

N N518 427236

Testowanie i rozwój algorytmów klasyfikacji na podstawie obrazów hiperspektralnych w diagnostyce fotodynamicznej i diagnostyce dna oka.

Projekt dofinansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Kierownik Projektu: dr hab. Adam Świtoński

Celem projektu były badania możliwości i korzyści zastosowania obrazowania wielospektralnego i hiperspektralnego w diagnostyce okulistycznej. Prowadzone prace w ramach projektu były skupione wokół kilku wzajemnie uzupełniających się aspektów takich jak: i) opracowanie narzędzi informatycznych wspomagających prace naukowe w tym gromadzenie, przetwarzanie i analizę obrazów wielospektralnych, ii) konstrukcja urządzenia do wielospektralnego obrazowania struktur gałki ocznej i przeprowadzenie akwizycji w warunkach klinicznych, iii) prace naukowo-badawcze związane z testowaniem i rozwojem metod klasyfikacji i przetwarzania obrazów wielo- i hiperspektralnych. Badania prowadzono we współpracy z Kliniką Okulistyczną Akademii Medycznej we Wrocławiu przeprowadzono wielospektralną akwizycję struktur gałki ocznej. Wyselekcjonowano następujące jednostki chorobowe: zapalenie błony naczyniowej odcinka tylnego i przedniego, zaćma, jaskra i retinopatia cukrzycowa. W całości, obejmując diagnozę fotodynamiczną i okulistyczną, zgromadzona baza zdjęć wielospektralnych zawiera 109 obrazów.

W ramach projektu skonstruowano prototypowe urządzenia do wielospektralnej akwizycji struktur gałki ocznej. Jako układ skupiający promieniowanie elektromagnetyczne zastosowano lampę szczelinową poprzedzoną soczewką Volka, dla przypadku akwizycji struktur dna oka oraz fundus kamerę z optycznym wizjerem. Do jednego z okularów lampy szczelinowej lub fundus kamery za pośrednictwem specjalnie opracowanego optycznego układu sprzęgającego podłączono opracowane urządzenie akwizycji wielospektralnej, którego kluczowymi elementami są sterowany napięciowo filtr ciekłokrystaliczny i wysokiej czułości kamera CCD. Przeprowadzono dokładne strojenie układów optycznych co pozwoliło na dopasowanie ogniskowych i uzyskanie zdjęć o zadowalającej ostrości. Wykonano kalibrację tak skonstruowanego urządzenia do przestrzeni RGB i unormowanych przestrzeni spektralnych na podstawie wielospektralnych zdjęć próbnika kolorów Xrite Colorchecker. Zastosowano podejście klasyfikacyjne, dla którego testowano klasyfikator kNN oraz maszyny wektorów wspierających z liniową, radialną i wielomianową funkcją jądra, a także techniki regresji. Zbadano regresję liniową z wykorzystaniem metody najmniejszych kwadratów, z minimalizacją medianowego błędu kwadratowego oraz regresję opartą na pojedynczym atrybucie z najmniejszym błędem średniokwadratowym, jedno- i wielowymiarowe estymatory jądrowe typu Nadaraya–Watson'a oraz regresory bazujące na maszynach wektorów wspierających z radialną i gaussowską funkcją jądra. Przeprowadzono redukcje wymiarowości wielospektralnych obrazów gałki ocznej. Zastosowano analizę składowych głównych w wersji liniowej oraz nieliniowej z wykorzystaniem funkcji jądrowych Gaussa i wielomianowej. Badano różne zakresy ich parametrów. Ze względu na nierównomierne oświetlenie, zaproponowano dwa podejścia do normalizacji widma w ramach przetwarzania wstępnego. Redukcja wymiarowości zachowuje cechy dyskryminacyjne podstawowych struktur przedniego odcinka gałki ocznej jak i dna oka. W ramach przeprowadzonych, wielowariantowych eksperymentów testowano algorytmy grupowania danych Fuzzy ISODATA i Expectation Maximization, klasyfikatory najbliższych sąsiadów, Bayesa i typu wielowarstwowy perceptron, metody poszukiwań podzbioru bazujące na algorytmach wspinaczkowym i genetycznym oraz ocenę podzbioru cech szacowaną poprzez wynik klasyfikacji, spójności podzbioru i korelacji pomiędzy atrybutami. Przy zastosowaniu odpowiednich metod w kolejnych krokach zaproponowanego algorytmu możliwa jest prawidłowa segmentacja podstawowych struktur dna oka, zarówno w podejściu nadzorowanym jak i nienadzorowanym.