



Niniejsza rozprawa powstała w wyniku realizacji jednego z zadań projektu
pn. „Doktorat Wdrożeniowy”- II edycja, finansowanego ze środków budżetu Państwa.
Id projektu: 410487, nr rej.: 0062/DW/2018. Dofinansowanie projektu 1 875 720 zł.
Całkowita wartość projektu 1 875 720 zł.



**Politechnika
Śląska**

**Dyscyplina Naukowa
Inżynieria Lądowa, Geodezja
i Transport**

ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr Michał Batko

**Analiza możliwości przeprowadzania oceny stanu technicznego
infrastruktury kolejowej w oparciu o zastosowanie technologii
bezzałogowych pojazdów, w tym pojazdów latających**

Analysis of the feasibility of carrying out a technical condition
assessment of railway infrastructure using unmanned vehicle
technology including flying vehicles

Promotor

dr hab. inż. Jarosław Konieczny, prof. PŚ

Opiekun pomocniczy ze strony Przedsiębiorstwa

dr inż. Joanna Michalska-Ćwiek

Katowice, marzec 2023 r.

Streszczenie

Celem niniejszej pracy była analiza możliwości wdrożenia oryginalnego rozwiązania w dziedzinie monitoringu stanu infrastruktury kolejowej polegającego na zastąpieniu obecnie wykonywanych oględzin infrastruktury przez personel zarządcy inspekcjami wykonywanymi za pomocą bezzałogowych statków powietrznych. Z przepisów dotyczących utrzymania infrastruktury wynika, że cykliczne wykonywanie obchodów jest obowiązkowe, gdyż są one elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem zarządcy infrastruktury. Z analizy literatury wynika, że technologia bezzałogowych statków powietrznych rozwija się bardzo szybko jednak nadal brak systemowego rozwiązania w zakresie inspekcji infrastruktury kolejowej. Dlatego zasadnym było przeprowadzenie badań, które potwierdzą możliwość zastosowania takich rozwiązań na kolei. W tym celu pozyskano zdjęcia bezzałogowymi statkami powietrznymi wyposażonymi w kamery wizyjne i nauczono algorytm automatycznego rozpoznawania usterek infrastruktury. Opracowano model segmentacji zdjęć w celu identyfikacji dużych elementów infrastruktury takich jak szyny i podkłady kolejowe. Algorytm bardzo skutecznie rozpoznawał takie obiekty uzyskując wskaźnik IoU na poziomie 0,9. W oparciu o algorytm RetinaNet przygotowano model detekcji małych obiektów takich jak wkręty, śruby i łapki.

W tym przypadku również osiągnięto dobre rezultaty choć wystąpiły nieliczne przypadki błędnej detekcji wynikające głównie z trudnych warunków pogodowych jakie wystąpiły podczas lotów. Osiągnięto bardzo dobre wyniki w detekcji styków międzyszynowych i rozwinięto na tej podstawie algorytm detekcji pęknięć szyn. Pomimo prób nie udało się znaleźć praktycznego rozwiązania do detekcji wyboczeń szyn oraz wybuksowań. W badaniach zastosowano skaner laserowy LIDAR i uzyskane wyniki dowiodły, że możliwa jest detekcja wybuksowań na podstawie chmury punktów, jednak konieczne jest wykonanie większej ilości lotów. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że zastąpienie konwencjonalnych obchodów monitoringiem z powietrza jest możliwe. Wykonano kalkulację wykazując, że zastosowanie nowej metody inspekcji jest niemal dwukrotnie szybsze od dotychczasowej metody oraz prowadzi do uzyskania istotnych oszczędności. Wykazano, że dokumentacja zdjęciowa stanowi jednoznaczny i czytelny materiał o stanie infrastruktury zwiększając bezpieczeństwo ruchu kolejowego i w połączeniu z systemem prewencyjnego utrzymania zwiększy korzyści zarządców infrastruktury i ich interesariuszy.

Słowa kluczowe: bezzałogowy statek powietrzny, monitoring infrastruktury kolejowej, detekcja usterek.