

# FAST DETECTION OF TRAFFIC SIGNS IN IMAGE

**Jakub Sochor**

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xsocho06@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Adam Herout

E-mail: herout@fit.vutbr.cz

**Abstract:** This article focuses on fast detection of traffic signs in image. Two ways how to deal with this challenge will be discussed. My approach based on geometric shapes of traffic signs will be described in detail and the accomplished results will be presented.

**Keywords:** Detection, Traffic signs, Hough transform, Canny edge detector, real-time

## 1 ÚVOD

Tento článek se zabývá algoritmy a možným řešením problému detekce dopravních značek v reálném čase. Nejprve budou nastíněny dva možné přístupy k řešení problému a následně bude do detailu popsán můj přístup založený na geometrických tvarech dopravních značek. V závěru článku budou prezentovány dosažené výsledky a také nastíněno další pokračování mé práce.

## 2 EXISTUJÍCÍ PŘÍSTUPY

Při studiu existujících přístupů pro detekci dopravních značek, jež by byla dostatečně rychlá, mě zaujaly zejména dvě práce. První z nich [3] pro detekci dopravních značek využívá SURF příznaků a jejich vzájemné polohy pro určení, jestli daný objekt je dopravní značkou.

Druhý přístup [1] je založen na znalosti toho, že všechny dopravní značky mají předem definovaný tvar kruhu, trojúhelníku nebo čtverce a lze tedy detekovat v obraze tyto geometrické objekty.

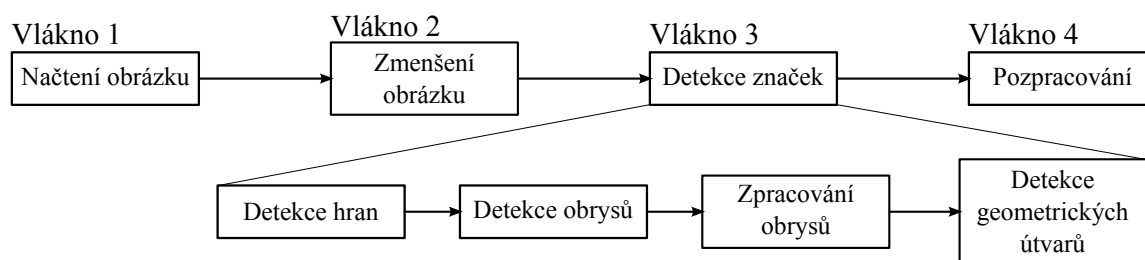
## 3 DETEKCE ZNAČEK ZALOŽENÁ NA GEOMETRICKÝCH VLASTNOSTECH

Já jsem svoji práci založil právě na výše zmíněné detekci geometrických objektů a tento přístup jsem dále rozvíjel a vylepšoval. Tuto cestu jsem zvolil zejména proto, že jsem ji považoval za robustnější s přihlédnutím, že jiné státy mají například značky jiných barev, ale tvary jsou téměř vždy stejné.

Proces detekce dopravních značek, jenž bude dále podrobněji popsán, je znázorněn na obrázku 1. Jak lze z obrázku vidět, bylo zpracování nutné rozdělit do více vláken a to zejména kvůli načítání obrázků, které je pro velké soubory příliš pomalé. Obrázek je dále pro další zpracování zmenšen, aby detekce dopravních značek neprobíhala na příliš velkém prostoru a byla tedy rychlejší. V poslední fázi jsou zpracovány výsledky detekce a případně ukládány do XML souboru nebo vyznačeny přímo do zpracovaného obrázku.

### 3.1 DETEKCE HRAN

V průběhu implementace algoritmu se osvědčilo neprovádět detekci hran pouze v obraze s odstíny šedi, kvůli nepřilíš výrazným hranám v některých obrázcích, které vedly k nedetekování dopravní značky.



**Obrázek 1:** Průběh detekce dopravních značek a rozdělení řetězce zpracování do vláken

Z tohoto důvodu jsem implementoval algoritmus pro detekci hran v barevném obraze [2] využívající nejen Euklidovskou vzdálenost pro určení rozdílu mezi body, ale také úhel mezi vektory, jenž jsou tvořeny z jednotlivých barevných složek bodu. Tento algoritmus se ovšem ukázal jako příliš pomalý pro využití v mé práci.

Proto jsem následovně otestoval využití Cannyho detektoru hran [6] v obraze tvořeném průměrem zelené a modré složky původního obrazu. Takováto detekce hran se ukázala jako dostatečně rychlá a eliminovala problémy detekce v šedetónovém obraze.

### 3.2 DETEKCE OBRYŠŮ A JEJICH VYHODNOCOVÁNÍ

Po detekci hran jsou spojitě hrany sjednoceny do obrysů, které pak tvoří například okraj dopravní značky. Tato operace je prováděna pomocí funkce knihovny OpenCV, přičemž tato funkce je založena na algoritmu popsaném v článku Satoshi Suzukio [7].

Následně se pomocí série jednoduchých pravidel vyhodnotí, jestli daný obrys může být obrysem dopravní značky. Mezi tato pravidla patří například ověření obsahu obrysu, kontrola, jestli okolí vzorku bodů z obrysů obsahuje červenou nebo modrou barvu a další. Tyto kontroly jsou založené zejména na úvaze, že obrys dopravních značek by měl mít určitý minimální obsah a v okolí obrysu dopravní značky by se měly vyskytovat barvy těchto dopravních značek, které bývají červené nebo modré.

Pro všechny obrysy, které vyhověly této kontrole je vypočítán ohraničující obdélník, který je předán pro další zpracování.

### 3.3 DETEKCE GEOMETRICKÝCH OBJEKTŮ

Posledním krokem je detekce kružnic a přímek, přičemž je snahou z detekovaných přímek sestavit trojúhelník nebo čtverec. Detekce těchto geometrických objektů se provádí pouze v obdélnících, které byly vyhodnoceny jako oblasti s potenciálním výskytem dopravní značky a nikoli v celém obraze, což vede k urychlení algoritmu.

Pro detekci geometrických primitiv využívám Houghovu transformaci [4]. Experimentoval jsem také s detekcí pomocí algoritmu RANSAC [5], avšak použitá implementace se ukázala jako příliš pomalá.

Pokud je v obdélníku nalezena kružnice, trojúhelník nebo čtverec, je prohlášen za možný výskyt dopravní značky. V konečné fázi tento obdélník bude zpracováván klasifikátorem dopravních značek.

## 4 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY, ZÁVĚR

V rámci práce se mi podařilo implementovat algoritmus, jenž dosahuje dostatečné rychlosti pro zpracování v reálném čase. Na testovací sadě 13380 obrázků s rozlišením 640 x 480 pixelů byla průměrná doba zpracování jednoho obrázku přibližně 25 ms, což odpovídá 40 FPS. Pro toto testování byl použit počítač s čtyřjádrovým procesorem AMD Phenom X4 945, jenž má frekvenci 3 GHz.



**Obrázek 2:** Příklad detekovaných dopravních značek

Na testovací sadě sta náhodně vybraných vzorků jsem určil metriku F-Measure a dosáhl výsledku přibližně 80%. Dále jsem detekci dopravních značek testoval na obrázcích z videa a ukázalo se, že při průjezdu kolem dopravní značky je vždy alespoň jednou detekována, což považuji za zásadní pro využití v oblasti dopravy.

Algoritmus dává relativně velký počet falešných detekcí, což by ovšem neměl být příliš velký problém vzhledem k tomu, že značky jsou detekovány s velkou přesností, jak lze vidět na obrázku 2, a tyto falešné detekce mohou být relativně rychle eliminovány při následné klasifikaci dopravních značek.

V další práci plánuji zejména rozšířit program o zpracování videa a integrovat klasifikaci dopravních značek. Pro klasifikaci plánuji využít programu implementovaného v rámci diplomové práce Tomáše Svobody a získat tak program, který je schopný v reálném čase detekovat a klasifikovat dopravní značky ve videu.

## REFERENCE

- [1] GARCIA-GARRIDO, Miguel Á. a Migule Á. SOTELO: Fast traffic sign detection and recognition under changing lighting conditions. *Intelligent Transportation Systems Conference*. 2006. s. 811-816.
- [2] WESELKOWSKI, Slawo a Ed JERNIGAN: Color Edge Detection in RGB Using Jointly Euclidean Distance and Vector Angle. *Vision Interface*. 1999. Canada.
- [3] GOEDEMÉ Toon: *Traffic Sign Recognition with Constellations of Visual Words*. International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics. 2008.
- [4] DUDA, Richard O. a Peter E. HART: Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*. 1986. ISSN 00010782.
- [5] FISCHLER, Martin A. a Robert C. BOLLES: Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Communications of the ACM*. ISSN 00010782.
- [6] CANNY, John: A Computational Approach to Edge Detection. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 1986. s. 679-698. ISSN 0162-8828.
- [7] SUZUKI, Satoshi a Keiichi ABE: Topological Structural Analysis of Digitized Binary Images by Border Following. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*. 1985. s. 32-46.