

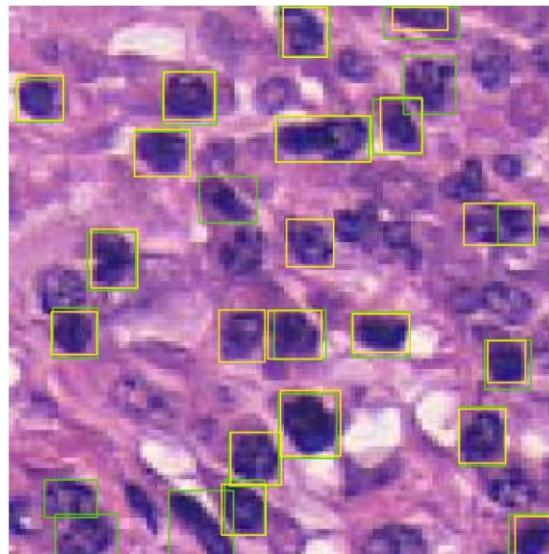


PLAKAT INFORMACYJNY PROJEKT BADAWCZY – STYCZEŃ 2023



Katedra Inżynierii Biomedycznej

Zespół projektowy: 6@KIBI'2022pb	1. Agata Polejowska - kierownik 2. Milena Sobotka 3. Michał Kalinowski 4. Marcin Kordowski
Opiekun:	dr Tomasz Neumann
Klient:	Piotr Szczuko (Konsorcjum AI Tech – Akademia innowacyjnych zastosowań technologii cyfrowych)
Data zakończenia:	31.12.2022
Słowa kluczowe:	obrazy histopatologiczne, detekcja limfocytów, YOLOv5, Detectron2 (RetinaNet), parametry jakościowe obrazu



TEMAT PROJEKTU:

Aplikacja do oceny parametrów obrazów histopatologicznych na detekcję limfocytów za pomocą sztucznych sieci neuronowych

CELE I ZAKRES PROJEKTU:

Celem pracy jest stworzenie bazy danych obrazów histopatologicznych wraz z adnotacjami i oznaczeniami histopatologa oraz stworzenie oprogramowania do zbadania wpływu parametrów obrazu – rozmycie, szum, ostrość, nasycenie, jasność oraz kontrast obrazu na jakość detekcji limfocytów sztucznych sieci neuronowych.

OSIĄGNIĘTE REZULTATY:

1. Zapoznanie się z problemem istotności detekcji limfocytów, poznanie podstaw otrzymywania obrazów histopatologicznych oraz analiza dostępnych metod sztucznych sieci neuronowych w problemach detekcji.
2. Przygotowanie bazy danych poprzez zintegrowanie i dostosowanie dwóch zestawów danych - Leukocyte Images for Segmentation and Classification (LISC) oraz Lymphocyte Detection Andrew Janowczyka. Limfocyty znajdujące się na obrazach zostały ręcznie oznaczone za pomocą platformy Roboflow na podstawie adnotacji specjalistów.
3. Wynikowy zestaw danych zawiera łącznie 2858 oznaczeń limfocytów - zbiór danych został podzielony na: zbiór treningowy 53%, zbiór testowy 26% i zbiór walidacyjny 21%
4. Stworzenie od podstaw aplikacji webowej (nazwaną LDANN – Lymphocytes Detection using Artificial Neural Networks), udostępniającej przyjazny interfejs użytkownika, umożliwiający wykonywanie i podgląd realizowanych operacji na obrazie, przeprowadzenie detekcji za pomocą algorytmów SOTA (State-of-the-Art) oraz wyświetlenie parametrów zbiorów danych.



PLAKAT INFORMACYJNY PROJEKT BADAWCZY – STYCZEŃ 2023



5. Aplikację poprzez API zintegrowano z platformą do wizualizacji i monitorowania eksperymentów Weights & Biases oraz z platformą do przygotowania zestawu danych Roboflow.
6. Dostosowano dwa modele głębokie – YOLOv5 oraz Detectron2 (RetinaNet) do zadania detekcji limfocytów na obrazach histopatologicznych.
7. Przeprowadzono eksperymenty dla zaadaptowanych detektorów dla następujących zniekształceń obrazu: wprowadzenie różnych stopni rozmycia obrazu, dodanie szumów o różnej charakterystyce, zmiana ostrości, nasycenia, jasności oraz kontrastu obrazu.
8. Zestawienie osiągniętych wyników w postaci metryk dla detektorów (tj. Average Precision, F1-score), konfrontując je z literaturą oraz wyciągając wnioski i definiując wpływ wizualnej jakości obrazów.
9. Określenie najbardziej wpływowych parametrów obrazów na jakość treningu sieci neuronowej i detekcję limfocytów
10. W celu przeprowadzenia eksperymentu wykonano augmentację obrazów histopatologicznych oraz wytrenowano model generatywny, dzięki któremu otrzymano nowe próbki. Z uwagi na brak opinii specjalistycznej z dziedziny histopatologii zdecydowano nie umieszczać otrzymanych obrazów w wynikowym zbiorze danych.

CECHY CHARAKTERYSTYCZNE ROZWIĄZANIA, KIERUNKI DALSZYCH PRAC:

Cechy charakterystyczne aplikacji i przeprowadzonych eksperymentów:

1. Automatyczna detekcja limfocytów wykonywana przez sieć neuronową YOLOv5 lub Detectron2 (RetinaNet).
2. Wyświetlanie adnotacji (ground truth i przewidywanej przez model) na wybranym obrazie.
3. Pobieranie przygotowanych zestawów danych z aplikacji Roboflow poprzez API lub załadowanie własnego zestawu danych do aplikacji.
4. Modyfikacja obrazów (wprowadzanie rozmycia, szumu, ostrości, nasycenia, jasności, kontrastu obrazu i normalizacja obrazów algorytmami Macenko lub Reinhard) oraz podgląd realizowanych operacji.
5. Wyświetlanie wybranych obrazów z opcją porównania obrazu przed i po zastosowaniu przetwarzania.
6. Rejestracja metryk detekcji poprzez zintegrowanie aplikacji z platformą Weights & Biases.
7. Wytrenowanie modeli SOTA do zadania detekcji limfocytów.
8. Porównanie skuteczności detekcji limfocytów dla dwóch różnych modeli uczenia głębokiego: YOLOv5, Detectron2 (RetinaNet).
9. Zbadanie wpływu różnych zniekształceń obrazu (rozmycie, szum, ostrość, nasycenie, jasność oraz kontrast obrazu) na skuteczność detekcji limfocytów.



PLAKAT INFORMACYJNY PROJEKT BADAWCZY – STYCZEŃ 2023



Kierunki dalszych prac:

1. Rozszerzenie bazy danych limfocytów o obrazy otrzymane za pomocą różnych technik barwienia oraz warunków digitalizacji, takimi jak modele kamer i mikroskopów w celu zwiększenia reprezentatywności bazy danych i zwiększenia skuteczności detektorów.
2. Przetestowanie innych architektur sieci neuronowych i kontynuacja optymalizacji hiperparametrów modeli głębokich w celu osiągnięcia jak najlepszych wyników detekcji.
3. Przeprowadzenie dodatkowych eksperymentów z innymi typami zniekształceń obrazu.
4. Rozszerzenie aplikacji o funkcjonalność automatycznego oznaczania innych elementów widniejących na obrazach histopatologicznych, takich jak m.in.: naczynia krwionośne, komórki nowotworowe.
5. Integracja aplikacji z platformami do automatyzacji pracy laboratoryjnej.

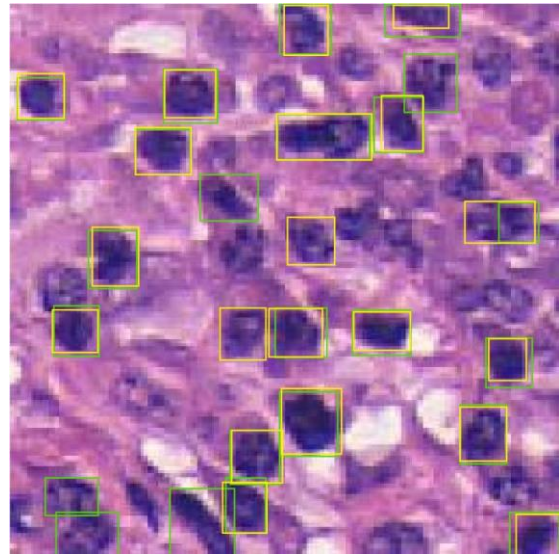


RESEARCH PROJECT INFORMATION FOLDER – JANUARY 2023



Department of Biomedical Engineering

Project team: 6@KIBI'2022pb	1. Agata Polejowska – team leader 2. Milena Sobotka 3. Michał Kalinowski 4. Marcin Kordowski
Supervisor:	dr Tomasz Neumann
Client:	Piotr Szczuko (Konsorcjum AI Tech – Akademia innowacyjnych zastosowań technologii cyfrowych)
Date:	31.12.2022
Key words:	histopathological images, lymphocyte detection, YOLOv5, Detectron2 (RetinaNet), image quality parameters



PROJECT TITLE:

An application for evaluating parameters of histopathological images for the detection of lymphocytes using artificial neural networks

OBJECTIVES AND SCOPE:

The goal of the project is to create a dataset of histopathological images with annotations and labels verified by histopathologist, and to create an application for evaluating the effects of image parameters - blur, noise, sharpness, saturation, brightness and contrast of the image on the quality of lymphocyte detection by artificial neural networks.

RESULTS:

1. The problem of the importance of lymphocyte detection was investigated, knowledge of the basics of obtaining histopathological images and analysis of available methods of artificial neural networks in detection problems.
2. Database were prepared by integrating and adapting two datasets - Leukocyte Images for Segmentation and Classification (LISC) and Lymphocyte Detection by Andrew Janowczyk. Lymphocytes in the images were manually marked by us using the Roboflow platform based on the annotations of specialists.
3. The final dataset contains a total of 2858 lymphocyte determinations - the dataset was split into: 53% training set, 26% test set and 21% validation set.
4. A web application was created from scratch (named LDANN – Lymphocytes Detection using Artificial Neural Networks), providing a user-friendly interface that allows for the execution and visualization of operations on images, the detection of lymphocytes using state-of-the-art algorithms and displaying the parameters of data sets.
5. The application was integrated with the Weights & biases visualization and experiment monitoring platform through an API, as well as the Roboflow data preparation platform.
6. Two deep learning models YOLOv5 and Detectron2 (RetinaNet), were adapted for the task of detecting lymphocytes in histopathological images.



RESEARCH PROJECT INFORMATION FOLDER – JANUARY 2023



7. Experiments were conducted for the adapted detectors with the following image deformations: introducing different levels of image blur, adding different noise characteristics, changing the sharpness, saturation, brightness and contrast of the image.
8. The results were compiled in the form of metrics for the detectors (i.e. Average Precision, F1-score), comparing them with results from scientific literature and drawing conclusions and defining the impact of image quality in the field of histopathology.
9. The most influential image parameters on the quality of neural network training and lymphocyte detection were determined.
10. As part of the experiment, histopathological images were augmented and a generative model was trained, thanks to which new samples were obtained. Due to the lack of expert opinion in the field of histopathology, we decided not to include the resulting images in the final dataset.

MAIN FEATURES, FUTURE WORKS:

Main features of application and experiments conducted:

1. Automatic detection of lymphocytes performed by the YOLOv5 or Detectron2 (RetinaNet) models.
2. Displaying annotations (ground truth and predicted by the model) on the selected image.
3. Fetching prepared datasets from the Roboflow application through the API or uploading a custom dataset to the application.
4. Modifying images (applying blur, noise, sharpness, saturation, brightness, image contrast and normalizing images using the Macenko or Reinhard algorithms) and viewing the applied operations.
5. Displaying selected images with the option to compare the image before and after processing.
6. Tracking detection metrics by integrating the application with the Weights & Biases platform.
7. Training SOTA models for lymphocytes detection task.
8. Comparing the effectiveness of lymphocytes detection for two deep learning models: YOLOv5, Detectron2 (RetinaNet).
9. Examining the impact of different image distortions (blur, noise, sharpness, saturation, brightness and contrast) on the effectiveness of lymphocytes detection.



RESEARCH PROJECT INFORMATION FOLDER – JANUARY 2023



Future works:

1. Expanding the lymphocytes databases to include images obtained using different staining techniques and under different digitalization conditions, such as different camera models and microscopes, to increase the representativeness of the database and improve the effectiveness of the detectors.
2. Testing other neural network architectures and continuing to optimize the hyperparameters of the deep learning models in order to achieve the best detection results.
3. Conducting additional experiments with other types of image distortions.
4. Expanding the application to include the functionality of automatic labeling of other elements appearing on histopathological images, such as blood vessels and cancer cells.
5. Integrating the application with platforms for automatic laboratory work.