

(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2017-198582

(P2017-198582A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G 0 1 S 17/89 (2006.01)</b>	G O 1 S 17/89	5 H 1 8 1
<b>B 6 4 C 13/18 (2006.01)</b>	B 6 4 C 13/18	D 5 J 0 8 4
<b>B 6 4 D 45/00 (2006.01)</b>	B 6 4 D 45/00	A
<b>B 6 4 C 39/02 (2006.01)</b>	B 6 4 C 39/02	
<b>B 6 4 C 27/08 (2006.01)</b>	B 6 4 C 27/08	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-90549 (P2016-90549)  
 (22) 出願日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(71) 出願人 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100112210  
 弁理士 稲葉 忠彦  
 (74) 代理人 100108431  
 弁理士 村上 加奈子  
 (74) 代理人 100153176  
 弁理士 松井 重明  
 (74) 代理人 100109612  
 弁理士 倉谷 泰孝  
 (72) 発明者 富樫 健司  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三  
 菱電機株式会社内

最終頁に続く

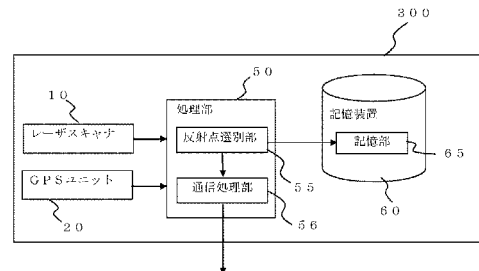
(54) 【発明の名称】 飛行軌跡取得装置

(57) 【要約】

【課題】レーザスキャナを搭載した飛行機の飛行軌跡を、レーザスキャナで取得した3次元点群画像中に、簡単にかつ同時に表示可能な飛行軌跡取得装置を提供する。

【解決手段】この発明に係る飛行軌跡取得装置は、飛行体に搭載され、レーザ光をスキャンしながら照射し反射光を受信することにより、前記飛行体の周囲にある物体の反射点からなる3次元点群を取得するレーザスキャナを備え、前記レーザスキャナは、前記レーザ光が前記飛行体の回転翼に照射する位置に設けられるようにした。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

飛行体に搭載され、

レーザ光をスキャンしながら照射し反射光を受信することにより、前記飛行体の周囲にある物体の反射点からなる 3 次元点群を取得するレーザスキャナを備え、

前記レーザスキャナは、前記レーザ光が前記飛行体の回転翼を照射する位置に設けられることを特徴とする飛行軌跡取得装置。

## 【請求項 2】

前記レーザスキャナから出射するレーザ光は、間欠的に前記回転翼を照射することを特徴とする請求項 1 記載の飛行軌跡取得装置。

10

## 【請求項 3】

前記レーザスキャナから出射するレーザ光は、上方向出射時に、前記回転翼を照射すると共に、下斜め方向出射時に、前記飛行体の周囲にある物体を照射することを特徴とする請求項 1 記載の飛行軌跡取得装置。

## 【請求項 4】

前記レーザ光が前記回転翼を照射した点の点群を、前記飛行体の飛行軌跡とすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 いずれか記載の飛行軌跡取得装置。

## 【請求項 5】

記憶装置を備え、

前記記憶装置は前記 3 次元点群の中から抽出された前記飛行体の飛行軌跡を記憶することを特徴とする請求項 4 記載の飛行軌跡取得装置。

20

## 【請求項 6】

測位ユニットと、

前記飛行軌跡を抽出する処理部と、を備え、

前記処理部は、同じ時刻の、前記測位ユニットが取得する位置座標と、前記 3 次元点群の位置座標との距離が所定値より小さい 3 次元点群を前記飛行軌跡として抽出することを特徴とする請求項 5 記載の飛行軌跡取得装置。

## 【請求項 7】

前記飛行体は無人ヘリコプタであり、

前記回転翼は前記無人ヘリコプタに備えられたプロペラであり、

前記レーザスキャナが取得した前記 3 次元点群を記憶する記憶装置を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 6 いずれか記載の飛行軌跡取得装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、飛行体の飛行軌跡を、地物の 3 次元点群と共に簡易に取得可能な飛行軌跡取得装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

地震や火災等の災害が発生した場合に、災害地での情報収集を目的として、無人飛行機を災害地へ出動させる運用がある（例えば、特許文献 1 参照）。

40

ここで無人飛行機がカメラの他、レーザスキャナを搭載する場合、災害地の災害状況をレーザスキャナによる 3 次元点群により取得することができる。なお、3 次元点群による周辺の物体の画像（以下、3 次元点群画像という）については、例えば特許文献 2 等に記載がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 223407 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 225336 号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

災害現場で運用する無人飛行機の飛行軌跡を、無人飛行機が搭載するレーザスキャナで取得した3次元点群画像に同時に表示させることができれば、3次元点群画像を見ながら無人飛行機を所望の災害場所により接近させるなどの操作が可能となり、被害状況をより詳細に取得可能となる等の効果がある。また、無人飛行機の飛行経路の補正を行うことが容易になるという効果がある。

## 【0005】

無人飛行機の飛行軌跡は、無人飛行機に搭載されるGPS受信機が出力する位置情報（緯度、経度、高度）により取得可能であるが、災害地に同時に表示させるためには位置情報に基づく飛行軌跡を3次元点群画像中に同時に表示させる画像処理が必要となる。

しかしながら、災害地等での情報収集システムが、GPSで取得した位置情報を3次元点群画像中に表示させる画像処理ユニットを備えているとは限らず、この場合、無人飛行機の飛行軌跡を3次元点群画像に同時に表示させることができないという課題があった。

## 【0006】

この発明に係る課題を解決するためになされたものであり、レーザスキャナを搭載した飛行機の飛行軌跡を、レーザスキャナで取得した3次元点群と共に簡単にかつ同時に取得可能な飛行軌跡取得装置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】

## 【0007】

この発明に係る飛行軌跡取得装置は、飛行体に搭載され、レーザ光をスキャンしながら照射し反射光を受信することにより、前記飛行体の周囲にある物体の反射点からなる3次元点群を取得するレーザスキャナを備え、前記レーザスキャナは、前記レーザ光が前記飛行体の回転翼に照射する位置に設けられる。

## 【発明の効果】

## 【0008】

この発明に係る飛行軌跡取得装置によれば、レーザスキャナを搭載した飛行機の飛行軌跡を、レーザスキャナで取得した3次元点群と共に、簡単にかつ同時に取得することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置を搭載した飛行機の全体構造（側面）を示す図である。

【図2】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置300を搭載した飛行機500の全体構造（前面）を示す図である。

【図3】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置の構成を示す図である。

【図4】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置が取得した飛行軌跡を示す一例である。

【図5】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置が取得した飛行軌跡を1本の線で結んだ飛行軌跡の一例である。

【図6】実施の形態1に係る飛行軌跡取得装置が取得した飛行軌跡を示す一例である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

実施の形態1.

図1は、本実施の形態に係る飛行軌跡取得装置300を搭載した無人飛行機500を側面からみた全体構造を示す図である。ここで、無人飛行機500は空中を飛行する飛行機の一例であり、飛行機が有人、無人に関わらず本発明は効果を奏する。

## 【0011】

図1において、無人飛行機500は、飛行機本体100と、飛行機本体の上部に搭載される2枚のプロペラ200（羽根200ともいう）と、プロペラ200が回転する際の回

10

20

30

40

50

転軸であるプロペラシャフト210と、飛行機本体100の後方に搭載されるGPSユニット20と、飛行機本体100の側面に搭載されるレーザスキャナ10と、着陸脚70と、センサボックス40を備える。ここでプロペラは回転翼の一例である。なお、レーザスキャナ(Laser Scanner)は、LRF(Laser Range Finder)、レーザレンジスキャナ(Laser Range Scanner)と呼ばれることもある。

無人飛行機500は飛行機本体100に搭載されるバッテリー80を電源として、プロペラ200を回転させ、また、レーザスキャナ10やGPSユニット20等を動作させる。プロペラ200はバッテリー駆動でなくガソリンを燃料とするものでもよい。センサボックス40の中には、後述する処理部50、記憶装置60を備える。

GPSユニットはGPS受信機やGPSアンテナを備え、測位信号から測位計算を行い測位結果を出力する測位ユニットの一例である。無人飛行機500には無人での飛行を可能とする各種機器が搭載されるが、ここでは発明に関するものについて主に記載する。

#### 【0012】

図2は、本実施の形態に係る飛行軌跡取得装置300を搭載した無人飛行機500を前面からみた全体構造を示す図である。

飛行機本体100の側面には、レーザスキャナ10が設定されており、無人飛行機500の前方進行方向を機体軸510として、機体軸510に対し垂直方向に、機体軸510の全周に向けてスキャンしながらレーザ光Lを出射する。レーザスキャナ10の動作については、後述する。

#### 【0013】

図3は、本実施の形態に係る飛行軌跡取得装置300の構成を示す構成図である。

飛行軌跡取得装置300は、レーザスキャナ10と、GPSユニット20と、3次元点群の各点の位置などを演算する演算処理を実行する処理部50と、取得した3次元点群の情報を記憶する記憶装置60を備える。処理部50は、レーザスキャナ10とGPSユニット20からデータを入力し、処理結果を記憶装置に出力すると共に、図示しない地上局に通信で送信する。地上局では、レーザスキャナ10、GPSユニット20、IMUの結果を受信し、リアルタイムで画像化等の処理を行うことができる。また、記憶装置に記憶した結果を後処理で詳細に画像化する等を行う。

#### 【0014】

ここで、レーザスキャナ10は、レーザ光Lを照射して反射光を受信することにより、無人飛行機500の周囲にある物体の3次元座標と、色情報と、反射強度といった情報を検出する装置である。

実施の形態1ではレーザスキャナ10は無人飛行機500の機体前方側面に、無人飛行機500の進行方向である機体軸510に対して垂直方向に、機体軸510を中心に全周(360°)方向に向けてレーザ光10を出射可能なように設置されている。

本実施の形態に係るレーザスキャナ10は、レーザスキャナ10から全周に向けて、スキャンしながら出射したレーザ光Lの一部のレーザ光Lがプロペラ200の面に照射される位置に設置されている。

#### 【0015】

処理部50は、反射点選別部55と通信処理部56を備える。

反射点選別部55は物体の反射点(3次元点群)のうち、プロペラ200での反射点(飛行軌跡)を選別処理する。

通信処理部56は、地上の基地局との間で通信処理を行う。

#### 【0016】

記憶装置60は記憶部65を備え、無人飛行機500の周囲にある物体での反射点である3次元点群の3次元座標や、反射点選別部55で選別したプロペラ200の反射点の3次元座標等を記憶する。

#### 【0017】

全方位カメラ30は、無人飛行機500の下方に設置され、360°全方位の画像を取得する。

10

20

30

40

50

センサボックス 40 は内部に I M U ( Inertial Measurement Unit ) を備え、 G P S 受信機で受信した測位信号と共に用いて高精度測位を実現する。

【 0 0 1 8 】

次に、実施の形態 1 に係る飛行軌跡取得装置 300 の動作を説明する。

無人飛行機 500 は既に、地面から離陸し上空を飛行している状態にあり、レーザスキャナ 10 は全周 360° 方向にレーザ光 L を照射し、その反射点から物体の 3 次元点群を取得する状況にある。

【 0 0 1 9 】

ここで、レーザスキャナ 10 は、前述の通り、レーザスキャナ 10 から出射したレーザ光 L の一部がプロペラ 200 の面に照射される位置に設置されている。

これにより、レーザスキャナ 10 は、プロペラ 200 を物体とし、プロペラ 200 に当たった点を反射点をして、プロペラ 200 に当たった ( 照射された ) 反射点の 3 次元座標と、色情報と、反射強度といった情報を検出する。

全方位 ( 360° ) にレーザ光を出射するレーザスキャナ 10 のスキャン周期は一般に数十 K H z ~ 数百 K H z であり、また、飛行中の無人飛行機 500 のプロペラの回転周期は数百回転程度である。このことから、レーザスキャナ 10 から出射したレーザ光 L の一部はプロペラ 200 に当たらずプロペラ 200 を通過するものもあるが、一部はプロペラ 200 に照射され、照射されたプロペラの照射点を反射点として 3 次元座標と、色情報と、反射強度といった情報を検出することが可能である。

【 0 0 2 0 】

上記の動作を図 1、図 2 を用いて説明する。

図 1 において、レーザスキャナ 10 は機体軸 510 に対して垂直方向の向きで、全周囲 ( 360° ) に向けてレーザ光 L を出射する。レーザ光 L が直下の地面を照射している場合を、レーザ光 L 2 で表す。このときの地面の反射点が P 2 である。

一方、レーザ光 L の照射の向きが時系列に回転をし、プロペラ 200 の方向を向いた場合をレーザ光 L 1 で表す。このときのプロペラ 200 における反射点を P 1 で表している。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、無人飛行機 500 を前方向から見た模式図であり、レーザスキャナ 10 は機体軸 510 に対して垂直方向の向きで、全周囲 ( 360° ) に向けてレーザ光 L を出射している様子を示している。

実際には一般に数十 K H z ~ 数百 K H z でレーザ光をスキャンをしているが、ここでは模式的に 20 本のレーザ光でスキャンの様子を表している。

図 2 で、レーザスキャナ 10 からのレーザ光 L 0 はプロペラ 200 に当たり、プロペラでの反射点 P 0 を発生させる。レーザスキャナ 10 は、反射点 P 0 の 3 次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。レーザ光 L 0 の出射角度は、地面を向いた直下方向をゼロ [ ° ] として、 + 170 [ ° ] 程度である。

同様にレーザスキャナ 10 からのレーザ光 L 1 はプロペラ 200 に当たり、プロペラでの反射点 P 1 を発生させる。レーザスキャナ 10 は、反射点 P 1 の 3 次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。レーザ光 L 1 の出射角度は、地面を向いた直下方向をゼロ [ ° ] として、 + 160 [ ° ] 程度である。

次にレーザスキャナ 10 は、出射方向を回転させたレーザ光 L 2 を出射する。レーザ光 L 2 はプロペラ 200 に当たり、プロペラでの反射点 P 2 を発生させる。レーザスキャナ 10 は、反射点 P 2 の 3 次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。レーザ光 L 2 の出射角度は、地面を向いた直下方向をゼロ [ ° ] として、 + 150 [ ° ] 程度である。

次にレーザスキャナ 10 は、出射方向を回転させたレーザ光 L 3 を出射する。レーザ光 L 3 はプロペラ 200 には当たらず、プロペラでの反射点は発生させない。レーザ光 L 3 は遠方の物体で反射されると、レーザスキャナ 10 はその遠方の反射点の 3 次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。

以上を繰り返し、次に、レーザスキャナ 10 は、出射方向を回転させたレーザ光 L 1 7

10

20

30

40

50

、L18、L19を出射する。レーザ光L17、L18、L19はプロペラ200に当たり、プロペラでの反射点P17、P18、P19を発生させる。レーザスキャナ10は、反射点P17、P18、P19の3次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。レーザ光L17、L18、L19の出射角度は、地面を向いた直下方向をゼロ[°]として、-150[°]、-160[°]、-170[°]程度である。

#### 【0022】

このようにレーザスキャナ10は、地面を向いた下方向から上空を向いた上方向まで全周をレーザ光でスキャンし、スキャンしたレーザ光は、間欠的に、プロペラに照射し、プロペラ200に照射した点(反射点)の3次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。

10

#### 【0023】

なお、時刻t1においてレーザ光L1による反射点P1が発生している場合における、反射点P1の3次元座標は、GPSユニット20により算出される時刻t1におけるGPSユニット20の位置座標と、予め求めていたGPSユニット20とレーザスキャナ10との相対位置関係と、レーザスキャナ10により取得される時刻t1におけるレーザスキャナ10と反射点P1との相対位置関係から、算出することが可能である。なお、反射点P1の3次元座標の算出にIMUの結果を用いてもよく、より高精度な座標位置を算出することができる。

#### 【0024】

このようにしてレーザスキャナ10は、無人飛行機500が飛行している間における周囲にある物体の反射点の集合である3次元点群の3次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出すると共に、無人飛行機500が飛行している間においてプロペラ200で反射した反射点の集合である3次元点群の3次元座標と、色情報と、反射強度の情報を検出する。

20

ここで、プロペラ200は無人飛行機500と共に移動するものであるから、プロペラ200の移動経路を表示することは、すなわち、無人飛行機500の飛行軌跡を取得することに等しい。

#### 【0025】

図4は、無人飛行機500が平均高度20[m]程度の位置から取得した地上の物体の3次元点群からなる画像である。

30

図4に示すように、地上の物体である建物や駐車場の3次元点群の画像を取得可能である。

#### 【0026】

ここで図4の右上には、白点が連続して表示されていることがわかる。

この白点は、先述の無人飛行機500が飛行している間においてプロペラ200で反射した反射点の集合である3次元点群を表示したものであり、このように、無人飛行機500の飛行軌跡をレーザスキャナで取得した3次元点群の画像の中に、簡単に表示させることが可能である。

#### 【0027】

図5は、図4では白点で示されていた無人飛行機500の飛行軌跡について、白点の間接点を結ぶことで実線で表すようにしたものである。

40

このようにして、無人飛行機500の飛行軌跡をレーザスキャナで取得した3次元点群の画像の中に、より明確に表示させることができる。

#### 【0028】

図6は、無人飛行機500の飛行軌跡を別方向から見た図である。ビューワ(Viewer)の詳細は省略するが、物体の3次元点群や飛行経路を表示させるビューワを操作することにより建物と飛行経路との間隔を、簡易に、より視覚的に表示させることが可能である。

#### 【0029】

実施の形態2 .

50

実施の形態2では、無人飛行機500の飛行軌跡にあたるプロペラ200で反射した反射点の集合である3次元点群のみを表示させる方法について、説明する。

レーザスキャナ10から出射したレーザ光がプロペラ200で反射する場合、その反射点の3次元座標位置と、GPSユニット20により取得したGPSユニットの3次元位置座標との間隔は、長くても数[m]程度である。

これに対し、地上の建物の反射点の3次元座標位置と、GPSユニット20により取得したGPSユニットの3次元位置座標との間隔は、数十[m]～数百[m]となる。

そこで、レーザスキャナ10により取得した3次元点群の中で、GPSユニット20との間隔が数[m]の点は、プロペラ200で反射した点であると判断する。3次元点群のうち飛行軌跡とする判断条件は、GPSユニット20との間隔がL1[m]以下とすることができる。

10

なお、この判断条件については、地形の状況やレーザスキャナの性能等に応じて各種設定することが可能であり、上記判断条件に限られるものではない。

#### 【0030】

このようにして抽出されたプロペラ200で反射した点群の中心位置を時系列で処理することにより、白点で表される無人飛行機の飛行軌跡1000を、実線で表される無人飛行機の飛行軌跡1100に変換することが可能となる。

#### 【0031】

なお、実施の形態1、2では、プロペラ200に照射する例について説明したが、照射の対象はプロペラ200に限らず、例えば飛行機本体100のカバーであっても構わない。

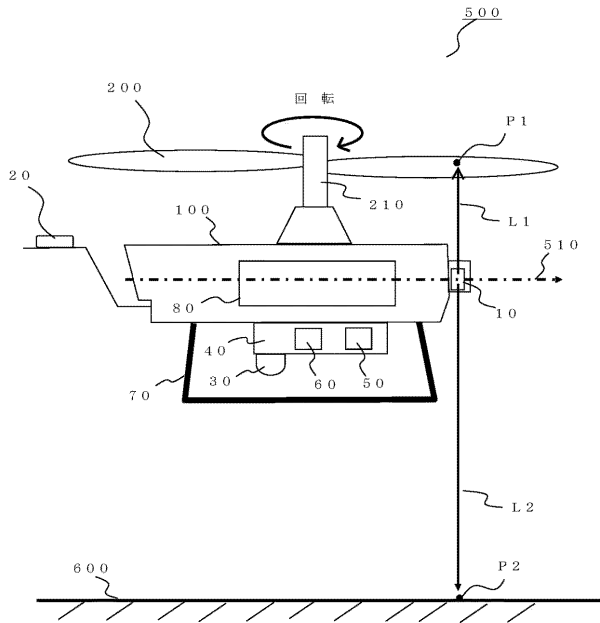
20

#### 【符号の説明】

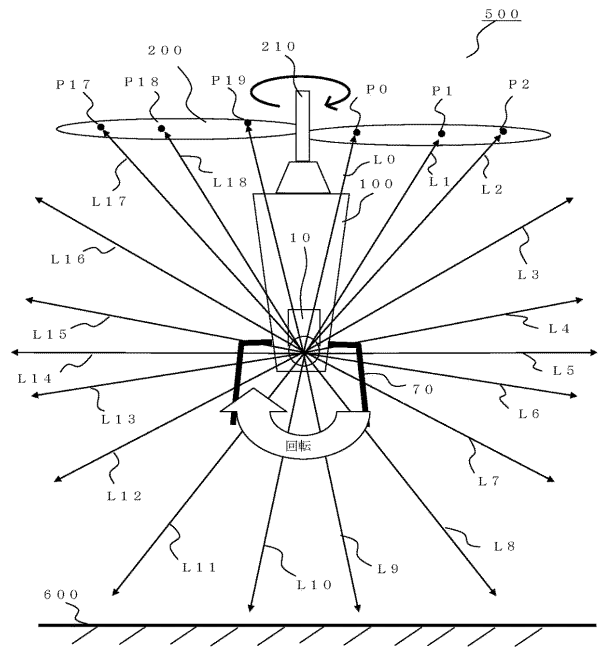
#### 【0032】

10 レーザスキャナ、20 GPSユニット、30 全方位カメラ、40 センサボックス、50 処理部、55 反射点選別部、56 通信処理部、60 記憶装置、65 記憶部、70 着陸脚、80 バッテリー、100 飛行機本体、200 プロペラ(羽根)、210 プロペラシャフト、300 飛行軌跡取得装置、500 無人飛行機、510 機体軸、600 地面、1000 無人飛行機の飛行軌跡(白点)、1100 無人飛行機の飛行軌跡(実線)、L レーザ光、P プロペラの反射点。

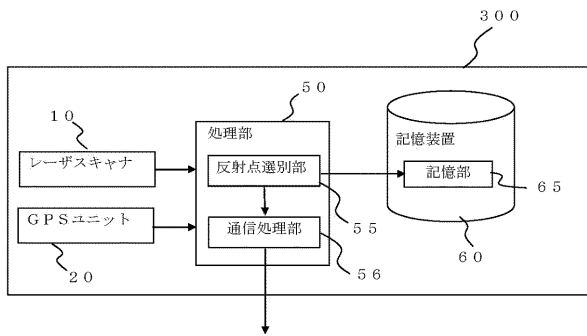
【図1】



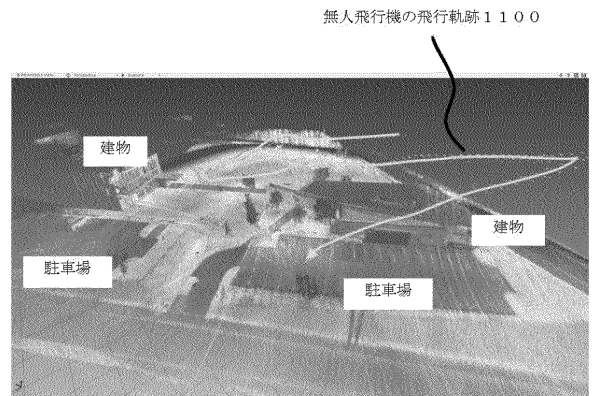
【図2】



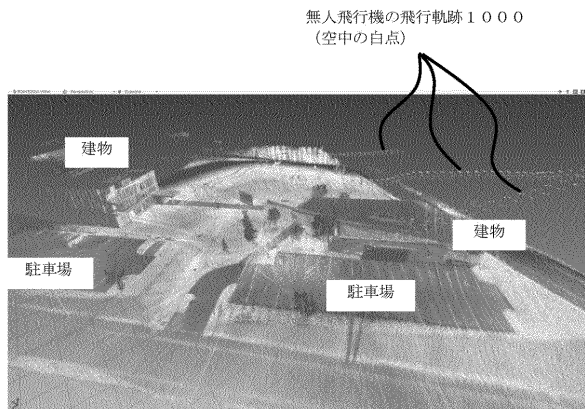
【図3】



【図5】

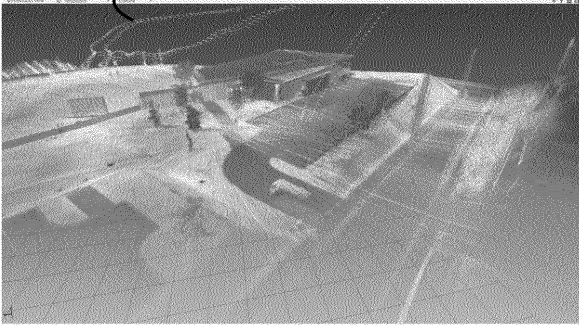


【図4】



【 図 6 】

無人飛行機の飛行軌跡1000  
(空中の白点)



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<b>B 6 4 D</b>	<b>47/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 D	47/00		
<b>G 0 8 G</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 8 G	5/00	A	
<b>G 0 1 S</b>	<b>7/481</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 1 S	7/481	Z	

(72)発明者 吉田 光伸  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 村井 亮一  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H181 AA26 AA27 BB04 CC03 CC14 FF04 FF05 FF10 FF33 FF35  
 5J084 AA05 AA13 AA20 AC04 AD01 BA03 BA48 DA01 DA07 EA23  
 EA27