

Analiza biomedicinske slike (13E054ABS)

Domaći zadaci

Odbrana domaćih zadataka nosi ukupno 20 poena. Prvi zadatak se radi individualno i nosi 10 poena. Drugi zadatak može da se radi u paru i nosi 10 poena. Odbrana će biti u ponedeljak, 15.4.2019. u 17h u Laboratoriji 69.

Domaće zadatke poslati na piperski@etf.rs (preporuka: poslati linkove ka *Google Drive-u*, *Dropbox-u* i sl.):

- Za prvi domaći zadatak je dovoljno poslati samo dobro dokumentovan programski kôd (ne treba i izveštaj).
- Za drugi domaći zadatak treba poslati: programski kôd sa slikama, *Power Point* prezentaciju i *Word* izveštaj.

1. (Python) Kvantifikacija renalne perfuzije primenom parametarskih mapa

Na raspolaganju su MRI slike bubrega zdrave osobe i pacijenta sa transplantiranim bubregom snimljene primenom ASL (*Arterial Spin Labeling*) protokola [1].

A. Učitati podatke iz fajlova koji su organizovani na način prikazan na Sl. 1. Na Sl. 1 je prikazana organizacija podataka za pacijenta, a na sličan način je i za zdravog ispitanika.

Prvi deo podataka sadrži 6 sukcesivnih faza snimanja, od kojih svaka faza sadrži i snimak kontrole i snimak taga [1]. Svaki od snimaka kontrole (K) ili taga (T) ima po 16 slajseva. Na Sl. 1 su označeni fajlovi sa odgovarajućim KP_i i TP_i snimcima gde je P redni broj faze ($P=1,6$), a i je redni broj slajsa ($i=1,16$).

Drugi deo podataka sadrži anatomske PDW_i (*Proton Density Weighted*) slajseve gde je i redni broj slajsa ($i=1,16$). PDW_i su „u paru“ sa odgovarajućim KP_i i TP_i snimcima.

Preporuka: *Automatizovati kreiranje putanja fajlova tako da bude dovoljno da se na početku zada samo ime prvog fajla (uočiti da je razlika brojeva koji predstavljaju sukcesivna imena fajlova 11 ili 22).*

B. Odrediti srednju vrednost kontrolnog i srednju vrednost tag snimka za i -ti slajs (sabirati snimke za sve faze i podeliti s brojem faza):

$$K_{mean\ i} = \frac{1}{6} \sum_{P=1}^6 KP_i, \quad i = 1, 16$$
$$T_{mean\ i} = \frac{1}{6} \sum_{P=1}^6 TP_i, \quad i = 1, 16.$$

C. Prikazati parametarske slike renalne perfuzije za svaki od slajseva i ($i=1,16$) preklapljene (*overlay*) sa odgovarajućim PDW_i slikama. Intenzitet svakog piksela parametarske slike se proračunava pomoću sledeće formule [2,3]:




$$f_i = \frac{60000\lambda}{2\alpha TI} \frac{K_{mean\ i} - T_{mean\ i}}{PDW_i} e^{\frac{TI}{T_1}}, \quad i=1, 16$$

gde je TI vreme inverzije (za zdravog ispitanika iznosi 1200 ms, za pacijenta sa transplantiranim bubregom iznosi 1990 ms), deoni koeficijent $\lambda=80$ ml/100g, efikasnost inverzije je $\alpha=1$, longitudinalno vreme relaksacije je $TI=1150$ ms.

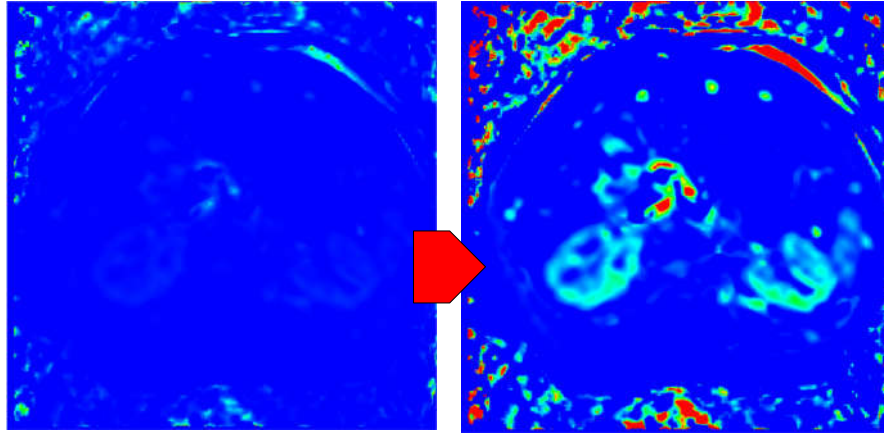
Napomena1: Negativne vrednosti u matricama parametarskih slika zameniti nulama.

Napomena2: Intenziteti piksela na parametarskim slikama u regionu bubrega su dosta niži u odnosu na druge regione. Promeniti kontrast tako da region bubrega bude “vidljiv”, Sl. 2.

- D. Ulazne slike su rezolucije 128x128 pa samim tim i parametarske slike. Uraditi *resample*-ovanje svih parametarskih slika na 1024x1024 uz pogodan odabir metode interpolacije i prikazati ih.
- E. Na osmom slajsu anatomske slike (PDW_8) realizovati automatsku segmentaciju bubrega na zdravom ispitaniku. Na osnovu maske dobijene na anatomskoj slici odrediti srednju vrednost renalne perfuzije u levom (RP_l) i u desnom bubregu (RP_r). Srednja vrednost renalne perfuzije u bubregu se određuje kao zbir vrednosti svih piksela (f_8) koji pripadaju regionu bubrega podeljen sa brojem piksela regiona.

faza 1	kontrola		58707552.dcm	$K1_1, K1_2 \dots K1_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707563.dcm	$T1_1, T1_2 \dots T1_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
faza 2	kontrola		58707574.dcm	$K2_1, K2_2 \dots K2_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707585.dcm	$T2_1, T2_2 \dots T2_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
faza 3	kontrola		58707596.dcm	$K3_1, K3_2 \dots K3_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707607.dcm	$T3_1, T3_2 \dots T3_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
faza 4	kontrola		58707618.dcm	$K4_1, K4_2 \dots K4_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707629.dcm	$T4_1, T4_2 \dots T4_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
faza 5	kontrola		58707640.dcm	$K5_1, K5_2 \dots K5_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707651.dcm	$T5_1, T5_2 \dots T5_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
faza 6	kontrola		58707662.dcm	$K6_1, K6_2 \dots K6_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
	tag		58707673.dcm	$T6_1, T6_2 \dots T6_{16}$	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	635 KB
PDW			58707695.dcm	PDW_1	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707706.dcm	PDW_2	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707717.dcm	PDW_3	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707728.dcm	PDW_4	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707739.dcm	PDW_5	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707750.dcm	PDW_6	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707761.dcm	PDW_7	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707772.dcm	PDW_8	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707783.dcm	PDW_9	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707794.dcm	PDW_{10}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707805.dcm	PDW_{11}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707816.dcm	PDW_{12}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707827.dcm	PDW_{13}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707838.dcm	PDW_{14}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707849.dcm	PDW_{15}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB
			58707860.dcm	PDW_{16}	11/2/2018 1:58 PM	DCM File	237 KB

Sl. 1. Organizacija podataka



Sl. 2. Efekat promene kontrasta na parametarskoj slici

Literatura:

- [1] Odudu, Aghogho, et al. "Arterial spin labelling MRI to measure renal perfusion: a systematic review and statement paper." *Nephrology Dialysis Transplantation* vol. 33 suppl_2, pp. ii15-ii21, 2018.
- [2] Shirvani, Saba, et al. "Motion-corrected multiparametric renal arterial spin labelling at 3 T: reproducibility and effect of vasodilator challenge." *European radiology* vol. 29 no. 1, pp. 232-240, 2019.
- [3] Artz, N. S., Sadowski, E. A., Wentland, A. L., Djamali, A., Grist, T. M., Seo, S., Fain, S. B, Reproducibility of renal perfusion MR imaging in native and transplanted kidneys using non-contrast arterial spin labeling. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 33(6), 1414-1421, 2011.

2. (Python ili Matlab) Prezentacija algoritma segmentacije/registracije/vizuelizacije

Sa link-a: <http://insightsoftwareconsortium.github.io/SimpleITK-Notebooks/> preuzeti uputstva za *SimpleITK* biblioteku. Za pokretanje primera iz ovog tutorial-a je neophodno instalirati *SimpleITK* biblioteku za *Python* i *Jupyter Notebook* (<https://jupyter.org/>, u okviru *Anaconda* distribucije je već instaliran).

Izabрати jedan od algoritama segmentacije/registracije/vizuelizacije (koji nije rađen na času), detaljno ga proučiti i za odbranu pripremiti:

- programski kôd za njegovu ilustraciju
- kratku *Power Point* prezentaciju (5-10 min)
- maksimum jednu stranicu *Word* izveštaja (u izveštaju navesti literaturu koja je korišćena).

Napomena: Izbor algoritma nije ograničen na *SimpleITK* tutorial i *Python*. Studenti treba da se dogovore oko izbora teme kako bi sve grupe prezentovale različite algoritme.