

DETECTION OF BLOOD-VESSEL BIFURCATIONS IN RETINAL IMAGES

Michal Baše

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xbasem00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Radim Kolář

E-mail: kolarr@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with detection of the blood-vessel bifurcations in retinal images. The proposed method is based on the image preprocessing, local and global detection of bifurcations and postprocessing procedures like deleting wrong coordinates and getting more accurate coordinates. An example of detection results is shown and properties of the method are discussed.

Keywords: Fundus camera, image segmentation, retinal blood-vessels

1. ÚVOD

Využití snímků sítnice v medicíně je důležité, jelikož je to jediná možnost, jak pozorovat neinvazivně cévní systém těla. Detekce větvení a křížení cévního řečiště na sítnici má pak mnoho možných aplikací; například pro pozorování změn na sítnici při různých onemocněních, dále pro registraci obrazů, a nebo k identifikaci osob.

Tato práce se zabývá právě detekcí těchto tzv. bifurkací za využití prahovacích metod a morfologických operací. Cílem je navrhnout takový algoritmus, který bude detekovat bifurkace rovnoměrně po celé sítnici.

2. ROZBOR

Program pracuje se snímky z nemydriatické fundus kamery o rozlišení 1500 x 1000. K testování algoritmu byla použita databáze o 164 snímcích.

Celý algoritmus detekce bifurkací je rozdělen do třech základních fází, které jsou popsány v následujících kapitolách. Jedná se o předzpracování obrazu, detekci bifurkací a zpřesnění nalezených poloh bifurkací.

2.1. PŘEDZPRACOVÁNÍ OBRAZU

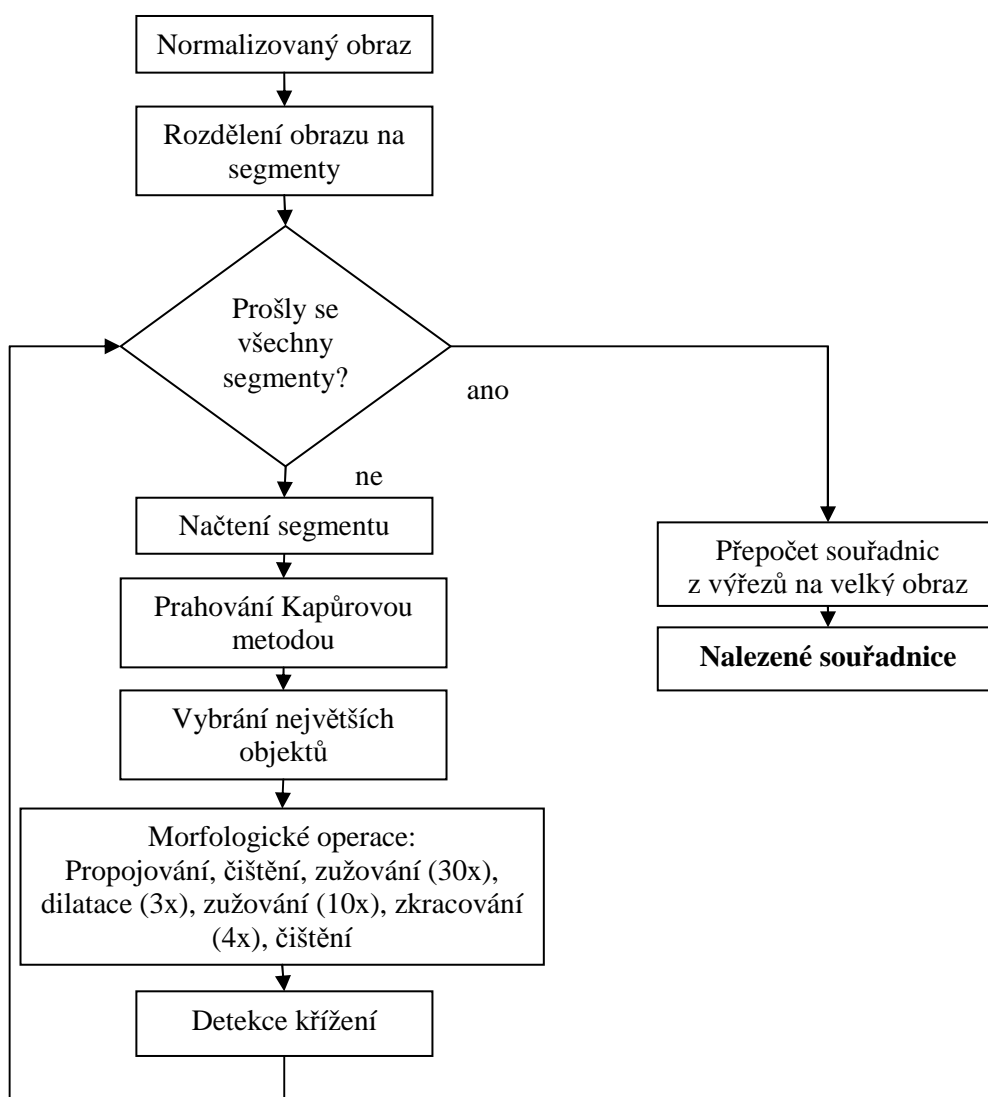
Předzpracování obrazu sítnice je nutné hlavně z důvodu korekce nestejně intenzity pozadí sítnice, aby správně pracovala prahovací metoda. Metoda použita v této práci je založena na metodě použité v [1]. Funguje tak, že odečte model pozadí z originálního obrazu, kde hodnoty intenzity modelu pozadí jsou odhadnuty z průměrování obrazu lokální maskou o velikosti 51x51. Rozdíl metody použité v této práci od metody v [1] spočívá v možnosti použití jak zelené, tak i červené složky obrazu. Červená složka sice neposkytuje mnoho informací o cévách, ale experimentálně se ukázalo, že u některých obrazů může vést k většímu vyhlazení pozadí sítnice a tedy lepší segmentaci cévního řečiště.

2.2. DETEKCE BIFURKACÍ

Pro nalezení co největšího počtu bifurkací se používají k detekci dva přístupy – globální a lokální, z nichž jsou nalezené souřadnice sloučeny.

U globální detekce se využívá Kittlerova prahovací metoda [2]. Nejdříve je celý obraz po normalizaci prahován, dále následují morfologické operace propojování, dilatace a ztenčování pro vytvoření skeletu cévního řečiště. Ve vytvořeném skeletu jsou pomocí binárních masek možných křížení cév vyhledávány vlastní bifurkace.

Postup lokální detekce bifurkací je znázorněn na obr. 1. Velikost segmentů byla experimentálně zvolena na 88 x 76. Z důvodu potlačení falešné detekce se po prahování Kapůrovou metodou [3] pracuje s objekty v obraze, kdy se dále uvažují jen ty největší. U morfologických operací číslo v závorce znázorňuje, kolikrát operace proběhne. Kapůrova metoda se zde využívá, jelikož se experimentálně ukázalo, že Kittlerova metoda prahuje lépe celý obraz a naopak Kapůrova metoda segmenty obrazu. Po ukončení této detekce se provede druhý průchod algoritmu s velikostí segmentů 107 x 100, aby se detekovaly bifurkace i v místě dělení segmentů.



Obr. 1: Blokový diagram lokální detekce

2.3. ZPŘESNĚNÍ SOUŘADNIC NALEZENÝCH BIFURKACÍ

Zpřesnění nalezených souřadnic je nutné hlavně z důvodu použití morfologických operací, které zhoršují přesnost. Algoritmus se vždy vrátí k nalezeným souřadnicím bifurkací z globální a lokální detekce, vybere malé okolí 40x40 pixelů kolem souřadnice a znovu následují operace pro nalezení bifurkace s tím, že se zkoumaná souřadnice upraví podle nově nalezené.

Program se také na základě vlastností histogramu výřezu snaží vyloučit falešně detekované bifurkace. Smaže ty, jejichž výřezy mají všechny intenzity pixelů větší než 0,8 (po normalizaci hodnot jasu každého výřezu tak, aby největší hodnota byla vždy 1), dále pokud počet 1 v prahovaném obrazu je větší než 70 % všech pixelů a nakonec pokud počet nalezených bifurkací ve výřezu 40x40 překročí 5. Všechny tyto hodnoty byly určeny experimentálně za účelem co největší specifity.

Jelikož se po globální a lokální detekci mohli některé bifurkace detekovat vícekrát, následuje po zpřesnění souřadnic mazání blízkých souřadnic. Program spočítá euklidovské vzdálenosti mezi jednotlivými souřadnicemi a podle zvolené prahu vybere příliš blízké souřadnice, jednu z nich zachová a ostatní smaže.

2.4. VÝSLEDKY DETEKCE BIFURKACÍ

Příklad výsledného obrazu je na obr. 2, nalezené bifurkace jsou znázorněny bílými křížky. Je vidět, že algoritmus nedetekuje všechny bifurkace. Naopak, mohou se vyskytnout i falešně detekované bifurkace. Je to dáno tím, že při návrhu metody byla požadována prostorová homogenita detekovaných bifurkací, detekovat tedy všechny bifurkace není nezbytně nutné.



Obr. 2: Vlevo: Výřez snímku s detekovanými bifurkacemi. Vpravo: Výřez originálního snímku

3. DISKUZE A ZÁVĚR

Navržený a realizovaný postup detekce bifurkací byl zatím subjektivně hodnocen na skupině obrazů. Lze konstatovat, že specifita a senzitivita detekce je ovlivněna především kontrastem mezi cévním řečištěm a pozadím sítnice či výskytem artefaktů na sítnici.

Tyto detekované bifurkace budou v navazující práci využity pro hledání korespondujících bifurkací ve snímcích pacienta, pořízených s časovým odstupem, za účelem lícování těchto snímků. Z tohoto důvodu není také příliš přísný požadavek na detekci všech bifurkací. Podstatnější požadavek je právě na výše zmíněnou prostorovou homogenitu nalezených bifurkací, která významně ovlivňuje přesnost lícování.

REFERENCE

- [1] ŘÍHA, F. *Registrace autofluorescenčních obrazů sítnice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 70 str. Vedoucí diplomové práce Ing. Radim Kolář, Ph.D.
- [2] KITTLER, J., ILLINGWORTH, J. *Minimum error thresholding*, článek, Chilton, 1985, 7 s.
- [3] SEZGIN, M., SANKUR, B. *Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation*, článek, Turecko, 2004, 23 s.