

# Študentski projekti v Laboratoriju za računalniško grafiko in multimedije

V LGM vabimo študente, ki jih zanima delo povezano z računalništvom in biomedicino, v okviru katerega proučujemo biomedicinske podatke in razvijamo z njimi povezane metode.

## 1 Analiza biomedicinskih slik

Kontakt: **as. Manca Žerovnik Mekuč** ali **doc. dr. Ciril Bohak** {manca.zerovnik-mekuc, ciril.bohak@fri.uni-lj.si}

### 1.1 O projektu

Celica je osnovni gradnik živih bitij in organizmov, vendar njena struktura še vedno ni popolnoma raziskana. Boljše in celovitejše razumevanje njenega delovanja lahko dosežemo z informacijami o strukturi, lokaciji in interakciji njenih podstruktur.

Vpogled v celico nam omogočajo različne tehnike mikroskopije. Podatki, pridobljeni z novo tehniko elektronske mikroskopije, imenovano Focused Ion Beam (FIB), ki temelji na uporabi usmerjenega ionskega žarka, nam omogočajo izvedbo analiz, ki vodijo do novih odkritij. Tehnika FIB omogoča zajem volumetričnih podatkov z izjemno visoko ločljivostjo. Tako pridobljene podatke je treba za nadaljnje analize pogosto dodatno obdelati ali pripraviti, kar običajno vključuje segmentacijo. Segmentacija omogoča razdelitev podatkov na posamezne celične dele ali strukture, kar je ključno za kasnejšo rekonstrukcijo zgradbe celice. V večini primerov se ta proces še vedno izvaja ročno, kar je izjemno časovno zahtevno. Zato razvijamo avtomatizirane metode, ki bodo pospešile in izboljšale natančnost tega postopka.

V Laboratoriju za računalniško grafiko in multimedije sodelujemo z Inštitutom za biologijo celice. Od inštituta smo pridobili podatke, zajete z različnimi tehnikami, iz katerih si prizadevamo samodejno izluščiti čim več informacij, da bodo znanstveniki na inštitutu lahko odgovarjali na kompleksna vprašanja o delovanju celice, na primer: kako se mitohondriji razlikujejo med različnimi tipi celic, ali se fuzioformni vezikli zlivajo s plazmalemo ipd. Gre za zanimivo interdisciplinarno delo, s katerim lahko prispevate k napredku v razumevanju delovanja človeških celic.

Kar nekaj dela smo na tem področju že opravili [1, 2]. Na sliki 1 je primer segmentacije celičnih struktur v celici mehurja.

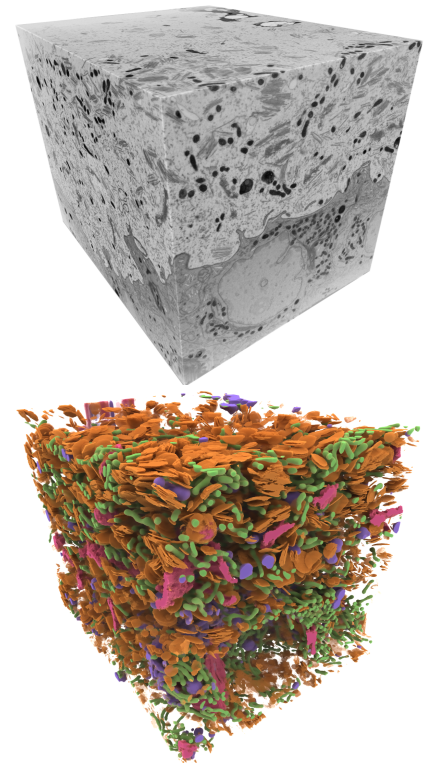
### 1.2 Izzivi

Na tem področju je tako aktualnih več izzivov:

- uporaba metod globokega učenja za segmentacijo podatkov
- uporaba metod globokega učenja za generiranje podatkov
- raziskovanje metod za obogatitev podatkov (angl. data augmentation)
- razvijanje metod za polavtomatsko označevanje podatkov (pohitritev ročnega označevanja)
- zbiranje javnih podatkov in učenje velikega splošnega modela (ang. generalist model)
- 3D rekonstrukcija
- po dogovoru razvijanje lastnih idej v povezavi z biomedicinskimi podatki

## Literatura

- [1] Manca Žerovnik Mekuč, Ciril Bohak, Samo Hudoklin, Byeong Hak Kim, Min Young Kim, Matija Marolt, et al. Automatic segmentation of mitochondria and endolysosomes in volumetric electron microscopy data. *Computers in biology and medicine*, 119:103693, 2020.
- [2] Manca Žerovnik Mekuč, Ciril Bohak, Eva Boneš, Samo Hudoklin, Matija Marolt, et al. Automatic segmentation and reconstruction of intracellular compartments in volumetric electron microscopy data. *Computer methods and programs in biomedicine*, 223:106959, 2022.



Slika 1: Na sliki je prikazan primer segmentacije urotelijskega tkiva, ki smo ga pridobili med našim preteklim delom. Zgornja slika prikazuje podatke, pridobljene z mikroskopom, spodnja slika pa prikazuje segmentacijo štirih celičnih struktur: mitohondrijev (zelena), Golgijevega aparata (roza), fuzioformnih veziklov (oranžna) in endolizosomov (vijolična).

## 2 Uporaba velikih jezikovnih modelov (LLMs) za razvoj zgodbe v igri

Kontakt: doc. dr. Ciril Bohak {ciril.bohak@fri.uni-lj.si}

### 2.1 O projektu

V igrah, predvsem v RPG-jih, je vedno bolj uveljavljena uporaba modelov LLM za razvoj ozadne zgodbe likov (npr. NPC-jev) [3], ali za razvoj zgodbe igre v splošnem. Manj poudarka pa je na tem, da se te informacije tudi hranijo in se v prihodnje poskrbi, da se liki obnašajo v skladu s temi zgodbami [4]. To bi lahko naslovili z neke vrste spominom oz. znanjem [5], kar bi lahko predstavili kot dodatno komponento, ki jo pripnemo določenim entitetam v igri (npr. na sceno, NPC-je). Cilj naloge je razviti primer igre, ki takšno komponento uporablja in primerjati kakšna je izkušnja igranja z in brez takšne komponente.

### 2.2 Cilji

- uporaba LLM-jev za podporo pri generiranju zgodb,
- uporaba LLM-jev za kreiranje biografije/person NPC-jev,
- LLM kot *Game Master* s prilagodljivimi usmeritvami.



## Literatura

- [3] Junyang Huang. Generating dynamic and lifelike npc dialogs in role-playing games using large language model. 2024.
- [4] Mei Yui Lim, Joao Dias, Ruth Aylett, and Ana Paiva. Intelligent npcs for educational role play game. In *International Workshop on Agents for Games and Simulations*, pages 107–118. Springer, 2009.
- [5] Shijie Zheng, Keith He, Le Yang, and Jie Xiong. Memoryrepository for ai npc. *IEEE Access*, 2024.

## 3 Prepoznavanje boleznih dreves iz satelitskih posnetkov (Sentinel)

Kontakt: doc. dr. Ciril Bohak {ciril.bohak@fri.uni-lj.si}

### 3.1 O projektu

V zadnjem času smo imele v Sloveniji dva resnejša pojava boleznih dreves [6, 7]. Prvi je bilo hitro širjenje lubadarja po žledolomu, ko lastniki gozdov zaradi obsežnosti žledoloma niso uspeli pravočasno odstraniti propadajočih, in s tem izpostavljenih dreves. Drugi pa je nedavno hitro razširjanje tujerodne vrste v slovenskih gozdovih. Gre za hrastovo čipkarko zaradi katere se je v letošnjem letu predčasno obarval velik delež hrastov. Ideja naloge je zaznavanje in sledenje takšnih dogodkov v satelitskih posnetkih [8], ki so na voljo preko programa Sentinel. V okviru naloge je predviden pregled in ovrednotenje obstoječih rešitev in njihova prilagoditev za uporabo v zgoraj omenjenih scenarijih.

### 3.2 Cilji

- odkrivanje območij s pojavljanjem kjer je določena bolezen razširjena,
- prepoznavanje katere bolezni so prisotne v posnetkih.



## Literatura

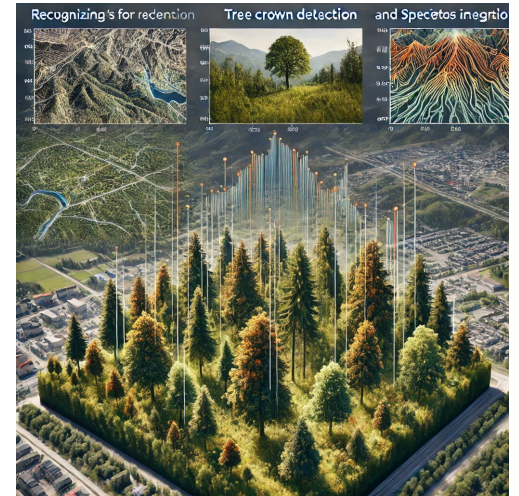
- [6] Peihua Cai, Guanzhou Chen, Haobo Yang, Xianwei Li, Kun Zhu, Tong Wang, et al. Detecting individual plants infected with pine wilt disease using drones and satellite imagery: a case study in xianning, china. *Remote Sensing*, 15(10):2671, 2023.
- [7] Tomás Poblite, Juan Antonio Navas-Cortes, Alberto Hornero, et al. Detection of symptoms induced by vascular plant pathogens in tree crops using high-resolution satellite data: Modelling and assessment with airborne hyperspectral imagery. *Remote Sensing of Environment*, 295:113698, 2023.
- [8] Tong Wang, Guanzhou Chen, Xiaodong Zhang, et al. Lmfnet: An efficient multimodal fusion approach for semantic segmentation in high-resolution remote sensing. *arXiv preprint arXiv:2404.13659*, 2024.

## 4 Prepoznavanje posamičnih krošenj in drevesnih vrst v gozdu iz letalskih LiDAR in ortofoto posnetkov

Kontakt: doc. dr. Ciril Bohak {ciril.bohak@fri.uni-lj.si}

### 4.1 O projektu

Države za spremljanje stanja njihovega ozemlja vse pogosteje uporabljajo tehnologijo LiDAR, ki jo v kombinaciji z zajemom ortografskih posnetov uporabljajo za zajem podatkov. Takšni podatki imajo veliko vrst uporabe med katere sodi tudi spremljanje gozdov. Tema naloge je primerjati različne obstoječe modele za prepoznavanje krošenj posamičnih dreves [9] v gozdu in prepoznavanje njihove vrste [10, 11] na podlagi LiDAR podatkov. Primerjati pa želimo tudi modele, ki za enako nalogo uporabijo ortofoto podatke. Nadalje je želja prilagoditi modele za uporabo na slovenskih gozdovih in ugotoviti ali lahko z združenim pristopom še izboljšamo njihovo uspešnost. Kot stranski produkt želimo razvite modele uporabiti tudi za odkrivanje meja gozdov in dobljene rezultate primerjati z obstoječimi GIS podatki (kataster).



### 4.2 Cilji

- prepoznavanje posameznih vrst dreves,
- ocenjevanje prirasta skozi leta.

## Literatura

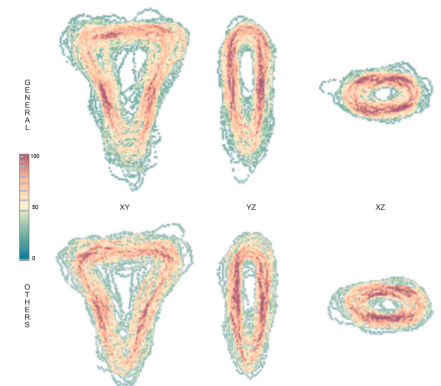
- [9] Haiming Qin, Weiqi Zhou, Yang Yao, and Weimin Wang. Individual tree segmentation and tree species classification in subtropical broadleaf forests using uav-based lidar, hyperspectral, and ultrahigh-resolution rgb data. *Remote Sensing of Environment*, 280:113143, 2022.
- [10] M Michałowska and J Rapiński. A review of tree species classification based on airborne lidar data and applied classifiers, *remote sens.*, 13, 353, 2021.
- [11] Maohua Liu, Ziwei Han, Yiming Chen, Zhengjun Liu, and Yanshun Han. Tree species classification of lidar data based on 3d deep learning. *Measurement*, 177:109301, 2021.

## 5 Avtomatska ekstrakcija srednjega prereza maternice

Kontakt: doc. dr. Ciril Bohak ali as. Žiga Lesar {ciril.bohak, ziga.lesar@fri.uni-lj.si}

### 5.1 O projektu

Pri materničnih preiskavah ginekologi velikokrat pregledujejo maternico v t.i. srednjem prerezu ultrazvočnega zajema maternice, kjer najlažje določijo odstopanja od običajne oblike. Maternice so pri različnih ženskah lahko zelo različno ukrivljene. Prerez ginekologi pridobijo tako, da v stranskem pogledu na 3D ultrazvočne podatke ročno narišejo krivuljo, ki definira obliko srednjega prereza, nato pa sistem vzdolž te krivulje izvede prerez. V okviru naših raziskav [12] zmoremo iz 3D ultrazvočnih podatkov segmentirati obliko maternice in jo sploščiti. Iz tako sploščene oblike je veliko lažje pridobiti srednji prerez. V tako pridobljenem srednjem prerezu želimo nadalje vizualizirati odstopanja od srednje oblike maternice, kot smo jo pridobili v naši raziskavi.



### 5.2 Cilji

- prepoznavanje posameznih vrst dreves,
- ocenjevanje prirasta skozi leta.

## Literatura

- [12] Eva Boneš, Marco Gergolet, Ciril Bohak, Žiga Lesar, and Matija Marolt. Automatic segmentation and alignment of uterine shapes from 3d ultrasound data. *Computers in biology and medicine*, 178:108794, 2024.