

Wizualizacja parametru rozmycia Gaussa i siatki populacji w interaktywnym portalu anamorfoz kartograficznych

Visualization of the Gaussian blur parameter
and the population grid size
in an interactive anamorphic map portal

Jakub Lamparski, Stanisław Szombara

AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska,
Katedra Geodezji Zintegrowanej i Kartografii

Słowa kluczowe: kartogram anamorficzny, Algorytm Gastnera-Newmana, rozmycie Gausa, portal mapowy

Keywords: cartogram, Gastner-Newman Algorithm, Gaussian blur, map portal

Wprowadzenie

Spośród wielu metod prezentacji kartograficznej jedną z najrzadziej stosowanych jest metoda kartogramu anamorficznego. Użytkownik takiego kartogramu nierzadko zastanawia się, jak właściwie podejść do nienaturalnie zniekształconych i „napęczniałych” kształtów państw bądź zarysów kontynentów. Ten sposób prezentacji nie jest jednak tylko fanaberią kartografów starających się przesunąć granicę tego czym jest mapa. Dobrze zastosowana anamorfoza kartograficzna spełnia definicję mapy tematycznej i jest źródłem informacji o otaczającym nas świecie.

Kartogramy anamorficzne to opracowania, na których pola podstawowe, tradycyjnie będące jednostkami administracyjnymi wyrażonymi za pomocą swojej powierzchni, stają się proporcjonalne do wybranego zjawiska na przykład liczby mieszkańców. Na pierwszy rzut oka zabieg ten może rodzić wiele różnych wątpliwości. Czy dodatkowe zniekształcenie, niewynikające z przyjętego odwzorowania kartograficznego jest akceptowalne? Czy warstwa tematyczna nie powinna być podrzędna względem kształtu jednostek odniesienia?

Aby odpowiedzieć na te pytania, warto odwołać się do idei anamorfozy plastycznej, z której anamorfoza kartograficzna bierze swoją nazwę. O te same idee we wstępie do swojej książki „Anamorfozy” pisze Jurgis Baltrusaitis (2009): *Anamorfoza nie jest odchyleniem od normy, w którym rzeczywistość zostaje ujarzmiona przez wizję umysłu. Jest optyczną sztuczką, w której to, co widzialne, przesyła to, co rzeczywiste.* Tak samo w metodzie anamorfozy

kartograficznej to, co widzialne i istotne „przesłania” to, co rzeczywiste. Takie podejście jest uzasadnione, wynika z samego przeznaczenia mapy. Jest nim takie modelowanie rzeczywistości, aby jak najtrafniej przekazać istotę kartowanego zjawiska. Niepoprawnie wykonana anamorfoza, prezentująca rzeczywistość niczym w krzywym zwierciadle, potrafi odrzucić czytelnika zamiast przyciągnąć jego uwagę. Istnieje zatem konieczność poszukiwania właściwych do przedstawienia danego zjawiska algorytmów oraz ich parametrów.

W artykule zaprezentowano interaktywny portal anamorfoz kartograficznych, w którym użytkownik może samodzielnie zmieniać parametry rozmycia Gaussa i oczko siatki populacji w kartogramie anamorficznym wykonanym algorytmem Gastnera-Newmana.

Podstawy teoretyczne kartogramów anamorficznych

Anamorfoza kartograficzna bierze swą nazwę od zabiegu anamorfozy plastycznej, czyli takiego konstruowania obrazów, aby widz musiał odpowiednio je zrekonstruować (rys. 1). Natura takich przedstawień wynika z pewnej interpretacji samej nazwy anamorfozy. Słowo anamorfoza składa się z greckich słów „ana” (wstecz, do tyłu, do góry) i „morphe” (postać, forma, kształt) (Boyle, 2010). Jednak sam człon „ana” może oznaczać bardzo wiele, a samo złożenie $\alpha\nu\alpha\mu\acute{o}\rho\phi\omega\sigma\eta\varsigma$ tłumaczy się jako „przemienienie”, „przekształcenie”, „przeobrażenie” (Jurewicz, 2000). Wobec tego wydaje się, że definicja anamorfozy jako „obrazu na powrót formowanego” nie jest całkiem chybiona.

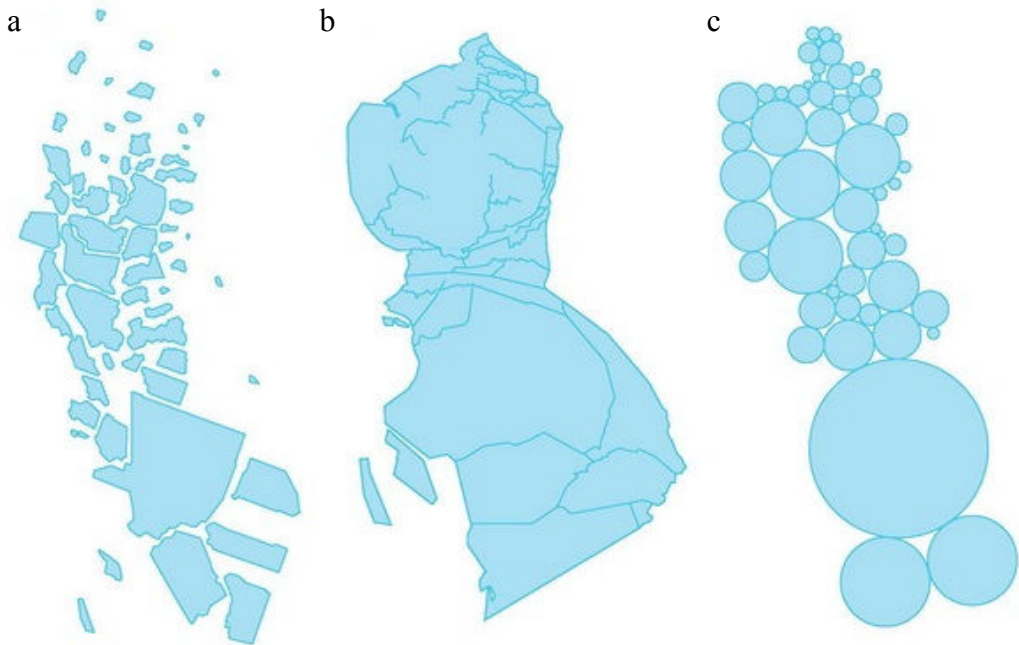
Kartogram anamorficzny jako metoda prezentacji kartograficznej w literaturze znana jest pod różnymi określeniami. Oprócz nazwy tutaj używanej (Żyszkowska, Spallek, Borowicz, 2012), bywa nazywany kartogramem powierzchniowym (Kocmoud, 1997), kartogramem eumorficznym lub kartogramem odwróconym (Ratajski, 1989), albo po prostu kartogramem (Dent, Torguson, Hodler, 2009). W artykule przyjęto tylko nazwę kartogram anamorficzny.

Kartogram anamorficzny jest sposobem prezentacji danych bezwzględnych za pomocą metody kartogramu, co bez anamorfozy kartograficznej jest postrzegane jako błąd (Paślawski, 2003). Wykonanie kartogramu z wykorzystaniem danych bezwzględnych może doprowadzić do nieuzasadnionej interpretacji mapy polegającej na przyjęciu założenia, że gęstość zjawiska na obszarze całej mapy jest taka sama. Przy różnej wielkości pól podstawowych, co w praktyce zdarza się bardzo często, prowadzi na ogół do błędnego zinterpretowania informacji przekazywanej przez mapę. Zastosowanie kartogramu anamorficznego niekiedy bardzo zmienia znaną czytelnikowi postać mapy, ponieważ powierzchnia pól podstawowych zostaje wyrównana w stosunku do niezmiennych danych (Dent, Torguson, Hodler, 2009). Oznacza to albo deformacje z zachowaniem ciągłości granic (kartogram anamorficzny ciągły), albo oddzielenie od siebie jednostek odniesienia i przeskalowanie ich w miejscach, które mniej więcej odpowiadają ich aktualnemu położeniu (kartogram anamorficzny nieciągły) (rys. 2). Oprócz kartogramu anamorficznego sposobem na zniwelowanie wyżej wymienionego problemu może być ukazanie zjawiska nie w „naturalnych” jednostkach odniesienia, a przeliczenie ich do teselacji (Żyszkowska, Spallek, Borowicz, 2012) (rys. 3).

Kartogramy anamorficzne zyskały na popularności wraz z upowszechnieniem się wykorzystania komputerów w redakcji kartograficznej. Do dnia dzisiejszego opracowano kilkadziesiąt algorytmów wspomagających opracowanie takich map. Jedną z najbardziej znanych jest metoda „gumowej mapy” Toblera (1973). Algorytm pokrywa mapę siatką, a następnie



Rysunek 1. Czaszka namalowana w ogromnym skrócie perspektywicznym na obrazie „Ambasadorowie” (1533) Hansa Holbeina młodszego (obraz znajduje się w domenie publicznej); jej właściwy kształt możliwy jest do odczytania tylko z miejsca wskazanego przez czerwoną strzałkę lub analogicznego miejsca po drugiej stronie (patrząc z góry) i tylko pod kątem około 2° od płotna



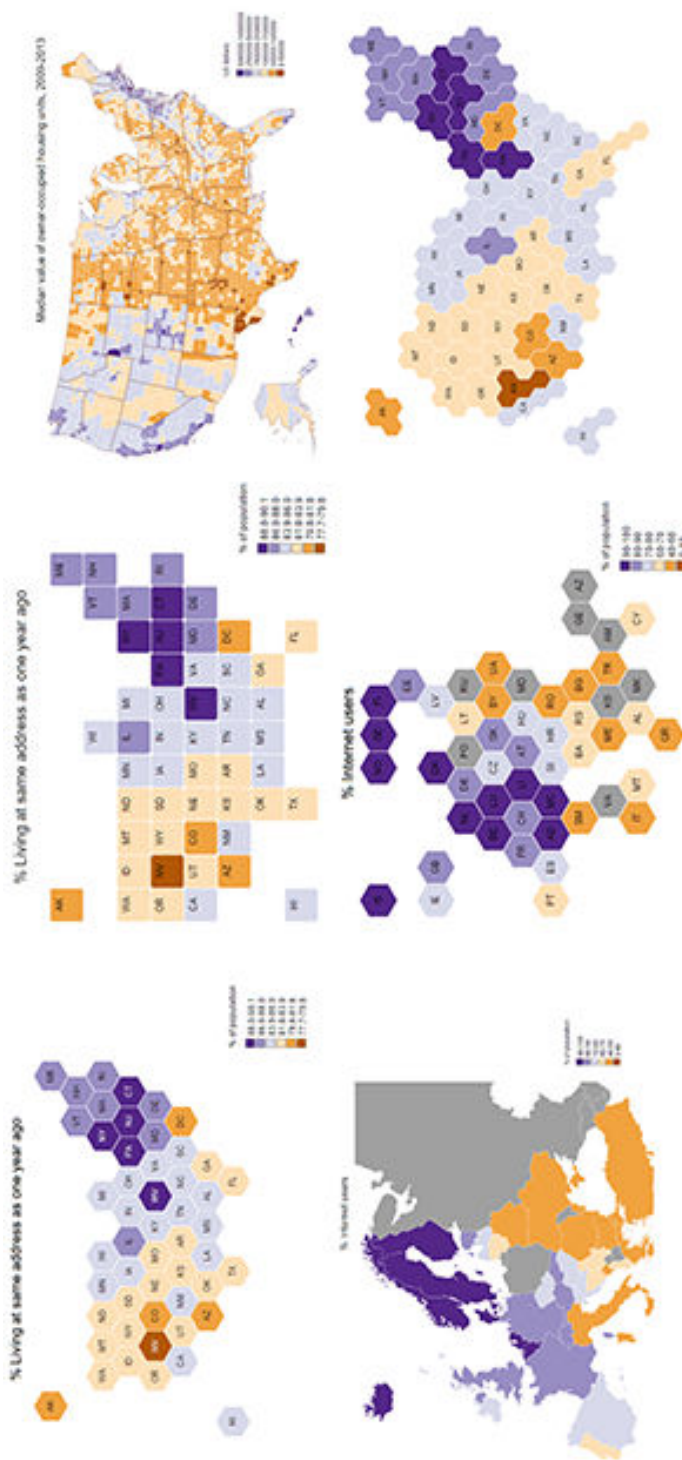
Rysunek 2. Przykłady kartogramów anamorficznych: a – kartogram anamorficzny nieciągły, b – kartogram anamorficzny ciągły, c – kartogram anamorficzny Dorlinga (na podstawie (Bortins, Demers, 2002), zmienione)

dla każdego z oczek liczona jest gęstość danych. Dla każdego wierzchołka oczka obliczany jest wektor przesunięcia. Przesunięcie wierzchołka o wektor prowadzi do minimalizacji błędów czterech przyległych oczek. Gęstość danych po przesunięciu wierzchołków o wektor ma być równa. Jeżeli po przesunięciu gęstość nie jest równa, proces jest iterowany aż do momentu, kiedy przesunięcia wierzchołków będą zerowe lub nieznaczące.

Jedną z ciekawszych prób zredagowania kartogramu anamorficznego, o jak najlepszej percepcji przez użytkownika, jest tak zwany Automat Komórkowy Dorlinga (1996). Automat dzieli mapę na siatkę kwadratów, a następnie dla każdego oczka siatki sprawdza, czy aby uzyskać równą gęstość w polu, nie należy „wchłonać” części kwadratów sąsiednich pól. Jeśli warunek ten został spełniony, następuje rozszerzenie się pól. Efektem działania kartogramu są niestety bardzo zgeometryzowane jednostki podstawowe.

Algorytm Gastnera-Newmana

Algorytm anamorfozy kartograficznej Gastnera-Newmana opiera się na założeniu, że populacja danych przedstawianych na mapie będzie traktowana jak cząsteczki pewnej substancji, które podlegają prawom fizyki, a co za tym idzie można powiedzieć, że każda „substancja danych” ma swoją gęstość ρ w danym punkcie $r(x,y)$ opracowania (Gastner, Newman, 2004). Podstawowy wzór, na którym opiera się działanie algorytmu przedstawia się następująco:



Rysunek 3. Przykłady teselacji heksagonalnej i kwadratowej (źródło: github.com/Proofreader/chorogrid)

$$\det J_f = \frac{\rho(r)}{\bar{\rho}}$$

gdzie

$\det J_f$ – Jakobian transformacji danych płaszczyzny mapy
 $\rho(r)$ – gęstość danych w punkcie
 $\bar{\rho}$ – średnia gęstość

Z równania tego wynika, że stosunek gęstości danych w punkcie $r(x,y)$ do średniej gęstości danych w całym układzie jest równy mierze geometrycznej zmiany płaszczyzny. W prostszych słowach, pociąga to za sobą wniosek, że obszary, których partykularna gęstość okaże się większa, niż gęstość średnia, będą rosły, a obszary o odwrotnej proporcji – kurczyły się. Mając te założenia Gastner i Newman skojarzyli, że w ramach pól podstawowych kartogramu anamorficznego, populacja danych jest z konieczności ujednoczona. Aby osiągnąć ten stan, gęstość populacji danych musi wycieć z obszarów o dużej gęstości do obszarów o gęstości mniejszej. Procesem, który osiąga taki efekt jest fizyczny proces dyfuzji. Gastner i Newman opisali populację funkcją gęstości $\rho(r)$, gdzie r jest pozycją geograficzną, a potem pozwolili tejże gęstości dyfundować. W czasie dążącym do nieskończoności gęstość populacji stanie się jednolita i dyfuzja ustanie. Dyfundująca populacja danych niejako „zabiera ze sobą” granice obszarów między którymi się przemieszcza. Z racji przyjętych ram wydawniczych pominięto szczegóły matematycznego opracowania metody Gastnera i Newmana, które czytelnik znajdzie w artykule źródłowym (Gastner, Newman, 2004).

Aby algorytm poprawnie zadziałał niezbędne jest otoczenie obszaru podlegającego anamorfozie „oceanem średniej gęstości” – czyli w praktyce poligonem z atrybutem o wartości średniej gęstości. Gastner i Newman określili w drodze testów, że poligon ten powinien mieć zasięg trzykrotnie większy niż opracowywane dane. Tak jak w przypadku innych algorytmów anamorfozy kartograficznej, tak i w przypadku algorytmu Gastnera-Newmana, na dane nakłada się siatkę. Zaletą metody jest jednak to, że prędkości i przemieszczenia są interpolowane dla całej mapy, czyli ostatecznie dla granic pól podstawowych, a nie tylko dla wierzchołków siatki.

Dla zredagowania dobrego kartogramu Gastnera-Newmana istotne jest też odpowiednie dobranie funkcji gęstości $\rho(r)$, równania algorytmu wymagają bowiem, aby była to funkcja ciągła. Kłopotliwy okazuje się fakt, że populacja danych ma często naturę dyskretną. Osiągnięcie ciągłości populacji cechy odbywa się poprzez rozmycie Gaussa. Nałożona na mapę siatka traktowana jest po przeliczeniu jak populacja o wartościach zapisanych w macierzy. Wobec tego jest możliwe rozmycie tej macierzy tak samo, jak rozmywana jest macierz obrazu. W ten sposób otrzymywany jest obraz ciągły, a więc możliwy do opisania funkcją ciągłą.

Geoportal anamorfoz kartograficznych

Geoportal anamorfoz kartograficznych zbudowano w oparciu o technologię JavaScript, HTML i CSS. Podczas budowy geoportalu skorzystano z następujących bibliotek, formatów i standardów:

- biblioteka D3.js – Data-Driven Documents – wczytywanie plików w ramkę danych generowanie kartogramu barwnego w polach podstawowych,

- biblioteka KUTE.js – biblioteka służąca do animowania kartogramów pomiędzy poszczególnymi stanami,
- formaty GeoJSON i TopoJSON – użyte formaty zapisu danych przestrzennych,
- standard SVG (ang. *Scalable Vector Graphics*) – otwarty standard zapisu dwuwymiarowej grafiki wektorowej, użyty jako końcowy format w geoportalu.

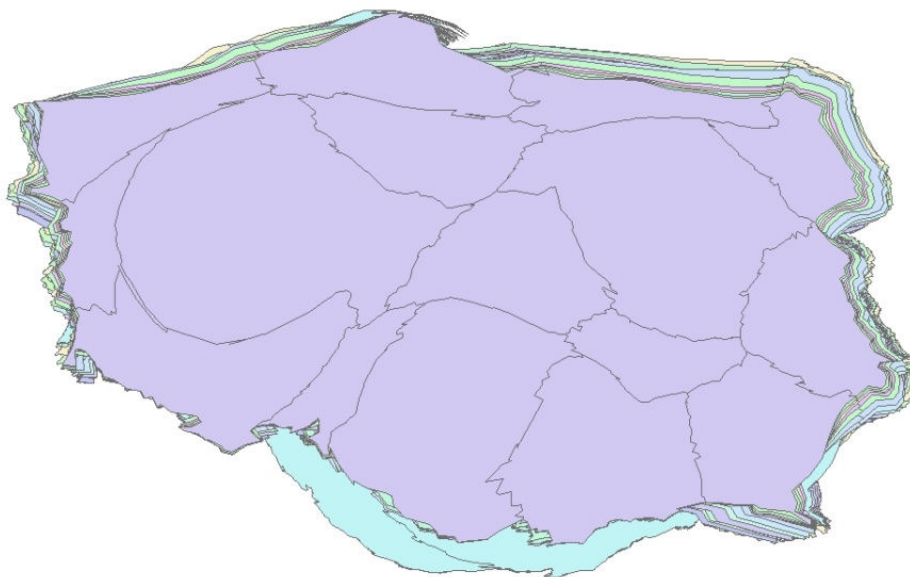
Dane przestrzenne do opracowania kartogramów anamorficzných zostały pobrane z repozytorium Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej – Państwowego Rejestru Granic, w części dotyczącej jednostek administracyjnych. Część atrybutową stanowiły dane pobrane z Banku Danych lokalnych – Ludność według grup wieku i płci, ogółem dla 2015 roku oraz jako dane tematyczne przedstawiane na mapie – liczba widzów teatrów dramatycznych w województwach w 2015 roku. W geoportalu użyto danych ludnościowych na trzech poziomach agregacji: gminy, powiatu i województwa. Dane ludnościowe posłużyły do dokonania anamorfozy granic, dzięki czemu bezwzględne dane tematyczne można było przedstawić za pomocą metody kartogramu. Granice jednostek administracyjnych były upraszczane metodą Ramera–Douglasa–Peuckera z następującymi parametrami tolerancji: 500, 1000, 2000 i 4000 m.

W geoportalu anamorfozy kartograficznej z algorytmem Gastnera-Newmana obliczono i zwizualizowano następujące jego parametry:

- różne wymiary siatki populacji: 256×256 i 512×512 oczek,
- różne wymiary boku filtra rozmycia Gaussa: 1, 3, 5, 7, 11, 21, 41, 61, 81, 151 oczek siatki.

Łącznie z poprzednio wymienionymi parametrami upraszczania i stopniami agregacji danych ludnościowych, w geoportalu przetestowano 240 kartogramów anamorficzných (rys. 4).

Proces przygotowania danych przestrzenných i atrybutowych dla aplikacji geoportalu odbywał się wieloetapowo. Wsadowe generowanie 240 kartogramów anamorficzných wykonano za pomocą wtyczki Cartogram do programu ArcMap stworzonej przez użytkownika



Rysunek 4. Wszystkie wytworzone kartogramy anamorficzne

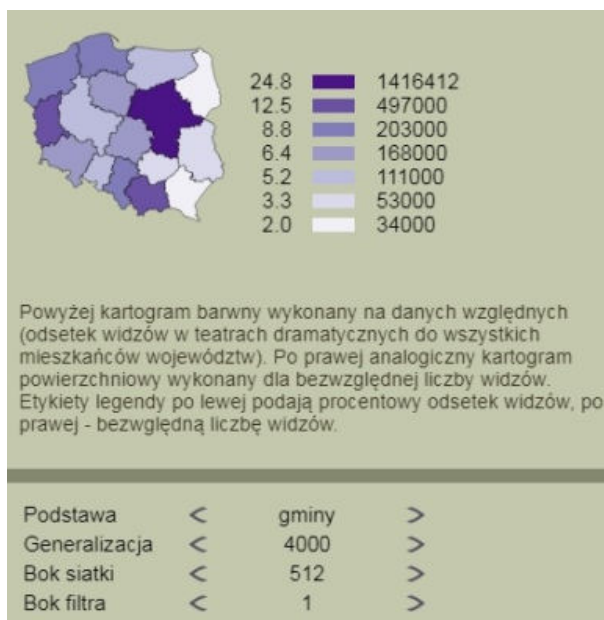
CarolAPL. Następnie konwertowano dane do formatu GeoJSON i TopoJSON. Wyświetlanie danych na stronie zaimplementowano z wykorzystaniem biblioteki D3. Animację danych pomiędzy poszczególnymi stanami realizuje się z wykorzystaniem biblioteki KUTE.js. Podczas wykonywania animacji aplikacja w locie dobierała odpowiednie parametry morphPrecision i morphIndex poprzez zaimplementowanie obsługi macierzy przesunięć współrzędnych obiektów pomiędzy poszczególnymi stanami.

Interfejs użytkownika

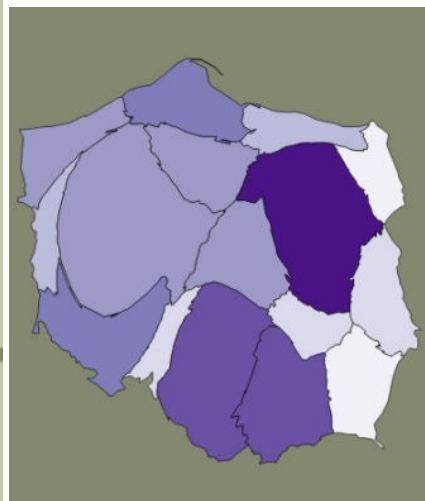
Interfejs wywołujący animacje składa się z czterech par przycisków i jednej zmiennej, która przechowuje informacje o tym, co jest aktualnie wyświetlane (rys. 5). Zmienna ma postać listy, kodu składających się z czterech zer, ponieważ stanem początkowym jest kartogram o nazwie c0000.min.topojson, a więc taki, który w wyniku dużego rozmycia (filtr 151) na „gruboziarnistej siatce” (256×256) i zerowej generalizacji zasadniczo przypomina dane nieprzetworzone. Czwartym elementem listy jest stopień agregacji, gdzie zeru odpowiada agregacja na poziomie województw.

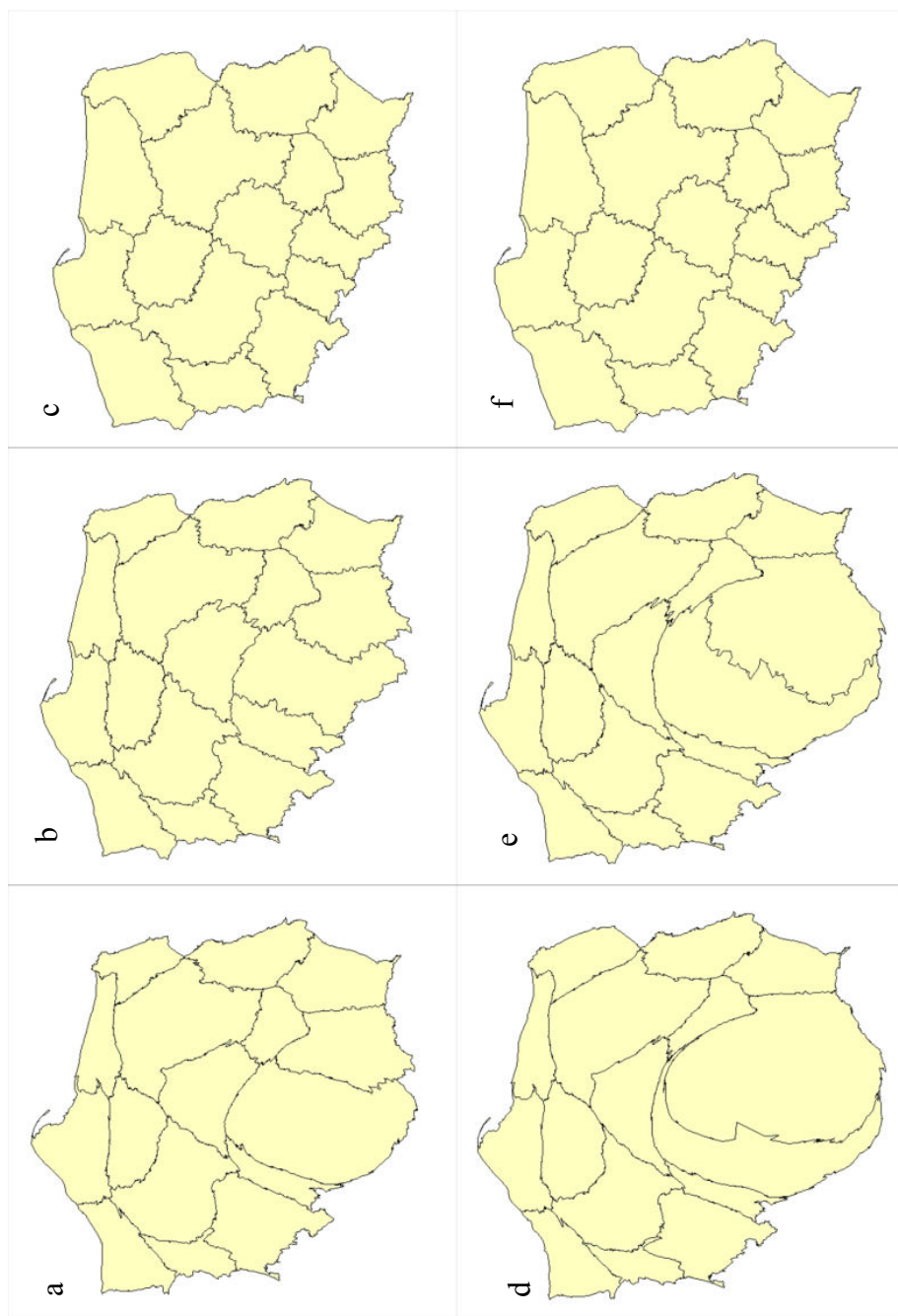
Do czterech par przycisków przypięto funkcje reagujące na kliknięcie w następujący sposób:

1. Przypisywane są im argumenty o długości danego elementu listy, o jego lokalizacji w kodzie i o tym, czy przycisk przerzuca stan do przodu czy do tyłu.
2. Po otrzymaniu argumentów funkcja sprawdza, czy ma prawo jeszcze zmieniać kartogramy. Chroni to przed sytuacją, w której ktoś chciałby zmieniać dane poza wyznaczone zakresy. Jeśli test wypada pomyślnie, funkcja dodaje lub odejmuje od odpowiedniego elementu listy jedynekę, tworząc nową listę czterech wartości.



Rysunek 5. Wygląd geoportalu anamorfoz kartograficznych





Rysunek 6. Przykłady wyników przetworzenia granic dla kartogramu anamorficznego. Parametry ogólne: agregacja: gminy, tolerancja generalizacji: 500 m. Parametry algorytmu Gastnera-Newmana: a – siatka populacji: 256, filtr Gaussa: 1, b – siatka populacji: 256, filtr Gaussa: 7, c – siatka populacji: 256, filtr Gaussa: 151, d – siatka populacji: 512, filtr Gaussa: 1, e – siatka populacji: 512, filtr Gaussa: 7, f – siatka populacji: 512, filtr Gaussa: 151

3. Zarówno lista wejściowa, jak i nowa lista zamieniana jest na ciąg czterech znaków typu tekstowego i zapisywana jako ID wejściowe i docelowe (te ID odpowiadają identyfikatorom istniejącym w drzewie DOM).
4. Dla ID pierwszego i drugiego tworzone są dwie macierze ID elementów-dzieci. Dziećmi elementów SVG, których ID uzyskano w poprzednim etapie są konkretne ścieżki województw i ich ID.
5. Tworzona jest macierz macierzy, w których elementami są pary ID.
6. Tworzona jest z tych par odpowiednia liczba obiektów „interpolacji” po wczytaniu tych par do funkcji animującej.
7. Do wszystkich elementów powyższej macierzy dołączana jest metoda start() i zwracana jest macierz z funkcji oraz uruchamiana jest animacja.

W połączeniu z funkcjonalnością animującą, działała też funkcjonalność wyświetlająca odpowiedni stan aplikacji.

Na rysunku 6 zaprezentowano przykładowe wyniki dla dwóch wielkości siatki populacji i trzech parametrów rozmycia Gaussa.

Podsumowanie

Po implementacji portalu anamorfoz kartograficznych wykonano kilka testów i sprawdzono jego działanie. Testy wykonano w narzędziu http-server z managera pakietów NPM, które posłużyło do kompilacji elementów (geodanych, arkuszy CSS i HTML, skryptu w JavaScript), a także w narzędziu htmlpreview poprzez połączenie z repozytorium w serwisie GitHub, gdzie projekt się znajduje i gdzie można zapoznać się z implementacją poszczególnych elementów, a także z podglądem efektu końcowego (github.com/jlampar/mgr).

Zauważono, że przejścia pomiędzy poszczególnymi obiektami SVG nie zawsze są gładkie. Przyczyną tego jest zapewne duża liczba wierzchołków i nieregularne kształty województw, które sprawiają, że funkcje nie są w stanie znajdować najlepszych obrotów w czasie transformacji i czasem pola podstawowe „okręcają się wokół własnej osi”. Niepokojący efekt jest niwelowany przez niewielki czas przejść (500 ms) oraz funkcję wygładzającą. Poza tymi wadami, portal dobrze spełnia swoje zadanie.

Geoportal pozwala na zapoznanie się z metodyką opracowania kartogramu anamorficznego metodą Gastnera-Newmana, a jego interaktywność pozwala użytkownikom na pełniejsze zrozumienie tej skomplikowanej metody.

Wydaje się, że możliwym usprawnieniem działania portalu mogłoby być zaimplementowanie algorytmu Gastnera-Newmana bezpośrednio w JavaScript na stronie. Portal mógłby wtedy przyjmować pliki TopoJSON lub nawet od razu pliki w formacie Esri Shapefile i dokonywać pełnej konwersji na TopoJSON, aby potem przeliczać granice zgodnie z zadanymi parametrami.

Wzbogacenie geoportalu o funkcjonalności pozwalające na wczytywanie, przetwarzanie i eksport danych użytkownika mogłoby pozwolić na upowszechnienie stosowania kartogramów anamorficzných.

Podziękowania. Autorzy składają podziękowania za cenne uwagi recenzentom niniejszej pracy oraz dyskutantom podczas referatu wygłoszonego w ramach XXVII Konferencji Polskiego Towarzystwa Informatyki Przestrzennej. Dane wykorzystane w pracy pochodziły

z repozytoriów Państwowego Rejestru Granic i Powierzchni Jednostek Podziałów Terytorialnych Kraju udostępnianych jako dane bez opłat na stronach internetowych Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej oraz z Banku Danych Lokalnych udostępnianego przez Główny Urząd Statystyczny.

Finansowanie. Prace badawcze wykonano w ramach grantu dziekańskiego Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie nr 15.11.150.477. Artykuł zawiera częściowo fragmenty prac z pracy magisterskiej inż. Jakuba Lamparskiego pisanej pod kierunkiem dra inż. Stanisława Szombary.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wynik prac w postaci przygotowanego geoportalu anamorfoz kartograficznych. W obliczeniach wykorzystano algorytm Gastnera-Newmana. Użytkownik geoportalu może sterować takimi parametrami jak parametr rozmycia Gaussa i wielkość siatki populacji, a także stopień generalizacji granic pól podstawowych, jak i stopień agregacji danych ludnościowych. W geoportalu zastosowano wiele bibliotek i rozwiązań JavaScript, częściowo dokonując ich modyfikacji. Utworzony geoportal dobrze spełnia swoją rolę edukacyjną i poznawczą.

Abstract

The paper presents the results of works in an anamorphic map portal. The Gastner-Newman algorithm was used for calculations. A geoportal user can control parameters such as the Gaussian blur parameter and the population grid size, as well as the degree of generalization of areas' boundaries and the degree of population data aggregation. A number of libraries and JavaScript solutions were applied in the geoportal, with some of them being partially modified. As a result, an interactive map portal was created that meets its educational and cognitive purposes.

Literatura (References)

- Baltrusaitis Jurgis, 2009: Anamorfozy (Anamorphoses). Gdańsk: Wydawnictwo Słowo / obraz terytoria.
- Bortins Ian, Demers Steve, 2002: Cartogram Types. Accessed: 15 September 2017. http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html
- Boyle Jen E., 2010: Anamorphosis in Early Modern Literature: Mediation and Affect. Abingdon: Routledge.
- Dent Borden D., Torguson, Jeffrey S., Hodler Thomas W., 2009: Cartography: thematic map design. 6th edn. McGraw-Hill Education.
- Dorling Daniel, 1996: Area Cartograms: Their Use and Creation, The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation.
- Gastner Michael T., Newman Mark E.J., 2004: Diffusion-based method for producing density-equalizing maps. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 101(20): 7499-7504.
- Jurewicz Oktawiusz, 2000: Słownik grecko-polski (The Greek-Polish dictionary) A-K tom 1. Warszawa: Wydawnictwo Szkolne PWN.
- Kocmoud Christopher J., 1997: Constructing continuous cartograms: a constraint-based approach. Texas A&M University.
- Medyńska-Gulij Beata, 2011: Kartografia i geowizualizacja (Cartography and geo-visualisation). Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Pasławski Jacek, 2003: Jak opracować kartogram (How to develop a cartogram), 2nd edn. Warszawa, Uniwersytet Warszawski. Wydział Geografii i Studiów Regionalnych.
- Ratajski Lech, 1989: Metodyka kartografii społeczno-gospodarczej (The methodology of socio-economic cartography), 2nd edn. Warszawa, Wrocław, Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych im. Eugeniusza Romera.

Tobler Waldo R., 1973: A Continuous Transformation Useful for Districting. *Annals of the New York Academy of Sciences* 219(1): 215-220.

Żyszkowska Wiesława, Spallek Waldemar, Borowicz Dorota 2012: Kartografia tematyczna (Thematic cartography). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Streszczenie

W artykule przedstawiono wynik prac w postaci przygotowanego geoportalu anamorfoz kartograficznych. W obliczeniach wykorzystano algorytm Gastnera-Newmana. Użytkownik geoportalu może sterować takimi parametrami jak parametr rozmycia Gaussa i wielkość siatki populacji, a także stopień generalizacji granic pól podstawowych, jak i stopień agregacji danych ludnościowych. W geoportalu zastosowano wiele bibliotek i rozwiązań JavaScript, częściowo dokonując ich modyfikacji. Utworzony geoportal dobrze spełnia swoją rolę edukacyjną i poznawczą.

Abstract

The paper presents the results of works in an anamorphic map portal. The Gastner-Newman algorithm was used for calculations. A geoportal user can control parameters such as the Gaussian blur parameter and the population grid size, as well as the degree of generalization of areas' boundaries and the degree of population data aggregation. A number of libraries and JavaScript solutions were applied in the geoportal, with some of them being partially modified. As a result, an interactive map portal was created that meets its educational and cognitive purposes.

Dane autorów / Authors details:

inż. Jakub Lamparski
<https://orcid.org/0000-0003-4908-974X>
lamparskijakub@gmail.com

dr inż. Stanisław Szombara
<https://orcid.org/0000-0002-0205-7823>
szombara@agh.edu.pl

Przesłano / Received 3.10.2017

Zaakceptowano / Accepted 11.12.2017

Opublikowano / Published 15.02.2018