



AKADEMIA  
ŁOMŻYŃSKA

**Wydział Nauk Informatyczno-Technologicznych**

Kierunek studiów: **Informatyka I stopnia**

Ścieżka rozwoju: **Systemy oprogramowania**

**Wydziałowy projekt zespołowy**

**Patryk Wąsiewicz 10032**

**Mateusz Kostera 9679**

**Daniel Gosk 10048**

**Aplikacja do Rozpoznawania Banknotów Wykorzystująca  
Teachable Machine i TensorFlow.js**

Prowadzący

dr inż. Janusz Rafałko

Łomża 2023

## Spis treści

<b>1. Wstęp.....</b>	<b>1</b>
1.1 Cel .....	2
1.2 Środki implementacji.....	2
<b>2. Metodologia.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Architektura systemu .....</b>	<b>1</b>
3.1 Ogólny przegląd.....	2
3.2 Komponenty systemu.....	2
3.3 Proces pracy .....	2
<b>4. Bezpieczeństwo i prywatność.....</b>	<b>1</b>
<b>5. Funkcjonalność.....</b>	<b>1</b>
<b>6. Przegląd kodu.....</b>	<b>1</b>
<b>7. Testy .....</b>	<b>1</b>
7.1 Proces testowania .....	2
7.2 Wyniki testów .....	2
7.3 Różne warunki oświetleniowe .....	2
7.4 Orientacja banknotów .....	2
<b>8. Wnioski .....</b>	<b>1</b>



## 1. Wstęp

### 1.1 Cel

Celem tego projektu jest stworzenie aplikacji do rozpoznawania banknotów przy użyciu technologii uczenia maszynowego, w szczególności z wykorzystaniem platformy Teachable Machine. Aplikacja ma na celu ułatwienie identyfikacji różnych nominałów banknotów.

### 1.2 Środki implementacji

#### Teachable Machine

Wykorzystanie tej platformy Google do szybkiego i efektywnego trenowania modeli rozpoznawania obrazu.

Brak potrzeby głębokiej wiedzy o uczeniu maszynowym, co ułatwia rozwój.

#### TensorFlow.js

Biblioteka JavaScript do uruchamiania modeli uczenia maszynowego w przeglądarce lub na Node.js.

Zapewnia łatwą integrację modeli z aplikacjami webowymi.

#### HTML/CSS/JavaScript

Budowa interfejsu użytkownika i logiki frontendowej.

Wykorzystanie technologii webowych umożliwia szeroką dostępność i kompatybilność.

#### Kamera Internetowa/Telefon Komórkowy

Wykorzystanie wbudowanych kamer do skanowania i identyfikacji banknotów.

## 2 Metodologia

### Zbieranie Danych:

Zdobywanie obrazów banknotów z różnych walut pod różnymi kątami i w różnych warunkach oświetleniowych.

### Trenowanie Modelu:

Wykorzystanie Teachable Machine do trenowania modelu na podstawie zebranych obrazów.

Testowanie i Optymalizacja:

Przeprowadzanie testów w celu oceny skuteczności i dokonywanie niezbędnych korekt w modelu.

Wdrożenie i Integracja:

Tworzenie aplikacji mobilnej lub webowej wykorzystującej wytrenowany model.

Integracja z kamerą urządzenia dla real-time processing.

Iteracyjne Ulepszanie:

Ciągłe zbieranie informacji zwrotnych od użytkowników i ulepszanie aplikacji.

### 3 Architektura systemu

#### 3.2 Ogólny przegląd

Architektura systemu aplikacji do rozpoznawania banknotów została zaprojektowana tak, aby była skalowalna, elastyczna i łatwa w utrzymaniu. Skupia się na integracji z Teachable Machine i TensorFlow.js, zapewniając jednocześnie intuicyjny interfejs użytkownika.

#### 3.3 Komponenty systemu:

Model Uczenia Maszynowego:

Teachable Machine: Serce systemu, odpowiedzialne za rozpoznawanie obrazów banknotów.

Model i Metadane: Zawierają informacje o szkoleniu i klasach (nominałach banknotów).

Klient (Frontend):

Interfejs Użytkownika (UI): HTML/CSS/JavaScript do stworzenia interaktywnej strony internetowej.

Integracja z Kameral: Wykorzystanie API przeglądarki do uzyskania dostępu do kamery użytkownika.



#### Biblioteki i Zależności:

TensorFlow.js: Do uruchamiania modelu uczenia maszynowego.

TeachableMachine.js: Dostarczana przez Teachable Machine, służy do łatwego ładowania i wykorzystywania modeli.

#### Komunikacja:

Interakcja między front-endem a Teachable Machine odbywa się za pośrednictwem TensorFlow.js.

Opcjonalnie, komunikacja z serwerem backendowym, jeśli jest używany.

### 3.4 Proces pracy

#### Inicjalizacja Aplikacji:

Użytkownik włącza aplikację, która ładuje model uczenia maszynowego.

#### Przechwytywanie Obrazu:

Użytkownik kieruje kamerę na banknot.

Obraz jest przechwytywany przez aplikację.

#### Rozpoznawanie i Analiza:

Obraz jest analizowany przez model w czasie rzeczywistym.

Model identyfikuje nominał banknotu.

#### Wyświetlanie Wyników:

Wyniki są wyświetlane użytkownikowi na interfejsie aplikacji.

## 4 Bezpieczeństwo i prywatność

#### Przetwarzanie Lokalne:

Wszystkie operacje rozpoznawania odbywają się lokalnie na urządzeniu użytkownika, co zwiększa bezpieczeństwo i prywatność.

#### Brak Zbierania Danych:

Aplikacja nie gromadzi ani nie przesyła obrazów poza urządzenie użytkownika.

## 5 Funkcjonalność

Rozpoznawanie banknotów:

Aplikacja jest w stanie rozpoznać różne nominały banknotów.

Wsparcie dla wielu walut:

Może być dostosowana do rozpoznawania banknotów różnych walut.

Interfejs użytkownika:

Prosty i intuicyjny interfejs zapewnia łatwość użytkowania.

Feedback:

Użytkownik otrzymuje natychmiastową informację zwrotną o zidentyfikowanym banknocie.

Architektura Systemu

Teachable Machine:

Model uczenia maszynowego został wytrenowany za pomocą obrazów banknotów.

Integracja z aplikacją:

Model jest integrowany z aplikacją mobilną/stroną internetową.

Proces rozpoznawania:

Aplikacja wykorzystuje kamerę urządzenia do skanowania banknotu i wysyła obraz do modelu do analizy.

Wyświetlanie wyników:

Wyniki są wyświetlane użytkownikowi w czasie rzeczywistym.

Instrukcja Użytkowania

Uruchomienie aplikacji:

Otwórz aplikację na swoim urządzeniu.

Skanowanie banknotu:

Skieruj kamerę na banknot.

Odczyt wyniku:

Na ekranie pojawi się informacja o nominale skanowanego banknotu.

Wymagania Systemowe:

Zgodność z systemem Android/iOS lub przeglądarką internetową.

Wymagana kamera internetowa lub wbudowana w urządzenie.

Połączenie internetowe do przesyłania obrazów do modelu.

Przetwarzanie danych:

Wszystkie dane są przetwarzane lokalnie, zapewniając prywatność.

Bezpieczeństwo:

Aplikacja nie przechowuje obrazów banknotów ani innych danych użytkownika.

## 6 Przegląd kodu

### Struktura HTML

Model Obrazu Teachable Machine:

```
<div>Rozpoznawanie polskich banknotów </div>
```

Ten fragment to prosty nagłówek wyświetlany na stronie.

Przycisk Start:

```
<button type="button" onclick="init()">Start</button>
```

Przycisk inicjujący proces. Funkcja init() jest wywoływana po jego kliknięciu.

Kontenery na Webcam i Etykiety:

```
<div id="webcam-container"></div>  
<div id="label-container"></div>
```

Dwa kontenery: pierwszy do wyświetlania obrazu z kamery, drugi do wyświetlania wyników przewidywań modelu.

Załączanie Skryptów:

```
<script  
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@tensorflow/tfjs@latest/dist/tf.min.js"></script>  
<script  
src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/@teachablemachine/image@latest/dist/teachablemachine-image.min.js"></script>
```

Skrypty TensorFlow.js i Teachable Machine są ładowane ze źródła CDN. TensorFlow.js to biblioteka JavaScript umożliwiająca pracę z modelami uczenia maszynowego, a Teachable Machine to narzędzie do łatwego tworzenia takich modeli.

## Skrypt JavaScript

Definicja Zmiennych:

URL modelu, zmienne dla modelu, kamery, kontenera etykiet i maksymalnej liczby przewidywań.

Funkcja init():

Ładuje model i metadane.

Ustawia kamerę internetową.

Dodaje elementy do DOM (Document Object Model).

Funkcja loop():

Aktualizuje obraz z kamery i uruchamia przewidywania w pętli.

Funkcja predict():

Przeprowadza przewidywania na podstawie obrazu z kamery.

Aktualizuje kontener etykiet wynikami przewidywań.

## Integracja z Teachable Machine

Użycie modelu Teachable Machine: Model jest wczytywany z podanego URL, który jest linkiem do eksportowanego modelu z Teachable Machine. Model ten jest następnie używany do przewidywania na podstawie danych z kamery.

## Bezpieczeństwo i Wydajność

Wszystkie operacje odbywają się po stronie klienta, co zapewnia prywatność i redukuje obciążenie serwera.



## 7 Testy

### 7.1 Proces Testowania

W procesie testowania naszej aplikacji do rozpoznawania banknotów przeprowadziliśmy szereg testów, aby zweryfikować jej skuteczność i niezawodność. Testy te obejmowały wykonanie serii zdjęć różnych banknotów w różnych warunkach oświetleniowych i orientacji.

### 7.2 Wyniki Testów

Skuteczność Rozpoznawania:

Aplikacja wykazała wysoką skuteczność w rozpoznawaniu banknotów. W testach udało się poprawnie zidentyfikować każdy z różnych banknotów, zarówno nowe, jak i używane.

#### Rozpoznawanie polskich banknotów

Start



10zł: 0.84  
20zł: 0.16  
50zł: 0.00  
100zł: 0.00  
200zł: 0.00  
500zł: 0.00

*Rys.1 Testowanie aplikacji*

## Rozpoznawanie polskich banknotów

Start



10zł: 0.00

20zł: 1.00

50zł: 0.00

100zł: 0.00

200zł: 0.00

500zł: 0.00

*Rys.2 Testowanie aplikacji*



## Rozpoznawanie polskich banknotów

Start



10zł: 0.00  
20zł: 0.01  
50zł: 0.00  
100zł: 0.10  
200zł: 0.89  
500zł: 0.00

*Rys.3 Testowanie aplikacji*

### 7.3 Różne warunki oświetleniowe:

Aplikacja została przetestowana w różnych warunkach oświetleniowych, od słabego oświetlenia po silne światło dzienne. Wyniki pokazały, że aplikacja skutecznie radzi sobie w różnorodnych warunkach, co jest kluczowe dla jej praktycznego zastosowania.

### 7.4 Orientacja banknotów:

Testowano banknoty umieszczone w różnych orientacjach. Aplikacja skutecznie identyfikowała banknoty bez względu na to, czy były one położone poziomo, pionowo, czy pod kątem.

## 8 Wnioski

Wyniki testów dowodzą, że aplikacja jest skutecznym narzędziem do rozpoznawania banknotów. Jej zdolność do pracy w różnych warunkach oświetleniowych i z banknotami o różnej orientacji czyni ją użytecznym narzędziem dla osób potrzebujących wsparcia w identyfikacji walut.