

SEGMENTATION OF THE OPTIC NERVE HEAD IN COLOUR FUNDUS IMAGES

Miloš Malínský

Master Degree Programme (5), FEEC BUT
E-mail: xmalin09@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Radim Kolář

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

ABSTRACT

This article deals with segmentation of the optic disc in color fundus images in three steps. First, the preprocessing step is employed in order to eliminate the nonuniform illumination. Second, the rough localization is performed using the correlation filter and Hough transformation. And finally, for finer adjustment of the optical disc contour, the active contour are used.

1. ÚVOD

Segmentace optického disku OD v barevných oftalmologických obrazech sehraává významnou roli v diagnostice onemocnění glaukomu, např. ve spojení s konfokálním laserovým skenovacím oftalmoskopem typu HRT (Heidelberg Retina Tomograph) vede ke zlepšení přesnosti segmentace OD v HRT obrazech [4]. Tato práce se zaměřuje na detekci centrálního bodu disku a nalezení vnitřní hranice OD využitím metody aktivních kontur. Barevné fundus obrázky, prezentované v této práci, jsou získány pomocí oftalmoskopu Canon CF-60Udi s digitální kamerou Canon D20. Jedná se o RGB snímky o velikost 3504 x 2336 pixelů s širokým zorným polem (60°). U následujících metod je pracováno s R složkou obrazu, kromě oblasti předzpracování, kde se využívají složky G a B.

2. ROZBOR

2.1. PŘEDZPRACOVÁNÍ

Cílem předzpracování je zmenšit jasovou variabilitu obrazu, způsobenou rozdílnými optickými vlastnostmi oka, využitím adaptivní úpravy kontrastu pomocí operátoru [1] (viz. Obr. 1):

$$g_{i,j} = 255 \cdot \frac{|\psi_w(f_{i,j}) - \psi_w(f_{i,j}^{\min})|}{|\psi_w(f_{i,j}^{\max}) - \psi_w(f_{i,j}^{\max})|}, \quad \psi_w(f_{i,j}) = \left[1 + \exp\left(\frac{\bar{f}_w - f_{i,j}}{\sigma_w}\right) \right]^{-1} \quad (1)$$

kde $f_{i,j}$ a $g_{i,j}$ jsou pixely vstupního a výstupního obrazu, $f_{i,j}^{\min}$ a $f_{i,j}^{\max}$ označují maximální a minimální hodnotu vstupního obrazu, \bar{f}_w a σ_w jsou lokální statistické charakteristiky

(střední hodnota a směrodatná odchylka) definované v posuvném okně (27 x 27 pixelů obrazu). Výstupní předzpracovaný obraz je vypočítán z červené složky vstupního RGB obrazu s decimálním faktorem 3.

2.2. PŘIBLIŽNÁ LOKALIZACE ONH

Po předzpracování dochází k hrubé lokalizaci oblasti OD určené k přesnější segmentaci. Přibližné určení centra OD je hledáno jako maximální odezva korelačního filtru se čtvercovou jednotkovou maticí (30 x 30 pixelů). Důvodem takto zvolené detekce je korespondence hledané oblasti s největším jasnem v obraze, která je uvnitř předzpracovaného obrazu OD. Takto určený bod (střed OD) slouží pro vytvoření výřezu OD (301 x 301 pixelů) pro další zpracování. Velikost výřezu je vzata s ohledem na velikost OD.

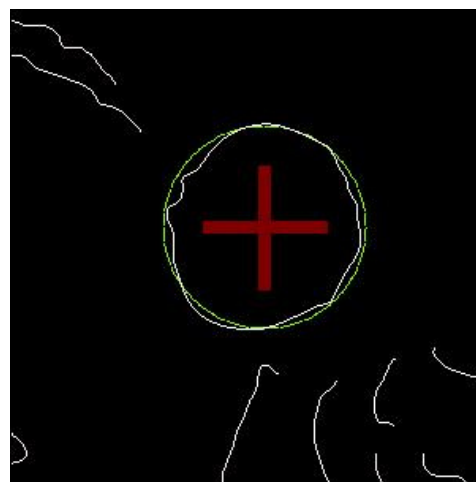


Obr.1. Výstupní obrázek operátoru pro předzpracování s lokalizací přibližného středu OD

Dalším krokem je výpočet kružnice pomocí metody houghovy transformace (HT). Pro náš účel je nejvhodnější, jako metoda vytvoření vstupního obrázku HT, použít Cannyho detektor s prahovou hodnotou 0.475 a rozptylem Gaussova filtru 3.6 (Obr.2). Tyto hodnoty byly testovány na 20 obrázcích z naší databáze s úspěšným výsledkem. Výsledkem HT je aproximační kružnice OD (Obr.2).

2.3. ZPŘESNĚNÍ ONH SEGMENTACE

Pro zpřesnění aproximační křivky je použita metoda aktivních kontur (Obr.3). Tato metoda je založena na minimalizaci energie křivky, která souvisí s hledanou hranicí objektu. K této minimalizaci je využit výpočet interních a externích sil viz. rovnice (3). Počáteční křivkou metody je kružnice daná body $\mathbf{x}(s)=[x(s), y(s)]$, kde $s \in [0,1]$. Tyto hodnoty jsou určeny metodou HT. Interní síly souvisejí s tvarem kontury, externí síly souvisejí s vlastnostmi obrazu [2].



Obr.2. Aproximační kružnice HT

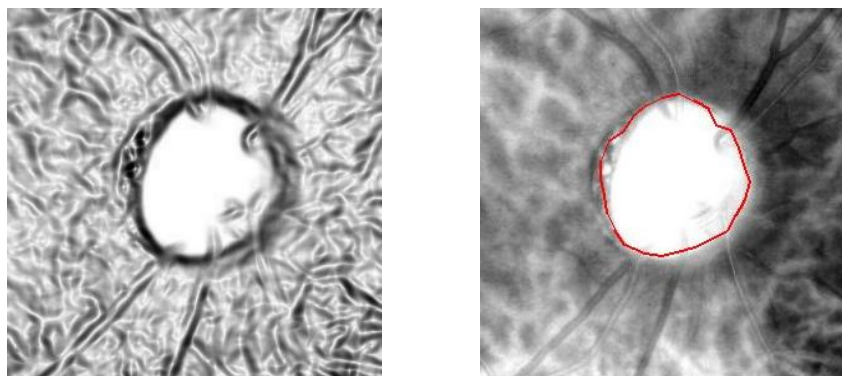
$$E_{SNAKE} = \int_{s=0}^1 E_{INT}(\bar{\mathbf{x}}(s)) + E_{EXT}(\bar{\mathbf{x}}(s)) \cdot ds \quad (3)$$

Interní energetická funkce představuje sílu, která se snaží vnutit kontuře tvar a udržovat konstantní vzdálenost mezi body kontury. Tyto síly jsou funkcí koeficientů α , β a γ , které představují váhy, definující závislost kontury na uvedených vlastnostech (4,5). Jejich hodnoty jsou nastaveny na $\alpha = 0.7$, $\beta = 1.8$ a $\gamma = 1$. Externí energetická funkce je počítána z obrazu charakterizujícího určitý parametr vstupního obrazu. Jako externí síla je zde použita

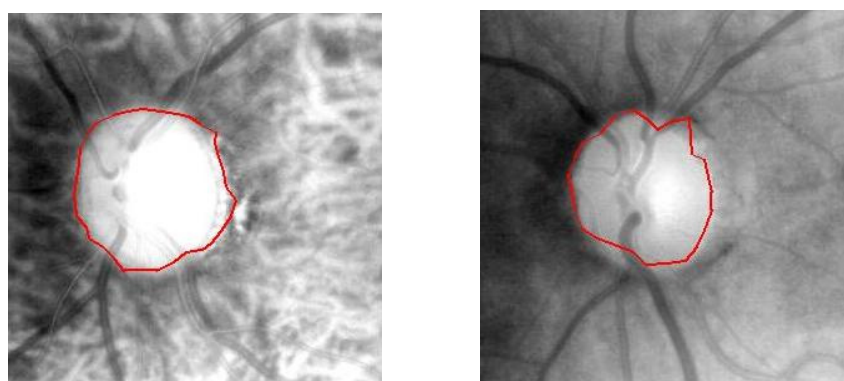
absolutní hodnota součtu složek vektoru gradientu (5). Hodnoty použité k nastavení Gaussova filtru, jež je určen k vyhlazení obrazu, jsou $\sigma = 2.5$ s velikostí masky 7 x 7 pixelů.

$$E_{INT} = \alpha \cdot |\bar{x}'(s)|^2 + \beta \cdot |\bar{x}''(s)|^2 \quad (4)$$

$$E_{EXT} = \gamma \cdot \left(-|\nabla(G_\sigma(x, y) * I(x, y))|^2 \right) \quad (5)$$



Obr.3. Externí síla (vlevo); Výsledná kontura (vpravo)



Obr.4. Příklady výsledků metody aktivních kontur

3. ZÁVĚR

Uvedené metody nám slouží k automatizovanému hledání tvaru optického disku. Na výsledných obrázcích (Obr.3 vpravo, Obr.4) je vidět, že křivka ne úplně splývá s hranami disku. Je to způsobeno hlavně přítomností nepravých hran (cévy) v obrazu. Metoda byla testována na 10 obrázcích s obdobnými výsledky. V další práci se pokusíme tyto vlivy minimalizovat a dovést křivku do vysoké aproximace hran.

LITERATURA

- [1] Sinthanayothin C, Boyce JF, Cook HL, Williamson TH. *Automated localisation of the optic disc, fovea, and retinal blood vessels from digital colour fundus images*. *Ophthalmology* 1999; 83:902-910.
- [2] Jan, J. *Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration: Concepts and Methods*, CRC Press, 2005
- [3] Xu C, Prince JL. *Snakes, Shapes and Gradient Vector flow*. *IEEE Trans. On Image Processing*, 1998; 7(3): 359-369.
- [4] Niemann H et al. *Towards automated diagnostic evaluation of retina images*. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 2005; 15(2):273-276.