

# Technická zpráva



Akademie věd České republiky  
Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.

## Detekce významných bodů v integrální hranové mapě

Bohumil Kovář, RIPAC Projekt

[kovar@utia.cas.cz](mailto:kovar@utia.cas.cz), [www.ripac.cz](http://www.ripac.cz)

### Obsah

1. Úvod.....	2
2. Obecný popis k aplikaci .....	2
2.1 Detekce hran .....	2
2.2 Detekce rohů .....	3
3. Potřebné vybavení a nástroje .....	5
4. Spouštění aplikace .....	5
5. Obsah a popis přiloženého balíku .....	5
6. Reference.....	5

### Revize

Revize	Datum	Autor	Popis změn v dokumentu
0	10.2.2007	B.K.	Vytvoření dokumentu
1			
2			

## 1. Úvod

Jednou ze základních metod počítačového vidění je detekce významných bodů. Významné body jsou používány pro rozpoznávání objektů, jako příznaky pro klasifikaci a důležitou roli hrají ve stereo vidění. Vzhledem k fyziologii lidského oka, můžeme za významné body v obraze pokládat ta místa, kde se skokově mění gradient obrazové funkce. Mezi takové body patří i rohy.

Tento dokument představuje metodu pro detekci rohů v integrální hranové mapě. Algoritmus je navržen tak, aby ho bylo možné snadno a efektivně implementovat na DSP a FPGA čipech. Výsledky jsou porovnávány s Harrisovým rohovým detektorem, který je v literatuře často používán pro srovnávání různých metod pro detekci rohů.

Přiložená aplikace umožňuje porovnávat obě metody.

## 2. Obecný popis k aplikaci

### 2.1 Detekce hran

Detekce hran patří mezi základní operace počítačového vidění. Většina hranových detektorů je založena na konvoluci obrazu s vhodně zvoleným konvolučním jádrem. Dimenze konvolučního jádra má vliv na detekční vlastnosti i výpočetní náročnost. Popis použitých metod a jejich implementaci lze nalézt například v dokumentaci ke knihovně OpenCV [1]. V aplikaci jsou pro detekci hran implementovány tyto hranové detektory [2]:

1. Laplace
2. Sobel
3. Canny

Detailní popis použitých metod je možné nalézt například v dokumentaci ke knihovně OpenCV.



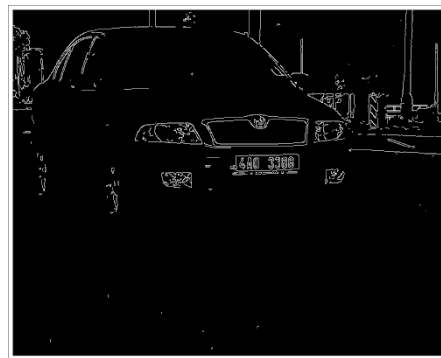
(a)



(b)



(c)



(d)

Na obrázku (a) je vstupní šedotónový obraz. Neodprahované výsledky Sobelova a Laplaceova detektoru jsou uvedeny na obrázku (b) a (c). Poslední obrázek ukazuje mapu hran získanou Cannyho hranovým detektorem s dolním parametrem hystereze 200 a horním 255.

## 2.2 Detekce rohů

Roh můžeme definovat jako průsečík dvou hran, případně jako bod v obraze v jehož lokálním okolí jsou dvě významné hrany s různým směrem. To znamená, že významné body v obraze mohou být nalezeny pomocí rohových detektorů, ale také to mohou být izolované body, v jejich lokálním okolí se významně mění gradient obrazové funkce (například začátky nebo konce úseček). Významné body mohou být také použity jako příznaky při klasifikaci detekovaných objektů.

### Harrisův hranový detektor

Harrisův hranový detektor je založen na součtu čtverců diferencí dvou míst v obraze (SSD – sum of squared differences). Předpokládejme, že vstupem je šedotónový obraz, který označíme  $I$ . Předpokládejme místo v obraze  $i$  s plochou  $(u, v)$  posunutou o  $(x, y)$ . SSD mezi těmito dvěma místy je definována jako:

$$S = \sum_u \sum_v (I(u, v) - I(u - x, v - y))^2$$

Harrisova matice  $A$  je potom nalezena jako druhá druhá difference  $S$  okolo  $(x, y) = (0, 0)$ .

$$A = \begin{bmatrix} \langle I_x^2 \rangle & \langle I_x I_y \rangle \\ \langle I_x I_y \rangle & \langle I_y^2 \rangle \end{bmatrix}$$

Význam detekovaného rohu určíme podle hodnoty druhé derivace v lokálním okolí. Koeficient určíme z rovnice

$$M_c = \det(A) - k \cdot \text{trace}^2(A)$$

Hodnotu parametru  $k$  nastavujeme na základě experimentů, v literatuře jsou uváděny hodnoty v rozmezí  $(0.04 - 0.15)$ .



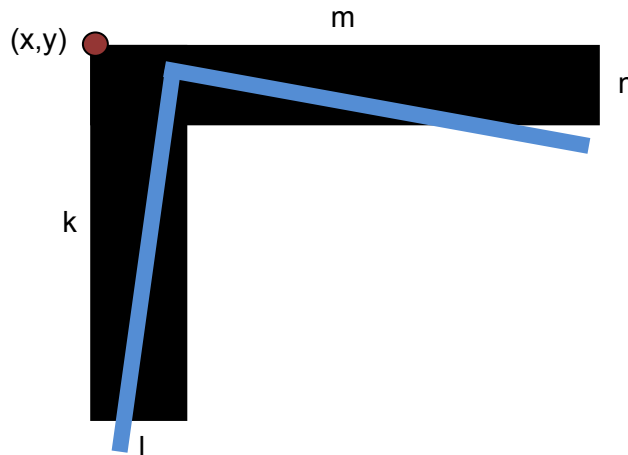
Obrázek 1 Rohy detekované pomocí Harrisova detektoru

### Detekce rohů v integrální hranové mapě

Výsledkem hranové detekce v bodě  $(x,y)$  je vektor který se skládá z velikost gradientu (magnitude) obrazové funkce v lokálním okolí bodu  $(x,y)$  a jeho směru. Po odprahování získáme binární matici, která popisuje polohu významných hran. Tuto matici označme  $G$  a nazýváme ji mapa hran. Integrální mapa hran  $IG$  pak bude definována jako

$$IG(x,y) = \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y G(i,j)$$

Součet bodů významných hran nad čtvercovou oblastí o ploše  $(u,v)$  a středu  $(x,y)$  pak vypočteme pouze pomocí jedné operace typu rozdíl, místo  $u \times v$  operací typu součet. Pro detekci rohu pak stačí vytvořit vhodnou masku.



Počet bodů významných hran v okolí  $(x,y)$  pak rychle spočítáme jako

$$S_{IG} = [IG(x+m, y+n) - IG(x,y) + IG(x+l, y+k) - IG(x,y)]$$



Obrázek 2: Rohy detekované v integrální hranové mapě

### 3. Potřebné vybavení a nástroje

Aplikace byla naprogramována ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio .NET 2008 a optimalizována pro procesory Pentium. Při vývoji byla použita open source knihovna OpenCV [1]. Tato knihovna je dostupná i pro platformu Linux a tím je u popisované aplikace zajištěna kompatibilita s tímto operačním systémem.

### 4. Spouštění aplikace

V případě, že je na počítači již nainstalovaná knihovna OpenCV a v systému korektně nastavena cesta k %OpenCV%\bin, je vše potřebné k běhu aplikace provedeno. Pokud aplikace OpenCV není nainstalována (a uživatel ji instalovat nechce), je třeba aplikaci a přiložené dll knihovny nahrát do jednoho adresáře. Z důvodu kompatibility se nedoporučuje umístit tyto knihovny do adresáře %WINDOWS%\system32. V případě, že na počítači není nainstalováno vývojové prostředí Microsoft Visual Studio .NET 2008, je nutné ze stránek <http://www.microsoft.com/downloads> stáhnout a nainstalovat *Microsoft Visual C++ 2008 Redistributable Package* (x86 nebo x64). Aplikace se spouští z příkazového řádku.

*corner.exe obrazek*

### 5. Obsah a popis přiloženého balíku

Přiložený CD-ROM obsahuje aplikaci přeloženou pro Windows. Potřebné knihovny, testovací sadu obrázků a open source knihovnu OpenCV ve verzi 1.0.

cdrom      - App  
             - Doc  
             - Img  
             - Lib

### 6. Reference

- [1] OpenCV library, <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/>
- [2] Ballard D.H., Brown Ch. M.: Computer Vision, PrenticeHall, 1982