

Moduł klasyfikacji chmur punktów dla systemu CDE

Automatyczne rozpoznawanie elementów infrastruktury w
danych LiDAR

Autor: Maciej Kapała , Filip Skoczylas , Jan Niewiadomski , Dawid

Winogrodzki , Mikołaj Banaszak

Data: 2025





Cel modułu

Główne cele systemu

- Automatyczna klasyfikacja elementów otoczenia z chmur punktów (teren, trawa, roślinność, infrastruktura)
- Minimalizacja ręcznej obróbki danych geodezyjnych
- Przygotowanie danych do dalszych analiz w systemach GIS
- Integracja z istniejącym środowiskiem CDE

Kluczowe korzyści

- Znaczące przyspieszenie analiz terenowych
- Spójność i standaryzacja danych LiDAR
- Eliminacja błędów ludzkich
- Redukcja kosztów operacyjnych

Architektura modułu



Wejście (LAS/LAZ)

Obsługa plików wejściowych i walidacja metadanych



Preprocessing

Filtracja szumu i normalizacja wysokości punktów



Segmentacja

Podział chmury na logiczne regiony przestrzenne



Klasyfikacja

Heurystyki i modele ML do identyfikacji obiektów



Eksport wyników

Zapis sklasyfikowanych danych i statystyk

Warstwy systemu

I/O Layer

Obsługa formatów LAS/LAZ,
walidacja metadanych i parametrów
wejściowych

Preprocessing

Filtracja szumu, normalizacja
wysokości, wykrywanie outliers

Core Logic

Algorytmy analizy przestrzennej,
segmentacja i klasyfikacja punktów

Export Layer

Zapis nowych klas punktów, generowanie raportów i
statystyk

GUI (CustomTkinter)

Interfejs użytkownika z podglądem i konfiguracją
parametrów

Zastosowane metody klasyfikacji

1

Filtryle wysokościowe

Analiza wartości min-max oraz percentylów do wyznaczania przedziałów wysokości

2

Segmentacja przestrzenna

Podział na podstawie gęstości punktów i różnic wysokości w sąsiedztwie

3

Heurystyki terenowe

- **Trawa:** niskie Z + rozproszona gęstość
- **Roslinność:** duże odchylenia Z
- **Obiekty:** gęsta struktura

4

Klasteryzacja

DBSCAN i KMeans do wykrywania skupisk i grupowania podobnych obiektów

5

Feature engineering

Przygotowanie cech pod przyszłe modele uczenia maszynowego

Pipeline przetwarzania referencyjnej chmury punktów

01

Wczytanie

Odczyt LAS/LAZ z zastosowaniem skali (scale factors) i offsetów współrzędnych

02

Segmentacja

Podział punktów na regiony przestrzenne i wykrywanie skupisk (cluster analysis)

03

Klasyfikacja

Reguły heurystyczne + logika geometryczna z możliwością integracji modeli ML

04

Eksport

Zapis do nowego LAS z nadanymi wartościami pola classification

Przykład algorytmu klasyfikacji

Pseudokod implementacji

```
minZ = min(Z)  
maxZ = max(Z)  
rangeZ = maxZ - minZ
```

```
threshold_low = minZ + 0.10 * rangeZ  
threshold_mid = minZ + 0.40 * rangeZ
```

for each point P:

```
if P.z < threshold_low:  
    P.class = GRASS  
elif P.z < threshold_mid:  
    P.class = BUSHES  
else:  
    P.class = OBJECT
```

Przedziały wysokości

0-10%

Trawa i powierzchnie niskie

10-40%

Krzewy i roślinność niska

40%+

Obiekty i roślinność wysoka



Interfejs użytkownika (GUI)



Wybór plików

Wybór pliku wejściowego i ustawienie ścieżki wyjściowej z walidacją formatów



Status i postęp

Podgląd statusu przetwarzania w czasie rzeczywistym z paskiem postępu



Okno ustawień

Konfiguracja formatu wyjściowego (.las, .laz, .txt), procenta punktów do renderu, parametrów segmentacji



Obsługa błędów

Automatyczne logowanie zdarzeń i komunikaty o błędach z sugestiami rozwiązań