘッド（投受光器）を備えており、この投受光器は、ダウンリンク情報を送出する発光ダイオード（LED）と、

車載機からのアップリンク情報を受信するフォトセンサとを備えている。

例えば図 11 に示すように、光ビーコン 104 のビーコンヘッド（投受光器）108 は、その直下よりも上流側より通信領域 A が設定されている。光ビーコン（光学式車両感知器）104 の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、アップリンク領域 U A は、ダウンリンク領域 D A の車両進行方向の上流部分（図 11 の右側部分）と重複しており、ダウンリンク領域 D A とアップリンク領域 U A の上流端は互いに一致するものとされている。また、実際に、現在設定されているダウンリンク領域 D A の上流端は、アップリンク領域 U A の上流端 c よりも上流側（例えば、図 11 の c'）に設定されている場合が多い。

【0004】

従って、ダウンリンク領域 D A の車両進行方向長さは通信領域 A 全体の同方向長さとは一致する。また、上記規格によれば、一般道向けの光ビーコン 104 の場合で、ダウンリンク領域 D A の下流端 a は、ビーコンヘッド 108 の直下の 1.0 ~ 1.3 m 上流側に位置し、ダウンリンク領域 D A の下流端 a からアップリンク領域 U A の下流端 b までの距離は 2.1 m と規定され、アップリンク領域 U A の下流端 b から同領域 U A の上流端 c までの距離は 1.6 m と規定されている。従って、この場合、通信領域 A の車両進行方向の全長は 3.7 m となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 268925 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記路車間通信システムでは、光ビーコン 104 と車載機 102 との間で次のような通信が行われる。まず、光ビーコン 104 は、最初に、車線通知情報（車両 ID 無し）を含む第 1 のダウンリンク情報を道路のダウンリンク領域 D A に所定の送信周期で常時送信する。

このダウンリンク領域 D A に車両が進入することで、その車両に搭載された車載機 102 の投受光器（車載ヘッド）が第 1 のダウンリンク情報を受信すると、当該車載機 102 は、自己の車両 ID を格納した車線通知情報を含むアップリンク情報の送信を開始する。

そして、上記アップリンク情報を光ビーコン 104 のビーコンヘッド 108 が受信すると、光ビーコン 104 は、ダウンリンクの切り替えを行い、車載機 102 に対して上記車両 ID を有する車線通知情報を含む第 2 のダウンリンク情報の送信を開始する。この第 2 のダウンリンク情報は、所定時間内において可能な限り繰り返し送信され、車載機 102 において受信される。

【0007】

このような光ビーコンを用いた路車間通信システムにより、例えば、通信領域 A 内の特定位置（例えば車両進行方向の上流端）を車両（車載機 102）の位置と見立て、当該特定位置からその下流側の所定位置 P0（例えば、信号機の手前に設けられた停止線 40）までの「距離情報」を第 2 のダウンリンク情報に含ませておき、この距離情報を受信した車載機 102 により、当該距離情報を利用して、停止線 40 の手前で強制停止するように車両を制動させたり、ドライバに停止や減速を促す報知を行ったりして、ドライバに対して安全運転支援を行う場合がある（例えば、本願出願人が提案した特願 2006 - 121692 号及び特願 2006 - 121700 号）。

【0008】

しかし、このような安全運転支援を行う場合、次のような問題がある。

現在、実際に運用されている光ビーコン 104 の通信領域 A、特にアップリンク領域 U A は、車載機 102 からのアップリンク情報をより確実に受信するため、例えば図 11 に仮想線で示すように、前記規格で規定された正式な領域よりもかなり広い領域（例えば、

d b ' c ' で示す領域) になっていることが多い。同様に、ダウンリンク領域 D A についても前記規格の領域よりも設定されている場合が多い。

このように通信領域 A が正式な領域よりも広範であると、「距離情報」の始点となる通信領域 A 内の特定位置と、車両が前記距離情報を受信した時点における実際の位置との差が大きくなってしまいう可能性が高く、距離情報の精度が低下する。このため、この距離情報を利用した安全運転支援の精度も同じように低下することになり、例えば、安全運転支援機能によって、停止線 40 の手前に停止させるように車両を制動したにも関わらず、停止線 40 をオーバーして車両が停止するといった事態が起こりうる。

【0009】

そこで、アップリンク領域を車両進行方向に複数の分割領域に分割し、各分割領域に対応してアップリンク情報を受信する複数の受信部を投受光器に設けることにより、アップリンク領域を構成する個々の分割領域を車両進行方向に狭く設定することが考えられる。

この場合、アップリンク情報を受信した後の所定のダウンリンク情報に、アップリンク情報を受信した受信部に対応する分割領域内の位置からその下流側の所定位置までの距離に関する距離情報を含ませるようにすれば、車載機において所定位置までの正確な距離を認識させることが可能となる。

【0010】

しかし、上記のようにアップリンク領域を車両進行方向に分割した分割領域に対応して複数の受信部を設ける場合（以下、「PD分割タイプ」ということがある。）において、車両が分割領域の境界線（境界部）付近を走行しているときに、車載機からアップリンク情報が送信されると、当該境界線を跨ぐ2つの分割領域に対応した2つの受信部が当該アップリンク情報を同時に受信してしまう可能性がある。

この場合、アップリンク情報を受信した受信部を1つに特定できないため、アップリンク情報の送信位置と推定すべき距離情報の上流端を特定できず、距離情報を生成できないという不都合が生じる。

【0011】

本発明は、このような実情に鑑み、PD分割タイプの光ビーコン及びこれを用いた路車間通信システムにおいて、互いに隣接又は重複する2つの分割領域に対応する2つの受信部がアップリンク情報を同時に受信しても、アップリンク情報の送信位置を決定できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の路車間通信システムは、アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンと、車両に搭載されるとともに、前記通信領域において前記投受光器との間で前記アップリンク情報及び前記ダウンリンク情報の送受信を行う車載機と、を備えている路車間通信システムであって、前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする。

【0013】

また、本発明の光ビーコンは、アップリンク情報を受信可能なアップリンク領域とダウンリンク情報を送信可能なダウンリンク領域とからなる通信領域が道路の所定範囲に設定された投受光器を有する光ビーコンであって、前記アップリンク領域が、車両進行方向に複数の分割領域に分割され、前記投受光器が、前記各分割領域に対応して前記アップリンク情報を受信する複数の受信部を有していることを特徴とする。

【0014】

また、これらの場合、上記路車間通信システム及び光ビーコンは、前記受信部によって前記アップリンク情報を受信した後に所定のダウンリンク情報を前記投受光器に送信させる通信制御部を有しており、互いに隣接する2つの分割領域に対応する2つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当

該 2 つの分割領域における境界部から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいる。

【 0 0 1 5 】

或いは、上記路車間通信システム及び光ビーコンにおいて、前記アップリンク領域が、車両進行方向に隣接する他の分割領域と重複する領域を有する分割領域を含み、互いに重複する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部によって前記アップリンク情報が同時に受信されたとき、前記所定のダウンリンク情報は、当該 2 つの分割領域における重複領域内の位置から前記所定位置までの距離に関する距離情報を含んでいる。

【 0 0 1 6 】

上記路車間通信システム及び光ビーコンによれば、2 つの受信部がアップリンク情報を同時に受信した場合でも、境界部や重複領域内の位置を上流端とした距離情報を所定のダウンリンク情報に含めるので、その上流端によってアップリンク情報の送信位置を決定することができ、車両側に提供する距離情報を生成可能となる。

【 0 0 1 7 】

上記の場合、光ビーコンは、アップリンク情報を同時に受信した 2 つの受光部の受光レベルに基づいて、前記境界部や前記重複領域における前記車両の位置を推定する推定部を有し、前記所定のダウンリンク情報が、前記推定部によって推定された前記車両の位置に関する情報を含んでいることが好ましい。

この場合、推定部によって推定された車両の位置に関する情報から距離情報をより正確に設定することが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、P D 分割タイプの光ビーコン及びこれを用いた路車間通信システムにおいて、互いに隣接又は重複する 2 つの分割領域に対応する 2 つの受信部がアップリンク情報を同時に受信しても、アップリンク情報の送信位置を決定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 光ビーコンの平面図である。

【 図 3 】 光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【 図 4 】 光ビーコンと路車間通信する車載機と、この車載機が搭載された車両の概略構成図である。

【 図 5 】 通信領域で行われる路車間通信の手順とデータ内容を示す概念図である。

【 図 6 】 アップリンク情報をいずれかの受信部により受信した後ダウンリンク情報を送信する手順を示す概略図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 実施形態についてアップリンク領域の一部を拡大して示す側面図である。

【 図 8 】 本発明の第 3 実施形態に係る光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【 図 9 】 同アップリンク領域の一部を拡大して示す側面図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 4 実施形態に係る光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【 図 1 1 】 従来の光ビーコンの通信領域を示す側面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

以下に説明する第 1 ～ 第 4 実施形態のうち、2 つの受信部が同時にアップリンク情報を受信する場合（第 2 及び第 3 実施形態）のみが、本発明に関連する実施形態である。

〔 第 1 の実施形態 〕

〔 システムの全体構成 〕

図 1 は、第 1 実施形態に係る路車間通信システムの全体構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、この路車間通信システムは、インフラ側の交通管制システム 1 と、道

路 R を走行する各車両 C に搭載された車載機 2 とを備えて構成されている。

交通管制システム 1 は、管制室に設けられた中央装置 3 と、道路 R の各所に多数設置された光ビーコン（光学式車両感知器）4 と、を有している。光ビーコン 4 は、近赤外線を通信用媒体とした光通信によって車載機 2 との間で双方向通信を行う。なお、中央装置 3 は交通管制室に設けられている。

【0021】

〔光ビーコンの構成〕

光ビーコン 4 は、電話回線等の通信回線 5 を介して中央装置 3 と接続された通信インタフェースである通信部 6 と、この通信部 6 が接続されたビーコン制御機 7 と、このビーコン制御機 7 のセンサ用インタフェースに接続された複数（図例では 4 つ）のビーコンヘッド（投受光器）8 とを備えている。

各ビーコンヘッド 8 は、筐体の内部に発光ダイオード（LED）10、フォトセンサ（受信部）11 を収納して構成されている（図 3 参照）。このうち、LED 10 は、近赤外線よりなるダウンリンク情報を後述する通信領域 A に発光し、フォトセンサ 11 は、車載機 2 からの近赤外線よりなるアップリンク情報を受光する。また、本実施形態のビーコンヘッド 8 には、複数（4 つ）のフォトセンサ 11 が設けられている。

【0022】

図 2 は、上記光ビーコン 4 の平面図である。図 2 に示すように、本実施形態の光ビーコン 4 は、同じ方向の複数（図例では 4 つ）の車線 R1 ~ R4 を有する道路 R に設置されており、各車線 R1 ~ R4 に対応して設けられた前記複数のビーコンヘッド 8 と、これらビーコンヘッド 8 を一括制御する制御部である一台の前記ビーコン制御機 7 とを備えている。

上記ビーコン制御機 7 は、CPU、メモリ（RAM）及び記憶装置（ROM）を有するプログラマブルなマイコンよりなり、通信部 6（図 1）による中央装置 3 との双方向通信と、ビーコンヘッド 8 による車載機 2 との路車間通信を行う通信制御部としての機能を有する。なお、このビーコン制御機 7 による路車間通信の内容については後述する。

【0023】

ビーコン制御機 7 は、道路脇に立設した支柱 13 に設置されており、各ビーコンヘッド 8 は、支柱 13 から道路 R 側に水平に架設した架設バー 14 に取り付けられ、道路 R の各車線 R1 ~ R4 の直上に配置されている。

各ビーコンヘッド 8 の LED 10 は、各車線 R1 ~ R4 の直下よりも車両進行方向の上流側に向けて近赤外線を発光しており、これにより、車載機 2 との間で路車間通信を行うための通信領域 A が当該ヘッド 8 の上流側に設定されている。

【0024】

〔通信領域について〕

図 3 は、光ビーコン 4 の通信領域 A を示す側面図である。

図 3 に示すように、光ビーコン 4 の通信領域 A は、車載機 2 の投受光器である車載ヘッド 27 がダウンリンク情報を受信することができるダウンリンク領域（図 3 において実線のハッチングを設けた領域）DA と、光ビーコン 4 のビーコンヘッド 8 が車載ヘッド 27 からのアップリンク情報を受信することができるアップリンク領域（図 3 において破線のハッチングを設けた領域）UA とからなる。

【0025】

ダウンリンク領域 DA は、ビーコンヘッド 8 の投受光位置 d、道路 R 上の位置 a 及び c を頂点とする dac で示された範囲に設定されている。また、アップリンク領域 UA は、前記位置 d と、道路 R 上の位置 b 及び c を頂点とする dbc で示された範囲に設定されている。したがって、ダウンリンク領域 DA とアップリンク領域 UA の上流端 c は互いに一致し、アップリンク領域 UA は、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向の上流部分（図 3 の右側部分）と重複している。また、ダウンリンク領域 DA の車両進行方向長さは通信領域 A 全体の同方向長さと一致している。

【0026】

光ビーコン（光学式車両感知器）４の「近赤外線式インタフェース規格」によれば、ダウンリンク領域ＤＡ及びアップリンク領域ＵＡの正式な領域寸法が規定されている。この規定では、一般道向けの光ビーコン４の場合で、ダウンリンク領域ＤＡの下流端ａは、ビーコンヘッド８の直下の１．０～１．３ｍ上流側に位置し、ダウンリンク領域ＤＡの下流端ａからアップリンク領域ＵＡの下流端ｂまでの距離は２．１ｍと規定されている。また、アップリンク領域ＵＡの下流端ｂから同領域ＵＡの上流端ｃまでの距離は１．６ｍと規定されている。したがって、正式な通信領域Ａの車両進行方向の全長（ａｃ間の長さ）は３．７ｍとなる。

【００２７】

しかしながら、本実施形態では、アップリンク領域ＵＡの下流端ｂから同領域ＵＡの上流端ｃまでの距離は、上記規定よりも上流側及び下流側へ長く設定されている。その結果、アップリンク領域ＵＡは上記規定よりも車両進行方向に広がり、同時にダウンリンク領域ＤＡも上記規定よりも車両進行方向に広がっている。

このようにアップリンク領域ＵＡ及びダウンリンク領域ＤＡが広くなると、車載機２と光ビーコン４との間のアップリンク情報及びダウンリンク情報の送受信の確実性が増すことになる。

【００２８】

さらに、アップリンク領域ＵＡは、車両進行方向に複数に分割されている。具体的にアップリンク領域ＵＡは、位置ｄを上端とし、道路Ｒ上の位置ｅ１～ｅ３を下端とする３本の境界線（境界部）Ｋによって４つに分割されている。

ビーコンヘッド８に設けられた４つのフォトセンサ１１（図１）は、それぞれアップリンク領域ＵＡの各分割領域ＵＡ１～ＵＡ４を受信領域としている。したがって、例えば分割領域ＵＡ１内で車載ヘッド２７から発信されたアップリンク情報は、この分割領域ＵＡ１に対応するフォトセンサ１１によって受信される。

【００２９】

〔車載機及び車両の構成〕

図４は、光ビーコン４と路車間通信する前記車載機２と、この車載機２が搭載された車両Ｃの概略構成図である。

図４に示すように、この車両Ｃは、ドライバの搭乗席（図示せず）を有する車体２１と、この車体２１に搭載された前記車載機２と、車両Ｃの各部を統合制御する電子制御装置（ＥＣＵ）２２と、車体２１を駆動するエンジン２３と、車体２１を制動するブレーキ装置２４と、車両Ｃの現時の速度を常時検出している速度検出器２５とを備えている。ＥＣＵ２２は、ドライバのアクセル操作に基づくエンジン２３の駆動制御や、ブレーキ操作に基づく制動制御等、車両Ｃに対する各種の制御を行う。

【００３０】

車載機２は、車載コンピュータ２６と、このコンピュータ２６のセンサ用インタフェースに接続された車載ヘッド（投受光器）２７と、搭乗席のドライバに対するヒューマンインタフェースとしてのディスプレイ２８及びスピーカ装置２９とを備えている。

上記車載ヘッド２７は、光ビーコンの投受光器８と同様に、発光ダイオード（ＬＥＤ）とフォトセンサを備えている（図示せず）。このうち、ＬＥＤは、近赤外線よりなるアップリンク情報を発光し、フォトセンサは、通信領域Ａに発光された近赤外線よりなるダウンリンク情報を受光する。

【００３１】

車載コンピュータ２６は、ＣＰＵ、メモリ（ＲＡＭ）及び記憶装置（ＲＯＭ）を有するプログラマブルなマイコンよりなり、車載ヘッド２７による光ビーコン４との路車間通信の制御処理を行う。

また、車載コンピュータ２６は、所定の各機能を実行するプログラムを記憶装置に格納しており、このプログラムが実行する機能部として、距離認識部３０、補正部３１及び支援制御部３２を備えている。なお、これらの各機能部３０、３１、３２の処理内容については後述する。

【 0 0 3 2 】

〔 路車間通信の内容 〕

図 5 は、通信領域 A において、ビーコンヘッド 8 と車載ヘッド 2 7 との間で行われる双方向での路車間通信の手順を示している。以下、図 5 を参照しつつ、本実施形態の路車間通信の内容を説明する。

まず、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 は、各車線 R 1 ~ R 4 に対応するビーコンヘッド 8 から、ダウンリンクの切り替え前の第 1 情報として、車線通知情報を含む第 1 のダウンリンク情報 3 4 を、各車線 R 1 ~ R 4 のダウンリンク領域 D A に所定の送信周期で常を送信し続けている（図 5 の F 1 ）。なお、この段階では、車線通知情報には未だ車両 I D は格納されていない。

【 0 0 3 3 】

車載機 2 を搭載した車両 C が実際のダウンリンク領域 D A に進入すると、車載機 2 の車載ヘッド 2 7 が車線通知情報（車両 I D 無し）を含む第 1 のダウンリンク情報 3 4 を受信する。

この際、車載機 2 の車載コンピュータ 2 6 は、当該車両 C が実際の通信領域 A 内に存在していることを認識する。その後、車載コンピュータ 2 6 は、アップリンク情報 3 5 の送信を開始し（図 5 の F 2 ）、このアップリンク情報 3 5 をビーコンヘッド 8 に対して所定の送信周期（アップリンク送信周期）で送信する（図 5 の F 3 ）。

【 0 0 3 4 】

車載コンピュータ 2 6 は、車両 C に特定の車両 I D を上記アップリンク情報 3 5 に格納して当該アップリンク情報 3 5 を送信し、ビーコン間の旅行時間情報を有している場合には、この情報もアップリンク情報 3 5 に含ませる。また、車載コンピュータ 2 6 は、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 がダウンリンクの切り替えを行ったことを認識するまで、当該アップリンク情報 3 5 を送信し続ける。

【 0 0 3 5 】

一方、光ビーコン 4 のビーコンヘッド 8 がアップリンク情報 3 5 を受信すると（図 5 の F 4 ）、ビーコン制御機 7 は、ダウンリンクの切り替えを行い、第 2 情報として、車両 I D 情報を有する車線通知情報を含む第 2 のダウンリンク情報 3 6 の送信を開始し（図 5 の F 5 ）、この第 2 のダウンリンク情報 3 6 の送信を所定時間内において可能な限り繰り返す（図 5 の F 6 ）。

【 0 0 3 6 】

上記車線通知情報には、車線 R 1 ~ R 4 （図 2 ）ごとに車両 I D を格納するフィールドがあり、各車両 I D に対して車線番号を付与することができる。このため、異なる車線 R 1 ~ R 4 を走行する各車両 C の車載コンピュータ 2 6 は、その格納フィールド内のいずれに自車両の車両 I D が含まれるかを判断することにより、自車両がどの車線 R 1 ~ R 4 を走行しているかを認識できる。

【 0 0 3 7 】

第 2 のダウンリンク情報 3 6 には、車両 I D を含む車線通知情報の他に、渋滞情報、区間旅行時間情報、事象規制情報、及び、ドライバに対する安全運転支援のための支援情報等が含まれている。

この支援情報には、光ビーコン 4 より下流側の信号機の灯色が変わるタイミング情報である信号情報の他、通信領域 A からその下流側の所定位置（例えば、停止線）までの長さ情報である距離情報等が含まれている。

【 0 0 3 8 】

図 5 に示すように、第 2 のダウンリンク情報 3 6 は、単一又は複数の最小フレーム 3 7 で構成されている。前記「近赤外線式インタフェース規格」によれば、この最小フレーム 3 7 のデータ量は合計 1 2 8 バイトと規定され、ヘッダ部 3 8 に 5 バイト、実データ部 3 9 に 1 2 3 バイトが割り当てられている。

前記規格によれば、第 2 のダウンリンク情報 3 6 は、1 ~ 8 0 個の最小フレーム 3 7 で構成することができ、送信可能時間は 2 5 0 m s に設定されている。また、このダウンリ

ンク情報 36 は送信すべき情報量に対応した任意数の最小フレーム 37 で構成され、上記送信可能時間の範囲内で繰り返し送信される。

【0039】

最小フレーム 37 の送信周期は約 1 ms である。従って、例えば、三つの最小フレーム 37 で一つのダウンリンク情報 36 を構成する場合には、ダウンリンク情報 36 の送信周期は約 3 ms になるので、当該ダウンリンク情報 36 は所定の送信可能時間 (250 ms) の間に約 80 回繰り返して送信されることになる。

車載機 2 の車載コンピュータ 26 は、第 2 のダウンリンク情報 36 を受信した時点 (図 6 の F7) で光ビーコン 4 でのダウンリンクの切り替えを認識し、この時点でアップリンク情報 35 の送信を停止する。

【0040】

本実施形態の路車間通信システムは、図 3 に示すように、通信領域 A からその下流側の所定位置 P0 までの距離を認識して位置標定を行い (図 5 の F8)、これに基づいて、ドライバに対する安全運転支援を行う距離認識システムとして機能している。

以下、前記した距離情報の内容と、これに基づいて車載機 2 が行う安全運転支援のための距離認識について説明する。

【0041】

〔距離情報の内容〕

図 3 に示すように、光ビーコン 4 のビーコン制御機 7 は、通信領域 A の所定位置 P1 ~ P4 からその下流側の所定位置 P0 までの距離 L1 ~ L4 の数値である前記距離情報を予め記憶装置に記憶している。そして、この距離 L1 ~ L4 についての距離情報を第 2 のダウンリンク情報 36 の送信フレームに格納して、当該フレームをビーコンヘッド 8 から繰り返し送出する。

距離 L1 ~ L4 の下流端 (終点) P0 は、光ビーコン 4 の下流側に設置された、例えば信号機手前の停止線 40 の位置に設定されている。また、距離 L1 ~ L4 の上流端 (始点) P1 ~ P4 は、アップリンク領域 UA の各分割領域 UA1 ~ UA4 に応じて 4 カ所に設定されている。具体的に上流端 P1 ~ P4 の位置は、各分割領域 UA1 ~ UA4 における道路 R 上の車両進行方向の略中央位置に設定されている。

【0042】

ビーコン制御機 7 は、予め記憶した複数の距離 L1 ~ L4 についての距離情報のうちいずれかを選択し、第 2 のダウンリンク情報 36 の送信フレームに格納する。そして、どの距離 L1 ~ L4 を選択するかは、ダウンリンクの切り換え前にアップリンク情報を受信したフォトセンサ 11 に基づいて決定される。

例えば、最上流側の分割領域 UA1 において、道路 R 上を走行している車両 C の車載ヘッド 27 がアップリンク情報 35 を送信し、図 6 に示すように、この分割領域 UA1 に対応するフォトセンサ (第 1 受信部) 11 が当該アップリンク情報 35 を受信した場合、ビーコン制御機 (ダウンリンク切り替え制御部) 7 は、アップリンク情報 35 を受信したフォトセンサ 11 を特定し、それに対応する距離情報 L1 を選択するとともに、ダウンリンクを切り換え、LED 10 を介して距離 L1 についての距離情報を含む第 2 のダウンリンク情報 36 を送信する。

【0043】

他の分割領域 UA2 ~ UA4 に対応するフォトセンサ (第 2 ~ 第 4 受信部) 11 のいずれかがアップリンク情報 35 を受信した場合は、ビーコン制御機 7 は、上流点が P2 ~ P4 となるいずれかの距離 L2 ~ L4 を選択し、当該距離 L2 ~ L4 についての距離情報を含む第 2 のダウンリンク情報 36 を送信する。

【0044】

〔距離認識 (安全運転支援) の内容〕

図 4 に示すように、上記距離情報を含む第 2 のダウンリンク情報 36 を車載ヘッド 27 が受信すると、車載コンピュータ 26 の距離認識部 30 は、そのダウンリンク情報 36 のフレームに含まれている距離情報を抽出して、前記距離 L1 ~ L4 を認識する。

そして、車載コンピュータ 26 の支援制御部 32 は距離 L1 ~ L4 を利用して、ドライバに対する安全運転支援を行う。

【0045】

例えば、支援制御部 32 は、停止線 40 までの距離 L1 ~ L4 と現時点の車両 C の走行速度とから、その停止線 40 の手前で停止するための減速度（負の加速度）を算出し、その減速度を ECU 22 に通知する。ECU 22 は、当該減速度となるようにブレーキ装置 24 を作動させ、これにより、車両 C を停止線 40 の手前で自動停止させることができる。

【0046】

また、支援制御部 32 の安全運転支援としては、ディスプレイ 28 やスピーカ装置 29 を用いたドライバに対する注意喚起であってもよい。

例えば、支援制御部 32 により、停止線 40 までの距離 L1 をディスプレイ 28 に表示させてもよい。また、現時の車両 C の走行速度が速すぎる場合には、支援制御部 32 により、停車や減速を促す注意喚起をディスプレイ 28 に表示させたり、その注意喚起をスピーカ装置 29 から音声出力させたりしてもよい。

【0047】

また、支援制御部 32 は、前記距離情報と共に、第 2 のダウンリンク情報に含まれる信号情報を用いて安全運転支援を行うこともできる。

ここで、信号情報とは、交通信号機が表示する現在又は将来の信号灯色に関する情報を指し、各信号灯色の表示継続予定期間や表示する順序等に関する情報（表示予定情報）等を含む。例えば、「現在灯色が青信号で継続予定時間が 5 秒であり、次の灯色が黄信号で継続予定時間が 8 秒であり、その次の灯色が右折青矢印灯で継続予定時間 10 秒である」といった情報である。

【0048】

この信号情報を受信した車載コンピュータ 27 の支援制御部 32 は、停止線 40 までの距離 L1 ~ L4（前述の距離情報）と車両 C の走行速度や加速度等から、停止線 40 に到着するまでの所要時間を推定した上で、当該所要時間経過後の信号灯色を推定することができる。そして、例えば、現在の信号灯色は青信号であるが、停止線 40 に到着する時点で信号灯色が赤信号と予測されるような場合には、安全に停止線 40 の手前で停止することができるように、車両 C を制動するための制御を行う。逆に、減速しなければ安全に交差点を通過できると判断できるような場合には、車両 C の速度を維持するための制御を行うことができる。

【0049】

車両 C を制動したり速度を維持したりするため、支援制御部 32 は、車両のブレーキ装置 24（図 4）やアクセルに対して直接的に制御を行ってもよい。また、支援制御部 32 では単に制動や速度維持に関する情報を生成し、その情報を ECU 22 に通知することによって ECU 22 でブレーキ装置 24 やアクセルを制御するものであってもよい。すなわち、支援制御部 32 は、間接的な制御を行うものであってもよい。

【0050】

また、支援制御部 32 は、車載装置の主導による制御のみならず、ブレーキアシストなど、ドライバの運転動作を補助する動作をしても良い。

【0051】

支援制御部 32 は、車両 C の搭乗者に対して、信号灯色の推定の結果を音声や画像情報によって通知するようにしても良い。例えば、「間もなく信号が変わるので停止すべきである」といった内容の音声をスピーカ装置 29 からドライバに向けて発したり、ヘッドアップディスプレイやナビゲーション装置等のディスプレイ 28 に文字や図柄で表示したりすることができる。

安全運転の支援については、不適切なタイミングや内容でドライバに情報を通知することのないようなヒューマンインタフェースとするため、例えば低速走行時には音声や画像表示による報知を行わないようにすることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、信号情報は、現在表示している灯色とその継続時間だけとしても良いし、1サイクル分の情報をまとめて提供するようにしても良い。また、これらの情報に加えて、地点感應制御を実施している地点では、当該制御に関するパラメータ情報や制御を実施する時間帯の情報等を含ませても良い。

また、信号情報は、光ビーコンから取得するものであってもよいし、光ビーコン以外のインフラ装置等から取得するものであってもよい。後者の場合、例えば、信号機の信号制御機が無線通信機を備えている場合には、当該無線通信機から取得してもよいし、前記信号情報を取得した先行車両から車々間通信によって取得してもよい。信号情報を受信する信号情報受信部は、車載ヘッド27を用いてもよいし、車載機2に備えた別の受信器であってもよい。

【 0 0 5 3 】

以上詳述したように、本実施形態の路車間通信システムによれば、アップリンク領域UAが複数の分割領域UA1～UA4に分割され、ビーコンヘッド8には、各分割領域UA1～UA4に対応する複数のフォトセンサ11が設けられており、アップリンク情報35を受信したフォトセンサ11に応じて所定位置P0までの距離L1～L4を選択し、その距離情報を第2のダウンリンク情報36に含ませているので、アップリンク領域UA全体が規定よりも車両進行方向に広く設定されていたとしても、当該距離情報の始点（車両進行方向の上流端）と実際の車両（車載機2）の位置とが大きく離れてしまうことはほとんど無く、車載機2において所定位置P0までの距離を正確に認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援を精度よく行うことができる。

逆に言うと、本実施形態の路車間通信システムによれば、アップリンク領域UAを車両進行方向により拡大することができるので、車載機2からのアップリンク情報の受信をより確実に行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態の路車間通信システムは、路車間通信の確実性が低い条件においても、精度良く所定位置P0までの距離を認識することが可能となり、大変有用である。以下、この点につき詳しく説明する。

なお、路車間通信の確実性が低い条件とは、例えば、アップリンク情報を送信する光（アップリンク光）がビーコンヘッド8まで到達しにくくなるような雨天や濃霧等の気象条件や、降雨時に車両Cのワイパーを作動させていることによって、アップリンク光が遮られるような条件等である。

【 0 0 5 5 】

一般に、路車間通信の確実性が高い条件であれば、最初にアップリンク領域UA内で送信されたアップリンク情報35はフォトセンサ11に正確に受信され、車載コンピュータ26がダウンリンクの切替を認識する（第2のダウンリンク情報を受信する）時点の車両Cの位置は、概ねアップリンク領域UAの最上流端c付近になると考えられる。

しかし、路車間通信の確実性が低い条件では、最初にアップリンク領域UA内で送信されたアップリンク情報35がビーコンヘッド8に正確に受信されない場合があり、車載コンピュータ26は、ダウンリンクの切り替えを認識できるまで、アップリンク送信周期ごとにアップリンク情報35を繰り返し送信することになる。このため、ダウンリンクの切り替えを認識した時点における車両Cの位置は、アップリンク領域UAの最上流端cよりも、アップリンク情報35を繰り返し送信する間に走行した距離の分だけ下流側に離れた地点となる。

【 0 0 5 6 】

この際、仮に、第2のダウンリンク情報に含ませる距離情報の始点をアップリンク領域UAの最上流端cとすると、当該最上流端cと、実際の車両Cの位置とが大きく離れ、距離認識精度は低下する。特に、車両の走行速度が大きい場合やアップリンク送信周期が長く設定されている場合は、距離認識精度が一層低下する可能性がある。

【 0 0 5 7 】

本実施形態の場合、アップリンク領域 $U A$ が分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ に分割されているので、最初のアップリンク情報 35 が、例えば最上流側の分割領域 $U A 1$ で受信されなかったとしても、アップリンク情報を受信した他の分割領域 $U A 2 \sim U A 4$ 内の位置を始点とした距離情報を第 2 のダウンリンク情報に含ませることができるので、距離認識精度はほとんど低下することはない。

【0058】

なお、上記実施形態において、各分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ の車両進行方向長さは、距離認識精度として要求されるレベルに応じて設定することができる。また、各分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ の車両進行方向長さは、互いに異なってもよい。

また、本実施形態では、距離 $L 1 \sim L 4$ の中からアップリンク情報 35 を受信したフォトセンサ 11 に応じた距離を選択してその距離情報を第 2 のダウンリンク情報 36 に含ませる方法を説明したが、例えば、距離 $L 1 \sim L 4$ の全てに識別番号等を付与し、その全ての距離 $L 1 \sim L 4$ とそれに対応する識別番号とを第 2 のダウンリンク情報に含ませ、同時に、アップリンク情報 35 を受信したフォトセンサ 11 に応じた 1 の識別番号をも第 2 のダウンリンク情報 36 に含ませるようにしてもよい。この場合、車載コンピュータ 26 の距離認識部 30 は、第 2 のダウンリンク情報 36 に含まれる前記 1 の識別番号をもとに正確な距離を選択して認識することができる。また、車載コンピュータ 26 が予め距離 $L 1 \sim L 4$ とその識別番号とを記憶している場合には、アップリンク情報 35 を受信したフォトセンサ 11 に応じた 1 の識別番号のみを第 2 のダウンリンク情報に含ませてもよい。

【0059】

〔第 2 実施形態〕

上記第 1 実施形態において、図 3 に示すように、車両 C が分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ の境界線（境界部）K 付近を走行しているときに車載機 2 からアップリンク情報 35 が送信されると、当該境界線 K を跨ぐ 2 つの分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ に対応した 2 つのフォトセンサ 11 が当該アップリンク情報 35 を同時に受信しう可能性がある。かかる場合、上述の第 1 実施形態では、距離情報を構成する複数の距離 $L 1 \sim L 4$ のなかから 1 つを選択することができなくなる。

そこで、第 2 実施形態では、このような状況を想定し、分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ の道路 R 上の各境界位置 $e 1, e 2, e 3$ を上流端とし、所定位置 $P 0$ を下流端とする各距離についての距離情報をもビーコン制御機 7 の記憶装置に予め記憶しておく。そして、2 つのフォトセンサ 11 によって同じアップリンク情報が同時に受信された場合には、ビーコン制御機 7 は、当該 2 つのフォトセンサ 11 に対応する 2 つの分割領域 $U A 1 \sim U A 4$ の境界位置 $e 1, e 2, e 3$ を上流端とした距離についての距離情報を選択し、第 2 のダウンリンク情報 36 に含ませる。

【0060】

したがって、本実施形態では、距離情報の選択肢が更に増え、車載機 2 に所定位置 $P 0$ までのより正確な距離を認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援をより精度よく行うことができる。

【0061】

また、本実施形態において、境界線（境界部）K は、所定の幅を持つものと想定することもできる。例えば図 7 に分割領域 $U A 3, U A 4$ について示すように、分割領域 $U A 3$ の下流端付近と、分割領域 $U A 4$ の上流端付近とに、所定の幅を有するとともに、各分割領域 $U A 3, U A 4$ に対応する 2 つのフォトセンサ 11（第 3, 第 4 受信部）が同時にアップリンク情報を受信しう、境界部 $U A 3 e, U A 4 e$ を想定することができる。この場合、2 つの境界部 $U A 3 e, U A 4 e$ を合わせて 1 つの境界領域 $U A 3 4 e$ を設定し、第 3, 第 4 受信部が同時にアップリンク情報を受信した場合は、境界領域 $U A 3 4 e$ における道路 R 上の位置（例えば、車両進行方向の略中央位置）を上流端とする距離情報を、第 2 のダウンリンク情報 36 に含ませることができる。

【0062】

また、上記のように第 3, 第 4 受信部によって同時にアップリンク情報を受信した場合

に、それらの受光レベルを比較することによって、車両Cの車載機2が境界領域UA34eのなかのどの地点でアップリンク情報35を送信したかを推定する推定部をビーコン制御機7に備えておき、当該推定部によって推定した地点をもとに、距離情報の上流端を設定することもできる。

例えば、境界領域UA34eにおいて、第3受信部の受光レベルが高く、第4受信部の受光レベルが低い場合であれば、推定部は、車両(車載機2)が境界領域UA34eのうち上流側寄り(分割領域U3寄り)の位置でアップリンク情報を送信したものと推定する。さらに、推定部は、境界領域UA34eの領域長を受光レベルの比率に応じて配分したうえで車両のアップリンク情報の送信位置を推定することもできる。

【0063】

具体的には、第3受信部の受光レベルが $3.0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、第4受信部の受光レベルが $1.0 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ である場合、両受光レベルの比率(3:1)に基づいて境界領域UA34eの領域長を4等分し、当該領域の上流端から1つ目の位置P5を、車両のアップリンク情報の送信位置と推定することができる。

また、ビーコン制御機7は、各受信部の受光レベル又は受光レベル比についての受光レベル情報を第2のダウンリンク情報36に含ませて車載機2に送信することができる。この場合、車載機2は、補正部31(図4)において、受光レベル情報を用いた距離情報の補正を行うことによって、より正確に距離認識を行うことができる。

【0064】

〔第3実施形態〕

図8は、本発明の第3実施形態に係る光ビーコン4の通信領域Aを示す側面図である。本実施形態では、アップリンク領域UAを構成する複数の分割領域UA1~UA4が、隣接する他の分割領域UA1~UA4と車両進行方向に重複するように設定されている。そして、本実施形態においても、第1実施形態と同様な方法により距離情報を用いて距離認識を行う。

また、本実施形態の場合、第2実施形態でも説明したように、アップリンク情報35が2つのフォトセンサ11によって同時に受信されるケースが多くなると考えられる。したがって、本実施形態では、各分割領域UA1~UA4の重複領域VA1~VA3における道路R上の位置(例えば、車両進行方向の中央位置)f1, f2, f3を上流端とし、所定位置P0を下流端とする距離の情報をもビーコン制御機7の記憶装置に予め記憶しておく。そして、2つのフォトセンサ11によってアップリンク情報35が受信された場合は、ビーコン制御機7は、その2つのフォトセンサ11に対応する2つの分割領域UA1~UA4の重複領域VAにおける位置f1~f3を上流端とする距離についての距離情報を選択し、第2のダウンリンク情報36に含ませる。

【0065】

本実施形態の場合も、距離情報の選択肢が増え、車載機2に所定位置P0までのより正確な距離を認識させることができる。したがって、ドライバに対する安全運転支援をより精度よく行うことができる。

【0066】

また、本実施形態において、重複領域VA1~VA3のいずれかで2つのフォトセンサ11がアップリンク情報35を受信した場合に、この2つのフォトセンサ11の受光レベルを比較することによって、車両Cが当該重複領域VA1~VA3のなかのどの地点でアップリンク情報35を送信したかを推定する推定部をビーコン制御機7に備えておき、その推定した地点に基づいて距離情報の上流端を設定し、この距離情報を第2のダウンリンク情報36に含ませるようにすることができる。

【0067】

例えば、図9に分割領域UA3, UA4について示すように、この分割領域UA3, UA4に対応するフォトセンサ11(第3, 第4受信部)によって同時にアップリンク情報を受信したとき、第3受信部の受光レベルが高く、第4受信部の受光レベルが低ければ、推定部は、車両(車載機2)が重複領域VA3のうちの上流側寄り(分割領域U3寄り)の

位置でアップリンク情報を送信したものと推定する。

【0068】

さらに、推定部は、重複領域VA3の領域長を受光レベルの比率に応じて配分したうえで車両のアップリンク情報の送信位置を推定することもできる。

具体的には、第3受信部の受光レベルが $3.0 \mu W/cm^2$ 、第4受信部の受光レベルが $1.0 \mu W/cm^2$ である場合、両受光レベルの比率(3:1)に基づいて重複領域VA3の領域長を4等分し、当該領域VA3の上流端から1つ目の位置P6を、車両のアップリンク情報の送信位置と推定する。

また、ビーコン制御機7は、各受信部の受光レベル又は受光レベル比についての受光レベル情報を第2のダウンリンク情報36に含ませて車載機2に送信することができる。この場合、車載機2は、補正部31(図4)において、受光レベル情報を用いた距離情報の補正を行うことによって、より正確に距離認識を行うことができる。

【0069】

〔第4実施形態〕

図10は、本発明の第4実施形態に係る光ビーコン4の通信領域Aを示す側面図である。この第4実施形態では、ビーコン制御機7の記憶装置に記憶される距離情報が、アップリンク領域UAの最上流端cからその下流側の所定位置P0までの距離L0についての第1の距離情報と、アップリンク領域UAの最上流端cから各分割領域UA1~UA4内の所定位置P1~P4までの距離L1'~L4'についての第2の距離情報とを含んでいる。そして、ビーコン制御機7は、第1の距離情報と、アップリンク情報35を受信したフォトセンサ11に対応する第2の距離情報とを第2のダウンリンク情報36の送信フレームに格納し、当該送信フレームをビーコンヘッド8から繰り返し送出する。

【0070】

この第2のダウンリンク情報36を車載ヘッド27が受信すると、図4に示すように、車載コンピュータ26の距離認識部30が、そのダウンリンク情報36の送信フレームに含まれている第1の距離情報と第2の距離情報とを抽出し、これら第1、第2距離情報から実距離L1~L4(図10)を演算する。すなわち、第1の距離情報を構成する距離L0から第2の距離情報を構成する距離L1'~L4'を差し引く演算を行う。

そして、車載コンピュータ26の支援制御部32は実距離L1~L4を利用して、ドライバに対する安全運転支援を行う。

【0071】

したがって、本実施形態においても上記第1実施形態と同様の作用効果を奏する。

また、本実施形態においても、2つのフォトセンサ11によりアップリンク情報35を同時に受信した場合に、第2実施形態と同様の制御を行うことができるように、アップリンク領域UAの最上流端cを上流端とし、分割領域UA1~UA4の道路R上の各境界位置e1, e2, e3を下流端とする距離についての距離情報を第2の距離情報としてビーコン制御機7の記憶装置に予め記憶しておいてもよい。

【0072】

また、本実施形態では、例えば、距離L1'~L4'の全てに識別番号等を付与し、その全ての距離L1~L4とそれに対応する識別番号とを第2のダウンリンク情報36に含ませ、同時に、アップリンク情報35を受信したフォトセンサ11に応じた1の識別番号をも第2のダウンリンク情報36に含ませるようにしてもよい。この場合、車載コンピュータ26の距離認識部30は、第2のダウンリンク情報36に含まれる前記1の識別番号をもとに、距離L1'~L4'の中から対応する距離を選択し、当該距離を前記距離L0から差し引くことで、所定位置P0までの実距離を認識することができる。

【0073】

本発明は、上記各実施形態に限定されるものではない。

例えば、図3に示すように、距離情報を構成する距離L1~L4の上流端P1~P4の位置は、各分割領域UA1~UA4の道路R上の略中央位置に限らず任意に設定することができる。例えば、上流端P1~P4は、各分割領域UA1~UA4の道路R上の上流端

(c, e1, e2, e3で示す位置)に設定したり、各分割領域UA1～UA4の道路上の下流端(e1, e2, e3, bで示す位置)に設定したりすることができる。

【0074】

また、分割領域UA1～UA4の数(フォトセンサ11の数)は、2つ、3つ、又は5つ以上としてもよい。

また、フォトセンサ11は、その受信領域を論理的に複数の領域に分割することによって、それぞれを受信部とすることができる。つまり、1つのフォトセンサ11が複数の受信部を有する構成とすることができる。そして、これら受信部をそれぞれ道路上の分割領域UA1～UA4に対応させ、アップリンク光が当該フォトセンサ11のどの領域に照射されたかに応じて、距離情報を選択することもできる。この場合、分割領域の数よりも少ないフォトセンサ11を用いて全ての分割領域に対応させることができる。

【0075】

距離情報を構成する距離L1～L4の下流端については、停止線40のほか、信号機の設置位置や車両感知器の位置としてもよい。

また、上記各実施形態における距離情報は、所定位置P0までの距離の値を直接格納する形式に限られず、所定位置P0までの距離を一意に決定しうる情報であれば、どのような形式であってもよい。

【0076】

例えば、アップリンク領域UAからその下流側の所定位置P0までの間に1又は複数のノードを設定し、これらのノードに応じた複数の距離値群によって距離情報を構成することもできる。例えば、始点となるアップリンク領域UA内の所定位置(例えばアップリンク領域UAの上流端c)からその直近のノードまでの距離、各ノード間の距離、及び、所定位置P0直近のノードから所定位置P0までの距離によって距離情報を構成することができる。この場合、この距離情報を受信した車載コンピュータ26は、各距離の合計値を求めることで、所定位置P0までの距離を認識することができる。

【0077】

また、光ビーコン4が送信する距離情報は、距離の値ではなく、当該距離の始点と終点との絶対位置(緯度・経度や宇宙空間上の任意の点を原点とする3次元空間の座標値等)を示す情報とすることができる。例えば、距離情報を、本発明によって得られるアップリンク領域UA内の絶対位置に関する情報と、所定位置P0の絶対位置に関する情報とを含む構成とし、双方の絶対位置をもとに、車載機2の距離認識部30で距離を算出すればよい。また、車載機2側で所定位置P0の絶対位置に関する情報を記憶している場合には、光ビーコン4は、本発明によって得られるアップリンク領域UA内の絶対位置に関する情報のみを送信してもよい。

また、所定位置P0の地点を含む道路の形状を示す道路形状情報や詳細な地図情報と、当該道路上又は地図上であって、本発明によって得られるアップリンク領域UA内の位置に対応する位置情報とを光ビーコン4が送信し、この情報をもとに車載機2が所定位置P0までの距離を取得する方法を用いてもよい。この場合、道路形状情報や地図情報は予め車載機2に記憶させてもよいし、光ビーコン4以外の無線通信によって車載機2に送信する方法でもよい。

【0078】

更に、車載コンピュータ26の各機能部30, 31, 32は、車両Cの電子制御装置(ECU)に組み込むこともできる。

上記各実施形態では、通信領域A(特に、アップリンク領域UA)が、光ビーコンの「近赤外線式インターフェース規格」よりも広いものとして説明しているが、通信領域Aは、当該規格に準じた寸法に設定されていてもよい。

【符号の説明】

【0079】

- 2 車載機
- 4 光ビーコン

7	ビーコン制御機（通信制御部）
8	ビーコンヘッド（投受光器）
10	発光ダイオード（LED）
11	フォトセンサ（受信部）
30	距離認識部
35	アップリンク情報
36	第2のダウンリンク情報
A	通信領域
C	車両
R	道路
P0	停止線（所定位置）
DA	ダウンリンク領域
UA	アップリンク領域
UA1 ~ UA4	分割領域

フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

*H 0 4 W 64/00 (2009.01)**H 0 4 Q 7/00 1 0 7**H 0 4 B 10/10 (2006.01)**H 0 4 Q 7/00 5 0 8**H 0 4 B 10/105 (2006.01)**H 0 4 B 9/00 R**H 0 4 B 10/22 (2006.01)*