

(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2009-8662

(P2009-8662A)

(43) 公開日 平成21年1月15日(2009.1.15)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
<b>G O 1 V</b>	<b>8/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 1 V</b>	9/04	S	2 F 0 6 5
<b>G O 1 B</b>	<b>11/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 1 B</b>	11/00	H	2 F 1 1 2
<b>G O 6 T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 6 T</b>	1/00	3 1 5	5 B 0 5 7
<b>G O 1 C</b>	<b>3/06</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G O 1 C</b>	3/06	1 1 0 V	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-123481 (P2008-123481)	(71) 出願人	500575824
(22) 出願日	平成20年5月9日(2008.5.9)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(31) 優先権主張番号	11/746, 134		アメリカ合衆国ニュージャージー州079
(32) 優先日	平成19年5月9日(2007.5.9)		62-2245, モーリスタウン, コロン
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ビア・ロード 101, ビー・オー・ボックス 2245
		(74) 代理人	100140109
			弁理士 小野 新次郎
		(74) 代理人	100089705
			弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

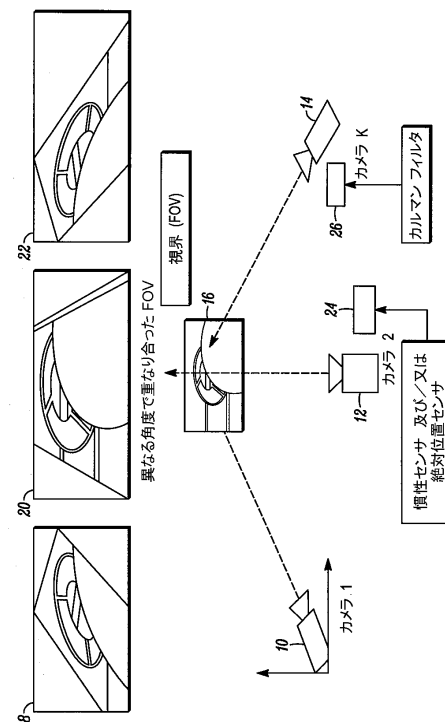
(54) 【発明の名称】 センサ及びビデオ三角測量を共同使用する物体の検出

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 標的を検出・追跡する方法及び装置が提供される。

【解決手段】 1以上のプラットフォームに据え付けられた少なくとも2台のカメラ(10、12、14)によって、視界(16)から画像が捉えられる。これらの画像は分析され、標的位置をフレームからフレームに追跡するのに利用できる画像で標識を確認する。画像は、少なくとも1つのセンサから標的又はプラットフォームの位置に関する情報を融合して(1つにまとめて)、標的を検出・追跡する。プラットフォームの位置に対する標的位置が表示されるか、あるいは標的に対するプラットフォームの位置が表示される。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

1 以上のプラットフォームに据え付けられた少なくとも 2 台のカメラ(10, 12, 14)で、視界(16)の画像を捉える工程と、  
画像内の標識を確認する工程(40, 42, 44)と、  
画像を 1 つにまとめて標的を検出する工程(46)と、  
少なくとも 1 つのセンサから標的に関する情報を比較する工程と、  
プラットフォームの位置に対する標的の場所を表示する工程(48)と、を含む、標的を検出及び追跡する方法。

**【請求項 2】**

視界の次の画像を捉える前に、標的の次の位置を予測する工程(60)を含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

画像(50)を捉える前に、構造光の供給源で視界を照らす工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

[0001]本発明は概ね宇宙又は地球上の物体の検出に関し、より詳細には、ランデブー(ドッキング)又は標的回避のための物体の検出及び追跡に関する。

**【背景技術】****【0002】**

[0002]標的物体の正確な検出及び追跡は、ランデブー(ドッキング)や衝突を防止する標的回避等の極めて重要な操作に不可欠である。スペース・シャトルのドッキング、航空機の回避、又は微光又は悪条件下での道路案内において、標的の検出及び追跡は、車輛もしくは他のプラットフォーム(platform; 乗物)の損害又は人命の喪失を回避する上で不可欠であろう。

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

[0003]従って、移動するプラットフォームの位置に対する標的の位置を検出及び追跡できることが望ましい。その上、回避すべき標的に対するプラットフォームの位置を検出及び追跡できることが望ましい。更に、添付の図面及び前記背景技術と併せて、以下の発明の詳細な説明及び添付の特許請求の範囲から、本発明のその他の望ましい特長及び特徴が明らかになるであろう。

**【課題を解決するための手段】****【0004】**

[0004]標的を検出及び追跡する装置が提供される。この装置は、1 以上の移動するプラットフォームに据え付けられた少なくとも 2 台のカメラを備えている。カメラからの画像は、少なくとも 1 つの他のセンサから標的及び / 又はプラットフォームの位置に関する情報が融合される(1 つにまとめられる)。融合された情報は、標的の位置を三角測量(triangulate)して、移動するプラットフォームに対する標的の位置又は標的の場所(location)に対するプラットフォームの位置を追跡するための処理からなる。

**【0005】**

[0005]標的を検出及び追跡する方法が提供される。この方法は、1 以上のプラットフォームに据え付けられた少なくとも 2 台のカメラで視界の画像を捉え、画像で標識(landmarks)を確認することを含む。画像は 1 つにまとめられて標的を検出及び追跡する。カメラから測定された標的位置は、少なくとも 1 つのセンサから標的及び / 又はプラットフォームに関する情報と比較され、その際、プラットフォームの位置に対する標的の場所が表示されるか、あるいは標的に対するプラットフォームの位置が表示される。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0006】

[0006]以下に、同様の要素には同一の番号を付して、添付の図面と共に本発明を説明する。[0011]以下の発明の詳細な説明は、本来単なる例示にすぎず、本発明を限定したり本発明の適用及び使用を制限しようとするものではない。更に、前記背景技術又は以下の発明の詳細な説明に提示されたいかなる理論にも、何ら束縛されるものではない。

## 【0007】

[0012]図1は、本発明の基本的な前提の理解に役立つ説明図である。少なくとも2台のカメラ(10, 12, 14)が、移動するプラットフォーム(図示せず)に据え付けられている。プラットフォームは、スペース・シャトル、航空機、陸上車輛、又は水上もしくは水中船舶のいずれであってもよい。複数のカメラは、異なった角度で画像が捉えられるように、視界(FOV)16に対して異なった方向に設置される。このようにして、視界16の画像が撮られると、カメラ1(10)が画像18を捉え、カメラ2(12)が画像20を捉え、カメラK(14)が画像22を捉える。各カメラは、統合されるかあるいは慣性センサ24が外部に補充されている。慣性センサ24は、全地球測位センサ(GPS)、ジャイロ・システムであってもよく、あるいは、テンプレート又は検出・追跡される物体のデータベースを含む合成視覚システム(SVS)からの情報であってもよい。しかし、典型的な本実施の形態では、GPS又はSVS特異(慣性)センサの型式のものが用いられるが、当然のことながら、本発明は絶対及び相対位置や姿勢情報を提供するセンサ型式のものに使用が限定されるものではなく、加速、速度、姿勢及び航空情報を提供するセンサを本発明において使用することもできる。

## 【0008】

[0013]カメラと共同作業を行う慣性センサは、システムの初期較正に、また、カメラで捉えられた画像から取り出される情報によりカメラ位置についての情報を融合する(1つにまとめる)するために、使用される。その最も基本的なレベルでは、本発明により用いられる融合技術は標的位置の二重チェックを含むが、それはさておき、融合作業は、標的に関する慣性情報が先験的に知られているとき、いかに正確に標的を検出したか又は追跡しているかに関する信頼又は性能指数を提供する。

## 【0009】

[0014]慣性センサに異常が発生した場合、あるいはGPS信号が一時的に失われた(一般に、当業者は“GPSの喪失”という)場合、情報の履歴にカルマン(Kalman)フィルタが利用可能であるならば、次のプラットフォーム位置を画像に予測するために、カルマン・フィルタ26を利用することができる。当業者であれば周知であるが、以前の数値履歴が分かっているならば、カルマン・フィルタは将来の数値を予測する(本発明の場合、プラットフォームの次の位置)技術的手法である。

## 【0010】

[0015]本発明の好ましい一実施の形態によれば、本システムは、移動するプラットフォームの位置に対する標的の位置を知ることが絶対不可欠なランデブー(ドッキング)操作に有用である。本発明の別の好ましい実施の形態においては、回避すべき標的の位置に対する移動するプラットフォームの位置を知ることが絶対不可欠である。本発明により両方の解決策が提供される。

## 【0011】

[0016]図2は、移動するプラットフォーム(この例では、スペース・シャトル)上のカメラ10の透視平面方位を示す。スペース・シャトルの平面(シャトル面30)空間の方位を測定するために、カメラ10(カメラ面32)及びその他のカメラで別々の画像が三角測量される。視界34の視覚三角測量は、本発明によれば次の透視平面の手法により解決される。

## 【0012】

[0017]映像平面ベクトル $x_c$  36を(カメラによって)観測された標的座標 $x_o$  38(シャトル平面の法線)の関数として作図すると、

10

20

30

40

50

$x_c = R^T R x_o$  を生じる。ここで、 $\beta$  は傾斜角であり、 $\theta$  は  $x$  軸の傾斜ベクトルであり、 $\alpha$  は仰角（時には、スラント角という）である。カメラの透視位置が慣性センサの初期較正により既知であるならば、得られる共通の座標に各カメラの観測ベクトルを位置付けると、 $x_{c1} = {}^1R^T R x_{o1}$  である。ここで、 $\beta$  は、プラットフォームからの標的の変位又は変動を説明する画像により標識（即ち、要点）のスケーリング・パラメータを定義する。同様に、 $x_{c2}$  及び  $x_{c3}$  を算出することができる。

【0013】

[0019] 傾斜角の方位マトリックスの双方がそれぞれ次のように定義され得る。

【数1】

$$\mathcal{R}_\beta = \begin{bmatrix} \cos \beta & -\sin \beta \\ -\sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \quad \mathcal{R}_\theta = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

10

【0014】

[0020] 遷移マトリックスを下記式で定式化することができる。

【数2】

$$T_a = \begin{bmatrix} \cos \alpha & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

【0015】

[0021] 次の式を解くため、式  $x_{c1}$ 、 $x_{c2}$  及び  $x_{c3}$  を離散カルマン・フィルタ・フレームワークに再定式化することができる。

20

【数3】

$$\begin{cases} x_c(k+1) = f(k, x_c(k)) + g(k, x_c(k))\omega(k) \\ x_o(k) = h(x_c(k), k) + n(k) \end{cases}$$

【0016】

モデルの線形化後に、 $H(k) = (h) / (x)$  及び  $F(k) = (f) / (x)$  と定義すると、標的測定の更新の問いとして、次の式が得られる。

【数4】

$$\begin{cases} \hat{x}_o(k+1/k+1) = \hat{x}_o(k+1/k) + K(k+1)[x_o(k+1) - H(k+1)\hat{x}_o(k+1/k)] \\ P(k+1/k+1) = [I - K(k+1)H(k+1)]P(k+1/k) \end{cases}$$

30

【0017】

時間更新式として、次の式が得られる。

【数5】

$$\begin{cases} \hat{x}_o(k+1/k) = F(k)\hat{x}_o(k/k) \\ K(k+1) = P(k+1/k)H^T(k+1)[H(k+1)P(k+1/k) + H^T(k+1) + R(k+1)]^{-1} \end{cases}$$

【0018】

[0024] これらの式については、標的の移動の追跡、更に表示・更新されたならば、移動するプラットフォーム位置に対する標的の移動（ドッキング）又は標的に対するプラットフォームの位置（回避）の追跡を支援するために、カルマン・フィルタの手法により、ある更新された（将来の）時間における標的の更新された（将来の）場所を予測することができる。

40

【0019】

[0025] ところで図3を参照すると、本発明のシステムのブロック図が示されている。カルマン・フィルタの前記式を解いたならば、カルマン・フィルタ60が標的予測情報を提供して、カメラ10、12、14からの情景収集画像を処理することができる。物体構造の存在に基づいて透視方向を求める前記式が定式化される。この情報は尺度不変特性技術

50

(SIFT: scale invariant features technology) 40, 42, 44により処理される。この技術は、標的場所の追跡をフレームからフレームに用いることができる、画像内の標識(すなわち地物)に対して画素レベルでカメラ画像を検索するものである。リコールは、カメラが統合されるかあるいは慣性センサ(例えば、GPS, ジャイロ又はSVS)及び上記情報と共同して作動しており、標的を検出・追跡するためにビデオ三角測量処理46を行いながら、融合される(1つにまとめられる)。その際、移動するプラットフォームの場所に対する標的の位置(ドッキング)が更新(表示)48されるか、あるいは、標的に対する移動するプラットフォームの場所(回避)を示すために更新が表示される。

#### 【0020】

[0026]各反復で、プラットフォーム位置を所与として、即ち、各カメラでの慣性の読出しが基準座標の定義に用いられるならば、その情景における生の地物によりあるいはビデオ三角測量46に送る物理的構造のない構造光(structured lighting)により、標的構造の確認にSIFTブロック40, 42, 44が用いられる。透視方向により、移動するプラットフォームに対して標的位置が更新される。標的の相対位置がカルマン・フィルタ60により予測される;また、移動するプラットフォーム位置が、複数の慣性センサ64から直接入力により更新62される;センサ拒絶(例えば、GPS拒絶)の場合、予測されるプラットフォームの動きが別のカルマン・フィルタ26により得られ、次の予測されるプラットフォーム位置を見積る。更新されたプラットフォーム位置及び各カメラに対する新たな慣性の読出しが分かると、障害物を回避するために標的位置を見積る前記処理を繰り返す(ループする)。

#### 【0021】

[0027]ドッキングの適用には、標的位置の見積りを開始する逆の処理が利用される。標的位置は、データベースから読み出されるか、あるいはカルマン・フィルタ三角測量法により見積ることができる。ビデオ三角測量法46は、前述のように、カメラ10, 12, 14で捉えられた画像を処理するSIFTブロック40, 42, 44の透視方向を再構成することができる。その際、プラットフォーム位置を見積ることができる。慣性センサが利用可能である場合には、予め次の見積り位置が更新される。センサを利用できない場合は、カルマン・フィルタ26がカルマン・フィルタ三角測量60に予測情報を提供して、予め標的位置の見積りを予測することができる。新たな(上記繰返しのための)標的位置の見積りにより、標的に対する次のプラットフォーム位置を見積る処理を繰り返す。慣性感知が拒絶されるか又は利用できるかどうか、また、標的が構造化された地物を有するか否かを問わず、全ての場合に、標的(回避)又はプラットフォーム(ドッキング)の見積を行うアプリケーションで反復(ループ)が利用される。

#### 【0022】

[0028]当業者ならば分かるであろうが、視覚ベースの標的の収集及び本発明によって提供されるような追跡システムは、カメラが視界を“見る”(目に見えるようにする)ことが可能であることを必要とする。微(又は無)光条件下では、何某かの追加の映像の補助が必要である。従って、本発明では、視界を(連続的に又は画像捕捉時期と同期して)照らす構造光の使用が検討される。構造光については、照明光源によって各カメラの視界に模様(モアレ(moire)効果)が投影されて、干渉帯を作り出す。干渉縞は、反射面までの距離を変化させることによってもたらさる2つの模様間の相対的な動きに高感度である。モアレ現象は、飛行進路の標的(又は追跡するのが望ましい限られた構造を有する標的の表面)の検出に非常に有効である。

#### 【0023】

[0029]ところで図4Aを参照すると、本発明の構造光の説明図が示されている。照明光源(図示せず)が光模様50を視界52に投影する。カメラは、図4Bに示す干渉縞54を検出することにより、画像を直ちに効果的に捉えることができる。

#### 【0024】

[0030]以上の発明の詳細な説明に少なくとも1つの典型的な実施の形態を提示してきたが、当然のことながら膨大な数の変更が存在する。同様に当然のことながら、1つ又は複

10

20

30

40

50

数の典型的な実施の形態は、単なる例にすぎず、本発明の範囲、適用可能性又は構成を決して限定しようとするものではない。むしろ、以上の詳細な説明は、本発明の典型的な実施の形態を実施する簡便な道筋を当業者に提供するであろう。典型的な実施の形態に記載された要素の機能及び配置について、添付の特許請求の範囲に示された本発明の範囲から逸脱することなく、種々の変化がなされ得ることが理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の一実施の形態におけるビデオ三角測量の説明図である。

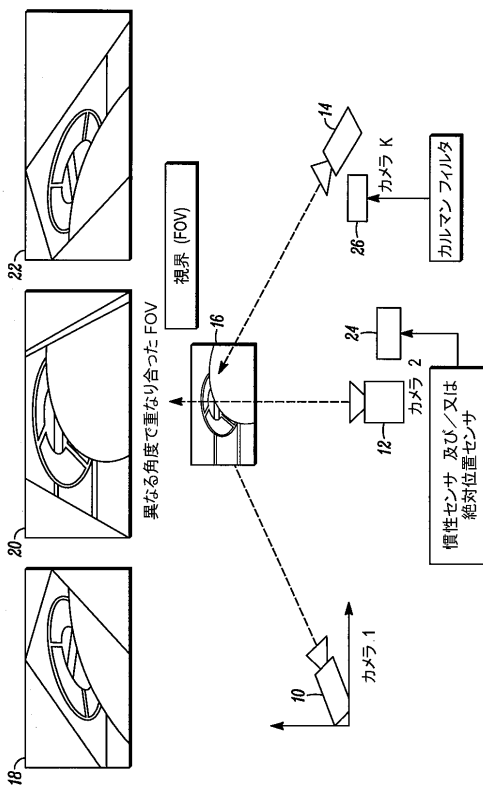
【図2】本発明の透視平面方向を示す図1のカメラのうちの1つの説明図である。

【図3】本発明の一実施の形態におけるブロック図である。

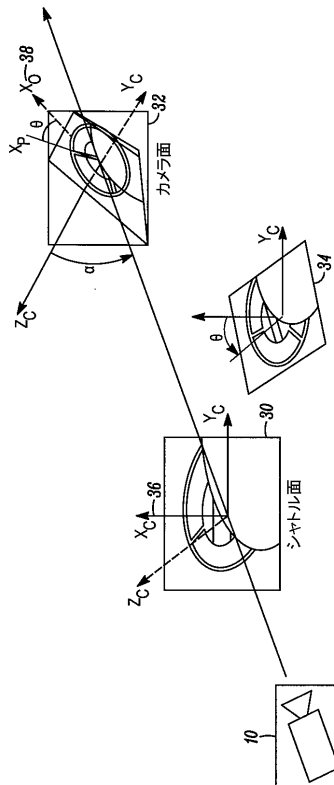
【図4】本発明の一実施の形態における構造光の説明図である。

10

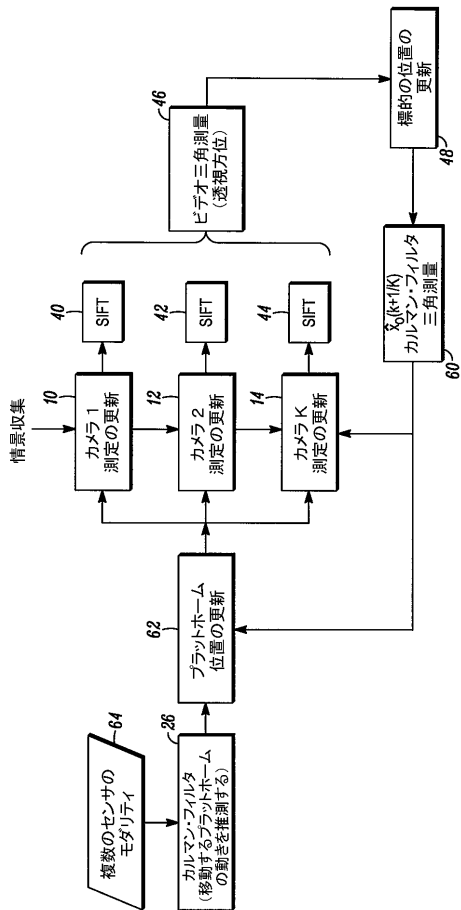
【図1】



【図2】



【図 3】



【図 4】

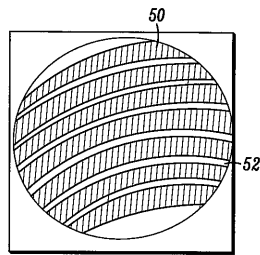


FIG. 4A

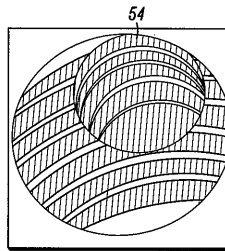


FIG. 4B

---

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 リタ・エム・ハンザ

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 3 1 1 , メイプル・グローヴ , ナインティエイス・プレイス・ノース 1 8 4 4 9

(72)発明者 ロバート・エイ・ブレイザー

アメリカ合衆国アリゾナ州 8 5 3 0 8 , グレンデール , ノース・フィフティナインス・アベニュー 1 9 0 1 9

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA09 AA20 AA51 BB15 CC11 CC16 DD16 DD19 EE11  
FF05 FF06 FF09 FF64 FF65 HH06 JJ03 JJ05 QQ25 QQ33  
2F112 AC03 AC06 BA18 CA05 CA12 DA01 DA32 FA03 FA32 FA45  
5B057 DA07 DA16 DB02 DC30



【外国語明細書】  
2009008662000001.pdf