

**Jerzy Miałdun**

## **NOWE SPOJRZENIE NA STARE MIKRODENSYTOGRAMY**

***Streszczenie:** W wielu pracowniach teledetekcyjnych istnieją bogate zbiory mikrodensytoqramów pozyskanych w minionych latach metodami analogowymi. Opracowane odpowiednimi na ówczesne czasy metodami są dziś trudne do wykorzystania.*

*Niniejsza praca zawiera propozycję metodyki ponownego wykorzystania tych często unikatowych danych teledetekcyjnych. Metodyka opiera się na cyfrowej analizie obrazu wykresów wykonanych na papierze i wzbogacona jest o nowe parametry – n. p. o wymiar fraktalny.*

### **Wstęp**

W archiwach pracowni fotointerpretacyjnych przechowywane są często do dziś wyniki pomiarów gęstości optycznej w postaci mikrodensytoqramów (mikrofotogramów). Opracowane, lub nie, w przeszłości najczęściej metodami analogowymi kryją w sobie informacje, o które mało kto je podejrzewa. W klasycznej literaturze fotointerpretacyjnej mikrodensytoqramy charakteryzowane są takimi cechami jak:

- długość fali
- amplituda fali
- koncentracja fal.

Nowe możliwości cyfrowego opracowania istniejących danych otwierają drogę do nowych informacji. Cyfrowy zapis i opracowanie numeryczne obrazu mikrodensytoqramów umożliwia pozyskanie takich parametrów jak:

- wartość przeciętna gęstości optycznej
- odchylenie standardowe od wartości przeciętnej
- wymiar fraktalny

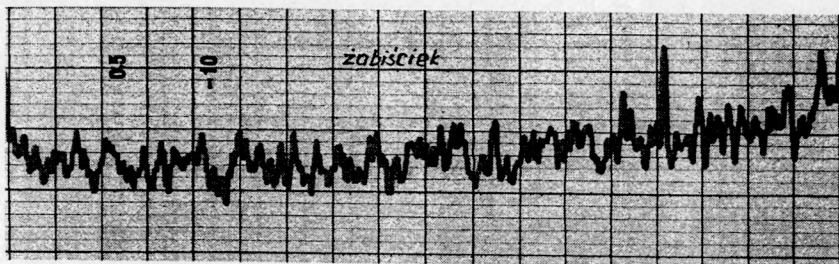
oraz inne parametry wyznaczane dawniej w żmudnym procesie analizy analogowej.

### **Opis metody**

Zeskanowany w trybie RGB obraz mikrodensytoqramów w pierwszej fazie poddawany jest geometryzacji. Wymiar siatki na papierze jest znany i z łatwością można przetransformować obrazy cyfrowe do wspólnego układu odniesienia.

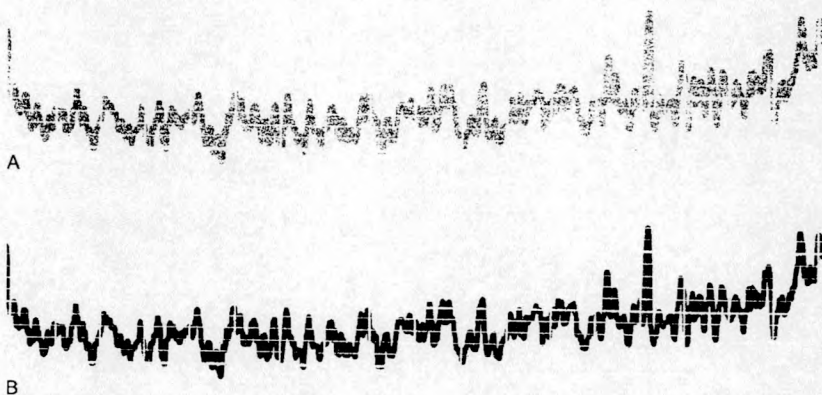
Mikrodensytoqramy najczęściej były kreślone kolorowym pisakiem na białym papierze z czarną siatką. Takie materiały autor odnalazł w archiwum Katedry Fotogrametrii i Teledetekcji UWM w Olsztynie. Są one śladem po badaniach szaty roślinnej jeziora Drużno prowadzonych na początku lat 80. Kolekcja mikrodensytoqramów dotyczy głównie roślinności (makrofitów) o liściach

plywających takich jak: żabiściek (*Hydrocharis morsus-ranae*), grążel (*Nuphar luteum*), grzybień (*Nymphaea alba*) czy rzęsa (*Lemna*).



Rys. 1. Barwny woryginalie obraz mikrodensytogramu zapisany w 24 bitowym trybie RGB w formacie BMP.

W drugiej fazie zgeometryzowane dane (Rys. 1) należy poddać procesowi filtracji w celu odseparowania wykresu od tła. Proces ten opiera się na wydzieleniu pikseli, które znajdują się w zdefiniowanych empirycznie przedziałach składowych RGB. Następnie piksele mieszczące się w założonych kryteriach zapisywane są jako czarne na białym tle w trybie dwukolorowej bitmapy. Kolorowa linia mikrodensytogramu nie ma czystej barwy. Dlatego wartości progowe trzeba określić mierząc składowe RGB w dowolnym programie graficznym posiadającym taką możliwość.

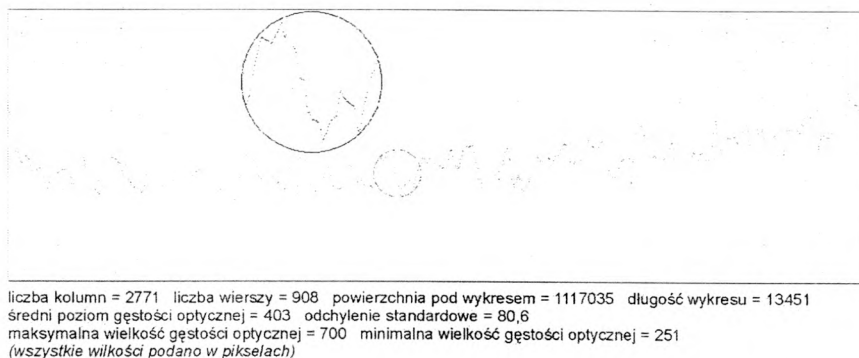


Rys. 2. Obraz mikrodensytogramu po pierwszej fazie filtrowania, czyli po separacji wykresu od tła. A – przy założeniu progów separacji  $255 < R < 153$ ,  $51 < G < 0$ ,  $153 < B < 102$ . B – przy założeniu progów separacji  $255 < R < 170$ ,  $70 < G < 0$ ,  $170 < B < 90$ .

Następny etap to tylko napisanie małego programu zamieniającego paletę RGB na czerń i biel. Rys. 2 ilustruje działanie takiego programu w dwóch przybliżeniach wartości progowych. Efektem jest obraz czarno-biały z widocznymi lukami w miejscach przecinania czarną siatką barwnego wykresu. Jest to jeden z mankamentów tego rozwiązania nie wykluczających jednak przydatności takiego podejścia. O wiele trudniejsze zadanie staje przed interpretatorem wykresów wykonanych czarnym pisakiem.

Następny etap to obliczenie wartości przeciętnej położenia czarnych pikseli w kolumnie i zapisanie w nowym obrazie w tym miejscu pojedynczego czarnego piksela. Rys. 3 i 4 ilustrują przefiltrowany wykres mikrodensytogramu w postaci punktowej (raster) i ciągłej wektorowej.

Na koniec należy skonsumentować tak przygotowane dane przetwarzając je na informacje (Rys. 3).



Rys. 3. Obraz mikrodensytogramu po filtracji i uśrednieniu położenia w kolumnach czarnych pikseli tworzących wykres punktowy wg. przyjętego algorytmu. Pod rysunkiem statystyka wykresu.

## Wymiar fraktalny

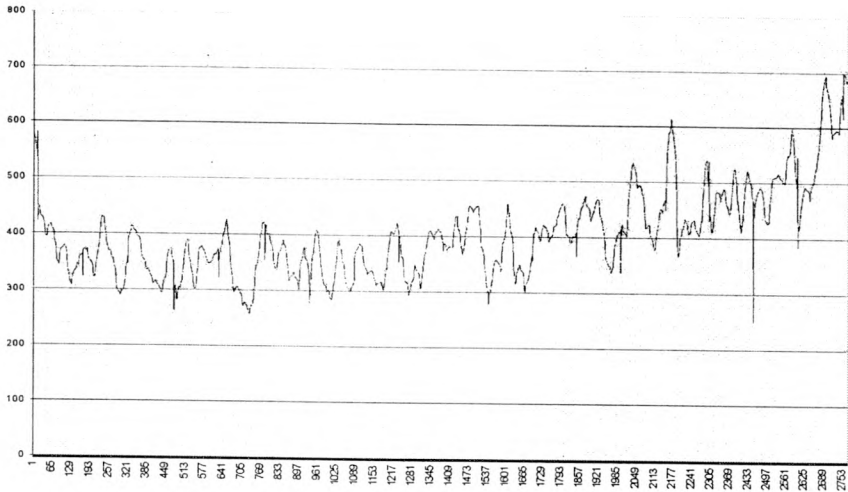
Pojęcie wymiaru fraktalnego jest trudne do jednoznacznego zdefiniowania [Peitgen, 1997]). Na przełomie wieków jednym z głównych problemów matematyki było stwierdzenie, co to jest wymiar i jakie ma własności. Od tamtej pory sytuacja pogorszyła się jeszcze, gdyż matematycy podali z dziesięć różnych definicji wymiaru: wymiar topologiczny, wymiar Hausdorffa, wymiar fraktalny, wymiar samopodobieństwa, wymiar pudełkowy, wymiar euklidesowy i wiele innych. Wszystkie one są ze sobą powiązane. Niektóre z nich mają sens w pewnych warunkach, podczas gdy w innych przydatne są definicje alternatywne. Czasami wszystkie mają sens i się pokrywają. W innych przypadkach, mimo że kilka z nich ma sens, mogą prowadzić do różnych wartości. Dziś w praktyce można spotkać się najczęściej z:

- wymiarem cyrklowym, czasem nazywanym metodą izorytmiczną

- wymiarem obwodowo-powierzchniowym
- wymiarem pudełkowym.

Pierwszy z nich jest trudny do zastosowania w omawianym przykładzie [Emerson, 1999].

Drugi wymaga posiadania większej kolekcji jednorodnego materiału badawczego [Frohn, 1997., Cullinan, 1992], co w tym przypadku wyklucza jego zastosowanie. Pozostaje więc wymiar pudełkowy. Metodycznie i technicznie jest on, w przypadku badania mikrodensytogramów, najbardziej obiecujący.



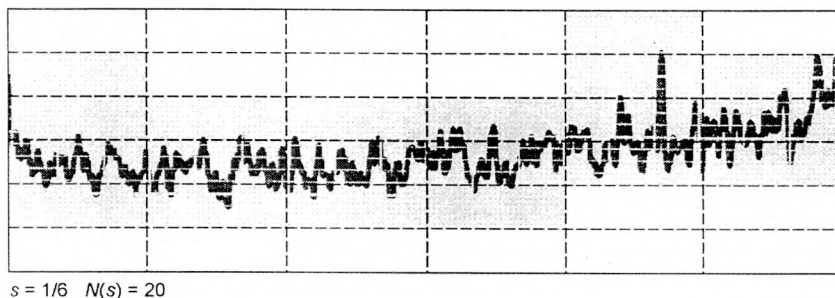
Rys. 4. Wektorowa postać mikrodensytogramu po filtracji jak na rys. 4. Kształt mikrodensytogramu odbiega nieco od oryginału, powodem tego jest intuicyjne przyjęcie algorytmu drugiej fazy filtracji bez głębszych analiz.

### Metodyka obliczania wymiaru pudełkowego zilustrowana przykładem

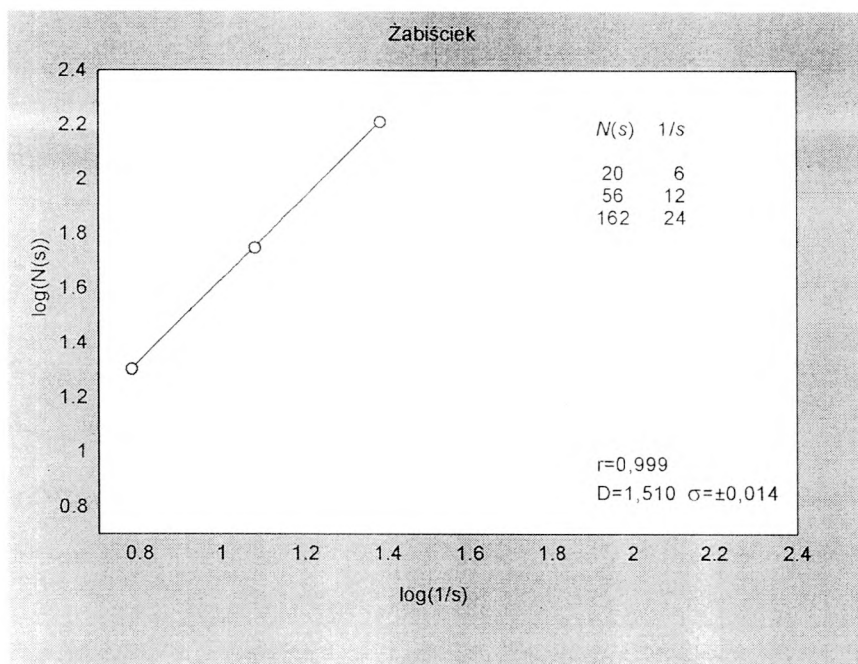
Wymiar pudełkowy pojęciowo związany jest z wymiarem samopodobieństwa. W pewnych sytuacjach daje on takie same wartości liczbowe jak wymiar samopodobieństwa, a w innych odmienne. Wymiar pudełkowy umożliwia systematyczny pomiar, który można zastosować do dowolnych struktur występujących w przestrzeni dwu i trójwymiarowej.

Pomiar polega na umieszczeniu badanej struktury w regularnej siatce o wielkości oczek  $s$  i zliczeniu „pudełek” siatki (skojarzenie z „pudełkiem” bierze się z pomiarów obiektów trójwymiarowych [Peitgen, 1997]), które zawierają fragmenty tej struktury. Otrzymamy w ten sposób liczbę  $N$ . W oczywisty sposób liczba ta zależy od tego, jak dobraliśmy wielkość  $s$ . Dlatego zależność tę zapisujemy jako  $N(s)$  (Rys. 5). Następnie zmniejszamy stopniowo  $s$  i znajdujemy odpowiadające im liczby  $N(s)$ . Logarytmy wyników nanosimy na wykres i wyznaczamy współczynnik kierunkowy prostej, który jest równy wymiarowi pudełkowemu  $D$ .

Dla celów praktycznych wygodniej jest rozpatrywać ciąg siatek, których wielkość oczek zmniejsza się dwukrotnie przy przejściu od jednej siatki do następnej. Przy takim podejściu każde pudełko siatki dzieli się na cztery mniejsze pudełka. W przypadku większej liczby siatek wielkość wymiaru pudełkowego równy jest współczynnikowi kierunkowemu linii regresji. Rys. 6 jest ilustracją procedury dla trzech pomiarów mikrodensytogramu.



Rys. 5. Schemat podziału rysunku na pudełka i zliczania pudełek.



Rys. 6. Wykres linii regresji zależności  $\log(N(s))$  od  $\log(1/s)$ . Wymiar pudełkowy  $D$  jest równy współczynnikowi kierunkowemu tej linii.

## Podsumowanie

W niniejszej pracy autor chciał pokazać jakie niedoceniane dziś dane drzezią w archiwach fotointerpretacyjnych. Dotyczy to szczególnie wyników pomiarów w postaci wariogramów pozyskiwanych metodami niefotograficznymi. Przedstawione tu zrzęby metodyki przetwarzania takich danych mogą zainteresować badaczy historii krajobrazu.

## Literatura:

- Cullinan V. I., Thomas J. M., 1992, A comparison of quantitative methods for examining landscape pattern and scale, w *Landscape Ecology*, vol. 7, no. 3, 211-227.
- Emerson C. W., Nina Siu-Ngan Lam, Quattrochi D. A., 1999, Multi-Scale Fractal Analysis of Image Texture and Pattern, w *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 65, No. 1, 51-61
- Frohn C. R., 1997, *Remote Sensing for Landscape Ecology*.
- Nina Siu-Ngan Lam, 1990, Description and Measurement of Landsat TM Images Using Fractals, w *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 56, No. 2, 187-195.
- Peitgen H. -O., Jürgens H., Saupe D., 1997, Granice chaosu fraktale, część 1, 260-295.

Recenzował: dr inż. Zdzisław Kurczyński