

Algorytm automatycznego wyznaczania tras przejścia terenów górskich

# Szlaki w nieznane



Fot. Joanna Dragon

Pod pojęciem automatycznego generowania nowych szlaków turystycznych rozumie się zazwyczaj łączenie dwóch wybranych punktów z wykorzystaniem gotowych ścieżek. Co jednak zrobić, gdy nie chcemy ograniczać się do już wyznaczonych tras?

## Katarzyna Adamek

**W** pracy inżynierskiej napisanej na AGH w Krakowie postawiłam sobie za cel stworzenie uniwersalnego i przejrzystego narzędzia, które pozwalałoby na generowanie zupełnie nowych, niezależnych tras przejścia terenów górskich. Idea jest prosta – użytkownik podaje współrzędne punktu początkowego oraz końcowego, a algorytm zwraca zapis nowej ścieżki w postaci śladu GPS.

### • Gdzie pomysł może się sprawdzić?

Algorytm – choć opracowałam go z myślą o różnych zastosowaniach – ma szansę zaistnieć przede wszystkim w turystyce – przy tworzeniu nowych szlaków oraz modernizacji już istniejących. Dotychczas proces ten opierał się na wie-

dzy i umiejętnościach osoby projektującej ścieżkę, jej znajomości terenu, przez który nowa trasa miała przebiegać. Algorytm może być odpowiedzią na potrzebę tworzenia szlaków na obszarach słabo rozpoznanych, o dużej powierzchni, których zbadanie wymagałoby od projektanta wiele czasu i wysiłku.

Nietrudno wyobrazić sobie jednak inne zastosowania algorytmu. Jego zalety na pewno dostrzegą leśnicy czy pracownicy parków narodowych, a także służby ratunkowe. Stworzone przeze mnie narzędzie może okazać się pomocne podczas akcji ratunkowej na obcym terenie i ułatwić podejmowanie bezpiecznych i szybkich decyzji związanych z wyznaczaniem przebiegu trasy poszukiwań.

### • Algorytm i dane

Pierwsza wersja algorytmu to narzędzie przeznaczone do osadzenia w pro-

gramie ArcMap. Funkcjonuje ono przy użyciu języka skryptowego Python 2.7, który wykorzystywany jest przez platformę ArcGIS do implementacji narzędzi geoprzetwarzania. Dzięki temu algorytm działa zupełnie automatycznie – zadaniem użytkownika jest jedynie wprowadzenie danych.

Narzędzie składa się z dwóch modułów. Pierwszy z nich analizuje wszystkie informacje dotyczące wybranego terenu. Jest to złożony i długotrwały proces, którego czas trwania zależy od mocy obliczeniowej sprzętu oraz wielkości analizowanego obszaru. Drugi moduł odpowiada za generowanie nowej ścieżki.

Algorytm analizuje wybrane podstawowe trudności, z którymi musi zmierzyć się pieszy podróżnik. Są to nachylenie terenu, zagęszczenie roślinności, przebieg cieków, występowanie odkry-

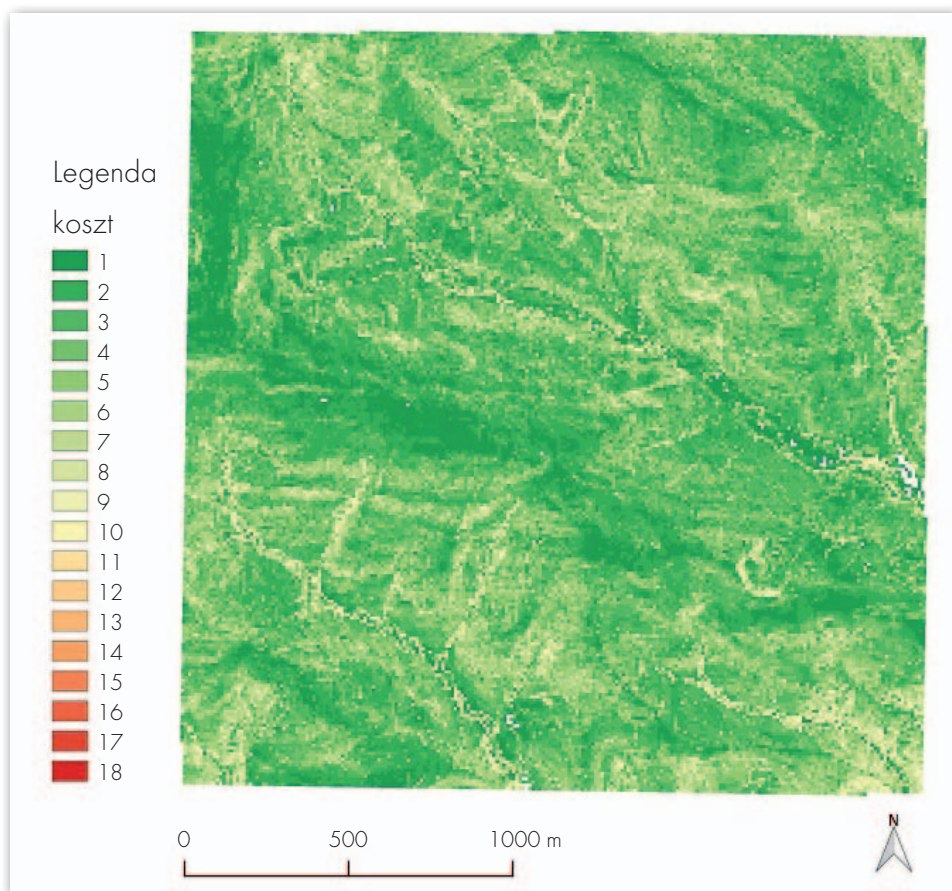
tych gleb oraz obecność budynków. W tym celu przetwarzane są różnorodne dane:

- **Sklasyfikowana chmura punktów z lotniczego skanowania laserowego** (z projektu ISOK). W pracy wykorzystaliśmy klasy 2, 4 oraz 6, czyli dotyczące odbić *Ground*, *Medium Vegetation* oraz *Building*. Podczas procesu przetwarzania ekstrahowane są wiadomości na temat gęstości roślinności (uwzględniana jest roślinność o wysokości od 0,4 m do 2 m, czyli taka, która może stanowić problem dla osoby pieszo przemierzającej dany teren), a także położenia budynków.

- **Numeryczny model terenu.** Pozwala na wygenerowanie rastrowej mapy spadków.

- **Dane wektorowe dotyczące cieków oraz ścieżek.** Dostarczają informacji o tym, gdzie w bezpieczny sposób można przekroczyć strumień czy potok, a także gdzie mogą znajdować się tereny bagienne.

- **Zobrazowania satelitarne pochodzące z satelity Sentinel-2.** Na ich podstawie obliczany jest wskaźnik NDVI pozwalający na wyznaczenie miejsc, gdzie występuje odkryta gleba. Krok ten realizowany jest w celu uniknięcia, w miarę możliwości, prowadzenia ścieżek przez



Fot. 1. Mapa kosztów spadków terenu – im mniejszy spadek, tym mniejszy koszt



Fot. 2. Ścieżka wygenerowana przez algorytm

pola uprawne oraz detekcji potencjalnie zabłoconych terenów.

Chmurę punktów pozyskałam z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, a dane wektorowe udostępnił Gorczański Park Narodowy.

## ● Od danych do ścieżki

Wszystkie uzyskane podczas analizy informacje pozwalają na utworzenie dwóch rastrowych map kosztów – gęstości roślinności oraz spadków (fot. 1). Wartość komórki (piksela), dla której zlokalizowano jakąś niedogodność, jest odpowiednio podwyższana. Samo wyszukiwanie ścieżki bazuje natomiast na analizie typu *least cost path*, która umożliwia wyznaczenie „najtańszej” ścieżki, czyli sprawiającej najmniej trudności.

Na etapie tworzenia map kosztów użytkownik sam decyduje, jaki udział przypisać mapie spadków, a jaki mapie gęstości roślinności. W ten prosty sposób dopasowuje on tworzoną ścieżkę

do własnego doświadczenia czy umiejętności. Ostatnim punktem generowania trasy jest podanie współrzędnych początku i końca ścieżki. Gotowy plik z zapisem nowej trasy z rozszerzeniem GPX można wgrać np. na telefon komórkowy lub tablet. Dalej możemy już tylko ruszyć w teren.

## ● Obiecujące testy

W listopadzie 2016 roku udałam się z komputerem oraz telefonem z modulem GPS w teren i poddałam algorytm weryfikacji. Za miejsce testów posłużyła Ochotnica Górna, niewielka miejscowość położona w Gorcach w województwie małopolskim (fot. otwierające). Sprawdzenie narzędzia w terenie górskim pozwoliło na znalezienie optymalnych ustawień, tj. takiego doboru rozdzielczości oraz parametrów poszczególnych map składowych, aby analiza nie była przekłamana i pozwalała na wystarczająco dokładne odwzorowanie warunków terenowych. Przykładowo, przy pierwszym podejściu

graniczne wartości gęstości roślinności okazały się zbyt tolerancyjne, co zmusiło mnie do przedzierania się przez gęste krzewy.

Po górach chodzę od lat – od beskidzkich szlaków, wśród których dorastałam, przez ukraińskie Gorgany po albańskie Góry Przekłète. Żeby jednak nie paść ofiarą subiektywnej oceny własnego dzieła, na testy terenowe zaprosiłam znajomych bardziej wprawionych w górskich wędrówkach, w tym licencjonowanego przewodnika beskidzkiego Joannę Dragon. Wspólnie zeszliliśmy z Chaty na Wierchach do głównej drogi w Ochotnicy Górnej. Ścieżka była zupełnie odmienna od tej, z której zazwyczaj korzystaliśmy, jednak dało się ją swobodnie przejść – nie licząc podmokłego fragmentu terenu wokół źródła potoku (przypadek ten uwzględniłam w dalszej pracy nad algorytmem). W opinii przewodnika człowiek, który znajduje się w danym terenie po raz pierwszy, ma minimalne szanse na samodzielne znalezienie ścieżki optymalnej pod względem stopnia trudności. W takiej sytuacji niezwykle pomocny może okazać się przygotowany przeze mnie algorytm.

## ● To jeszcze nie koniec

Liczba uwzględnionych w algorytmie parametrów jest, niestety, zbyt mała, aby móc mówić o pełnowartościowym narzędziu. Obecny prototyp wymaga jeszcze licznych modyfikacji. Pory roku, kwestie turystyczne i bezpieczeństwa, tereny prawnie chronione – to tylko wybrane z pominiętych aspektów, które muszę wziąć pod uwagę podczas tworzenia kolejnych wersji. Istotny problem to także stopień aktualności danych. Pozostaje więc jeszcze wiele pracy, aby generowane trasy były jak najlepsze. W kolejnej wersji algorytmu, nad którą pracuję, będę starała się uwzględnić liczne sugestie, jakie napłynęły do mnie po zaprezentowaniu narzędzia szerszemu gronu odbiorców. Jednak już na tym etapie projekt budzi zainteresowanie [ramka obok – red.], co utwierdza mnie w przekonaniu, że jest to idea warta dalszego rozwijania.

Katarzyna Adamek

## Projekt doceniony przez naukę i biznes

W grudniu 2016 r. referat Katarzyny Adamek pt. „Algorytm automatycznego wyznaczania tras przejścia terenów górskich” został wyróżniony podczas dwóch konferencji zorganizowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie:

- 57. Konferencji Kół Naukowych Pionu Górniczego – Sekcja Geomatyka i Geoinformatyka – I miejsce; na fot. poniżej Katarzyna Adamek (pierwsza z prawej) oraz laureatki II i III miejsca – Agnieszka Ochalek (trzecia z prawej) i Alicja Tama (druga z lewej);



- II edycji Forum Uni-Biznes „Geodezja Przedsiębiorcy Studentów” – II miejsce w sesji projektowej. Więcej o konferencjach w GEODECIE 1/2017.

Redakcja

Fot. AGH

Na podstawie pracy inżynierskiej pt. „Algorytm automatycznego wyznaczania tras przejścia terenów górskich” napisanej przez autorkę w Katedrze Geoinformatyki i Informatyki Stosowanej, na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod kierunkiem dr. inż. Michała Lupy