

Uczenie głębokie pływacz arktycznych—Zastosowanie metod komputerowych do badań sukcesji ekologicznej bentosu

Organizmy inkrustujące skały (lub „litofile”) są bardzo powszechne na pływaczach fiordów arktycznych o twardym dnie. Litofile są pierwszymi, które osiedlają się i rosną na nowo dostępnej przestrzeni po wystąpieniu zakłóceń (na przykład po przejściu gór lodowych szorujących po dnie morskim), w procesie zwanym sukcesją pierwotną. Na twardym podłożu przestrzeń jest podstawowym zasobem, a walka o nią jest kluczowym aspektem sukcesji kształtującej strukturę zespołów litofilnych. Przeważająca dwuwymiarowa geometria i zbliżona do koła forma wzrostu litofilów ułatwiają ich identyfikację i rozpoznawanie krawędzi na fotografiach o wysokiej rozdzielczości, dzięki czemu stosunkowo łatwo jest zmierzyć ich wzrost i śledzić go w czasie. Nowoczesna wizja komputerowa i analiza obrazu są coraz częściej wykorzystywane w społeczności zajmującej się obrazowaniem morskim w celu usprawnienia automatyzacji i przyspieszenia pozyskiwania dokładnych danych do złożonych analiz ekologicznych. **Celem projektu jest wdrożenie najnowocześniejszych architektur uczenia głębokiego do wieloletniego zestawu danych obrazowych oraz stworzenie dokładnych algorytmów zdolnych do automatyzacji pomiarów i prognoz, aby zbadać wzrost, wyniki konkurencji przestrzennej i ich wpływ na sukcesję ekologiczną bentosu w szybko zmieniającym się środowisku Wysokiej Arktyki.**

Wieloletnie i historyczne zbiory danych są niezbędne do zrozumienia reakcji systemów naturalnych na trwające i nasilające się zmiany środowiskowe. W projekcie tym wykorzystamy wyselekcjonowany zestaw danych obrazowych składający się ze zdjęć o wysokiej rozdzielczości zebranych w ramach wieloletniego eksperymentu podwodnego (2009–2023) przy użyciu znormalizowanego sztucznego podłoża (płytki kolonizacyjne) w Isfjorden (78°N, europejska Arktyka). Zadania zaplanowane w projekcie obejmują: **1) Akwizycja obrazu:** zdjęcia skał i paneli zanurzonych przez 10 lat zostaną zarejestrowane przy użyciu pełnoklatkowego aparatu bezlusterkowego z wbudowaną regulacją ostrości i „prawdziwym” makroobiektywem 90 mm. Co najmniej 25 nakładających się zdjęć na panel umożliwi fotomozaikę o wysokiej rozdzielczości i zostanie przetworzone wsadowo w celu ulepszenia obrazu. **2) Adnotacja:** obrazy zostaną w pełni opatrzone adnotacjami (etykietami) w oparciu o identyfikację litofilów i wyniki konkurencji (wygrana/przegrana/remis), opierając się na komputerowym modelu w celu dokładnego rozpoznania krawędzi. **3) Segmentacja:** konwolucyjna sieć neuronowa (architektura U-Net) zostanie wykorzystana do rozwiązania zaawansowanego problemu klasyfikacji. Model ten został opracowany, aby sprostać dwóm wyzwaniom: stosunkowo mała liczba danych uczących i potrzeba segmentacji przypadków (poprawne oddzielenie dwóch kolidujących ze sobą kolonii tego samego gatunku). **4) Interpretacja danych ekologicznych:** wybór modelu zostanie dokonany przy użyciu podejścia informacyjno-teoretycznego (IT) w celu zidentyfikowania i wybrania oszczędnego modelu, który z kolei umożliwi prawidłowe wnioskowanie.

Do tej pory tylko nieliczne badania skupiały się na biologicznej odpowiedzi polarnych płytkich zbiorowisk subpływowych na zmiany klimatu przy użyciu długoterminowych znormalizowanych eksperymentów i niewiele wiadomo o tym, jak działa konkurencja międzygatunkowa i wewnątrzgatunkowa w systemach, w których występuje wiele konkurujących ze sobą gatunków. Realizacja projektu dostarczy odpowiedzi na te pytania z zakresu ekologii teoretycznej poprzez ocenę wieloletnich eksperymentów z wykorzystaniem narzędzi uczenia maszynowego. Utworzony zestaw danych zostanie sformatowany zgodnie ze standardami obrazów (czytelny dla człowieka i maszyny), aby umożliwić ich znalezienie, dostępność, interoperacyjność i możliwość ponownego użycia (FAIR).

Obraz wygenerowany przez model uczenia głębokiego DALL·E 2 (po lewej) i „ścieżka historyczna” 9-letniego panelu (po prawej) do badania sukcesji ekologicznej inkrustującego skały bentosu. Zapytanie o obraz AI brzmiało: „Podwodny naukowiec robiący zdjęcia skał w arktycznym lesie wodorostów, w tym komputer stosujący uczenie maszynowe z boku, w stylu impresjonizmu”.

