



ROZPRAWA DOKTORSKA

Rekonstrukcja nadrozdzielcza
obrazów cyfrowych
z wykorzystaniem
głębokich konwolucyjnych
sieci neuronowych

mgr inż. Paweł Benecki

promotor: dr hab. inż. Michał Kawulok, prof. PŚ
promotor pomocniczy: dr inż. Daniel Kostrzewa

dyscyplina główna: Informatyka Techniczna
i Telekomunikacja

Gliwice, 22 września 2023

Rekonstrukcja nadrozdzielcza obrazów cyfrowych z wykorzystaniem głębokich konwolucyjnych sieci neuronowych

mgr inż. Paweł Benecki

Streszczenie

Rekonstrukcja nadrozdzielcza (*ang. super-resolution, SR*) jest obszarem przetwarzania obrazów, polegającym na poprawie jakości obrazów o niższej rozdzielczości poprzez podniesienie rozdzielczości przestrzennej. Technologia ta znalazła zastosowanie w fotografii, analizie obrazów satelitarnych, medycynie, kryminalistyce i innych dziedzinach. Wśród metod SR można wyróżnić metody jednoobrazowe *single-image super-resolution, SISR*) oraz wieloobrazowe (*ang. multiple-image super-resolution, MISR*). Celem niniejszej rozprawy było rozwinięcie i ulepszenie istniejących metod MISR.

W pierwszym etapie badań skoncentrowano się na łączeniu tradycyjnych metod MISR z technikami SISR opartymi na głębokich sieciach neuronowych. Zaobserwowano znaczącą poprawę wyników numerycznych na danych sztucznie wygenerowanych. Klasyczne metody oceny jakości wyników okazały się jednak w tym zastosowaniu niespójne z ocenami obserwatorów podczas rekonstrukcji rzeczywistych obrazów satelitarnych. Dlatego dokonano gruntownej analizy istniejących metryk pod kątem przydatności w zadaniu SR. Zaprojektowano również nowe podejście do oceny jakości obrazów, uwzględniające detekcję punktów charakterystycznych obrazu (*ang. keypoint feature similarity, KFS*). Pozwala ono lepiej odzwierciedlić różnice szczegółów między obrazami. Aby zweryfikować przydatność opracowanej metody w treningu wiodących metod MISR, zaprojektowano sposób oceny podobieństwa obrazów oparty na architekturze głębokich sieci konwolucyjnych (*ang. deep keypoint feature similarity, DKFS*). Takie podejście może być użyte w trakcie treningu zamiast tradycyjnie stosowanych metryk L1 i L2. Następnie przeprowadzono trening modeli MISR, wykorzystując jako funkcje straty miary podobieństwa oparte na sieciach głębokich. Wyniki eksperymentów pokazały poprawę jakości rekonstrukcji tak na danych symulowanych, jak i rzeczywistych obrazach satelitarnych.

W rozprawie pokazano, że integracja metod oceny podobieństwa obrazów opartych na punktach charakterystycznych oraz metod MISR opartych na głębokich sieciach neuronowych jest skutecznym i obiecującym kierunkiem w dziedzinie SR. Opisane w rozprawie badania stanowią ważny krok naprzód w dziedzinie przetwarzania obrazów. Opracowane metody poprawiają jakość wyników rekonstrukcji nadrozdzielczej, co może mieć znaczenie w obszarach nauki i gospodarki, gdzie rozdzielczość obrazów odgrywa istotną rolę w podejmowaniu decyzji i analizie danych.