



## **„Wysokorozdzielcze obrazowanie multispektralne w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni”**

doktorant Rafał Stojek

promotor dr hab. Rafał Kotyński, prof. UW

Doktorat wdrożeniowy “Wysokorozdzielcze obrazowanie multispektralne w zakresie bliskiej i średniej podczerwieni” będzie realizowany przez Wydział Fizyki UW we współpracy z firmą Vigo System S.A. wytwarzającą zaawansowane technologicznie wysokotemperaturowe detektory podczerwieni. Celem projektu jest uzyskanie metodami obrazowania obliczeniowego (ang. computational imaging) dwuwymiarowej detekcji obrazu w kilku lub kilkunastu kanałach spektralnych przy wykorzystaniu pojedynczych detektorów, lub linii detektorów produkowanych przez Vigo System. Firma VIGO wykorzystuje technologię produkcji detektorów podczerwieni z HgCdTe, które mogą pracować w temperaturze otoczenia, w odróżnieniu od produkowanych wcześniej na świecie przyrządów wymagających chłodzenia ciekłym azotem. Spodziewanym wynikiem doktoratu będzie uzyskanie przez Vigo System możliwości oferowania układów detektorów o funkcjonalności podobnej do znacznie droższych i nie produkowanych przez firmę detektorów wieloelementowych w oparciu o detektory obecnie produkowane i wdrożenie takich układów do produkcji. Ze strony Wydziału Fizyki UW podstawą powodzenia projektu jest doświadczenie Zakładu Optyki Informacyjnej w metodach detekcji punktowej (projekty NCN Opus 2014/15/B/ST7/03107 “Optyczna detekcja jednopunktowa oparta na teorii oszczędnego próbkowania” i 2017/27/B/ST7/00885 “Nadrozdzielczość ukryta w polu dalekim i przekształcenia przestrzenno-widmowe”). W rekonstrukcji obrazu zostaną wykorzystane sieci neuronowe, co jest nowym, obecnie silnie rozwijanym rozwiązaniem w metodach obrazowania obliczeniowego. Kamera będzie zdolna do realizacji prostego rozpoznawania obrazów, które jest często możliwe przy poziomie szumu uniemożliwiającym rekonstrukcję obrazu z jakością pozwalającą na jego analizę wizualną. Rekonstrukcja obrazu i rozpoznawanie obrazu z sygnału uzyskanego w kompresywnym pomiarze pośrednim wymaga rozwiązania problemu odwrotnego na podstawie niepełnej informacji uzyskanej w pomiarze. Jest to możliwe jedynie przy wykorzystaniu dodatkowych założeń np. o istnieniu reprezentacji rzadkiej obrazu lub o znajomości typowego widma przestrzennego. Zwykle prowadzi to do kosztownych obliczeniowo metod rekonstrukcji polegających na minimalizacji kryterium opartego na normie l1, choć istnieją też gorsze ale szybkie jednokrokowe algorytmy rekonstrukcji. Użycie sieci neuronowej ma na celu korektę artefaktów powstających w rekonstruowanym z niepełnej informacji obrazie, redukcję szumu i korektę aberracji. Otwiera też możliwość dalszego uzupełnienia działania urządzenia w kierunku inteligentnej reakcji na obserwowaną informację obrazową. Projekt w podobnym stopniu dotyczy optyki (fizyka, jednocześnie dyscyplina doktoratu) oraz uczenia maszynowego (sztuczna inteligencja). Architektura układu będzie wykorzystywać optykę odbiciową, macierz mikrozwierciadeł DMD opartą na technologii MEMS, element dyspersyjny i detektory podczerwieni w układzie różnicowym. Niedrogie elementy DMD mają zakres działania od 400 nm do 2500 nm natomiast w toku prowadzenia doktoratu okaże się czy zakres ten można rozszerzyć do 400nm - 15um. Sygnał będzie przetwarzany przez głęboką splotową sieć neuronową. Uczenie z nadzorem będzie wykorzystywać zestawienie obrazowanego wzorca z odpowiedzią detektora. W zamierzeniu postaramy się wykorzystywać oprogramowanie objęte licencją GNU (np PyTorch) i w fazie rekonstrukcji oczekujemy, że będzie ona możliwa przy wykorzystaniu średniej klasy komputera PC wyposażonego w GPU i dużą ilość pamięci. Układ będzie wymagał wykonania dedykowanej niskoszumowej elektroniki, w tym zasilaczy i wzmacniaczy oraz oprogramowania układów akwizycji danych i sterowania modulatorem DMD. Ponadto zaprojektowania

optyki w sposób, który pozwoli na jego miniaturyzację i przenośność.