

WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FACULTY OF MATHEMATICS AND INFORMATION SCIENCE

Ph.D. Thesis

Mateusz Buda, M.Sc.

Computer-aided image-based diagnosis: extensions of
computational models with domain knowledge

Supervisor

Artur Jerzy Przelaskowski, Professor

Co-supervisor

Maciej Andrzej Mazurowski, Ph.D.

WARSAW 2024

Streszczenie

Niniejsza rozprawa przedstawia metody uczenia maszynowego wspomagające obrazową diagnostykę medyczną. W rozprawie przedstawiono wyniki badań dotyczące ograniczeń skuteczności metod uczenia maszynowego w wybranych zastosowaniach, w szczególności problem ograniczonego zbioru uczącego i nierównowagi klas. Rozprawa obejmuje dziewięć publikacji, w których dokonano przeglądu koncepcji związanych z głębokim uczeniem w radiologii, zbadano wyzwania związane z uczeniem efektywnych modeli wspomagających diagnostykę obrazowań medycznych oraz opisano metody pozwalające zwiększyć ich efektywność w kontekście realnej przydatności w istotnych zastosowaniach.

Pierwsza publikacja omawia ogólne wyzwania i rosnący potencjał zastosowań metod i modeli głębokiego uczenia we wspomaganiu diagnostyki obrazowej, z naciskiem na kwestie związane z dostępnością danych, walidacją modeli, współpracą z lekarzami oraz przeszkodami w efektywnym wdrażaniu uczenia głębokiego. Druga publikacja dotyczy problemu nierównowagi klas w uczeniu sieci splotowych. Kolejne publikacje koncentrują się na konkretnych projektach i zastosowaniach, które badają te dwa wyzwania i proponują rozwiązania.

Kolejne dwie publikacje poświęcone są zastosowaniom w rezonansie magnetycznym mózgu (MRI), gdzie pierwsza koncentruje się na segmentacji MRI mózgu z wysoce nie zrównoważonym rozkładem klas, a druga bada korzyści płynące z transferu wiedzy w radiogenomice.

Kolejne trzy publikacje dotyczą zastosowań metod uczenia maszynowego we wspomaganiu diagnostyki tarczycy wykorzystującej ultrasonografię. Pierwsza pokazuje, w jaki sposób przybliżone anotacje można wykorzystać do rozszerzenia rozmiaru danych treningowych dla obrazów ultrasonograficznych, druga opisuje implementację systemu do autonomicznej diagnostyki guzków tarczycy, a ostatnia publikacja w tej grupie opisuje optymalizację systemu wytycznych do interpretacji i diagnostyki guzków tarczycy w obrazach ultrasonograficznych.

Dwie ostatnie publikacje dotyczą zastosowań w cyfrowej tomosyntezie piersi, z których pierwsza przedstawia publicznie udostępniony zbiór danych wraz z modelem bazowym, a druga proponuje metodę opartą na uzupełnianiu obrazu przy użyciu modelu generatywnego, który wykorzystuje tylko przykłady bez zmian chorobowych do wykrywania obszarów anormalnych.

Słowa kluczowe: komputerowe wspomaganie diagnozy, uczenie maszynowe, radiologia, obrazowanie medyczne, sieci splotowe, głębokie uczenie, transfer uczenia, nierównowaga klas, sieci generacyjne, rezonans mózgu, ultrasonografia tarczycy, tomosynteza piersi, radiogenomika