



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko



Spletni sistem in javna podatkovna baza USOVA3D za nepristrano validiranje postopkov detektiranja jajčnih mešičkov na 3D ultrazvočnih posnetkih jajčnikov

*Jurij Munda, Božidar Potočnik, Milan Reljič,
Ksenija Rakić, Jure Knez, Veljko Vlasisavljević,
Gašper Sedej, Boris Cigale, Aleš Holobar in
Damjan Zazula*

<https://usova3d.um.si>
usova3d@um.si

MOTIVACIJA

- V UKC Maribor že štiri desetletja izvajajo OBMP
- Uspešnost postopka je zelo odvisna od sprotnega ocenjevanja zrelosti jajčnih mešičkov
- Dnevni UZ pregledi pacientk
- Samodejna detekcija jajčnih mešičkov že obstaja, a je potrebna pomoč operaterja

2/10

OBMP - Oploditev z biomedicinsko pomočjo

Prof. Vlaisavljević je uvedel OBMP v UKC Maribor

Prof. Zazula je sodeloval z njim od leta 1995 dalje, tudi po upokojitvi prof. Vlaisavljevića, ko je vodenje prevzel prof. Reljič

Proces OBMP:

S pomočjo hormonskih zdravil se jajčnike stimulira, da sočasno dozori več mešičkov, primernih za odvzem in postopek IVF.

Dnevno spremljanje takšnega stimuliranega ciklusa je potrebno zaradi pravilnega doziranja hormonskih zdravil in določanja časa odvzema mešičkov

RAZVOJ ALGORITMOV ZA DETEKCIJO JAJČNIH MEŠIČKOV

Potrebni pogoji za razvoj algoritmov:

- Dostop do UZ posnetkov
- Dostop do ekspertnih označb (*ground truth*)
- Metrike za merjenje uspešnosti algoritmov

3/10

Tekom naših raziskav smo se srečevali z več težavami:

Posnetki so bili iz različnih naprav in v različnih formatih (čeprav je le en proizvajalec – GE, se »nativ« format rahlo spreminja).

Ekspertne označbe smo običajno naredili sami, saj zdravniki niso imeli časa za to.

Metrike uspešnosti so se razvijale »sproti«.

PODATKOVNA BAZA USOVA3D

- 3D UZ posnetki iz UKC Maribor
- Označbe dveh ekspertov
- Volumen jajčnika
- Volumni jajčnih mešičkov
- Posnetki in označbe v formatu VTK
- Baza razdeljena na več učnih in testnih setov
- K učni setom so priložene tudi označbe, k testnim pa ne.

4/10

Prof. Zazula je dal pobudo, prof. Reljič pa je sprejel izziv. Ginekološka klinika je dala na voljo znanje in ure svojih ekspertov, ki sodelujejo pri pripravi posnetkov in anotaciji objektov na njih.

Prof. Zazula je dal na voljo program dr. Cigaleta, s katerimi pretvarjajo surove podatke iz snemalnikov v format VTK.

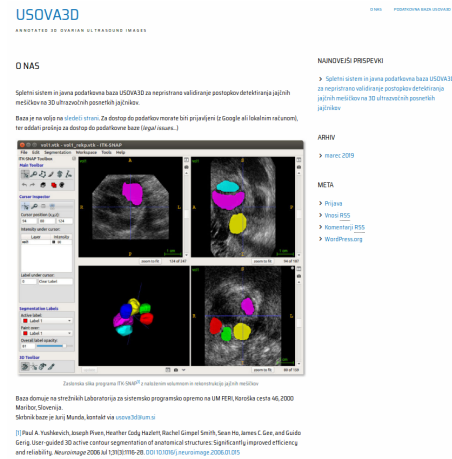
Eksperti naredijo označbe v programu ITK-SNAP ter jih prav tako shranijo v format VTK.

V LSPO posnetke vnesemo v bazo in jih razdelimo na učne in testne sete. Označbe imamo tudi za testne sete, a jih ne bomo javno objavili, da bomo lahko nepristransko merili uspešnost različnih algoritmov.



SPLETNI SISTEM ZA DISTRIBUCIJO BAZE

- Uporabniki se prijavijo s pomočjo Google identitete ali z lokalnim geslom
- Zaposijo za dostop do podatkov (raziskovalna licenca)
- Dobijo dostop do podatkov (format VTK)



Sistem je še v zaprti fazi, a se bo kmalu odprl. Glede distribucije baze je zaenkrat ostalo odprto le še vprašanje licence. Ponudili bomo brezplačno licenco, ki bo dovoljevala raziskovanje in poučevanje.



VALIDACIJA REZULTATOV (METRIKE): ZAZNAVA MEŠIČKOV

- Občutljivost in natančnost
 - *PP* – pravilni pozitivni
 - *LP* – lažni pozitivni
 - *LN* – lažni negativni

$$O = \frac{PP}{PP+LN}, \quad N = \frac{PP}{PP+LP}$$

Občutljivost in natančnost sta standardni metriki s področja računalniškega vida.

VALIDACIJA REZULTATOV (METRIKE): TOČNOST ORISA OBMOČJA 1/2

- Ocena prekrivanja objektov

V_i – volumen preseka, V_r – volumen referenčnega objekta, V_p – volumen primerjanega objekta

$$\rho_1 \rho_2; \quad \rho_1 = \frac{V_i}{V_r}, \quad \rho_2 = \frac{V_i}{V_p}$$

- Razmerje med skupnim volumnom primerjanih in skupnim volumnom referenčnih objektov

$$r_v = \frac{V_p}{V_r}$$

7/10

Značilno za UZ posnetke je pegast šum, ki lahko zelo oteži razpoznavo – tudi »človeškim« ekspertom.

Ker pri detekciji struktur na UZ posnetkih ni pomembno zgolj, da objekte detektiramo v ustreznem številu, temveč je zelo pomembno, da jih detektiramo v pravih dimenzijah, smo uvedli več pomožnih metrik, ki se ukvarjajo z točnostjo orisa območja.

Produkt $\rho_1 \rho_2$ poda numerično oceno med 0 in 1, kako dobro smo zadeli obliko posameznega objekta. Ta metrika deluje nad posameznim objektom.

Ker na posnetkih ne iščemo le enega objekta, temveč množico objektov, imamo metriko r_v , ki ponazarja razmerje med skupnim volumnom primerjanih in referenčnih objektov na posnetku.

VALIDACIJA REZULTATOV (METRIKE): TOČNOST ORISA OBMOČJA 2/2

- Povprečna evklidska razdalja med površinami primerjanih in referenčnih mešičkov

$$\bar{e} = \frac{1}{M} \sum_{i \in (\text{vsi površinski vokslji})} E(\mathbf{p}_p(i) - \mathbf{p}_r(i))$$

- Povprečna absolutna razdalja med premeri ekvivalentnih sfer, ki volumsko ustrezajo primerjanim in referenčnim mešičkom

$$\bar{d} = \frac{1}{N} \sum_{i \in (\text{vsi mešički})} |d_p(i) - d_r(i)|$$

8/10

S povprečno evklidsko razdaljo dobimo oceno, kako natančno se plašč primerjanega objekta ujema z referenčnim. To je metrika za posamezen objekt

Ker so mešički približno sferične oblike, lahko za vsakega določimo volumensko ekvivalentno sfero. Povprečna absolutna razlika premerov ekvivalentnih sfer za primerjane in referenčne mešičke nam poda skupno oceno o natančnosti razpoznavne vseh mešičkov na posnetku.



VALIDACIJA REZULTATOV: VREDNOTENJE NA STREŽNIKU

- Uporabniki bodo rezultate razpoznavanja mešičkov iz testnih setov naložili na strežnik
- Strežnik bo izračunal ustrezne metrike
- Rezultati se bodo objavili na javni lestvici

9/10

Omogočali bomo, da uporabniki podatkovne baze na naših strežnikih validirajo svoje rezultate, saj imamo označbe tudi za testne sete.

Strežnik bo izračunal prej omenjene metrike, rezultate pa bo objavil na javni lestvici.



POVZETEK

- Za razvoj algoritmov računalniškega vida potrebujemo referenčne in testne podatke
- UKC Maribor prispeva posnetke in ekspertne označbe, UM FERi prispeva metrike za oceno uspešnosti, infrastrukturo in vzdrževanje baze
- Definirane metrike za primerjavo uspešnosti algoritmov
- Merjenje uspešnosti algoritmov, rezultati meritev objavljeni na javni lestvici
- Baza na voljo brezplačno v raziskovalne in učne namene

10/10

Kontakt avtorja: jurij.munda@um.si