

WYKORZYSTANIE WYMIARU FRAKTALNEGO I ENTROPII DO ROZPOZNAWANIA SKUPISK ROŚLINNOŚCI PRZYBRZEŻNEJ, NA PRZYKŁADZIE FRAGMENTU JEZ. ŁUKNAJNO

Jerzy Miałdun
Katedra Fotogrametrii i Teledetekcji UWM Olsztyn

Jedną z metryk charakteryzujących zmienność krajobrazu ekologicznego jest wymiar fraktalny. Wg Environmental Protection Agency dynamikę i kierunki tych zmian można określić w trójwymiarowej przestrzeni, gdzie jedną z osi jest wymiar fraktalny. Inną miarą zmienności (chaosu) krajobrazu może być entropia. Wykorzystanie tych miar zmienności krajobrazu jako wzorców porównawczych pokrycia terenu jest przedmiotem tej pracy.

Do badań wybrano fragment barwnego pionowego zdjęcia pobrażonego jez. Łuknajno wykonanego przez autora we wrześniu 2006 r. Pochodzi ono z dużej kolekcji zdjęć lotniczych wykonywanych dla tego akwenu od 1978 r. Przeznaczone były one do badania dynamiki zmian szaty roślinnej.

Jez. Łuknajno reprezentuje akwen mało narażony na skutki działalności człowieka. Od 1937 r. jest rezerwatem a od 1977 włączono je do międzynarodowej sieci rezerwatów biosfery pod egidą UNESCO.

Pojęcie wymiaru fraktalnego nie ma jednej definicji. Stąd mnogość metod jego obliczania. W pracy wykorzystano zaproponowaną przez K.C. Clarke'a metodę ściętych graniastosłupów trójkątnych. Powierzchnię zdjęcia podzielono na kwadraty o wymiarach 25x25 pix. Dla każdego z nich, w kanałach R, G, B, obliczono wymiar fraktalny i entropię. Utworzone w ten sposób mozaiki reprezentują rozkład lokalnych wartości wymiaru fraktalnego i entropii.

Do analizy pokrycia terenu wybrano trzy typy skupisk roślin i dno jeziora bez roślinności. Wybrane kategorie skupisk to: łozowiska, elodeidy (roślinność zanurzona w wodzie) i heliofity (szuwały). Dla każdej z nich określono wartości wzorcowe wymiaru i entropii z 90 reprezentatywnych pól. W kanałach R, G, B obliczono wartości średnie oraz określono macierze wariancji i kowariancji. Wykorzystując metodę W. Barana obliczono elementy elipsoid błędów średniego wzorców dla każdej kategorii pokrycia.

Klasyfikację pikseli lokalnych wartości wymiaru i entropii oparto na założeniu, że piksele, których wartości R, G, B znajdują się wewnątrz elipsoid danej kategorii, należą do tej kategorii z określonym prawdopodobieństwem. Wykonano dwie klasyfikacje, z założonym prawdopodobieństwem P=50%, przedstawiając je w postaci barwnych rastrów. Wizualna ocena poprawności rozpoznania skupisk roślin potwierdziła przydatność wykorzystanych cech rozpoznawczych. W celu zwiększenia prawdopodobieństwa przynależności piksela do danej klasy do 75% wykonano klasyfikację zakładającą przynależność piksela do elipsoid danej klasy w przestrzeniach obu cech rozpoznawczych. Wyniki przedstawiono na barwnym rastrze. Analiza wizualna potwierdziła, że wymiar fraktalny i entropia są istotnymi cechami rozpoznawczymi szaty roślinnej związanej ze środowiskiem wodnym. Błędna klasyfikacja oraz brak rozpoznania kategorii może być spowodowane niejednorodnością płatów roślinnych oraz dużą czułością metody na techniczne niedoskonałości nośnika informacji. Roślinne układy mozaikowe nie mają wyraźnych wewnętrznych granic a skupiska roślin nie są „czystymi” fraktalami, są raczej mieszanką fraktali, czyli multifraktalami. W ocenie hydrobiologów 75% poprawność rozpoznania jest wystarczająca.

Wartości wzorców w przestrzeni R,G,B wymiaru fraktalnego i entropii

	Wymiar fraktalny					
	R		G		B	
	F _d	S _{F_d}	F _d	S _{F_d}	F _d	S _{F_d}
łozowiska	2.0936	0.0484	2.0925	0.0528	2.1035	0.0444
szuwały	2.0750	0.0395	2.0827	0.0419	2.0811	0.0340
rośliny zanurzone	2.0437	0.0100	2.0494	0.0154	2.0449	0.0094
dno bez roślin	2.0318	0.0117	2.0412	0.0114	2.0431	0.0122

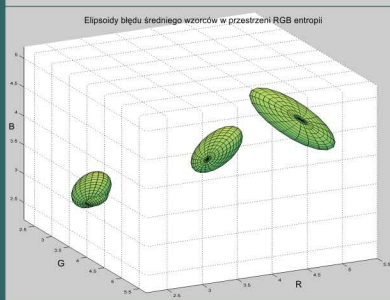
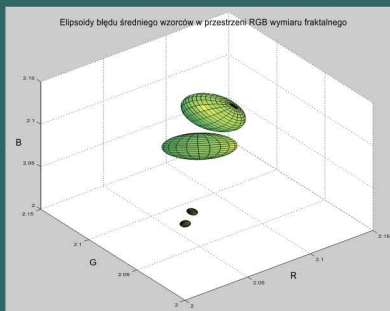
	Entropia					
	R		G		B	
	E _R	S _{E_R}	E _G	S _{E_G}	E _B	S _{E_B}
łozowiska	4.6462	0.3873	4.9783	0.3682	4.5132	0.3688
szuwały	4.0127	0.3263	4.0838	0.3544	3.7749	0.3127
rośliny zanurzone	2.8055	0.2000	2.9898	0.1881	2.8047	0.1682
dno bez roślin	2.7723	0.2995	2.9821	0.2723	2.9017	0.1936



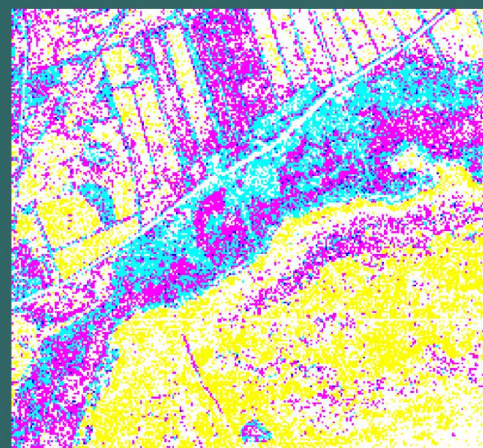
Przestrzenny rozkład wymiaru fraktalnego



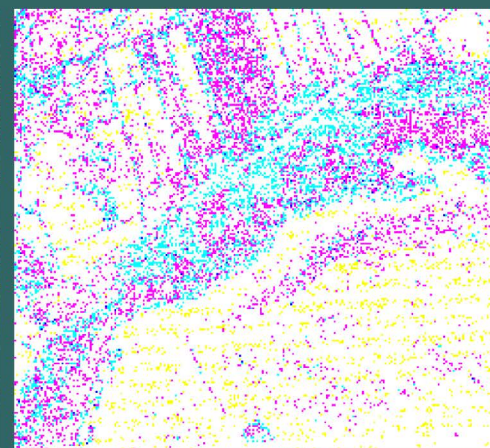
Przestrzenny rozkład entropii



Klasyfikacja skupisk roślinnych z wykorzystaniem entropii



Klasyfikacja skupisk roślinnych z wykorzystaniem entropii i wymiaru fraktalnego



■ łozowiska ■ szuwały ■ rośliny zanurzone
■ piksele przypisane do dwóch kategorii ■ piksele nierozpoznane