

SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Abstract

Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science

Department of Algorithmics and Software

Doctor of Philosophy

**Unmixing of Hyperspectral Images: Where Artificial Intelligence Meets
Earth Observation**

by Lukasz Tulczyjew, MSc

Niniejsza rozprawa doktorska koncentruje się na poprawie analizy obrazów hiperspektralnych poprzez rozwiązywanie kluczowych wyzwań w całym zakresie pracy uczenia maszynowego, od przygotowania danych po wdrożenie modeli. Badania rozpoczynają się od rozwiązania problemu stronicznej oceny modeli, często spowodowanej korelacjami przestrzennymi w obrazowaniu hiperspektralnym. Wprowadzono rygorystyczną strategię podziału danych i walidacji, aby zapobiec przeciekaniu informacji między zbiorami treningowymi i testowymi, zapewniając sprawiedliwą i wiarygodną ocenę wydajności modeli. Następna część pracy bada, jak rozmiar zbioru treningowego wpływa na dokładność i niezawodność estymacji abundancji materiałów. Poprzez przeprowadzone eksperymenty, badanie podkreśla wrażliwość modeli głębokiego uczenia na dostępność etykietowanych danych, oferując cenne wglądy do projektowania odpornych modeli w środowiskach o ograniczonej dostępności danych. Opierając się na tych podstawach, rozprawa porównuje najnowocześniejsze metody głębokiego uczenia do analizy obrazów hiperspektralnych i proponuje nowe architektury modeli zaprojektowane w celu poprawy dokładności rozmieszczenia hiperspektralnego. Obejmują one techniki głębokich zespołów, grafowe konwolucyjne sieci neuronowe łączące cechy spektralne i przestrzenne oraz moduły uwagi, a także elastyczną metodę selekcji pasm, która redukuje złożoność danych bez kompromisów w wydajności. Dodatkowo, badania odnoszą się do praktycznego wyzwania wdrażania zaawansowanych modeli głębokich w rzeczywistych warunkach, szczególnie na urządzeniach brzegowych o ograniczonych zasobach, takich jak satelity. Rozprawa eksploruje również techniki kwantyzacji modeli, które znacząco redukują wymagania obliczeniowe, umożliwiając efektywne uruchamianie złożonych modeli głębokiego uczenia na urządzeniach brzegowych. Podsumowując, powyższy wkład tworzy kompletny szkielec do analizy obrazów hiperspektralnych—od przygotowania danych i selekcji cech po rozwój modeli, ewaluację, optymalizację i wdrożenie. Ta praca nie tylko rozwija naukowe zrozumienie rozmieszczenia hiperspektralnego, ale także dostarcza praktyczne narzędzia i metody dla operacyjnych aplikacji obserwacji Ziemi.