

# Shi-Tomasi Corner Detector

Marek Berta, Filip Burda, Jakub Geľo  
Technická univerzita v Košiciach, KKUI

## Teória a algoritmus

Shi-Tomasi detektor vychádza z algoritmu, ktorý sa používa v metóde Harris Corner. Harris Corner algoritmus vychádza zo zmeny gradientu na šedotónovom obrázku, ktorá je vyjadrená nasledujúcim vzťahom:

$$E(u, v) \approx [u \ v] \left( \sum_{x,y} w(x, y) \begin{bmatrix} I_x^2 & I_x I_y \\ I_x I_y & I_y^2 \end{bmatrix} \right) \quad (1)$$

Kde :

- $w(x, y)$  je okno(časť obrázku) na pozícii  $(x, y)$
- $I$  je intenzita na daných súradniciach

V roku 1994 J. Shi a C. Tomasi urobili malú modifikáciu vo svojom dokumente Good Features to Track, ktorý vykazuje lepšie výsledky v porovnaní s Harris Corner Detector. Funkcia bodovania v detektore Harris Corner Detector bola daná vzťahom, ktorý vyjadruje skóre pre každú časť obrázka, ktorá by mohla obsahovať roh:

$$R = \lambda_1 \times \lambda_2 - k \times (\lambda_1 + \lambda_2)^2 \quad (2)$$

Namiesto vzťahu ( 2 ) Shi-Tomasi navrhol:

$$R = \min(\lambda_1, \lambda_2) \quad (3)$$

Kde  $\lambda_1$  a  $\lambda_2$  sú vlastné hodnoty matice zloženej z gradientových intenzít ( 1 ).

Základný princíp algoritmu je

- vyhľadanie okien – teda častí obrázka, kde je vysoká zmena intenzity
- pre každé okno je vypočítaná metrika R

- podľa zvoleného thresholdu sú označené nájdené rohy

Tento princíp sme následne implementovali s ohľadom na efektivitu našej funkcie. Pre optimálnejšie spracovanie obrazu sme najprv farebný obraz previedli na šedotónový, pridali sme obrazu orámovanie a použili sme gausovský filter pre odstránenie šumu.

## Implementácia algoritmu

V programovom prostredí MATLAB `shiTomasFeatures()`, ktorej vstupom sú 3 parametre, pričom iba prvý z nich je povinný a to obraz ktorý sa spracováva. Druhým parametrom je veľkosť filtra, ktorým je obraz prehľadávaný a tretím je threshold, ktorý určuje akú najnižšiu hodnotu vypočítanej metriky musí mať bod obrazu aby mohol byť považovaný za roh.

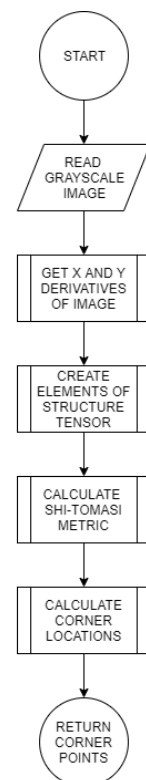
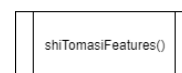


Figure 1 funkcia shiTomasFeatures()

Funkcia vráti rohy ktoré pozície nájdených rohov a k nim prislúchajúce hodnoty metriky.

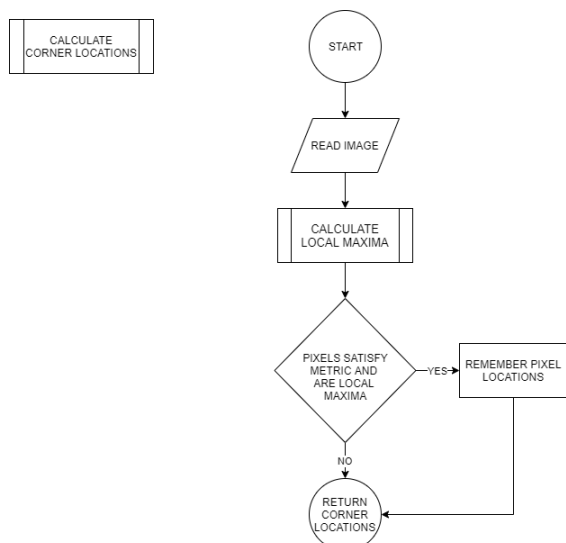


Figure 2 diagram funkcionality výpočtu polohy rohov

## Dokumentácia experimentov

Experimentálne sme porovnávali nami vytvorenú funkciu a funkciu OpenCV.

Názov obrázka	stavebnica.jpg	check box.jpg	dolphin_mesh.png	kirby.jpg
Totožné body	55	45	58	74
Totožnosť	69,6%	57%	73,4%	93,7%

Table 1 Totožnosť rohov získaných pomocou vytvorenej funkcie s bodmi získanými funkciou OpenCv

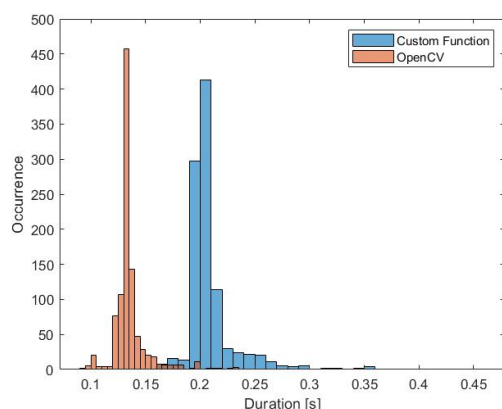


Figure 3 Histogram trvania behu funkcie

Pri porovnávaní zistených rohov sme vyberali 79 rohov s najlepšou metrikou. Priemerne bolo

zhodných 58 zo 79 rohov a priemerná úspešnosť teda bola 73,4%. Pri experimentoch bola veľkosť filtra nastavená na hodnotu 5 a threshold mal hodnotu 100. Porovnávanie funkcií sme uskutočnili pomocou štyroch obrázkov. Pre ilustráciu porovnania funkcií sme priložili obrázky *kirby.jpg* a *stavebnica.jpg* s označenými rohmi, získanými pomocou oboch funkcií.

Pri meraní trvania priebehu našej funkcie a funkcie OpenCV pri 1000 behoch sme dostali priemer trvania behu nami naprogramovanej funkcie je 0,20993s a priemerné trvanie behu OpenCV funkcie je 0,13657.

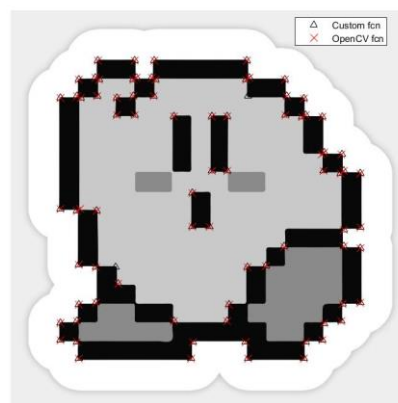


Figure 4 Detekované rohy na obrázku kirby.jpg

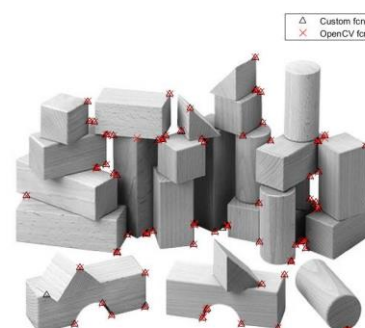


Figure 5 Detekované rohy na obrázku stavebnica.jpg

## Príklady aplikácií

### 1. Rozpoznávanie únavy vodičov na základe charakteristických bodov tváre

Na rozpoznanie únavy vodičov bola použitá metóda rozpoznávania tvárí Viola-Jones, ktorá využívala metódu rozpoznávania rohov Shi-Tomasi na určenie pozícií úst a očí vodičov. (1)

### 2. Rozpoznávanie gest rúk pomocou Kinect

Gestá rúk boli snímané pomocou Microsoft Kinect, kde Shi-Tomasi detektor dokázal pre jeden prst nájsť práve jeden roh narozdiel od Harrisovho detektora. (2)

### 3. Rozpoznávanie chybných úchytovej koľajníc

Na základe fotiek koľajníc boli pomocou Shi-Tomasi a Harris-Stephen detektorov zisťované nebezpečné časti železničných tratí, konkrétne poškodené alebo chýbajúce úchyty koľají. (3)

## Literatúra

1. *Driver alert state and fatigue detection by salient points analysis.* **Torres-Torriti, J. Jiménez-Pinto and M.** San Antonio : s.n., 2009.

2. **Heng Du, TszHang To.** *Hand Gesture Recognition Using Kinect.* s.l. : Boston University, 2011.

3. *Automatic detection of defective rail anchors.* **R. A. Khan, S. Islam and R. Biswas.** Quingdao : s.n., 2014.

4. **Shi-Tomasi Corner Detector & Good Features to Track.** *OpenCV - Python Tutorials.* [Online] [https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py\\_tutorials/py\\_feature2d/py\\_shi\\_tomasi/py\\_shi\\_tomasi.html](https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_feature2d/py_shi_tomasi/py_shi_tomasi.html).

5. **Fundamentals of Features and Corners.** *AI Shack.* [Online] <http://aishack.in/tutorials/shitomasi-corner-detector/>.