

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 243827 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **430677**

(22) Data zgłoszenia: **2019.07.22**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.01.25 BUP 02/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.10.16 WUP 42/2023**

(51) MKP:

G05D 1/10 (2006.01)

H04K 3/00 (2006.01)

G08G 5/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ-INSTYTUT
LOTNICTWA, Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
ŁUKASZ KONARSKI, Rusiec, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Marcin Barycki, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

System i sposób sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego

PL 243827 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest system i sposób sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, mający swoje zastosowanie w przypadku inwazji na dany obszar niepowołanego obiektu latającego, zwłaszcza drona.

Niepożądane bezzałogowe statki powietrzne, które bezprawnie naruszają przestrzeń powietrzną lotnisk, obiektów wojskowych albo innych terenów zamkniętych stanowią istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa, a nawet obronności państwa, a pojawiając się nad terenami prywatnymi często naruszają prywatność i wolność osobistą. Obiekty takie, występujące najczęściej w postaci dronów, czyli statków powietrznych, które nie wymagają do lotu obecnej na pokładzie załogi, nie posiadają możliwości zabierania pasażerów i które pilotowane są zdalnie lub wykonują lot autonomicznie. Przypadków naruszenia przestrzeni powietrznej przez drony jest wiele. Przykładowo w połowie września 2015 roku w Bazie Lotnictwa Taktycznego w Krzesinach w trakcie wykonywanego lotu szkoleniowego doszło do zderzenia niepożądanego drona z myśliwcem F-16. Niektóre instytucje i producenci próbują walczyć z niepożądanymi statkami różnymi sposobami. I tak, znany producent z branży lotniczej – przedsiębiorstwo Boeing Company opracowało system radarów i laserowych działek, które mają wstrzeliwać w kierunku obiektów latających skondensowane wiązki światła, przez co drony będą po prostu niszczone.

Znane są w stanie techniki sposoby, metody oraz urządzenia, których zadaniem jest przechwycenie wrogiego drona poprzez przesłanie sygnału radiowego z ziemi dla dronów komunikujących się znanymi protokołami bez szyfrowania transmisji danych.

Przykładem może być francuski wynalazek o nr FR3026908. Wynalazek ten dotyczy w szczególności sposobu blokowania sterowania dronem. W tym celu, sposób zagłuszania sterowania obejmuje etap generowania co najmniej jednej strefy zagłuszania elektromagnetycznego, w taki sposób, że sterowanie dronem przemieszczającym się przez strefę zagłuszania elektromagnetycznego jest zakłócone. Strefa zakłócająca elektromagnetyczna jest generowana przez emisję fali elektromagnetycznej emitowanej za pomocą anteny kierunkowej.

Znane jest międzynarodowe zgłoszenie patentowe o nr WO2017178687 dotyczące systemu do wykrywania i blokowania dronów, obejmujący radar dozoru i wykrywania, system łączności i synchronizacji, system ładowania dronów przechwytyjących, co najmniej jeden bezzałogowy statek latający używany do przechwytywania celu za pomocą czujników śledzących, systemów nawigacji i łączności, pokładowy system aktywacji zakłóceń radiowych w systemach służących do nawigacji lub kontroli pojazdu intruza, a w przypadku niepowodzenia tej metody przechwytywanie intruza za pomocą środków fizycznych z uruchomieniem sieci.

W stanie techniki znane jest także międzynarodowe zgłoszenie patentowe o nr WO2019023832, stanowiące metodę sterowania oraz urządzenie do zakłócania bezzałogowego statku powietrznego i systemu interferencyjnego. Sposób obejmuje: uzyskanie bezprzewodowego sygnału operacyjnego bezzałogowego statku powietrznego odebranego przez detektor; określanie pierwszej charakterystyki sygnału bezprzewodowego sygnału roboczego; i sterowanie urządzeniem zakłócającym w celu wygenerowania sygnału interferencyjnego zgodnie z pierwszą charakterystyką sygnału. Metoda sterowania poprawia efekt interferencji na bezzałogowym statku powietrznym i zmniejsza wpływ na otaczające środowisko elektromagnetyczne.

Znane jest także chińskie rozwiązanie o nr CN107894590, które stanowi całkowicie pasywna metoda sterowania bezzałogowymi statkami powietrznymi, nośnikiem danych i urządzeniem elektronicznym. Obejmuje ona następujące etapy: S1, przyjęcie pasywnego radaru detekcji 360 stopni w celu wykrycia podejrzanego celu bezzałogowego statku powietrznego w skutecznym zasięgu i zwrócenie podejrzanym informacji o azymucie docelowym do badania wizualnego system sterowania stołem obrotowym; S2, uruchamianie systemu dokładnego pozycjonowania widzenia obuocznego zgodnie z informacją o pozycji zwróconego podejrzanego celu i sterowanie systemem pozycjonowania w celu obrócenia do ustalonej pozycji; S3, pozyskiwanie obrazu monitorowania bezzałogowego statku powietrznego w polu widzenia oraz śledzenie pojedynczych / bardziej podejrzanym celów i zwracanie informacji o obrazie do platformy monitorującej; S4, określanie klas niebezpieczeństwa pojedynczych / bardziej podejrzanym celów oraz identyfikowanie i sprawdzanie podejrzanym celów; S5, mierzący informację o położeniu celów po sprawdzeniu pojedynczych / bardziej podejrzanym celów, wysłaniu alarmu dla celów zagrożenia wprowadzonych do obszaru kontrolnego i zwróceniu informacji o położeniu do sys-

temu sterowania obrotowego stołu do wykrywania uderzeń; i S6, dostosowując położenie systemu uderzeń elektromagnetycznych zgodnie z informacją o pozycji powrotnej i jednocześnie zwalniając nowy sygnał zakłócający.

Znany jest także amerykański wynalazek o nr US10234857, stanowiący system oraz metodę wykrywania i pokonywania drona. Zawiera on matrycę antenową wykrywania skonfigurowaną do wykrywania drona i sygnał sterujący drona w polu 360 stopni, przy czym matryca anteny detekcyjnej jest ponadto skonfigurowana do wykrywania kierunkowości drona z odniesieniem do najbardziej dominującego sygnału sterującego drona wykrytego przez każdą z wielu anten w obrębie anteny wykrywającej; system neutralizacji umieszczony w komunikacji z matrycą anteny detekcyjnej; układ neutralizujący zawierający antenę transmisyjną skonfigurowaną do przesyłania sygnału wymuszającego do wykrytego drona, wzmacniacz skonfigurowany do modulowania wzmocnienia sygnału wymuszającego oraz urządzenie przetwarzające skonfigurowane do generowania sygnału wymuszającego i sterowania transmisją sygnału wymuszającego.

Znane jest ponadto chińskie rozwiązanie, posiadające nr CN109194440. Jest to automatyczny system identyfikacji i interferencji bezzałogowych statków powietrznych. System składa się z głównego kontrolera, bezprzewodowego modułu odbiorczego i dyspozytorskiego 5,8 GHz, bezprzewodowego modułu odbiorczego i dyspozytorskiego 2,4 GHz, modułu odbiorczego i dyspozytorskiego sygnału GPS, modułu interferencyjnego naświetlania podświetleniem i generatora sygnału. Bezprzewodowy moduł odbiorczy i dyspozytorski 5,8 GHz, moduł odbiorczy i dyspozytorski bezprzewodowy 2,4 GHz, moduł odbiorczy i dyspozytorski sygnału GPS, moduł interferencji promieniowania podświetlenia i generator sygnału są połączone elektrycznie z głównym sterownikiem. System automatycznej identyfikacji i interferencji bezzałogowych statków powietrznych może automatycznie identyfikować sygnały komunikacyjne bezzałogowych statków powietrznych i może równocześnie, w sposób natychmiastowy uruchomić moduł zakłócający w celu wykonania zakłóceń sygnałów komunikacyjnych bezzałogowego statku powietrznego. Wynalazek może skutecznie ograniczać działanie bezzałogowego statku powietrznego i równocześnie tym samym chronić prywatność oraz bezpieczeństwo życia ludzi.

W stanie techniki brak jest rozwiązania w postaci urządzenia oraz sposobu, które w przypadku inwazji na dany obszar niepowołanego obiektu latającego precyzyjnie przechwyciłoby niepożądany bezzałogowy statek, przy jednoczesnym istotnym ograniczeniu negatywnego wpływu na otaczające środowisko elektromagnetyczne.

Celem rozwiązania według wynalazku jest przechwycenie i sterowanie ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego w taki sposób, aby obiekt ten bezpiecznie przemieścił się we wskazane miejsce.

Istotą wynalazku jest system sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, zawierający kamerę oraz zakłócajkę radiowych sygnałów sterujących, charakteryzujący się tym, że wyposażony jest w symulator sygnałów GNSS, przy czym co najmniej jedna kamera, zakłócajka radiowych sygnałów sterujących oraz symulator sygnałów GNSS umiejscowione są w dolnej części bezzałogowego statku powietrznego przechwytyjącego.

Istotą wynalazku jest także sposób sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, w którym kierowany przez operatora przechwytyjącego bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący na podstawie otrzymanego z umieszczonej na nim kamery obrazu zbliża się do niepożądanego statku powietrznego, po czym dokonuje wizyjnej analizy ruchu oraz śledzi pozycję bezzałogowego niepożądanego statku powietrznego, a następnie za pomocą zakłócajki radiowych sygnałów sterujących zakłóca kierunkowo sygnały komunikacyjne występujące pomiędzy operatorem kierującym a bezzałogowym niepożądanym statkiem powietrznym, a w efekcie operator przechwytyjący sprowadza bezzałogowy niepożądany statek powietrzny w ustalone miejsce, charakteryzujący się tym, że za pośrednictwem symulatora sygnałów GNSS wysyła do bezzałogowego niepożądanego statku powietrznego fałszywe dane, stanowiące sygnały sterujące, które korygowane są automatycznie na podstawie wizyjnego sprzężenia zwrotnego, otrzymanego w wyniku analizy obrazu z kamery.

Korzystnie, fałszywe dane, stanowiące sygnały sterujące wysyłane przez bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący do niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego za pośrednictwem symulatora sygnałów GNSS stanowią sygnał GPS

Wynalazek w przykładzie wykonania został bliżej zaprezentowany na rysunku, który na fig. 1 przedstawia system w postaci bezzałogowego statku powietrznego przechwytyjącego 1 w postaci drona, który wyposażony jest w jedną kamerę 2, zakłócajkę radiowych sygnałów sterujących 3 oraz symulator sygnałów GNSS 4. Kamera 2, zakłócajka radiowych sygnałów sterujących 3 oraz symulator

sygnałów GNSS 4 umiejscowione są w dolnej części bezzałogowego statku powietrznego przechwytyującego 1.

Fig. 2–5 ujmują sposób sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego.

Na fig. 2 zaprezentowano operatora przechwytyjącego 5, który kieruje bezzałogowym statkiem powietrznym przechwytyjącym 1 w postaci drona. Proces kierowania bezzałogowym statkiem powietrznym przechwytyjącym 1 został zaznaczony przerywaną strzałką. Następnie, na podstawie obrazu otrzymanego z umieszczonej na bezzałogowym statku powietrznym przechwytyjącym 1 kamery 2 dron ten zbliża się do niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego 6. Proces zbliżania zaznaczono ciągłą strzałką. Na figurze tej ujęto także operatora kierującego 7, który steruje niepożądanym bezzałogowym statkiem powietrznym 6. Proces sterowania także został zaznaczony przerywaną strzałką.

Fig. 3 ujawnia proces wizyjnej analizy ruchu niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego 6 dokonanej przez bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący 1, który jednocześnie śledzi pozycję niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego 6. Proces wizyjnej analizy ruchu oraz proces śledzenia pozycji został zaznaczony podwójną strzałką. Na figurze tej zaznaczono kamerę 2, będącej elementem niezbędnym do wizyjnej analizy ruchu.

Fig. 4 prezentuje proces zakłócania, przez umieszczoną na bezzałogowym statku powietrznym przechwytyjącym 1 zakłódarkę radiowych sygnałów sterujących 3 jakie występują pomiędzy niepożądanym bezzałogowym statkiem powietrznym 6 a operatorem kierującym 7. Proces zakłócania został zaprezentowany przez pogrubioną strzałkę. Na figurze tej ujęto także bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący 1 z kamerą 2 oraz operatora przechwytyjącego 5.

Fig. 5 ujmuje proces, kiedy za pośrednictwem symulatora sygnałów GNSS 4 bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący 1 wysyła do niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego 6 fałszywe dane. Fałszywe dane stanowią sygnał GPS i są one korygowane automatycznie na podstawie wizyjnego sprzężenia zwrotnego otrzymanego w wyniku analizy obrazu z kamery 2. Proces przesyłania fałszywych danych został zaprezentowany w postaci pogrubionej i przerywanej strzałki, a proces wizyjnego sprzężenia zwrotnego został ujęty przez dwie podwójne strzałki eliptyczne. W efekcie bezzałogowy niepożądany statek powietrzny 6 skierowany zostaje w ustalone miejsce 8. Kamera 2, zakłódarka radiowych sygnałów sterujących 3 oraz symulator sygnałów GNSS 4 umiejscowione są w dolnej części drona.

Znajdująca się w wynalazku zakłódarka emituje swoje sygnały w paśmie, w którym odbywa się sterowanie wrogim dronem (najczęściej w paśmie 2.4 GHz oraz 5.8 GHz). Jej działanie powoduje zanik sygnału sterującego od operatora.

Ujęty w wynalazku system GNSS (ang. Global Navigation Satellite Systems) to rodzaj radionawigacji satelitarnej, wykorzystujący fale radiowe ze sztucznych satelitów w celu określania położenia punktów i poruszających się odbiorników wraz z parametrami ich ruchu na powierzchni. System ten pokrywa swoim zasięgiem całą ziemię. Do takich systemów satelitarnych należy m.in. amerykański GPS, rosyjski GLONASS lub europejski Galileo. Rozwiązanie według wynalazku do przesyłania fałszywych danych wykorzystuje symulator sygnałów GNSS, który współpracuje między innymi z powyższymi systemami satelitarnymi, a zwłaszcza z GPS.

Bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący poprzez wizyjną analizę ruchu niepożądanego statku powietrznego odpowiednio przygotowuje oraz przesyła zmodyfikowane ramki z danymi GNSS które pozwalają na sterowanie niepożądanym statkiem powietrznym.

Etapy sposobu według wynalazku, który wykorzystuje system według wynalazku można podzielić na cztery.

W pierwszym etapie następuje skierowanie statku powietrznego przechwytyjącego w pobliże niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, stanowiącego obiekt wrogi. W drugim etapie następuje proces video trackingu, czyli lokalizowanie poruszającego się obiektu w czasie za pomocą co najmniej jednej kamery, zainstalowanej na bezzałogowym statku powietrznym przechwytyjącym. W trzecim etapie następuje zakłócanie sygnałów komunikacyjnych, jakie występują pomiędzy operatorem kierującym a wrogim obiektem. Sygnały zakłócające, stanowiące silnie kierunkową wiązkę radiową, skierowaną do wrogiego statku powietrznego powodują jego automatyczne lądowanie albo kontynuowanie misji albo zawis w miejscu. W czwartym etapie bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący, wyposażony w symulator sygnałów GNSS, emituje w kierunku niepożądanego statku powietrznego fałszywe dane, które skutkują skierowaniem go w inne miejsce. Miejsce to ustala uprzednio operator przechwytyjący. Końcowym elementem czwartego etapu jest skierowanie wrogiego obiektu do miejsca wskazanego przez operatora przechwytyjącego.

System i sposób według wynalazku może być zastosowany jednocześnie względem kilku niepożądanych bezzałogowych statków powietrznych, zazwyczaj dronów. Możliwe jest także zastosowanie większej liczby kamer oraz umiejscowienie ich wraz z zakłóczarką radiowych sygnałów sterujących oraz symulatorem sygnałów GNSS w innej części bezzałogowego statku powietrznego przechwytyującego. W wyniku zastosowania systemu i sposobu według wynalazku zostaje osiągnięty najważniejszy cel, tj. bezpieczne przemieszczenie wrogiego obiektu we wskazane miejsce, a tym samym usunięcie niepożądanego bezzałogowego statku z określonego lub chronionego obszaru.

Dodatkową korzyścią zastosowania wynalazku jest znaczące zmniejszenie negatywnego wpływu fałszywych danych w postaci sygnałów sterujących na otaczające środowisko elektromagnetyczne. W związku z tym zjawisko zakłócania innych fal radiowych, występujących pomiędzy innymi obiektami jest praktycznie zminimalizowane do zera.

Zastrzeżenia patentowe

1. System sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, zawierający kamerę oraz zakłóczarkę radiowych sygnałów sterujących, **znamienny tym**, że wyposażony jest w symulator sygnałów GNSS (4), przy czym co najmniej jedna kamera (2), zakłóczarka radiowych sygnałów sterujących (3) oraz symulator sygnałów GNSS (4) umiejscowione są w dolnej części bezzałogowego statku powietrznego przechwytyującego (1).
2. Sposób sterowania ruchem niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego, w którym kierowany przez operatora przechwytyującego bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący na podstawie otrzymanego z umieszczonej na nim kamery obrazu zbliża się do niepożądanego statku powietrznego, po czym dokonuje wizyjnej analizy ruchu oraz śledzi pozycję bezzałogowego niepożądanego statku powietrznego, a następnie za pomocą zakłóczarki radiowych sygnałów sterujących zakłóca kierunkowo sygnały komunikacyjne występujące pomiędzy operatorem kierującym a bezzałogowym niepożądanym statkiem powietrznym, a w efekcie operator przechwytyjący sprowadza bezzałogowy niepożądany statek powietrzny w ustalone miejsce, **znamienny tym**, że za pośrednictwem symulatora sygnałów GNSS (4) wysyła do bezzałogowego niepożądanego statku powietrznego (6) fałszywe dane, stanowiące sygnały sterujące, które korygowane są automatycznie na podstawie wizyjnego sprzężenia zwrotnego, otrzymanego w wyniku analizy obrazu z kamery (2).
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że fałszywe dane, stanowiące sygnały sterujące wysyłane przez bezzałogowy statek powietrzny przechwytyjący (1) do niepożądanego bezzałogowego statku powietrznego (6) za pośrednictwem symulatora sygnałów GNSS (4) stanowią sygnał GPS.

Rysunki

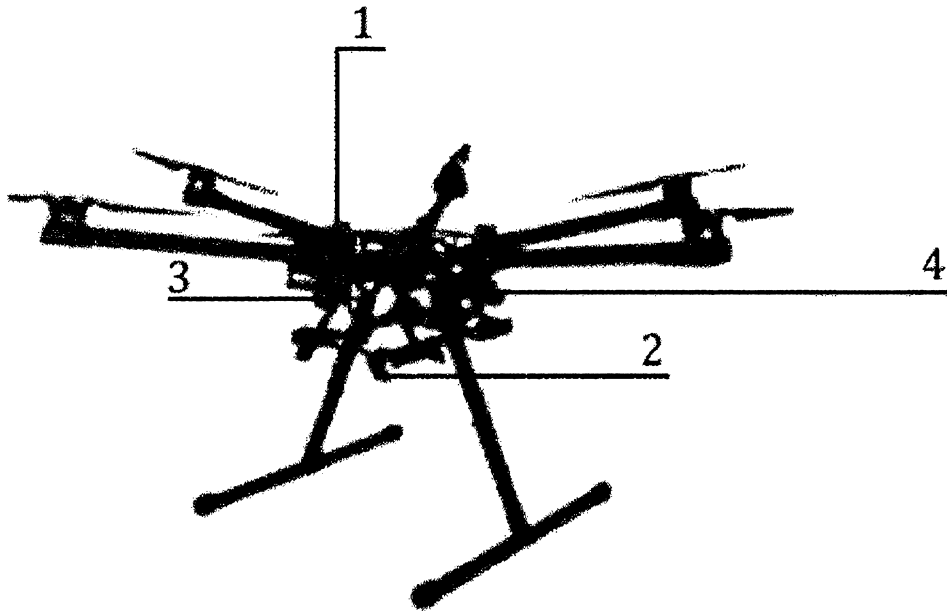


fig. 1

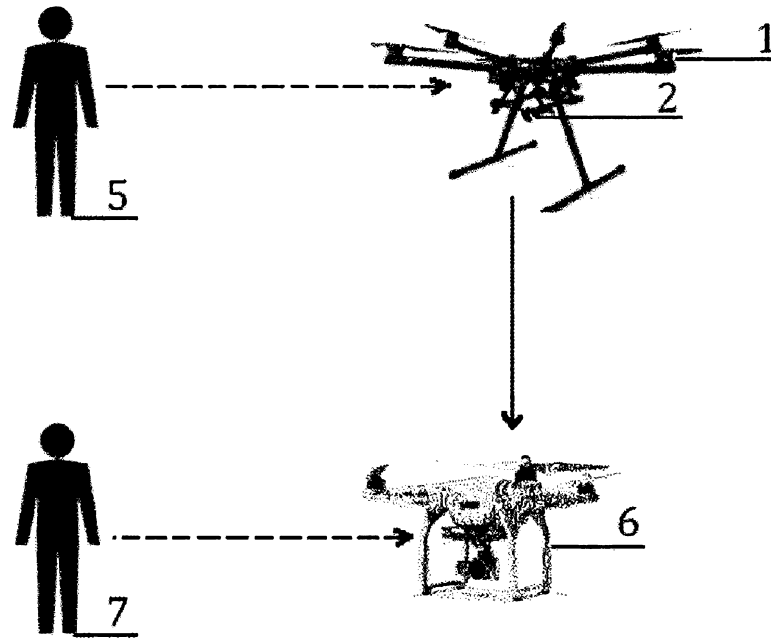


fig. 2

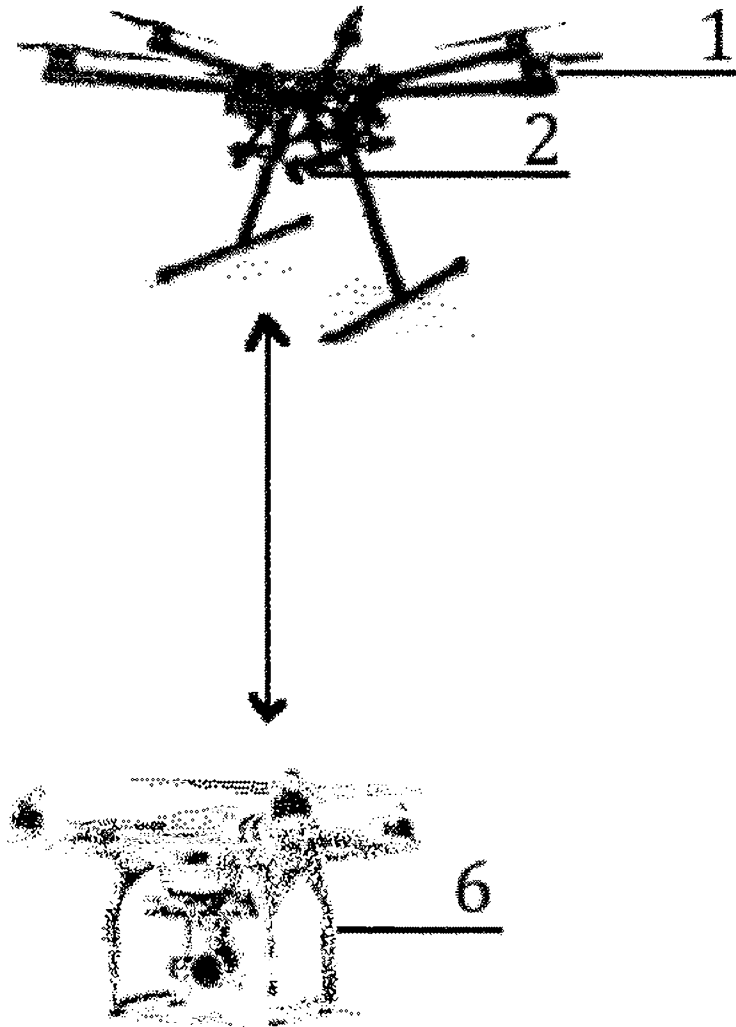


fig. 3

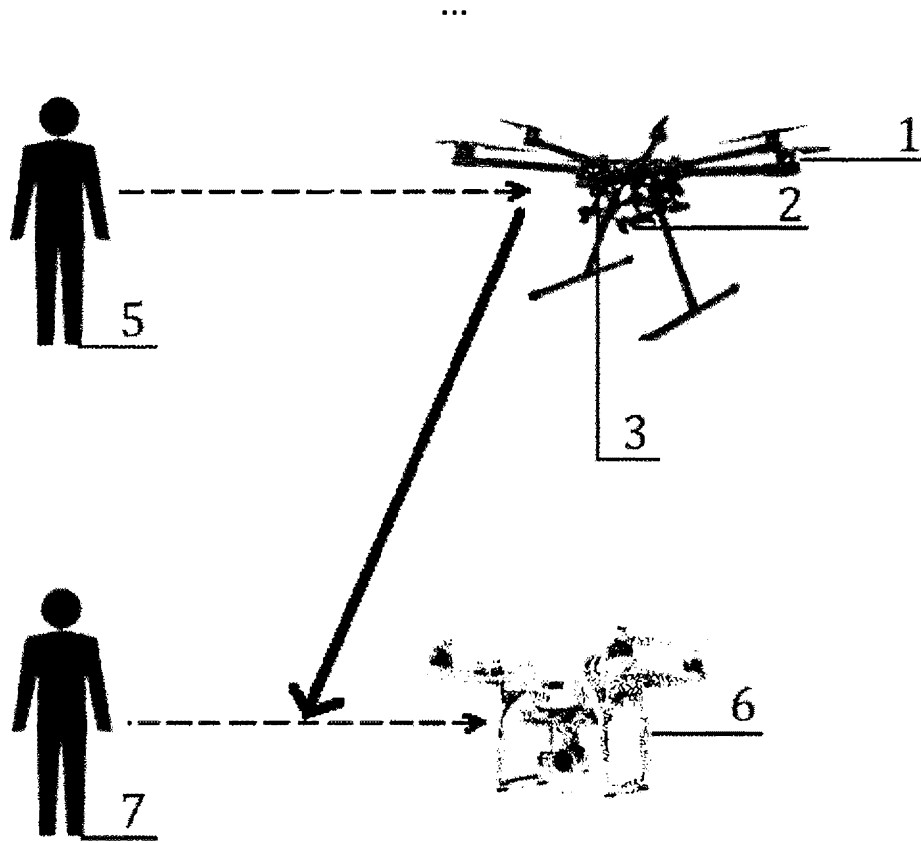


fig. 4

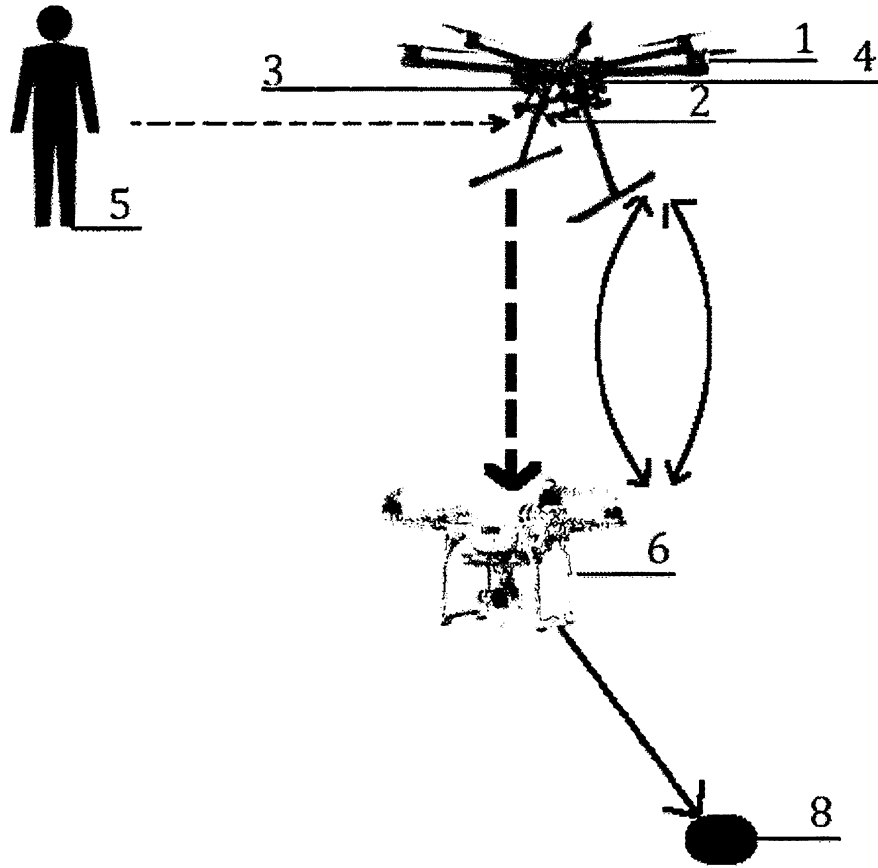


fig. 5