# Anizotropná segmentácia obrazu pomocou tenzora gradientovej štruktúry

Michaela Pekárová, Ľubomír Rusnák, Lukáš Kladný

***Čo je tenzor gradientovej štruktúry:***

V matematike je tenzor gradientovej štruktúry (tiež označovaný ako matica druhého momentu, tenzor momentu druhého rádu, tenzor zotrvačnosti atď.) matica odvodená z gradientu funkcie. Sumarizuje dominantné smery gradientu v určenom susedstve bodu a stupeň, v akom sú tieto smery koherentné (koherentnosť). Tenzor gradientovej štruktúry sa široko používa v spracovaní obrazu a počítačovom videní pre segmentáciu 2D / 3D obrazu, detekciu pohybu, adaptívnu filtráciu, lokálnu detekciu obrazových prvkov atď.

Medzi dôležité vlastnosti anizotropných obrazov patrí orientácia a koherencia lokálnej anizotropie. V tomto článku ukážeme, ako odhadnúť orientáciu a koherenciu a ako segmentovať anizotropný obraz s jednou lokálnou orientáciou tenzorom gradientnej štruktúry.

Tenzor gradientovej štruktúry obrazu je symetrická matica 2x2. Vlastné vektory tenzora gradientovej štruktúry naznačujú lokálnu orientáciu, zatiaľ čo vlastné hodnoty dávajú koherenciu (miera anizotropismu).

Tenzor gradientovej štruktúry J, ktorý pochádza zo Z (náhodný obrázok), môže byť zapísaný ako:

$$J = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} \\ J_{12} & J_{22} \end{bmatrix}$$

Kde $J_{11} = M[Z_x^2]$ , $J_{22} = M[Z_y^2]$ , $J_{12} = M[Z_x Z_y]$ - komponenty tenzora, *M[]* je symbolom matematického očakávania (túto operáciu môžeme považovať za priemernú hodnotu v okne w), $Z_x$a $Z_y$ sú čiastkové derivácie obrazu *Z* vzhľadom na *x* a *y*.

Vlastné hodnoty tenzora možno nájsť v nasledujúcom vzorci:

$$\lambda_{1,2} = J_{11} + J_{22} \pm \sqrt{(J_{11} - J_{22})^2 + 4J_{12}^2}$$

Kde $\lambda_1$ je najväčšia vlastná hodnota a $\lambda_2$ je najmenšia vlastná hodnota.

Ako odhadnúť orientáciu a koherenciu anizotropného obrazu pomocou tenzora gradientovej štruktúry?

Orientácia anizotropného obrazu:

$$\alpha = 0.5arctg\frac{2J_{12}}{J_{22} - J_{11}}$$

Koherencia:

$$C = \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Koherencia sa pohybuje od 0 do 1. Pre ideálnu miestnu orientáciu ($\lambda_2 = 0$ , $\lambda_1 > 0$) je jedna, pre štruktúru izotropnej šedej hodnoty ($\lambda_1 = \lambda_2 > 0$) je nula.

***Využitie:***

Vlastné hodnoty tenzora štruktúry zohrávajú významnú úlohu v mnohých algoritmoch spracovania obrazu, pri problémoch, ako je detekcia rohov, detekcia úrokových bodov a sledovanie prvkov.

Tenzor štruktúry tiež hrá hlavnú úlohu v algoritme optického toku Lucas-Kanade a vo svojich rozšíreniach odhaduje prispôsobenie tvaru afinity, kde veľkosť je indikátorom spoľahlivosti vypočítaného výsledku.

Tenzor sa použil na analýzu priestorového rozsahu, odhad lokálnej povrchovej orientácie z monokulárnych alebo binokulárnych podnetov, nelineárne vylepšenie odtlačkov prstov, spracovanie obrazu založené na difúzii a niekoľko ďalších problémov so spracovaním obrazu. Tenzor štruktúry sa dá použiť aj v geológii na filtrovanie seizmických údajov.

***Literatura:***

https://docs.opencv.org/master/d4/d70/tutorial_anisotropic_image_segmentation_by_a_gst.html

https://en.wikipedia.org/wiki/Structure_tensor