

Autor: -2-

Tytuł:

Magdalena Pilarska-Mazurek

**Opracowanie metodyki korekcji intensywności sygnału
z lotniczego skanowania laserowego w celu poprawy
rozpoznawania pokrycia terenu**

Stron	145
Rysunków	48
Tabel	17
Pozycji bibliograficznych	70
Dodatków	0
Załączników	0

Słowa kluczowe: intensywność, lotnicze skanowanie laserowe, korekcja, wielokrotność odbić, skanery wielospektralne

Technologia lotniczego skanowania laserowego (ang. ALS – Airborne Laser Scanning) jest powszechnie wykorzystywana w fotogrametrii i teledetekcji. Dzięki pomiarowi kąta skanowania i odległości otrzymywana jest trójwymiarowa informacja o obiektach znajdujących się na powierzchni ziemi. Dane z lotniczego skanowania laserowego wykorzystywane są przede wszystkim jako źródło informacji wysokościowej, m.in. do tworzenia numerycznych modeli terenu, numerycznych modeli pokrycia terenu oraz modeli 3D budynków.

Oprócz współrzędnych X, Y, Z punktów podczas pozyskiwania danych rejestrowana jest także intensywność odbicia sygnału powracającego do skanera. Intensywność jest atrybutem, który mówi o tym, z jaką mocą wiązka lasera odbiła się od danego obiektu. Wartość intensywności różni się w zależności od właściwości odbiciowych obiektu, tj. od koloru, tekstury, materiału, a także kąta padania wiązki na dany obiekt. Właściwości te powodują, że intensywność odbicia wykorzystywana jest w procesach klasyfikacji obiektów, np. klasyfikacji pokrycia terenu i klasyfikacji gatunków drzew. Co ważne, wykorzystanie intensywności odbicia zyskało na popularności wraz z pojawieniem się na rynku skanerów wielospektralnych. Skanery te pozyskują równocześnie dane w więcej niż jednym zakresie spektralnym. Aktualnie na rynku dostępne są skanery wielospektralnych, które operują w dwóch ($\lambda=532$ nm, $\lambda=1064$ nm) lub w trzech ($\lambda=532$ nm, $\lambda=1064$ nm, $\lambda=1550$ nm) długościach fal.

Ponadto, intensywność odbicia może przyjmować inne wartości dla tych samych obiektów położonych na krańcach i na środku szeregu. Aby zniwelować te różnice, musi zostać przeprowadzona korekcja wartości intensywności odbicia. Korekcja polega na zniwelowaniu wpływu różnych czynników na zarejestrowane wartości intensywności. Do tych czynników można zaliczyć: kąt padania, kat skanowania, zasięg, a także wpływ aparatury (skanera) oraz atmosfery, w której wiązka ulega rozproszeniu.

Wymienione metody korekcji, kalibracji i normalizacji są w dość wyczerpujący sposób opisane w literaturze, a niwelowanie wpływu powyższych czynników jest już w dużej mierze rozwiązane. W metodach tych przyjęte jest jednak zazwyczaj założenie, że wszystkie odbicia w chmurze traktowane są jako odbicia pojedyncze, bądź mowa jest jedynie o korekcji pierwszego odbicia danej wiązki. Tymczasem wiadomo, że wiązka lasera w przypadku napotkania roślinności, w szczególności drzew, jest w stanie penetrować roślinność. W rezultacie dla jednej wiązki lasera zarejestrowanych może być kilka odbić, które mogą znajdować się na koronie drzewa, w dolnych partiach drzew, a także na gruncie. Co więcej, z każdym kolejnym odbiciem następuje utrata mocy wiązki lasera. Oznacza to, że intensywność odbicia od gruntu, które jest np. trzecim odbiciem danej wiązki charakteryzuje się słabszą mocą niż intensywność pojedynczego odbicia w tym samym miejscu. Zjawisko to może stanowić problem w przypadku klasyfikacji i interpretacji pokrycia terenu pod drzewami, w szczególności na


obszarach miejskich. Aby uzyskać poprawne wartości intensywności dla obiektów pod drzewami, niezbędne jest przeprowadzenie korekcji.

Celem rozprawy doktorskiej jest przedstawienie autorskiej metodyki korekcji intensywności wielokrotnych odbić. Praca składa się z części wprowadzającej, stanowiącej przegląd literatury dotyczący idei lotniczego skanowania laserowego, a także kierunków rozwoju tej technologii. W dalszej części dyskutowana jest problematyka pozyskiwania oraz interpretacji intensywności powracającego sygnału, w której to podkreślone zostały różne pojęcia, którymi określana jest intensywność odbicia oraz przytoczone zostały aktualne zastosowania intensywności sygnału. W rozprawie została przedstawiona problematyka korekcji intensywności powracającego sygnału, pokazująca czynniki wpływające na jej wartości, a także aktualnie stosowane metody korekcji intensywności. W kolejnej części rozprawy przedstawiona została autorska propozycja korekcji intensywności wielokrotnych odbić. Szczegółowo opisana została metodyka, pokazane zostały pola referencyjne, które zostały zaprojektowane w ramach badań oraz wyniki zastosowanych metod korekcji. Na zakończenie części eksperymentalnej dokonana została ocena zastosowanych metod korekcji oraz przedstawione są wnioski. Metody korekcji zostały zastosowane do korekcji intensywności wielokrotnych odbić zarejestrowanych na gruncie.

W ramach rozprawy przeanalizowane zostały następujące metody korekcji intensywności wielokrotnych odbić: metody bazujące na transmitancji, metoda wykorzystująca prawo Beer-Lamberta, a także metoda uwzględniająca sumę intensywności wszystkich odbić danej wiązki.

W rozprawie doktorskiej wykorzystane zostały dane ze skanera wielospektralnego Riegl VQ-1560i-DW. Dane te zostały pozyskane dla dwóch obszarów: Nadleśnictwa Dobrocin oraz Warszawy. Do realizacji eksperymentów zostały wybrane tego typu obszary, różniące się pokryciem, aby można było ocenić zastosowanie metodyki w różnych warunkach. Dla obu obszarów dostępne były dane z dwóch terminów: listnego i bezlistnego. Bardziej szczegółowa ocena metodyki została przeprowadzona dla danych pozyskanych dla Warszawy, gdyż głównie na obszarach miejskich korekcja intensywności wielokrotnych odbić może znaleźć zastosowanie. Ocena metod korekcji została wykonana na podstawie obrazów intensywności odbić zarejestrowanych na gruncie przed i po korekcji. Ponadto dla obu obszarów analizowanych w rozprawie wykonano szczegółową analizę statystyczną, na podstawie której stwierdzano, która z metod daje wyniki najbardziej zbliżone do wartości pojedynczych odbić na wybranym obszarze. Oczekiwano, że po zastosowaniu korekcji wartości intensywności wielokrotnych odbić będą bardziej zbliżone do wartości intensywności pojedynczych odbić.

W ramach rozprawy pokazano, że jest możliwość skutecznej korekcji intensywności odbicia sygnału dla wielokrotnych odbić, a korekcja ta wpływa na poprawę interpretacji pokrycia pod drzewami. Ponadto pokazano, że w zależności od kanału spektralnego, w którym rejestrowane są dane oraz od terminu pozyskania danych powinny być stosowane różne metody korekcji.

PRZEWODNICZĄCY
RADY NAUKOWEJ DYSCYPLINY
INŻYNIERIA LĄDOWA I TRANSPORT

dr hab. inż. Konrad Lewczuk, prof. uczelni