

(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2012-159470

(P2012-159470A)

(43) 公開日 平成24年8月23日(2012.8.23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C 3/06 1 2 O W	2 F 1 1 2
GO 8 G 1/16 (2006.01)	GO 1 C 3/06 1 2 O S	5 H 1 8 1
	GO 8 G 1/16 C	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-21009 (P2011-21009)
 (22) 出願日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(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 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 西嶋 征和
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 2F112 AD05 BA05 BA06 CA05 CA12
 FA03 FA39 FA45 GA01
 5H181 AA01 AA21 CC04 LL01

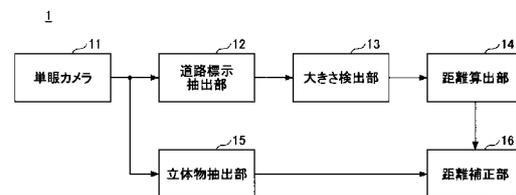
(54) 【発明の名称】 車両用画像認識装置

(57) 【要約】

【課題】測距対象までの測距結果の精度を高めることが可能な補正機能を備えている、車両用画像認識装置を提供すること。

【解決手段】車両周辺の画像を出力する撮像手段(単眼カメラ11)と、測距対象の前記画像上の縦方向位置を前記画像から実測することによって、前記測距対象までの距離を計測する計測手段(立体物抽出部15, 距離補正部16)とを備え、前記計測手段は、前記測距対象までの距離を計測する方法とは別の方法で距離が測定された道路標示の前記画像上の縦方向位置によって、前記測距対象までの距離の補正をする、車両用画像認識装置。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両周辺の画像を出力する撮像手段と、
測距対象の前記画像上の縦方向位置を前記画像から実測することによって、前記測距対象までの距離を計測する計測手段とを備え、

前記計測手段は、

前記測距対象までの距離を計測する方法とは別の方法で距離が測定された道路標示によって、前記測距対象までの距離の補正をする、車両用画像認識装置。

【請求項 2】

前記計測手段は、前記道路標示の前記画像上の縦方向位置を、前記補正に用いる、請求項 1 に記載の車両用画像認識装置。 10

【請求項 3】

前記計測手段は、前記別の方法で測定された前記道路標示までの距離に前記画像上で対応する縦方向位置と、前記道路標示の前記画像上で実測された縦方向位置との差分を、前記補正に用いる、請求項 2 に記載の車両用画像認識装置。

【請求項 4】

前記測距対象の前記画像上で実測された縦方向位置を表す縦座標を Y_p , 前記差分を Y , 前記画像の消失点の縦座標を Y_v , 前記撮像手段の上下方向の角度分解能を Q , 前記撮像手段の取り付けの高さを H_c , 前記測距対象までの距離を D_p とすると、

前記計測手段は、 20

$$D_p = H_c / (\tan(Y_p + Y - Y_v) \times Q)$$

に基づいて、前記測距対象までの距離を算出する、請求項 3 に記載の車両用画像認識装置。

【請求項 5】

前記別の方法は、前記道路標示の所定部位の大きさの規格値と前記所定部位の前記画像上の大きさの検出値とを用いて、前記道路標示までの距離を算出するものである、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の車両用画像認識装置。

【請求項 6】

前記別の方法は、前記道路標示の所定部位の前記画像上の横幅の検出値を用いて、前記道路標示までの距離を算出するものである、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の車両用画像認識装置。 30

【請求項 7】

前記道路標示は、横断歩道又は菱形マークである、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の車両用画像認識装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両周辺の画像を出力する撮像手段と、測距対象の前記画像上の縦方向位置を前記画像から実測することによって、前記測距対象までの距離を計測する計測手段とを備える、車両用画像認識装置に関する。 40

【背景技術】

【0002】

従来技術として、二次元画像において、視点からの距離が既知である基準点を基準とした照度差に基づいて、視点から非基準点までの距離を求めることにより、立体情報を取得する技術が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 2273 号公報

【発明の概要】 50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、実交通環境において測距対象までの距離を測定するためには、何らかの補正をすることによって、その測定値を変動させうる撮像手段側の要因を効率的に取り除く必要がある。

【0005】

例えば、測距対象の撮像画像上の縦方向位置から測距対象までの距離を計測する場合、車両のピッチングや車両姿勢の変化などによる車両のピッチ変動によって、計測値に誤差が含まれてしまう。

【0006】

そこで、本発明は、測距結果の精度を高める補正機能を備えた、車両用画像認識装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明に係る車両用画像認識装置は、車両周辺の画像を出力する撮像手段と、測距対象の前記画像上の縦方向位置を前記画像から実測することによって、前記測距対象までの距離を計測する計測手段とを備え、前記計測手段は、前記測距対象までの距離を計測する方法とは別の方法で距離が測定された道路標示によって、前記測距対象までの距離の補正をする、ことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、測距結果の精度を高める補正ができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態である車両用画像認識装置1の構成を示したブロック図である。

【図2】単眼カメラ11によって得られた自車両の進行方向の撮像画像21を示した図である。

【図3】道路標示である横断歩道までの距離を算出するまでの処理例を示したフローチャートである。

【図4】図2の撮像画像21上の横断歩道25を説明するための図である。

【図5】撮像画像21上でピクセル幅aを有する横断歩道25までの距離Lを示した図である。

【図6】一般道路環境下の実シーンにおける横断歩道までの距離の算出結果である。

【図7】測距対象である歩行者までの距離を算出するまでの処理例を示したフローチャートである。

【図8】距離Lのときの、カメラ11の取り付け高さHcと縦座標Yv、Yoとの関係を示した図である。

【図9】式(3)を表したグラフである。

【図10】式(4)に基づく距離補正部16の距離補正結果の一例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態の説明を行う。図1は、本発明の一実施形態である車両用画像認識装置1の構成を示したブロック図である。車両用画像認識装置1は、車両に搭載され、単眼カメラ11と、道路標示抽出部12と、大きさ検出部13と、距離算出部14と、立体物抽出部15と、距離補正部16とを備えている。各部の機能の一部又は全部は、画像認識処理を実行するプロセッサやマイクロコンピュータ等によって実現可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

単眼カメラ 1 1 は、自車両周辺（例えば、自車両の進行方向）を所定の画角で撮像して、その撮像画像を出力する撮像手段である。自車両の進行方向は、前進方向でも、後進方向でもよい。単眼カメラ 1 1 は、CCD 又は CMOS 等の撮像素子を備えている。

【 0 0 1 2 】

道路標示抽出部 1 2 は、単眼カメラ 1 1 による撮像画像から道路標示の所定部位を抽出する手段である。道路標示抽出部 1 2 によって抽出される所定部位は、予め設計的に決められていて、道路標示の全体でも一部でもよい。

【 0 0 1 3 】

道路標示は、文字、記号又はそれらの組み合わせが路面上にペイント等によって標示されたものである。道路標示の大きさは、法令等で予め定められた寸法を基準としている。道路標示の具体例として、規制標示と指示標示が挙げられる。規制標示の具体例として、転回禁止マーク、最高速度マークなどが挙げられる。指示標示の具体例として、横断歩道、前方に横断歩道があることを示す菱形マーク、前方に優先道路があることを示す三角マーク、進行方向マークなどが挙げられる。

10

【 0 0 1 4 】

図 2 は、単眼カメラ 1 1 によって得られた自車両の進行方向の撮像画像 2 1 を示した図である。撮像画像 2 1 には、道路標示として、自車両の前方の進路上に標示された横断歩道 2 5 が含まれている。符号 2 6 は、消失点（無限遠点）を表す。図 2 の場合、道路標示抽出部 1 2 は、例えば、撮像画像 2 1 から、横断歩道 2 5 を構成する候補ライン $p_1 \sim p_4$ を抽出する。撮像画像 2 1 は、左右方向のピクセル数が W 、上下方向のピクセル数が H の画像である。

20

【 0 0 1 5 】

大きさ検出部 1 3 は、道路標示抽出部 1 2 によって抽出された道路標示の所定部位についての単眼カメラ 1 1 による撮像画像上の大きさ（好ましくは、横幅）を検出する手段である。大きさ検出部 1 3 は、例えば、道路標示の所定部位を構成するピクセル数を撮像画像から取得することで、その所定部位の撮像画像上の大きさを検出できる。

【 0 0 1 6 】

距離算出部 1 4 は、道路標示抽出部 1 2 によって抽出された道路標示の所定部位についての規格上の予め定められた大きさと、大きさ検出部 1 3 により実際に検出された大きさと、単眼カメラ 1 1 の角度分解能とに基づいて、自車両からその道路標示までの距離を算出する手段である。

30

【 0 0 1 7 】

図 3 は、道路標示である横断歩道までの距離を算出するまでの処理例を示したフローチャートである。図 2 , 4 を参照しながら、本フローチャートについて説明する。

【 0 0 1 8 】

ステップ S 1 0 において、道路標示抽出部 1 2 は、撮像画像 2 1 の画素輝度分布に基づいて、画素の輝度が急変する上下方向（垂直方向）のエッジを撮像画像 2 1 の中から抽出する。

【 0 0 1 9 】

ステップ S 2 0 において、道路標示抽出部 1 2 は、ステップ S 1 0 で抽出したエッジを、水平方向（自車両から横断歩道を見たときの左右方向）の輝度変化パターンによって分類する。道路標示抽出部 1 2 は、各エッジの左領域及び右領域の画素輝度分布に基づいて、左領域が右領域よりも暗い場合には「立ち上がりエッジ」と判定し、左領域が右領域よりも明るい場合には「立ち下がりエッジ」と判定する。

40

【 0 0 2 0 】

ステップ S 3 0 において、道路標示抽出部 1 2 は、撮像画像 2 1 を水平方向にサーチして、ステップ S 2 0 で分類したエッジが所定回数以上交互に繰り返し出現するラインを、横断歩道 2 5 を構成する候補ラインとしてグルーピングする。そして、道路標示抽出部 1 2 は、撮像画像 2 1 を垂直方向にサーチして、グルーピングされた各候補ラインの隣接関

50

係、及び候補ラインを構成するエッジの接続関係によって、各候補ラインをグループングして横断歩道領域を抽出する。

【0021】

例えば、道路標示抽出部12は、互いに隣り合う立ち上がりエッジと立ち下がりエッジを1ペアとして、所定数以上のペア（例えば、3ペア以上）が存在し、且つ、それらの所定数以上のペアについて各ペアを構成する2つのエッジ間の水平方向（左右方向）の距離（例えば図4の場合、距離 b_1 、 b_2 、 b_3 ）がそれぞれ所定の範囲内にあるとき、それらの各ペアを、横断歩道25を構成する候補ラインとして抽出し、それらの抽出された複数の候補ラインを横断歩道領域としてグループングする。

【0022】

ステップS40において、大きさ検出部13は、横断歩道領域の左右方向のピクセル数（幅）を検出し、距離算出部14は、その検出された左右方向のピクセル数を用いて、自車両の単眼カメラ11から横断歩道25までの距離を算出する。

【0023】

図4は、図2の撮像画像21上の横断歩道25を説明するための図である。道路標示抽出部12によって横断歩道領域として抽出されたペアの中で、大きさ検出部13は、例えば、最も左側のペアの立ち上がりエッジ p_1a から、左から3番目のペアの立ち下がりエッジ p_3b までの距離に相当する3ペア分のピクセル幅 a を検出する。横断歩道25の規格上のその3ペア分の両端間の幅長（すなわち、ピクセル幅 a の部分に対応する部位の規格上求められる値）を A とし、単眼カメラ11の左右方向の角度分解能を P とし、自車両から横断歩道25までの距離を L とすると、図5から明らかなように、

$$L = A / \tan(a \times P) \quad \dots (1)$$

という関係式が成り立つ。ここで、角度分解能 P は、単眼カメラ11の左右方向の画角を[度]、単眼カメラ11によって得られる撮像画像21の左右方向のピクセル数を W [pix.]とすると、「 $P = \quad / W$ [度/pix.]」によって表すことが可能な固定値である。つまり、距離算出部14は、式(1)に基づいて、横断歩道25までの距離 L を算出することができる。

【0024】

もちろん、横断歩道領域として抽出されたペアのエッジであれば、どのエッジ間のピクセル幅を検出してもよく、その検出されたピクセル幅を a とした場合、ピクセル幅 a の部分に対応する部位の規格値が固定値 A に相当する。

【0025】

したがって、車両用画像認識装置1は、上記構成の、単眼カメラ11、道路標示抽出部12、大きさ検出部13及び距離算出部14を備えていることにより、横断歩道等の道路標示の所定部位の規格上の大きさを加味して、道路標示までの距離を算出しているので、道路標示が自車両から遠方に存在する状況であっても、道路標示までの距離を単眼カメラによる撮像画像から精度良く算出できる。

【0026】

図6は、一般道路環境下の実シーンにおける横断歩道までの距離の算出結果であって、(a)は、本発明の実施例を示し、(b)は、測距点の画像上の上下方向の位置を表す縦座標とその測距点までの距離との対応関係に基づいて、画像上の横断歩道領域の最下端の縦座標から横断歩道までの距離を算出する従来技術の場合の比較例を示している。図6から明らかなように、本発明の実施例の方が、上下方向の位置を表す縦座標を基準に距離を算出する従来技術に比べて、自車両のピッチ変動や道路勾配変化などの外乱の影響を受けにくいいため、横断歩道までの距離の真値に対してずれが小さく、精度良く距離を算出できることがわかる。

【0027】

ところで、図1に示されるように、車両用画像認識装置1は、測距対象（立体物）までの距離を計測する計測手段として、立体物抽出部15及び距離補正部16を更に備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

立体物抽出部 1 5 は、自車両の進行方面に存在する道路標示近辺（例えば、道路標示が標示された道路上又はその道路脇）に存在する立体物を、単眼カメラ 1 1 によって得られた撮像画像から、テンプレートマッチング等のパターン認識により抽出する手段である。この立体物の具体例として、歩行者、先行車両・駐車車両などの他車両、自車両と衝突するおそれのある障害物（歩行者等を含む）などが挙げられる。

【 0 0 2 9 】

立体物抽出部 1 5 は、抽出された立体物の撮像画像上の縦方向位置を表す縦座標を実測する。立体物抽出部 1 5 は、例えば、図 2 に示されるように、歩行者 2 2 の最下端の撮像画像 2 1 上の縦座標 Y_p を実測する。

10

【 0 0 3 0 】

距離補正部 1 6 は、立体物までの距離を計測する後述の方法とは別の方法で距離が測定された道路標示によって、立体物までの距離の補正をして、その補正值を算出するものである。この別の方法とは、例えば、距離算出部 1 4 で実行される上述の距離算出方法である。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、測距対象である歩行者までの距離を算出するまでの処理例を示したフローチャートである。図 2 , 8 ~ 1 0 を参照しながら、本フローチャートについて説明する。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 8 0 の横断歩道 2 5 の領域検出と、ステップ S 9 0 の横断歩道 2 5 までの距離 L の算出は、上記同様である。

20

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 0 0 において、道路標示抽出部 1 2 は、距離算出部 1 4 によって上記の式 (1) に基づいて算出された距離 L に対応する撮像画像 2 1 上での縦方向位置を表す縦座標 Y_o を算出する。単眼カメラ 1 1 の路面からの取り付け高さを H_c , 消失点 2 6 の Y 座標を Y_v , 単眼カメラ 1 1 の左右方向の角度分解能を P とし、単眼カメラ 1 1 の上下方向の角度分解能を Q とすると、図 8 から明らかのように、

$$Y_o = Y_v + (\tan^{-1}(H_c / L)) / Q \quad \dots (3)$$

という関係式が成立する。ここで、角度分解能 Q は、上述の角度分解能 P と同様に考えることができる。すなわち、角度分解能 Q は、単眼カメラ 1 1 の上下方向の画角を [度] 、単眼カメラ 1 1 によって得られる撮像画像の上下方向のピクセル数を H [pix.] とすると、「 $Q = \quad / H$ [度 / pix.] 」によって表すことが可能な固定値である。つまり、道路標示抽出部 1 2 は、式 (3) に基づいて、縦座標 Y_o を算出することができる。

30

【 0 0 3 4 】

図 9 は、式 (3) を表したグラフである ($Q = 0 . 0 2 7$, $Y_v = 2 4 0$, $H_c = 1 . 2 8$) 。例えば、距離算出部 1 4 によって算出された横断歩道 2 5 までの距離 L が 4 0 m であるときの縦座標 Y_o は 3 0 8 ピクセルとなる。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 1 0 において、道路標示抽出部 1 2 は、横断歩道 2 5 の撮像画像 2 1 上での上下動に基づいて、自車両のピッチ変動量を算出する。すなわち、道路標示抽出部 1 2 は、まず、抽出された横断歩道 2 5 の撮像画像 2 1 上の縦方向位置を表す縦座標を実測する。道路標示抽出部 1 2 は、例えば、図 2 に示されるように、横断歩道 2 5 の最下端の撮像画像 2 1 上の縦座標 Y_c を実測する。そして、道路標示抽出部 1 2 は、縦座標 Y_o と縦座標 Y_c との差分 ΔY を算出する。この差分 ΔY が、自車両のピッチ変動量に相当する。実測された縦座標 Y_c が例えば 2 8 0 ピクセルであれば、縦座標 Y_o が 3 0 8 ピクセルのとき、差分 ΔY は「 $3 0 8 - 2 8 0 = + 2 8$ 」ピクセルとなる。

40

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 2 0 において、距離補正部 1 6 は、歩行者 2 2 までの距離を算出する。すなわち、距離補正部 1 6 は、立体物抽出部 1 5 によって実測された歩行者 2 2 の最下端の撮像画像 2 1 上の縦座標 Y_p に差分 ΔY を加算した座標を用いて、自車両から歩行者 2 2

50

までの距離 D_p を算出する。距離 D_p の算出式を得るためには、式 (3) の逆関数を考えればよいので、

$$D_p = H_c / (\tan(Y_p + Y - Y_v) \times Q) \quad \dots (4)$$

という算出式が成立する。

【0037】

図10は、式(4)に基づく距離補正部16の距離補正結果の一例を示した図である。立体物抽出部15によって実測された歩行者22の最下端の撮像画像21上の縦座標 Y_p を補正せずに、縦座標 Y_p と被写体までの距離との予め定められた対応関係に基づいて歩行者22までの距離を算出した場合、車両のピッチ変動等の影響を強く受けることにより、縦座標 Y_p の実測値が252ピクセルのとき、歩行者22までの距離は226mになる。これに対して、式(4)に基づいて算出した場合、歩行者22までの距離 D_p は68mになり、歩行者22までの距離を精度良く算出できる。

10

【0038】

なお、ピッチ変動量 D は、

$$D = Q \times Y \quad \dots (5)$$

によって近似的に求めることができる。この場合、 D が正の値のとき、自車両が上向きにピッチ変動していることを示し、 D が負の値のとき、自車両が下向きにピッチ変動していることを示す。

【0039】

したがって、車両用画像認識装置1は、上記構成の、立体物抽出部15及び距離補正部16を備えていることにより、横断歩道等の道路標示の所定部位の規格上の大きさを加味して、歩行者等の立体物までの距離を算出しているので、立体物が自車両から遠方に存在する状況であっても、立体物までの距離を単眼カメラによる撮像画像から精度良く算出できる。また、歩行者等の立体物までの距離を計測する方法とは別の方法で距離が測定された道路標示によって、その立体物までの距離の補正がされるので、車両のピッチ変動によって生ずるその立体物の撮像画像上の縦方向位置の測定誤差を小さくできる結果、測距結果の精度を高めることができる。

20

【0040】

以上、本発明の好ましい実施例について詳説したが、本発明は、上述した実施例に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施例に種々の変形及び置換を加えることができる。

30

【0041】

例えば、上述の実施形態は、単眼カメラを用いて道路標示までの距離を算出するものであったが、別の方法で道路標示までの距離を算出してもよい。例えば、ステレオカメラを用いて道路標示までの距離を算出してもよい。

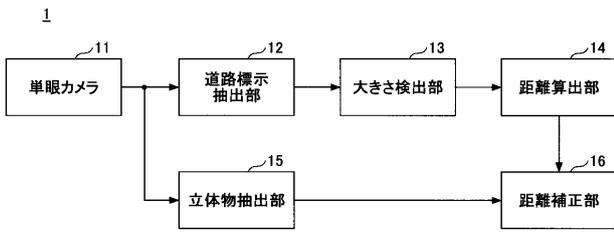
【符号の説明】

【0042】

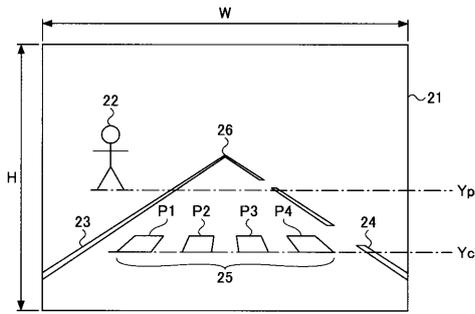
- 1 車両用画像認識装置
- 11 単眼カメラ
- 12 道路標示抽出部
- 13 大きさ検出部
- 14 距離算出部
- 15 立体物抽出部
- 16 距離補正部
- 21 撮像画像
- 22 歩行者
- 25 横断歩道
- 26 消失点(無限遠点)
- p1 ~ p4 候補ライン

40

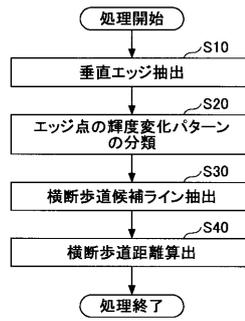
【 図 1 】



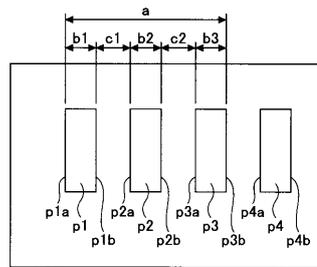
【 図 2 】



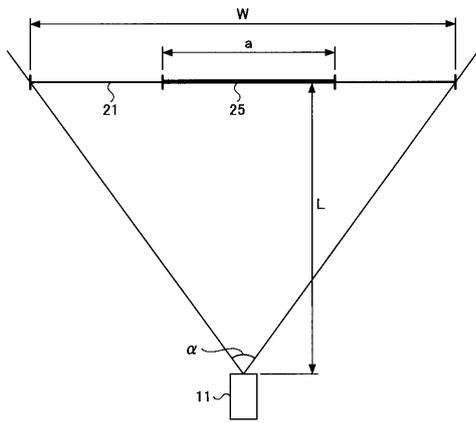
【 図 3 】



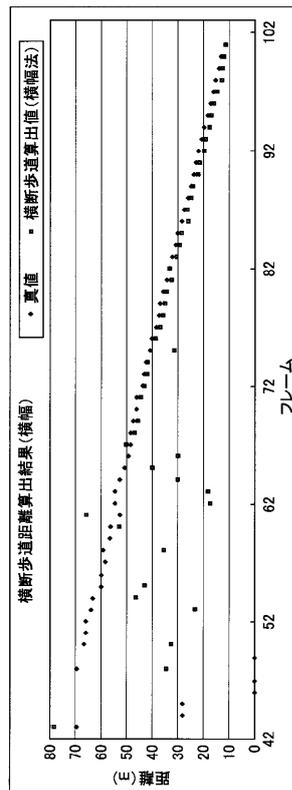
【 図 4 】



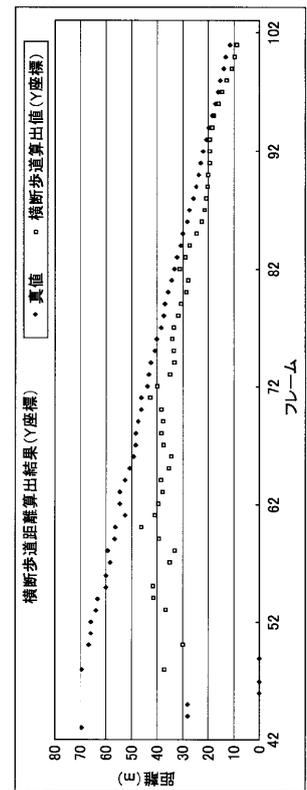
【 図 5 】



【 図 6 】



(a)

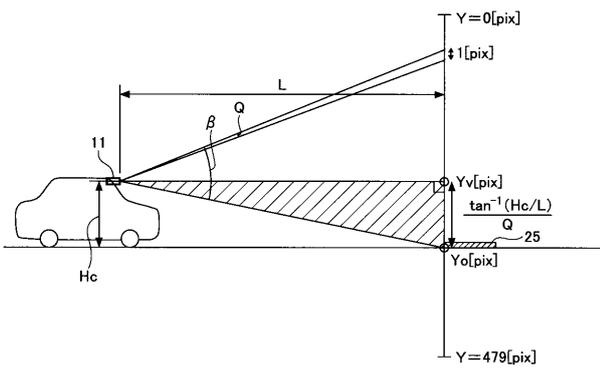


(b)

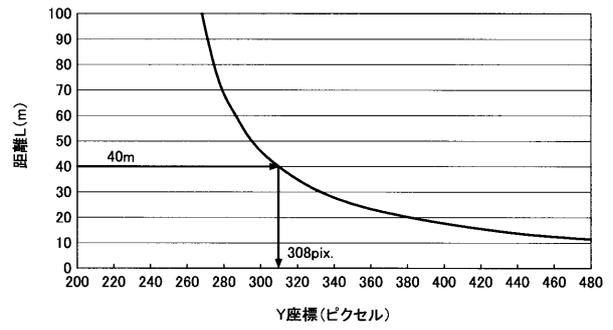
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】

