Tehnični vidik izboljšave prostorske identitete Slovenije v letalskih simulatorjih

Leon Alessio, dr. Miha Janež
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, 1000 Ljubljana
leonalessio1@gmail.com, miha.janez@fri.uni-lj.si

Izvleček

Virtualna različica letanja je popularna alternativna osvajanju neba, ki jo uporabljajo tako amaterski navdušenci za zabavo kot tudi profesionalci in piloti za usposabljanje ter izboljšanje svojih sposobnosti. Za boljšo izkušnjo in učinkovito usposabljanje je ključnega pomena pokrajina, v kateri uporabnik znotraj simulatorja leti, žal pa je podoba Slovenije v simulatorjih klavrna in pomanjkljiva. Zato se je podjetje AformX, ki med drugim tudi usposablja bodoči letalski kader, skupaj z dvema članicama Univerze v Ljubljani podalo v projekt Prostorska identitete Slovenije v letalskih simulatorjih. Cilj je bil izdelava pokrajinskega dodatka za letalske simulatorje, ki dobro predstavlja Spodnjesavinjsko dolino ter Celjsko kotlino in tako omogoča potopitveno izkušnjo letenja v tej pokrajini znotraj simulatorja. Za dosego zadanega cilja smo v ekipi z raznolikimi predznanji pod mentorstvom profesorjev raziskali značilnosti te pokrajine in specifikacije delovanja simulatorja. S pomočjo odprtokodnih podatkov in programov, katere je bilo za naše potrebe potrebno predelati, smo nato razvili virtualno okolje za letalski simulator X-Plane, ki izboljša uporabniško izkušnjo in učinkovitost usposabljanja.

Ključne besede: Letenje, Letalski simulatorji, Spodnjesavinjska dolina, Celjska kotlina, Virtualno okolje

Technical aspect of improving slovenia's spatial identity in flight simulators

Abstract

Virtual flight has consistently held a prominent position as a viable alternative to traditional physical flying, with the backing of a dedicated and vocal community. It has also become an indispensable tool within the professional training process of prospective pilots. In order to achieve the most effective outcomes, the virtual environment must be crafted with a high degree of realism, fidelity, and interactivity. AformX, a company operating a flight academy, in collaboration with the University of Ljubljana, initiated a project with the objective of enhancing Slovenia's spatial identity in flight simulators. The project involved the creation of a virtual landscape representing the region of Lower Savinja Valley and Celje Basin, in which the AformX flight base is situated. To achieve our goal, we undertook extensive research into the characteristics of the region and the simulator itself. We then used modified OpenStreetMap and GURS spatial data together with a refined open-source program, OSM2XP, to create a virtual environment. This exceeded our expectations and fulfilled our goal. The project could serve as a launch pad for a bigger project spanning the whole country of Slovenia or even more.

Keywords: Flight, Flight simulators, Lower Savinjska valley , Celje basin, Virtual environment

1 UVOD

Sposobnost letenja je bila od nekdaj za človeško vrsto fascinantna. Tudi danes, ko nam je zračni transport omogočen s pomočjo zrakoplovov (letal, helikopterjev itd.) ima panoga letalstva številčno in predvsem strastno skupnost. Ker pa je s fizičnim letenjem povezano veliko spremenljivk od vremena do razpoložljivosti letal, pristajalnih stez in stroškov, je precej popularna virtualna različica letenja, pri kateri se s pomočjo letalskih simulatorjev simulira fizično le-

tenje. Uporablja se za zabavo, razvoj zračnih plovil in tudi za usposabljanje bodočega letalskega osebja. Omogoča približek letenju za veliko manjša finančna in fizična sredstva ter sposobnost nadzora okolja po uporabnikovih željah. Za doseganje izkušnje, čim bolj podobne fizičnemu letenju, je poleg drugih dejavnikov zelo pomembna virtualna pokrajina oziroma virtualno okolje, v katerem uporabnik leti znotraj letalskega simulatorja. Bolj kot je ta podobna pravi pokrajini, lažje se bo virtualni pilot vživel v letenje, kar poleg izboljšane izkušnje tudi pripomore pri izboljšanju uporabnikove prostorske orientacije. To je še posebej pomembno pri usposabljanju bodočih pilotov, saj jim bo tako lažje uporabiti na simulatorjih pridobljeno znanje, kadar bodo fizično leteli v pravi različice te pokrajine. Na žalost pa je podoba Slovenije v letalskih simulatorjih precej pomanjkljiva in neprepričljiva, kar onemogoča usposabljanje bodočega osebja na najvišji ravni. Zato sta se v sodelovanju podjetje AformX in Univerza v Ljubljani, bolj podrobneje Fakulteta za arhitekturo in Fakulteta za računalništvo in informatiko, lotili projekta Prostorska identiteta Sloveniji v letalskih simulatorjih [1], sofinanciranega s strani Republike Slovenije in Evropske unije. Osrednji cilj projekta je bil izdelava virtualnega pokrajinskega dodatka za letalski simulator X-Plane 12, ki bi dobro predstavljal Spodnjesavinjsko dolino in Celjsko kotlino, kjer pri AformX usposabljajo bodoči letalski kader. Hkrati je bil eden od ciljev tudi razviti in preizkusiti postopek razvoja takega dodatka. Poleg tega je bil namen projekta študentom omogočiti osvajanje novih veščin in sodelovanja z gospodarstvom.

2 METODE

Izdelavo dodatka virtualne pokrajine smo ločili na tri dele:

1. Specifični del, ki je vseboval pomembne orientacijske in prepoznavne točke, ki s svojo edinstvenostjo pripomorejo k izgledu pokrajine (na primer Celjski grad, značilna polja hmelja za to pokrajino, logistični center Lidl v Arji vasi itd.). Vsako tako točko smo ročno izdelali in vnesli v okolje.
2. Generični del, ki je vseboval večino stavb in zelenja, ki pa so zaradi številčnosti bile izdelane na drugačen način, ki je podrobneje opisan v nadaljevanju članka.
3. Ortofoto podlaga, pridobljena iz satelitskih fotografij, ki upodabljajo vse razen stavb (polja, reke itd.). Fotografije smo združili v enotno in zaključeno okolje.

Ta članek se poglobi predvsem v izdelavo generičnega okolja in združevanja treh delov v skupno celoto, saj je bilo to iz računalniškega vidika najzahtevnejše. Za ustvarjanje generičnega okolja smo uporabili bazo prostorskih podatkov OpenStreetMap (OSM) [2] in prostorske podatke Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS) [3]. Prilagojeno verzijo, ki je obsegala izbrano pokrajino, smo poleg knjižnice generičnih objektov in zelenja uporabili kot vhod v modificirano različico odprtokodnega programa OSM2XP [4]. Ta je, po naših potrebah pretvoril to bazo prostorskih podatkov v virtualno okolje in poskrbel za povezavo med pretvorjenimi prostorskimi podatki in objekti v knjižnici.

2.1 Predelava prostorskih podatkov

OpenStreetMap je odprta baza prostorskih podatkov, ki predstavlja alternativo popularnim internetnim zemljevidom, kot je npr. GoogleMaps. Njena posebnost je v tem, da je posodobljena in vzdrževana s strani skupnosti uporabnikov. Njena licenca omogoča prosto uporabo baze za kakršnekoli namene. Podatki so najpogosteje shranjeni v .osm datotekah, ki temeljijo na XML strukturi in uporabljajo topološko podatkovno organizacijo. Osnovni gradnik teh podatkov je Node (vozlišče), ki predstavlja točko na zemljevidu in vsebuje njene koordinate ter unikaten identifikator. Več vozlišč se lahko poveže v Way (pot), ki je urejen in povezan seznam vozlišč ter predstavlja obliko oziroma poligon na zemljevidu (npr. reko, ceste, stavbe itd.). Oba opisana gradnika sta lahko vključena v Relation (relacija), ki določa povezave med vsebovanimi elementi (npr. področje omejitve hitrosti na cesti). Vsem trem omenjenim strukturam je mogoče dodati Tags (oznake). Vsaka ima ključ, ki narekuje kategorijo oznake (npr. building) in vrednost, ki narekuje vrednost (npr. school) znotraj domene ključa. Oznake dodajo poligonu (poti) smisel in namembnost [5]. OSM tudi nudi možnost izvoza določene regije zbranih podatkov, ki jih je možno z orodjem JOSM [6] urejati in nato po potrebi tudi naložiti nazaj.

Najprej smo podatke iz OSM za celotno regijo izvozili. Ugotovili smo, da lahko zaradi odprtosti urejanja kljub določenim smernicam, kako te podatke urejati, pride do nekonsistentnosti in pomanjkljivosti

podatkov, kar smo nujno morali popraviti za njihovo strojno obdelavo. Pred predelavo teh podatkov smo sestavili šifrant naših oznak, kategorij in vrednosti na podlagi potreb projekta (npr. če smo v končnem okolju želeli na tistem področju »postaviti« hišo, smo tistemu poligonu dodali oziroma spremenili vrednost oznake building na hiša1 oz. hiša3, če je le-ta v resnici imela ravno streho). Nato je sledilo ročno pregledovanje prostorskih podatkov v JOSM urejevalniku in dodajanje oziroma popravljanje oznak, kar je bilo dokaj zamudno.

Problematiko pomanjkanja podatkov o več tisoč objektih v pokrajini smo rešili s pretvorbo prostorskih podatkov Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS). Zaradi neskladnosti različnih formatov in strukture obeh uporabljenih vrst prostorskih podatkov smo naleteli na več izzivov. Eden izmed njih je bila razlika med koordinatnima sistemoma, zaradi česar smo morali prenesene podatke iz GURS pretvoriti na koordinatni sistem WGS-84, ki ga uporablja OSM. Po združitvi na videz pravilnih pretvorjenih GURS podatkov in prekategoriziranih OSM podatkov v programu OSM2XP je pri pretvorbi teh podatkov v X-Plane okolje prišlo do nepojasnjenih napak. Po temeljitem pregledu vseh možnih razlogov za nenavadno delovanja programa smo ugotovili, da so se novim objektom pri pretvorbi določili negativen identifikatorji, kar program OSM2XP ni sprejemal in je zato prihajalo do napak med izvajanjem. Težavo smo rešili s skripto, ki je dodanim objektom spremenila identifikatorje v pozitivne številke, ki v sklopu datoteke še niso bile zasedene.

2.2 Dodelava programa OSM2XP

Z računalniškega stališča je bila ena izmed glavnih nalog dodelava odprtokodnega programa OSM2XP za potrebe projekta. Ker gre za kompleksen program z relativno pomanjkljivo dokumentacijo, je največ časa zahtevalo razumevanje delovanja programa, vendar je bilo to nujno za učinkovito dodelavo le-tega.

Prva večja sprememba je bila predelava obstoječe dokaj osnovne logike določanja višin stavb. Ob posvetu s študenti arhitekture in urbanizma smo določili razpon možnih višin objektov za vsako kategorijo, nakar smo v programu implementirali logiko izbiranja višine stavb, kadar ta ni bila eksplicitno podana, v obliki vrednosti oznake height. Ta je bila za simuliranje raznolikosti objektov izbrana naključno, znotraj intervala, določenega za vrednost oznake building trenutnega objekta.

Program je že vseboval osnovno logiko izbiranja enostavnih objektov (z dokaj enostavnimi tlorisi) glede na vrednost oznake building in zanjo izbral model iz zbirke 3D objektov, vključenih v datotečni sistem programa. Vendar to ni upoštevalo naših novih vrednosti za to oznako. Za te smo pripravili številne 3D modele objektov, ki so reprezentativno odražali tipične objekte Spodnjesavinjske doline in Celjske kotline. Zato je bilo treba logiko nalaganja in izbiranja objektov v podatkovne strukture znotraj programa dodelati. Ker smo okolje prekategorizirali ročno, smo predvidevali, da je kljub skrbnosti prišlo do napak in izpuščenih objektov. Zato smo logiko določanja objekta poligona predelali tako, da je program najprej preveril, ali je oznaka building trenutnega objekta vsebovana v seznamu naših kategorij. V primeru, da je vsebovana, je program glede na vrednost omenjene oznake in dimenzij stavbe naključno izbral med ustreznimi 3D modeli stavb. Če pa oznaka ni bila vključena v omenjen seznam, je program nadaljeval po privzetem delovanju, za katerega smo ocenili, da je za manjše število primerov primerno.

Pri generiranju objektov z zahtevnejšimi tlorisi se je program posluževal fasad - tekstur, ki jih je »nalepil« na objekt. Podoben postopek dodelave smo uporabil tudi tukaj in nadgradili osnovno logiko, da je za naše oznake izbirala »naše« dodelane fasade. Program ima še vrsto nastavitev, ki omogočajo prilagajanje izvajanja, npr. določanje največje dovoljene razlike v dimenzijah objektov in 3D modelov.

2.3 Združevanje, testiranje in izboljševanje

Datoteke, ki jih je generiral program OSM2XP, še niso bile primerne za vstavljanje v simulator X-Plane. Pred vnosom v simulator jih je bilo treba obdelati še v programu WorldEditor (WED) [7], v katerem smo lahko te datoteke predelali v okolje, primerno za uporabo v simulatorju.

X-Plane okolje je sestavljeno iz več plasti. V grobem opisano se na najnižji ravni nahaja osnovna plast (angl. Base/Mesh), ki predstavlja tla okolja. V našem dodatku scenariju smo to plast za ciljno regijo nadomestili z ortofoto podlago, ki smo jo v sklopu projekta pridobili iz satelitskih slik regije. Nad osnovno plastjo je nato lahko prikazanih več prekrivnih plasti (angl. Overlay). Te lahko predstavljajo različne stavbe, zelenje, ceste itd. Prekrivnih plasti je

lahko več in se lahko med seboj tudi prekrivajo, kar lahko povzroči razne nevšečnosti, kot so npr. podvojene stavbe na isti lokaciji, drevo sredi hiše itd. Da se temu izognemo, lahko v programu WED definiramo tako imenovana Izključitvena območja (angl. Exclusion Zone), ki zagotovijo, da se na tistih območjih ne prikazujejo objekti spodnjih plasti. To tehniko smo uporabili v generičnem okolju, da smo ustrezno pokrili objekte privzetega okolja X-Plane simulatorja. Težavo prekrivanja specifičnega in generičnega okolja pa smo rešili že korak prej, saj smo iz OSM okolja že pred pretvorbo v programu OSM2XP izbrisali objekte, prisotne v specifičnem okolju.

WorldEditor omogoča tudi pregled okolje in pripravo seznam napak, ki jih je treba popraviti pred vnosom v letalski simulator, da bo v njem okolje ustrezno delovalo. S pomočjo te funkcionalnosti smo popravili večje število poligonov, saj so se nekateri prekrižali, imeli vozlišča preblizu ali pa je bila pot usmerjena v napačno smer. Vse to je zmotilo končni prenos prostorskih podatkov v zapis, ki je razumljiv X-Plane simulatorju. Ko je bilo okolje validirano, smo lahko s pomočjo WED programa to okolje izvozili v obliko, pripravljeno za vnos v simulator (strukturiran datotečni sistem).

Nato smo se lotili iterativnega postopka testiranja s pomočjo pregledovanja pokrajine znotraj simulatorja. Začeli smo s temeljitimi pregledi manjših površin generičnega okolja in nato popravili opažene napake. Največkrat je šlo za moteče 3D modele in fasade, ki so neprijetno izstopale. Ta postopek smo večkrat ponovili. Kasneje smo testirali vedno večje okolje in popravili nevšečnosti, kot so izstopajoče barve streh, pomanjkanja gozdnih površin na mestih, kjer se gozd v resnici nahaja itd. Poleg tega smo tekom testiranja ugotavljali optimalne vrednosti za razne nastavitve programa OSM2XP. Najbolj smo se osredotočili na nastavitvi objSizeTolerance in objHeightTolerance, ki določata največje dovoljeno razmerje med dimenzijami 3D modela in poligona pri generiranju okolja. Višja vrednost pomeni, da dovolimo večjo razliko, kar vodi do večje pokritosti objektov. Vendar se lahko pri previsoki vrednosti pojavijo nesmiselno veliki objekti v simulatorju na mestu manjših stavb in obratno. Nižja vrednost vodi do nižje pokritosti, vendar pri tem poskrbi, da so objekti v simulatorju čim bolj podobni resničnim glede na velikost. Po več iteracijah testiranja smo se odločili vrednost za obe nastavitvi dvigniti iz 0,1 na 0,3, s čimer smo dosegli generiranje več kot 10000 novih objektov brez opaznih neujemanj v okolju.

Po testiranju vseh treh okolij posebej smo jih združili in pričeli z iterativnim testiranjem celotnega v sodelovanju z mentorji iz podjetja AformX. Osredotočili smo se predvsem na popravljanje in brisanje podvojenih objektov, saj so bili nekateri objekti hkrati generirani v generičnem okolju in ročno postavljeni v specifično okolje. V tem koraku smo izvedli tudi manjše prilagoditve, predvsem popravke barv fasad in ortofoto podlage.

3 REZULTATI

Končni rezultat projekta je virtualni pokrajinski dodatek, ki potopitveno predstavlja Spodnjesavinjsko dolino in Celjsko kotlino, in je vidna nadgradnja nad privzetim okoljem, ki je vsem uporabnikom na voljo ob vzpostavitvi simulatorja. Okolje je dostopno javnosti na povezavi [8] in preko QR kode na desni strani odstavka:

V novem okolju je veliko več objektov, ki izgledajo bolj pristno in bolj podobni svojim fizičnim različicam. Barve okolja so veliko bolj naravne in podobne temu, kar pilot običajno vidi ob pogledu iz kabine med preletom območja. Vredno je omeniti, da je v novem okolju na primernih mestih vsebovan tudi hmelj, ki velja za eno od značilnosti te regije, ki je v privzetem okolju manjkala. Zaradi značilnosti izdelka in pomanjkanja ustreznih testnih statistik nismo našli primernega načina kvantificiranja napredka, a je ta kljub temu očiten. Za podporo zgornjih trditev smo izvedli t. i. »Eye Test« in primerjali slike enakega območja v obeh okoljih. V tiskani izdaji razlike niso tako očitne, saj so slike črno-bele. Ogled slik v polni barvni obliki je možen v elektronski različici članka in na povezavi [9], ki je dostopna tudi preko QR kode na desni strani odstavka:

Prva izmed primerjav prikazuje območje Celja, vidno iz severozahodne smeri. Na levi strani slike je prikazano območje v privzetem okolju X-Plane simulatorja, na desni strani pa v našem izdelanem pokrajinskem dodatku.

Razlika med prikazanima podobama največjega mesta v tej regiji je zelo opazna. V privzetem okolju manjkajo glavne značilnosti mesta, med njimi tudi Celjski grad in pretežno industrijski predel mesta. V posodobljenem okolju pa so vse značilnosti Celja ja-



Slika 1: **Primerjava podobe Celja v privzetem in posodobljenem okolju**

sno vidne in tudi sama podoba mesta izgleda veliko bolj naravno in subjektivno tudi lepše. Poleg razlike v mestih, sama pokrajina (polja, gozdovi) izgleda veliko bolj pristno in podobna fizični različici te pokrajine. Možno je opaziti tudi večje število stavb in vasi v novem okolju, kar je še posebej opazno na desni strani obeh slik, saj je v privzetem okolju velika večina vasi izpuščena.



Slika 2: **Primerjava privzete in posodobljene podobe Spodnjesavinjske doline, prikazani so kraji Polzela, Parižlje, Breg pri Polzeli itd.**

Druga primerjava primerja podobi Spodnjesavinjske doline, podrobneje področje krajev Polzela, Parižlje, Breg pri Polzeli itd. Na levi strani slike je prikazano to območje v privzetem okolju X-Plane simulatorja, na desni strani pa v našem izdelanem pokrajinskem dodatku.

Razlike v pristnosti izgleda same pokrajine so zelo opazne tudi v drugi primerjavi, morda še najbolj pride do izraza prisotnost polj hmelja v našem novem okolju, oz. pomanjkanje hmelja v privzetem okolju, saj je ta rastlina eden izmed značilnosti te regije. Ponovno je opazna tudi očitna razlika v barvi pokrajine. Vidna je tudi razlika v reprezentativnosti manjših vasi, ki so v posodobljenem okolju veliko bolje zastopane, saj jih v privzetem praktično ni.

Poleg samega virtualnega dodatka smo razvili preizkušen postopek razvoja virtualnega pokrajinskega dodatka za letalske simulatorje. Ta je osredotočen na področje Slovenije, saj uporablja sredstva, kot so podatki GURS, a bi lahko podoben postopek uporabili tudi za druga območja. Tako študentje kot mentorji smo tekom projekta osvojili nova znanja, ki so prenosljiva tudi na druge domene, in hkrati pridobili stik z gospodarstvom ter izkušnje izven strogo akademskega okolja.

4 ZAKLJUČEK

Projekt Prostorska identiteta v letalskih simulatorjih je vključeval raziskavo pokrajinskih značilnosti regije, predelavo odprtih prostorskih podatkov OpenStreetMap in Geodetske uprave Republike Slovenije, izdelavo 3D modelov objektov, dodelavo odprtokodnega programa OSM2XP in iterativno testiranje ter izboljševanje okolja. Končni rezultat projekta je virtualni pokrajinski dodatek, ki realistično predstavlja Spodnjesavinjsko dolino in Celjsko kotlino ter prinaša vidno izboljšavo v primerjavi s privzetim okoljem. K izboljšavi so prispevale vključitev pomembnih prepoznavnih točk, kot je Celjski grad, vključitev večjega števila objektov, ki so v privzetem okolju manjkali, in uporaba realistične ortofoto podlage, pridobljene s pomočjo satelitskih slik pokrajine. Poleg okolja je bil v sklopu projekta razvit tudi postopek razvoja virtualnega pokrajinskega dodatka, ki bo lahko uporaben za podobne projekte v prihodnosti.

Projekt je bil časovno zahteven, saj je vsak izmed desetih študentov v povprečju porabil približno 140 ur v šestih mesecih, kar ne vključuje številnih dodatnih ur, ki so jih prispevali mentorji. Velik del časa, predvsem v začetni fazi, je bil namenjen spoznavanju novih tehnologij in okolij, kar je študentom in mentorjem prineslo pomembna nova znanja. Če bi postopek razvoja ponovili, bi bil zaradi pridobljenih izkušenj in vzpostavljenega delovnega procesa bistveno hitrejši. Smiselno bi bilo raziskati tudi alternativne vire prostorskih podatkov, ki bi lahko poenostavili in pospešili razvojni proces. To bi zahtevalo tudi prilagoditev ali razvoj novega orodja, primernega za drugačne vrste podatkov, saj bi bil OSM2XP v takšnih primerih neustrezna rešitev.

Projekt in njegovi rezultati lahko služijo kot odskočna deska za večje projekte podobnega tipa, morda nas v prihodnosti čaka izdelava celotne virtualne Slovenije.

LITERATURA

[1] Juvančič, M., Alessio, L., Knez, S., Gradič, V., & Bizjak, L. (2023). *Spodnjesavinjska dolina in Celjska kotlina (Slovenija): pokrajinski dodatek za X-Plane 11 in 12.* Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo.

[2] Coast, S. (2004). Open Street Map – prostorski podatki https://www.openstreetmap.org/#map=8/46.150/14.975 (Dostopano dne: 3. marec 2023)

[3] Geodetska Uprava Republike Slovenije (n.d.). E-Prostor: Portal Prostor Geodetske uprave RS. https://www.e-prostor.gov.si/ (Dostopano dne: 24. marec 2023)

[4] OSM2XP – predelana različica programa za namene tega projekta je kot svoja veja dostopna preko platforme GitHub na povezavi https://github.com/leonalessio/osm2xp/tree/razvoj

[5] Coast, S. (2004). Open Street Map Wiki. https://wiki.openstreetmap.org (Dostopano dne: 2. februar 2024)

[6] Immanuel Scholz (2006). JOSM (Java OpenStreetMap Editor). https://josm.openstreetmap.de/ (Dostopano dne: 24. marec 2023)

[7] Supnik, B., Maggi, C. (2007). WorldEditor (WED). https://developer.x-plane.com/tools/worldeditor/ (Dostopano dne: 19. april 2023)

[8] razviti pokrajinski dodatek za X-Plane 11 in 12 https://forums.x-plane.org/index.php?/files/file/87635-spodnjesavinjska-valley-and-celje-basin-slovenia/ (Dostopano dne: 15. januar 2025)

[9] visoko ločljivi barvni posnetki razvitega virtualnega okolja https://ibb.co/album/39XH7j (Dostopano dne: 15. januar 2025)

▪

Leon Alessio je absolvent dodiplomskega programa Računalništva in informatika na Fakulteti za računalništvo in informatiko. V svoji diplomski nalogi napoveduje nizko energijsko razpoložljivost pri plesalcih s pomočjo strojnega učenja. Sodeloval je pri projektu Prostorska identiteta Slovenije v letalskih simulatorjih kot edini študent računalništva. Trenutno tudi sodeluje pri raziskovalnem projektu Deepfake DAD, katerega cilj je razvoj modelov za prepoznavanje globokih ponaredkov. Izkušnje nabira kot razvijalec zalednih sistemov pri IN2. Ukvarja se tudi z razvojem spletnih aplikacij.

▪

Dr. Miha Janež je zaposlen kot asistent na Fakulteti za računalništvo in informatiko. Na tej fakulteti je doktoriral z delom Metode razmeščanja in povezovanja logičnih primitivov kvantnih celičnih avtomatov. Raziskovalno se ukvarja predvsem s področji kvantnega računalništva, načrtovanja brezžičnih senzorskih omrežij in analizo podatkov, pridobljenih iz raznolikih velikih omrežij. Poleg poučevanja sodeluje tako pri študentskih projektih kot tudi pri interdisciplinarnih raziskovalnih projektih.