

OCENA PRZYDATNOŚCI NISKOPUŁAPOWYCH LOTÓW BEZZAŁOGOWYCH DLA POZYSKIWANIA GEOINFORMACJI METODAMI FOTOGRAMETRYCZNYMI

© Jankowicz B., 2003

This publication refer to analyse of lowheight, crewless, miniature air vehicles flyies application for photogrammetrics servicing of agricultural area, also of digital CCD still and movie camera application possibility in local photogrammetrics flyies by using of miniature crewless air vehicles (MCAV). Moto-hang-glider, was been searching for this principles. The publication also refers to the photogrammetrics equipment (camera) fixing in the air vehicles problems (levelling, vibration elimination and image stabilization) and camera activation.

Słowo wstępne.

Obniżenie kosztów oraz zwiększenie bezpieczeństwa metod realizacji (w tym także lotów fotogrametrycznych) nowych opracowań lub aktualizacji już istniejących map to zawsze aktualne problemy. Dlatego warto zastanowić się nad możliwością zastąpienia w uzasadnionych przypadkach bezpośrednich, geodezyjnych pomiarów terenowych metodami fotogrametrycznymi, a konkretnie - pozyskiwaniem obrazów terenu w skalach 1:5000 do 1:500, a nawet w szczególnych przypadkach - drobniejszych z bezzałogowych, miniaturowych platform lotniczych (z ang. - Micro Crewless Air Vehicle) wyposażonych docelowo w niewielkie kamery cyfrowe o rozdzielczości zapewniającej wymaganą dokładność dla określonych opracowań.

Interesującą alternatywą może być niewielka konstrukcja hybrydowa - motolotnia sterowana z ziemi.

W wersji bardziej zaawansowanej technologicznie zdalnie sterowana kamera z kontrolą obrazu przesyłanego na ziemię zapewniłaby dokonanie odpowiednich ujęć terenu.

Kiedy obszar naszego zainteresowania stanowią tereny o rzadkiej i stosunkowo niskiej zabudowie jak tereny rolnicze, często niewielkie obszarowo pojedyncze działki, to zastosowanie miniaturowego środka transportu lotniczego (platformy lotniczej MCAV) z umieszczoną na jego pokładzie kamerą może stanowić interesującą

alternatywę nie tylko dla średniopułapowego, standardowego, kosztownego i absorbującego nalotu fotogrametrycznego ale również dla geodezyjnego pomiaru bezpośredniego.

Dysponując wymienionymi środkami można dokonywać lotów ze stosunkowo niskich wysokości nad terenem. Pozyskuje się wtedy zdjęcia w stosunkowo dużej skali, za czym idzie odpowiednia dokładność i możliwość dokonywania lokalnych nalołów fotogrametrycznych, co znacznie obniży koszt późniejszego opracowania jak również może mieć wpływ na zwiększenie częstotliwości aktualizacji.

Istnieje również możliwość aplikacji kamery filmowej, cyfrowej CCD w miejsce wspomnianego aparatu „still-camera”. Otrzymuje się wtedy ciąg wideosekwencji, spośród których wybiera się te najodpowiedniejsze dla utworzenia stereogramu o odpowiedniej bazie i treści obrazu.

Ponadto umożliwia ona uzyskanie dużej ilości ekspozycji nadliczbowych spośród których można dokonywać wyboru. Uzyskuje się tym samym szybki monitoring wybranych terenów umożliwiający częstszą, szybszą, a zatem mniej kosztowną aktualizację, biorąc pod uwagę bardzo wysoką dynamikę zmian w zagospodarowaniu i użytkowaniu terenu w ostatnich latach.

Opis i metodyka badań.

Autorzy poddali badaniom jedną z miniaturowych, hybrydowych konstrukcji lotniczych - motolotnię bezzałogową - z której wykonano również serię próbnych zdjęć terenu.

Testy przeprowadzono pod kątem jej przydatności dla celów fotogrametrycznych - konkretnie realizacji niskopułapowych, lokalnych nalołów w celach pozyskiwania geoinformacji o terenach nie wchodzących w skład aglomeracji miejskich w przypadku których przeszkodą dla lotu może być wysoka zabudowa.

Wzięto pod uwagę te parametry platformy nośnej, które mają największy wpływ na późniejszą jakość obrazu pozyskanego z jej pokładu.

Są to:

- mała prędkość przelotowa
- stabilność lotu oraz niewielka podatność na podmuchy wiatru
- precyzja lotu
- odpowiednio duży nośność w stosunku do rozmiarów
- minimalny wpływ drgań własnych platformy nośnej na system rejestracji obrazu (kamerę)
- niski koszt
- łatwość obsługi.

Właśnie wybór mini-motolotni do realizacji zadań lotu fotogrametrycznego został zdeterminowany dzięki jej charakterystycznej konstrukcji - spełnieniem w trakcie testów w/w parametrów.

Prędkość przelotowa motolotni przy zachowaniu dobrej precyzji i stabilności lotu poniżej 30 km/h jest optymalna i dużo niższa niż na przykład samolotu. Cechuje się ona również minimalnym wpływem drgań własnych na kamerę, jak potwierdza to literatura i konstruktorzy - dużo mniejszym niż samolot, nie wspominając już o śmigłowcu.

Przy stosunkowo niewielkim koszcie wykonania (w zależności od wyposażenia od kilkuset złotych wzwyż) oraz przy odpowiednim doświadczeniu obsługi, które można nabyć już po kilku próbach - motolotnia nie powinna nastroczać trudności w jej obsłudze. W każdym razie według „oblatywaczy” i konstruktorów prowadzenie jej jest prostsze niż chociażby samolotu czy śmigłowca.

W stosunku do rozmiarów (rozpiętości skrzydeł) posiada relatywnie dużą nośność, wystarczającą do przenoszenia odpowiednio dobranej lekkiej kamery z oprzyrządowaniem.

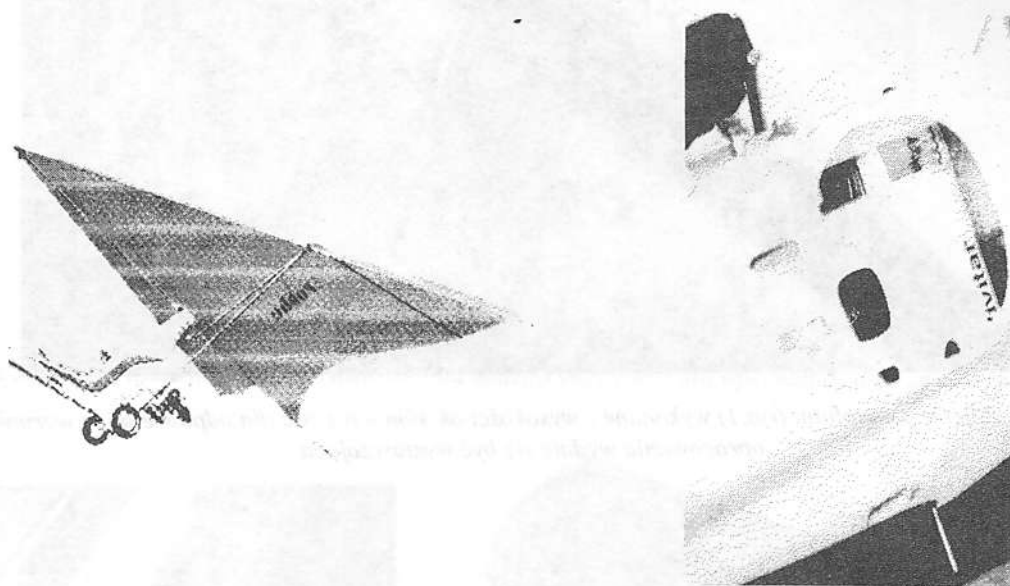
Celem zabezpieczenia kamery przed uderzeniem (choćby w trakcie lądowania), wstrząsami i wibracjami, zastosowano najprostsze, amatorskie rozwiązanie - folię pneumatyczną.

W przyszłych badaniach miejsce kamery klasycznej, analogowej zajmie kamera cyfrowa z elektroniczną stabilizacją obrazu - Super Steady Shot - zwłaszcza, że mniejsza jak na razie w stosunku do analogowych rozdzielczość obrazu z kamer cyfrowych, tym bardziej predysponuje je do aplikacji w bezzałogowym sprzęcie latającym (MCAV) dla nalołów lokalnych, umożliwiających loty na małej wysokości nad terenem. Zatem korzystne jest wykonywanie zdjęć cyfrowych bezpośrednio w odpowiednio dużej skali, stanowiących materiał wyjściowy dla opracowań na autografach cyfrowych (np. VSD-AGH) lub stacjach fotogrametrycznych (np. Imagestation).

Dla przykładu, aby uzyskać pojedyncze zdjęcie z szeregu obrazów pokrywające obszar 1 ha na obrazie

cyfrowym będącym odpowiednikiem formatu 21x21 cm przy skali 1:500 należałoby wykonać ekspozycję z wysokości 20 m nad terenem przy czterdziestomilimetrowej ogniskowej obiektywu kamery cyfrowej. Zakładając prędkość małej motolotni bezzałogowej - 30 - 40 km/h i pokrycie zdjęciami w szeregu 60% interwał pomiędzy kolejnymi ekspozycjami powinien wynosić poniżej 3 sekund --stad "still-kamera" o podobnej powtarzalności ekspozycji wydaje się być wystarczająca.

Wspomniana wcześniej motolotnia miniaturowa była i jest obiektem szczegółowych badań nad lotem fotogrametrycznym oraz realizacją zdjęć, a w przyszłości ich analizą dokładnościową i oceną stopnia przydatności dla opracowań fotogrametrycznych. Lekka, o dość dużym udźwigu, w konkretnym przypadku o półtorametrowej rozpiętości skrzydeł - stanowi swego rodzaju konstrukcją pośrednią pod względem budowy pomiędzy samolotem a lotnią (rys.1.).



Rys.1. Testowana motolotnia posiadała podwieszoną niewielką kamerę (VIVITAR SP-1500), wyzwalaną mechanicznie, kanałem radiowym.

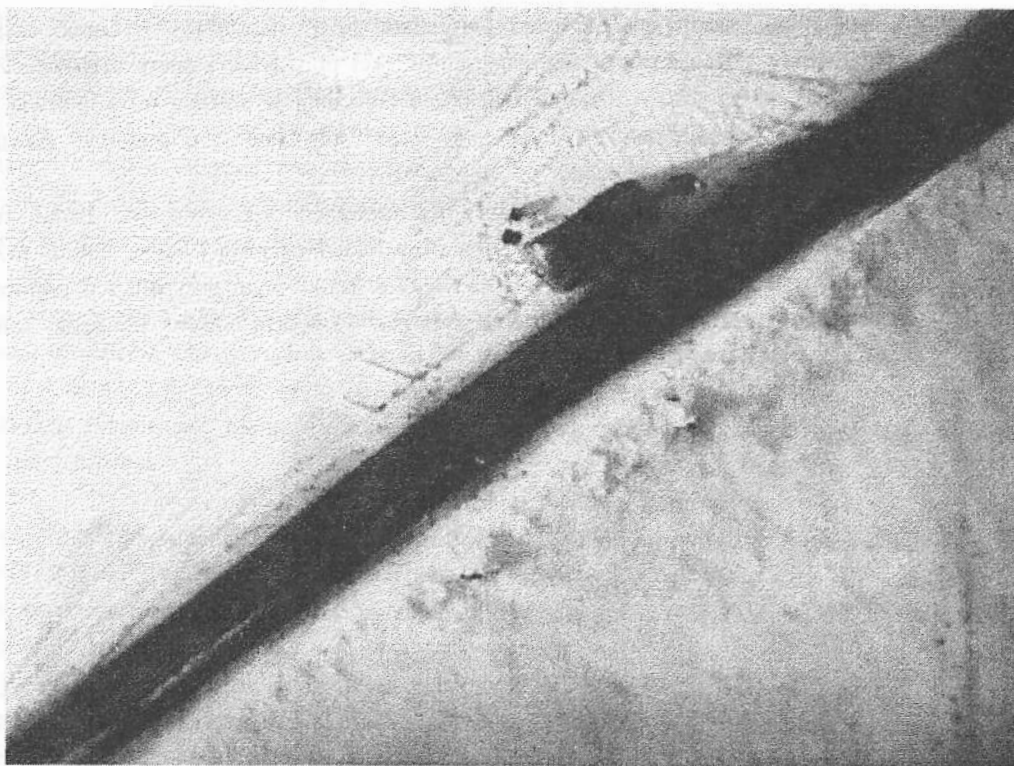
W początkowej fazie badań umieszczono w konstrukcji nośnej tej aerodyny najprostszą, klasyczną, amatorską kamerę analogową ze względu na jej niewielką masę - poniżej 15 dag i relatywnie niezłe parametry optyczne. Dla kamery specjalnie skonstruowano i dostosowano urządzenie zdalnego, mechanicznego wyzwalania migawki (odpowiednio ukształtowana krzywka obrotowa uruchamiająca przycisk migawki aparatu) poprzez przełącznik sterowany kanałem radiowym po osiągnięciu zaplanowanej, przybliżonej wysokości lotu nad terenem (obiektem).

Obecnie realizowane są próbne loty jak również trwają badania nad przydatnością obrazów testowanego terenu pozyskanych z pokładu wspomnianej motolotni z zastosowaniem rozmaitych kamer.

Analiza zdjęć wykonanych z miniaturowej motolotni realizowana jest pod kątem pozornej nieostrości wywołanej ewentualnymi drganiami lotniczej platformy nośnej, rozdzielczości pozyskanych obrazów oraz ich zniekształceń geometrycznych. Przy czym dwa ostatnie, wymienione parametry zależą zasadniczo od kamery i nie powinny być brane pod uwagę przy ocenie przydatności lotów niskopułapowych dla opisywanych celów.

Badania polegają m.in. na wizualnej ocenie negatywu oraz za pośrednictwem mikroskopu (30x) jak również obserwacji pozytywów pod względem nieostrości obrazu (rozmazanie). Autor spodziewa się, że przy zachowaniu odpowiedniej wysokości lotu - nie będą wykazywały one znaczących nieprawidłowości w tym zakresie. Swoją drogą stosunkowo duża skala zdjęć (niski pułap) przyczyniła się znacząco do spełnienia przez nich wymaganych wartości parametrów.

Dla celów porównawczych syntetycznie zarysowano w dalszym ciągu niniejszego artykułu kilka przykładowych konstrukcji bezpilotowych o różnym zastosowaniu; w tym przykładową małą konstrukcję (śmigłowiec) zaproponowaną przez przodujących w tej dziedzinie Japończyków (rys. 2 i 3) jak również przykład realizacji zdjęć terenu z miniaturowego śmigłowca.



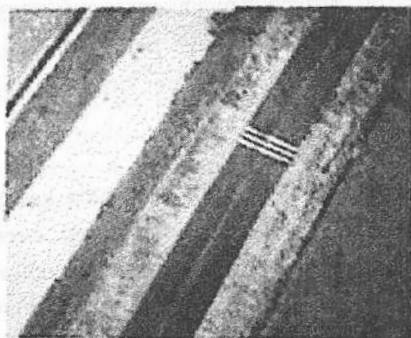
Rys. 1 A. Zdjęcie z motolotni (rys. 1) wykonane z wysokości ok. 40m – ostrość dla odpowiednich warunków opracowania wydaje się być wystarczająca.



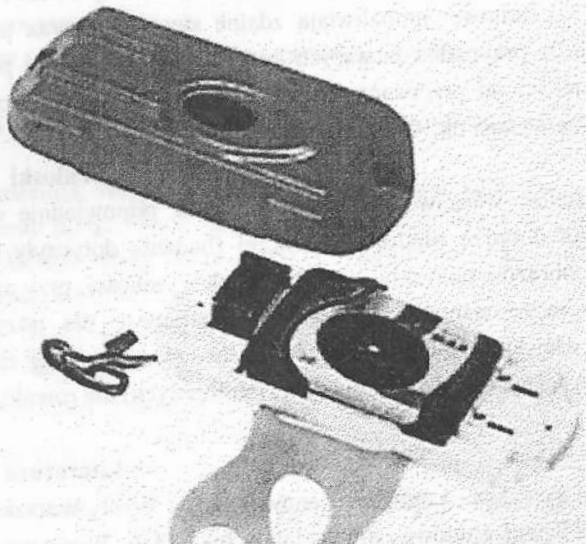
Rys. 1 B. Zdjęcie z wysokości kilkunastu metrów z zastosowaniem tego samego prostego aparatu fotograficznego już wykazuje znaczną nieostrość wywołaną ruchem.



Rys.2. Jeden z wielu przykładów zastosowania małego śmigłowca dla wykonania zdjęć „z lotu ptaka”.



簡易空撮ユニット
スカイショット
2410-004 ¥8,500

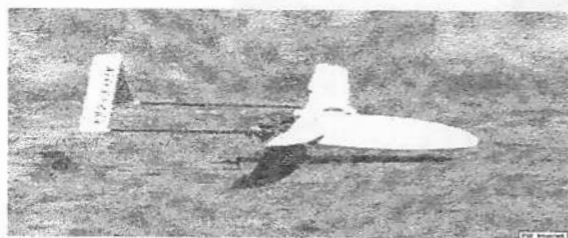


Rys.3. Z pobieżnej obserwacji zdjęć wynika że, nie wykazują one na tyle dużej pozornej nieostrości wywołanej głównie drganiami kamery przenoszonymi się od konstrukcji nośnej miniaturowego śmigłowca, która dyskwalifikowałaby zastosowanie małych „bezzałogowców” dla celów profesjonalnej fotogrametrii, co nie oznacza jednak, że są one zadowalające. Należy szukać lepszych rozwiązań niż to przedstawione przez firmę „HIROBO” z Japonii.

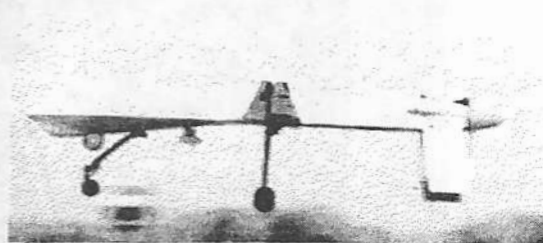
Przykład z innej lecz bliskiej fotogrametrii dziedziny - samolot bezzałogowy jest niezastąpiony w zbieraniu informacji meteorologicznych (rys.4). Przede wszystkim nie omija obszarów złej pogody, jak to robią samoloty pasażerskie i okręty. Poza tym, jest całkowicie zautomatyzowany, samolotem steruje komputer, wykorzystując ciągły pomiar położenia z Globalnego Systemu Lokalizacyjnego (GPS)-rozwiązanie warte rozważenia do aplikacji w

nalotach fotogrametrycznych. Pomiary meteorologiczne również dokonywane są automatycznie według przyjętego harmonogramu i przekazywane drogą radiową do naziemnej stacji.

Wadami tego rozwiązania są znaczny koszt eksploatacji urządzenia, a także stosunkowo bliski zasięg, wynoszący około 800 km. Specjaliści z University of Washington dysponują jednak sporym doświadczeniem w projektowaniu autonomicznych maszyn latających i myślą już o niewielkim, tanim samolocie, który mógłby być wykorzystywany na wiele innych sposobów, na przykład do monitorowania korków na ulicach miast czy filmowania z powietrza imprez sportowych.



Rys.4. Samolot meteorologiczny.



Rys.5. Rozpoznawczy „Predator”.

Ostatnim prezentowanym niech będzie przykład zastosowania bardzo zaawansowanej technologii amerykańskiej konstrukcji jaką jest bezzałogowy samolot rozpoznawczy (UAV - Unmanned Aerial Vehicle) RQ-1A Predator (rys.5.). Kształt kadłuba i usterzenia sugeruje zastosowanie technologii elementów technologii stealth, jednakże nie znaleziono potwierdzenia tego domysłu w żadnym ze źródeł. RQ-1A jest wyposażony w kolorową kamerę TV, dodatkową dzienną kamerę TV, sensory FLIR i radar z syntetyczną aperturą. Systemy komunikacji satelitarnej i radiowej umożliwiają zdalne sterowanie oraz przesyłanie zebranych danych co również warto jest rozważyć w przypadku latających konstrukcji nośnych dla potrzeb fotogrametrii. Obsługę podczas lotu stanowią trzej specjaliści od przetwarzania danych z czujników oraz osoba sterująca lotem tego samolotu. Koszt jednego egzemplarza wynosi ok. 40 mln. dolarów.

Wnioski

Zakładając właściwe parametry lotu oraz odpowiednie warunki przenoszenia i zabezpieczenia kamer, przy optymalnym doborze platformy lotniczej (badania dotyczyły motolotni jako najbardziej optymalnej) - realizacja lotniczych obrazów pozyskiwanych z małych wysokości, przy zastosowaniu bezzałogowych, miniaturowych platform lotniczych może stanowić interesującą alternatywę dla pozyskiwania geoinformacji i monitorowania rozwoju obszarów wiejskich, rolnych, terenów o stosunkowo niskiej zabudowie - w stosunku do innych metod, nie tylko fotogrametrycznych i teledetekcyjnych (satelitarnych) ale również bezpośrednich pomiarów geodezyjnych.

Literatura

1. Brodzki Zdzisław. Lotnictwo - encyklopedia. WNT, Warszawa 1970.
2. Elsztajn Paweł. Budowa i pilotaż latawców. WkiŁ, Warszawa 1975.
3. Hypki Tomasz. Miniaturowe bezpilotowce....Młody Technik 7/2001.
4. HIROBO - katalog japońskich miniaturowych konstrukcji lotniczych.
5. Internet.