

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6387407号
(P6387407)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 B 11/25 (2006.01)

GO 1 C 3/06 (2006.01)

GO 1 B 11/25 H

GO 1 C 3/06 1 1 O A

GO 1 C 3/06 1 4 O

請求項の数 21 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2016-524816 (P2016-524816)	(73) 特許権者	516011213
(86) (22) 出願日	平成26年7月9日 (2014.7.9)		ゼノマティクス・ナムローゼ・フエンノー トシャップ
(65) 公表番号	特表2016-530503 (P2016-530503A)		X E N O M A T I X N V
(43) 公表日	平成28年9月29日 (2016.9.29)		ベルギー、ペー—3 0 0 1 ルーベン、エ スペラントラーン、4
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/064769	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開番号	W02015/004213		特許業務法人深見特許事務所
(87) 国際公開日	平成27年1月15日 (2015.1.15)	(72) 発明者	バン・デン・ボッシュ、ヨハン
審査請求日	平成29年6月15日 (2017.6.15)		ベルギー、ペー—3 2 1 0 リンデン、コ ルトレイクストラート、1 1 6
(31) 優先権主張番号	13175826.0	(72) 発明者	バン・ダイク、ディルク
(32) 優先日	平成25年7月9日 (2013.7.9)		ベルギー、ペー—2 6 3 0 アールツェラ ール、クライネ・グリプ、3 7
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
(31) 優先権主張番号	14156673.7		
(32) 優先日	平成26年2月25日 (2014.2.25)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周辺検知システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の特徴を検出するための車両に搭載可能なシステム（100）であって、
同時にパルス化された照射パターンを生成するように適合された照射源（101）と、
複数の画素を有する少なくとも1つの検出器（102）と、
前記照射源からの照射線が物体によって反射されて前記少なくとも1つの検出器（102）によって検出されると前記少なくとも1つの検出器（102）からのデータを処理するように適合されたプロセッサ（103）と、
前記少なくとも1つの検出器（102）と前記照射源（101）との間を結び付ける同期手段（104）とを備え、
前記同期手段（104）は、処理されるべき照射線の前記検出器による検出が照射パルス中にのみ検出されるように前記少なくとも1つの検出器（102）を前記照射源（101）と同期させるように適合され、
前記照射源（101）は、前記パルス状の照射パターンを構成する複数のレーザスポットを生成するように適合された少なくとも1つのレーザを備えることを特徴とし、
前記プロセッサ（103）は、予め定められた基準スポット位置を参照して、前記少なくとも1つの検出器により検出された検出スポットの変位を判断することによって、前記物体の特徴を判断するように適合されることを特徴とし、
前記変位の前記判断は、前記検出スポットをマルチピクセルフィッティングすることによってサブピクセル精度で実行されることを特徴とする、システム（100）。

【請求項 2】

前記照射源 (1 0 1) は、単色光を放出し、前記少なくとも 1 つの検出器 (1 0 2) は、対応するスペクトルフィルタを備え、前記スペクトルフィルタは、狭帯域フィルタであり、前記狭帯域フィルタは、前記狭帯域フィルタへの入射角を変更して、前記入射角を前記狭帯域フィルタの主面の法線の周囲の予め定められた範囲に限定するように配置された光学系を備える、請求項 1 に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 3】

前記単色光は、 $\pm 5 \text{ nm}$ 未満、好ましくは $\pm 3 \text{ nm}$ 未満、最も好ましくは $\pm 1 \text{ nm}$ 未満の波長の広がりを持つ、請求項 2 に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 4】

前記照射源 (1 0 1) は、 $700 \sim 1500 \text{ nm}$ 、好ましくは $800 \sim 1000 \text{ nm}$ のスペクトルでレーザー光を生成するように適合される、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 5】

前記照射源 (1 0 1) は、前記物体と放出光との交点において少なくとも 100 W/m^2 、好ましくは前記物体と放出光との交点において少なくとも 500 W/m^2 の強度で光を投影するように適合され、スポット当たりの平均放出パワーを 1 mW 未満に維持するように定められるパルス幅およびパルス周波数で動作される、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 6】

前記照射源 (1 0 1) は、ビーム広がりが高い V C S E L アレイを備え、前記 V C S E L アレイは、前記照射パターンの中の個々のスポットを同時に送信するように構成される、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 7】

前記 V C S E L アレイの各レーザスポットの焦点を合わせるおよび/または方向付けるように構成されたマイクロアレイ光学系をさらに備える、請求項 6 に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 8】

前記プロセッサは、三角測量に基づいて前記検出されたデータを処理するように適合される、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 9】

前記照射源 (1 0 1) は、前記照射パターンを同時に生成するための位相格子を備える、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 10】

シャッタ (1 0 5) を備え、前記シャッタ (1 0 5) が、閉じられたときに照射線が前記少なくとも 1 つの検出器 (1 0 2) に到達することを阻止し、前記同期手段 (1 0 4) は、前記照射源 (1 0 1) のパルスを前記シャッタ (1 0 5) の開閉と同期させるように適合される、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つの検出器は、C M O S または C C D センサであり、および/または、前記システムは、前記検出器 (1 0 2) の前に位置決めされた狭帯域スペクトルフィルタを備え、および/または、前記少なくとも 1 つの検出器は、複数の検出器であり、前記システムは、前記複数の検出器間の視差および/または立体視も利用する、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 12】

知覚された強度を均等化するように前記システムからの距離に応じて前記照射スポットのそれぞれの強度を変更するための手段をさらに備え、前記手段は、前記照射源または前記少なくとも 1 つの検出器と連携して動作する、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のシステム (1 0 0)。

【請求項 13】

前記強度を変更するための前記手段は、前記少なくとも１つの検出器の光学経路に設置されたアパーチャを備え、前記アパーチャは、任意の水平面に対して非対称の形状を有する、請求項１２に記載のシステム（１００）。

【請求項１４】

１ｍ～３０ｍの範囲で前記検出を実行するようにさらに適合される、請求項１から１３のいずれか１項に記載のシステム（１００）。

【請求項１５】

０ｍ～２００ｍの範囲で前記検出を実行するようにさらに適合される、請求項１から１４のいずれか１項に記載のシステム（１００）。

【請求項１６】

制御可能なサスペンションを有する車両であって、請求項１から１５のいずれか１項に記載のシステム（１００）と、サスペンションシステムと、制御システムとを備え、前記制御システムは、物体の特徴を判断するための前記システムの輪郭情報を受信するように適合され、前記サスペンションシステムを制御するために前記情報を使用するように適合される、車両。

【請求項１７】

カメラであって、請求項１から１５のいずれか１項に記載のシステム（１００）を備え、前記システム（１００）は、前記システムから得られた情報に基づいてカメラ画像に三次元情報を追加し、三次元画像を作成することを可能にするように適合される、カメラ。

【請求項１８】

車両の近傍の物体の特徴を検出するための請求項１から１５のいずれか１項に記載のシステム（１００）の使用であって、前記使用は、屋外環境で行われる、使用。

【請求項１９】

車の前方の道路の輪郭を測定するため、または、自律走行車を制御するための請求項１８に記載の使用。

【請求項２０】

車両に搭載されたシステム（１００）によって車両の近傍の物体の特徴を検出するための方法であって、

照射スポットから成る、同時にパルス化された照射パターンを生成するステップと、

複数の画素を有する少なくとも１つの検出器（１０２）を用いて前記パルス状の照射パターンの反射を検出するステップとを備え、

前記少なくとも１つの検出器（１０２）は、前記検出が照射パルス中に行われるように前記パルス状の照射パターンと同期され、

複数のレーザスポットは、前記パルス状の照射パターンを構成することを特徴とし、

前記物体の特徴は、予め定められた基準スポット位置を参照して検出スポットの変位を判断することによって判断されることを特徴とし、

前記変位の前記判断は、前記検出スポットをマルチピクセルフィッティングすることによってサブピクセル精度で実行されることを特徴とする、方法。

【請求項２１】

請求項２０の方法の前記特徴の判断をプロセッサに実行させるように適合されたコード手段を備えるコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

発明の分野

本発明は、光景またはその一部を特徴付ける分野に関する。より具体的には、本発明は、特に車両の近傍の物体または人の特徴、例えば輪郭または特性を検出するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

10

20

30

40

50

発明の背景

物体の三次元輪郭を知ることが関係する用途は数多くある。物体の輪郭を走査するためのさまざまな技術が存在する。基本的に、それらは、レーダベースのシステム、超音波ベースのシステムおよび光学式検知システムに細分することができる。

【0003】

レーダベースのシステムには、長距離を検知できるという利点があるが、（例えば道路の輪郭を追跡するための）特定の用途に関して角解像度および深さ解像度が劣っているという不利点がある。

【0004】

超音波ベースのシステムは、短距離検知には有益であり得るが、帯域幅が狭いことが奥行き感度およびサンプリング解像度を制限し、大気中への吸収が強いことが範囲を数メートルに制限する。

【0005】

光学式検知ベースの方法は、飛行時間測定または三角測量によって距離を測定するさまざまなタイプに細分することができる。

【0006】

飛行時間法では、物体は光源によって照明される。放射と検出との間の遅延から、光が進んだ距離を求めることができる。飛行時間法は、パルス状の照射を利用し得る。

【0007】

三角測量ベースのシステムでは、三角法を用いて物体の未知の位置が計算される。このようなシステムの一例は、US 8 3 2 0 6 2 1に記載されているマイクロソフト社のキネクトシステムである。このシステムでは、構造化された赤外光（例えば円形）が投影され、三次元カメラにより撮影される。このシステムは、主に屋内でのゲームおよびエンターテインメント用途を対象としており、太陽光の強度のために屋外での使用には適していない。

【0008】

立体視では、物体までの距離は、異なる視野角の2つのカメラによって、または2つのレンズを有する1つのステレオカメラによって得られた画像における対応する部分間の局所的ずれから求められる。立体視ベースのシステムは、ロボットビジョンからの既存の機構およびアルゴリズムを利用することができ、周囲照明を用いて動作することができ、投影を必要としない。一方、立体視ベースのシステムには、十分な距離を有する校正されたカメラが必要であるという不利点がある。さらに、視差の相互相関を可能にするために画像内に十分な構造が必要であり、平坦な面および水を検出することが困難であり、十分な数の画素が必要であり、奥行き感度が制限され、使用されるカメラは、さまざまな光の状態に対処するために大きなダイナミックレンジを有するべきである。最大の問題は、走査中の物体内に不十分な構造があれば立体視ベースのシステムが機能できないことであるように思われる。

【0009】

したがって、高解像度および高速で大きな範囲にわたって物体の輪郭を走査する、屋外の状況で使用可能な周辺検知走査システムでは、依然として改良の余地がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0010】

発明の概要

本発明の実施例の目的は、物体の輪郭を判断するための優れたシステムおよび方法を提供することである。

【0011】

本発明の実施例の利点は、昼光および/または雨などの屋外環境で起こり得る光の状態の変化に対して頑強であることである。さらに、本発明の実施例の利点は、他の車両の光に対して頑強であることである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

本発明の実施例の利点は、走査が1～15mの範囲にわたって、いくつかの実施例ではさらに1～30mの範囲にわたって、いくつかの実施例では200mまでの範囲にわたって可能であることである。200mまでの範囲を提供することによって、本発明の実施例は、自律走行車での使用に特に適したものになる。最大範囲は、より優れたカメラおよびレーザを使用することによって向上させることができる。このような構成要素を製造するための半導体技術を使用するメリットを利用することができる。プロファイリングの正確さは、走査されるべき範囲に左右される。本発明に係る実施例では、当該範囲の1/1000の正確さを得ることができる。

【 0 0 1 3 】

ここで、正確さとは、車と道路との間の距離の正確さを意味する。垂直方向の正確さである「道路の局所高さ」は、10倍良くなることさえあり得る。

【 0 0 1 4 】

本発明の実施例の利点は、水平方向に1ラジアンおよび垂直方向に1ラジアンの視野角を得ることができることである。用途によっては、異なる水平および垂直角を選択することができる。さらに、より大きな視野角が必要とされる場合には、より多くのシステムを組み合わせることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の実施例の利点は、振動に対して頑強であることである。本発明の実施例の利点は、本発明の実施例に係るシステムにおいて使用される構成要素が、一般に長い寿命を有することである。

【 0 0 1 6 】

本発明の実施例の利点は、平均照射パワーがスポット当たり1mW未満であることである。100×100個のスポットの照射パターンが使用される場合、これによって全体平均照射が10Wになる。パワー閾値は、通常適用される安全規制と一致する。さらに、本発明の実施例の利点は、本発明の実施例に係るシステムの電力消費が低いことである。これは、車両の電力システムが検知システムによって過度に負担をかけられてはならない車両環境では特に重要である。

【 0 0 1 7 】

本発明の実施例の利点は、容易に据え付けられることができ、位置合わせが容易であり、自動化さえされてもよいことである。初期の位置合わせは、例えば平坦な面を走査して、投影されたスポットの位置を初期基準として記録することによってなされ得る。プロジェクタと検出器との間の相対的位置の起こり得る変化は、投影されたパターン全体を観察することによって容易に検出されることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の実施例の利点は、低重量かつコンパクトなシステムを提供できることである。本発明の実施例の利点は、例えば標準的な処理技術を用いて作製可能な構成要素に基づき得るので低コストのシステムを得ることができることである。本発明の少なくともいくつかの実施例の利点は、調査対象の物体の機械的走査が必要でないことにより、システムが機械的にそれほど複雑でないことである。それによって、基本的な構成要素が、例えばCMOSおよびCCDカメラならびにレーザアレイなどの入手可能な構成要素であり得ることが利点である。これらの構成要素は、容易に入手可能である。

【 0 0 1 9 】

システムにおいて複数のカメラが使用される場合、異なるカメラを位置合わせするために、半透明鏡、ビームスプリッタ、ビーム分割キューブなどの1つ以上の照射スプリッタを利用することができる。

【 0 0 2 0 】

CMOSおよびCCDカメラならびにレーザアレイなどの基本的な構成要素について、性能の着実な向上およびコストの低下の利益を得る。

【 0 0 2 1 】

本発明の実施例の利点は、性能がスケラブルであることである。

本発明の実施例の利点は、システムの設計および構成要素の選択により、例えばシステムが夜間に機能していようと、雨の中で機能していようと、霧の中で機能していようと、気象条件から独立して、道路品質から独立して、使用される表面材料などから独立してシステムが確実に機能できることである。本発明の実施例に係るシステムは、非常に頑強であり、多くの異なる環境条件において確実な動作を提供する。動作は、路面、材料タイプ、天候、昼または夜などから実質的に独立し得る。

【0022】

本発明の実施例の利点は、検知および/または処理されたデータが、特徴付けシステム、例えばアクティブサスペンションシステムにおいてエネルギーを節約するおよび/または

10

【0023】

方法の基本原理を変更することなく、単により新しいバージョンのカメラおよびレーザを使用することによって性能を向上させる。例えば、3年の間に、CMOSカメラは、同一のコストで1メガピクセルから4メガピクセルに向上している。

【0024】

用途要件に応じて調整され得るさまざまな兼ね合い（例えばパワーと視野との兼ね合い）があり、特定の用途に対して最適な特徴をもたらす。

【0025】

本発明に係る少なくともいくつかの実施例では、特徴、例えば輪郭または特性を求めるべき物体は、車両の前方の道路である。本発明に係るいくつかの実施例では、車両の前方の道路の情報は、車両のサスペンションシステムを制御するために使用される。特に自動車用途に適用される場合の本発明の実施例の利点は、依然として50 m/sの速度まで動作していることである。

20

【0026】

本発明の実施例の利点は、輪郭などのモニタリングされる物体の情報に加えて、いくつかの他のパラメータも導き出すことができることである。例えば、自動車環境に適用される場合、車の三次元の向き、車の速度、接近してくる車または他の物体の存在、路面上の水の存在なども得ることができる。

【0027】

上記の目的は、本発明に係る方法および装置によって達成される。

30

本発明は、物体の特徴を検出するための車両に搭載可能なシステムに関し、当該システムは、照射スポットから成る、同時にパルス化された照射パターンを生成するように適合された照射源と、複数の画素を有する少なくとも1つの検出器と、照射源からの照射線が物体によって反射されて少なくとも1つの検出器によって検出されると少なくとも1つの検出器からのデータを処理するように適合されたプロセッサと、少なくとも1つの検出器と照射源との間を結び付ける同期手段とを備え、同期手段は、処理されるべき照射線の検出器による検出が照射パルス中にのみ検出されるように少なくとも1つの検出器を照射源と同期させるように適合され、プロセッサは、予め定められた基準スポット位置を参照して、少なくとも1つの検出器により検出された検出スポットの変位を判断することによって、物体の特徴を判断するように適合される。

40

【0028】

予め定められた基準スポット位置は、例えば校正局面において求められ得る。パターンのパルス状の性質は、照射されたスポットが断続的にオンに切替えられたりオフに切替えられたりすることを暗に意味する。「オン」局面の期間は、パルス化周波数よりもはるかに短くてもよい。例えば、パターンは、16.6ミリ秒（60 Hz周波数）ごとにオンに切替えられてもよいが、各期間内の照射期間は、1桁短くてもよい。照射源は、複数の装置から構成され得る。

【0029】

変位の判断は、検出スポットをマルチピクセルフィッティングすることによってサブピ

50

クセル精度で実行され得る。

【0030】

照射源は、単色光を放出し得て、少なくとも1つの検出器は、対応するスペクトルフィルタを備え得る。単色光は、一般的な半導体レーザ装置によって生成されるレーザ光を含むと理解される。

【0031】

特に、スペクトルフィルタは、狭帯域フィルタであり得て、当該狭帯域フィルタは、上記狭帯域フィルタへの入射角を変更して、上記入射角を上記狭帯域フィルタの主面の法線の周囲の予め定められた範囲に限定するように配置された光学系を備える。この角度範囲は、 9° であり得る。

【0032】

単色光は、 $\pm 5 \text{ nm}$ 未満、好ましくは $\pm 3 \text{ nm}$ 未満、最も好ましくは $\pm 1 \text{ nm}$ 未満の波長の広がりを有し得る。

【0033】

照射源は、 $700 \sim 1500 \text{ nm}$ 、好ましくは $800 \sim 1000 \text{ nm}$ のスペクトルでレーザ光を生成するように適合され得る。

【0034】

照射源は、少なくとも 100 W/m^2 、好ましくは少なくとも 500 W/m^2 の強度で光を投影するように適合され得て、スポット当たりの平均放出パワーを 1 mW 未満に維持するように定められるパルス幅およびパルス周波数で動作される。関係のある光強度は、物体と放出光との交点における強度である。この実施例の利点は、投影されたスポットの輝度が太陽光の予想される輝度を上回ることである。上記の強度基準は、(道路検査のために)斜め下向きに投影する場合には好ましくは 30 m の範囲までであり、(障害物検出のために)前方に投影する場合には好ましくは 200 m までである。照射源は、ビーム広がりが高いVCSSELアレイを備え得て、当該VCSSELアレイは、照射パターンの個々のスポットを同時に送信するように構成される。

【0035】

特に、当該システムは、VCSSELアレイの各レーザスポットの焦点を合わせるおよび/または方向付けるように構成されたマイクロアレイ光学系をさらに備え得る。

【0036】

少なくとも1つの照射源は、パルス状の照射パターンを構成するレーザスポットを生成するための少なくとも1つのレーザ照射源を備え得る。

【0037】

プロセッサは、三角測量に基づいて、検出されたデータを処理するように適合され得る。少なくとも1つの照射源は、照射スポットの組み合わせを同時に生成するための位相格子を備え得る。本発明の実施例の利点は、効率的な位相格子を得ることができ、当該格子は、特定の透明な材料に特定の深さを有する溝システムを備えることである。有利な実施例では、1組の水平および垂直溝が適用され得る。さらに、目標仕様に対して最適化できるように設計は柔軟である。位相格子は、ダマン格子などであるがこれに限定されない不連続位相格子であってもよい。

【0038】

少なくとも1つの照射源は、照射スポットの組み合わせとして照射パターンを生成するように構築され得て、それによって、照射スポットの群は、時間的に順次生成される。

【0039】

少なくとも1つの照射源は、MEMSスキャナを備え得る。検出器は、MEMSスキャナを備え得て、当該システムは、照射源のMEMSスキャナを検出器のMEMSスキャナと同期させるための同期装置を備え得る。

【0040】

当該システムは、シャッタを備え得て、それによって、シャッタは、閉じられたときに照射線が検出器に到達することを阻止し、それによって、同期手段は、少なくとも1つの

10

20

30

40

50

照射源のパルスをシャッタの開閉と同期させるように適合される。

【 0 0 4 1 】

得られたデータは、スプラインフィッティングおよびさらには物体の運動のためのより高度なモデルなどの、道路または物体の特徴、例えば輪郭または特性のより精巧なモデルベースのフィッティングのための入力として使用可能である。

【 0 0 4 2 】

少なくとも1つの照射源は、近赤外スペクトルで単色照射線を生成すると考えられてもよい。

【 0 0 4 3 】

少なくとも1つの照射源は、半導体レーザを備え得る。

10

少なくとも1つの照射源は、単一のV C S E L源またはV C S E Lアレイを備え得る。

【 0 0 4 4 】

少なくとも1つの検出器は、C M O SまたはC C Dセンサであり得る。

当該システムは、カメラの前に位置決めされた小帯域スペクトルフィルタを備え得る。少なくとも1つの検出器は、複数の検出器、例えば2つの検出器またはより多くの検出器であり得る。単一の検出器に基づく三角測量原理に加えて、本発明の実施例は、異なる検出器間の視差も利用し得る。さらに、また、本発明の実施例は、立体視と任意に組み合わせられ得る。

【 0 0 4 5 】

少なくとも1つの照射源およびシャッタは、マイクロ秒範囲のパルス幅でパルス化するように適合され得る。

20

【 0 0 4 6 】

当該システムは、得られた情報を出力するためのインターフェースを備え得る。

当該システムは、知覚された強度を均等化するように上記システムからの距離に応じて上記照射スポットのそれぞれの強度を変更するための手段をさらに備え得て、当該手段は、上記照射源または上記少なくとも1つの検出器と連携して動作する。このような実施例の利点は、検出されたスポットのクリッピング（検出器飽和）を（さもなければ最も高い強度を有するであろうスポットについて）回避でき、そのため、スポットの正確な空間検出が損なわれないことである（特に、マルチピクセルフィッティングを用いた画像サイズ分析）。特に、強度を変更するための手段は、上記少なくとも1つの検出器の光学経路に設置されたアパーチャを備え得て、当該アパーチャは、任意の水平面に対して非対称の形状を有する。したがって、アパーチャは、入射角に応じて受信された光の強度を調節する非対称レンズ瞳であり、そのため、近くの道路領域からの反射が、遠く離れた領域からの反射に対してより強く減衰される。

30

【 0 0 4 7 】

さらにまたは代替的に、プロジェクタは、遠く離れたスポットに対して近くのスポットの強度または期間を減少させるように、互いに異なる強度または異なる期間を有するスポットのブロックまたは個々のスポットを投影し得る。さらにまたは代替的に、プロセッサは、検出されたスポット輪郭からのクリッピング（飽和）の影響を除去するためにソフトウェアベースの後処理を実行し得る。

40

【 0 0 4 8 】

当該システムは、1 m ~ 3 0 mの範囲で検出を実行するようにさらに適合され得る。これは、好ましくは道路輪郭を検査する目的でカバーされる範囲である。

【 0 0 4 9 】

当該システムは、0 m ~ 2 0 0 mの範囲で検出を実行するようにさらに適合され得る。これは、好ましくは障害物を検出する目的で、および/または、システムが自律走行車に適用される場合にカバーされる範囲である。

【 0 0 5 0 】

また、本発明は、制御可能なサスペンションを有する車両に関し、当該車両は、上記のシステムと、サスペンションシステムと、制御システムとを備え、それによって、制御シ

50

システムは、物体の特徴を判断するためのシステムの輪郭情報を受信するように適合され、サスペンションシステムを制御するために物体の特徴、例えば輪郭または特性を使用するように適合される。

【0051】

また、本発明は、カメラに関し、当該カメラは、上記のシステムを備え、それによって、システムは、カメラ画像に三次元情報を追加し、三次元画像を作成することを可能にするように適合される。

【0052】

さらに、本発明は、物体の特徴、例えば輪郭または特性を検出するための方法に関し、当該方法は、少なくとも1つの照射源を用いて物体に対してパルス状の照射パターンを放出するステップと、複数の画素を有する少なくとも1つの検出器を用いて、反射されたパターンを検出するステップとを備え、それによって、検出はパルス状の照射パターンと同期され、当該方法はさらに、物体の特徴を判断するために少なくとも1つの検出器からのデータを処理するステップを備える。

10

【0053】

また、本発明は、車両の近傍の物体の特徴を検出するための上記のシステムの使用に関し、当該使用は、屋外環境で行われる。特に、当該使用は、車の前方の道路の特徴、例えば輪郭または特性を測定するため、または、自律走行車を制御するためのものであり得る。

【0054】

20

また、本発明は、車両に搭載されたシステムによって車両の近傍の物体の特徴を検出するための方法に関し、当該方法は、照射スポットから成る、同時にパルス化された照射パターンを生成するステップと、複数の画素を有する少なくとも1つの検出器(102)を用いて上記パルス状の照射パターンの反射を検出するステップとを備え、少なくとも1つの検出器は、上記検出が照射パルス中に行われるようにパルス状の照射パターンと同期され、物体の特徴は、予め定められた基準スポット位置を参照して検出スポットの変位を判断することによって判断される。車両に搭載されたシステムは、車両の外部に取り付けられてもよく、またはより好ましくは、既存のキャビティもしくはシームレス統合のための新たに形成されたスペースを用いて車両に一体化されてもよい。

【0055】

30

また、本発明は、上記の方法の上記特徴の判断をプロセッサに実行させるように適合されたコード手段を備えるコンピュータプログラム製品に関する。

【0056】

本発明の特定のおよび好ましい局面は、添付の独立および従属請求項に記載されている。従属請求項の特徴は、特許請求の範囲に明確に記載されているようにだけでなく、適宜、独立請求項の特徴および他の従属請求項の特徴と組み合わせられてもよい。

【0057】

本発明のこれらのおよび他の局面は、下記の実施例から明らかであり、下記の実施例を参照して説明されるであろう。

【0058】

40

図面は、概略的であるに過ぎず、非限定的である。図中、いくつかの要素のサイズは、例示の目的で誇張されている場合があり、一定の比率に応じて描かれていない場合がある。特許請求の範囲におけるいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】本発明の実施例に係る例示的なシステムにおけるさまざまな構成要素およびそれらの相互作用の概略的概要を示す。

【図2】本発明の実施例に係る特徴を得るための例示的な方法の概略図を示す。

【図3】本発明の実施例において使用可能な三角測量原理の概略図を示す。

50

【発明を実施するための形態】

【0060】

例示的な実施例の詳細な説明

特定の実施例に関して、および特定の図面を参照して本発明について説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。記載されている図面は、概略的であるに過ぎず、非限定的である。図中、いくつかの要素のサイズは、例示の目的で誇張されている場合があり、一定の比率に応じて描かれていない場合がある。寸法および相対寸法は、本発明の現実の実施化に対応するものではない。

【0061】

明細書および特許請求の範囲における「第1の」、「第2の」などの用語は、類似の要素を区別するために用いられており、必ずしも時間的に、空間的に、順位付的に、またはその他の態様で順序を説明するために用いられているのではない。そのように用いられる用語は、適切な状況下で交換可能であり、本明細書に記載されている本発明の実施例は、本明細書に記載または示されているのとは他の順序で動作できる、ということが理解されるべきである。

【0062】

さらに、明細書および特許請求の範囲における「上部」、「下部」などの用語は、説明の目的で用いられており、必ずしも相対的位置を説明するために用いられているのではない。そのように用いられる用語は、適切な状況下で交換可能であり、本明細書に記載されている本発明の実施例は、本明細書に記載または示されているのとは他の向きで動作できる、ということが理解されるべきである。

【0063】

なお、特許請求の範囲で用いられる「備える」という用語は、その後に記載されている手段に限定されるものとして解釈されるべきではなく、他の要素またはステップを除外するものではない。したがって、当該用語は、記載されている特徴、完全体、ステップまたは構成要素の存在を言及されているように特定するものとして解釈されるべきであるが、1つ以上の他の特徴、完全体、ステップまたは構成要素、またはこれらの群の存在または追加を除外するものではない。したがって、「手段Aと手段Bとを備える装置」という表現の範囲は、構成要素Aおよび構成要素Bのみから成る装置に限定されるべきではない。それは、本発明に関して装置の単に関連性のある構成要素がAおよびBであることを意味する。

【0064】

本明細書全体を通して「一実施例」または「実施例」に言及することは、当該実施例に関連付けて記載される特定の特征、構造または特性が本発明の少なくとも1つの実施例に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体を通してさまざまな箇所に「一実施例では」または「実施例では」という言い回しが見られることは、必ずしも全てが同一の実施例を指しているわけではなく、同一の実施例を指しているかもしれない。さらに、当該特定の特征、構造または特性は、1つ以上の実施例において、本開示から当業者に明らかであるように、任意の好適な態様で組み合わせられてもよい。

【0065】

同様に、本発明の例示的な実施例の説明において、本発明のさまざまな特徴は、本開示を簡素化してさまざまな本発明の局面のうちの1つ以上の理解を助ける目的で、その単一の実施例、図面または説明にまとめられることもある、ということが理解されるべきである。しかし、この開示方法は、クレームされている発明が、各請求項に明記されている以上の特徴を必要とするという意図を反映するものとして解釈されるべきではない。むしろ、以下の特許請求の範囲が反映しているように、本発明の局面は、単一の上記の開示されている実施例の全ての特徴よりも少ない特徴の中にある。したがって、詳細な説明の後に続く特許請求の範囲は、ここではこの詳細な説明に明確に組み入れられ、各請求項は、本発明の別々の実施例として自立している。

【0066】

さらに、本明細書に記載されているいくつかの実施例は、他の実施例に含まれるいくつかの特徴を含むが、他の実施例に含まれる他の特徴を含まず、当業者によって理解されるように、異なる実施例の特徴の組み合わせは、本発明の範囲内であり、異なる実施例を構成するよう意図されている。例えば、以下の特許請求の範囲において、クレームされている実施例のいずれも、いかなる組み合わせで用いられてもよい。

【0067】

本明細書でなされている説明には多数の具体的な詳細が記載されている。しかし、これらの具体的な詳細がなくても本発明の実施例を実施できるということが理解される。他の場合において、本説明の理解を曖昧にしないようにするために、周知の方法、構造および技術については詳細に示さなかった。

10

【0068】

本発明の実施例において物体に言及する場合、車両に対して静止しているかまたは動いている任意の物体のことを言い、道路；道路標識；歩行者、サイクリストなどとして道路を使用する人；動物；他の車両；水、砂、泥、葉、雪、氷、ごみ、破片などの路面上の物質；農業用途では地面上の作物、刈られた草または乾草（梱包されたものまたはばらのもの）を含み得る。

【0069】

本発明の実施例において車両に言及する場合、内燃機関によって推進されるか電気モータによって推進されるかなどに関係なく、および地面との境界面に関係なく、車、トラック、電車、フォークリフトなどのことを言う。

20

【0070】

本発明の実施例において近赤外領域に言及する場合、700～1500nm、特に800～1000nmの波長での照射のことを言う。

【0071】

本発明に係る実施例において照射パターンに言及する場合、照射パターンは、スポットサイズおよび強度によって特徴付けられる照射スポットから物理的または論理的に構成される。本発明によれば、照射パターンは、パルス状の態様でオンにされたりオフにされたりする、同時に照射されたスポットまたはスポットの群を備える。

【0072】

本発明に係る実施例において三角測量に言及する場合、ある角度下の物体の観察を使用し、カメラによって撮影された画像における対応するスポットの基準位置と観察された位置との間のずれに基づいてスポットまでの距離を求めることを言う。

30

【0073】

本発明の実施例においてMEMSスキャナに言及する場合、ミラーが少なくとも1つの次元で振動し得るMEMS走査マイクロミラーのことを言う。

【0074】

第1の局面において、本発明は、物体の特徴、例えば輪郭または特性を検出するためのシステムに関する。本発明の実施例に係るシステムに含まれるさまざまな構成要素の概略的概要が図1に示されている。図1は、パルス状の照射パターンを生成するための照射源101を示す。有利に、照射パターンはスポットパターンである。当該システムは、任意の好適な位置に搭載され得る。例えばシステムが車両に搭載される場合、これは、その最上部にあってもよく、その側部にあってもよく、または、例えばヘッドライトもしくはバックライトのためのキャビティの中、ヘッドライトもしくはバックライト自体の中、ナンバープレートもしくはナンバープレート付近などの、既存のキャビティおよび開口に一体化されてもよい。

40

【0075】

照射パターンは、調査対象の物体によって反射され、やはり図1に示される検出器102によって取込まれる。照射源101および検出器102は、同期手段104によって同期される。本発明に係る実施例では、シャッター105も存在してもよく、それによって、照射パターンが送信されていない限り検出器102からの照射線を遮断するようにシャッ

50

タ 1 0 5 も同期手段 1 0 4 によって同期される。代替的に、検出器は、オーバーサンプリングされてもよく、パルスが与えられるタイムスロットと一致するサンプルのみが考慮される。本発明の実施例に係るシステムは、1 つ以上の照射源を備えていてもよい。図 1 におけるプロセッサ 1 0 3 は、検出器 1 0 2 からのデータを処理し、それによって調査対象の物体の輪郭情報を明らかにする。有利に、処理は三角測量に基づき得る。プロセッサは、検出されたスポットの変位を判断することによって物体の特徴を判断するように適合され得て、当該スポットは、予め定められた基準スポット位置を参照して少なくとも 1 つの検出器により検出される。本発明の実施例において使用される三角測量原理は、一例として図 3 に示されている。使用される三角測量法は、単一の検出器に基づき得るが、本発明は、単一の検出器のみを備えるシステムに限定されると考えられるべきではない。スポット
10
ずれ計算（三角測量）に加えて、当該システムは、スポットを反射する面のさらなる特徴を検出するために、反射されたスポットの強度、サイズおよび形状も分析し得る。

【 0 0 7 6 】

例として、本発明の実施例はこれに限定されるものではなく、本発明の実施例に係る例示的なシステムのさまざまな要素についてさらに説明する。

【 0 0 7 7 】

本発明の実施例では、少なくとも 1 つの照射源 1 0 1 は、近赤外領域において照射線、例えば単色照射線または特定の波長範囲からの照射線を生成するように設計されている。近赤外領域には、人間の目に見えず、C M O S または C C D センサが依然としてこの領域の波長を有する照射線に対して十分に感度がよいという利点がある。このように、ユーザ
20
は、照射線によって邪魔されることがない。少なくとも 1 つの照射源 1 0 1 は、典型的には、モニタリングされるべき物体全体にわたって延在するように適合される。したがって、光学素子が設けられてもよく、または光学素子が少なくとも 1 つの照射源の一部であってもよい。本発明に係る実施例では、この物体は、車の前方の見えている場面である。

【 0 0 7 8 】

モニタリングされるべき物体は、照射パターンを用いて照射される。本発明に係るいくつかの実施例では、このパターンは、スポットの規則的なまたは不規則なアレイであり、例えば鮮明なスポットである。スポットのサイズは、およそ範囲の $1 / 1 0 0 0$ であってもよい。したがって、1 0 メートルの距離で 1 c m である。

【 0 0 7 9 】

本発明の実施例によれば、照射パターンは、 $m \times n$ パターンであり得て、 m は少なくとも 1 であり、 n は少なくとも 1 である。スポットは、例えば楕円、線、円、円盤などの任意の幾何学的形状を有していてもよい。照射パターンは、規則的、すなわち全行列であってもよく、または不規則であってもよい。照射パターンは、反復的、ランダムなどであってもよい。照射パターンにおけるスポットの配置は、用途に応じて選択され得る。

【 0 0 8 0 】

本発明の実施例によれば、照射は短時間の間に、すなわちパルス状の態様で行われる。これには、多くの照射パワーを生成することができ、パルス状の照射では連続波よりも瞬間強度が著しく高くなり得るが、その一方で平均照射パワーを低く維持できるという利点がある。スポット状パターンが照射に使用される特定の例では、強度は、物体上の特定の
40
位置で局所的であり、これは、昼光の強度を上回るために照射源 1 0 1 が必要とする総パワー量も減少させる。有利に、スポットサイズは、検出器 1 0 2 の画素サイズとの関係で選択され得る。

【 0 0 8 1 】

本発明に係る実施例では、照射パターンは、レーザビームを用いて引き起こされ得る。本発明の実施例の利点は、レーザビームが単純な光学系を用いて非常に大きな焦点深度を生じさせることができることである。

【 0 0 8 2 】

照射パターンは、同時に照射され得る。代替的に、照射パターンの異なる部分が順次照射されてもよく、その結果、照射パターンは、経時的に構築されるが、照射パターンは、
50

単一の照射パルスの状態では提供されない。複数の $m \times n$ ビームが使用される本発明のいくつかの実施例によれば、システムは、ビームを $a \times b$ パターンに分類することにより、単一のビームと比較して $a * b$ だけ入射点におけるスポット強度を増加させるための例えばプリズムベースのマイクロレンズなどの光学素子を備え得る。

【0083】

照射パターンの個々の部分は、一実施例では、所望の方向にレーザビームを偏向することにより走査の態様で物体に照射するための照射源 101 の後ろに MEMS スキャナを位置決めすることによって、得ることができる。

【0084】

本発明に係るいくつかの実施例では、照射源は、1つ以上の半導体レーザを備える。これらの半導体レーザは、非常に優れたコスト/性能の関係を有している。

10

【0085】

照射パターンの個々のスポットが同時に送信される本発明に係るいくつかの実施例では、当該照射パターンを実現するためにさまざまな選択肢が存在する。スポットのアレイを引き起こすために、回折格子と組み合わせる単一のレーザが使用されてもよい。当該レーザは、十分なパワーを有していなければならない。

【0086】

いくつかの実施例では、レーザ、例えば VCSEL の各レーザスポットの焦点を合わせるために、マイクロアレイ光学系が使用され得る。

【0087】

20

レーザのピークパワーは、投影されたパターンのあらゆるスポットにおける強度が昼光を上回るように十分なもの（およそ 0.1 ~ 2 キロワット）でなければならない。100 × 100 個のスポットおよび 10 m の範囲の投影されたアレイでは、レーザ全体の総ピークパワーは、およそ 250 ワットでなければならない。しかし、個々のスポットの平均（連続）パワーは、1 mW の安全要件を超えてはならない。したがって、100 × 100 個のスポットのパターンでは、単一のレーザの総平均パワーは、10 ワットを超えてはならない。この高ピークパワー対低平均パワーは、短いパルス時間を用いることによって実現可能である。

【0088】

実用化のための別の要件は、レーザの電力が 50 ワットを超えないというものである。しかし、平均光パワーが 10 ワットであれば、高い効率を有する半導体レーザでこの要件を容易に満たすことができる。

30

単一のレーザの代わりに VCSEL レーザアレイを使用する場合、単一のレーザのパワー要件がアレイ全体によって満たされなければならない。

【0089】

レーザは、表面エッジ発光レーザであってもよい。照射源は、格子または他の照射パターンを生成するための回折格子も備え得る。さまざまなタイプの回折格子を使用することができる。効率を得るために、透明材料における位相格子が使用されてもよい。位相格子が 2 つの直交する方向に線形の溝を有する場合、製造の容易さ（単純かつ安価）が向上される。溝の深さは、一般に 180° の位相シフトと一致し得る。溝の幅は、強度包絡線が必要な視野と一致するように計算され得る。照射源および検出器の FOV は両方とも、水平方向におよそ 1 ラジアンであり、垂直方向におよそ 1 ラジアンである。

40

【0090】

照射パターンの個々のスポットが同時に送信される本発明に係る他の実施例では、照射源 101 として VCSEL アレイが使用される。このような VCSEL アレイは、ビーム広がり角が低いアレイであり得る。VCSEL のサイズは、10 × 10 であり得るが、より大きくてもよい。VCSEL アレイを使用する実施例の利点は、アレイの幾何学的形状およびスポットの形状を用途に応じて調整できることである。当該原理は、後にスポットのアレイが送信されるように、以下に記載されるように走査照射と組み合わせられてもよい。

50

【0091】

いくつかの実施例では、プロジェクタとも称される少なくとも2つの照射源が含まれ得て、一方のプロジェクタは固定され、別のプロジェクタは、少なくとも1つの軸上で操縦可能であり、好ましくは固定されたプロジェクタよりも小さな視野角で動作するように2つの軸上で操縦可能である。したがって、操縦可能なプロジェクタは、ズーミングに好適であり得る。このような機能は、例えば穴、鳥、子供などの特定の物体をより詳細に検出するために使用され得る。

【0092】

検出器102は、CMOSまたはCCD検出器であってもよい。調査対象の物体が少なくとも1つの照射源101によって照射された後、反射された照射線が検出器102によって検出される。昼光からの干渉を回避するために、さまざまな防止策をとることができる。本発明に係る実施例では、検出器102の前に小帯域スペクトルフィルタが位置決めされ得る。当該小帯域フィルタは、放出された特定の波長範囲の照射線のみを通過させ、昼光スペクトルの残りを遮断する。

10

【0093】

本発明に係る実施例では、検出をパルスと同期させる同期手段が設けられ得て、照射源のパルス時間外の検出器に対する望ましくない照射を回避できるという事実がもたらされる。これは、複数の方法で、例えば検出器によるオーバーサンプリングを行って、パルスに対する応答が予想されるサンプルのみを考慮に入れることによって、実現可能である。代替的に、検出器102の前にシャッタ105が使用されてもよい。そして、反射された照射線が検出器102に到達する時間窓の間、同期手段104はシャッタ105を開く。したがって、同期手段104は、その同期入力信号を照射源101から得る。時間窓は、パルス幅および物体範囲に左右される。

20

【0094】

本発明に係る実施例では、検出器102の光学系は、当該距離においてスポットを分解してそれを画素サイズと一致させるように最大範囲に焦点を合わせられ得る。しかし、焦点深度が当該範囲よりもはるかに小さいので、より短い距離ではスポットの画像は広くなるであろう。一方、スポットの強度は、距離が減少するにつれて増加し、その結果、位置の判断の精度は向上する。これがスポットサイズの増大を容易に補償することを計算は示している。本発明に係る実施例では、スポット間の距離は、検出器(102)側のスポットの重なりが回避されるように選択される。例示的な実施例では、スポット間の距離は、スポットの直径の10倍に等しい。

30

【0095】

本発明に係る実施例では、検出器102は、 $N \times N$ 個の多数の画素を有し得て、検出器102の光学系は、この多数の画素を角解像度($1/N = 1$ ミリラド)と一致させるように選択される。さらに、照射源101および付随する投影光学系は、(スポットサイズが画素サイズと一致するように)同一の角解像度を有するように選択され得る。

【0096】

本発明の実施例では、大きな範囲を橋渡しすることができる。例えば、照射スポットは、正確な測定に十分なだけ大きな範囲にわたって昼光強度を上回ることができ、これによって、個々のレーザビームは、連続1 mWの安全基準未満に維持される。

40

【0097】

本発明に係る実施例では、当該システムは、検出器102によって受信されたデータを処理するためのプロセッサ103も備える。検出された照射パターンは、例えば三角測量によって分析され得る。例えば、スポットパターンが使用される場合、当該スポットパターンは、検出器、例えば高解像度CMOSまたはCCDメガピクセルカメラによって異なる角度下で観察される。次いで、照射パターンの一部である光線が特定のスポットまで進む距離を、カメラによって撮影された画像における対応するスポットの理論的な位置と観察された位置との間のずれから、三角測量によって求めることができる。

【0098】

50

スポットの位置は、画素の強度の重心（質量中心を参照）を計算する画像処理によって求めることができる。強度の中心の計算は、非常に単純であり、単純かつ安価なハードウェアによりリアルタイムでなされることができる。

【 0 0 9 9 】

照射源 1 0 1 および検出器 1 0 2 の角解像度が $1/N$ よりも悪い場合には、画像における観察されたスポットサイズは、1 画素よりも大きくなる。しかし、スポット輪郭が分かっているので、原理上はスポット全体のマルチピクセルフィッティングによってサブピクセル精度を得ることができる。本発明に係る実施例では、以下の式を用いて理論解像度を計算することができる。当該実施例では、光スポットのパターンは、照射源 1 0 1 によって生成され、モニタリングされる物体は、車の前方の道路であり、それによって、

10

D は、照射源 1 0 1 と検出器 1 0 2 との間の距離であり、

Z は、道路がモニタリングされる範囲であり、

N は、両方向における検出器 1 0 2 の画素の数であり、

投影および検出の角解像度は、 $1/N$ であり、

検出器の任意のレンズの開き角度は、1 ステラジアンであり、

H は、道路の上方のプロジェクタの高さである。

【 0 1 0 0 】

得ることができる解像度は、以下に細分されることができる：

d : 距離解像度

v : 垂直解像度。

20

【 0 1 0 1 】

理論距離解像度は、以下のように計算することができる。

【 0 1 0 2 】

【 数 1 】

$$d = \frac{Z^2}{D \cdot N}$$

【 0 1 0 3 】

道路の輪郭における理論垂直解像度は、以下のように計算することができる。

30

【 0 1 0 4 】

【 数 2 】

$$v = \frac{Z \cdot H}{D \cdot N}$$

【 0 1 0 5 】

したがって、4 メガピクセル検出器 1 0 1 ($N = 2000$)、 $D = 2$ m、 $H = 1$ m および $Z = 20$ m では、10 cm (0.5%) の距離解像度および 5 mm の垂直解像度を得ることができる。

【 0 1 0 6 】

40

1 m の距離では、距離解像度は 0.5 mm であり、垂直解像度も 0.5 mm である。

当該式に見られるように、距離解像度も垂直解像度も、照射源 1 0 1 と検出器 1 0 2 との間の距離 D に反比例する。この距離は三次元カメラにおけるレンズ間の距離よりもはるかに大きくすることができるので、同一の照射では深さ解像度も比例して良くなる。

【 0 1 0 7 】

一例では、10 スポット直径のスポット間距離が存在するスポット輪郭設計が使用される。そして、これは、 $N/10 \times N/10$ 個のスポットの格子と一致する。1 メガピクセルのカメラでは、格子は 100×100 個の点から構成される。フレームレートが 100 Hz であれば、1 cm の横方向サンプリング距離で約 1 mm の垂直解像度でタイヤの前方の道路が効率的にサンプリングされる。移動方向のサンプリング距離は、車両の速度に左

50

右される。

【0108】

50 m / 秒の最大速度では、移動方向のサンプリング距離は、およそ5 mmである。これは、想定できる大半の用途にとってかなり十分であり、当該概念を非常に一般的にする。

【0109】

その場合、(1ミリワットの安全レベルでの)100×100個のスポットの最大連続パワーは10ワットであり、これは全ての現実的要件の範囲内である。

【0110】

本発明の実施例では、検出器102からのデータの処理は、二値化画像に対してなされ得る。本発明の実施例の利点は、データを処理するためのプロセッサ103の必要な処理パワーが制限されることである。

10

【0111】

100 Hzの繰返し率で100×100個の点の格子を投影するために、上記のようにおよそ100ワットのピークパワーおよび10ワットの平均パワーが必要とされる。等方性反射係数が1/1000であっても、画素当たり検出される光子の総数がカメラの検出感度を上回ることを第1の見解は示している。三角測量では、照射源101、検出器102、および調査対象の物体は、三角形を構成する。検出器と照射源101との間の線は公知である。照射角度は公知であり、距離を求めることが可能になる。

【0112】

20

本発明に係るいくつかの実施例では、照射パターンの個々のスポットを同時に投影する代わりに、照射パターンの個々のスポットまたはスポットの群が照射源101によって順次送信される。これは、スキャナ、例えば微小加工スキャナ上にパルス状のレーザビームを投影することによって実現可能であり、微小加工スキャナは、2自由度を有する。本発明に係る実施例では、30 Hzまでの繰返し率で1000×1000個のスポットの完全な画像を投影することができる。

【0113】

一実施例では、調査対象の物体によって反射された後に、CMOSまたはCCD検出器102は、受信側においてパルス状の照射源101を取込む。受信側では、照射パターンの同時投影の場合と同様に類似の実施例が実現可能である。照射源101および検出器102は、各々の送信角度を検出器102上の検出スポットに関連付けることができるように同期される。

30

【0114】

第2の実施例では、受信側は、2自由度を有する微小加工スキャナも備える。スキャナは、送信側の微小加工スキャナと同期させて移動させることによって、反射された照射線を追跡することができる。

【0115】

微小加工スキャナによって取込まれた照射線は、光検出器(アナログ線形感光性検出器)上に投影される。このようにして、高ダイナミックレンジを有する光学式スキャナが実現可能である。1000×1000個のスポットを備える照射パターンは、このような実施例を用いて、30 Hzまでの繰返し率で送信および検出され得る。

40

【0116】

本発明に係る実施例では、モニタリングされる物体の特徴、例えば輪郭または特性は、送信された照射パターンが分かっている受信された照射パターンに対する三角測量によって判断または復元される。照射パターンは、順次または同時に送信され得る。昼光干渉を上回るようにするために、送信パルス幅を減少させることによって平均パワー定数を維持しながら、送信された照射パターンのパワーを増加させる。

【0117】

以下の例は、車両の前方の道路の特徴、例えば輪郭または特性をモニタリングするための本発明の実施例に係るシステム100の、車両への適用に関係している。

50

【 0 1 1 8 】

大きな視程を有するために、照射パワーは十分に高くあるべきである。

広がり d を有するレーザビームでは、ビームに垂直に測定される距離 Z でのレーザビームの面積 S は、およそ $S = (Z * d)^2$ である。プロジェクタが道路から高さ H のところに位置決めされている場合、投影されたレーザスポットの面積は、 $S_p = (Z / H) * (Z * d)^2$ である。

【 0 1 1 9 】

$Z = 30 \text{ m}$ 、 $d = 1 \text{ mrad}$ 、 $H = 1 \text{ m}$ の値では、 $S_p = 270 \text{ cm}^2$ となる。

昼光のパワーの典型的な値は、 $500 \text{ ワット} / \text{m}^2$ である（実際の値は、地理的な位置および大気条件に左右される）。

10

【 0 1 2 0 】

したがって、5 倍だけ昼光を上回りたい場合には、 $2500 \text{ ワット} / \text{m}^2$ のパワーが必要である。そして、 270 cm^2 の面積では、したがって 67.5 ワット の光パワーが必要である。単色光およびスペクトルフィルタを使用する場合、 100 という係数を得ることができる。したがって、スポット当たり 0.67 ワット （つまりスポット当たり 0.7 ワット ）の光パワーが必要である。安全上の理由から、レーザの平均パワーは 1 mW を超えてはならない。したがって、レーザのデューティサイクルは、 $0.001 / 0.7 = 1 / 700$ を超えてはならない。これは、CMOS 検出器と同期させてレーザをパルス化することによって実現可能である。 60 Hz で CMOS 検出器を使用する場合、フレーム時間は 16 ミリ秒 である。そして、パルス時間は $16 \text{ ミリ秒} / 700 = 22 \text{ マイクロ秒}$ である。

20

【 0 1 2 1 】

$Z = 10 \text{ m}$ 、 $d = 1 \text{ mrad}$ 、 $H = 1 \text{ m}$ の典型的な値では、 $S_p = 10 \text{ cm}^2$ となる。

昼光のパワーの典型的な値は、 $500 \text{ ワット} / \text{m}^2$ である（実際の値は、地理的な位置および大気条件に左右される）。

【 0 1 2 2 】

したがって、5 倍だけ昼光を上回りたい場合には、 $2500 \text{ ワット} / \text{m}^2$ のパワーが必要である。そして、 10 cm^2 の面積では、したがって 2.5 ワット の光パワーが必要である。単色光およびスペクトルフィルタを使用する場合、 100 という係数を得ることができる。したがって、スポット当たり 0.025 ワット の光パワーが必要である。安全上の理由から、レーザの平均パワーは 1 mW を超えてはならない。したがって、レーザのデューティサイクルは、 $0.001 / 0.025$ を超えてはならない。これは、CMOS 検出器と同期させてレーザをパルス化することによって実現可能である。 60 Hz で CMOS 検出器を使用する場合、フレーム時間は 16 ミリ秒 である。そして、パルス時間は $16 \text{ ミリ秒} / 0.025 = 640 \text{ マイクロ秒}$ である。

30

【 0 1 2 3 】

特定の用途の要件によれば、さらなる安全マージン、例えば 4 倍が適用される場合がある。上記の例において得られた $25 \text{ W} / \text{m}^2$ の必要最小強度に適用されると、例示的な安全マージンは、 $100 \text{ W} / \text{m}^2$ という要件になるであろう。

【 0 1 2 4 】

検出器 102 は、照射パルスが到達しているときにのみ、入ってくる照射線を取込む。したがって、検出器は、同期手段 104 によって照射源 101 と同期される。

40

【 0 1 2 5 】

1 メガピクセルのカメラの場合、1 秒当たりの測定回数もおよそ 100 万回である。車両が $50 \text{ m} / \text{s}$ の速度で移動し、道路の幅が 20 m である場合、道路は、 $3 \times 3 \text{ cm}$ の解像度でサンプリングされるであろう。

【 0 1 2 6 】

飛行時間ベースのシステムでは、 30 m の同一範囲をモニタリングする場合、照射ビームは、全距離を行ったり来たりするために 0.2 マイクロ秒 を必要とする。この時間の間、検出器 102 は開いて、視野全体をモニタリングする。これは、 10 ワット の固定され

50

た平均パワーではわずか1 / 100秒にわたる照射が可能であることを意味する。また、0.2マイクロ秒の必要な検出器開き時間では、1秒当たりわずか10000回の測定を実現できることを意味する。したがって、本発明に係る実施例は、飛行時間ベースのシステムよりも20倍優れた測定速度でモニタリングすることができる。

【0127】

いくつかの実施例では、当該システムは、太陽光の反射を排除または最小化するように、および/または、水などの反射面における太陽光の直接反射を減少させるように適合され得る。したがって、少なくとも1つの照射源、検出器および/またはプロセッサのうちの1つ以上が適合され得る。一実施例では、少なくとも1つの照射源は、1つ以上の予め定められた偏光状態を有する照射線を生成するように適合され得て、少なくとも1つの検出器は、当該1つ以上の予め定められた偏光状態を有する照射線のみを受信するように適合され得る。これは、1つ以上の予め定められた偏光状態を選択するための少なくとも1つの検出器の前に偏光フィルタを設けることによって得ることができる。別の実施例では、少なくとも1つの照射源は、水のスペクトルの範囲内または範囲外であり得る1つ以上の予め定められた波長の照射線を生成するように適合され得て、検出器は、例えば波長フィルタを用いて、検出を実質的に1つ以上の予め定められた波長に限定するように適合され得る。代替的に、これらの波長は、より大きな波長スペクトルで記録された画像からプロセッサレベルで選択されてもよい。別の代替例は、少なくとも1つの照射源が具体的に適合されず、少なくとも1つの検出器が、水のスペクトルの範囲内または範囲外であり得る1つ以上の予め定められた波長を画像からフィルタリングするというものである。フィルタリングも、より大きな波長スペクトルで記録された画像からプロセッサレベルで行われてもよい。さらに別の実施例では、使用されるプロセッサは、画像処理によって画像から昼光または太陽光を排除し、例えば昼光/太陽光についてのフィッティングされた基準寄与度により画像フレームを修正することによって昼光/太陽光を排除するように適合され得る。

【0128】

いくつかの実施例では、少なくとも1つの照射源は、少なくとも2つの異なる波長で照射し、したがってマルチスペクトル照射源を形成するように適合され得る。これは、例えば有機材料の検出、氷、水、雪の検出などの特定の物体の検出に有利であり得る。太陽光を遮断する目的と同様に、検出器は、一般に、照射源によって放出された対応する波長を選択的に機能するようにフィルタリングするためのフィルタも備え得る。いくつかの実施例では、対応するフィルタは、波長ごとに設けられ得る。予め定められた波長は、各々別々に、または1回の検出で検出され得る。一実施例では、プロセッサは、同様にまたは代替的に、より広い波長範囲において記録された画像からこれらの波長をフィルタリングするように適合され得る。したがって、特定の波長で記録された情報は、これらの特定の波長に対してより感度がよい特定の物体を選択的に検出するために使用され得る。

【0129】

いくつかの実施例では、特徴を検出するためのシステムは、また、示差測定を実行するように適合され得る。それによって、当該システムは、空間的に離れた少なくとも2つの検出器を利用し得る。当該システムは、太陽光を排除するために2つの異なる検出器から画像を減算するようにプログラムされ得る。一例では、検出器のうちの1つがスポットなしの画像を撮影することができ、第2の検出器がスポットベースの画像を撮影することができ、これらの画像は、示差結果を得るために分割または減算され得る。コントローラが存在してもよく、示差測定を実行するように構成され得る。このようなコントローラは、少なくとも2つの検出器および/または少なくとも1つの照射源を制御し(例えば画像取込みを同期させ)得る。示差測定を得るために少なくとも2つの検出器の画像を処理するため、例えば画像を減算または分割するために、画像プロセッサも存在してもよい。示差測定を使用する場合、複数の検出器によって記録された同時画像が可能である。このようにして、減算または分割のために同一の画像を得ることができ、それによって、一方の画像には照射源の照射線が記録され、他方の画像にはこれが当てはまらない。別の示差測定

10

20

30

40

50

方法は、異なる波長に基づくものであり、異なる波長に基づいてプロジェクタが帯域フィルタを使用する。

【0130】

いくつかの実施例では、プロセッサは、連続したフレーム間の関係を計算するように適合され得る。それによって、フレームは、直後のフレームである必要はなく、換言すれば、いくつかのフレームはスキップされてもよい。当該関係の計算は、相関関係、最小二乗法などに基づき得るが、これらに限定されるものではない。このような関係は、移動する物体、例えば車両の特性を判断する、例えば動的な特性を判断するのに役立ち得る。例えば、当該関係は、移動する物体の速度、ピッチ、ロール、ヨーなどを求めるために使用されてもよい。このような関係は、物体または物体の一部の面全体の高さ測定値を求めるために使用されてもよい。それによって、物体は、相対的移動状態にあってもよく、または静止していてもよい。

10

【0131】

いくつかの実施例では、プロセッサは、代替的にまたは他のタスクに加えて、異なる用途のために画像または画素情報を解釈するように構成され得る。このような異なる用途は、舗装検出、道路検出、道路検査、舗装状態の検査、例えば生物または非生物などの障害物、動いているまたは静止している障害物の検出などであり得るが、これらに限定されるものではない。環境との関係での物体の検出も想定され得る。

【0132】

いくつかの実施例では、本発明は、上記のシステムを複数備えるシステムにも関する。これは、より大きな視野をカバーすることを可能にすることができる。それによって、複数のシステムは、対象の視野をカバーするのに必要なだけの数のシステムを備える。それによって、複数のシステムは、対象の視野をカバーするように搭載され得る。これは、サ라운드ビューを得るために水平方向に360°および垂直方向に180°カバーするシステムであり得る。代替的に、システムの数およびそれらの位置を適切に選択することによって、その他の視野サイズが得られてもよい。有利に、さまざまな物理的位置にシステムを増設することによって実現される視野は、特に例えば自律走行車、倉庫輸送手段、検査車両などであるがこれらに限定されない特定の用途のために編成され得る。代替的にまたはそれに加えて、1つ以上のシステムまたはその構成要素は、さまざまな視野をカバーするように調整可能であってもよい。これは、1つ以上のシステムを異なる位置、例えば車両用途における車の周囲の異なる位置に移動できるようにすることによって、異なる角度でシステムを傾斜させる、例えば搭載角度を変更することによって、システムを操縦可能にすることによって、システムの視野間の重なりを作成することによって、またはそれらの組み合わせによって得ることができる。

20

30

【0133】

いくつかの実施例では、システムは、車両付近からレーダ域までの視野をカバーするように適合され得る。その結果、システムは、歩行者検出、衝突回避もしくは他の安全性および自律走行車関連の用途などの特定の用途のために範囲を拡張するために、または、用途にかなうさらなるおよび/もしくは補完的な測定データを提供するために、レーダ検知と組み合わせられることができる。より一般的には、システムは、レーダ、赤外線カメラセンサなどのさらなるセンサと組み合わせられることができる。特に、システムは、他の車両または物体の存在および速度を求めるために使用され得て、当該情報はさらに、車両の方向および速度を制御するため、例えば衝突を回避するために、または、前方の車両に対する安全かつ実質的に固定された距離を維持するため（スマートクルーズ制御）に使用され得る。

40

【0134】

いくつかの実施例では、システムは、エゴモーション関連アプリケーションを実行するように適合され得る。プロセッサは、エゴモーション関連アプリケーションに使用可能なデータを供給するように適合され得る。また、プロジェクタ、すなわち照射源および/または検出器は、エゴモーション関連アプリケーションのための関連データを作成/記録す

50

るために配置され得る。1つの特定の例では、エゴモーション関連データは、車両の動き、車両自体から観察したときの道路上の線または道路標識に対する車両の動きに基づき得る。例えば、エゴモーション関連情報は、自律ナビゲーションアプリケーションにおいて使用されてもよい。

【0135】

いくつかの実施例では、システムは、オドメトリ情報を提供するように適合され得る。プロセッサは、走行距離を推定するために順次的な検出器画像を用いて同等のオドメトリ情報を求めるように適合され得る。これは、例えば任意のタイプの表面上の任意のタイプの運動を用いてロボットまたは車両におけるナビゲーション精度を向上させるために使用されてもよい。

10

【0136】

いくつかの実施例では、スポットパターンが導入され得て、それによって、いくつかのスポット、いくつかのスポット群または各スポットは、強度、スポットサイズ...の点でアドレス可能であり、構成可能である。これにより、スポットのグループ分け、例えば画像処理をより容易にするためのこの導入、線間の距離の変更、すなわち距離を可変にすること...が可能になる。

【0137】

いくつかの特定の実施例では、全てのスポットが、投影されたスポットパターンにおける距離または位置から独立して同一の形状、同一の強度を有するように、V C S E Lの強度は制御され得る。これは、データ処理を向上させ、より正確な測定を得ること、例えば画素電荷のクリッピングを回避することを可能にし、スポットパターンにおける全てのスポットのマルチピクセルフィッティングを可能にする。また、これは、およそ同一の幾何学的形状を有する輪郭間で曲線を適合させることを可能にする。

20

【0138】

いくつかの実施例では、照射源、例えばV C S E Lは、いくつかのゾーンに分割され得て、例えば照射源および/または検出器からさらに離れたところで撮像されたスポットの強度減少を補償するように、異なるゾーンは異なって駆動され得る。例えば、撮像される位置によって、異なるスポットの異なる強度損失を部分的または完全に補償するために、異なるゾーンは異なるパワーまたはオン時間で駆動されてもよい。したがって、これは、検出器から離れたところに位置決めされたスポットが、検出器に近いスポットよりも高いパワーで駆動されることを可能にする。また、これは、必要に応じてA/D変換範囲を最適に利用することを可能にする。一例では、1つ以上のスポット特性の制御は、異なって反射する物体を補償するためにも実行され得て、さもなければ反射されたスポットの幾何学的形状が実質的に異なることになるであろう。例えば、道路上の交通を誘導するための白線は、道路の他の部分とは実質的に異なる反射率を有している。システムは、それによって引き起こされる反射されたスポットの幾何学的形状の変化を補償するように適合され得る。

30

【0139】

上記の制御は、強度サーボと称され得る。

いくつかの実施例では、使用される照射源の波長は、使用されるフィルタ、例えば帯域フィルタを最適に適合させるように制御され得る(熱サーボ)。例えば、ペルチェまたは加熱要素を用いて波長シフトが実行されてもよい。使用される照射源およびフィルタの波長間の優れた適合は、昼光などの環境妨害照射線の影響を低減および/または最小化する可能性をもたらすことができる。

40

【0140】

いくつかの実施例では、例えば1 nm ~ 5 nm、または例えば1 nm ~ 3 nmのFWHM送信範囲で狭帯域フィルタの使用を可能にするために、特定の光学設計またはフィルタ設計が実装される。光学設計またはフィルタ設計は、入射角によって引き起こされるフィルタの波長依存性を補償するように適合され得る。いくつかの解決策が提供される。第1の例では、フィルタコーティングを有する球形または球形状の形状または球形状のドーム

50

または球形状の外殻の光学素子が使用される。この球形または球形状の形状の光学素子の下方に従来の光学システムが位置決めされ、検出器、例えばＣＭＯＳカメラ上での撮像を可能にする。第２の例では、光学系が設けられ、当該光学系は、フィルタコーティングに対する入射角が実質的に垂直、例えばわずか 9° であり、そのため、フィルタを通る照射線の長さが全ての照射線について実質的に等しくなるように、入ってくる照射線を方向付けるためのマイクロレンズまたはマイクロプリズムのアレイなどの円錐素子を備える。第３の例では、テレセントリックレンズ設計が使用される。これらの例は全て、フィルタ媒体を通して実質的に等しい長さだけ進む照射線をもたらし、または換言すれば、入射照射線がフィルタ面に実質的に直交し、すなわちフィルタ面の法線の周囲の予め定められた範囲内の入射角に限定され、そのため、例えば昼光、太陽光をフィルタリングしてスポットが昼光を上回るように、狭帯域幅内で正確なフィルタリングを可能にする。

10

【０１４１】

本発明のいくつかの実施例では、カメラ、すなわち検出器は、例えば 4° の角度にわたって、プロジェクタに対して、または逆に、わずかに回転され、画像処理を向上させることができ、スポットの特定を容易にする。なぜなら、スポットが検索される三次元エピソードの画像センサ上での二次元投影のセグメント間の重なりの可能性が減少するからである。

【０１４２】

本発明のいくつかの実施例では、道路のタイプは、例えば予め定められたゾーン（有利に、タイヤが転がる領域）における測定値の広がりおよび強度の変化から判断され得る。

20

【０１４３】

本発明のいくつかの実施例では、スポットの強度は、段階的または可変減衰フィルタを検出器に適用することによって深さ範囲全体にわたって実質的に一定に維持されることができる。代替的にまたは加えて、検出器から遠く離れたスポットの強度を十分な強度で受信しながら検出器に近いスポットの強度を弱くするために、非対称レンズ瞳も設けられてもよい。このようにして、検出器のクリッピングが回避され、全てのスポットについて平均強度を実質的に同一にすることができる。

【０１４４】

いくつかの実施例では、照射源は、異なるゾーンに分割可能なVCSELであり得て、それによって、当該異なるゾーンのためにレーザオン時間が制御される。したがって、スポットの画像は、一定の強度、例えばA/D範囲の $2/3$ を有するように制御され得る。代替的に、やはり一定の強度を得るために、高さに応じてスポットのアレイにわたって駆動電圧が駆動されてもよい。このような制御は、飽和回避サーボループと称され得る。

30

【０１４５】

本発明のいくつかの他の実施例では、 $+9^{\circ} \sim -9^{\circ}$ の入射角の範囲内で照射線がフィルタに対して入射するように、狭帯域フィルタの前でマイクロプリズムマトリックスが使用され得る。これは、狭帯域幅フィルタリングを得ることを可能にする。プリズムマトリックスは、例えばプラスチック成形によって作製されてもよい。

【０１４６】

例えばアクティブサスペンション車両用途が想定される本発明の実施例では、スポットパターンの投影は、有利に下向き、すなわち道路の方に向けられる。

40

【０１４７】

本発明の実施例では、有利に、正確な画像処理を可能にするために、検出器とプロジェクタとの間の距離は小さ過ぎない。

【０１４８】

第２の局面において、本発明は、道路状態をモニタリングするために、および車両のサスペンションシステムを制御するための入力として、検出システム１００が実現される車両に関する。

【０１４９】

本発明に係る実施例では、物体の特徴、例えば輪郭または特性を検出するためのシステ

50

ムは、車両の前方に設置される。その場合、調査対象の物体は、車両の前方の道路である。車の前方の1 m ~ 15 m、さらには1 m ~ 30 mまでの範囲をモニタリングすることができる。

【0150】

有利な実施例では、検出システム100は、インターフェースまたは出力手段を介してサスペンションシステムと結び付けられる。データは、アクティブサスペンションシステムを制御するためのコントローラに通信され得る。その結果、車両は道路上をスムーズに移動し、これは「空飛ぶ絨毯」とも称される。

【0151】

なお、見えている光景の画像は、カメラのフレームレートで繰り返し撮影される。したがって、道路の特徴は、連続的に更新され、アクティブサスペンションシステムにフィードバックされる。

【0152】

1つの特定の例では、制御は、ロールベクトルが遠心力と同一の方向にあり、そのため搭乗者が座席に押し付けられるようにサスペンションを制御することを含み得る。別の例では、制御は、車両に対するより高い下向きの力およびタイヤに対するより高い摩擦力が得られるように制動操作時に車両のシャシーを能動的に持ち上げ、その結果、制動距離を短くすることを含み得る。制御のさらに別の例は、衝突損傷制御のために車両のピッチを最大に増加させ、その結果、トラックの下への滑り込みのリスクを制限するために車両の前方側を大きくすることである。他の状況では、制御は、車両のピッチを減少させ、したがって空気抵抗を減少させることによって燃料使用を最小化するようなものであり得る。

【0153】

いくつかの実施例では、アクティブサスペンションの補償は、道路に対するタイヤの接触表面積と同じ大きさの表面積を有するゾーンにおける平均高さに基づいて行われる。このような補償は、事象の約50 ~ 100ミリ秒前に実行され得る。モニタリングのための関連ゾーンの距離は、車両の速度の関数である。関連ゾーンの横方向位置（左 - 右）は、ステアリング角の関数である。3自由度（X、Yおよび）についての実行されるべき変換は、2つの連続した画像間の最適な相関関係に基づいて特定され得る。次いで、この変換は、高さ測定値の新たな組を求めるために使用される。車両のロールおよび/またはピッチは、測定点を介して適合された最小二乗面に対する車両の座標系の6自由度変換に基づいて特定され得る。本発明に係る実施例では、検出システムによって検出される車の前方の道路の深さ情報は、カラーカメラの画像を三次元画像にするためにこの画像に追加可能な三次元成分として使用され得る。

【0154】

本発明の実施例の利点は、当該システムが例えば雨または雪などの悪条件を運転者に警告するためにも使用可能であることである。本発明に係る実施例では、プロセッサは、検出システムからのデータから車の速度を導き出すためにも使用され得る。

【0155】

本発明に係る実施例では、道路に対する車の向きは、検出システムからのデータから導き出され得る。次いで、当該向きは、車が道路の中心線とある角度をなすものとして、またはその他の好適な態様で表わすことができる。このような情報を導き出すように適合されたプロセッサが、検出システムまたは別のシステム、例えば車の制御システムに組み込まれてもよい。

【0156】

本発明に係る実施例では、接近してくる物体の存在および速度も、検出システムを用いて検出され得る。このような情報を導き出すように適合されたプロセッサが、検出システムまたは別のシステム、例えば車の制御システムに組み込まれてもよい。

【0157】

したがって、車両に搭載された検出システムの出力は、サスペンションシステムのためだけでなく、車が自律的に制御されることを可能にする車内のいくつかの能動的構成要素

10

20

30

40

50

のための入力としても使用可能である。

【 0 1 5 8 】

本発明の実施例の利点は、可能性を広げるために他の技術と組み合わせることができることである。例えば、一実施例では、システムは、モニタリング可能な範囲を拡張するためにレーダシステムを付けて拡張されてもよい。

【 0 1 5 9 】

一般に、本発明に係るシステムが車両に搭載される場合、本発明に係るシステムは、所望の視野を選択するためにシステムが車両に対して移動可能であるように配置され得る。プロジェクタは、例えば 4° の角度にわたって、検出器に対する、またはその逆の角回転を有し得て、画像処理を向上させることができ、スポットの特定を容易にする。なぜなら、スポットが検索される三次元エピソード線の画像センサ上での二次元投影のセグメント間の重なりの可能性が減少するからである。より具体的に垂直解像度に対してスポットずれ分析の高い精度を得るために、検出器は、好ましくはプロジェクタからある程度離れたところに設置される。

【 0 1 6 0 】

D が、プロジェクタと検出器との間の距離であり、

Z が、例えば道路がモニタリングされる範囲であり、

が、角解像度（画素に対応し、1メガピクセルのカメラおよび 1 rad の角度では、これは 1 mrad または $1 / 1000 \text{ rad}$ に対応する）であり、

H が、物体の上方のプロジェクタの高さである場合、

距離解像度は、 $d = \frac{Z^2}{D}$ に対応し、

垂直解像度は、 $v = d \cdot (H / Z)$ に対応する。

【 0 1 6 1 】

したがって、 $Z = 30 \text{ m}$ 、 $\theta = 1 / 1000$ 、 $D = 1 \text{ m}$ 、 $H = 1 \text{ m}$ の条件では、以下の結果が計算される：

$d = 90 \text{ cm}$

$v = 3 \text{ cm}$ 。

【 0 1 6 2 】

$Z = 10 \text{ m}$ であり、他のパラメータが等しい場合、

$d = 10 \text{ cm}$

$v = 1 \text{ cm}$ となる。

【 0 1 6 3 】

1メガピクセルのカメラを用いて 30 m で 3 cm の垂直解像度および 10 m で 1 cm の垂直解像度を実現するために、プロジェクタと検出器 / カメラとの間の距離は、 1 m でなければならない。

【 0 1 6 4 】

特定の用途に必要な視野の範囲によっては、複数のプロジェクタおよび検出器が使用されてもよく、それによって、完全な 360° の視野角を最終的に得ることができる。現在の車両では技術部品のスペースが不足していることに鑑みて、本発明に係るシステムは、好ましくは、既存のキャビティまたはシームレス統合のために新たに形成されたスペースを用いて車両に一体化される。

【 0 1 6 5 】

第3の局面において、本発明は、物体の特徴、例えば輪郭または特性を検出するための方法に関する。このような方法は、有利に、第1の局面に記載されたシステムと組み合わせて使用可能であるが、本発明の実施例はこれに限定されるものではない。当該方法は、有利に、道路の輪郭などの特徴を判断するために使用され得る。当該方法は、車のサスペンションを制御するための方法に組み込まれ得て、当該方法は、道路の特徴、例えば輪郭または特性を検出するための方法と、サスペンションを能動的に制御するためにこのような情報を使用するステップとを実行することを備える。しかし、物体の特徴、例えば輪郭または特性を検出するための方法は、その他の好適な用途のために自動車の車外でも使用

10

20

30

40

50

されてもよい。

【0166】

第1のステップ201において、照射源を用いて調査対象の物体に対して照射パターンが放出される。当該照射パターンは、1回のショットで（すなわち同時に）放出されてもよく、または順次放出されてもよい。いずれの場合にも、当該照射パターンは、パルス状の態様で放出される。この結果、有利に、パルス中に提供され得るパワー量を多くすることができるので信号対雑音解像度が向上し、そのため、例えば昼光などの環境光の外乱が少なくなる。

【0167】

第2のステップ202において、検出器102を用いて、反射されたパターンが検出される。検出器は、パターンを分解するのに十分な解像度で完全な反射された照射パターンを検出できるように複数の画素を有している。検出は、同期手段104によって照射と同期される。

10

【0168】

第3のステップ203において、プロセッサ（103）を用いて検出器（102）からのデータが処理される。データに対する三角測量ベースの方法は、当該データから輪郭情報を取り出すことを可能にする。当該方法は、自動校正局面を備え得る。

【0169】

本発明の実施例に係る方法の概略図が図2に示されている。

物体の特徴、例えば道路の輪郭を検出するための上記の方法について説明してきたが、本システムを用いて多数の他の用途を実行できることが当業者に明らかであろう。特定の用途は、例えば校正データセットと組み合わせた測定生データの特定の解釈に基づき得る。

20

【0170】

第1の例では、より詳細に上記したように、想定される用途は、運転の快適性を向上させるというものである。道路の欠陥に合わせて調整するため、舗装タイプに合わせて調整するため、氷、水、雪、グラインド（grind）などの道路状態に合わせて調整するため（これは安全装置用途でもあり得る）、ピッチ、ロールなどに合わせて調整するために、得られた測定値に基づいてアクティブサスペンションが操縦される。

【0171】

30

用途の別の例は、車両の自律または補助運転である。当該システムは、例えばステアリング機能を提供または補助するために使用されてもよい。当該システムは、例えば農業、任意のタイプの輸送、道路検査、ごみ収集トラック、倉庫での選択および収集タスク、荷重印加などのための任意の手段を有する車両の半自律または自律ステアリングのためのステアリング命令を提供し得る。それによって、当該システムは、速度計算、環境との関連での移動するまたは静止した物体の判断などのうちの1つ以上を実行し得る。

【0172】

用途の別の例は、安全情報の提供または安全動作の実行である。当該システムは、交通標識、移動する物体、物体の近傍の検出、環境、道路状態、道路タイプなどとの関連での任意の移動するまたは静止した物体の検出に使用され得る。

40

【0173】

その結果、一局面では、本発明は、物体または光景を特徴付けるための方法に関し、当該方法は、少なくとも1つの照射源を用いて物体または光景に対してパルス状の照射パターンを放出するステップと、複数の画素を有する少なくとも1つの検出器を用いて、反射されたパターンを検出するステップとを備え、それによって、処理されるべき照射線を照射パルス中にのみ検出するために、検出はパルス状の照射パターンと同期され、物体または光景の特性を判断するために検出器からのデータを処理するステップを備える。当該方法は、上記の方法に係るまたは上記のシステムの特徴の機能を表わす特徴および利点をさらに備え得る。

【図 1】

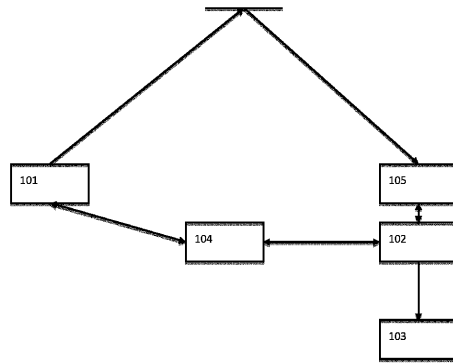


FIG. 1

【図 3】

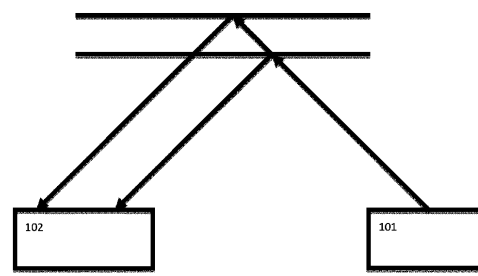


FIG. 3

【図 2】

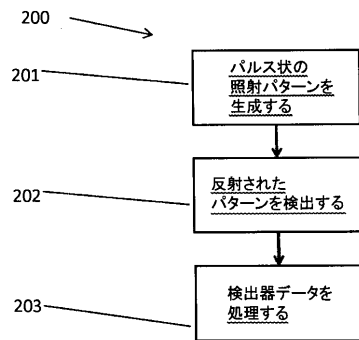


FIG. 2

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 14173065.5
(32)優先日 平成26年6月18日(2014.6.18)
(33)優先権主張国 欧州特許庁(EP)

審査官 櫻井 仁

- (56)参考文献 国際公開第2012/172870(WO, A1)
特開2000-283753(JP, A)
特表平10-508107(JP, A)
特表2013-513179(JP, A)
特開2011-169701(JP, A)
特開2011-112639(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B 11/00-11/30
G01C 3/06