

(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2017-206072

(P2017-206072A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 4 D 45/04 (2006.01)	B 6 4 D 45/04	B
B 6 4 D 47/08 (2006.01)	B 6 4 D 47/08	
B 6 4 C 13/18 (2006.01)	B 6 4 C 13/18	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-98411 (P2016-98411)
 (22) 出願日 平成28年5月17日 (2016.5.17)

(71) 出願人 516145390
 株式会社エンルートM's
 福島県福島市西中央2丁目21番地
 (71) 出願人 516066028
 株式会社エンルート
 埼玉県朝霞市北原2丁目4番23号
 (71) 出願人 516145404
 イェン カイ
 埼玉県ふじみ野市うれし野1丁目3番29号 株式会社エンルート内
 (74) 代理人 100127328
 弁理士 八木澤 史彦
 (74) 代理人 100140866
 弁理士 佐藤 武史

最終頁に続く

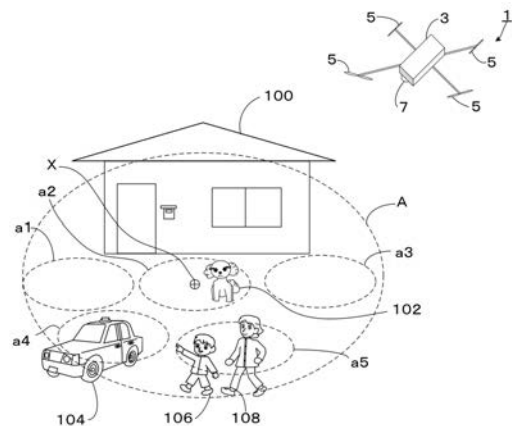
(54) 【発明の名称】 飛行制御装置及び飛行制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】降下の際に、人間や動物に危害を加えることを回避することができる飛行制御装置及び飛行制御方法を提供すること。

【解決手段】飛行制御装置1は、降下目標領域Aの画像を取得する画像取得手段7と、画像に含まれる物体102~108を認知する物体認知手段と、物体認知手段によって認知した物体に基づいて、降下適合性を示す安全度を判断する安全度判断手段と、安全度に基づいて、機体を降下させる機体制御手段と、を有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

降下目標領域の画像を取得する画像取得手段と、
前記画像に含まれる物体を認知する物体認知手段と、
前記物体認知手段によって認知した物体に基づいて、降下位置としての適性を示す安全度を判断する安全度判断手段と、
前記安全度に基づいて、機体を降下させる機体制御手段と、
を有する飛行制御装置。

【請求項 2】

前記物体認知手段は、深層学習（ディープラーニング）によって生成された物体識別プログラムを含む請求項 1 に記載の飛行制御装置。

10

【請求項 3】

前記飛行制御装置は、前記機体を降下させつつ、複数回にわたって、前記画像取得手段、前記物体認知手段、前記安全度判断手段及び前記機体制御手段を作動させる請求項 1 または請求項 2 に記載の飛行制御装置。

【請求項 4】

前記物体認知手段は、前記画像に含まれる物体の移動状態を判断する移動状態判断手段を有し、

前記安全度判断手段は、前記物体の移動状態に基づいて、前記安全度を判断する請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の飛行制御装置。

20

【請求項 5】

前記画像取得手段、前記物体認知手段、前記安全度判断手段及び前記機体制御手段のうち、少なくとも一つを、前記機体とは異なる場所に位置し、前記機体を管理する管理装置が有する請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の飛行制御装置。

【請求項 6】

降下目標領域の画像を取得する画像取得ステップと、
前記画像に含まれる物体を認知する物体認知ステップと、
前記物体認知手段によって認知した物体に基づいて、降下位置としての適性を示す安全度を判断する安全度判断ステップと、

前記安全度に基づいて、機体を降下させる機体制御ステップと、
を有する飛行制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、飛行制御装置及び飛行制御方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来、指定された着陸点へ精度よく着陸するための技術が提案されている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 2 6 6 2 1 1 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

しかし、指定された着陸点の近傍に、人間や動物などが位置する場合に、精度良く着陸点へ降下すると、それらに危害を加える場合がある。

【0005】

本発明はかかる問題の解決を試みたものであり、降下の際に、人間や動物に危害を加えることを回避することができる飛行制御装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第一の発明は、降下目標領域の画像を取得する画像取得手段と、前記画像に含まれる物体を認知する物体認知手段と、前記物体認知手段によって認知した物体に基づいて、降下位置としての適性を示す安全度を判断する安全度判断手段と、前記安全度に基づいて、機体を降下させる機体制御手段と、を有する飛行制御装置である。

10

【0007】

第一の発明の構成によれば、必ずしも、指定された着陸点に精度良く降下するのではなく、所定の領域において、安全度に基づいて降下する点において、従来技術とは根本的に異なる。これにより、降下の際に、人間や動物に危害を加えることを回避することができる。

【0008】

第二の発明は、第一の発明の構成において、前記物体認知手段は、深層学習（ディープラーニング）によって生成された物体識別プログラムを含むことを特徴とする飛行制御装置である。

20

【0009】

第三の発明は、第一または第二のいずれかの発明の構成において、前記飛行制御装置は、前記機体を降下させつつ、複数回にわたって、前記画像取得手段、前記物体認知手段、前記安全度判断手段及び前記機体制御手段を作動させることを特徴とする飛行制御装置である。

【0010】

第四の発明は、第一乃至第三のいずれかの発明の構成において、前記物体認知手段は、前記画像に含まれる物体の移動状態を判断する移動状態判断手段を有し、前記安全度判断手段は、前記物体の移動状態に基づいて、前記安全度を判断することを特徴とする飛行制御装置である。

30

【0011】

第五の発明は、第一乃至第四のいずれかの発明の構成において、前記画像取得手段、前記物体認知手段、前記安全度判断手段及び前記機体制御手段のうち、少なくとも一つを、前記機体とは異なる場所に位置し、前記機体を管理する管理装置が有する飛行制御装置である。

【0012】

第六の発明は、降下目標領域の画像を取得する画像取得ステップと、前記画像に含まれる物体を認知する物体認知ステップと、前記物体認知手段によって認知した物体に基づいて、降下位置としての適性を示す安全度を判断する安全度判断ステップと、前記安全度に基づいて、機体を降下させる機体制御ステップと、を有する飛行制御方法である。

40

【発明の効果】

【0013】

以上のように、本発明によれば、降下の際に、人間や動物に危害を加えることを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態の概略を示す図である。

【図2】本発明の実施形態の概略構成図である。

【図3】本発明の実施形態のフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態の概略を示す図である。

50

【図5】本発明の実施形態のフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態の概略を示す図である。

【図7】本発明の実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。なお、当業者が適宜実施できる構成については説明を省略し、本発明の基本的な構成についてのみ説明する。

【0016】

< 第一の実施形態 >

無人飛行体1は、いわゆる、マルチコプター、あるいは、ドローンであり、複数の回転翼を有する。図1の例では、無人飛行体1は、本体3及び4つの回転翼5を有する。各回転翼5は、それぞれ、モーターに連結されている。本体3には、通信装置、自律飛行制御装置、GPS装置、加速度センサーやジャイロセンサーなどの慣性センサーや気圧計、電池等が配置されている。また、本体3には、カメラ7が接続されている。カメラ7は、デジタル画像を撮像するデジタルカメラ、あるいは、ビデオカメラ等である。無人飛行体1は、通信装置によって、基地局50（図2参照）と通信可能になっている。無人飛行体1は機体の一例である。

【0017】

無人飛行体1は、建物100の前方の目標地点Xを目標に飛行する。ただし、必ずしも、目標地点Xに精度良く降下するものではない。目標地点Xを含む所定範囲の領域Aが目標領域である。領域Aには、犬102、自動車104、子供106及び大人108が位置するものとする。無人飛行体1は、これらの物体、特に、人間と動物を回避しつつ、領域A内におけるいずれかの位置を目指して降下している。

【0018】

図2に示すように、無人飛行体1は、CPU（Central Processing Unit）10、記憶部12、無線通信部14、GPS（Global Positioning System）部16、慣性センサー部18、画像処理部20、駆動制御部22、電源部24を有する。無人飛行体1のこれらの構成が、飛行制御装置の一例である。

【0019】

無線通信部14によって、無人飛行体1は基地局50と通信可能になっている。基地局50は、無人飛行体の離陸及び着陸を監視及び管理する管理装置の一例であり、適宜、飛行に関する指示を与えるようになっている。

【0020】

GPS部16と慣性センサー部18によって、無人飛行体1は機体の位置を測定することができる。GPS部16は、3つ以上のGPS衛星からの電波を受信して無人飛行体1の位置を計測する。慣性センサー部18は、例えば、加速度センサー及びジャイロセンサーによって、出発点からの無人飛行体1の移動を積算して、無人飛行体1の位置を計測する。

【0021】

画像処理部20によって、無人飛行体1は、カメラ7を作動させて画像を取得することができる。

【0022】

駆動制御部22によって、無人飛行体1は、各回転翼5の作動を制御するようになっている。

【0023】

電源部24は、例えば、交換可能な可充電電池であり、無人飛行体1の各部に電力を供給するようになっている。

【0024】

記憶部12には、出発点から目的位置まで自律飛行するための飛行計画を示すデータ等

の無人飛行に必要な各種データ及びプログラムや、以下の各プログラムが格納されている。

【0025】

記憶部12には、画像取得プログラム、物体認知プログラム、安全度判断プログラム、航路決定プログラム及び降下制御プログラムが格納されている。

【0026】

CPU10及び画像取得プログラムは、画像処理部18を作動させて、画像を取得するための画像取得手段の一例である。無人飛行体1は、目標地点Xの近傍に至ったと判断した場合に、継続的に画像を取得するようになっている。例えば、無人飛行体1は、目標地点Xから水平面における距離が100m(メートル)以内に入った場合に、降下予定地点である目標地点Xの近傍に至ったと判断し、目標領域Aの画像取得を開始する。

10

【0027】

CPU10及び物体認知プログラムは、物体認知手段の一例である。物体認知プログラムは、深層学習(ディープラーニング)によって生成されており、取得した画像に含まれる物体の特徴を識別して、物体を認知できるようになっている。なお、深層学習とは、多層構造のニューラルネットワークの機械学習であり、画像認識の分野が有力な活用分野の一つである。

【0028】

図1に示すように、領域Aの部分領域を、例えば、領域a1, 領域a2, 領域a3, 領域a4及び領域a5とする。そして、領域a2には犬102が位置し、領域a4には自動車104が位置し、領域a5には子供106及び大人108が位置するものとする。

20

【0029】

無人飛行体1は、領域a1及び領域a3には地面以外の物体は位置せず、領域a2には犬102が位置し、領域a4には自動車104が位置し、領域a5には子供106及び大人108が位置することを認知する。具体的には、無人飛行体1は、犬102に対応する物体について、特徴を抽出し、それが犬である可能性が高いことを認知する。無人飛行体1は、各物体について、同様の処理を行う。無人飛行体1は、GPS部16と慣性センサ部18によって機体の絶対位置や姿勢を示す情報を継続的に生成し、保持している。目標地点Xの絶対位置は既知であり、カメラ7によって領域Aの画像を継続的に取得し、同一の物体について複数の画像を取得しており、犬102等について、目標地点Xに対する位置や、無人飛行体1に対する位置を計測することができる。なお、位置計測についての詳細な説明は、省略する。

30

【0030】

記憶部12には、また、物体認知プログラムによって認知した物体に基づいて、降下する位置の適性を示す安全度を判断する安全度判断プログラムを格納している。CPU10と安全度判断プログラムは安全度判断手段の一例である。安全度判断プログラムは、安全度定義データを有する。安全度定義データは、降下した場合に人間や動物に危害を加える可能性が低い順に、安全度を規定している。危害を加える可能性が低い場合には安全度が高く、危害を加える可能性が高い場合には安全度が低い。安全度は、例えば、低い方から高い方へ、5段階で評価するものとする。最も安全度が低い場合には安全度1であり、最も安全度が高い場合には安全度5である。安全度定義データは、例えば、人間は安全度1(正確には、人間が位置する領域の安全度)、動物は安全度2、乗物は安全度2、地面以外の物体がない場合には安全度5というように、物体の種類と安全度を関連付けたデータである。無人飛行体1は、安全度判断プログラムの安全度定義データを参照して、降下する位置の安全度を判断するようになっている。

40

【0031】

領域a1及び領域a3は、地面以外の物体は位置しないから、無人飛行体1が降下しても危害を加える対象は存在せず、危害を加える可能性は低いから、安全度が最も高く、安全度は5である。領域a2には犬102が位置するから、安全度がやや低く、安全度は2である。領域a3には、自動車104が位置するから、安全度がやや低く、安全度は2で

50

ある。領域 106 には子供 106 及び大人 108 が位置するから、安全度は最も低く、安全度は 1 である。

【0032】

記憶部 12 には、また、安全度に基づいて、機体を降下させる機体降下プログラムを格納している。CPU 10 と機体降下プログラムは機体制御手段の一例である。無人飛行体 1 は、領域 a 1 及び a 3 が安全度 5 であり、領域 a 2 及び領域 a 4 が安全度 2 であり、領域 a 5 が安全度 1 であることに基づいて、安全度が高い領域 a 1 または領域 a 3 に向かう航路を決定し、降下する。領域 a 1 と領域 a 3 は安全度が同一であるから、目標地点 X に近い領域 a 1 を選択して降下する。

【0033】

以下、無人飛行体 1 の動作をフローチャートで説明する。図 3 に示すように、無人飛行体 1 は、予定地点（目標地点）近傍に到達したか否かを判断し（ステップ ST 1）、予定地点近傍に到達した場合には、カメラ 3 を作動させて画像を取得し、物体を認知する（ステップ ST 2）。ステップ 2 においては、物体の種類を認知し、さらに、物体と関連づけてその位置を計測する。続いて、無人飛行体 1 は、安全度を判断し（ステップ ST 3）、安全度に基づいて航路を決定し（ステップ ST 4）、降下し（ステップ ST 5）、業務を実施する（ステップ ST 6）。業務は、例えば、荷物の配達等のサービスである。

【0034】

< 第二の実施形態 >

第二の実施形態においては、無人飛行体 1 は、機体を降下させつつ、複数回にわたって、画像取得プログラム、物体認知プログラム、安全度判断プログラム及び機体制御プログラムに基づく処理を行う。

【0035】

最初に安全度を判断した時刻 t_1 から所定の時間が経過した時刻 t_2 において、物体の数や位置が変化している場合があり、第二の実施形態においては、そのような変化も踏まえて、降下を制御するようになっている。また、無人飛行体 1 が物体に近づくほど、画像は鮮明になる。このため、降下しつつ複数回にわたって、物体認知を行うことによって、より鮮明な画像に基づく精度が高い認知を行い、安全度の判断の精度を向上させることができる。

【0036】

例えば、時刻 t_1 においては、図 1 に示すように、領域 a 1 と領域 a 3 の安全度は 5 であったが、時刻 t_2 においては、図 4 に示すように、犬 102 が領域 a 1 に移動したため、領域 a 1 の安全度は 2 となり、領域 a 2 の安全度は 5 に変化している。また、時刻 t_1 には存在しなかった新たな物体として、子供 110 が領域 a 3 に位置しており、領域 a 3 の安全度は 1 に変化した。

【0037】

この場合、無人飛行体 1 は、安全度が 5 の領域 a 2 を選択して降下する。

【0038】

図 5 に示すように、無人飛行体 1 は、降下しつつ、ステップ ST 2 ~ ステップ ST 5 を繰り返す。

【0039】

< 第三の実施形態 >

第三の実施形態においては、無人飛行体 1 の記憶部 12 には、移動ベクトル算出プログラムが格納されており、物体認知と共に、物体の移動方向及び移動速度を計算する。

【0040】

最初に安全度を判断した時刻 t_1 において、物体が移動している場合がある。第三の実施形態においては、そのような移動状態も踏まえて、降下航路を決定するようになっている。すなわち、時刻 t_1 において予想した時刻 t_2 の状態を踏まえて、時刻 t_1 における降下航路を決定する。移動ベクトルは、時刻 t_1 における画像と、時刻 t_1 からわずかに時間が経過した時刻 $t_1 + \Delta t$ において取得した画像とを参照して算出することができる。

10

20

30

40

50

なお、移動ベクトル測定中には、無人飛行体 1 はホバリングして、機体位置を固定するようになれば、物体の移動を簡易に測定できる。あるいは、無人飛行体 1 が移動している場合には、物体の見かけの移動から無人飛行体 1 の移動を相殺することによって、物体の真の移動を計測することができる。

【 0 0 4 1 】

例えば、図 6 に示すように、時刻 t_1 において、領域 a_2 に位置する犬 102 がベクトル v_1 で示す移動方向及び移動速度で移動し、時刻 t_2 においては領域 a_1 に位置すると予想され、領域 a_5 の子供 106 がベクトル v_2 で示す移動方向及び移動速度で移動し、時刻 t_2 においては領域 a_2 に位置すると予想される場合には、時刻 t_2 において、領域 a_3 だけが安全度 5 である。この場合、無人飛行体 1 は、領域 a_3 を選択して、降下するようになっている。

10

【 0 0 4 2 】

図 7 に示すように、無人飛行体 1 は、ステップ ST_2 において、物体認知とともに、認知した物体の移動ベクトルを算出し、移動予測を行う。しかも、無人飛行体は、機体を降下させつつ、複数回にわたって、画像取得プログラム、物体認知プログラム、及び安全度判断プログラムに基づく処理を行う。これにより、物体の移動状態も踏まえつつ、降下にするに連れて、より精度の高い画像及び移動ベクトルに基づいて処理を行い、航路を修正し、人間や動物に危害を加えることを回避しつつ、降下することができる。

【 0 0 4 3 】

上述の実施形態 1 乃至実施形態 3 においては、無人飛行体 1 の記憶部 12 に、画像取得プログラム、物体認知プログラム、安全度判断プログラム、航路決定プログラム及び降下制御プログラムが格納されているものとして説明したが、一部又はすべての上記プログラムを基地局 50 のサーバ内の記憶部に格納し、基地局 50 で処理した結果を無人飛行体 1 に送信することによって、無人飛行体 1 を制御するように構成してもよい。この場合、無人飛行体 1 の記憶部 12 は、基地局 50 からの指示を処理する処理プログラムを格納すれば足りる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、本発明の飛行制御装置及び飛行制御方法は、上記実施形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加えることができる。

【 符号の説明 】

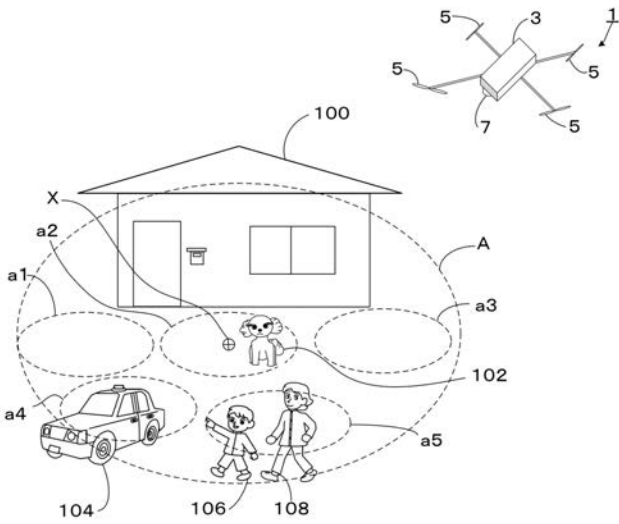
30

【 0 0 4 5 】

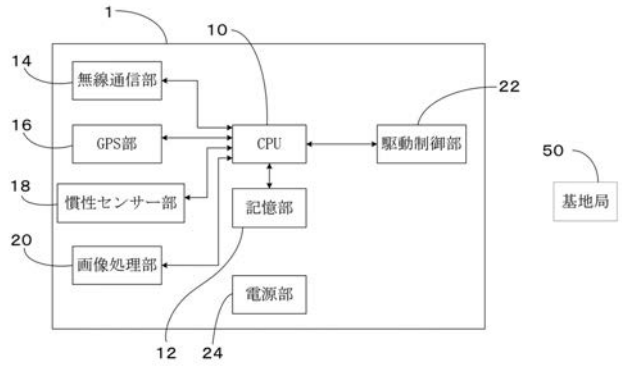
- 1 無人飛行体
- 10 CPU
- 14 無線通信部
- 16 GPS 部
- 18 慣性センサー部
- 20 画像処理部
- 22 駆動制御部
- 24 電源部

40

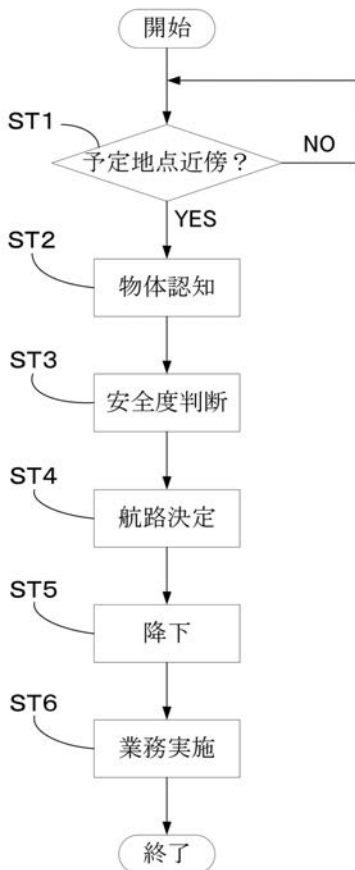
【 図 1 】



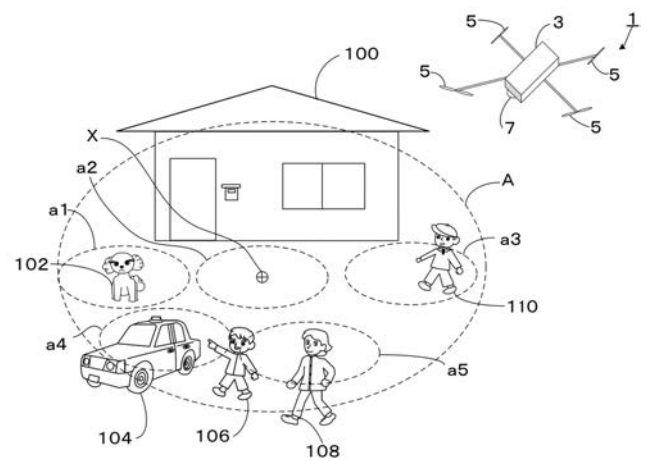
【 図 2 】



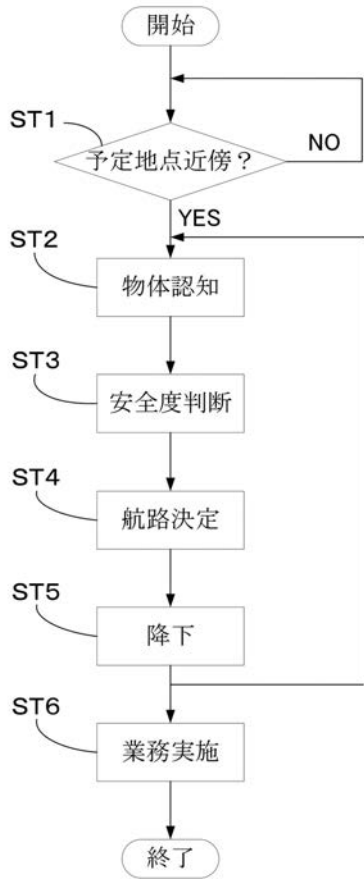
【 図 3 】



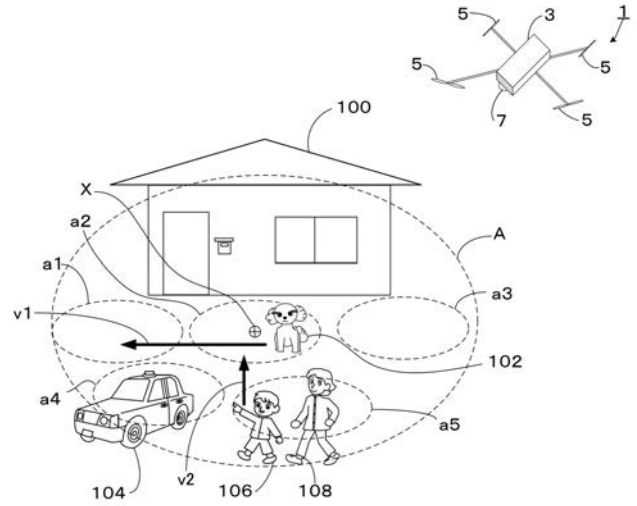
【 図 4 】



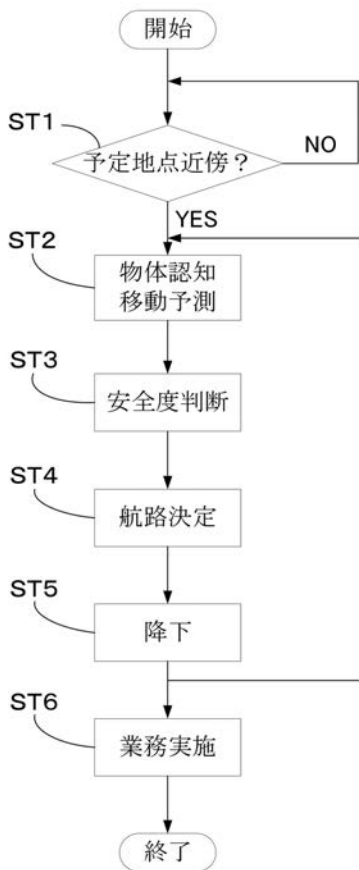
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊豆 智幸
埼玉県ふじみの市うれし野1丁目3番29号 株式会社エンルート内
- (72)発明者 イェン カイ
埼玉県ふじみの市うれし野1丁目3番29号 株式会社エンルート内