

(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2015-194835

(P2015-194835A)

(43) 公開日 平成27年11月5日(2015.11.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO8G 1/16 (2006.01)	GO8G 1/16	5H181
B6OR 21/0134 (2006.01)	B6OR 21/0134	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-71698 (P2014-71698)
 (22) 出願日 平成26年3月31日 (2014.3.31)

(71) 出願人 304021277
 国立大学法人 名古屋工業大学
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
 (72) 発明者 坂上 文彦
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
 (72) 発明者 佐藤 淳
 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
 Fターム(参考) 5H181 AA01 CC04 LL04 LL07 LL08 LL15

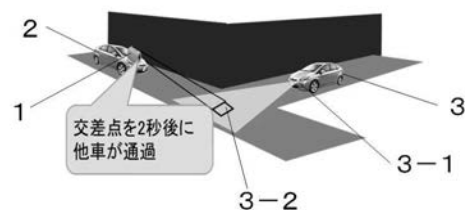
(54) 【発明の名称】 反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置

(57) 【要約】

【課題】 移動体の衝突・到達時間を得る従来技術として2種類ある。第一の技術として3次元距離センサより得られた情報と速度計を用いる技術があるが高コストである。また第二の技術として、カメラでの撮影画像の情報より移動体の特徴を抽出して計測する技術があるが、複雑な解析が必要であり、また夜間は移動体の特徴の抽出が困難である。

【解決手段】 夜間、光源をもつ移動体に対する衝突・到達時間を、カメラ等の光計測した明るさ(輝度)の変化により計測方法を提供する。この方法は極めて簡単な装置、単純な計算により実現可能であるため、小型化・低コスト化が容易であり、歩行者が携帯、または自動車、自動二輪車、自転車等様々な移動体に搭載し利用することが可能である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に搭載し、又は歩行者が携帯する装置であって、光源を持つ移動体が、対象面に照射した輝度を、所定の時間間隔で計測する光計測部と、前記輝度の変化の解析により、前記移動体が前記対象面に到達するまでの到達時間を計算する演算部と、前記到達時間に基づいた情報を、車両の乗員又は歩行者に対して提示する情報提示部、から構成されることを特徴とする移動体の到達時間予測装置。

【請求項 2】

前記時間間隔は、0.1秒以上3秒以内であることを特徴とする請求項 1 記載の移動体の到達時間予測装置。 10

【請求項 3】

前記情報提示部は、視覚情報および/または音声情報であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の移動体の到達時間予測装置。

【請求項 4】

前記演算部は、前記対象面の反射率の情報も前記光源の情報も用いずに、前記輝度の変化の解析により、前記到達時間を計算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 つに記載の到達時間予測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、自動車、自動2輪車、自転車、電車等（以下、車両）の移動体のヘッドライト・テールランプなどの光源から道路面や壁面などの対象に照射された光を、車両に搭載または人が携帯したカメラなどのセンサで計測することにより、光源を搭載した移動体が対象に到達するまでの時間を演算し車両の運転者または携帯した人に提示する反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

衝突・到達時間を得る従来技術として2種類ある。第一技術として、3次元距離センサより得られた情報と速度計を用いて測定された速度情報に基づき衝突までの到達時間を計算することがある。この技術は、3次元計測装置、速度計などの機器が必要で高コストである。 30

一方、これらの機器を利用しない第二技術として、カメラより得られる画像情報を利用する方法も考案されている（非特許文献1）。このような従来画像情報を用いた衝突・到達時間計算方法では、撮影された画像からなんらかの移動体の特徴を抽出し、その移動体の大きさの変動を元に計算が行われる。移動体の特徴の抽出は複雑な解析が必要である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】D. Muller: Time to contact estimation using interest points, Proc. Intelligent Transportation Systems, pp.1-6 (2009) 40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、第二技術である画像を用いて計測を行う方法は、夜間などの画像が適切に取得できない場合に適用することができない。また、シーン中に計測に適した移動体の特徴が存在しない場合にも適用することができない問題点もある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記問題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、車両に搭載し、又は歩行者が携帯す 50

る装置であって、光源を持つ移動体が、対象面に照射した輝度を、所定の時間間隔で計測する光計測部と、前記輝度の変化の解析により、前記移動体が前記対象面に到達するまでの到達時間を計算する演算部と、前記到達時間を、車両の乗員又は歩行者に対して提示する情報提示部、から構成されることを特徴とする移動体の到達時間予測装置である。

請求項 2 に記載の発明は、前記時間間隔は、0.1 ~ 3 秒以内であることを特徴とする請求項 1 記載の移動体の到達時間予測装置である。

請求項 3 に記載の発明は、前記情報提示部は、視覚情報および/または音声情報であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の移動体の到達時間予測装置である。

請求項 4 に記載の発明は、前記演算部は、前記対象面の反射率の情報も前記光源の情報も用いずに、前記輝度の変化の解析により、前記到達時間を計算することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 つに記載の到達時間予測装置である。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図 1】本発明の反射光計測を用いた移動体の到達時間の予測装置の全体構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施例の 1 で、車両に搭載した場合である。

【図 3】本発明の実施例の 2 で、歩行者が携帯した場合である。

【図 4】数 1 の式中の記号を説明する図である。

【図 5】方式 1 の輝度変化の近似モデルを利用した場合の実験装置を示す。

【図 6】方式 1 により到達時間の計測を行った結果である。

【図 7】数 4 の式中の記号を説明するための図である。

【図 8】方式 2 の厳密な輝度モデルを利用した場合の実験装置を示す。

【図 9】方式 2 により到達時間の計測を行った結果である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本発明は、光源より照射され、路面、壁面等で反射された光の明るさ（以下、輝度）を解析することにより、夜間などの暗いシーンにおいて、移動する光源が対象面に到達するまでの時間を計測することが可能である。これを実現するため、本発明の反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置（1）は、図 1 に示す 3 つの構成要素、即ち (a) 光計測部（1-1）、(b) 演算部（1-2）、(c) 情報提示部（1-3）からなる。

(a) の光計測部（1-1）は、路面、壁面等の対象面の輝度の計測を行う。この輝度計測は、一般的な光学センサにより実現可能である。たとえば、カメラなどの撮像器や照度計により実現できる。

(b) の演算部（1-2）では、(a) により得られた輝度の解析により、光源が対象面に到達するまでの時間を計算する（計算方法の詳細は後述）。これは、一般的なパーソナルコンピュータやマイコンなど、一定の計算能力を有する計算機により実現される。

(c) の情報提示部（1-3）では、(b) の計算結果より得られる到達時間の情報および到達時間に基づく情報を、ユーザに対して提示することにより、注意喚起などを促す。これは、文字や画像が表示可能なディスプレイや、音声出力が可能なスピーカなどを用いて実現できる。この 3 つを組み合わせることで使用することにより、計測した光情報より到達時間を計測し、ユーザへの情報提示を行う。

【0008】

（実施例 1）

図 2 に実施例 1 を示す。本発明の反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置（1）を搭載した車両（2）が、他の光源（3-1）を有する車両（他車：3）が対象面（3-2）に到達するまでの時間を計測することができる。夜間の見通しの悪い交差点などにおいて車両（2）を運転している場合、他車が交差点（この場合、対象面（3-2））への到達時間を計測できることにより、他車の接近を事前に検知することなどが可能となり安全な運転ができる。対象面（3-2）の位置については、運転者が到達時間予測装置（1）の光計測部（1-1）の方向を操作して制御する。また、同乗者がいる場合、運転者を含

10

20

30

40

50

む車両の乗員が操作しても良く、情報提示部（１－３）の情報提示も、運転者または乗員に、ディスプレイなどに視覚情報として提示するか、スピーカを介して音声情報として提示する。視覚情報および音声情報を同時に提示しても良い。よって、図２に示すように、車両１の乗員に、「交差点を２秒後に他車が通過」のような情報提示ができる。

【０００９】

（実施例２）

図３に実施例２として、本発明の反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置（１）を装着した道具（４－１）、例えば、ステッキを歩行者（４）が携帯した場合を示す。歩行者（４）は、他の光源（３－１）を有する車両が対象面（３－２）に到達するまでの時間を計測することができる。対象面（３－２）の位置については、運転者が到達時間予測装置（１）の光計測部（１－１）の方向を操作して制御する。また、情報提示部（１－３）は、実施例１と同様に視覚情報および/または音声情報で行う。よって、図３に示すように、計測された到達時間が基準時間未満の場合に、歩行者（４）に、「車両接近中！」のような情報提示ができる。

以上、２つの実施例を示したが、これは一例であり本発明がこれらの形態に限定される訳ではない。

【００１０】

（演算部による計算方法）

次に、演算部（１－２）における計算方法の詳細について述べる。まず、図４に示すように路面で観測される明るさ（輝度）のモデル化を行う。いま、移動体表面（対象面）の反射モデルがLambertモデルであると仮定すると、近接光源画像の輝度値*i*は光源位置*S*、移動体の３次元位置*X*、および移動体表面の法線方向*n*を用いて、次のように表すことができる。

【００１１】

【数１】

$$i = \frac{1}{\|S - X\|^2} E\rho \frac{\mathbf{n}^T (S - X)}{\|S - X\|} = \frac{1}{d^2} E\rho \cos\theta$$

【００１２】

数１において、*E*は光源より発せられる光の強度を表しており、*r*は移動体の表面上の反射率である。また、*d*は*X*と*S*の距離を表しており、*q*は法線方向と光源方向のなす角を表している。この式は、観測される輝度が距離の２乗に反比例して減衰することを示している。このことから、観測される輝度情報には対象面までの距離に関する情報が多く含まれており、これを解析すれば距離情報が得られることがわかる。本発明では、異なる２時刻で観測された輝度情報をもとに到達時間の計測を行う。

【００１３】

それでは、この輝度情報を利用して、到達時間を計測する方法について示す。ここでは、輝度変化の近似モデルを利用した到達時間の計測方法と、厳密な輝度モデルに基づく厳密な到達時間の計算方法の２通りを示す。

【００１４】

（方式１）

方式１は、輝度変化の近似モデルを利用した場合である。本発明では、路面等の輝度を２時刻で撮影し、その変化を用いて到達時間の計測を行う。ここで示す方法は、２時刻目の明るさモデルに先に示した厳密なモデルを使用せず、近似モデルを用いる。このモデルでは、２回目の撮影により取得された輝度値*i'*を以下のように近似する。

【００１５】

【数２】

$$i' = \frac{1}{\alpha^2 d^2} E\rho \cos\theta$$

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

数 2 において、 d' はこの時刻における光源と対象面の距離を表す。また、 a は近似のための係数を表す。この近似モデルを利用することにより、到達時間 TC は以下の式で計算される。

【 0 0 1 7 】

【 数 3 】

$$TC = \frac{\sqrt{i}}{\alpha\sqrt{i} - \sqrt{i}}$$

【 0 0 1 8 】

ここで、 i は 1 回目の撮影により取得された輝度値である。この数 3 には、対象面の反射率、光源の明るさ情報などが一切含まれておらず、観測された明るさ（輝度）情報のみから計算されている。したがって数 3 によれば、対象面の反射特性や、光源の明るさに関わらず、到達時間を安定に計測することが可能となっている。

10

【 0 0 1 9 】

図 5 に、実際のシーンを想定して屋外で車両のヘッドライトを光源とし、路面の輝度を観測することで、車両が観測している路面上を通過するまでの到達時間の計測および検証を行った実験装置を示す。具体的には、ヘッドライトを点灯させた車両（3）をカメラ（1-1）と撮影対象の石膏（対象）方向に直進させた。同時に、カメラ（1-1）により石膏上面の対象面（3-2）輝度の撮影を行った。撮影時間間隔は 1 秒である。撮影された画像の輝度の変化を元に、車両（3）が撮影対象に到達するまでの時間の予測値を、撮影時間間隔 1 秒ごとに順次連続して計算した（以下、到達時間計測方法）。

20

【 0 0 2 0 】

図 6 に、この到達時間計測方法を用いて、到達時間を計測した結果を示す。図 6 中の破線は車両の速度と距離より算出した真値であり、実線が本発明により計測された時間である。この 2 つがほぼ一致していることから、本発明により、到達時間を計測可能であることがわかる。尚、距離 5m 時に、2 つの差が大きくなっているのは、数 3 の係数を距離 10m 以上に真値に合うように選定したからである。

【 0 0 2 1 】

（方式 2）

方式 2 は、厳密な輝度モデルを利用した場合である。この計測方法では、まず、輝度モデルを以下のように書き換える。

30

【 0 0 2 2 】

【 数 4 】

$$i = \frac{E\rho v}{(h^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}$$

【 0 0 2 3 】

ここで、数 4 において、図 7 に示すとおり、 d は光源から対象面までの水平距離、 h はその垂直距離を表す。なお、 h は光源の路面からの高さを表しており、光源が水平移動することを仮定できる場合、一定となる。また、到達時間の計測は、水平距離 d が 0 となる時間を計測することに相当する。そのため、輝度 i の微分 j を以下のように計算する。

40

【 0 0 2 4 】

【 数 5 】

$$\frac{di}{dd} = \frac{-E\rho h d}{(d^2 + h^2)^{\frac{5}{2}}} = j$$

【 0 0 2 5 】

この数 5 の j を用いて、さらに以下で定義する l を計算する。

【 0 0 2 6 】

50

【数 6】

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{i^{\frac{5}{3}}}{j} \\
 &= -\frac{(Erh)^{\frac{2}{3}}}{3} \cdot \frac{1}{d} \\
 &= \frac{k''}{d}
 \end{aligned}$$

【0027】

数 6 において、 k'' は Erh より計算される定数である。

この I を利用することにより、到達時間 TC を以下のように計算できる。

【0028】

【数 7】

$$TC = \frac{I}{I' - I}$$

【0029】

数 7 において、 I は 1 時刻目の輝度値に対して上記の処理を施して得られる値であり、 I' は 2 時刻目の輝度値に対して同様の処理を施して得られる値である。この数 7 を見ると、先に示した近似方法と同様、観測される輝度以外の情報が一切使用されていないことがわかる。このことから、この方法においても対象面や光源の情報が一切得られない状態においても、観測される輝度の情報のみから到達時間を計測可能である。

【0030】

図 8 に示す実験装置により計測、検証した。この実験では、屋内で移動体の光源を移動させながら対象面の輝度の観測を行い、本発明により光源（移動体）が対象面に到達するまでの時間計測を行った。具体的には、ライト（光源を持つ移動体、3 - 1）が矢印方向に移動する状況において、カメラ（本発明における光計測部、1 - 1）で石膏側面の対象面（路面に相当、3 - 2）を撮影した。撮影時間間隔は 1 秒である。この撮影した画像の輝度変化を用いて、ライト（3 - 1）が対象面（3 - 2）の直上に到達するまでの時間の予測値を、撮影時間間隔 1 秒ごとに順次連続して計算した。

【0031】

図 7 に、この方法を用いて実際に計測を行った結果を示す。破線が距離、速度より算出した真値であり、実線が本発明により計測された時間である。この 2 つがほぼ一致していることから、本発明により、おおむね正しく到達時間を計測可能であることがわかる。尚、距離 3m 時に、2 つの差が大きくなっているのは、輝度計測誤差の影響によるものである。

【0032】

方式 1 および方式 2 とともに、計測時間間隔（すなわち撮影時間間隔）を 1 秒毎に行ったが、もっと細かく計測（例：0.1 秒間隔）で行うこともできる。光源を持つ移動体の速度が速い場合などに有効である。一方、光源を持つ移動体の速度が遅い場合、計測時間間隔を長く（例：3 秒）とすることができる。また、計測時間間隔は、0.1 秒以上かつ 3.0 秒以内であっても良いし、それ以外の時間間隔でも良い。

また、演算部（1 - 2）において、より正確な到達時間を計測するために、方式 1 を比較的長い距離（例：10m 以上）に適用し、方式 2 を比較的短い距離（例：3m 以下）に適用することもできる。

また、情報提示部（1 - 3）の提示間隔は、乗員または歩行者が認知できる間隔（例：1 秒間隔）で行うと良い。

以上、2 つの方式の例を示したが、これは一例であり本発明がこれらの形態に限定される訳ではない。

【0033】

また、この移動体の到達時間予測装置技術の利用場面の例としては、まずカメラを搭載した車両のテールランプの壁面等の反射光を計測する場合、車庫入れなどのバック走行時に

10

20

30

40

50

壁面等の対象と衝突するまでの時間（以下、衝突・到達時間）を計測することができ、衝突を予防することができる。また、例えば他の車両のヘッドライトの道路面の対象の反射光を計測する場合、その車両が計測している道路面（交差点等）に到達するまでにかかる時間（以下、衝突・到達時間）を計測することができ、衝突を予防することができる。本発明は、第二技術に部分的に類似した技術であるが、撮影された画像の特徴の抽出を行うことなく、カメラ画像情報のみを手掛かりに衝突・到達時間を複雑な解析を行うことなく得ることができる。

【0034】

即ち、本発明は、光源より照射され、路面・壁面等の対象で反射された対象面の光の明るさ（輝度）を、定期的に測定し解析することにより、夜間などの暗いシーンでも画像情報から到達・衝突時間を計測できるようするものである。現在、車両には必ず夜間走行用のヘッドライト、テールランプなどの光源が搭載されており、また、夜間走行時にはこれらの点灯が義務付けられている。そのため、夜間の点灯した車両の走行時には必ず本発明を利用することが可能となる。また本発明の反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置では、路面や壁面等の対象面の輝度を計測するだけで、その場所への到達・衝突時間計測可能であるため、本移動体の到達時間予測装置を搭載した車両（自車）の到達時間だけでなく、他の光源を有する車両（他車）が対象面に到達するまでの時間を計測することも可能である。他車の到達時間を計測することにより、見通しの悪い交差点などにおいて、他車の接近を事前に検知することなどが可能となる

10

【産業上の利用可能性】

20

【0035】

本発明を利用することにより、光源を持つ移動体（車両、電車など）により照射された、ある対象の反射光の明るさ（輝度）情報のみから、その移動体の接近を検知し、その到達時間を計測できる。この方法は極めて簡単な装置、単純な計算により実現可能であるため、小型化・低コスト化が容易であり、歩行者が携帯したり、車両、自転車等、様々な移動体に搭載して活用することが可能である。

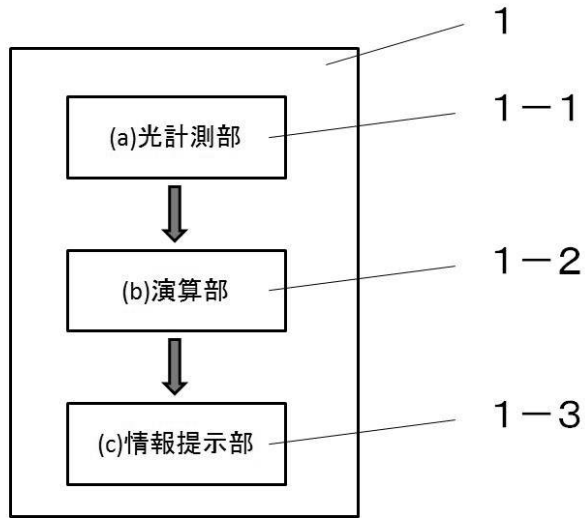
【符号の説明】

【0036】

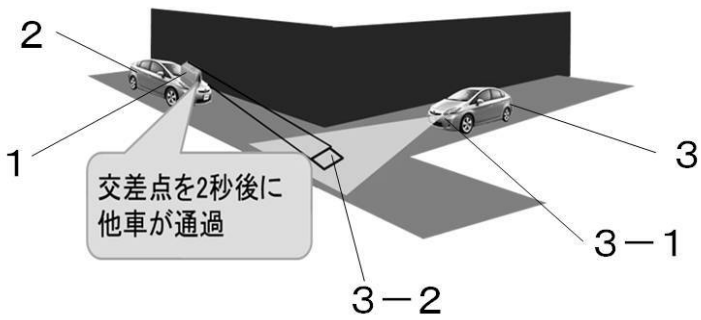
- 1 反射光計測を用いた移動体の到達時間予測装置
- 1 - 1 光計測部
- 1 - 2 演算部
- 1 - 3 情報表示部
- 2 到達時間予測装置を搭載した車両
- 3 光源を持つ移動体（他の車両）
- 3 - 1 光源（ヘッドライト）
- 3 - 2 光源を持つ移動体が照射した対象面
- 4 予測装置を携帯した人
- 4 - 1 到達時間予測装置を装着した独具（ステッキ）

30

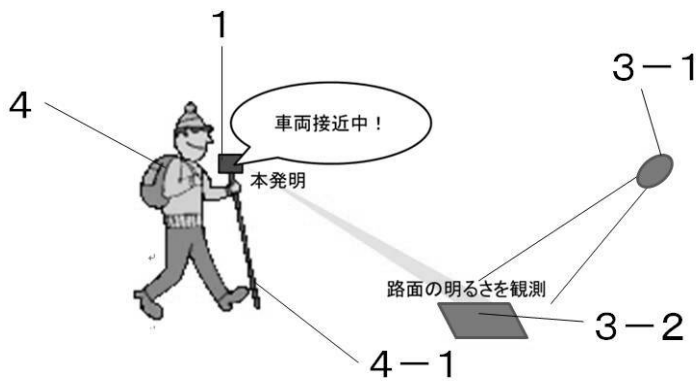
【 図 1 】



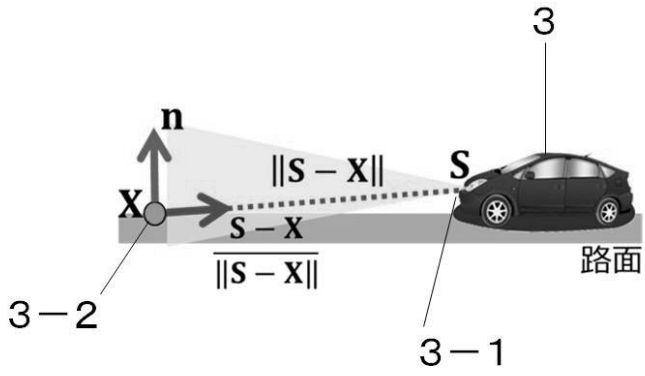
【 図 2 】



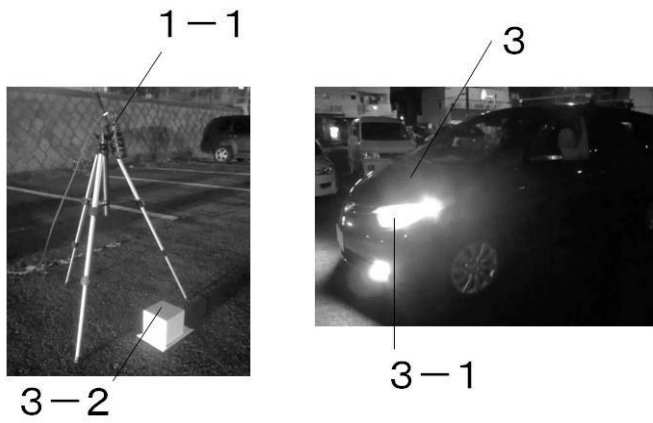
【 図 3 】



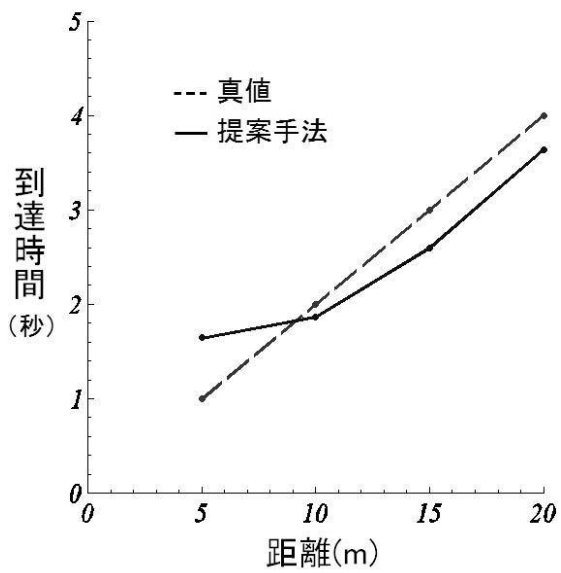
【圖 4】



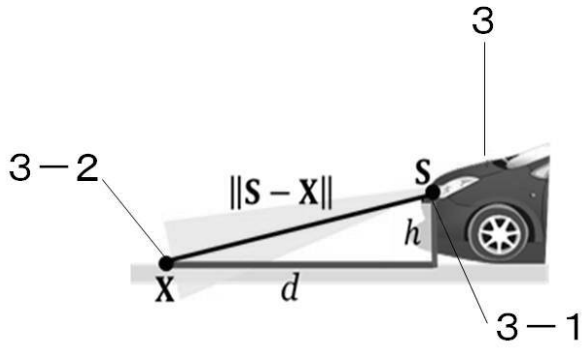
【圖 5】



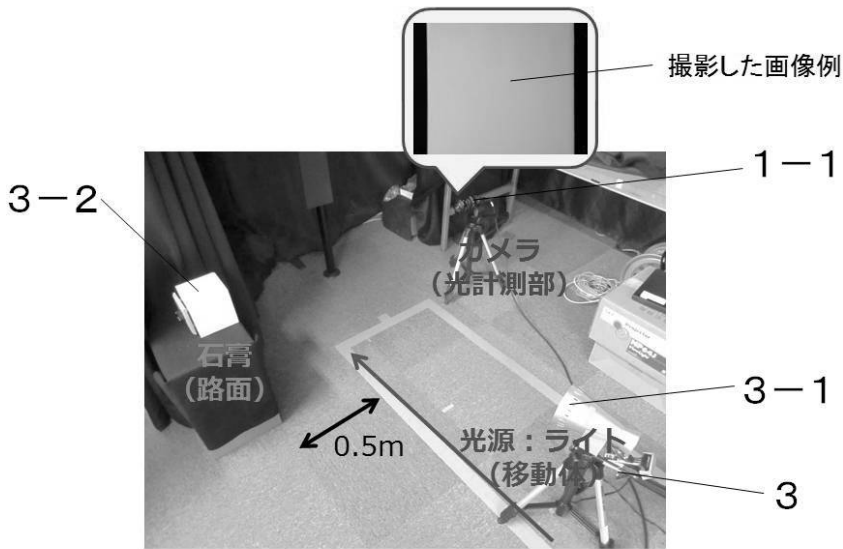
【圖 6】



【図7】



【図8】



【図9】

