

# DIGITAL IMAGE PROCESSING IN USE

**Ondřej Mikšík**

Bachelor Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xmiksi01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The aim of this project is to create program, which will be able to recognize boundary of road for autonomous robots driving. The next challenge is the mark alignment searching for the live-science instruments calibration, where the standard laser beam interferometer could not be used. The created program provides a comfortable access to digital image processing methods for practical usage for wide community.

## 1. ÚVOD

Počítačové vidění jako součást metod umělé inteligence je vyspělou vědní disciplínou na rozhraní moderní matematiky a pokročilé výpočetní techniky. V poslední době se díky výkonnějším hardwarovým prostředkům využívá v řadě nejrůznějších aplikací, jako jsou průmyslová automatizace, bezpečnostní technologie, sledování objektů a další. Cílem práce je navrhnout program pro určení cesty definované pomocí patníčků. Tuto dráhu by následně projížděl autonomní robot. Dalším cílem je detekce a lokalizace kalibračních křížků sloužících pro kalibrace přístrojů pro výzkum v oblasti live-science v případě, že konstrukce přístroje neumožňuje použití standardní kalibrace pomocí laserového interferometru.

## 2. DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Digitální obraz chápeme jako snímek sejmутý kamerou, scannerem, nebo jiným zařízením a definujeme jej jako obrazovou funkci  $f(x, y)$ , jejíž hodnoty odpovídají měřené veličině (například jasu). Při počítačovém zpracování obrazů pracujeme s digitalizovanými obrazy. Obrazová funkce  $f(x, y)$  je poté představována maticí, jejíž prvky nazýváme pixely (obrazové elementy).

### 2.1. PŘEDZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Vstupní obraz, získaný například z kamery, vyžaduje často předzpracování, protože málokdy se nám podaří získat obraz, který má vysoký kontrast, neobsahuje šum, je ostrý, ... Cílem operací prováděných při předzpracování je upravit obraz tak, aby následná lokalizace a rozpoznávání objektů bylo co nejpřesnější a nejrychlejší. Mezi metody předzpracování obrazu patří například ekvalizace histogramu, odstranění šumu prostým průměrováním, mediánem, gausiánem nebo rotující maskou. Velmi užitečné jsou také metody založené na matematické morfologii, které slouží k odstranění tzv. *salt and pepper* šumu, nebo k na-

hlédnutí na obraz „z větší dálky“. Problémem předzpracování obrazu je ale fakt, že většina operací je protichůdná.

## 2.2. DETEKCE HRAN

Hrany jsou místa, která nesou více informací o obsahu obrazu než jiné; navíc jsou do jisté míry invariantní vůči změně osvětlení, nebo pohledu. Hrana v obraze je dána vlastnostmi obrazového elementu a jeho okolí a je určena tím, jak náhle se mění hodnota obrazové funkce  $f(x, y)$ . Změnu funkce dvou proměnných zkoumáme pomocí parciálních derivací a popisuje ji její gradient. Při digitálním zpracování obrazu (DIP) je vhodné využít k detekci hran diskrétní konvoluce. Mezi nejčastěji používané operátory patří Robertsův, Sobelův nebo Laplaceův. Jako zástupce pokročilých hranových detektorů můžeme uvést Cannyho hranový detektor.

## 2.3. SEGMENTACE

Segmentace obrazu je jeho dělení na oblasti, jejichž vlastnosti jsou v určitých ohledech stejnorodé. Typickou úlohou segmentace je odlišit objekty zájmu od sebe a také od zbývajících objektů nebo pozadí. Existuje řada metod, které lze při segmentaci využít. Mezi základní patří metody založené na zkoumání histogramu, obohacování obrazu o pseudobarvu, nebo štěpení a spojování oblastí.

## 2.4. POPIS OBJEKTŮ A JEJICH KLASIFIKACE

Před dalším zpracováním obrazu je potřeba co nejlépe popsat objekty zájmu. K charakteristice získaných objektů můžeme použít řadu obrazových primitiv popisujících jejich tvar, velikost, texturu, nebo můžeme použít statistických momentů invariantních vůči rotaci, translaci a změně měřítka (RTS invariantní momenty).

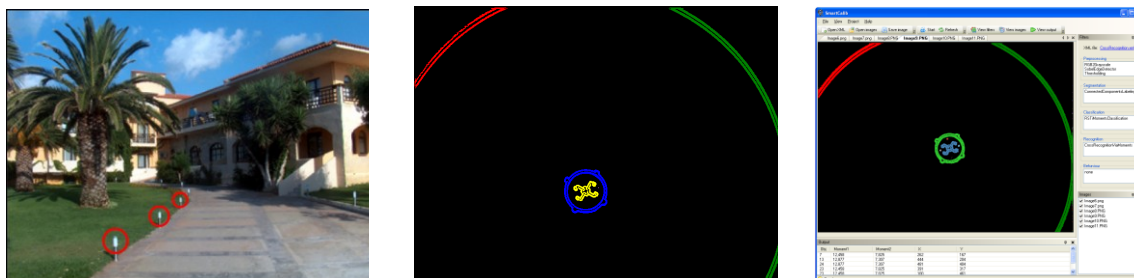
Klasifikace je proces, při kterém zařazujeme objekty na základě určitého rozhodovacího pravidla do (většinou) předem známých tříd. Objekty, které jsou obsažené v jedné třídě, jsou si mnohem podobnější než mezi jednotlivými třídami navzájem. Mezi nejběžnější klasifikátory patří rozhodovací stromy, support vector machine (SVM), nebo umělé neuronové sítě.

## 3. ŘEŠENÉ APLIKACE

Rozpoznávání cesty definované pomocí patníčků je v tomto projektu vyřešeno pouze teoreticky, protože je jasné, že uřídit robota pouze z videa je prakticky nereálné. V této úloze však najde využití většina zmiňovaných metod. Šum ze vstupního obrazu je dobré filtrovat gausiánem. Obraz je však stále „zahlučen“ řadou nepodstatných detailů. Proto použijeme morfologické otevření a uzavření. Následně můžeme detekovat hrany. Dobrých výsledků dosáhneme použitím Sobelova operátoru. Dále je potřeba obraz binarizovat prahováním a oddělit objekty zájmu od ostatních. K tomu použijeme obohacení obrazu o pseudobarvu. Segmentované objekty popíšeme pomocí RTS invariantních momentů. Protože se jedná o poměrně jasně definované objekty, můžeme ke klasifikaci použít rozhodovací strom.

Rozpoznávání kalibračního křížku umožňuje použití nestandardní metody kalibrace přístrojů v případě, že nám jejich konstrukce neumožňuje využití laserového interferometru. V tomto případě budeme mít kalibrační sklo s kalibračními křížky vyrobené pomocí elektronového litografu. Protože je potřebná co největší přesnost, nepoužijeme metody odstranění šumu (rozmazává hrany), ani morfologie (dochází k mírnému posunu hrany). Na

vstupní obraz přímo použijeme Sobelův detektor, poté obraz binarizujeme (vzhledem k jeho vlastnostem můžeme použít pevně volený práh). Pomocí segmentace od sebe odlišíme jednotlivé objekty (region growing), popíšeme pomocí RTS invariantních momentů a klasifikujeme pomocí rozhodovacího stromu.



**Obrázek 1:** A) Na obrázku vlevo jsou zakroužkované rozpoznávané patníčky. B) Žlutý křížek na obrázku uprostřed je kalibrační značka. C) Na obrázku vpravo je program SmartCalib.

#### 4. APLIKACE SMARTCALIB

K řešení praktické aplikace byl vytvořen program SmartCalib v jazyce c#. Tento program není omezen pouze na rozpoznávání středu kalibrační značky, ale lze jej použít i k experimentování s metodami DIP. Celý program byl navrhnut jako modulově řešená aplikace pomocí pluginů. To znamená, že uživatel není nijak omezen v množství funkcí, protože si může další filtry naprogramovat (za předpokladu, že zná metody DIP), pouze jeho třídy musí dědit příslušnou abstraktní třídu podle typu pluginu (předzpracování, segmentace, klasifikace, rozpoznávání, chování). Průběh samotného rozpoznávání je pak nastaven v konfiguračním XML souboru.

#### 5. ZÁVĚR

Práce shrnuje dosavadní zkušenosti autora s problematikou DIP. První část je věnována teoretickým základům počítačového vidění. Prostor tohoto příspěvku je ovšem velmi omezený a pro podrobnější popis zmiňovaných metod nezbyvá než odkázat na literaturu [1] a [2].

Další část se zabývá řešením teoretické a praktické úlohy. Na vstupní obrázek byly aplikovány různé metody DIP, jejichž výsledkem bylo nalezení požadovaných objektů v zadaném obraze. Samozřejmě, že navržené postupy nejsou jediné možné (například vůbec nebyla diskutováno řešení ve frekvenční oblasti), zajímavé by mohlo být použití Houghovy transformace a srovnání výsledků s autorem navrženým postupem.

Původní vizuální vyhodnocení kalibračního obrazce bylo pracné, časově náročné a nepřiliš přesné. Nalezení značky pomocí metod DIP umožňuje zrychlení a zpřesnění kalibračního procesu.

#### LITERATURA

- [1] Šonka M., Hlaváč V., Boyle R.: Image Processing, Analysis, and Machine Vision, Chapman&Hall, 1993
- [2] Gonzalez R. C., Woods R. E.: Digital Image Processing, Addison-Wesley, 1992