

Algorytm pomoże w satelitarnym monitorowaniu torfowisk

4 czerwca 2023

Nowy model uczenia maszynowego do szacowania zjawiska fluorescencji chlorofilu na obszarze mokradeł, w oparciu o dane satelitarne, opracowali naukowcy z Centrum Teledetekcji Instytutu Geodezji i Kartografii. Pozwala on na wczesne wykrywanie zagrożeń. Artykuł poświęcony nowemu algorytmowi ukazał się w piśmie „Remote Sensing”.

Jak opisują autorzy nowego modelu, Maciej Bartold i Marcin Kluczek, zjawisko fluorescencji chlorofilu od wielu lat jest przedmiotem badań dotyczących wykrywania czynników negatywnie wpływających na funkcjonowanie ekosystemu roślinności. „Powszechnie uznaje się pomiary fluorescencji za podstawową technikę stosowaną do monitorowania stresu środowiskowego u roślin na skutek zmian klimatycznych czy zanieczyszczenia środowiska” – powiedział PAP dr Maciej Bartold, adiunkt w Centrum Teledetekcji. Pomiary fluorescencji odnoszą się bowiem bezpośrednio do struktury i funkcji aparatu fotosyntetycznego.

Chlorofil to barwnik, dzięki któremu rośliny mają zielony kolor i mogą przeprowadzać fotosyntezę – proces, w wyniku którego powstaje m.in. tlen. Cząsteczki chlorofilu, jako bardzo efektywne fotoreceptory, absorbują światło, które z kolei powoduje ich wzbudzenie. Gdy wzbudzona cząsteczka powraca do stanu podstawowego, towarzyszy temu emisja promieniowania, czyli fluorescencja. Zmiany fluorescencji świadczą o zmianach w kondycji roślin. „Kluczową zaletą fluorescencji jest ilościowy i mierzalny charakter. Dzięki temu możemy jednoznacznie określić stan roślinności w czasie i przestrzeni, w odniesieniu do funkcji aparatu fotosyntetycznego. Udowodnione jest, że śledzenie zmian

wartości fluorescencji chlorofilu pozwala na wczesne wykrycie zmian w roślinności wywołanych czynnikami stresowymi – niezauważalnymi w przebiegach zmian wartości wskaźników roślinnych” – wyjaśnił dr Bartold.

Dotychczasowe badania fluorescencji w rolnictwie i ochronie środowiska opierały się głównie na pomiarach tego zjawiska w warunkach laboratoryjnych lub polowych, przeznaczonym do tego specjalnym instrumentem. Tym razem naukowcy wykorzystali dane czasowo-przestrzenne z satelitów najnowszej generacji Sentinel-2.

Obrazowanie satelitarne jest już stosowane w badaniach środowiskowych, np. do generowania map przestrzennego rozkładu wskaźników roślinnych. „Satelitarne wskaźniki roślinne, mierzące takie parametry jak zawartość chlorofilu, wody czy ilość pigmentów, są z kolei stosowane do określenia ogólnego stanu zdrowotnego roślin. Ich zmiany wartości mogą być spowodowane różnymi czynnikami stresowymi – takimi jak choroby, susza czy też niedobór składników odżywczych. Modelowanie fluorescencji na ich podstawie stanowi więc swego rodzaju harmonizację tych informacji, pozwalając na jeszcze dokładniejszą analizę stanu roślinności” – opisał badacz. Jak zaznaczył, do tej pory nieliczne prace naukowców dotyczyły modelowania zjawiska fluorescencji chlorofilu z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych.

W kontekście podpisanej przez Polskę deklaracji Net Zero Carbon by 2050, kluczowym obszarem badań stają się mokradła, analiza ich stanu oraz programu ich renaturyzacji, w celu zahamowania osuszenia i zmniejszenia emisji dwutlenku węgla. Jak podkreślił dr Bartold, wykorzystanie uczenia maszynowego może przyczynić się do sprawniejszego określania zjawiska fluorescencji chlorofilu na obszarze mokradeł w Dolinie Biebrzy i pozwolić na zbadanie tempa zmian kondycji torfowisk, wywołanych niesprzyjającymi czynnikami środowiskowymi, czego skutkiem jest emisja niepożądanych gazów cieplarnianych.

W swojej pracy naukowcy wykorzystali algorytm XGBoost. „Zastosowanie algorytmu uczenia maszynowego XGBoost, stanowiło w naszym projekcie innowacyjne podejście, które wykorzystuje nowoczesne technologie sztucznej inteligencji w celu rozwiązywania problemów związanych z analizą danych biologicznych. Dzięki temu możliwe jest odkrywanie nowych związków między różnymi czynnikami stresowymi a procesami fotosyntetycznymi” – opisał dla PAP współtwórca algorytmu Marcin Kluczek, specjalista w Centrum Teledetekcji.

Badaczom udało się uzyskać wyniki szacowania fluorescencji chlorofilu na bazie zdjęć z europejskiej misji satelitów Copernicus Sentinel-2 na poziomie wiarygodności wynoszącej ponad 70 proc. „Analizy wykazały wysoką przydatność danych satelitarnych do śledzenia tempa zmian fenologicznych roślinności torfowisk. Walidacja wyników potwierdziła zgodność z pomiarami terenowymi, gdzie błąd estymacji nie przekracza 1,5 proc.” – zaznaczyli autorzy algorytmu.

Naukowcy poinformowali, że ich praca stanowi wkład w dalsze badania nad opracowaniem algorytmu do wyznaczania fluorescencji, zwłaszcza w kontekście planowanej na rok 2025 misji Europejskiej Agencji Kosmicznej – FLuorescence EXplorer (FLEX), której celem będzie dostarczenie modelu fluorescencji chlorofilu dla całej kuli ziemskiej – na zasadzie ciągłej obserwacji satelitarnej. „Prace nad rozwijaniem niniejszego algorytmu pozwolą na rozszerzenie proponowanego rozwiązania na inne ekosystemy roślinne, takie jak lasy i pola uprawne, co jest szczególnie istotne w kontekście zmian klimatycznych i zrównoważonego rolnictwa” – podkreślili.

Prace związane z pomiarami terenowymi fluorescencji chlorofilu w dolinie Biebrzy w 2022 roku były realizowane w projekcie finansowanym przez Narodowe Centrum Nauki w ramach konkursu MINIATURA. W bieżącym roku naukowcy z Centrum Teledetekcji również przeprowadzą kolejne pomiary na obszarze Bagien Biebrzańskich. Uzupełnione o rok 2023 dane terenowe fluorescencji chlorofilu zasila algorytm pozwalający na stałe

monitorowanie kondycji roślinności torfowisk. Możliwym kierunkiem przyszłych badań będzie połączenie danych fluorescencji z innymi zmiennymi biologicznymi oraz warunkami klimatycznymi, identyfikując zależności między nimi a ich wpływem na fluorescencję chlorofilu.

Autorstwo: Magdalena Barcz (PAP)

Na podstawie: [DOI.org](https://doi.org/)

Źródło: [NaukawPolsce.pl](https://naukawpolsce.pl)