

KOMPLET LEKCJI

Dane uczące i błędy modelu

AI

Klasy VII i VIII

45 minut

Lekcja otwarta

Uczeń pokazuje na własnym modelu, że jakość i skład danych uczących decydują o tym, gdzie model się myli.

W tym pliku są wszystkie materiały do lekcji: scenariusz z kluczem do karty pracy i kryteriami oceny, prezentacja, karta pracy, materiały dla ucznia, kartka dla rodzica oraz quiz w wersji dla ucznia i z odpowiedziami.

Co znajdziecie w środku

1. Scenariusz lekcji
2. Prezentacja na tablicę
3. Karta pracy do druku
4. Materiały dla ucznia
5. Kartka dla rodzica
6. Quiz dla ucznia
7. Quiz z odpowiedziami

SCENARIUSZ LEKCJI

Dane uczące i błędy modelu

Cel lekcji

Uczeń pokazuje na własnym modelu, że jakość i skład danych uczących decydują o tym, gdzie model się myli.

Czego uczy ta lekcja

Wpływ danych uczących na model

Wiesz, że model uczy się tylko z przykładów, które mu pokażesz, i potrafisz wskazać, czego w tych przykładach zabrakło.

Wykrywanie i opisanie błędu modelu

Umiesz znaleźć przypadek, w którym model się myli, i napisać jednym zdaniem, skąd ten błąd się wziął.

Potrzebny sprzęt

laptopy szkolne z przeglądarką i dostępem do internetu, po jednym na parę uczniów, wbudowana kamera lub kamera USB, projektor lub monitor do pokazu, kartki A4 i flamastry do przygotowania obrazków testowych

Podstawa programowa

Informatyka, Szkoła podstawowa, klasy VII i VIII

Cele kształcenia, wymagania ogólne

- I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów na bazie logicznego i abstrakcyjnego myślenia, myślenia algorytmicznego i sposobów reprezentowania informacji.
- IV. Rozwijanie kompetencji społecznych, takich jak komunikacja i współpraca w grupie, w tym w środowiskach wirtualnych, udział w projektach zespołowych oraz zarządzanie projektami.

Treści nauczania, wymagania szczegółowe

- IV.2. ocenia krytycznie informacje i ich źródła, w szczególności w sieci, pod względem rzetelności i wiarygodności w odniesieniu do rzeczywistych sytuacji, docenia znaczenie otwartych zasobów w sieci i korzysta z nich. (Najbliższe dopasowanie w obowiązującej dla klas VII i VIII podstawie. Punkt mówi o krytycznej ocenie informacji i źródeł, nie o

modelach uczenia maszynowego ani o danych uczących. Używać ostrożnie, jako podstawy dla części lekcji o ocenie wiarygodności wyniku modelu, a nie jako pokrycia całej lekcji.)

- 1.3. przedstawia sposoby reprezentowania w komputerze wartości logicznych, liczb naturalnych (system binarny), znaków (kody ASCII) i tekstów. (Dopasowanie częściowe: punkt dotyczy reprezentowania danych w komputerze, co uzasadnia wątek o tym, czym w praktyce jest zbiór danych uczących. Nie obejmuje uczenia modelu.)

NOWA PODSTAWA PROGRAMOWA, DZ.U. 2026 POZ. 378

4.3. trenuje model uczenia maszynowego, analizuje jego działanie oraz modyfikuje dane, aby poprawić precyzję i wiarygodność wyników;

3.5. wykorzystuje narzędzia sztucznej inteligencji do wspomagania tworzenia treści, edytuje je i ocenia ich trafność oraz zgodność ze specyfikacją problemu;

5.5. próbuje odróżnić treści tworzone przez człowieka od generowanych ze wsparciem sztucznej inteligencji oraz porównuje ich styl, jakość i wartość poznawczą.

Podstawa prawna: Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej, Dz.U. 2017 poz. 356.

Brzmienie: Załącznik nr 2 do Dz.U. 2017 poz. 356 w brzmieniu nadanym przez Dz.U. 2024 poz. 996, część KLASZ VII i VIII

Lista kontrolna przed lekcją

Do odhaczenia dzień wcześniej i 10 minut przed dzwonkiem.

- ☐ Dzień wcześniej: otwórzcie teachablemachine.withgoogle.com na laptopie nauczycielskim i na jednym laptopie uczniowskim. Sprawdźcie, że strona ładuje się bez logowania i że przeglądarka pyta o dostęp do kamery. Jeśli filtr szkolnej sieci blokuje tę domenę, zgłóście to administratorowi dzień wcześniej, nie w dniu lekcji.
- ☐ Dzień wcześniej: wytrenujcie próbny model z klasami dłoń otwarta i dłoń zaciśnięta i znajdźcie jeden pewny przypadek, w którym model odpowiada źle z wysokim procentem pewności (na przykład kubek pokazany kamerze). Będzie potrzebny przy slajdzie 4.
- ☐ Dzień wcześniej: przygotujcie dwa zdjęcia tego samego przedmiotu, jedno w pełnym świetle i jedno w cieniu pod innym kątem, na etap Wejście. Sprawdźcie, że wyświetlają się na projektorze.
- ☐ Dzień wcześniej: wydrukujcie karty pracy, jedną na parę, oraz kilka kopii wariantu łatwiejszego z listą odpowiedzi (inne tło, inna odległość, inne światło, inny kolor). Przy druku czarno-białym sprawdźcie, że tabela w zadaniu 2 ma wyraźne linie i nagłówki kolumn.

- ☐ Dzień wcześniej: przygotujcie kartki A4 z kółkiem i z krzyżykiem oraz zapas pustych kartek i flamastrów. Na wariant bez sprzętu przygotujcie dla każdej grupy 10 kartek uczących z dużymi figurami narysowanymi grubym flamastrem i 6 kartek testowych, w tym małe figury i figury narysowane ołówkiem.
- ☐ 10 minut przed lekcją: włączcie projektor i laptop nauczycielski, uruchomcie kamerę i sprawdźcie, że obraz z kamery widać na ekranie z ostatniej ławki.
- ☐ 10 minut przed lekcją: włączcie laptopy uczniowskie i otwórzcie na każdym kartę z Teachable Machine. Sprawdźcie na dwóch losowych laptopach, że kamera działa.
- ☐ 10 minut przed lekcją: zostawcie miejsce w rogu tablicy na trzy odpowiedzi z etapu Wejście i osobne miejsce na listę przyczyn błędów z etapu Sprawdzenie. Zróbcie na koniec zdjęcie tablicy, przyda się na start kolejnej lekcji.

Rozgrzewka na start

BEZ SPRZĘTU, 3 MIN

Bez sprzętu, w pierwszych trzech minutach etapu Wejście. Pokażcie klasie kartkę z narysowanym kółkiem i zapytajcie: gdybyście mieli nauczyć małe dziecko, co to jest kółko, ale wolno Wam pokazać mu tylko trzy rysunki, jakie trzy rysunki byście wybrali? Zbierzcie odpowiedzi z dwóch albo trzech par i zapiszcie je hasłowo na tablicy.

Czego się spodziewać: Uczniowie zwykle wybierają trzy różne kółka: duże i małe, grube i cienkie, na różnych kartkach albo w różnych kolorach. Ktoś proponuje, żeby pokazać też rysunek, który kółkiem nie jest. To dokładnie idea różnorodnych danych uczących i klasy odrzucenia, do których wrócicie w pokazie i w wariancie trudniejszym. Jeśli padnie „trzy takie same kółka”, nie prostujcie, tylko wróćcie do tego po pokazie zmiany tła.

Przebieg lekcji

Pięć etapów, razem 45 minut.

1

Wejście, 5 min

Nauczyciel pokazuje na projektorze dwa zdjęcia tego samego przedmiotu: jedno w pełnym świetle, drugie w cieniu i pod innym kątem. Pyta klasę, czy program, który widział tylko pierwsze zdjęcie, rozpozna drugie. Zbiera trzy odpowiedzi na głos i zapisuje je w rogu tablicy, żeby wrócić do nich na koniec lekcji. Nie rozstrzyga jeszcze, kto ma rację.

2

Pokaz, 10 min

Nauczyciel na jednym laptopie z projektorem otwiera Teachable Machine (teachablemachine.withgoogle.com), wybiera projekt obrazu i buduje model z dwiema klasami: dłoń otwarta i dłoń zaciśnięta. Do każdej klasy nagrywa około 30 klatek, cały czas w tej samej pozycji i przy tym samym oświetleniu. Trenuje model i sprawdza, że działa. Potem świadomie psuje warunki: odsuwa się od kamery, zmienia tło, zasłania część kadru. Model zaczyna się mylić. Nauczyciel nazywa to na głos: nic się nie zepsuło w programie, po prostu takich przykładów nie było w danych uczących. Zwraca uwagę, że model powstaje w przeglądarce na tym laptopie, klatki nie są wysyłane na żaden serwer i nikt nie zakłada konta.

3

Praca uczniów, 20 min

Uczniowie pracują w parach na jednym laptopie. Zadanie: zbudować własny model z dwiema klasami (na przykład kartka z kółkiem i kartka z krzyżykiem, długopis i gumka, dwa różne gesty), nagrać po około 30 klatek na klasę i wytrenować model. Następnie para ma celowo znaleźć trzy sytuacje, w których model się myli, i zapisać je w karcie pracy razem z domysłem, czego zabrakło w danych. Na koniec pary dogrywają przykłady tylko do jednego z trzech błędów i sprawdzają, czy poprawa zadziałała. Nauczyciel chodzi po sali i pilnuje, żeby uczniowie nie nagrywali twarzy kolegów bez ich zgody.

4

Sprawdzenie, 5 min

Trzy pary pokazują klasie po jednym błędzie swojego modelu i mówią jednym zdaniem, skąd ten błąd się wziął. Nauczyciel zapisuje na tablicy przyczyny w skrócie, na przykład tylko jedno tło, tylko jedna odległość, tylko jedna ręka. Klasa sprawdza, czy któraś przyczyna powtarza się u kilku par.

5

Podsumowanie, 5 min

Nauczyciel wraca do trzech odpowiedzi zapisanych na początku lekcji i pyta, które z nich okazały się trafne. Formuluje wniosek: model nie ma wiedzy o świecie, ma tylko te przykłady, które dostał, więc dziura w danych zamienia się w błąd w działaniu. Zapowiada, że na kolejnej lekcji klasa zajmie się treściami tworzonymi przez AI i sprawdzaniem źródeł.

Do powiedzenia na głos

„Model nie zna świata. Zna tylko te przykłady, które mu pokazaliście, i nic poza nimi.”

„Kiedy program się myli, pierwsze pytanie nie brzmi „co się zepsuło”, tylko „czego zabrakło w danych”. ”

„Dzisiaj celowo szukamy błędów własnego modelu. Znaleziony błąd to wynik lekcji, nie porażka.”

„Nagrywamy przedmioty i własne gesty. Twarzy kolegi nie nagrywamy bez jego zgody.”

Typowe błędy uczniów i co z nimi zrobić

- Uczniowie nagrywają obie klasy w dokładnie tej samej pozycji i przy tym samym tle, więc model rozpoznaje tło, a nie przedmiot. Poproście, żeby przenieśli kartkę w inne miejsce i sprawdzili, czy model dalej działa.
- Uczniowie nagrywają po kilka klatek i uznają, że to wystarczy. Ustalcie próg około 30 klatek na klasę i pokażcie różnicę w działaniu przed i po dograniu.
- Uczniowie traktują wysoki procent pewności jako dowód poprawności. Pokażcie przypadek, w którym model jest pewny w 90 procentach i mimo to odpowiada źle.
- Uczniowie zamiast opisać przyczynę błędu piszą „model jest głupi”. Wymagajcie zdania zaczynającego się od „w danych zabrakło”.
- Uczniowie dogrywają przykłady do wszystkich klas naraz i nie wiedzą, co pomogło. Ustalcie zasadę: jedna zmiana, jeden test.

Warianty lekcji

Bez sprzętu i internetu

Klasa buduje model na papierze. Nauczyciel rozdaje każdej grupie 16 kartek z narysowanymi figurami, podzielonych na dwa zbiory: 10 kartek to zbiór uczący, 6 kartek to zbiór testowy. Zbiór uczący zawiera tylko duże figury narysowane grubym flamastrem, zbiór testowy także małe i narysowane ołówkiem. Uczniowie w grupach wypisują reguły rozpoznawania na podstawie samego zbioru uczącego, potem stosują swoje reguły do zbioru testowego i liczą pomyłki. Wniosek jest ten sam: reguła zbudowana na wąskich przykładach zawodzi na nowych przypadkach.

Dla szybszych uczniów

Para dodaje trzecią klasę o nazwie „nic” i nagrywa do niej puste tło oraz przypadkowe przedmioty. Sprawdza, czy model przestaje na siłę przypisywać każdy obraz do jednej z dwóch pierwszych klas, i opisuje w dwóch zdaniach, po co w praktyce potrzebna jest klasa odrzucenia.

Przy trudnościach

Uczeń dostaje gotowy, wytrenowany przez nauczyciela model z dwiema klasami i tylko szuka sytuacji, w których model się myli. Wypełnia dwa wiersze tabeli zamiast trzech, a przyczynę wybiera z listy odpowiedzi: inne tło, inna odległość, inne światło, inny kolor.

Kryteria oceny

Trzy poziomy dla każdej umiejętności. Opis mówi, co uczeń pokazuje, a nie ile punktów dostaje.

UMIEJĘTNOŚĆ	PODSTAWOWY	DOBRY	BARDZO DOBRY
Wpływ danych uczących na model	Uczeń mówi własnymi słowami, że model uczy się tylko z nagranych klatek, i wskazuje jedną rzecz, której w klatkach zabrakło, na przykład inne tło.	Uczeń wie, że tło, odległość i oświetlenie trafiają do danych razem z przedmiotem, i łączy zaobserwowaną pomyłkę modelu z konkretnym brakiem w danych uczących.	Uczeń wyjaśnia, dlaczego 200 klatek z jednego miejsca to dla modelu nadal jeden przypadek, i planuje nagranie tak, żeby obie klasy miały podobną liczbę klatek z różnych warunków.
Wykrywanie i opisanie błędu modelu	Uczeń znajduje, z pomocą listy odpowiedzi, co najmniej jeden błąd modelu i zapisuje go w tabeli w trzech polach: co pokazał, co odpowiedział model, czego zabrakło.	Uczeń znajduje trzy błędy, zmieniając jedną rzecz naraz, i każdy opisuje zdaniem zaczynającym się od „w danych zabrakło” ze wskazaniem konkretnego warunku.	Uczeń po opisaniu błędu dogrywa klatki dokładnie z brakującego warunku, powtarza ten sam test i tłumaczy, dlaczego wysoki procent pewności przy błędnej odpowiedzi nie jest awarią, tylko skutkiem obrazu spoza danych.

Pytania do dyskusji

Na podsumowanie lekcji. Nie mają jednej poprawnej odpowiedzi, chodzi o uzasadnienie.

1. Kto odpowiada za pomyłkę modelu: osoba, która go używa, osoba, która zebrała dane, czy sam program? Czy odpowiedź zmienia się w zależności od tego, o czym ten model decyduje?
2. Wasz model z lekcji widział tylko Waszą salę. Jakich miejsc, przedmiotów albo ludzi mogą „nie widzieć” systemy, których używacie na co dzień, na przykład odblokowanie telefonu twarzą albo tłumacz aparatem?

3. Czy lepiej, żeby model odpowiadał „nie wiem”, czy zawsze wybierał jedną z odpowiedzi? W jakich sytuacjach każda z tych opcji jest gorsza od drugiej?

Częste pytania uczniów

Czy mój model gdzieś się zapisuje i kto go zobaczy?

W wariantcie bez konta model powstaje w przeglądarce na tym laptopie i znika po zamknięciu karty. Jeśli chcesz go zachować, eksportujesz plik do pamięci komputera. Nikt z klasy nie zobaczy go automatycznie.

Skoro model się myli, to po co go w ogóle używać?

Bo przy dobrych danych wykonuje tę samą, powtarzalną pracę na tysiącach zdjęć bez zmęczenia i w czasie, w którym człowiek obejrzy kilkanaście. Rzecz w tym, żeby wiedzieć, gdzie się myli, i nie oddawać mu decyzji, których nie potrafi podjąć.

Czy więcej danych zawsze znaczy lepszy model?

Nie. Tysiąc zdjęć zrobionych w tym samym miejscu i tym samym świetle to wciąż jeden przypadek. Ważniejsza od liczby jest różnorodność przykładów.

Mini projekt na kolejne lekcje

Na 2 do 3 kolejne lekcje albo na kółko. Buduje na tym, co uczniowie zrobili na tej lekcji.

Model, który przechodzi test w cudzych warunkach

Projekt na trzy kolejne lekcje albo na kółko. Każda para buduje model z trzema klasami przedmiotów i klasą odrzucenia „nic”, a potem oddaje go innej parze do testów. Para testująca szuka błędów w swoich warunkach, para autorska naprawia je danymi. Wymiana modeli odbywa się przez zapis projektu Teachable Machine do pliku i otwarcie go na drugim laptopie, bez zakładania konta.

1. Lekcja 1: para wybiera trzy przedmioty i zanim nagra pierwszą klatkę, wypisuje plan nagrań: po około 30 klatek na klasę w co najmniej trzech miejscach sali i z dwóch odległości. Dodaje klasę „nic” z pustym tłem i przypadkowymi rzeczami. Trenuje model i zapisuje projekt do pliku.
2. Lekcja 2: pary wymieniają się plikami projektów. Każda para testuje cudzy model w swoich warunkach i zapisuje trzy błędy w tabeli: co pokazała, co odpowiedział model, czego jej zdaniem zabrakło w danych. Tabela wraca do autorów.
3. Lekcja 3: para autorska wybiera z otrzymanej tabeli jeden błąd, dogrywa około 15 klatek dokładnie z brakującego warunku, trenuje ponownie i prosi parę testującą o powtórzenie tego samego testu. Zapisuje wynik przed i po.
4. Prezentacja: każda para pokazuje klasie jeden znaleziony błąd, jedną naprawę i jedno zdanie o tym, czego w danych nadal brakuje.

Co powstaje na końcu: Model z trzema klasami i klasą odrzucenia, sprawdzony przez inną parę, plus jednostronicowy dziennik błędów i napraw z wynikami przed i po dograniu danych.

PREZENTACJA NA TABLICĘ

Dane uczące i błędy modelu

Slajdów: 8. Notatka pod slajdem jest dla nauczyciela, uczniowie nie widzą jej na tablicy.

SLAJD 1

Skąd model wie cokolwiek

- Model nie czyta instrukcji, uczy się z przykładów
- Przykłady to dane uczące
- Brak przykładu oznacza brak umiejętności

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Powiedzcie wprost, że dzisiaj uczniowie sami dostarczą dane i sami zobaczą skutki. To ustawia całą lekcję.

SLAJD 2

Klasy i klatki

- Klasa to nazwa tego, co rozpoznajemy
- Klatka to jeden przykład dla modelu
- Około 30 klatek na klasę wystarczy na lekcję

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Podajcie konkretne liczby, bo bez nich uczniowie nagrają pięć klatek i uznają, że gotowe.

SLAJD 3

Co widzi model, a co Ty

- Ty widzisz kartkę, model widzi piksele
- Tło też trafia do danych
- Model może rozpoznawać tło zamiast przedmiotu

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

To najważniejszy slajd lekcji. Pokażcie na żywo, jak zmiana tła psuje wynik.

SLAJD 4

Pewność modelu to nie prawda

- Model podaje procent pewności
- Wysoki procent bywa przy błędnej odpowiedzi
- Sprawdzaj wynik, nie ufaj liczbie

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Mieście przygotowany przypadek, w którym model jest bardzo pewny i całkowicie w błędzie.

SLAJD 5

Jak szukać błędu

- Zmieniaj jedną rzecz naraz
- Odległość, tło, światło, kolor
- Zapisz każdy błąd zanim coś poprawisz

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Ta zasada wraca w każdej lekcji o testowaniu. Nazwijcie ją i zapiszcie na tablicy.

SLAJD 6

Naprawa przez dane

- Dograj przykłady dokładnie z brakującego przypadku
- Wytrenuj model ponownie
- Przetestuj tę samą sytuację co wcześniej

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Podkreście, że naprawa polega na uzupełnieniu danych, a nie na zmianie programu.

SLAJD 7

Dlaczego to ważne poza salą

- Systemy AI podejmują decyzje o ludziach
- Wąskie dane krzywdzą grupy spoza danych
- Pytanie o dane jest zawsze zasadne

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Nie podawajcie zmyślonych badań ani nazw firm. Wystarczy, że uczeń zrozumie sam mechanizm.

SLAJD 8**Zapamiętaj z tej lekcji**

- Model zna tylko swoje dane uczące
- Dziura w danych to błąd w działaniu
- Błąd opisuje się zdaniem „zabrakło przykładów z...”

NOTATKA DLA NAUCZYCIELA

Poproście dwóch uczniów o powtórzenie tych trzech zdań własnymi słowami przed dzwonkiem.

KARTA PRACY DO DRUKU

Dane uczące i błędy modelu

Imię ucznia: Klasa: Data:

Zbudujesz dziś własny model rozpoznający dwa przedmioty i sam znajdziesz miejsca, w których on się myli. Znalezione błędy i jego przyczyna to Twój wynik z tej lekcji.

1

Zapisz, jakie dwie klasy wybrała Twoja para i ile klatek nagraliście do każdej z nich.

Wskazówka: Klasa to nazwa tego, co model ma rozpoznać, na przykład „kółko” i „krzyżyk”. Celuj w około 30 klatek na klasę.

2

Znajdź trzy sytuacje, w których model odpowiada źle. Wpisz je do tabeli: co pokazałeś, co odpowiedział model, czego Twoim zdaniem zabrakło w danych.

Wskazówka: Zmieniaj po jednej rzeczy naraz: najpierw odległość, potem tło, potem oświetlenie.

3

Wybierz jeden z trzech błędów i dograj do modelu około 15 nowych klatek, które ten błąd naprawiają. Zapisz, co dokładnie nagrałeś.

Wskazówka: Jeśli błąd dotyczył ciemnego tła, nagraj nowe klatki właśnie na ciemnym tle, nie na jasnym.

4

Sprawdź ten sam przypadek jeszcze raz i zapisz, czy model już odpowiada poprawnie, czy nadal się myli.

Wskazówka: Testuj dokładnie tę samą sytuację co wcześniej, inaczej nie wiesz, czy poprawa zadziałała.

5

Dokończ zdanie: model pomylił się, ponieważ w danych uczących zabrakło...

Wskazówka: Napisz o przykładach, których nie było, a nie o tym, że program jest słaby.

MATERIAŁY DLA UCZNIA

Dane uczące i błędy modelu

Czego się nauczysz

Wpływ danych uczących na model

Wiesz, że model uczy się tylko z przykładów, które mu pokażesz, i potrafisz wskazać, czego w tych przykładach zabrakło.

Wykrywanie i opisanie błędu modelu

Umiesz znaleźć przypadek, w którym model się myli, i napisać jednym zdaniem, skąd ten błąd się wziął.

Program, który rozpoznaje obrazy, nie dostaje od nikogo definicji w stylu „kółko to zamknięta krzywa”. Dostaje przykłady i sam wyłapuje z nich wzorce. Z tego materiału dowiesz się, skąd biorą się pomyłki takiego programu i dlaczego prawie każdą da się wytłumaczyć tym, czego zabrakło w przykładach, a nie tym, że coś się zepsuło.

Skąd model w ogóle cokolwiek wie

Model to program, który sam ustala reguły na podstawie pokazanych mu przykładów. Ty nie piszesz mu instrukcji. Ty dostarczasz materiał: zestaw zdjęć podpisanych nazwą tego, co na nich jest. Ten materiał nazywa się danymi uczącymi, a nazwa, którą rozpoznaje model, nazywa się klasą. Pojedyncze zdjęcie z kamery to klatka, czyli jeden przykład.

Gdy naciskasz przycisk trenowania, model przegląda wszystkie klatki i szuka tego, co odróżnia jedną klasę od drugiej. Nie rozumie przy tym, czym jest kartka, dłoń czy długopis. Szuka wyłącznie różnic w obrazie. Jeśli w klatkach klasy „kółko” zawsze było jasne tło, a w klatkach klasy „krzyżyk” zawsze ciemne, model najprawdopodobniej nauczy się jasności tła, bo to najprostsza różnica, jaką znalazł.

Stąd bierze się najważniejsza zasada tej lekcji: model nie ma żadnej wiedzy o świecie poza tym, co mu pokazałeś. Wszystko, czego w przykładach nie było, dla niego nie istnieje. Około 30 klatek na klasę wystarczy, żeby model zaczął działać na lekcji, ale liczba to nie wszystko. Trzydzieści klatek zrobionych w jednej pozycji jest dla modelu wciąż tylko jednym przypadkiem.

SPRÓBUJ SAM

Otwórz teachablemachine.withgoogle.com, wybierz projekt obrazu i zrób model z dwiema klasami: kartka z kółkiem i kartka z krzyżykiem. Nagraj po około 30 klatek, cały czas w tym samym miejscu. Wytrenuj model i sprawdź, że działa. Potem przesuń się z kartką w inne miejsce w pokoju. Jeśli model nagle zaczyna się mylić, właśnie zobaczyłeś, że nauczył się czegoś innego, niż myślałeś.

Ty widzisz przedmiot, model widzi obraz

Kiedy patrzysz na kartkę z kółkiem, Twój mózg automatycznie odfiltrowuje stół, ścianę, cień i Twoją rękę. Model tego nie robi. Dla niego cała klatka jest jedną całością i wszystko, co się na niej znalazło, jest równie ważnym tropem. Tło, oświetlenie, odległość od kamery, kolor Twojego rękawa, wszystko to trafiło do danych uczących razem z przedmiotem.

Dlatego model potrafi działać znakomicie w sali, w której go zbudowałeś, i przestać działać w innej sali. Nic się w nim nie zmieniło. Zmienił się obraz, a model nigdy nie widział takiego obrazu. To samo dzieje się w drugą stronę: model, który widział przedmiot tylko z bliska, gubi się, gdy odsuniesz go na pół metra, bo przedmiot zajmuje wtedy zupełnie inną część kadru.

Wniosek praktyczny jest prosty. Jeśli chcesz, żeby model rozpoznawał przedmiot, a nie miejsce, musisz pokazać mu ten przedmiot w wielu miejscach. Różnorodność przykładów jest ważniejsza niż ich liczba. Dziesięć klatek z pięciu różnych tła uczy model więcej niż sto klatek z jednego tła.

SPRÓBUJ SAM

Zrób test tła. Wytrenuj model na dwóch przedmiotach leżących na tej samej ławce. Potem, nie zmieniając nic w modelu, połóż oba przedmioty na kartce wyraźnie ciemniejszej albo jaśniejszej od ławki i pokaż je kamerze. Zapisz, przy którym przedmiocie model się pomylił. To Twój pierwszy udokumentowany błąd danych uczących.

Procent pewności to nie to samo co prawda

Przy każdej odpowiedzi model pokazuje liczbę, na przykład 94 procent. Wielu ludzi czyta to jako „model jest prawie pewien, że ma rację”. To nieporozumienie. Ta liczba mówi tylko, jak bardzo obraz pasuje do jednej klasy w porównaniu z pozostałymi klasami, które model zna. Nie ma w niej żadnej informacji o tym, czy odpowiedź jest zgodna z rzeczywistością.

Jeżeli model zna tylko dwie klasy, kółko i krzyżyk, to pokazanie mu kubka i tak zakończy się jedną z tych dwóch odpowiedzi, często z wysokim procentem. Model nie ma opcji „nie wiem”, chyba że sam mu ją dasz. Robi się to przez dodanie trzeciej klasy, na przykład o nazwie „nic”, do której nagrywasz puste tło i przypadkowe przedmioty. Taka klasa nazywa się klasą odrzucenia i w prawdziwych systemach jest równie ważna jak te właściwe.

Dlatego oceniając model, nie patrz na procent. Patrz na to, czy odpowiedź zgadza się z tym, co faktycznie trzymasz przed kamerą. Wysoka pewność przy błędnej odpowiedzi to nie awaria, tylko normalne zachowanie modelu, który dostał obraz spoza swoich danych.

SPRÓBUJ SAM

Wytrenuj model na dwóch klasach, a potem pokaż mu przedmiot, którego nigdy nie widział, na przykład piórnik. Zapisz, którą klasę wybrał i z jaką pewnością. Następnie dodaj trzecią klasę „nic” z około 30 klatkami pustego tła i różnych przypadkowych rzeczy, wytrenuj model ponownie i powtórz ten sam test. Porównaj obie odpowiedzi.

Jak znaleźć przyczynę błędu: jedna zmiana, jedna próba

Kiedy model się myli, kuszące jest poprawianie wszystkiego naraz: dogranie klatek, zmiana oświetlenia, przesunięcie kamery i nowy trening w jednym ruchu. Problem w tym, że jeśli po takiej serii model zacznie działać, nie będziesz wiedzieć, co pomogło, więc nie powtórzysz tego przy następnym błędzie.

Skuteczna metoda jest odwrotna i nazywa się jedna zmiana, jedna próba. Ustalasz warunki, w których model działa poprawnie. Potem zmieniasz dokładnie jedną rzecz i sprawdzasz wynik. Potem wracasz do punktu wyjścia i zmieniasz następną rzecz. Cztery rzeczy warto sprawdzić zawsze: odległość od kamery, tło, oświetlenie i kolor albo rozmiar przedmiotu.

Każdy wynik zapisuj, zanim cokolwiek poprawisz. Zapis ma trzy części: co pokazałeś, co odpowiedział model, czego Twoim zdaniem zabrakło w danych. Trzecia część jest najważniejsza i ma zaczynać się od słów „w danych zabrakło”, bo to zmusza do wskazania konkretnego brakującego przypadku. Zdanie „model jest głupi” nie jest opisem przyczyny i nie prowadzi do żadnej naprawy.

SPRÓBUJ SAM

Zrób tabelę z czterema wierszami: odległość, tło, oświetlenie, kolor. Dla każdego wiersza zmień tylko tę jedną rzecz i wpisz, czy model odpowiedział dobrze czy źle. Na końcu zaznacz wiersz, w którym pomyłka była największa. To jest przypadek, od którego zaczniesz naprawę.

Naprawa polega na uzupełnieniu danych, nie na zmianie programu

Skoro błąd bierze się z dziury w danych uczących, to naprawa polega na zasypaniu właśnie tej dziury. Nie zmieniasz kodu, nie szukasz lepszego narzędzia, nie naciskasz trenowania kilka razy z rzędu na tych samych klatkach. Dogrywasz przykłady dokładnie z tego przypadku, który sprawiał kłopot, i trenujesz model jeszcze raz.

Kluczowe słowo to „dokładnie”. Jeśli model mylił się na ciemnym tle, nowe klatki muszą być nagrane na ciemnym tle. Dogranie kolejnych stu klatek na jasnym tle nie zmieni niczego, bo takich przykładów model miał już dosyć. To częsty i kosztowny błąd: więcej danych tego samego rodzaju nie daje nowej umiejętności.

Po ponownym wytrenowaniu przetestuj dokładnie tę samą sytuację co wcześniej, nie podobną. Jeśli sprawdzisz coś innego, nie dowiesz się, czy poprawa zadziałała. Ten cykl, czyli znajdź błąd, opisz brak w danych, uzupełnij brak, przetestuj ten sam przypadek, jest tym samym cyklem, którego używają ludzie budujący systemy rozpoznawania obrazu zawodowo. Różnica leży w skali danych, nie w sposobie myślenia.

SPRÓBUJ SAM

Wybierz jeden błąd ze swojej tabeli i dograj około 15 klatek pochodzących właśnie z tego warunku, który go wywoływał. Wytrenuj model ponownie. Powtórz ten sam test i zapisz jednym zdaniem, czy model odpowiada już poprawnie. Jeśli nadal się myli, dograj kolejne 15 klatek zamiast zmieniać cokolwiek innego.

Słowniczek

model

Program, który sam ustalił reguły rozpoznawania na podstawie pokazanych mu przykładów, zamiast dostać je od człowieka.

dane uczące

Zestaw przykładów podpisanych nazwami klas, z którego model się uczy.

klasa

Nazwa jednej rzeczy, którą model ma rozpoznawać, na przykład „kółko” albo „dłoń otwarta”.

klatka

Pojedynczy obraz z kamery, czyli jeden przykład dodany do klasy.

trenowanie

Moment, w którym model przegląda wszystkie klatki i ustala, co odróżnia klasy od siebie.

pewność

Procent pokazywany przy odpowiedzi, mówiący o dopasowaniu obrazu do klasy, a nie o poprawności odpowiedzi.

klasa odrzucenia

Dodatkowa klasa, zwykle nazywana „nic”, dzięki której model może nie przypisywać obrazu na siłę do pozostałych klas.

Częste pomyłki

- Nagrywanie obu klas w tym samym miejscu i przy tym samym świetle. Model uczy się wtedy tła, a nie przedmiotu, i sprawia mylne wrażenie, że działa idealnie. Sprawdź to, przenosząc przedmiot w inne miejsce jeszcze przed zapisaniem wyników.
- Uznanie wysokiego procentu pewności za dowód poprawnej odpowiedzi. Pewność 94 procent przy złej odpowiedzi to normalne zachowanie modelu. Oceniaj wynik po tym, co faktycznie trzymasz przed kamerą.
- Dogrywanie klatek z warunków, w których model i tak działał. Jeśli mylił się przy słabym świetle, nowe przykłady muszą pochodzić właśnie ze słabego światła, inaczej nic się nie zmieni.
- Zmienianie kilku rzeczy naraz przed jedną próbą. Po takiej próbie nie wiadomo, co odpowiada za wynik, więc cała próba jest stracona.

Sprawdź, czy rozumiesz

1. Model rozpoznaje Twoje dwa przedmioty bezbłędnie na szkolnej ławce i myli się na parapecie w Twoim pokoju. Czego zabrakło w danych uczących i jak to sprawdzisz w jednej próbie?
2. Model ma dwie klasy i pokazujesz mu przedmiot, którego nie zna. Dlaczego nie odpowie „nie wiem” i co trzeba zrobić, żeby taka odpowiedź w ogóle była możliwa?
3. Twój kolega mówi, że jego model jest lepszy, bo ma 500 klatek zamiast 30. Jakie jedno pytanie o te klatki pozwoli Ci ocenić, czy faktycznie jest lepszy?

Wyzwanie dla chętnych

PONAD PROGRAM

Zbuduj model, który rozpoznaje dwa przedmioty w trzech różnych miejscach w domu, na przykład na biurku, na podłodze i na parapecie. Tym razem zaplanuj nagrania z góry: zanim nagraasz pierwszą klatkę, wypisz na kartce, ile klatek każdej klasy nagraasz w każdym miejscu, tak żeby obie klasy miały podobną liczbę klatek z każdego miejsca. Na koniec dodaj klasę „nic” z pustym tłem z tych samych trzech miejsc.

Jak sprawdzisz, że Ci wyszło: Poproś kogoś z domu, żeby wybrał miejsce i przedmiot spoza Twojej listy i pokazał je kamerze. Jeśli model poprawnie rozpoznaje Twoje przedmioty w nowym miejscu w dwóch z trzech prób, a na obcy przedmiot odpowiada „nic”, plan zadziałał. Jeśli nie, zapisz, w którym warunku się pomylił: to Twój następny przypadek do dogrania.

Zadanie do domu na trzy poziomy

Wybierz jeden poziom. Możesz zacząć od łatwego i wrócić po trudniejszy.

POZIOM: ŁATWE

Wytrenuj model z dwiema klasami po około 30 klatek na przedmiotach, które masz pod ręką, i znajdź jedną sytuację, w której się myli. Zapisz ją w trzech polach: co pokazałem, co odpowiedział model, czego zabrakło w danych.

POZIOM: ŚREDNIE

Znajdź trzy sytuacje, w których model się myli, zmieniając po jednej rzeczy naraz: odległość, tło, oświetlenie. Wybierz jedną z nich, dograj około 15 klatek dokładnie z tego warunku, wytrenuj model ponownie i sprawdź ten sam przypadek. Zapisz jednym zdaniem, czy poprawa zadziałała.

POZIOM: TRUDNE

Zrób wszystko z wersji średniej, a potem dodaj klasę „nic” z około 30 klatkami pustego tła i przypadkowych rzeczy. Pokaż modelowi trzy przedmioty, których nie zna, raz przed dodaniem tej klasy i raz po nim. Zapisz w tabeli, jak zmieniły się odpowiedzi i procenty pewności, i napisz dwa zdania o tym, po co w praktyce potrzebna jest klasa odrzucenia.

Samoocena

Zaznacz, co już potrafisz. To tylko dla Ciebie, nikt tego nie ocenia.

- ☐ Potrafię wyjaśnić, że model uczy się tylko z klatek, które nagrałem, i nie wie nic o tym, czego w nich nie było.
- ☐ Potrafię znaleźć sytuację, w której mój model się myli, zmieniając tylko jedną rzecz naraz.
- ☐ Potrafię opisać przyczynę błędu zdaniem zaczynającym się od „w danych zabrakło” i wskazać konkretny brakujący przypadek.
- ☐ Potrafię naprawić błąd, dogrywając klatki dokładnie z brakującego warunku, i sprawdzić tę samą sytuację ponownie.

KARTKA DLA RODZICA

Dane uczące i błędy modelu

Szanowni Rodzice, dziecko miało dziś lekcję z Cyfrowej Pracowni. Poniżej w dwóch zdaniach, czego się nauczyło, i jedno pytanie, które możecie zadać przy kolacji.

Czego dziecko nauczyło się na tej lekcji

Dziecko zbudowało dziś w przeglądarce program, który rozpoznaje dwa przedmioty z kamery, i samo znalazło sytuacje, w których ten program się myli. Umie wytłumaczyć, że program zna tylko te przykłady, które mu pokazano, i że pomyłka bierze się z braku przykładów, a nie z tego, że coś się zepsuło.

Pytanie na kolację

Gdyby nasz telefon miał nauczyć się rozpoznawać naszego kota na zdjęciach, jakie zdjęcia trzeba by mu pokazać, żeby nie pomylił kota z poduszką?

Uwaga o bezpieczeństwie

Na lekcji dzieci nagrywały przedmioty i własne dłonie, nie twarze; jeśli dziecko ćwiczy w domu, przypomnijcie, żeby nie nagrywało innych osób bez ich zgody, a model bez konta zostaje tylko na tym komputerze i znika po zamknięciu karty.

Zadanie domowe do wyboru

Dziecko wybiera jeden poziom. Każdy jest do zrobienia bez pomocy nauczyciela.

POZIOM: ŁATWE

Wytrenuj model z dwiema klasami po około 30 klatek na przedmiotach, które masz pod ręką, i znajdź jedną sytuację, w której się myli. Zapisz ją w trzech polach: co pokazałem, co odpowiedział model, czego zabrakło w danych.

POZIOM: ŚREDNIE

Znajdź trzy sytuacje, w których model się myli, zmieniając po jednej rzeczy naraz: odległość, tło, oświetlenie. Wybierz jedną z nich, dograj około 15 klatek dokładnie z tego warunku, wytrenuj model ponownie i sprawdź ten sam przypadek. Zapisz jednym zdaniem, czy poprawa zadziałała.

POZIOM: TRUDNE

Zrób wszystko z wersji średniej, a potem dodaj klasę „nic” z około 30 klatkami pustego tła i przypadkowych rzeczy. Pokaż modelowi trzy przedmioty, których nie zna, raz przed dodaniem tej klasy i raz po nim. Zapisz w tabeli, jak zmieniły się odpowiedzi i procenty pewności, i napisz dwa zdania o tym, po co w praktyce potrzebna jest klasa odrzucenia.

QUIZ DLA UCZNIA

Dane uczące i błędy modelu

Zaznacz jedną odpowiedź w każdym pytaniu. Wynik nigdzie się nie zapisuje.

1. Skąd model w Teachable Machine wie, jak odróżnić kółko od krzyżyka?

1 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Z definicji figur wpisanej przez twórców programu
- ☐ B. Z internetu, który przeszukuje w czasie trenowania
- ☐ C. Z klatek, które nagrałeś do każdej z dwóch klas

2. Model rozpoznaje kółko i krzyżyk. Obie klasy nagrano wyłącznie na białej ławce. Co najpewniej stanie się przy pokazaniu kartki na ciemnym blacie?

2 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Model będzie działał tak samo dobrze, bo kształt się nie zmienił
- ☐ B. Model zacznie się mylić, bo takich warunków nie było w danych uczących
- ☐ C. Model sam dopisze sobie brakujące przykłady
- ☐ D. Model odmówi odpowiedzi i pokaże komunikat o błędzie

3. Nagrywasz klatki kartki z kółkiem leżącej na ławce. Co trafia do danych uczących?

3 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Tylko samo kółko, bo to ono jest ważne
- ☐ B. Cała klatka: kółko, kartka, ławka, tło i Twoja ręka
- ☐ C. Tylko nazwa klasy, którą wpisałeś

4. Która zmiana najbardziej poprawi model, który myli przedmioty przy słabym świetle?

4 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Dogranie klatek zrobionych właśnie przy słabym świetle
- ☐ B. Dogranie kolejnych stu klatek przy tym samym jasnym świetle
- ☐ C. Zmiana nazw klas na dłuższe i bardziej precyzyjne
- ☐ D. Kilukrotne naciśnięcie przycisku trenowania bez nowych danych

- 5. Ola nagrała 200 klatek długopisu, wszystkie na tej samej ławce i z tej samej odległości. Bartek nagrał 40 klatek długopisu: na ławce, na podłodze, w dłoni i na parapecie. Czyj model lepiej rozpozna długopis na biurku w domu?**

5 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Oli, bo 200 klatek to pięć razy więcej danych
- ☐ B. Bartka, bo jego klatki pokazują długopis w różnych warunkach
- ☐ C. Oba tak samo, bo długopis jest ten sam
- ☐ D. Żaden, bo do rozpoznania w domu trzeba nagrać klatki dokładnie w domu

- 6. Szukasz przyczyny błędu modelu. Jak testować, żeby wiedzieć, co go psuje?**

6 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Zmienić naraz tło, odległość i oświetlenie, żeby oszczędzić czas
- ☐ B. Skasować model i zbudować go od nowa po każdym błędzie
- ☐ C. Zmieniać jedną rzecz naraz i zapisywać wynik każdej próby

- 7. Model pokazuje wynik „krzyżyk, pewność 94 procent”, a na kartce jest kółko. Co to znaczy?**

7 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Model ma rację, bo pewność jest wysoka
- ☐ B. Kartka została narysowana niepoprawnie
- ☐ C. Model myli się mimo wysokiej pewności, więc pewność nie jest dowodem poprawności
- ☐ D. Pewność powyżej 90 procent oznacza, że model sprawdził odpowiedź w internecie

- 8. Który zapis w karcie pracy jest poprawnym opisem przyczyny błędu?**

8 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. W danych uczących zabrakło zdjęć przedmiotu trzymanego dalej od kamery
- ☐ B. Model jest słaby i nic nie rozpoznaje
- ☐ C. Internet działał wolno, więc wynik był zły

- 9. Dograłeś klatki i wytrenowałeś model ponownie. Co testujesz, żeby sprawdzić, czy naprawa zadziałała?**

9 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Dokładnie tę samą sytuację, w której model wcześniej się mylił
- ☐ B. Zupełnie nową sytuację, której jeszcze nie sprawdzałeś
- ☐ C. Sytuację, w której model od początku działał dobrze

10. Para ma model rozpoznający gumkę i temperówkę. Model działa dobrze, dopóki Kuba trzyma przedmiot blisko kamery. Gdy odsuwa rękę na pół metra, model mówi „gumka” bez względu na to, co trzyma. Jak para powinna zapisać ten błąd w karcie pracy?

10 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ **A.** Model nie działa z daleka, trzeba kupić lepszą kamerę
- ☐ **B.** Pokazałem temperówkę, model odpowiedział gumka, program ma błąd
- ☐ **C.** Model zawsze mówi gumka, więc klasa gumka ma za dużo klatek
- ☐ **D.** Pokazałem temperówkę z daleka, model odpowiedział gumka, w danych zabrakło klatek z przedmiotem daleko od kamery

QUIZ Z ODPOWIEDZIAMI

Dane uczące i błędy modelu

Wersja dla nauczyciela. Poprawna odpowiedź jest zaznaczona, pod każdym pytaniem jest wyjaśnienie.

1. Skąd model w Teachable Machine wie, jak odróżnić kółko od krzyżyka?

1 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Z definicji figur wpisanej przez twórców programu
- ☐ B. Z internetu, który przeszukuje w czasie trenowania
- ☒ C. Z klatek, które nagrałeś do każdej z dwóch klas

Poprawna odpowiedź: C.

Model uczy się wyłącznie z nagranych klatek: porównuje je i szuka tego, co odróżnia jedną klasę od drugiej. Nikt nie wpisuje mu definicji figur, bo model nie rozumie słów „kółko” ani „krzyżyk”. W czasie trenowania nie łączy się też z internetem, wszystko dzieje się w przeglądarce na Twoich klatkach.

Umiejętność: Wpływ danych uczących na model

2. Model rozpoznaje kółko i krzyżyk. Obie klasy nagrano wyłącznie na białej ławce. Co najpewniej stanie się przy pokazaniu kartki na ciemnym blacie?

2 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Model będzie działał tak samo dobrze, bo kształt się nie zmienił
- ☒ B. Model zacznie się mylić, bo takich warunków nie było w danych uczących
- ☐ C. Model sam dopisze sobie brakujące przykłady
- ☐ D. Model odmówi odpowiedzi i pokaże komunikat o błędzie

Poprawna odpowiedź: B.

Model korzysta wyłącznie z przykładów, które dostał, a ciemnego blatu wśród nich nie było, więc obraz różni się od wszystkiego, co zna. Pierwsza odpowiedź zakłada, że model widzi sam kształt tak jak człowiek, a on widzi całą klatkę razem z tłem. Model nie tworzy sam nowych przykładów i nie ma opcji odmowy: zawsze wybiera jedną ze znanych klas, nawet gdy obraz do żadnej nie pasuje.

Umiejętność: Wpływ danych uczących na model

3. Nagrywasz klatki kartki z kółkiem leżącej na ławce. Co trafia do danych uczących?

3 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Tylko samo kółko, bo to ono jest ważne
- ☒ B. **Cała klatka: kółko, kartka, ławka, tło i Twoja ręka**
- ☐ C. Tylko nazwa klasy, którą wpisałeś

Poprawna odpowiedź: B.

Model dostaje cały obraz z kamery i nie wie, która jego część jest ważna, dlatego tło i ręka są dla niego równie dobrym tropem jak kółko. Samo kółko nie jest wycinane, bo nikt nie powiedział modelowi, czym jest kółko. Nazwa klasy to tylko etykieta przypięta do klatek, a nie dane, z których model się uczy.

Umiejętność: Wpływ danych uczących na model

4. Która zmiana najbardziej poprawi model, który myli przedmioty przy słabym świetle?

4 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☒ A. **Dogranie klatek zrobionych właśnie przy słabym świetle**
- ☐ B. Dogranie kolejnych stu klatek przy tym samym jasnym świetle
- ☐ C. Zmiana nazw klas na dłuższe i bardziej precyzyjne
- ☐ D. Kilukrotne naciśnięcie przycisku trenowania bez nowych danych

Poprawna odpowiedź: A.

Uzupełniamy dokładnie ten przypadek, którego w danych brakowało, czyli słabe światło. Sto klatek przy jasnym świetle to więcej tego samego, czego model miał już dosyć, więc nie nauczy go niczego nowego. Nazwa klasy jest tylko etykietą i nie zmienia obrazów. Ponowne trenowanie na tych samych klatkach nie dodaje modelowi żadnej nowej informacji.

Umiejętność: Wpływ danych uczących na model

5. Ola nagrała 200 klatek długopisu, wszystkie na tej samej ławce i z tej samej odległości. Bartek nagrał 40 klatek długopisu: na ławce, na podłodze, w dłoni i na parapecie. Czyj model lepiej rozpozna długopis na biurku w domu?

5 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Oli, bo 200 klatek to pięć razy więcej danych
- ☒ B. **Bartka, bo jego klatki pokazują długopis w różnych warunkach**
- ☐ C. Oba tak samo, bo długopis jest ten sam
- ☐ D. Żaden, bo do rozpoznania w domu trzeba nagrać klatki dokładnie w domu

Poprawna odpowiedź: B.

Model Bartka widział długopis na różnych tłach i w różnych odległościach, więc nauczył się cech samego długopisu, a nie ławki. 200 klatek Oli z jednego miejsca to dla modelu wciąż jeden przypadek, liczba nie zastępuje różnorodności. Długopis jest ten sam, ale obraz nie: tło i odległość trafiają do danych razem z przedmiotem. Nie trzeba nagrywać w każdym możliwym miejscu, wystarczy, żeby przykłady były na tyle różne, by model przestał opierać się na tle.

Umiejętność: Wpływ danych uczących na model

6. Szukasz przyczyny błędu modelu. Jak testować, żeby wiedzieć, co go psuje?

6 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☐ A. Zmienić naraz tło, odległość i oświetlenie, żeby oszczędzić czas
- ☐ B. Skasować model i zbudować go od nowa po każdym błędzie
- ☒ C. Zmieniać jedną rzecz naraz i zapisywać wynik każdej próby

Poprawna odpowiedź: C.

Przy jednej zmianie naraz wiadomo, która zmiana odpowiada za inny wynik. Gdy zmienisz trzy rzeczy jednocześnie i model się pomyli, nie wiesz, która z nich zawiniła, więc próba nic nie mówi. Kasowanie modelu po każdym błędzie niszczy to, co już działało, i nie wyjaśnia przyczyny.

Umiejętność: Wykrywanie i opisanie błędu modelu

7. Model pokazuje wynik „krzyżyk, pewność 94 procent”, a na kartce jest kółko. Co to znaczy?

7 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Model ma rację, bo pewność jest wysoka
- ☐ B. Kartka została narysowana niepoprawnie
- ☒ C. Model myli się mimo wysokiej pewności, więc pewność nie jest dowodem poprawności
- ☐ D. Pewność powyżej 90 procent oznacza, że model sprawdził odpowiedź w internecie

Poprawna odpowiedź: C.

Pewność mówi tylko, jak bardzo obraz pasuje do jednej klasy w porównaniu z drugą, a nie czy odpowiedź zgadza się z rzeczywistością. Wysoki procent nie daje modelowi racji, bo model liczy go na podstawie swoich klatek, nie na podstawie tego, co naprawdę leży na kartce. Kartka nie musi być źle narysowana, żeby model się pomylił, wystarczy inne tło albo odległość. Model nie sprawdza niczego w internecie, ma wyłącznie swoje dane uczące.

Umiejętność: Wykrywanie i opisanie błędu modelu

8. Który zapis w karcie pracy jest poprawnym opisem przyczyny błędu?

8 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☒ **A. W danych uczących zabrakło zdjęć przedmiotu trzymanego dalej od kamery**
- ☐ **B. Model jest słaby i nic nie rozpoznaje**
- ☐ **C. Internet działał wolno, więc wynik był zły**

Poprawna odpowiedź: A.

Poprawny opis wskazuje konkretny przypadek, którego zabrakło w danych uczących, i od razu podpowiada naprawę: dograć klatki z daleka. Zdanie „model jest słaby” to ocena, nie przyczyna, i nie mówi, co dograć. Internet nie ma wpływu na wynik, bo model działa w przeglądarce na klatkach zapisanych na tym laptopie.

Umiejętność: Wykrywanie i opisanie błędu modelu

9. Dograłeś klatki i wytrenowałeś model ponownie. Co testujesz, żeby sprawdzić, czy naprawa zadziałała?

9 Z 10, POZIOM PODSTAWOWY

- ☒ **A. Dokładnie tę samą sytuację, w której model wcześniej się mylił**
- ☐ **B. Zupełnie nową sytuację, której jeszcze nie sprawdzałeś**
- ☐ **C. Sytuację, w której model od początku działał dobrze**

Poprawna odpowiedź: A.

Tylko powtórzenie tej samej sytuacji pokazuje, czy dogranie klatek usunęło konkretny błąd. Nowa sytuacja może wywołać inny błąd i nie powie nic o tym, który naprawiałeś. Sytuacja, w której model działał od początku, nie sprawdza naprawy, bo tam nie było czego naprawiać.

Umiejętność: Wykrywanie i opisanie błędu modelu

10. Para ma model rozpoznający gumkę i temperówkę. Model działa dobrze, dopóki Kuba trzyma przedmiot blisko kamery. Gdy odsuwa rękę na pół metra, model mówi „gumka” bez względu na to, co trzyma. Jak para powinna zapisać ten błąd w karcie pracy?

10 Z 10, POZIOM ROZSZERZONY

- ☐ A. Model nie działa z daleka, trzeba kupić lepszą kamerę
- ☐ B. Pokazałem temperówkę, model odpowiedział gumka, program ma błąd
- ☐ C. Model zawsze mówi gumka, więc klasa gumka ma za dużo klatek
- ☒ D. Pokazałem temperówkę z daleka, model odpowiedział gumka, w danych zabrakło klatek z przedmiotem daleko od kamery

Poprawna odpowiedź: D.

Poprawny zapis ma trzy części: co pokazano, co odpowiedział model i jakiego przykładu zabrakło, a tutaj brakuje klatek z daleka, bo obie klasy nagrano z bliska. Lepsza kamera nic nie zmieni, skoro model nigdy nie widział przedmiotu z pół metra. „Program ma błąd” nie wskazuje przyczyny ani naprawy. Za dużo klatek gumki nie tłumaczy sytuacji, bo z bliska model rozpoznaje temperówkę poprawnie, więc problem leży w odległości, nie w liczbie klatek.

Umiejętność: Wykrywanie i opisanie błędu modelu

SKRYPT WIDEO DLA NAUCZYCIELA

Dane uczące i błędy modelu

Nagranie powstaje na podstawie tego skryptu. Do czasu publikacji wideo możecie przeczytać skrypt przed lekcją.

0:00 DO 0:40

Przedstawiam cel lekcji dla nauczyciela. W 45 minut uczeń zbuduje własny klasyfikator obrazów i znajdzie w nim trzy błędy. Nie potrzebujecie wiedzy o sieciach neuronowych ani o programowaniu. Potrzebujecie laptopów z kamerą i przeglądarką.

0:40 DO 1:40

Pokazuję narzędzie. Teachable Machine otwiera się w przeglądarce, nie wymaga konta ani instalacji. Wybieracie projekt obrazu, dostajecie dwie klasy i przycisk nagrywania z kamery. Uczeń nie loguje się nigdzie, więc nie ma sprawy zgód rodzicielskich na zakładanie kont.

1:40 DO 2:50

Przechodzę przez pokaz, który prowadzicie sami. Nagrywacie dwie klasy w tych samych warunkach, trenujecie i pokazujecie, że działa. Potem świadomie psujecie warunki. To moment, w którym klasa widzi, że model nie ma pojęcia o świecie poza nagraniem.

2:50 DO 4:00

Omawiam pracę uczniów. Pary mają zbudować model i znaleźć trzy błędy. Najczęstszy problem to nagrywanie obu klas w identycznym tle. Wtedy model rozpoznaje tło i uczeń jest zdziwiony, że wszystko działa idealnie. Podchodźcie i przenoście kartkę w inne miejsce.

4:00 DO 4:50

Mówię o zapisie wyniku. W karcie pracy uczeń wpisuje co pokazał, co odpowiedział model i czego zabrakło w danych. Wymagajcie zdania zaczynającego się od słowa zabrakło. To odróżnia opis przyczyny od narzekania na program.

4:50 DO 5:40

Zwracam uwagę na prywatność. Uczniowie nagrywają przedmioty albo własne dłonie. Nagrywanie twarzy kolegów bez ich zgody odpada. Jeśli ktoś nie chce być w kadrze, ma prawo pracować na kartkach i pisakach.

5:40 DO 6:30

Podpowiadam warianty. Uczniowi, który skończy wcześniej, dajcie trzecią klasę o nazwie nic. Uczniowi z trudnościami dajcie gotowy model i listę podpowiedzi z przyczynami błędu. Bez sprzętu ta sama lekcja działa na kartkach z figurami i dwóch zbiorach, uczącym i testowym.

6:30 DO 7:00

Zamykam. Wynikiem lekcji nie jest działający model, tylko opisany błąd z przyczyną. Jeśli uczeń wychodzi z sali i mówi, że modelowi zabrakło przykładów z ciemnym tłem, lekcja się udała.