

## Mehka hibridna metoda za rekonstrukcijo 3D-modelov na osnovi podatkov CT/MRI

Mario Sokac<sup>1</sup> – Djordje Vukelic<sup>1,\*</sup> – Zivana Jakovljevic<sup>2</sup> – Zeljko Santosi<sup>1</sup> – Miodrag Hadzistevic<sup>1</sup> – Igor Budak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Novem Sadu, Fakulteta tehniških znanosti, Srbija

<sup>2</sup>Univerza v Beogradu, Fakulteta za strojništvo, Srbija

Segmentacija neizboljšanih medicinskih posnetkov je lahko zelo težavno in zamudno opravilo. Segmentacija in izločanje površin zaradi nedoslednosti ali prisotnosti šuma na medicinskih posnetkih tudi ne dajeta vedno natančnih rezultatov. To je lahko posledica nejasnih struktur na slabo prikazanih medicinskih posnetkih ali pa prisotnosti homogenih obdajajočih struktur. Za natančnejšo segmentacijo je zato potrebna predobdelava in izboljšanje kakovosti posnetkov. V raziskavi je podan predlog hibridne metode za izboljšanje natančnosti segmentacije rekonstruiranih 3D-modelov iz podatkov posnetkov, pridobljenih z računalniško tomografijo/magnetno resonanco (CT/MRI).

Točna segmentacija posnetkov CT/MRI ima pomembno vlogo pri točni izvedbi diagnostičnega postopka. Te sodobne naprave zagotavljajo podatkovne množice 3D-posnetkov, ki vsebujejo točne informacije za ustvarjanje modelov 3D-površin. Podan je predlog polsamodejne hibridne metode na osnovi kombinacije razporejanja v gruče z mehko metodo k-središč (FCM) in rasti regij (RG). Pristop uporablja FCM kot prvi korak predobdelave za klasifikacijo in izboljšanje posnetkov z dodeljevanjem slikovnih točk gručam, do katerih imajo največjo pripadnost, ter ročno izbiro karte intenzivnosti pripadnosti z najboljšim kontrastom. Temu sledi samodejna izbira semen za RG z novim parametrom – standardno deviacijo (STD) intenzivnosti slikovnih točk. Ta poteka na osnovi izbire začetnega semena v regiji z maksimalno vrednostjo STD.

Informacije, zbrane iz medicinskih posnetkov, imajo velik vpliv na pravilno diagnostično obravnavo in zdravljenje. Pri zajemu 2D-posnetkov se lahko izgubi nekaj informacij, ta izguba informacij pa zmanjša kakovost posnetka in, kar je še bolj pomembno, vpliva na točnost segmentacije in geometrijske rekonstrukcije. Preboj dodatnih izdelovalnih tehnologij na področju medicine je omogočil izdelavo fizičnih anatomskih struktur, ki je v veliki meri odvisna od vhodnih podatkov za oblikovanje vsadkov po meri pacienta in medicinskih modelov. Ustrezna segmentacija posnetkov in rekonstrukcija 3D-modelov je zato ključna za njihovo uporabo na tem področju. Razvoj nove metode za izboljšanje posnetkov in točno segmentacijo omogoča izločanje točnejših informacij iz medicinskih posnetkov.

Vrednotenje zmogljivosti predlaganih metod je bilo opravljeno na dveh podatkovnih množicah 3D-posnetkov, ustvarjenih po postopku računalniške tomografije s šopastim izvorom žarkov (CBCT), in na dveh podatkovnih množicah 3D-posnetkov MRI. Povprečne stopnje občutljivosti in točnosti za podatkovni množici CBCT 1 in CBCT 2 so bile 99 % in 98,4 % ter 47,2 % in 89,9 %. Povprečne stopnje občutljivosti za podatkovni množici MRI 1 in MRI 2 so bile 99,1 % in 100 % ter 75,6 % in 99,6 %. Povprečne vrednosti koeficienta Dice in Jaccardovega indeksa za podatkovni množici CBCT1 in CBCT 2 so bile 95,88 in 0,88 ter 0,6 in 0,51, za podatkovni množici MRI 1 in MRI 2 pa 0,96 in 0,93 ter 0,81 in 0,7. S tem je bila potrjena visoka natančnost predlagane metode.

Prihodnje delo bo usmerjeno v dodatne izboljšave pri samodejnem določanju števila gruč po metodi FCM in tako bodo odpravljeni uporabniški posegi v tej fazi obdelave. Pripravljen bo tudi do uporabnika prijaznejši grafični uporabniški vmesnik za predlagano metodo, ki bo omogočil bolj interaktivno uporabo. Čeprav so bili v tej študiji uporabljeni samo posnetki naprav CBCT in MRI, pa s tem ni omejena uporabnost predlagane metode tudi za posnetke drugih slikovnih sistemov, ki bodo vključeni v prihodnje raziskave.

Novost v tem članku je razvoj nove metode za samodejno izbiro začetnih semen za RG, ki vključuje vrednost STD kot merilo za izbiro semen. To v kombinaciji z izboljšavami slike na osnovi FCM zaokroža celoten proces segmentacije podatkovnih množic 3D-posnetkov. Predlagana metoda je namenjena izboljšavi slabo vidnih struktur v podatkovnih množicah CBCT in MRI, s tem pa izboljšuje segmentacijo in izločanje površin. S kombiniranjem obeh metod se je izboljšala točnost segmentacije, kar potrjujejo tudi različni kazalniki, kot so koeficient Dice, Jaccardov indeks, občutljivost in točnost.

**Ključne besede:** razporejanje v gruče z mehko metodo k-središč, rast regij, segmentacija posnetkov, 3D-model površine, računalniška tomografija s snopastim šopom žarkov, slikanje z magnetno resonanco