

Nowe spojrzenie na badanie kinematyki lodowców w kontekście globalnych zmian klimatycznych

Magdalena A. Łukosz

Gwałtowny rozwój cywilizacyjny mający miejsce w ostatnich dekadach oraz wzrost konsumpcji spowodował, że coraz częściej mówi się o **globalnych zmianach klimatycznych**, które nieustannie przyspieszają i uwidaczniają się w coraz większej ilości zakątków świata. Jednym ze wskaźników postępu globalnych zmian klimatycznych są **lodowce** i ich kondycja. Coraz częściej można usłyszeć o wzroście temperatury zarówno powietrza, jak i wody przez co na swojej objętości tracą lodowce, zarówno górskie, jak i uchodzące do morza. Topnienie lodowców uchodzących do mórz powoduje **wzrost globalnego poziomu oceanów**, co z kolei prowadzi do **zalewania obszarów przybrzeżnych**, w tym dużych miast. Topnienie lodowców górskich wywołuje natomiast zagrożenie obrywaniem się ich fragmentów, zwiększoną ilością lawin czy zakłóceniem lokalnej gospodarki wodnej. Co więcej, powstawanie rzek czy jezior na powierzchni lodowców lub tuż pod nimi dodatkowo prowadzi do destabilizacji jeziora lodowcowego. W konsekwencji powstają liczne szczeliny, przyspiesza proces cielenia się lodowca, a także zwiększa się sama prędkość przesuwu poprzez ułatwienie jego poślizgu. Z uwagi na to, że **obszary pokryte lodem występują na niemal każdym kontynencie Ziemi**, a ich kondycja i zachowanie ma wpływ na nasze środowisko, monitorowanie takich obszarów w sposób ciągły i zrozumienie procesów zachodzących na takich obszarach jest niezbędne.

Z uwagi na duże powierzchnie obszarów zagrożonych zmianami klimatycznymi, często utrudniony dostęp do nich, a także szybkość przemieszczania się mas, klasyczne techniki pomiarowe, takie jak sieci GNSS, tachimetria czy skaning laserowy nie zawsze są w stanie dostarczyć informacji o skali zmian. Z tego względu stosowane są **techniki teledetekcyjne**, często bazujące na wykorzystaniu zobrażeń satelitarnych. Zdjęcie optyczne od lat pozwalają na obserwowanie zmian zachodzących w środowisku, natomiast szczególnie przydatne w kontekście wyznaczania przemieszczeń terenu są **zobrazowania radarowe (SAR)**, które pozwalają na określanie ich wielkości z dokładnością pojedynczych *mm*. W przypadku ruchów o dużej skali, takich jak przesuwanie się lodowca, narzędzia interferometrii radarowej nie zawsze pozwalają na rzetelne określenie pola przemieszczeń. Zmiany zachodzą zbyt gwałtownie i często sygnał emitowany przez radar ulega zbyt dużej zmianie. Z tego względu na takich obszarach najczęściej stosowaną metodą jest technika **Offset-Tracking**, bazująca na zmianach intensywności pikseli. Pozwala ona na odnalezienie na parze zdjęć radarowych obszarów pikseli o podobnym odbiciu wiązki radarowej, dzięki czemu możliwe jest wyznaczenie odległości między takimi obszarami. Metoda ta wymaga jednak określenia szeregu parametrów podczas obliczeń, w tym np. znajomości maksymalnych prędkości czy określenia gęstości siatki punktów, dla których będą wyznaczane przemieszczenia. Z tego względu część informacji zawarta w danych SAR może zostać utracona poprzez uśrednianie, a stosowanie danych z różnych sensorów, które ciągle pojawiają się na rynku, może powodować trudności w jednoznacznym porównywaniu wyników. W celu przeanalizowania pełnej skali ruchów w terenach lodowcowych pomocne jest również dołączenie obserwacji z **interferometrii różnicowej (DInSAR)**, która dodatkowo pozwala na wykrycie ruchów o mniejszej skali oraz w płaszczyźnie pionowej. Dzięki łącznemu wykorzystaniu tych technik możliwe jest otrzymanie pełnego obrazu **deformacji lodowca** i analizowanie zmian w poruszaniu się na przestrzeni czasu.

Rozwój sztucznej inteligencji na przestrzeni ostatnich zrewolucjonizował również możliwości analiz zobrażeń satelitarnych. Dotychczasowe badania głównie skupiały się na połączeniu **narzędzi uczenia maszynowego (ang. Machine Learning – ML)** z produktami sensorów optycznych. Przede wszystkim jednak sztuczna inteligencja wykorzystywana jest do wykrywania na zdjęciach satelitarnych różnorodnych obiektów lub obszarów narażonych na występowanie zagrożeń naturalnych. Uczenie maszynowe ze względu na swoje możliwości rozpoznawania wzorców często niewidocznych dla ludzkiego oka, może okazać się przydatnym narzędziem do analizy danych SAR. Jego zastosowanie może pozwolić na utworzenie **nowej metody pozwalającej na identyfikację pola przemieszczeń** w oparciu o zobrażenia radarowe. Co więcej, zastosowanie sztucznej inteligencji może pozwolić na wydobycie informacji trudnych bądź niemal niemożliwych do wykrycia za pomocą klasycznych metod obliczeniowych. Opracowanie nowej metody pozwoli na **lepsze zrozumienie zjawisk zachodzących w naszym środowisku w związku ze zmianami klimatycznymi**. Wiedza na ten temat pozwoli zweryfikować wiedzę o możliwych przyczynach oraz skutkach ruchów lodowcowych, a także na detekcję lokalnych anomalii w obrębie pola lodowcowego.