

# ROAD SIGNS DETECTION AND CLASSIFICATION

**Radek Beneš**

Magister Degree Programme (2), FEEC BUT  
E-mail: xbenes30@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Hicham Atassi

E-mail: hicham.atassi@phd.feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper proposes a new method for the detection and classification of road signs from video sequences captured by digital video camera. The method can be divided into two main steps. In the first step, the road signs are detected, where a method for color segmentation improved by Canny edge detecting is used for this purpose. Detected signs are normalized in size in order to be classified in the second step, where a linear classifier is used to determine the type of the detected sign in combination with Kalman filtering which provide the prediction of the possible position of the road sign in the captured video frames. This processing improves the classification performance because it enables the classifier to determine the type of the sign from each captured frame separately. This procedure enables the proposed algorithm to combine the classification results obtained from each frame in order to make the final decision.

## 1. ÚVOD

Již zhruba od roku 1990 jsou zkoumány techniky detekce a klasifikace dopravních značek. Algoritmy se postupně dostaly na poměrně vysokou úroveň (například [1]) a mohou být pozvolna nasazovaný do běžného provozu. K tomuto kroku se kupodivu i přes dlouhodobý vývoj, zatím odhodlaly pouze automobilky BMW a Opel, a to až v letošním roce. Komerčně navržené systémy se často omezují na rozpoznání značek s maximální povolenou rychlostí nebo zákazových dopravních značek. Systém navržený v této práci detekuje všechny typy dopravních značek a jeho klasifikátor je v tuto chvíli naučen na české výstražné a zákazové značky (cca 80 prototypů dopravních značek).

Hlavními požadavky kladenými na navrhovaný systém jsou jeho rychlost a přesnost. Rychlost algoritmů musí být dostatečně vysoká, aby byl výsledný systém schopen práce v reálném čase. Zároveň musí být systém velmi přesný, tedy musí uživatele upozornit na veškeré dopravní značky a naopak nesmí detekovat žádné neexistující značky (tzv. false alarms).

## 2. ROZPOZNÁVÁNÍ DOPRAVNÍCH ZNAČEK

Celý komplexní postup rozpoznávání dopravních značek se rozkládá na jednodušší bloky, které řeší dílčí problémy (viz. Obrázek 1). Snímky z videosekvence vstupují do algoritmu jednotlivě. Každý snímek je nejprve v bloku předzpracování obrazu upraven na požadova-

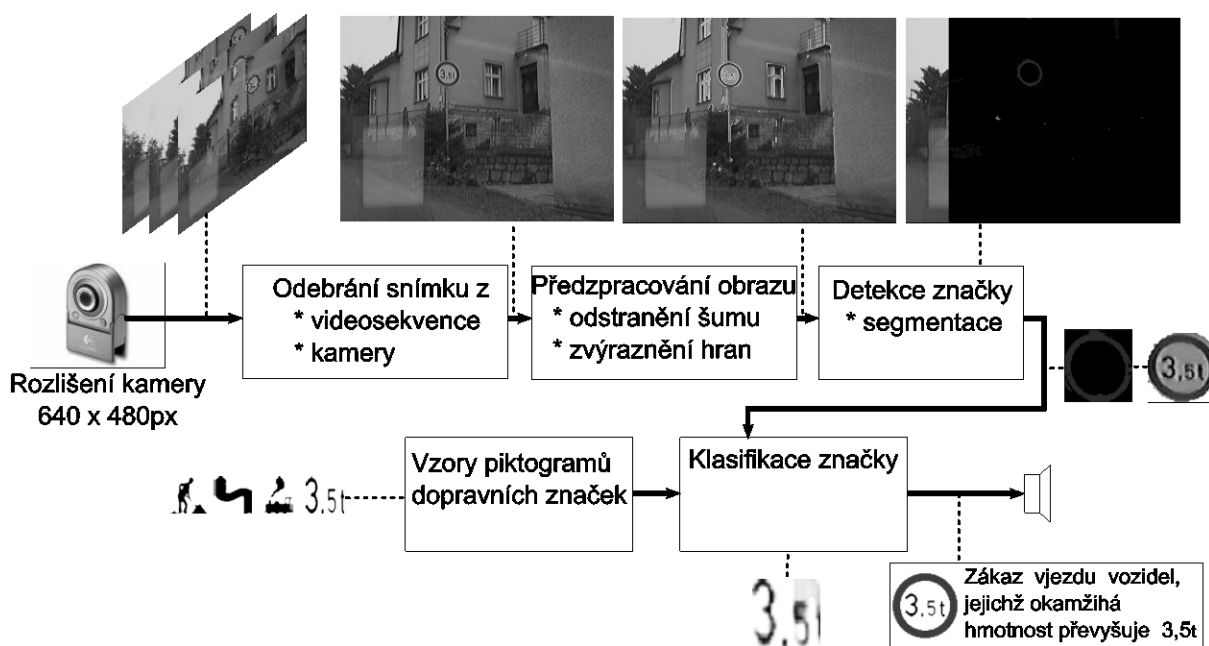
nou úroveň. Poté následuje zpracování ve dvou základních blocích – detekčním a klasifikačním. Bližšímu popisu jednotlivých bloků jsou věnovány následující sekce. Vlastní program je implementován v jazyce C++ s využitím nadstavbové knihovny pro počítačové vidění OpenCV (*computer vision*).

## 2.1. PŘEDZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Předzpracování obrazu je důležitým blokem každé úlohy počítačového vidění. Obrazová kvalita zachycená vstupním zařízením obecně nemusí být dostatečná, proto je nutné ihned na začátku zpracování obraz upravit tak, aby bylo maximalizováno jeho další využití. Obvykle vstupní obraz obsahuje velké množství šumu, proto je prováděna filtrace Gaussovým filtrem pro odstranění tohoto šumu.

## 2.2. DETEKCE

Detekci značek je obecně možné provádět buď na základě barevné informace nebo na základě tvaru. Většina přístupů kombinuje obě metody pro dosažení co největší kvality, která je rozhodující pro následující postup. V této práci je využíváno hlavně barevné segmentace, hrany detekované Cannyho hranovým detektorem [2] jsou využity zvláště pro zvýšení přesnosti barevné segmentace. Z důvodu zrychlení je barevná segmentace realizována v barevném modelu RGB [1].



Obrázek 1: celý postup rozpoznání dopravních značek.

Po provedení barevné segmentace jsou v obraze vyznačeny oblasti, ve kterých je možný výskyt značky (viz. Obrázek 1 - blok detekce). Ovšem ne všechny takové oblasti odpovídají dopravním značkám, obecně může být takovou oblastí například zadní světlo automobilu, červený reklamní leták, žluté listí na stromech a mnoho dalších předmětů. Proto jsou v dalším postupu jednotlivé oblasti testovány, zda vyhovují definované sadě pravidel, které musí dopravní značky splňovat (velikost, počet pixelů, poměr stran opsaného obdélníku atd.). Množina oblastí, které vyhovují zmíněným pravidlům, je nazývána množinou detekovaných značek a je předána do klasifikačního bloku (viz. Obrázek 1 - vstup do klasifikačního bloku).

### 2.3. KLASIFIKACE

Postup klasifikace je z důvodu zrychlení a zpřesnění také rozdělen do dvou dílčích kroků, které postupně realizují dílčí klasifikace. Nejprve je rozhodnuto o tvaru dopravní značky a ve spojení se známou barvou dopravní značky je značka ihned klasifikována do správné kategorie (zákazové značky – červený kruh, výstražné – červený trojúhelník). V této fázi se rovněž detekuje případné natočení dopravní značky a je ihned kompenzováno opačným natočením. V další fázi je již klasifikován konkrétní typ dopravní značky. Klasifikace je prováděna lineárním klasifikátorem [3] na základě piktogramu uvnitř dopravní značky. Piktogram je extrahován z obrazu se značkou, díky známému tvaru dopravní značky.

Pro dosažení co nejvyšší přesnosti a zároveň rychlosti je značka klasifikována až v obrazech, kdy je velmi blízko kameře a má nejlepší rozlišení. Je tak získáno několik dílčích klasifikací každé značky v posloupnosti několika snímků, čímž se zvyšuje přesnost celkové klasifikace. Skutečnost, že k finální klasifikaci je k dispozici více výskytů konkrétní značky, je docíleno systémem predikce polohy dopravní značky, která pracuje na základě Kalmanova filtru. Rozpoznání značky až v několika posledních snímcích jejího zobrazení s sebou přináší i nevýhodu, a to že o značce se řidič dozví až v momentu, kdy kolem ní projede nebo je v její blízkosti, což je například v případě značky „Stůj, dej přednost v jízdě“ poměrně problematické a v budoucnu bude do programu zaimplementována výjimka pro takové případy.

Od systému je očekávána práce v reálném čase a proto byly implementovány pouze jednodušší varianty algoritmů. Obrazy z kamery přicházejí s frekvencí 15 snímků za sekundu (jeden za 66ms), z čehož vyplývají požadavky na rychlost systému. Samozřejmě aplikace je připravena na situaci, kdy není schopna zpracovat data tak rychle a poté jsou některé obrazy vynechány.

### 3. ZÁVĚR

V rámci tohoto projektu byla vytvořena funkční, plně automatická aplikace, která dokáže v obrazových datech snímaných z jedoucího vozidla vyhledat dopravní značky. Nalezené dopravní značky jsou klasifikovány a poté přehledně vypsány uživateli. Úspěšnost detekce se na testovacích datech pohybovala okolo 94% a úspěšnost klasifikátoru byla 96%. Při zapojení obou bloků do série je úspěšnost celého systému zhruba 90%. Problém detekce neexistujících značek byl minimalizován, ale stejně jako v podobných aplikacích nebylo možné jej úplně eliminovat. V budoucnu bude do projektu implementován syntezátor řeči, díky kterému budou uživatelé podávány informace o detekovaných značkách i v hlasové podobě. Konkrétní ukázkou z vytvořené aplikace je možné shlédnout na adrese: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/gigadisk.php?i=3465a735](https://www.vutbr.cz/www_base/gigadisk.php?i=3465a735).

### LITERATURA

- [1] SHNEIER, Michael. *Road Sign Detection and Recognition*. 2005. 6 s. Dostupný z WWW: <[www.isd.mel.nist.gov/documents/shneier/Road\\_Sign\\_Detection.pdf](http://www.isd.mel.nist.gov/documents/shneier/Road_Sign_Detection.pdf)>.
- [2] HLAVÁČ, Václav, ŠONKA, Milan. *Počítačové vidění*. Praha: Grada, 1992. 250 s. ISBN 80-85424-67-3.
- [3] DUDA, Richard O., HART, Peter E., STORK, David G. *Pattern Classification*. 2nd edition. USA : John Willey & Sons, Ltd, 2001. 654 s. ISBN 0-471-05669-3.