

AUTOMATICKÁ DETEKCE SPECIÁLNÍCH POZNÁVACÍCH ZNAČEK POMOCÍ YOLO A OCR

1 ÚVOD A MOTIVACE

V současnosti hrají automatizované systémy rozpoznávání poznávacích značek (SPZ) klíčovou roli v mnoha oblastech veřejného i soukromého sektoru – od dopravních systémů přes parkovací areály až po bezpečnostní složky. Automatické rozpoznání SPZ umožňuje efektivní řízení přístupů, sledování pohybu vozidel, identifikaci hledaných automobilů či sběr dat pro dopravní analýzy.

Motivací pro náš projekt byla snaha vytvořit systém, který kombinuje nejnovější přístupy v oblasti strojového vidění – zejména detekci objektů pomocí neuronových sítí – s praktickou aplikací rozpoznávání textu v reálném prostředí.

Chtěli jsme navrhnout řešení, které bude:

- schopné zpracovat reálné videozáznamy z dopravy nebo kamerového systému,
- automaticky detekovat poznávací značky bez nutnosti detekce celého vozidla,
- přečíst obsah SPZ pomocí OCR (optical character recognition) a filtrovat pouze relevantní znaky,
- sledovat jednotlivé SPZ mezi snímky a přidělovat jim stabilní identifikátory,
- a v neposlední řadě identifikovat výskyt konkrétní SPZ (např. hledaného nebo povoleného vozidla).

Zároveň jsme chtěli, aby systém fungoval i na běžném počítači nebo v prostředí Google Colab bez potřeby extrémního výpočetního výkonu. Z toho důvodu jsme volili lehké a efektivní architektury jako **YOLOv8n** (nano verze) a OCR systém **PaddleOCR**, které nabízejí dobrý kompromis mezi přesností a rychlostí.

V rámci práce jsme také porovnávali dvě různé OCR modely – **EasyOCR** a **PaddleOCR** – a došli jsme k závěru, že právě PaddleOCR poskytuje lepší výsledky v případě natočených, zmenšených nebo méně kontrastních značek.

2 DISKUZE

Cílem této práce bylo vytvořit systém pro automatizovanou detekci a rozpoznání poznávacích značek (SPZ) vozidel z videozáznamu s využitím moderních metod strojového učení. Projekt spojuje tři zásadní komponenty: detekci značek (pomocí YOLOv8), sledování značek (SORT) a optické rozpoznávání SPZ (OCR, konkrétně PaddleOCR).

Výsledný systém byl testován na záznamech s různými úhly pohledu, světelnými podmínkami a kvalitou obrazu. V této kapitole se zaměřujeme na kritickou analýzu dosažených výsledků, identifikaci slabých míst a možných zdrojů chyb a návrhy dalšího rozvoje.

2.1 Kvalita detekce pomocí YOLOv8

Detekční část systému je postavena na modelu YOLOv8n, který byl dotrénován na [datasetu](#) obsahujícím anotované poznávací značky. Model se celkem trénoval 100 epoch a dosáhl plato na hodnotách **mAP50** (median accuracy point, IOU=0.5) = **98,6%** & **mAP50-95** (average of mAP na různých IOU thresholds) = **70%**, což ukazuje excelentní výsledek. Výběr varianty „nano“ byl motivován optimalizací mezi výpočetní náročností a detekční přesností – model je dostatečně malý pro běh na běžném hardware a zároveň poskytl dobré výsledky.

Přesnost detekce SPZ byla velmi vysoká u snímků s dobrým kontrastem a standardními úhly. Model však prokazatelně selhával ve scénářích, kde:

- se objevilo zhoršené nasvícení nebo pohybová neostrost,
- byl záznam nízkého rozlišení.

Přes tyto limity však systém dokázal správně detekovat většinu SPZ ve standardních podmínkách.

2.2 Výběr OCR systému a srovnání metod

V oblasti optického rozpoznávání znaků jsme testovali dvě řešení: **EasyOCR** a **PaddleOCR**. První z nich byl snadno implementovatelný a poskytoval základní výsledky na čistých datech. Nicméně v praxi (zejména u neostrých nebo malých tabulek) vykazoval:

- nižší spolehlivost čtení znaků,
- nižší odolnost vůči úhlovému natočení textu,
- častější generování neodpovídajících znaků,

Z těchto důvodů jsme se rozhodli nahradit jej systémem **PaddleOCR**, který nabízí přesnější a zároveň rychlejší výsledky.

Výsledky PaddleOCR byly stabilnější a vhodné pro nasazení do reálného provozu. Díky jeho modulárnosti jej lze snadno škálovat i pro vícejazyčné nebo víceregionální varianty SPZ.

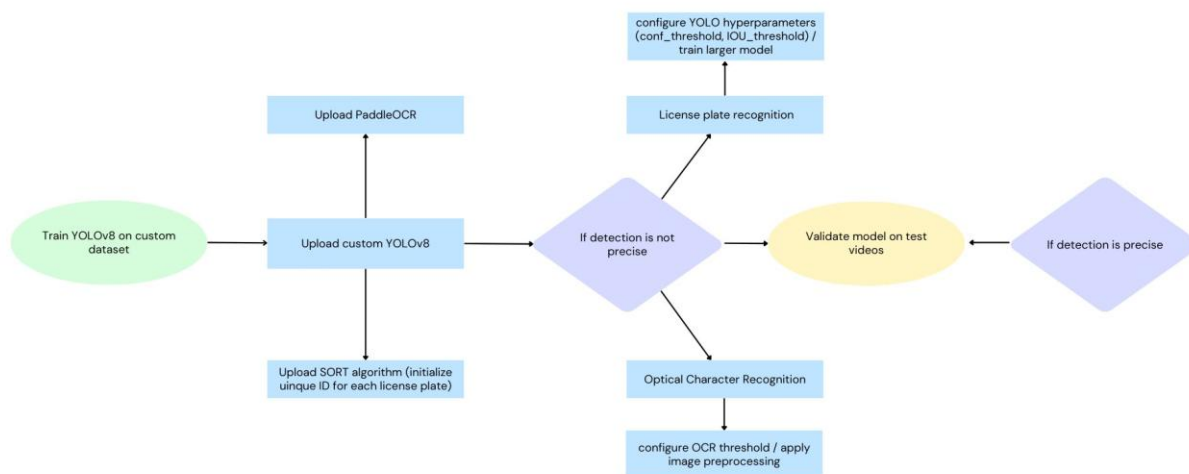
Abychom zlepšili spolehlivost výstupních dat, musí se konfigurovat parameter **ocr_confidence_threshold** – značka je považována za model za validní, pokud má největší hodnotu spolehlivosti. Z tohoto důvodu jsme nastavili tento parameter na **0.7**, aby se ukazovaly jen nejvíc pravděpodobné výsledky, odpovídající realite.

2.3 Stabilizace výstupů a sledování SPZ pomocí SORT

Sledování objektů bylo implementováno pomocí SORT (Simple Online and Realtime Tracking), což je lehký a efektivní algoritmus využívající Kalmanův filtr a heuristiku IoU pro přiřazování identit mezi snímky.

Výhodou tohoto přístupu je:

- nízká výpočetní náročnost, vhodná pro reálné nasazení,



Obr. 1: Workflow schéma prováděné práce

2.4 Výstup systému a generování záznamu

Po zpracování celého videozáznamu systém automaticky vygeneruje výstupní video, ve kterém jsou vizuálně zvýrazněny všechny detekované poznávací značky spolu s jejich sledovanými

identifikátory (track_id). V průběhu zpracování je ke každému snímku připojena informace o pozici tabulky SPZ, přečteném textu a přiřazeném sledovacím ID.

Na rozdíl od původní verze systému, která obsahovala předdefinovanou cílovou značku (TARGET_PLATE), je nyní výstup univerzální a komplexní – zobrazuje všechny detekované značky bez filtrování na konkrétní text. To umožňuje:

- použít video pro zpětnou analýzu výskytu SPZ,
- exportovat snímky nebo texty podle potřeby,
- zpětně hledat konkrétní značku pomocí jednoduchého skriptu nebo ruční validace.

Na závěr zpracování systém vypíše počet:

- detekovaných unikátních sledovaných SPZ,
- zpracovaných snímků,
- a uloží video do souboru, který lze snadno stáhnout nebo sdílet.

Díky použití knihovny cv2 je výstupní video kompatibilní s běžnými přehrávači. Video se převádí do **framů** a následně model zpracovává každý frame zvlášť, ze kterých dělá výsledné video.



Obr. 1. Ukázka zpracovaného záznamu na našem videu



Obr. 2. Ukázka zpracovaného záznamu na výzkumném videu

2.5 Omezení systému a návrhy zlepšení

Navzdory úspěšnému fungování systému identifikujeme následující limity:

Omezení	Možné řešení
Nízká kvalita vstupního videa (rozmazání, šum)	Větší a robustnější model YOLOv8m/l, použití preprocessingových metod
Absence lokalizačního rozpoznání (např. stát nebo barva značky)	Rozšíření modelu o klasifikaci typu SPZ
Chybějící export do databáze	Integrace se systémem SQLite/MySQL/CSV

2.6 Výhled a aplikační možnosti

Tento projekt ukazuje, že kombinací lehkého detekčního modelu (YOLOv8n), efektivního heuristického trackeru (SORT) a robustního OCR systému (PaddleOCR) lze vytvořit systém, který se dá aplikovat v reálných podmínkách, pokud nejsou příliš náročné.

Na rozdíl od čistě akademických řešení jsme kladli důraz na praktickou implementaci, stabilitu výstupů a modularitu jednotlivých komponent. Výsledkem je řešení, které lze snadno přizpůsobit konkrétním požadavkům uživatele a integrovat do širších systémů.

Do budoucna se nabízí několik směrů rozšíření:

- Rozpoznání typu SPZ (např. podle státu, barvy či regionální značky),
- Propojení se zařízeními s vyšší snímkovou frekvencí pro zvýšení detekční spolehlivosti při vyšších rychlostech,
- Integrace s databázovým systémem a správou přístupových práv (např. otevření závory po detekci autorizované SPZ),
- Rozhraní pro hlášení incidentů a analytiku výskytu konkrétních vozidel.

Systém lze dále uplatnit v celé řadě praktických scénářů:

- Parkoviště a parkovací domy: automatická evidence příjezdů a odjezdů bez nutnosti lidské obsluhy,
- Firemní areály: kontrola přístupu na základě seznamu povolených SPZ,
- Chytrá města (Smart Cities): sběr dopravních dat a analýza vytíženosti ulic,
- Bezpečnostní složky: automatická detekce hledaných nebo podezřelých vozidel.

Tímto směrem lze systém dále rozvíjet nejen po technické stránce, ale také z pohledu etiky, zabezpečení dat a právního rámce, zejména ve vztahu k ochraně osobních údajů.

3 ZÁVĚR

V této práci jsme navrhli a implementovali systém pro automatickou detekci a rozpoznávání poznávacích značek (SPZ) z videozáznamů, který kombinuje moderní přístupy z oblasti strojového vidění a optického rozpoznávání znaků. Využili jsme lehkou verzi detekčního modelu YOLOv8n, robustní OCR systém PaddleOCR a efektivní algoritmus SORT pro sledování objektů v čase.

Systém byl navržen s důrazem na praktickou použitelnost, nízké nároky na výpočetní výkon a možnost nasazení i v běžných podmínkách mimo výzkumné prostředí. Dosáhli jsme vysoké úspěšnosti detekce a čtení SPZ ve standardních scénářích, přičemž jsme identifikovali i konkrétní omezení systému – zejména při práci s nízkou kvalitou vstupních dat nebo

netypickými úhly pohledu. Tyto limity jsme pojmenovali a navrhli možnosti jejich odstranění v budoucí práci.

Zvolená architektura systému je modulární, a tedy snadno rozšiřitelná podle konkrétních potřeb – například o funkce pro rozpoznání typu SPZ, integraci s databázemi nebo napojení na bezpečnostní infrastrukturu. Projekt tak nejen potvrzuje praktické využití pokročilých technik strojového učení v reálných aplikacích, ale zároveň vytváří pevný základ pro další vývoj směrem k větší přesnosti, flexibilitě a škálovatelnosti.