

# Dokumentacja pracy dyplomowej

**Maciej Sztabiński**

**Koordynator: Dr Paweł Drozda**

## Spis treści

Wprowadzenie .....	2
Cel aplikacji .....	2
Wymagania funkcjonalne:.....	2
Autoryzuj Użytkownika .....	2
Strona domowa .....	3
Przeglądaj historię.....	3
Wymagania нефункционалне .....	3
Analiza użytkowników .....	3
Technologie .....	4
Plan Badań .....	4
Wprowadzenie.....	4
Cel modelu .....	4
Przegląd literatury .....	5
Istniejące metody klasyfikacji obrazów.....	5
Przykłady zastosowań .....	5
Metodologia .....	5
Źródła danych .....	5
Czyszczenie danych.....	5
Przygotowanie danych .....	6
Analiza danych .....	6
Wybór narzędzi i technologii: .....	6
Wymagania dotyczące frontendu aplikacji .....	6
Interfejs użytkownika (UI).....	6
User Experience (UX).....	7
Integracja z Backendem .....	7

Wymagania dotyczące backendu aplikacji .....	7
Zarządzanie użytkownikami: .....	7
Przesyłanie i przechowywanie zdjęć .....	7
Przetwarzanie i klasyfikacja obrazów .....	8
Historia: .....	8
Schemat bazy danych.....	8
Tabela Users.....	8
Tabela History.....	8
Tabela Mushrooms.....	9

## Wprowadzenie

Dokumentacja będzie opisywała projekt aplikacji, której zadaniem jest rozpoznanie grzybów na podstawie zdjęcia.

W dokumentacji zawierają się informacje o tym jaki jest cel aplikacji, jakie funkcje powinna spełniać i co oferować użytkownikom, jakie są wymagania względem działania frontend, backend, modelu uczenia maszynowego, jakie technologie zostaną użyte w procesie tworzenia aplikacji.

## Cel aplikacji

Aplikacja ma pomóc osobom, które nie do końca znają się na gatunkach grzybów bądź nie są pewne swoich przewidywań rozwiązać ich problemy poprzez wskazanie prawdopodobnego gatunku grzyba, który użytkownik wcześniej przestał do aplikacji.

W tym celu model powinien być wytrenowany w taki sposób, by zauważać różnice między poszczególnymi gatunkami grzybów oraz poprawnie klasyfikować zdjęcia do gatunków grzybów.

## Wymagania funkcjonalne:

### Autoryzuj Użytkownika

Po włączeniu aplikacji użytkownikowi ukazuje się panel logowania. Musi wypełnić pola „login” oraz „hasło” danymi do swojego konta, a następnie kliknąć przycisk „zaloguj”, by poprawnie zalogować się do systemu.

Jeśli użytkownik nie posiada konta może zarejestrować się klikając przycisk „Zarejestruj się”. Wtedy przeniesiony zostanie na podstronę poświęconą rejestracji, gdzie musi wypełnić pola takie jak: „login”, „hasło”, „powtórz hasło”, „email”, by poprawnie utworzyć konto. Wymagania dotyczące haseł to:

Hasło zawiera przynajmniej jedną dużą i małą literę

Hasło zawiera przynajmniej jedną cyfrę lub znak specjalny.

Hasło składa się z przynajmniej 10 znaków.

Po poprawnej rejestracji użytkownik zostaje automatycznie zalogowany.

Zalogowany użytkownik zostaje automatycznie przeniesiony na stronę domową aplikacji.

## Strona domowa

Po zalogowaniu do aplikacji użytkownikowi ukazuje się strona domowa, gdzie widnieje obszar do wklejenia zdjęcia i przycisk „Sprawdź”. Po wprowadzeniu zdjęcia i naciśnięciu przycisku aplikacja wyświetli najprawdopodobniejsze gatunki grzyba z informacją o tym, czy jest trujący czy jadalny, a także z informacją o tym, jak można dalej zidentyfikować gatunek grzyba operując już nie tylko na cechach wizualnych, ale także smakowych bądź zapachowych.

## Przeglądaj historię

Wybranie tej opcji w panelu nawigacji przeniesie użytkownika do podstrony poświęconej historii wrzucanych zdjęć i wyników dla nich. Mamy tam możliwość podejrzeć zdjęcia, które uprzednio przestaliśmy do aplikacji oraz predykcje dołączone do tych zdjęć i dodatkowe dalsze kroki w celu identyfikacji gatunku grzyba.

## Wymagania niefunkcjonalne

- Intuicyjny, łatwy w obsłudze interfejs dla użytkowników, w tym prosty sposób przesyłania zdjęć i uzyskiwania wyników klasyfikacji.
- Zapewnienie, że dane przesyłane i przechowywane w systemie nie zostaną zmienione bez odpowiedniego uprawnienia.
- Mechanizmy obsługi błędów, które zapewniają, że system będzie działać poprawnie nawet w przypadku nieprawidłowych lub niskiej jakości zdjęć.

## Analiza użytkowników

Przyszły użytkownik systemu to osoba, która oczekuje od systemu szybkości działania, prostoty działania aplikacji oraz poprawnych przewidywań dotyczących gatunku grzyba

ze zdjęcia. Użytkownik potrzebuje być pewny, że system nie zawiedzie go w sytuacji, która nagle wymaga skorzystania z aplikacji.

Badanie technologii, które mogą być zastosowane.

W celu stworzenia aplikacji potrzebujemy do tego trzech elementów kluczowych:

- a) Model klasyfikatora
- b) Backend
- c) Frontend

Model klasyfikatora będzie oparty o uczenie głębokie, w szczególności oparty o Konwolucyjne Sieci Neuronowe (CNN). CNN zostało zaprojektowane tak, by automatycznie i adaptacyjnie uczyć się przestrzennych hierarchii cech poprzez odpowiednie stosowanie operacji matematycznych (szczególnie przydatne do pracy na obrazach). Potrzebny może okazać się także Transfer Learning, który polega na wykorzystaniu wstępnie wytrenowanych modeli, które zostały wytrenowane na dużych zbiorach danych, aby rozwiązać problemy w innych, mniejszych zbiorach.

## Technologie

Frontend – React, TypeScript, vite, CSS

Backend – Python FastAPI, sqlalchemy

Sztuczna inteligencja i uczenie maszynowe – TensorFlow, Pillow

## Plan Badań

### Wprowadzenie

#### Cel modelu

Model służyć będzie klasyfikacji obrazów grzybów. Na podstawie tejże klasyfikacji i prawdopodobieństwie poprawnej klasyfikacji danego gatunku będziemy w stanie poinformować użytkownika o tym, czy grzyb jest jadalny czy nie.

Zakres badań obejmuje zbieranie i analizę danych, wybór odpowiedniego podejścia oraz implementację algorytmów uczenia maszynowego, udoskonalenie modelu i interpretację wyników.

## Przegląd literatury

### Istniejące metody klasyfikacji obrazów

1. Metody machine learning
  - SVM
  - Random Forest
  - KNN
2. Metody deep learning
  - CNN – Convolutional Neural Networks
  - Transfer Learning
  - Ensemble Methods
3. Metody hybrydowe
  - Hybrid CNN-RNN - Połączenie Convolutional Neural Networks (CNN) z Recurrent Neural Networks (RNN)
  - Attention Mechanisms

### Przykłady zastosowań

Rolnictwo: Klasyfikacja upraw na zdjęciach satelitarnych do monitorowania stanu roślinności.

Medycyna: Analiza obrazów medycznych, takich jak MRI lub CT, do wykrywania anomalii.

Zadania ogólne: Klasyfikacja obiektów w dużych zbiorach danych, takich jak ImageNet, używane w różnych aplikacjach od rozpoznawania produktów po bezpieczeństwo.

Diagnostyka medyczna: Analiza obrazów medycznych.

Przemysł samochodowy: Wykrywanie i klasyfikacja obiektów w obrazach z kamer w pojazdach autonomicznych.

## Metodologia

### Źródła danych

- Źródła publiczne – korzystać będziemy ze zbioru danych „Mushroom Species”, który znajdziemy na platformie kaggle.com (<https://www.kaggle.com/datasets/tehir0/mushroom-species/data>)
- Źródła prywatne – korzystać będę ze zdjęć niektórych gatunków, które udało mi się zebrać bądź sfotografować.

### Czyszczenie danych

- Usuwanie duplikatów – sprawdzenie i usunięcie ewentualnych zduplikowanych obrazów, aby zapewnić unikalność danych.

- Sprawdzenie jakości – usunięcie obrazów, które są nieczytelne, rozmazane lub zbyt rozjaśnione/przyciemnione.
- Weryfikacja poprawności etykiet – sprawdzenie czy etykiety przypisane do zdjęć są poprawne, ewentualna poprawa etykiet.

## Przygotowanie danych

- Konwersja obrazów do odpowiednich formatów (np. zmiana rozmiaru obrazu)
- Podział danych na zbiory treningowy, testowy i walidacyjny. Podział to 70% trening, 10% test, 20% walidacja.

## Analiza danych

- Zebranie odpowiednio dużego zbioru danych różnych gatunków grzybów. Dane powinny być zróżnicowane pod względem tła, oświetlenia, nachylenia grzyba itp.
- Etykietowanie danych – każdy obraz powinien być poprawnie etykietowany odpowiednią klasą (w tym przypadki gatunkiem grzyba)
- Eksploracyjna analiza danych – przeanalizowanie zebranych danych, identyfikacja wzorców, sprawdzenie rozkładu klas oraz sprawdzenie jakości obrazów (przydatne mogą okazać się histogramy i wykresy).

## Wybór narzędzi i technologii:

- Transfer Learning – Skorzystamy z wstępnie wytrenowanych modeli CNN, aby skorzystać z wiedzy zdobytej na dużych zbiorach.
- Fine-Tuning – Zamrożenie większości warstw wstępnie wytrenowanego modelu i trenowanie tylko ostatnich warstw tak, by dostosowane były do problemu klasyfikacji zdjęć grzybów.
- Budowanie modelu – Implementujemy model w TensorFlow

## Wymagania dotyczące frontendu aplikacji

### Interfejs użytkownika (UI)

- Intuicyjność – łatwość użycia dla wszystkich użytkowników, niezależnie od ich stopnia opanowania pracy z aplikacją. To także przejrzysty układ strony z jasnymi instrukcjami dotyczącymi przesyłania zdjęć i interpretacji wyników.
- Przesyłanie obrazów – funkcjonalność powinna umożliwiać użytkownikowi łatwe przesyłanie zdjęć z ich urządzeń. Funkcjonalność powinna obsługiwać różne formaty obrazów.
- Wizualizacja wyników – wyniki klasyfikacji powinny być wyświetlone wraz ze szczegółowymi informacjami o prawdopodobieństwie klasyfikacji. Wyświetlenie informacji dodatkowych, które pozwolą lepiej ocenić gatunek grzyba.

- Historia użytkownika – sekcja, w której użytkownik może przeglądać historię wcześniej przestanych obrazów i wyników ich klasyfikacji.

## User Experience (UX)

- Szybkość i wydajność – szybkie ładowanie strony i przetwarzanie przesyłanych obrazów. Minimalizacja czasu oczekiwania na wyniki klasyfikacji.
- Bezpieczeństwo i prywatność – zapewnienie, że dane użytkowników są bezpieczne.

## Integracja z Backendem

- API – frontend powinien komunikować się z backendem za pomocą REST API.
- Autoryzacja – system logowania i rejestracji użytkowników, zarządzanie sesjami użytkowników za pomocą tokenów JWT.
- Przesyłanie danych – przesyłanie obrazów do backendu w celu klasyfikacji, odebranie i wyświetlenie wyników otrzymanych z backendu.

## Wymagania dotyczące backendu aplikacji

### Zarządzanie użytkownikami:

- Rejestracja i logowanie – użycie mechanizmów rejestracji i logowania użytkowników, obsługa autoryzacji, uwierzytelniania i odzyskiwania haseł.
- Zarządzanie kontem użytkownika – możliwość aktualizacji danych użytkownika i usuwania konta.
- Sesje użytkowników – zarządzanie sesjami za pomocą tokenów lub sesji opartych o ciasteczka.
- Role i uprawnienia – zastosowanie różnych poziomów dostępu (użytkownicy, administratorzy), kontrolowanie dostępu do różnych zasobów aplikacji.

### Przesyłanie i przechowywanie zdjęć

- Funkcja pozwalająca użytkownikom na przesyłanie zdjęć grzybów, walidacja rozmiarów plików i ich formatów.
- Przechowywanie obrazów – bezpieczne przechowywanie obrazów w systemie, zarządzanie miejscem przechowywania
- Pobieranie obrazów – opcja pobrania przestanych obrazów w celu przeglądania historii klasyfikacji.

## Przetwarzanie i klasyfikacja obrazów

- Model klasyfikacji – implementacja modelu uczenia maszynowego do klasyfikacji zdjęć grzybów, optymalizacja modelu pod kątem dokładności i szybkości.
- API klasyfikacji – stworzenie endpointu API, który przyjmuje obraz i zwraca wynik klasyfikacji zdjęcia.
- Czas oczekiwania – minimalizacja czasu oczekiwania na wynik.

## Historia:

- Rejestracja klasyfikacji – zapisywanie wyników klasyfikacji w bazie danych
- Przeglądanie historii – endpoint API pozwalający na pobranie historii klasyfikacji.

## Schemat bazy danych

### Tabela Users

Nazwa kolumny	Typ danych	Ograniczenia	Opis
UserID	INT	PRIMARY KEY, AI	Unikalne id użytkownika
Username	VARCHAR(50)	UNIQUE, NOT NULL	Nazwa użytkownika
PasswordHash	VARCHAR(255)	NOT NULL	Hash hasła użytkownika
Email	VARCHAR(100)	UNIQUE, NOT NULL	Adres email użytkownika
CreatedAt	TIMESTAMP	DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP	Data rejestracji użytkownika

### Tabela History

Nazwa kolumny	Typ danych	Ograniczenia	Opis
HistoryID	INT	PRIMARY KEY, AI	Unikalne id rekordu historii
UserID	INT	FOREIGN KEY REFERENCES Users (UserID)	Id użytkownika
ActionTime	TIMESTAMP	DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP	Czas wykonania akcji
File	BLOB	NOT NULL	Plik obrazu
MushroomID1	INT	FOREIGN KEY REFERENCES Mushrooms (MushroomID)	Id grzyba 1



Confidence1	FLOAT	NOT NULL	Pewność modelu dla grzyba 1
MushroomID2	INT	FOREIGN KEY REFERENCES Mushrooms (MushroomID)	Id grzyba 2
Confidence2	FLOAT	NOT NULL	Pewność modelu dla grzyba 2
MushroomID3	INT	FOREIGN KEY REFERENCES Mushrooms (MushroomID)	Id grzyba 3
Confidence3	FLOAT	NOT NULL	Pewność modelu dla grzyba 3

Tabela Mushrooms

Nazwa kolumny	Typ danych	Ograniczenia	Opis
MushroomID	INT	PRIMARY KEY, AI	Unikalne id gatunku grzyba
CommonName	VARCHAR(100)	NOT NULL	Pospolita nazwa grzyba
ScientificName	VARCHAR(100)	NOT NULL	Nazwa naukowa grzyba
Description	TEXT	NOT NULL	Opis gatunku
Edibility	VARCHAR(50)	NOT NULL	Informacja o jadalności