



Modelování cévního systému jater

Jiří Vyskočil¹

1 Úvod

Při nádorovém onemocnění jater musí chirurg rozhodnout, kudy nejlépe vést řez, a je nucen určit odhad množství zbylé části jater. To je důležité pro následné stanovení funkční rezervy ponechaného jaterního parenchymu.

Práce vznikla z běžícího projektu LISA na Katedře kybernetiky FAV ZČU ve spolupráci s Lékařskou fakultou Karlovy Univerzity v Plzni a Biomedicínského centra. Cílem je navrhnout počítačovou podporu, která pomůže chirurgům zvolit správnou léčebnou proceduru. Navržené rozhraní bude realizováno formou webové stránky a bude zobrazitelné na různých platformách.

2 Uživatelské rozhraní

DICOM Web Viewer (DWV) je speciálním prohlížečem k zobrazení 3dimenzionálních lékařských snímků, zdrojový kód je otevřený a veřejně přístupný. Aplikace může být spuštěna z jakékoli platformy s moderním webovým prohlížečem, využívá technologie jazyka HTML a JavaScript. Je možné načíst data z místního disku nebo ze vzdáleného serveru ve formátu DICOM, což je standard pro medicínská data pořízená ze snímání CT či ultrazvuku. Prohlížeč nabízí standardní nástroje jako je kontrast, přiblížení, kreslení, scrollování a mnoho dalších.

Po načtení lékařských snímků může uživatel označit a pojmenovat příslušné tkáně, případně i nastavit parametry pro segmentační metody. Jakmile jsou data připravená k segmentaci, exportuje se soubor typu JSON, který je dále předán aplikaci LISA.

Navrhnutý dekodér přeformátuje data tak, aby byla vhodná pro zpracování, a vyplní nakreslené útvary. V dalším kroku jsou data předána metodě Graph-Cut, která nalezne jaterní parenchym za předpokladu, že byla ve snímcích označena místa nacházení se tkáně a místa, ve kterých se hledaná tkáň nenachází. Pro nalezení cévního řečiště v jaterním parenchymu je použita metoda Connected-Threshold, která z označených míst přidává k objektu jeho sousední voxel, jehož intenzita je v souladu s prahovou hodnotou. Nakonec je vygenerován nový JSON soubor obsahující výsledné segmentace, který dodržuje strukturu danou webovým rozhraním.

3 Zhodnocení výsledků

Modely byly vytvořeny za použití segmentačních metod z 10 lékařských snímků, získány z internetové databáze 3D IRCADb. Modely byly komparovány s přesně označenými snímky z důvodu porovnání přesnosti poloautomatických segmentačních metod. K vyhodnocení byla použita metrika SLIVER07 zohledňující 5 faktorů.

Objemová chyba překrývání (VOE) značí kolik procent voxelů se nepřekrývá. Relativní absolutní rozdíl (VD) jest podíl celkových objemů testovaného snímku a snímku s přesnou segmentací násobený 100. Průměrná povrchová vzdálenost (AvgD) určuje průměrnou vzdálenost mezi okraji segmentací. Střední kvadratická symetrická povrchová vzdálenost (RMDS) je mírou podobnou AvgD s rozdílem, že odchylky jsou kvadraticky mocněny.

¹ student bakalářského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika a řídicí technika, e-mail: vyskocj@students.zcu.cz

V maximální povrchové vzdálenosti (MaxD) se uplatňuje maximální vzdálenost voxelů od průměrné vzdálenosti.

Jaterní řečiště					
№	VOE [%]	VD [%]	AvgD [mm]	RMSD [mm]	MaxD [mm]
1	54,47	52,71	2,37	22,56	26,77
2	35,15	21,01	1,41	13,42	27,58
3	62,73	-23,42	4,95	78,32	63,14
4	46,38	8,90	1,63	11,21	23,16
5	45,89	8,42	2,12	26,56	43,48
6	50,30	-12,32	2,87	33,06	33,76
7	55,97	0,78	2,12	16,04	23,53
8	51,56	16,67	1,79	12,83	47,11
9	60,01	-5,93	3,07	26,54	24,77
10	42,99	-6,32	2,23	22,65	25,73
$\bar{\Sigma}$	50,55	15,65	2,46	26,32	33,90
Σ		60,50			

Tabulka 1: Komparace přesně označeného snímku se segmentační metodou vhodnou pro cévní systém v játrech

Pro všechny snímky je chyba překrývání cév v průměru 50,55 %, de facto průřez cév testovaného a přesně označeného snímku bývá rozdílný, taktéž se na odchylce projevuje nenalezení větví řečiště a vlévání segmentace do jiných cév nebo do šumů snímků. Objemový rozdíl je v průměru 15,65 %, kde kladné číslo značí chybějící objem testovaného snímku. Celkově se snímky v objemu neshodují z 60,50 %. Z průměrných hodnot odchylek povrchových vzdáleností, kde průměrná povrchová vzdálenost činí 2,46 mm, symetrická kvadratická povrchová vzdálenost je rovna 26,32 mm a maximální povrchová vzdálenost dosahuje 33,90 mm, si lze všimnout nesprávné nalezení cest žilami a nenalezení všech odvětví.

Nejhůře dopadl snímek číslo 3, na kterém se nacházejí vysoké záření u páteře, které se projevují do jater tak, že mají velmi podobnou intenzitu s jaterními žilami. Při segmentaci lze zamezit vlévání se cévy do zmíněného šumu nastavením prahových hodnot, ale následkem jest ztrácení se některých větví.

Dle experimentu porovnáním segmentačních metodik s přesnými ořezy snímků nalezení portálního řečiště a jaterních žil není přesné. V případě analyzování virtuální resekce, při které chirurg stanovuje ponechanou část v těle a vyjmutou část, je segmentační metodika pro cévy postačující. Důvodem je, že při resekcii jsou důležité silnější části cévy, které razantněji prokrvují játra. Oproti volumetrii jsou doktorům obě segmentační metody velmi nápomocné, neboť ruční měření je velmi zdlouhavá a náročná operace se snímkem, která může trvat i hodiny.

Literatura

- Amanda, A. R., Widita, R. (2016) *Comparison of image segmentation of lungs using methods: connected threshold, neighborhood connected, and threshold level set segmentation*. Available from: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/694/1/012048> [Accessed 22nd March 2018].
- IVMARTEL. (2017) *DWV - DICOM Web Viewer*. Available from: <https://github.com/ivmartel/dwv/wiki> [Accessed 20th January 2018].
- JIRÍK, M. (2015) *Liver Surgery Analyser*. Dostupné z: <https://github.com/mjirik/lisa> [Accessed 20th January 2018].