

# ORTHOPANTOMOGRAM PROCESSING IN STUDYING CYSTIC DISORDERS

**Miroslav Kabrda**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xkabr00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Mikulka

E-mail: mikulka@feec.vutbr.cz

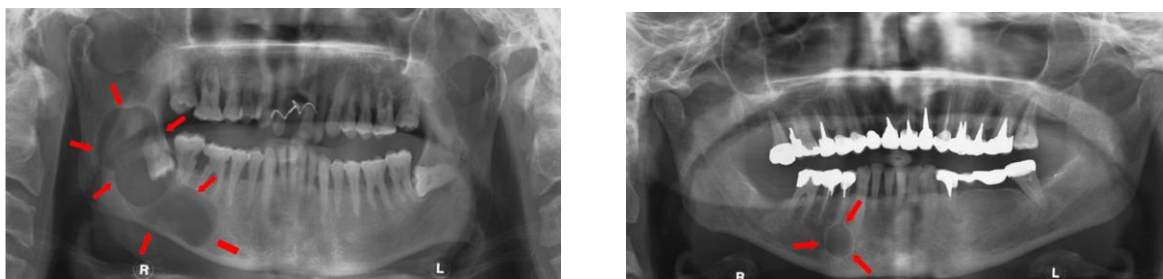
**Abstract:** The subject of the paper is a method proposed for automated evaluation of the parameters of orthopantomograms of cystic disorders in human jawbones. The main problem in medical diagnostic is the low repeatability due to the subjective evaluation of images without using a tool for image processing. An available database of images of cysts is described. Results of a fast automated segmentation by the live-wire method are also given. Selected segments were processed in the ImageJ Java environment. In the cystic regions their basic statistical and shape properties were evaluated. In the next stage of the research, the obtained values will be compared with the subjective evaluation by radiologists and the possibility will be discussed of exploiting selected parameters or their combinations for an automatic assessment of the level of cystic disorders.

**Keywords:** Image classification, live-wire, OPG, RTG, image processing

## 1. ÚVOD

Článek se zabývá návrhem metod zpracování OPG obrazů a jejich implementací pro automatizované vyhodnocení folikulárních a radikulárních cyst. Cílem práce je vytvořit a natrénovat model z reálných medicínských dat a ten následně použít pro automatickou klasifikaci cyst dle stupnice používané při manuálním zpracování. Cysty jsou definovány jako patologické dutiny s vlastním pouzdrem, epiteliální výstelkou a tekutým nebo kašovitým obsahem. Stěna cysty je tvořena vazivovou tkání. Typickou vlastností cysty je expanzivní růst. Stěna cysty funguje jako jednosměrně propustná membrána pro tekutinu z okolí. Výsledkem je zvětšování cysty [1].

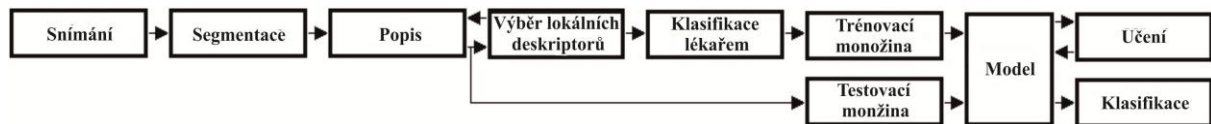
**Folikulární cysty** (obr. 1) vznikají z epitelu zubního zárodku a vyvíjí se buď mezi obnaženou korunkou a spojeným vnitřním a vnějším epitelem skloviny, nebo mezi oběma vrstvami epitelu. Mohou vzniknout na podkladě primární poruchy vývoje zubních zárodků. Folikulární cysty se mohou vyskytovat osamoceně nebo vícečetně [2]. Většina folikulárních cyst se nejčastěji vyskytuje v oblasti dolní čelisti. Objemné cysty mohou být příčinou zduření deformujícího obličej. Předpokládá se, že **radikulární cysty** (obr. 1) vznikají zánětlivým drážděním Malasserových epitelových zbytků periodontální štěrbinou infikovaným obsahem kořenového kanálku příčného zubu. Jsou vázány na zuby bez dřene a vyskytují se ve všech věkových kategoriích, o něco častěji u mužů. Vak cysty má zpravidla okrouhlý nebo oválný tvar [1].



**Obrázek 1:** Vlevo OPG snímek folikulární cysty, vpravo OPG snímek radikulární cysty.

## 2. ŘETĚZEC ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

Řetězec zpracování obrazu se skládá ze snímání obrazu ortopantomografem, segmentace cystické oblasti a určení lokálních vlastností oblastí. Současné řešení bude doplněno o výsledky klasifikace založené na znalosti lékaře, které spolu s výběrem lokálních deskriptorů budou dostačující k trénování vhodně zvoleného modelu. Získaný model bude následně použitý k automatizované klasifikaci cysty počítačem.



**Obrázek 2:** Řetězec zpracování obrazů určený k automatizované klasifikaci folikulárních a radikulárních cyst.

### 2.1. SEGMENTACE OBRAZŮ

Vzhledem k vlastnostem oblastí reprezentujících čelistní cysty a potřebě ohraničit přesně danou oblast pro získání přesných lokálních deskriptorů byla zvolena poloautomatická segmentační metoda live-wire. Tato metoda umožňuje velmi rychle ohraničit ručně oblast zájmu s využitím algoritmu nejkratší cesty. Obraz je nejprve podroben konvoluci použitím Sobelova filtru [3], pomocí něhož jsou zvýrazněny hrany v obraze. Uživatel ve snímku vyznačí jednotlivé body, mezi nimiž je hledána optimální nejkratší cesta, která bude procházet po hranách obrazu [4]. V našem případě je tato nejkratší cesta vyhledávána pomocí Dijkstrova algoritmu viz.[5]. Metoda live-wire je vhodná pro segmentaci obrazů, u kterých se oblast zájmu nachází v jednotlivých obrazech pokaždé na jiné pozici a vždy má jiný tvar. Tudiž v našem případě je tato metoda pro segmentaci obrazu nejvhodnější. V obrazu je možné vyznačit jednu nebo i více oblastí současně.

### 2.2. URČENÍ LOKÁLNÍCH DESKRIPTORŮ

Dalším krokem je určení lokálních deskriptorů oblastí reprezentujících cysty čelistní kosti. Toto zpracování bylo provedeno v programu ImageJ, pomocí něhož bylo vyhodnoceno statické rozložení intenzit pixelů v cystických oblastech a určení tvarových parametrů těchto oblastí. Byly vybrány následující parametry, které byly u předložené sady obrazů vyhodnoceny: plocha, střední hodnota intenzity oblasti, směrodatná odchylka intenzity pixelů oblasti, medián intenzit pixelů oblasti, modální hodnota intenzit pixelů oblasti, minimální a maximální hodnota intenzit pixelů oblasti, integrál intenzit v oblasti a dále tvarové parametry segmentovaných oblastí: obvod oblasti, kruhovitost podle vztahu (1), poměr hlavní a vedlejší poloosy vepsané oblasti, zaoblení podle vztahu (2), konvexnost podle vztahu (3):

$$C = 4 \cdot \pi \cdot \frac{S}{P^2}, (1)[6] \quad R = 4 \cdot \frac{S}{\pi \cdot a_{major}^2}, (2)[6] \quad X = \frac{S}{S_C}, (3)[6]$$

kde  $C$  je kruhovitost oblasti,  $S$  je plocha oblasti,  $P$  je obvod oblasti,  $R$  je zaoblení oblasti,  $a_{major}$  je délka hlavní poloosy vepsané elipsy do oblasti,  $X$  je konvexnost oblasti a  $S_C$  je plocha konvexní oblasti opsané nad zkoumanou oblastí.

## 3. VÝSLEDKY A ZPRACOVÁNÍ

Popsanou metodikou byla vyhodnocena celá dostupná databáze obrazů. Z naměřených hodnot byly vybrány 3 parametry, u kterých je zřejmý rozdíl mezi folikulárními a radikulárními cystami. Prvním zvoleným parametrem byla kruhovitost. Zatímco folikulární cysty jsou spíše podélného tvaru, radikulární cysty mají téměř vždy kruhovitý charakter. Na základě tohoto parametru je téměř jistá možnost klasifikace cysty do dvou základních skupin: folikulární cysta:  $0,752 \pm 0,123$ , radikulární

cysta:  $0,955 \pm 0,063$ . Pro zvýšení správnosti klasifikace cysty byl vybrán větší počet parametrů, jejichž rozložení pravděpodobnosti se u obou typů cyst nepřekrývají. Tím může být např. parametr poměru délek hlavní a vedlejší poloosy vepsané elipsy: folikulární cysta:  $2,054 \pm 0,684$ , radikulární cysta:  $1,381 \pm 0,327$ . Dále lze také vybrat parametr zaoblení jako vhodný příznak pro klasifikaci cyst: folikulární cysta:  $0,533 \pm 0,159$ , radikulární cysta:  $0,756 \pm 0,153$ . V tabulce 1 jsou uvedeny střední hodnoty a směrodatné odchylky pro námi vybrané parametry. Dalším krokem bude klasifikace úrovně cystického postižení čelistní kosti podle stupnice, kterou v současnosti užívají lékaři při subjektivním posouzení OPG snímků. Ohodnocené snímky lékařů budou korelovány se získanými hodnotami a bude zvolen a natrénován model, pomocí kterého bude klasifikace prováděna.

	Střední hodnota			Směrodatná odchylka		
	Kruhovitost	Poměr poloos	Zaoblení	Kruhovitost	Poměr poloos	Zaoblení
Folikulární cysta	0,752	2,054	0,533	0,116	0,649	0,151
Radikulární cysta	0,955	1,381	0,756	0,060	0,310	0,145

**Tabulka 1:** Střední hodnota a směrodatná odchylka vybraných parametrů.

#### 4. ZÁVĚR

V článku byl popsán základní výzkum v oblasti zpracování OPG snímků čelistních kostí s cílem klasifikace folikulárních a radikulárních cyst. Klasifikaci cyst můžeme rozdělit na dva typy:

- binární klasifikace druhu cysty: folikulární nebo radikulární,
- klasifikace úrovně postižení čelistní kosti cystickým onemocněním na současně používané stupnici 1 - 4.

Ze získaných parametrů zpracovaných obrazů vyplynula možnost použití kombinace několika parametrů pro binární klasifikaci cyst (kruhovitost, poměr poloos vepsané elipsy a zaoblení oblasti). Byl navržen algoritmus pro klasifikaci úrovně postižení, který je znázorněn na obrázku 2. Výběr modelu a proces pro učení bude proveden pomocí systému RapidMiner v navazující práci a po zpracování dostupné databáze obrazů lékařů.

#### REFERENCE

- [1] Pazdera, J.: Základy ústní a čelistní chirurgie, nakladatelství UP Olomouc, 2011. ISBN 978-80-244-2660-0
- [2] Černochová, P.: Diagnostika retinovaných zubů. Praha Grada publishing, a.s., 2006. ISBN 80-247-1269-5
- [3] Hlaváč, V., Šonka, M.: Počítačové vidění. Praha Grada a.s., 1992. ISBN 80-85424-67-3
- [4] Baggio, D. L.: GPGPU Based Image Segmentation Livewire Algorithm Implementation. Technological Institute of Aeronautics, Sao José dos Campos, 2007. Dostupné z: <http://gpuwire.googlecode.com/files/Master%20Thesis%20-%20Updated%20February%202015th.pdf>
- [5] Dijkstra, E., V.: A Note on Two Problems in Connexion with Graphs, Dostupné z: <http://www-m3.ma.tum.de/foswiki/pub/MN0506/WebHome/dijkstra.pdf>
- [6] Ferreira, T.; Rusband, W.: ImageJ User Guide IJ 1.45m. Dostupné z: <http://imagej.nih.gov/ij/docs/user-guide.pdf>
- [7] Brassard, G., Bratley, P.: Algorithmics: theory and practice, Prentice-Hall, 1988, Englewood Cliffs. ISBN 9780130232434