



UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych

---

Kierunek studiów: Geoinformacja

Nr albumu: 444861

**Błażej Kościański**

**Porównanie metod określania zmian struktury  
przestrzennej kategorii pokrycia terenu**

*TODO*

Praca magisterska napisana  
w Instytucie Geoekologii i Geoinformacji  
pod kierunkiem  
dr. hab. Jakuba Nowosada

Poznań, 2023



# Streszczenie

## Abstrakt

Streszczenie powinno przedstawiać skrótowo główny problem pracy i jego rozwiązanie. Możliwa struktura streszczenia to: (1) 1-3 zdania wstępu do problemu (czym się zajmujemy, dlaczego jest to ważne, jakie są problemy/luki do wypełnienia), (2) 1 zdanie opisujące cel pracy, (3) 1-3 zdania przedstawiające użyte materiały (dane) i metody (techniki, narzędzia), (4) 1-3 zdania obrazujące główne wyniki pracy, (5) 1-2 zdania podsumowujące; możliwe jest też określenie dalszych kroków/planów.

Słowa kluczowe: (4-6 słów /zwrotów opisujących treść pracy, które nie wystąpiły w tytule)

## Abstract

The abstract must be consistent with the above text.

Keywords: (as stated before)

# Spis treści

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| <b>Streszczenie</b>                | <b>3</b>  |
| <b>1 Wprowadzenie</b>              | <b>5</b>  |
| <b>2 Przegląd literatury</b>       | <b>9</b>  |
| <b>3 Materiały</b>                 | <b>11</b> |
| <b>4 Metody</b>                    | <b>13</b> |
| 4.1 Przygotowanie danych . . . . . | 13        |
| 4.2 Cel badania . . . . .          | 14        |
| 4.3 Próba badawcza . . . . .       | 14        |
| 4.4 Forma ankiety . . . . .        | 14        |
| <b>5 Wyniki</b>                    | <b>17</b> |
| <b>6 Podsumowanie</b>              | <b>19</b> |

# Rozdział 1

## Wprowadzenie

Informacje geograficzne stanowią wyniki selekcji i przetwarzania danych dotyczących aspektów otaczającej nas przestrzeni geograficznej. Pozwalają na bardziej zrozumiałe i efektywne analizowanie, interpretowanie oraz modelowanie złożonych zjawisk i procesów zachodzących w naszym otoczeniu. Informacje geograficzne i ich aspekty nie stanowią niepodważalnych faktów, lecz często powstają w wyniku działań jednostek, jak i wspólnych wysiłków grup ekspertów, którzy zajmują się wyborem, analizą i klasyfikacją danych geograficznych (Comber et al., 2005). W procesie tworzenia informacji geograficznych istnieje zatem pewien stopień subiektywności, który może wpłynąć na ostateczny kształt (ostateczną postać?) tych informacji, ich interpretację, jak i na ich użyteczność w kontekście innych zastosowań. Przykładem informacji geograficznej, której ostateczna postać zależy od założeń przyjętych w trakcie tworzenia danych przestrzennych na ich podstawie, jest pokrycie terenu.

Przyjmuje się, że termin pokrycie terenu obejmuje zbiór wszelkich elementów obecnych na powierzchni Ziemi. W elementy pokrycia terenu włączają się obiekty związane z działalnością człowieka, skutkami sił przyrody oraz wszelkie inne istniejące obiekty, które mogą znaleźć się w przestrzeni geograficznej. Tworzenie dokładnych i wiarygodnych danych dotyczących pokrycia terenu jest niezbędne w kontekście wielu zastosowań, takich jak planowanie przestrzenne, ochrona środowiska, czy analiza zmian klimatycznych. Ostateczna forma tych danych jest jednak w dużej mierze determinowana przez wybory

i założenia dokonywane w procesie ich tworzenia. W tym kontekście, analiza pokrycia terenu staje się istotnym polem badań, które skupia się na zarówno na technicznych aspektach zbierania danych, jak i na ich semantycznej interpretacji.

Dane oraz wynikowe mapy pokrycia terenu są rezultatem skomplikowanego procesu przetwarzania i analizy danych przestrzennych najczęściej w postaci obrazów satelitar-nych. Na początku tego procesu, satelity wyposażone w sensory rejestrują obrazy Ziemi z różnych zakresów widmowych. Uzyskane obrazy mogą być interpretowane manualnie przez grupy specjalistów. Pozwala to na uzyskanie map pokrycia terenu o wysokiej dokładności, kosztem długiego procesu ich tworzenia. Dużo mniej czasochłonną metodą jest przetwarzanie przy użyciu algorytmów. Umożliwiają one szybką, automatyczną iden-tyfikację i klasyfikację różnych typów powierzchni kosztem mniejszej dokładności mapy wynikowej. Ostatecznie, dane przekształcone w mapy pokrycia terenu mogą posłużyć do analiz zmian pokrycia terenu.

Celem analiz zmian pokrycia terenu jest przede wszystkim monitorowanie i pogłębie-  
nie aktualnej wiedzy na temat ewolucji otaczającego nas krajobrazu. Jest to istotne  
w kontekście ochrony przyrody, planowania przestrzennego, oceny wpływu inwestycji  
i infrastruktury na środowisko, a także w badaniach naukowych dotyczących zmian  
klimatycznych, bioróżnorodności oraz innych procesów ekologicznych (Lu et al., 2004).  
Dzięki analizie zmian pokrycia terenu można identyfikować obszary zagrożone degrada-  
cją, monitorować skutki urbanizacji, deforestacji czy erozji, co umożliwia podejmowanie  
odpowiednich działań w celu zrównoważonego zarządzania środowiskiem i zachowaniem  
jego integralności.

W badaniach nad zmianami pokrycia terenu wykorzystuje się różnorodne metody ana-  
lityczne (Lu et al., 2004). Niemniej jednak, wiele z tych technik koncentruje się na  
analizie zmian na poziomie indywidualnych komórek w siatce rastra. Choć podejście to  
może dostarczać użytecznych informacji dotyczących trendów zmian pokrycia terenu  
na niewielkich obszarach, charakteryzuje się istotnymi ograniczeniami w kontekście  
interpretacji wyników. Szczególnie w przypadku badań obejmujących rozległe terytoria,  
takie jak kraje czy nawet kontynenty, bardziej efektywne staje się zastosowanie metod  
opartych na analizie struktur przestrzennych Netzel et al. (2015). Głównym założeniem

tych metod jest przekształcenie danych z postaci pojedynczych wartości komórek rastra w sygnatury przestrzenne.

Sygnatury przestrzenne stanowią statystyczny opis układów przestrzennych kategorii pokrycia terenu na mniejszych, wydzielonych obszarach w obrębie całego zbioru danych. W celu porównania ze sobą dwóch sygnatur przestrzennych, wykorzystywane są miary niepodobieństwa. Umożliwiają one określenie w jakim stopniu dwa analizowane obszary się od siebie różnią. Opracowane zostało wiele różnych miar niepodobieństwa, takich jak odległość euklidesowa, odległość Canberra, metryka Wave Hedges, współczynnik podobieństwa Jaccarda, odległość Jensena-Shannona czy dywergencja Pearsona (Cha, 2007). Współcześnie jednak nie określono, która z tych miar jest najbardziej zgodna zarówno z postrzeganiem przez człowieka, jak i wpływem zmian na procesy środowiskowe.

Celem tej pracy było porównanie metod określania zmian struktury przestrzennej kategorii pokrycia terenu w kontekście ich korelacji z postrzeganiem zmian przestrzennych przez człowieka. W celu realizacji tego zadania przeprowadzona została ankieta, w której zadaniem respondentów było określenie stopnia podobieństwa między parami rastrów. Badania przeprowadzone zostały na rastrach składających się wyłącznie z dwóch lub trzech kategorii. Wyniki ankiety zestawione zostały z wartościami 46 miar niepodobieństwa. Na tej podstawie, do dalszej analizy wybrane zostało 8 miar niepodobieństwa charakteryzujących się największą zgodnością z ludzką percepcją zmian przestrzennych.





## Rozdział 2

# Przegląd literatury

cały rozdział o tym jakie są rodziny miar odległości, skąd się wywodzą, kto je stworzył i jak są liczone \* dodać rozdział 2 przegląd literatury - rozdział teoretyczny, opisujący czym są kompozycja, konfiguracja, macierze współwystępowania, wektor współwystępowania, metryki entropia, informacja wzajemna, na czym polega porównywanie dwóch obrazów i miary niepodobieństwa i przykłady.



## Rozdział 3

# Materiały

\* każdy rozdział zacząć opisując co w ogóle będzie w tym rozdziale \* tabele z parametrami fract dim i proporcjami udziału kategorii \* wykres z entropią i mutinf, relmutinf udowadniający że obliczenia zostały jakoś zwalidowane \* jakoś zaznaczyć albo ponumerować rastry wykorzystane w ankiecie \* dodać podrozdział dotyczący obliczonych metryk \* przeliczyć wszystkie metryki z philentropy dla wszystkich par rastrów, policzyć między miarami korelacje, sprawdzić które miary się grupują grupowanie hierarchiczne, hierarchical cluster/ hclust



## Rozdział 4

# Metody

### 4.1 Przygotowanie danych

Zbiór rastrów został przygotowany w oparciu o wykorzystanie funkcji `nlm_fbm` z pakietu `NLMR`. Funkcja ta bazuje na symulowaniu ułamkowych ruchów Browna. <tu opisać jak to działa?> Najważniejszym założeniem przy tworzeniu zbioru obrazów było przygotowanie ich w sposób umożliwiający uzyskanie pełnej reprezentacji wszystkich możliwych wartości przestrzennej kompozycji jak i konfiguracji.

W kolejnym etapie obliczone zostały wybrane metryki: entropia (`ent`), informacja wzajemna (`mutinf`) oraz względna informacja wzajemna (`relmutinf`), które pozwoliły na potwierdzenie uzyskania oczekiwanego rozkładu kompozycji i konfiguracji wewnątrz zbioru rastrów. W celu stwierdzenia zależności między liczbą kategorii na rastrach a postrzeganiem, przez ankietowanych, podobieństw w strukturach przestrzennych, wygenerowane zostały zarówno zbiory rastrów składających się z dwóch kategorii, jak i trzech kategorii. Przykład jednego ze zbiorów wygenerowanych rastrów przedstawia rycina 1.

Ryc. 1. Przykład zbioru wygenerowanych rastrów (2 kategorie pokrycia terenu).

W kolejnym etapie, rastry z każdego zbioru zostały połączone w pary. W ten sposób, dla każdego ze zbiorów, otrzymany został zbiór wszystkich możliwych par rastrów. Pozwoliło to na wybranie podzbioru par rastrów, które umieszczone zostały w ankiecie.

## 4.2 Cel badania

Celem pierwszej ankiety była wstępna analiza zależności wśród metod określania zmian struktury przestrzennej kategorii pokrycia terenu. Przeprowadzenie ankiety pozwoliło także na wyznaczenie dalszego kierunku badań, jak i celów, które miałyby zostać osiągnięte w wyniku kolejnej ankiety.

## 4.3 Próba badawcza

Pierwsza ankieta przeprowadzona została w listopadzie 2022 roku. W badaniach łącznie udział wzięło 50 studentów Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pytania o odnoszące się do przynależności demograficzno-społecznych ankietowanych zostały celowo pominięte zarówno w celu pełnej anonimizacji udzielonych odpowiedzi oraz aby ankietowani czuli się swobodniej podczas wypełniania formularza.

## 4.4 Forma ankiety

Ze względu na charakterystykę tematu badań ankieta przeprowadzona została w sposób cyfrowy. Ankieta stworzona została w formie aplikacji internetowej za pomocą języka programowania R, na podstawie pakietów shiny oraz shinysurveys. Sama aplikacja umieszczona została na platformie shinyapps.io (<https://www.shinyapps.io/>), w celu jak największego ułatwienia ankietowanym możliwości wypełnienia formularza.

### 4.4.1 Struktura pytań

Przy każdym pytaniu zadaniem ankietowanych było określenie podobieństwa między dwoma obrazami. Sposób przygotowania zbioru par wygenerowanych obrazów opisany został w podrozdziale #sec-przyg-danych. Do określenia podobieństwa ankietowani mieli do dyspozycji pięciostopniową skalę Likerta. Odpowiedzi uwzględniały pełen teoretyczny zakres podobieństwa podzielony na pięć przedziałów: brak podobieństwa, bardzo małe podobieństwo, umiarkowane podobieństwo, bardzo duże podobieństwo oraz pełne podobieństwo. Zastosowanie skali Likerta o nieparzystej liczbie przedziałów

pozwoili na zastosowanie przedziału środkowego, którego celem było reprezentowanie odpowiedzi neutralnych lub trudnych do określenia. Początkowo, zamiast skali Likerta planowano wykorzystać skalę liczbową, w zakresie mieszczącym się od 1 do 100, jednakże zrezygnowano z tego pomysłu, jako że znaczenie wartości na skali liczbowej może być interpretowane inaczej przez każdego respondenta oraz skala ta nie pozwala na uwzględnienie wspomnianej wcześniej odpowiedzi neutralnej. Należy także wspomnieć, że przed przystąpieniem do wypełnienia ankiety respondenci nie zostali poinformowani o możliwych interpretacjach skali podobieństwa między obrazami, a jedynie o tym, w jaki sposób pary obrazów mogą się od siebie różnić (przestrzenna kompozycja i konfiguracja). Przykład pytania uwzględnionego w pierwszej wersji ankiety przedstawia Rycina 1.

Ryc. 1. Przykład pytania uwzględnionego w pierwszej wersji ankiety (2 kategorie).

Pytania przedstawione ankietowanym zostały ułożone w uprzednio określonej kolejności. Każdy formularz składał się z 48 pytań, przy czym zostały one podzielone na dwie grupy po 24 pytania. Pierwsza połowa pytań składała się z par obrazów uwzględniających wyłącznie dwie kategorie pokrycia terenu, natomiast druga połowa pytań z par obrazów uwzględniających trzy kategorie pokrycia terenu. Dla obu grup pytań losowo wybrane zostało 6 par obrazów różniących się wyłącznie konfiguracją, kolejne 6 par wyłącznie kompozycją, a następnie pozostałe 12 różniących się zarówno konfiguracją jak i kompozycją. Taki sposób losowania pytań pozwolił na zredukowanie liczby odpowiedzi wymaganych od respondentów, jak i ograniczenie wpływu błędu selekcji, który powstałby w wyniku niewłaściwej próby danych do badania.





## Rozdział 5

### Wyniki

Każdy respondent odpowiedział na 48 pytań, co oznacza, że uzyskano łącznie 2400 odpowiedzi na wszystkie pytania.

- spośród miar niepodobieństwa uwzględnionych w analizie, miara Wave-Hedges charakteryzuje się największą korelacją z odpowiedziami ankietowanych.
- zarówno obrazy podzielone na dwa, jak i trzy kategorie pokrycia terenu charakteryzują się podobnym rozkładem odpowiedzi
- korelacja między miarami niepodobieństwa a odpowiedziami respondentów jest silniejsza dla par rastrów z dwoma kategoriami.

Przeanalizowane wyniki ankiety wraz z opisem przyjętej metodyki projektu przedstawione zostały na posterze konferencyjnym pt. „Porównanie metod określania zmian struktury przestrzennej kategorii pokrycia terenu”, autorstwa Błażeja Kościańskiego oraz dra hab. Jakuba Nowosada. Poster został przedstawiony w trakcie sesji posterowej na konferencji Geoinformacja: Nauka - Praktyka - Edukacja (<https://geoinformacja20uam.pl/>), odbywającej się w dniach 1-3 grudnia 2022 roku na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.



## **Rozdział 6**

# **Podsumowanie**



# Bibliografia

- Cha, SH (2007). Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures Between Probability Density Functions. *Int. J. Math. Model. Meth. Appl. Sci.* **1**.
- Comber, A, P Fisher, and R Wadsworth (2005). What is Land Cover? *Environment and Planning B: Planning and Design* **32**, 199–209.
- Lu, D, P Mausel, E Brondízio, and E Moran (2004). Change Detection Techniques. *International Journal of Remote Sensing* **25**.
- Netzel, P and TF Stepinski (2015). Pattern-Based Assessment of Land Cover Change on Continental Scale With Application to NLCD 2001–2006. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* **53**(4), 1773–1781.