

RAZVOJ QGIS PLUGINA ZA VIZUALIZACIJU I ANALIZU KRETANJA OBJEKTA U PROSTORU**DEVELOPMENT OF A QGIS PLUGIN FOR VISUALIZATION AND ANALYSIS OF OBJECT MOVEMENT IN SPACE**

Ivana Sekereš, Srđan Popov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**2. TEHNOLOGIJE**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan proces razvoja QGIS plugina namenjenog vizualizaciji i analizi kretanja objekta u prostoru, ilustrovan na primeru simulacije putanje bespilotne letelice (UAV) unutar definisane oblasti interesa. Plugin je razvijen u programskom jeziku Python i integriše PostgreSQL sistem za upravljanje bazama podataka sa PostGIS ekstenzijom, čime se omogućava efikasno skladištenje, obrada i analiza prostornih podataka.

Ključne reči: QGIS, GIS, plugin, UAV, Planiranje putanje pokirvanja, PostgreSQL, PostGIS, Python

Abstract – The paper presents the development process of a QGIS plugin designed for the visualization and analysis of object movement in space, illustrated through a simulation of an unmanned aerial vehicle (UAV) trajectory within a defined area of interest. The plugin is developed in Python and integrates a PostgreSQL database system with the PostGIS extension, enabling efficient storage, processing, and analysis of spatial data.

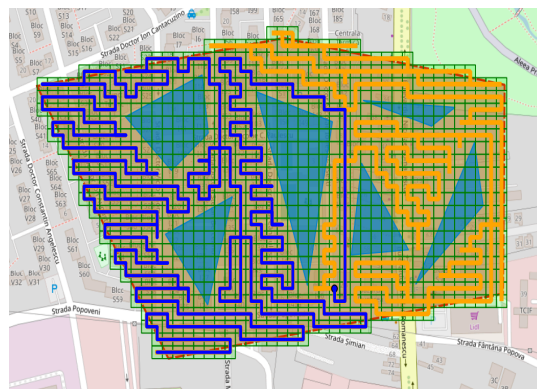
Keywords: QGIS, GIS, plugin, UAV, Coverage Path Planning, PostgreSQL, PostGIS, Python

1. UVOD

Geografski informacioni sistemi (GIS) predstavljaju skup alata, tehnologija i metoda namenjenih za prikupljanje, skladištenje, obradu, analizu i vizualizaciju prostornih i geografskih podataka. GIS tehnologija se primenjuje u naučnim istraživanjima, upravljanju resursima i prostornom planiranju u različitim oblastima. Da bi se GIS koncepti primenili u praksi koriste se specifični softverski alati, poznati i kao GIS aplikacije. Jedna od najpoznatijih i najraširenijih aplikacija otvorenog koda je QGIS.

Cilj rada je razvoj dodataka (eng. plugins) koji omogućavaju proširenje standardnih funkcionalnosti QGIS platforme. Rad prikazuje praktičnu primenu korišćenja QGIS-a u analizi kretanja objekta u prostoru. U nastavku rada, radi lakše terminološke doslednosti, koristiće se engleski izraz *plugins* za označavanje dodataka.

U razvoju plugina korišćene su sledeće tehnologije: QGIS (za vizualizaciju i rad sa prostornim podacima), Python (za implementaciju logike), PostgreSQL sa PostGIS ekstenzijom (za čuvanje prostornih podataka). Algoritmi planiranja kretanja koji su obrađeni u radu uključuju Nearest Neighbor (NN) i A* algoritam, dok je vizualizacija kretanja realizovana putem animacije u QGIS interfejsu. Plugin omogućava povezivanje sa bazom, unos i čuvanje koordinata, kao i prikaz animacije putanje, kao što je to prikazano na slici 1.



Slika 1. Generisana putanja UAV-a

3. QGIS

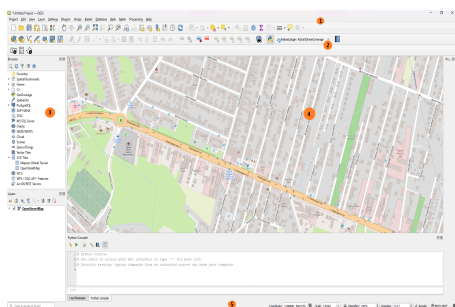
QGIS je besplatan geoinformacioni sistem (GIS) otvorenog koda koji korisnicima omogućava kreiranje, uređivanje, vizualizaciju, analizu i objavljivanje geoprostornih podataka [2].

3.1 QGIS GUI

Interfejs QGIS-a, prikazan na slici 2, je dizajniran tako da korisnicima omogući jednostavan pristup različitim funkcionalnostima i alatima za rad sa geoprostornim podacima [2]. Razvijeni plugin dodatno proširuje interfejs, uvodeći nove opcije za vizualizaciju i analizu kretanja objekata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Popov, redovni profesor



Slika 2. QGIS GUI

3.2 Slojevi

U QGIS-u se podaci organizuju kroz **slojeve** (eng. *layers*) koji mogu biti vektorski (tačke, linije, poligoni) ili rasterski (satelitski snimci, digitalni modeli terena i sl.). Vizualizacija i analiza podataka zasnivaju se na kombinaciji slojeva.

3.3 Pluginovi

Pluginovi omogućavaju proširenje osnovnih funkcionalnosti QGIS-a. Mogu se instalirati iz zvaničnog repozitorijuma ili razvijati lokalno, najčešće u programskom jeziku Python korišćenjem PyQGIS API-ja. Upravljanje pluginovima obavlja se preko Plugin Manager-a, u kojem se oni instaliraju, aktiviraju i održavaju.

3.4 Plugin Manager

Plugin Manager je centralni alat za upravljanje pluginovima u QGIS-u. Pristupa mu se direktno putem glavnog menija *Plugins > Manage and Install Plugins*. Kroz njega korisnici mogu pretraživati i instalirati pluginove, dodavati privatne repozitorijume, pregledati metapodatke (npr. detalje o autoru, verziji, opisu i zavisnostima (eng. *dependencies*) svakog plugina, kao i uključivati/isključivati instalirane pluginove.

3.5. Python

Python je interpretirani, objektno-orijentisani programski jezik visokog nivoa sa dinamičkom tipizacijom. Njegova jednostavna i čitljiva sintaksa, zajedno sa moćnim ugrađenim strukturama podataka, čini ga pogodnim za brzi razvoj aplikacija, skriptovanje i povezivanje postojećih komponenti, uz smanjenje troškova održavanja koda [4].

3.5.1 Python i QGIS

QGIS poseduje integrisanu Python konzolu, koja omogućava direktno izvršavanje Python komandi u okviru QGIS okruženja. Ova konzola se otvara putem menija *Plugins > Python Console*. Python jezik se široko koristi za implementaciju pluginova u QGIS-u. Za razvoj pluginova koristi se PyQGIS API, putem kojeg QGIS pruža developerima programski interfejs za interakciju i modifikovanje osnovnih funkcija QGIS-a, ali i grafičkog interfejsa.

3.6. PostgreSQL

PostgreSQL, odnosno Postgres, predstavlja objektno-relacioni sistem za upravljanje bazama podataka (eng. Object-Relational Database Management System – ORDBMS) otvorenog koda (eng. open source) koji, za

razliku od klasičnih relacionih baza podataka, poseduje mogućnost čuvanja objekata i vektora.

3.7. PostGIS ekstenzija

PostGIS je ekstenzija za PostgreSQL bazu podataka, koja omogućava skladištenje, upravljanje i analizu prostornih podataka direktno u bazi. PostGIS omogućava skladištenje različitih vrsta prostornih podataka, uključujući tačke, linije i poligone, u oba formata: dvodimenzionalnom (2D) i trodimenzionalnom (3D) [3].

3.8. Planiranje kretanja

Planiranje kretanja predstavlja proces određivanja optimalne putanje kretanja objekta kroz određeni prostor, uzimajući u obzir različite kriterijume kao što su minimalna dužina puta, vreme kretanja ili izbegavanje prepreka. Planiranje može biti realizovano od strane čoveka ili mašine koja ima mogućnost planiranja svog kretanja. Ukoliko je onaj koji planira mašina, tada govorimo o algoritmima planiranja kretanja [5].

3.8.1 Primene u geoinformacionim sistemima

Coverage Path Planning nalazi široku primenu u oblasti geoinformacionih sistema (GIS). Geoinformacioni sistemi omogućavaju prikupljanje i obradu prostornih podataka potrebnih za planiranje optimalnih putanja.

Upotrebom bespilotnih letelica, naročito dronova, proces prikupljanja prostornih podataka postao je znatno efikasniji, brži i ekonomičniji. Na ovaj način GIS industrija ostvaruje velike benefite jer čine da skupljanje prostornih podataka bude jednostavnije i pristupačnije. Tradicionalni način sakupljanja podataka podrazumevao je iznajmljivanje letelica i pilota, kao i postavljanje instrumenta za snimanje za letelicu, što je zahtevalo složenu pripremu i visoke troškove. Velika prednost upotrebe bespilotnih letelica je što mogu preleteti veliku površinu za nekoliko sati i prikupiti podatke visoke rezolucije. Pored toga moguće je snimiti teško dostupne i rizične lokacije bez ugrožavanja ljudi. Podaci prikupljeni dronovima lako se integrišu u GIS softvere, kao što je to QGIS.

3.9. Algoritmi

U radu su za planiranje putanje kretanja objekta u prostoru, sa ciljem pokrivanja cele površine od interesa, korišćeni algoritmi Nearest Neighbor (NN) i A* (A star), koji omogućavaju određivanje optimalnih ili približno optimalnih putanja u okviru definisanog prostora interesa. Nearest Neighbor (NN) algoritam je heuristički pristup kojim se iz trenutne pozicije bira najbliža neposećena tačka kao sledeća destinacija.

A* algoritam se primenjuje u svrhe određivanja najkraćeg puta između dva čvora u grafu. Predstavlja unapređenje Dijkstrinog algoritma i smanjuje broj čvorova koje je potrebno posetiti odnosno ispitati. Ovaj algoritam koristi heuristički pristup za procenjivanje cene pružanja do ciljnog čvora. Algoritam održava celo stablo i iterativno se pruža ka jednom čvoru u svakom koraku. Cena pružanja do sledećeg čvora se određuje na osnovu najmanje pređenog rastojanja, vremena putovanja i slično, u zavisnosti od zahteva praktične namene. Svakom iteracijom odnosno svakim korakom, algoritam određuje cenu putanje sledećom formulom:

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

Gde je n sledeći čvor, $g(n)$ cena putanje od početnog čvora do n , i $h(n)$ heuristička funkcija koja određuje optimalan put od n ka ciljnom čvoru. $h(n)$ se smatra prihvatljivom cenom, što znači da nikada neće preceniti dostizanje cilja, odnosno uvek predstavlja najnižu granicu moguće cene kretanja [1].

4. KREIRANJE PLUGINA

Plugin u QGIS-u može se kreirati na dva načina: korišćenjem alata Plugin Builder, koji automatski generiše osnovnu strukturu projekta ili ručno definisanjem potrebnih fajlova i direktorijuma. Plugin Builder je veoma koristan jer ubrzava početnu fazu razvoja. Ručno kreiranje plugina zahteva poznavanje osnovne strukture i obaveznih komponenti koje svaki plugin mora da sadrži.

4.1. Struktura tipičnog plugina

Pluginovi se sastoje od seta fajlova koji moraju da prate standardnu strukturu. Plugin Manager upravlja pluginovima i oni se učitavaju kada pokrenemo QGIS program.

Plugin mora da sadrži sledeće fajlove:

- metadata.txt: tekstualni fajl koji sadrži informacije o pluginu. Ove informacije su vidljive u Plugin Manageru.
- __init__.py: koji se poziva od strane Plugin Managera i učitava glavni fajl. Ovaj fajl se učitava prvi i on sadrži funkciju classFactory() koja kreira instancu glavne plugin klase.
- main.py: glavni fajl definiše glavnu plugin klasu i očekivano je da ima minimum tri metode.
 - __init__() metoda koja daje pristup QGIS interfejsu.
 - initGui() metoda koja se poziva kada se plugin učita.
 - unload() metoda koja se poziva kada se plugin uklanja.

4.3. Proširenje korisničkog interfejsa

Korisnički interfejs QGIS-a može se dodatno proširiti instalacijom ili razvojem pluginova. Kada se plugin integriše, on ne utiče na već postojeći GUI programa, već ga dodatno proširuje kreiranjem novih elemenata i funkcionalnosti.

5. DIZAJN I IMPLEMENTACIJA PLUGINA

Cilj kreiranja plugina je omogućiti vizualizaciju i analizu kretanja objekta na mapi. U ovom primeru, realizovana je simulacija kretanja drona na osnovu koordinata koje definiše korisnik. Plugin omogućava praćenje kretanja objekta i analizu putanje u realnom vremenu na osnovu prethodno zadatih podataka.

Podaci o kretanju drona se čuvaju u PostgreSQL bazi. Plugin treba da omogući animaciju kretanja drona na mapi, upisivanje i čuvanje novih koordinata i podataka u bazu. Plugin ne obuhvata kontrolu stvarnog drona, već

predstavlja simulaciju potencijalnog kretanja na osnovu odabranih koordinata.

5.1. Konfiguracija radnog okruženja

Za implementaciju plugina korišćene su sledeće komponente:

- QGIS verzija 3.40 LTR (kodnog imena Bratislava), korišćen za vizualizaciju i obradu prostornih podataka.
- Python, koji dolazi integrisan sa QGIS instalacijom na Windows operativnom sistemu i koristi se za razvoj.
- PostgreSQL sa PostGIS ekstenzijom, koji obezbeđuje čuvanje i prostornu obradu podataka, instaliran i konfigurisan unutar Docker kontejnera radi lakše portabilnosti i izolacije okruženja.

5.1.1 Docker

Docker je platforma za kontejnerizaciju koja omogućava pokretanje aplikacija u izolovanom okruženju, odnosno kontejneru (eng. container). U okviru ovog projekta, PostgreSQL baza podataka pokrenuta je unutar Docker kontejnera i koristi se specifična slika postgres_qgis. Ova slika je kreirana tako da u sebi sadrži zvaničnu PostgreSQL sliku (postgres:latest), čime omogućava jednostavno postavljanje baze sa svim osnovnim funkcionalnostima PostgreSQL-a.

5.1.2. Struktura baze podataka

U bazi se čuvaju podaci o poligonima i parametrima vezanim za kretanje, tabela sastoji se od sledećih kolona iz tabele 4.1.

Tabela 4.1. Opis podataka koji su čuvaju u tabeli *polygon_data*

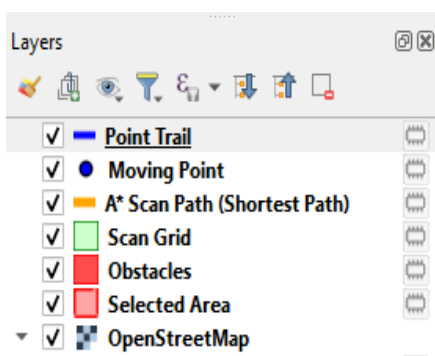
Kolona	Opis
id	Jedinstveni ID broj poligona.
geometry	Koordinate granica poligona.
area	Površina u kvadratnim metrima.
mov_duration	Vreme potrebno dronu da pokrije ceo poligon, u minutama.
path	Putanja drona kroz poligon, formatirana kao JSON.
flight_height	Visina leta drona u metrima.
camera_flow	Brzina snimanja kamere, izražena u fps.
image_overlap	Procenat preklapanja između slika (0–100%)
strategy_cost	Procena troška misije.
ground_sampling_distance	Rezolucija slike u cm po pikselu.

created_at	Datum i vreme kreiranja.
------------	--------------------------

Polje geometry je tipa GEOMETRY(POLYGON, 4326) predstavlja definiciju kolone u prostornoj bazi podataka. Polygon označava tip geometrije, što znači da se u tom polju mogu čuvati isključivo poligoni.

5.2. Slojevi

U okviru projekta, slojevi služe kao osnovni način organizacije i prikaza prostornih podataka potrebnih za simulaciju kretanja drona. Svaki sloj nosi određeni tip informacija i omogućava korisniku da prikaže različite aspekte projekta unutar QGIS interfejsa. Pored osnovnih slojeva koji definišu poligon i putanju, moguće je dodati i slojeve sa preprekama, čime se omogućava simulacija realnog okruženja u procesu planiranja kretanja letelice.



Slika 3: Prikaz aktivnih slojeva u projektu

5.2.1 OpenStreetMap

U okviru projekta korišćena je OpenStreetMap (OSM), jer predstavlja besplatnu i otvorenu mapu sveta. OSM nudi detaljne geografske podatke o ulicama, zgradama, granicama, rekama i drugim objektima. Podaci su dostupni pod licencom koja omogućava slobodnu upotrebu, izmene i distribuciju.

5.2.2 Generisanje mreže

Pre nego što se putanja može odrediti, generiše se mreža koja obezbeđuje potpunu pokrivenost poligona. Svaka ćelija u mreži predstavlja pojedinačnu sliku koju bi bespilotna letelica fotografisala u toku kretanja po putanji. Funkcionalnost kreiranja mreže sastoji se od dva važna koraka: računanje dimenzija ćelija i generisanje mreže sa pripadajućom putanjom.

5.2.4 Generisanje putanje algoritmom

Pre nego što dron počne simulirano kretanje, putanja se izračunava korišćenjem algoritma za planiranje kretanja. Algoritam generiše redosled tačaka koje dron treba da poseti, a zatim se ove tačke povezuju linijama u vektorskom sloju, čime se dobija definisana putanja.

5.2.5 Simulacija kretanja

Vektorski slojevi za kretanje drona predstavljaju tačke i linije koje definišu putanju drona. Svaka tačka sadrži koordinate, a linije povezuju te tačke kako bi se vizualizovala simulirana putanja. Tačke se prikazuju u realnom vremenu, a dron se kreće od početne ka završnoj tački, prateći generisanu putanju.

5.3. Metapodaci

Plugin podržava definisanje metapodataka (naziv, opis funkcionalnosti, verzija, autor i slično) koji se unose u fajl *metadata.txt*. Na osnovu ovih podataka QGIS omogućava identifikaciju, pretragu i prikaz osnovnih informacija o pluginu u listi dodataka.

6. REZULTATI

Razvijeni QGIS plugin omogućava simulaciju kretanja bespilotne letelice (UAV) unutar definisanog poligona od interesa. Rezultati pokazuju da plugin pruža jednostavnu i interaktivnu vizualizaciju kretanja objekata, uz fleksibilnost za dalje proširenje i primenu u različitim oblastima.

7. ZAKLJUČAK

Implementacijom ovog rešenja pokazano je da QGIS, kao fleksibilna platforma otvorenog koda, omogućava razvoj specijalizovanih alata koji mogu unaprediti proces analize prostornih podataka i planiranja kretanja. Pre svega, plugin je u potpunosti integrisan u QGIS okruženje, što korisnicima omogućava da koriste poznate GIS alate bez potrebe za dodatnim softverom. Iako je u radu fokus bio na simulaciji kretanja UAV-a, potencijalne primene razvijenog rešenja prevazilaze ovaj domen. Plugin se može koristiti u poljoprivredi (planiranje ruta za prskanje i mapiranje parcela), urbanizmu i prostornom planiranju (analiza kretanja vozila i pešaka), ekologiji (monitoring zaštićenih područja i praćenje kretanja životinja), kao i u bezbednosnim i spasilačkim misijama.

6. LITERATURA

- [1] Hart, P.E., Nilsson, N.J., Raphael, B. A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths.
- [2] QGIS Documentation, <https://qgis.org> (pristupljeno u septembru 2025.)
- [3] PostGIS Documentation, <https://postgis.net/documentation/> (pristupljeno u septembru 2025.)
- [4] Python Documentation, <https://www.python.org/> (pristupljeno u septembru 2025.)
- [5] Enric Galceran and Marc Carreras. A Survey on Coverage Path Planning for Robotics.

Kratka biografija:



Ivana Sekereš rođena je 01.10.1995. u Somboru. Završila je „Fakultet tehničkih nauka” u Novom Sadu, smer Računarstvo i automatika, i 2020. godine stekla zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva. Iste godine upisala je master akademske studije na smeru „Primenjene računarske nauke i informatika – Elektronsko poslovanje”.
kontakt: sankovicivana27@gmail.com