

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP Tehnička dokumentacija Verzija <1.0>

Studentski tim: Erika Tomakić

Nastavnik: Jelena Božek

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

Sadržaj

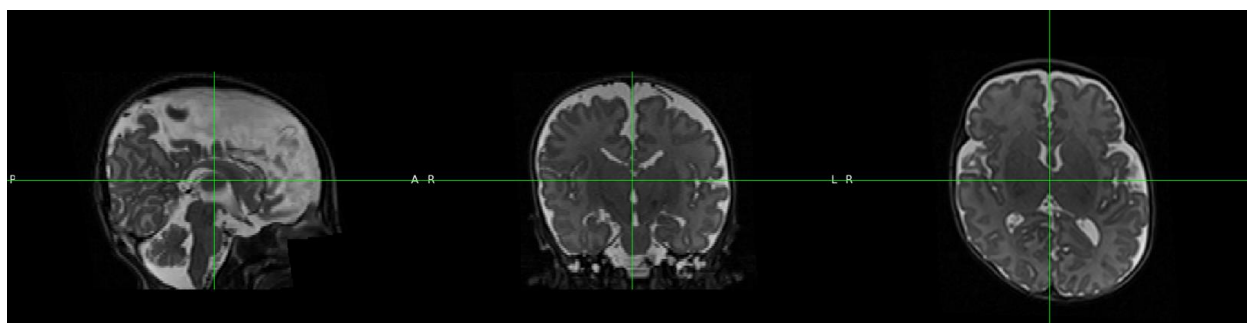
1.	Opis razvijenog proizvoda	3
2.	Tehničke značajke	5
3.	Upute za korištenje	6
4.	Literatura	8

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

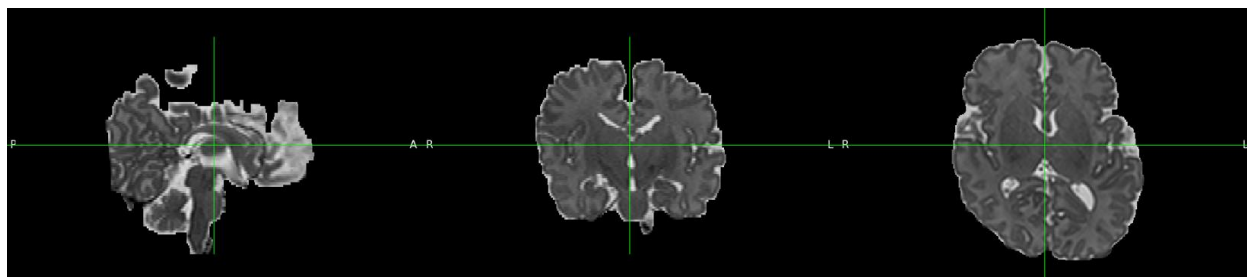
1. Opis razvijenog proizvoda

Cilj projekta je korištenjem programskog toka dHCP [1] obraditi strukturne MR slike mozga nedonoščadi snimanih u dobi od oko 40 tjedana gestacijske dobi. Programski tok uključuje algoritam za segmentaciju slika te rekonstrukciju površine bijele i sive tvari te izračun značajki prikazanih na površini mozga. Ulazni parametri za pokretanje dHCP toka su naziv subjekta, naziv sesije, starost subjekta u tjednima, T1w i T2w slika. Korištene su slike prikupljene unutar projekta PERINEDO, čiji je voditelj prof. dr. sc. Milan Radoš s Hrvatskog instituta za istraživanje mozga u Zagrebu.

Na sljedećim fotografijama prikazani su rezultati analize MR slike mozga jednog od 16 subjekata. Slika 1.1 prikazuje originalni sken. Slika 1.2 prikazuje rezultat alata BET kojim se područje mozga odvaja od područja lubanje.



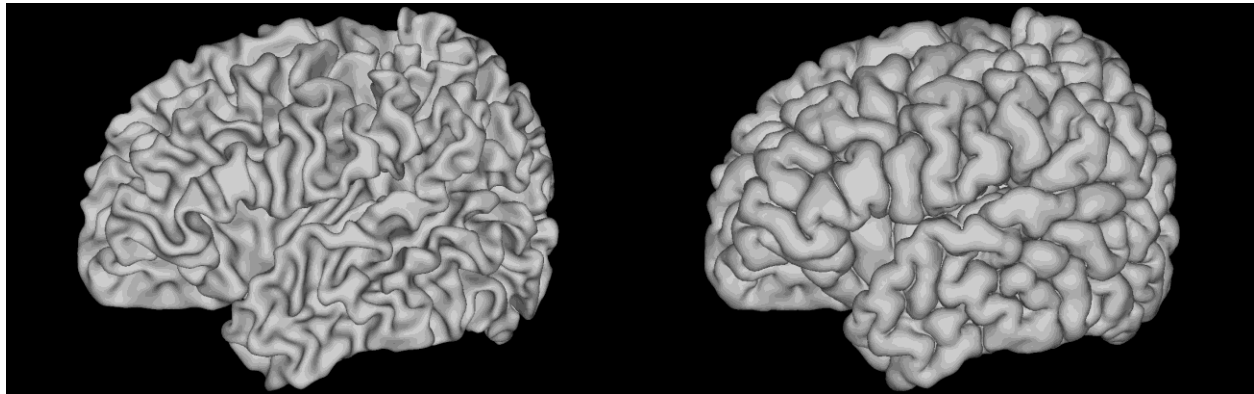
Slika 1.1 Originalna slika mozga



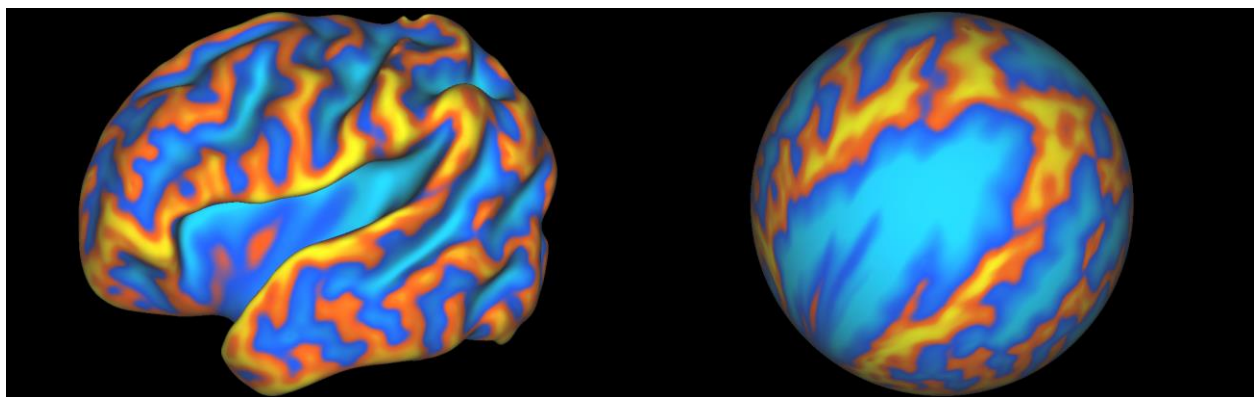
Slika 1.2 Slika mozga nakon rada alata BET

Na sljedećim fotografijama prikazana je lijeva hemisfera vanjske strane mozga subjekta. Slika 1.3 prikazuje površinu bijele tvari (eng. *white surface*) i kortikalnu površinu (eng. *pial surface*). Slika 1.4 prikazuje napuhanu (eng. *inflated*) i sfernu (eng. *sphere*) površinu, odnosno po bojama sulkalnu dubinu. Sulkalna dubina predstavlja prosječnu konveksnost/konkavnost točaka kortikalne površine procijenjenih tijekom procesa napuhivanja površine.

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>



Slika 1.3 Površina bijele tvari i kortikalna površina



Slika 1.4 Napuhana i sferna površina

Tok nije uspješno izvršen za subjekta PMR002 gdje do greške dolazi pri izvođenju *surface pipeline*-a i za subjekta PMR011 koji nema T2 sliku snimljenu MCRIB protokolom.

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

2. Tehničke značajke

U ovom projektu dHCP tok [1] lokalno je instaliran na Ubuntu verziji 20.04. Korištena verzija toka je [v1.1.1](#). Instalacija toka podrazumijeva instalaciju FSL alata i potrebnih paketa. U projektu su se koristili skenovi 16 subjekata.

Parametri potrebni za generiranje toka su naziv subjekta, naziv sesije, starost subjekta u tjednima, T1w i T2w slika.

Obrada strukturne MR slike mozga pomoću toka traje do 18 sati. Prvi korak obrade slike je registracija koja služi za poravnanje slike mozga. Prije same registracije koristi se alat BET (*brain extraction tool*) čiji je ulaz strukturna slika (sken na kojem se vidi mozak i lubanja), a izlaz slika s ekstenzijom *_brain* na kojoj je izdvojen mozak. Idući korak je segmentacija tijekom koje je podjela regija mozga automatski generirana. Događa se podjela mozga s obzirom na tri osnovne vrste tkiva – cerebrospinalna tekućina (CSF – eng. *cerebrospinal fluid*), siva tvar (GM – eng. *gray matter*) i bijela tvar (WM – eng. *white matter*). Zatim slijedi rekonstrukcija površine. Generiraju se maska segmentirane bijele tvari i maska segmentirane sive tvari temeljem kojih se rekonstruira površina bijele tvari odnosno kortikalna površina. [2], [3]

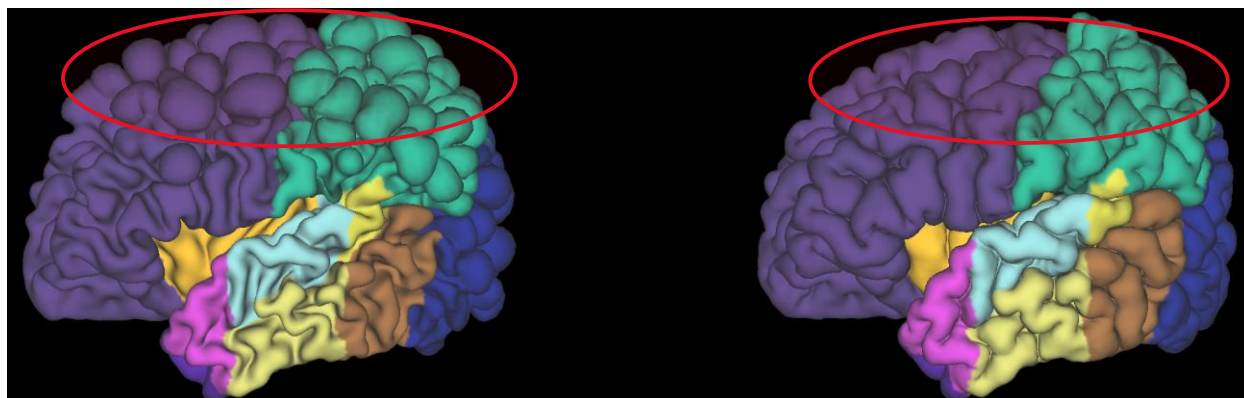
Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

3. Upute za korištenje

Za instalaciju toka dHCP potrebno je pratiti korake navedene na <https://github.com/BioMedIA/dhcp-structural-pipeline> repozitoriju. Može se instalirati koristeći Docker, no lokalna instalacija nužna je za korištenje svih mogućnosti toka. U ovom projektu tok je lokalno instaliran. To uključuje instalaciju FSL-a, potrebnih paketa i na kraju samog toka. Instalacija je moguća na macOS-u ili nekoj od navedenih Linux distribucija. Problemi s instalacijom mogu se dogoditi uslijed nekompatibilnih paketa između korištene nove verzije operacijskog sustava/distribucije i starije verzije u kojoj je tok testiran. U tom slučaju potrebno je instalaciju ponovno pokušati s nekom od starijih verzija ili instalirati stariju verziju toka, točnije verziju 1.1.1. Unatoč upozorenjima o zastarjeloj (eng. *deprecated*) TBB knjižnici, tok uspješno radi.

Nakon instalacije toka potrebno je skriptu `dhcp-pipeline.sh` pokrenuti nad zadanim T1 i T2 slikama. Moguća greška s najnovijom verzijom dHCP toka je *Surface outside bounds of input image* za koju je rješenje na poveznici <https://giters.com/MIRTK/Deformable/issues/15> [4]. Ukoliko još uvijek dobro ne radi rekonstrukcija površine, pokušati s verzijom 1.1.1 uz opciju `-recon-from-seg` koja će rekonstrukciju površine dobiti samo iz segmentacije. Slika 3.1 prikazuje primjer pogrešno rekonstruirane kortikalne površine dobivene najnovijom verzijom dHCP toka (lijevo) i ispravno rekonstrukciju dobivenu verzijom 1.1.1 (desno).

Alat u terminalu javlja kad je završen. Napredak i eventualne pogreške vidljivi su u `logs` direktoriju. Rezultati se mogu pregledati pomoću FSLeys naredbom `fsleyes` [5] i Connectome Workbench-a naredbom `wb_view` [6].



Slika 3.1 Rekonstruirana kortikalna površina s master verzijom toka i s verzijom 1.1.1

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

Napravljena je skripta *multipleSubjects.sh* koja služi za paralelnu obradu svih subjekata.

```
#!/bin/bash

#N=4
mainfolder=~/Desktop/HIIM_PERINEDO/rawdata/sub*/ses*/anat/

for subfolder in $mainfolder;
do
    # ((i=i%N)); ((i++==0)) && wait #za ogranicenje broja paralelnih procesa
    (
        sub=$(echo $subfolder | sed -e 's/.*sub-\(.*\)\/ses.*\/\1/')
        ses="MR2"

        case $sub in
            "PMR012") age="37"
                ;;
            "PMR001"|"PMR003"|"PMR004"|"PMR005"|"PMR006"|"PMR007"|"PMR008")
age="38"
                ;;
            "PMR009"|"PMR010") age="39"
                ;;
            "PMR013"|"PMR014"|"PMR016") age="40"
                ;;
            "PMR011"|"PMR015") age="41"
                ;;
            "PMR002") age="42"
                ;;
        esac

        T1=$(find $subfolder -name "*T1w.nii.gz")
        T2=$((find $subfolder -name "*MCRIB*T2w.nii.gz") | head -n 1)

        echo "-----"
        -----

        if [[ ! -z "$T2" ]];
        then
            #ako pronade T2 MCRIB, run pipeline
            ./dhcp-pipeline.sh $sub $ses $age -T2 $T2 -T1 $T1 -recon-from-seg
        fi
    ) &
done
```

Obrada strukturnih MR slika mozga korištenjem toka alata dHCP	Verzija: <1.0>
Tehnička dokumentacija	Datum: <16/12/22>

4. Literatura

- [1] A. Makropoulos, A. Schuh, R. Wright: dHCP Structural Pipeline (2017), <https://github.com/BioMedIA/dhcp-structural-pipeline>
- [2] A. Makropoulos, E. C. Robinson, A. Schuh, R. Wright, S. Fitzgibbon, J. Bozek, S. J. Counsell, J. Steinweg, K. Vecchiato, J. Passerat-Palmbach, G. Lenz, F. Mortari, T. Tenev, E. P. Duff, M. Bastiani, L. Cordero-Grande, E. Hughes, N. Tusor, J.-D. Tournier, J. Hutter, A. N. Price, Rui Pedro A.G. Teixeira, M. Murgasova, S. Victor, C. Kelly, M. A. Rutherford, S. M. Smith, A. D. Edwards, J. V. Hajnal, M. Jenkinson, D. Rueckert: The developing human connectome project: A minimal processing pipeline for neonatal cortical surface reconstruction (2018)
- [3] S. Fitzgibbon, S. J. Harrison, M. Jenkinson, L. Baxter, E. C. Robinson, M. Bastiani, J. Bozek, V. Karolis, L. Cordero Grande, A. N. Price, E. Hughes, A. Makropoulos, J. Passerat-Palmbach, A. Schuh, J. Gao, S.-R. Farahibozorg, J. O'Muircheartaigh, J. Ciarrusta, C. O'Keeffe, J. Brandon, T. Arichi, D. Rueckert, J. V. Hajnal, A. D. Edwards, S. M. Smith, E. Duff, J. Andersson: The developing Human Connectome Project (dHCP) automated resting-state functional processing framework for newborn infants (2020)
- [4] Forum s pitanjima i odgovorima *Neurostars*: <https://neurostars.org>
- [5] P. McCarthy izvorni kod za: FSLeys Zenodo <https://doi.org/10.5281/zenodo.1470761> (2020)
- [6] Connectome Workbench (RRID:SCR_008750): software za vizualizaciju podataka, <http://humanconnectome.org/connectome/connectome-workbench.html>