

## **GeoMedia Enterprise Intelligence – nowe zastosowania kartograficznej metody badań w wielokryterialnej analizie danych przestrzennych**

GeoMedia Enterprise Intelligence –  
new applications of cartographic methodology  
in multicriteria spatial data analysis

**Robert Olszewski, Anna Fiedukowicz**

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii, Zakład Kartografii

**Słowa kluczowe:** eksploracyjna analiza danych przestrzennych, korelacja, regresja, statystyka przestrzenna, ekonometria przestrzenna

**Keywords:** spatial data mining, corelation, regression, spatial statistic, spatial econometry

### **Komunikat**

W ramach innowacyjnego projektu geoinformacyjnego B+R, finansowanego ze środków Programu Innowacyjna Gospodarka (PO IG), Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej wraz z firmą Intergraph Polska oraz z Wrocławskim Instytutem Zastosowań Informacji Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji realizuje temat „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii GeoMedia Enterprise Intelligence realizującej wielokryterialną analizę danych przestrzennych w środowisku narzędziowym desktop oraz Web”. W ramach nawiązanej współpracy możliwe stało się wdrożenie, opracowywanych od lat przez Zakład Kartografii PW algorytmów typu spatial data mining, umożliwiających uwzględnienie aspektu przestrzennego w analizach statystycznych.

Autorzy pragną uzyskać „kartograficzną wartość dodaną” przez połączenie w celowy ciąg technologiczny wielu analiz geostatystycznych, wzbogaconych o zaawansowane wizualizacje kartograficzne. W ciągu tym zaproponowano algorytmy mające służyć wstępnemu przetworzeniu danych, w tym metody agregacji i metody reduktów oraz wiele metod statystycznych, umożliwiających analizę lokalnych zależności atrybutowo-przestrzennych.

O użyteczności proponowanego przez autorów produktu geoinformatycznego (o roboczej nazwie GeoMedia Enterprise Intelligence) decyduje nie tylko to, jakie algorytmy zostaną w nim zaimplementowane, ale także, jeśli nie przede wszystkim, sposób ich implementacji i przedstawienia użytkownikowi. Szczegółowy zakres badań prowadzonych w ramach części naukowej projektu badawczo-rozwojowego obejmuje opracowanie:

- metodyki złożonej analizy danych atrybutowo-przestrzennych, będącej rozszerzeniem zarówno możliwości funkcjonalnych narzędzi GIS, jak i pakietów statystycznych,
- metodyki wizualizacji wyników analiz wraz z interaktywną modyfikacją budowanego modelu przez dodanie (lub usunięcie) zmiennych niezależnych, objaśniających rozkład przestrzenny danego zjawiska,
- modyfikacji metod analiz statystycznych tak, by w efektywny i bezpośredni sposób wykorzystywały one dane o charakterze przestrzennym (dane w postaci wektorowej, dane w postaci rastrowej, modele powierzchni),
- koncepcji kodowania zależności przestrzennych między obiektami, tak aby mogły być one uwzględniane jako zmienne niezależne bądź zależne, w różnych metodach analiz statystycznych.

W wyniku realizacji zadań badawczych projektu, opracowane i opisane zostały modyfikacje metod i algorytmów statystycznych, pozwalające na uwzględnienie informacji o charakterze przestrzennym, co w następstwie pozwoli na ich implementację w dedykowanym, unikalnym i innowacyjnym środowisku informatycznym. Dlatego niemniej ważna od samych algorytmów, jest struktura powstającego narzędzia obejmująca:

- sposób połączenia wybranych algorytmów w użyteczny ciąg technologiczny,
- właściwie przygotowany kreator analiz (ang. *wizzard*), wspomagający działanie użytkownika,
- klarowne objaśnienie użytkownikowi sposobu działania poszczególnych analiz na właściwie dobranych przykładach (ang. *tutorial*),
- wspomaganie użytkownika na każdym etapie analizy,
- implementację narzędzi służących importowi, scaleniu i przygotowaniu danych.

Opracowany ciąg technologiczny ma łączyć analizy, których zestawienie ma ułatwić użytkownikowi pełne wykorzystanie wiedzy „ukrytej” w danych. Odpowiednie wspomaganie użytkownika, przy jednoczesnym zapewnieniu elastyczności wybieranej ścieżki, mają stanowić dodatkowe zalety. Przedstawiony ciąg logiczny, zestawiający wspólnie wiele narzędzi obróbki i analizy danych przestrzennych, w sposób i w skali wcześniej niespotykanej, przyczyni się do uzyskania znaczącej wartości dodanej. Traktowana niezależnie, żadna z elementarnych analiz nie potrafi dostarczyć tak wielu informacji. Połączenie wybranych, wymienionych powyżej algorytmów w ciąg użytecznych analiz (ang. *workflow*), który z jednej strony stanowi kompletną, przemyślaną całość, z drugiej zaś może być dopasowywany do potrzeb użytkownika przez rozszerzenie wybranych elementów, bądź pominięcie niektórych kroków, stanowi jedno z ważniejszych zadań twórców narzędzia. W związku z tym, w ramach projektu „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii GeoMedia Enterprise Intelligence realizującej wielokryterialną analizę danych przestrzennych w środowisku narzędziowym desktop oraz Web”, autorzy opracowali ciąg technologiczny obejmujący kolejno:

- 1) import danych,
- 2) wstępne przetworzenie danych: (1) łączenie tabel, (2) łączenie przestrzenne danych, (3) filtry bazodanowe, (4) filtry przestrzenne, (5) redukcję wymiarowości problemu – agregacja, (6) redukcję wymiarowości problemu – redukty,
- 3) wizualizację danych w postaci mapy tematycznej (kartogram, kartodiagram),
- 4) koncentrację w ujęciu klasycznym i przestrzennym,
- 5) szeregi przestrzenno-czasowe,
- 6) obliczenie korelacji globalnej między zmiennymi,
- 7) obliczenie lokalnej korelacji między zmiennymi i mapę izokorelat,

- 8) wyznaczenie modelu regresji liniowej,
- 9) opracowanie mapy reszt z regresji,
- 10) zdefiniowanie sąsiedztwa,
- 11) analizę przestrzennego rozmieszczenia reszt z regresji: (1) statystykę I Morana, (2) wykres i mapy „ćwiartek” Morana,
- 12) opracowanie modeli ekonometrii przestrzennej „opóźnionych przestrzennie”,
- 13) wizualizację uzyskanych wyników w postaci mapy tematycznej.

### **Streszczenie**

*W ramach innowacyjnego projektu geoinformacyjnego B+R, finansowanego ze środków POIG Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej wraz firmą Intergraph oraz z Wrocławskim Instytutem Zastosowań Informacji Przestrzennej i Sztucznej Inteligencji realizuje temat „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii GeoMedia Enterprise Intelligence realizującej wielokryterialną analizę danych przestrzennych w środowisku narzędziowym desktop oraz Web”. W ramach nawiązanej współpracy możliwe stało się wdrożenie opracowywanych od lat przez Zakład Kartografii PW algorytmów typu spatial data mining, umożliwiających uwzględnienie aspektu przestrzennego w analizach statystycznych.*

*Autorzy pragną uzyskać wartość dodaną przez połączenie w celowy ciąg technologiczny wielu analiz geostatystycznych, wzbogaconych o zaawansowane wizualizacje kartograficzne. W ciągu tym zaproponowano algorytmy mające służyć wstępnemu przetworzeniu danych, w tym metodę agregacji i metodę reduktów oraz wiele klasycznych metod statystycznych, wzbogaconych o ujęcie lokalne i powiązania przestrzenne.*

### **Abstract**

*The Cartography Department of Geodesy and Cartography Faculty of Warsaw University of Technology, in collaboration with Intergraph Poland Sp. z o. o. and Wrocław Institute of Spatial Information and Artificial Intelligence works on the subject of "Development and implementation of innovative technology GeoMedia Enterprise Intelligence in multicriteria spatial data analysis in both desktop and Web environment" This R&D project is funded by the Innovative Economy Operational Programme EU in Poland. Within the framework of this cooperation it became possible to implement new algorithms as well as to extend the existing ones (touching most of the spatial aspects to be included in the analysis) which were developed in the Cartography Department.*

*The authors intend to obtain added value by combining a number of spatial statistics analyses, enriched by cartographic visualizations, into a purposeful workflow. The algorithms included in the workflow cover among others methods of data preprocessing, including data reduction (aggregation and reducts) as well as number of classical statistical methods enriched by the local approach and spatial neighborhood.*

dr hab. inż. Robert Olszewski, prof. PW  
r.olszewski@gik.pw.edu.pl

mgr inż. Anna Fiedukowicz  
a.fiedukowicz@gik.pw.edu.pl