



ZASTOSOWANIE POWIETRZNEGO DRONA OBSERWACYJNEGO DO POLIGONOWYCH BADAŃ POCISKÓW MOŹDZIERZOWYCH *APPLICATION OF AERIAL OBSERVATION DRONE FOR TESTING MORTAR PROJECTILES ON THE RANGE*

Maciej MISZCZAK, Piotr RULIŃSKI, Bohdan ZARZYCKI

Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia
Military Institute of Armament Technology

DOI 10.5604/01.3001.0011.5828

Streszczenie: W artykule przedstawiono zastosowanie powietrznego drona obserwacyjnego pionowego startu i lądowania, wyposażonego w kamerę wizyjną, do lokalizacji miejsc upadków na terenie poligonu 120 mm, eksperymentalnych, obojętnych pocisków moździerzowych z głowicowymi zapalnikami uderzeniowymi, zaelaborowanych rozcalającym ładunkiem z prochu czarnego. Dron obserwował pole obejmujące miejsce przewidywanych upadków pocisków, znajdując się na wysokości 50-80 m i wykonując 25 zdjęć na sekundę. Zaprezentowano sekwencję zdjęć z filmu z kamery drona, rejestrującą końcowy odcinek trajektorii lotu pocisku oraz skutki jego uderzenia w ziemię. Miejsca upadków wszystkich (dziesięciu) wystrzelonych pocisków zlokalizowano. Zastosowanie drona w badaniach poligonowych przyczyniło się również do podniesienia ich poziomu bezpieczeństwa oraz monitorowania stopnia zagrożenia pożarowego.

Słowa kluczowe: balistyka zewnętrzna, pociski moździerzowe, powietrzny dron obserwacyjny, kamera wizyjna, lokalizacja pocisków moździerzowych, poligon badawczy

1. Wstęp

Inspiracją do zastosowania powietrznego drona obserwacyjnego do lokalizacji miejsc upadków na terenie poligonu 120 mm, eksperymentalnych pocisków moździerzowych, były dynamiczne badania poligonowe opisane w artykule [1], obejmujące poszukiwania na poligonie

Abstract: The paper dwells on application of a vertical take-off/landing aerial observation drone that is equipped with a video camera to localise on testing range places of falling for experimental 120 mm inert mortar projectiles having head percussion fuse and filled with a black powder charge. The drone was flying at the height of 50-80 m and filming with the rate of 25 pictures per second when observing an area of predicted projectiles falls. A typical sequence of pictures taken by the drone camera and showing the terminal fragment of projectile trajectory with effects of hitting into the ground is presented. The falling sites of all (ten) fired projectiles were identified. Application of the drone for the range tests has also enhanced the level of their safety and allowed the monitoring of a fire threat.

Keywords: external ballistics, mortar projectiles, aerial observation drone, video-camera, localisation of mortar projectiles, testing range

1. Introduction

Localisation of falls for 120 mm experimental mortar projectiles by an aerial observation drone was inspired by dynamic range tests described in [1] and concerning the search of experimental short range inert rocket missiles moving

Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia eksperymentalnych, obojętnych pocisków raketowych krótkiego zasięgu, poruszających się z prędkością ok. 200 m/s, wyposażonych w rejestrator lotu, wystrzeliwanych do specjalnej tarczy wychwytyjącej. Poszukiwania ww. pocisków raketowych były konieczne w przypadku minięcia przez nie tarczy. Do poszukiwania ich zastosowano kamerę wizyjną, zamontowaną na powietrznym dronie obserwacyjnym pionowego startu i lądowania, usytuowanym nad wyrzutnią pocisków. Zastosowanie drona obserwacyjnego okazało się skuteczne, gdyż odnaleziono wszystkie pociski raketowe, które w tarczę nie trafiły.

Biorąc pod uwagę porównywalne wymiary i prędkości ww. pocisków raketowych i 120 mm pocisków moździerzowych, skuteczność powietrznego drona obserwacyjnego pionowego startu i lądowania w przypadku poszukiwania ww. pocisków raketowych, a także dane literaturowe [2] potwierdzające przydatność tego rodzaju dronów w zastosowaniach fotogrametrycznych, celowym wydawało się zastosowanie powietrznego drona obserwacyjnego pionowego startu i lądowania do lokalizacji miejsc upadków pocisków moździerzowych.

2. Badania poligonowe

Eksperymentalny, 120 mm pocisk moździerzowy wyposażony był w uderzeniowy zapalnik głowicowy i zaelaborowany rozcałującym, stugramowym ładunkiem z prochu czarnego. W ramach badań wystrzelono kolejno 10 pocisków. Każdorazowo, bezpośrednio przed oddaniem strzału, powietrzny dron obserwacyjny pionowego startu i lądowania - czterowirnikowiec - wyposażony w kamerę wizyjną rejestrującą obraz o rozdzielczości 4096 x 2160 pikseli, z częstotliwością filmowania wynoszącą 25 klatek na sekundę, znajdował się na wysokości ok. 50-80 m, obserwując miejsce przewidywanych upadków pocisków moździerzowych. Miejsce to określono dla ustalonych warunków strzelania, zdeterminowanych przede wszystkim kierunkiem strzelania i kątem podniesienia lufy moździerza.

Końcowy odcinek toru lotu każdego pocisku moździerzowego i miejsce jego ude-

with the velocity of ca. 200 m/s and equipped with a flight recorder and fired towards a special catching target on the testing range of the Military Institute of Armament Technology. The above mentioned missiles were searched after missing the target. A thermal camera integrated onboard of the vertical take-off/landing aerial observation drone placed above the launcher of missiles was deployed for the search of projectiles. The use of the drone has proved to be effective as all inert rocket missiles which missed the target were found.

Considering the similar dimensions and velocities of the above mentioned rocket projectiles and 120 mm mortar bombs, and the effectiveness of vertical takeoff/landing aerial observation drone for searching the above mentioned rocket projectiles, and moreover the literature data [2] confirming the usefulness of such drones for photogrammetric applications it seemed to be a sensible step to use the aerial observation drone of vertical takeoff and landing to localise the sites of falls for mortar projectiles.

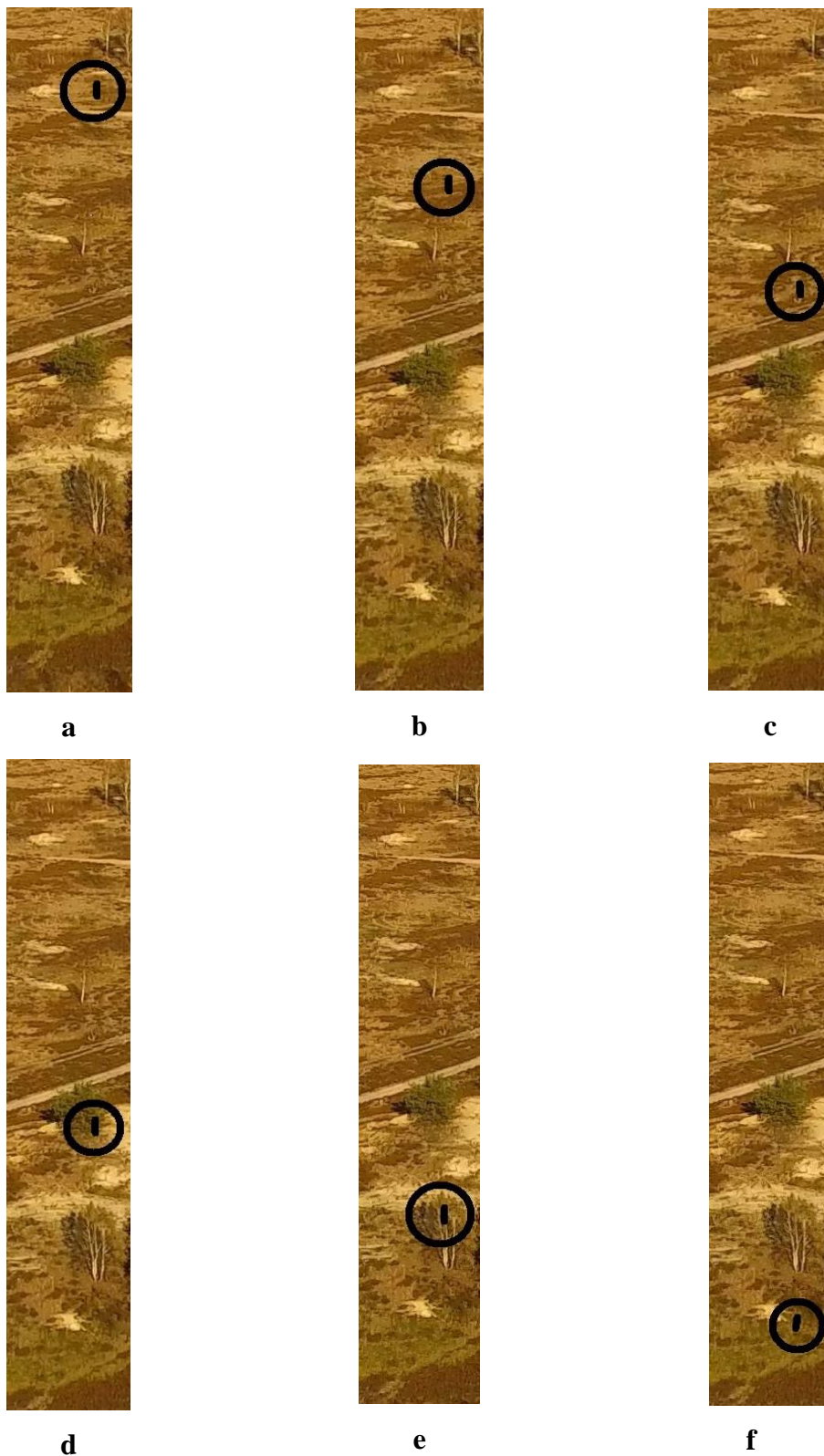
2. Testing on the Range

The experimental 120 mm mortar projectile was equipped with a head percussion fuse and filled with 100 g bursting charge of black powder. 10 rounds were fired one by one during the tests. Each time directly before the shot the four propellers aerial observation drone of vertical takeoff and landing equipped with video camera of 4096x2160 pixels resolution operating at the rate of 25 frames per second has taken a position at the height of ca. 50-80 m to observe the predicted sites of mortar projectiles falls. The sites were identified for the set conditions of firing including most of all the direction of firing and mortar barrel elevation.

Termination part of each mortar projectile trajectory and the place of hitting the ground was successfully recorded. A typical sequence of pictures

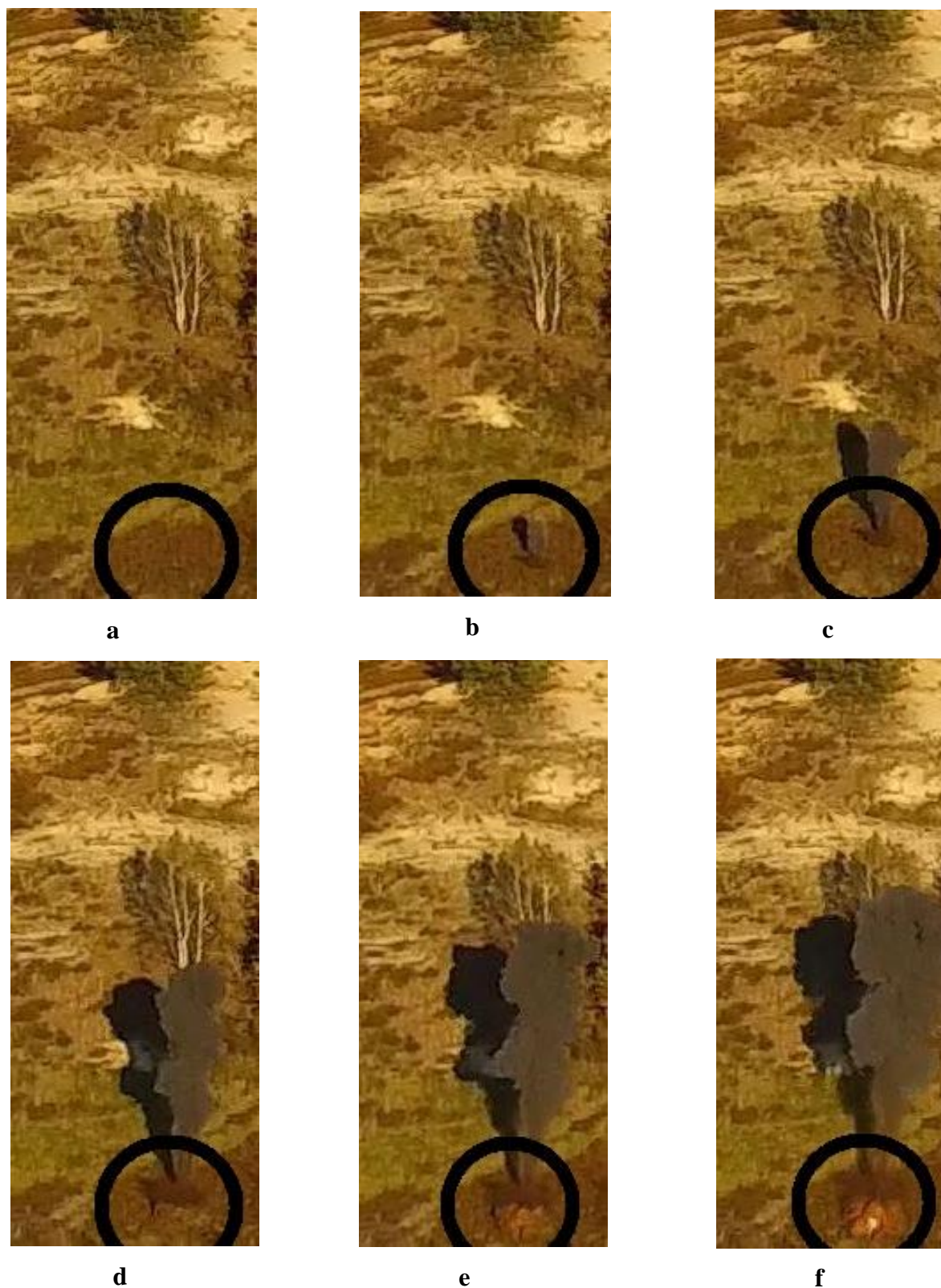
rzenia w teren poligonu udało się zarejestrować. Charakterystyczną sekwencję zdjęć rejestrującą końcowy odcinek trajektorii lotu pocisku oraz skutki jego uderzenia w ziemię przedstawiono odpowiednio na fot.1 (a-d) oraz fot.2 (a-c). Odstęp czasowy między zdjęciami przedstawionymi na fot. 1(a-d) wynosi 0,04 s, zaś między zdjęciami przedstawionymi na fot.2(a-c) - 0,2 s. Pierwszy z nich wynikał z maksymalnej częstotliwości filmowania, zaś drugi wybrano arbitralnie ze względu na wolniejszy przebieg rejestrowanego zjawiska. Lot pocisku (fot.1 (a-d)) udało się odtworzyć dopiero na podstawie lokalizacji miejsca jego uderzenia w ziemię, a następnie rozcalenia. Miejsce to w postaci niewielkiego, ciemnego śladu (słabo widocznego) na ziemi otoczono czarnym okręgiem na fot. 2(a). Po maksymalnym powiększeniu zarejestrowanych obrazów i ich cofaniu od chwili uderzenia pocisku w ziemię (fot. 2(a)), udało się zauważyć położenie pocisku (na fot. 1 (a-f) zaznaczając go krótkim, ciemnym odcinkiem) usytuowanego w przybliżeniu pionowo, słabo widocznego na tle roślinności i terenu poligonu. Aby wyraźniej uwidocznić położenie pocisku podczas lotu, pocisk na fot. 1(a-f) otoczono czarnym okręgiem. Miejsce uderzenia pocisku staje się wyraźnie widoczne wskutek jego rozcalenia (fot. 2(b-f)). Uderzenie pocisku w ziemię i jego rozcalenie skutkowało wyrzuceniem ziemi oraz wytworzeniem szarego obłoku produktów spalania wydobywających się nad miejscem uderzenia. Obłokowi produktów spalania towarzyszył jego rosnący cień rzucany na ziemię. Na fot. 2(f), w pobliżu miejsca uderzenia pocisku widoczne jest również miejsce inicjacji ognia, stanowiące potencjalne źródło zagrożenia pożarem. Dalsza obserwacja miejsca uderzenia pocisku pozwoliła ocenić stopień zagrożenia pożarem terenu poligonu podczas badań strzelaniem, a tym samym podjąć szybko odpowiednie działania przeciwpożarowe.

for terminal trajectory and effects of hitting into the ground are presented respectively on photo 1 (a-d) and photo 2 (a-c). The time gap between the pictures shown in photo 1(a-d) is 0.04 s and between pictures in photo 2(a-c) it is 0.2 s. The first arises from the rate of filming and the second was selected for a slower character of recorded event. The flight of the projectile (photo 1(a-d)) has been successfully reconstructed only after the localisation of its fall on the ground and defragmentation. The place in the form of small dark trace (poorly visible) on the ground is marked by a dark circle in photo 2(a). After maximal enlargement of recorded pictures and shifting them back from the moment of hitting the ground (photo 2(a)) a position of the projectile was successfully detected (in photo 1 (a-f) it is marked by a short dark dash) and it was approximately vertically oriented and poorly visible on the background of the range vegetation and terrain. In order to better discern the position of the projectile it was marked in photo 1(a-f) by a dark circle. The place of projectile incidence is clearly visible because of its defragmentation (photo 2(b-f)). The hit of the projectile into the ground and its defragmentation have caused the ejection of earth and a grey cloud of burning products above the place of hitting. The cloud of combustion products was accompanied by its increasing shade on the ground. In photo 2(f) a firing spot which may cause a fire is visible near the projectile's fall. Further monitoring of the projectile falling place helps to evaluate the level of fire threat for the range terrain during the firing tests and to take relevant and immediate countermeasures to stop the fire spread.



Fot. 1(a-f). Sekwencja zdjęć końcowego odcinka trajektorii lotu eksperymentalnego, 120 mm pocisku moździerzowego, wykonanych kamerą wizyjną z drona. Odstęp czasowy między kolejnymi zdjęciami wynosi 0,04 s.

Photo 1(a-f). The sequence of images of terminal part of the flight trajectory of the experimental mortar bomb registered by the drone vision camera. The time interval between the successive frames was 0.04 second.



Fot. 2 (a-f). Sekwencja zdjęć po uderzeniu w ziemię eksperymentalnego, 120 mm pocisku moździerzowego, wykonanych kamerą wizyjną z drona. Odstęp czasowy między kolejnymi zdjęciami wynosi 0,2 sekundy.

Photo 2 (a-f). A sequence of pictures taken by drone video camera after the experimental 120 mm mortar projectile hits the ground. Time gap between consecutive pictures is 0.2 s.

2. Wnioski

Z przeprowadzonych badań poligonowych z udziałem powietrznego drona obserwacyjnego pionowego startu i lądowania wynika, iż jest on bardzo przydatny nie tylko do określania miejsc upadków pocisków moździerzowych, lecz również do oceny działania pocisków w bezpośrednim kontakcie z celem.

Zastosowanie drona w badaniach poligonowych przyczynia się również do podniesienia poziomu bezpieczeństwa podczas ich prowadzenia oraz monitorowania stopnia zagrożenia pożarowego.

3. Conclusions

The range tests have proved that the aerial observation drone of vertical takeoff and landing is efficient not only for designation of falling spots for mortar bombs but for evaluation of their operation at direct contact with a target as well.

Application of the drone for range testing may also help to increase its safety and to monitor the fire threat level.

Literatura / Literature

- [1] Miszczak Maciej, Ruliński Piotr, Zarzycki Bohdan, Kuc Michał, *Zastosowanie obserwacyjnych, bezzałogowych statków powietrznych do badań poligonowych*, Problemy Mechatroniki. Uzbrojenie, Lotnictwo, Inżynieria Bezpieczeństwa, artykuł przyjęty do druku w 2017r.
- [2] Burdziakowski Paweł, *Przegląd budowy i funkcjonalności współczesnych bezzałogowych statków powietrznych do celów fotogrametrycznych*, Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej, Vol. LXV, Nr 4(684) 2016, str. 69-91.

