

ELIMINACJA OBIEKTÓW LINIOWYCH Z ZASTOSOWANIEM REGIONÓW STRUKTURALNYCH NA PRZYKŁADZIE SIECI DROGOWEJ

ELIMINATION OF LINEAR OBJECTS WITH THE USE OF STRUCTURAL REGIONS ON THE EXAMPLE OF A ROAD NETWORK

Krystian Koziol

Laboratorium GIS i Teledetekcji, Katedra Ekologii Lasu,
Wydział Leśny Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie

Słowa kluczowe: generalizacja obiektów liniowych, klasyfikacja, eliminacja, regiony strukturalne sieci drogowej, TBD, generalizacja obiektowa

Keywords: generalization of linear objects, classification, elimination, structural regions of road network, Topographic Data Base, objects generalization

Regiony¹ strukturalne dla generalizacji sieci drogowej

Dla przybliżenia definicji regionu posłużymy się przykładem. Niech sieć drogowa ograniczona granicami administracyjnymi będzie reprezentowana przez osie z przypisaną klasą zgodną z ustawą o drogach publicznych (krajowe – 1, wojewódzkie – 2, ...). Jeżeli usuniemy z rysunku wszystkie drogi, to pozostanie obszar ograniczony tylko i wyłącznie granicami opracowania, o przyjętej wartości atrybutu klasy. Teraz dodając kolejno osie dróg będziemy tworzyć podzbiory dróg poczynawszy od najistotniejszego (drogi krajowe), w kierunku podzbioru o wartości klasy najniższej, tworząc jednocześnie zamknięte obszary. Tak postępując otrzymujemy regiony, tj. najmniejsze obszary ograniczone osiami dróg o wybranych wartościach atrybutów. Dla osi dróg najniższej klasy, która posiada ustawową numerację dróg (drogi powiatowe), utworzone regiony są już z punktu widzenia generalizacji jednorodne, gdyż w ich wnętrzu powinny znajdować się jedynie drogi bez przypisanej numeracji (nie sklasyfikowane). Tworząc regiony dla najniższej klasy otrzymamy „niepodzielne” regiony, które nazwiemy elementarnymi, gdyż w swoim wnętrzu zawierać będą mogły jedynie drogi kołowe tej samej klasy.

Dla utworzonych regionów możemy mówić o określonej wartości klasy w przypadku, gdy linie graniczne regionu składają się z enclii należących do dróg krajowych i wojewódz-

¹ Regionem nazywamy część płaszczyzny ograniczonej przez punkty węzłowe i linie krawędziowe grafu geometrycznego na płaszczyźnie, tworzące cykl wraz z tymi punktami i węzłami, jednak z wyłączeniem wszelkich innych punktów węzłowych lub linii krawędziowych grafu (Kulikowski, 1986, s. 221).

kich. Będziemy mówić, iż region taki jest klasy wojewódzkiej. Będzie on więc równy najniższej wartości klasy linii granicznej.

Czym zatem jest region i region elementarny oraz czym się one charakteryzują?

Regionem R_{ki} , gdzie $i = 1, 2, 3, \dots$, a k jest wartością klasy, nazwiemy najmniejszy obiekt powierzchniowy, w którym granice zewnętrzne wyznaczone są przez krawędzie różnych klas, ale krawędzie w jego wnętrzu będą co najmniej o jedną klasę niższe od klasy krawędzi zewnętrznych regionu. Na przykład region klasy wojewódzkiej tworzyć będą drogi klasy krajowej i wojewódzkiej, a w jego wnętrzu będą drogi klas niższych niż wojewódzkie.

Regionem elementarnym r_j , gdzie $j = 1, 2, 3, \dots$ nazwiemy region, w którym granice zewnętrzne są tej samej lub różnej klasy, ale krawędzie wewnętrzne są jednej i to najniższej klasy. Region R_{ki} będzie się składał z co najmniej jednego regionu r_j . W przyjętym modelu danych region elementarny jest reprezentowany przez ścianę grafu planarnego² utworzonego na podstawie podzbioru krawędzi dróg kołowych, dla których wartość klasy jest wyższa niż powiatowa.

Zbiór wszystkich regionów oznaczymy przez R , natomiast poszczególne podzbiory regionów utworzonych dla klas dróg oznaczymy przez R_k , gdzie k może przyjmować wartości:

- 0 – granica opracowania, ($k=0$)
- K – dla dróg krajowych, ($k=1$),
- W – dla dróg wojewódzkich, ($k=2$),
- P – dla dróg powiatowych, ($k=3$),
- L – dla dróg lokalnych, ($k=4$).

Cechą charakterystyczną regionów jest tworzenie z ich udziałem struktury jednorodnej logicznie, dzięki której w sposób automatyczny można sieć drogową podzielić na mniejsze części, a w ich wnętrzu uzyskać jednoznaczną klasyfikację dla dróg. Algorytmy budowy regionów są oparte o istniejące w grafie planarnym związki topologiczne i wynikające z nich atrybuty.

Tworzenie regionów

Regiony to obszary powierzchniowe, których granice zewnętrzne tworzy klasa obiektów liniowych będących ulicami (drogami) znajdującymi się najniżej w przyjętej hierarchii i posiadające klasyfikację (drogi powiatowe posiadające numerację). Regiony są obszarami najmniejszymi powierzchniowo w sieci drogowej – superklasy, w których ulice tworzą sieć lokalną. Sieć jest niezależna, dzięki czemu ustalona jedna domena atrybutów ma zastosowanie w klasyfikacji ulic (obiektów) każdego regionu opracowywanej mapy. Tworzenie regionów jest przydatne również w procesach generalizacji kartograficznej zależnej od skali, gdyż z mapy jako pierwsze są eliminowane regiony.

Przy budowie regionów, tj. złożonych obiektów elementarnych, zastosowane zostaną dwa rodzaje reguł zdefiniowanych przez Molenaara (1996):

- 1) reguły określające klasy obiektów elementarnych tworzących obiekt złożony,
- 2) reguły określające relacje topologiczne między obiektami elementarnymi (tzn. przyległość, połączenie, np.)

² Graf planarny – graf, którego jedno lub więcej izomorficzne przekształcenie da się narysować na płaszczyźnie tak, by luki obrazujące krawędzie grafu nie przecinały się. Tę konkretną postać grafu, zachowującą tę własność, nazywamy grafem płaskim (Kulikowski, 1986).

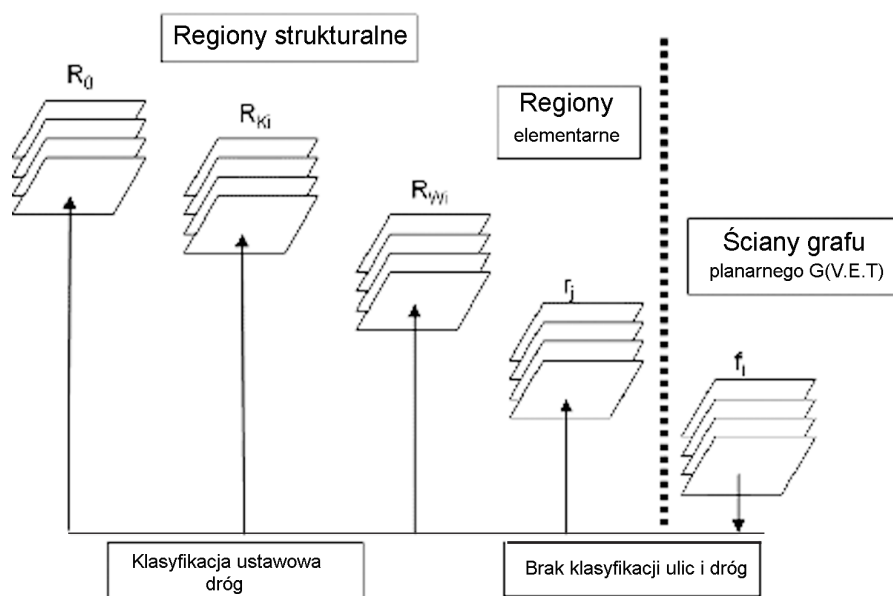
Związki topologiczne określone i zdefiniowane w *Formalnej Strukturze Danych* (FSD) przez Molenaara są wykorzystywane w tworzeniu algorytmu automatycznej budowy regionów dla dowolnej klasy dróg kołowych, ze szczególnym uwzględnieniem budowy regionów elementarnych. Budowa regionów elementarnych pozwoli na jednoznaczną klasyfikację dróg lokalnych z zastosowaniem minimalnej liczby atrybutów.

Zasady (kryteria) sterujące budową regionów i regionów elementarnych są określone w taki sposób, aby ich zastosowanie prowadziło do utworzenia regionów niezależnie od analizowanej sieci dróg.

Warunkiem poprawnego budowania regionów jest zapisanie sieci drogowej w postaci grafu planarnego zgodnie z założeniami FSD. Po etapie przygotowawczym można przystąpić do automatycznego wyznaczenia regionów i regionów elementarnych. Zdefiniowane związki topologiczne oraz określone na ich podstawie wartości atrybutów pozwalają na zdefiniowanie zasad sterujących budową regionów.

Rozpatrując sieć drogową na pewnym ograniczonym obszarze, można powiedzieć, że regiony klas niższych zawierają się w regionach klas wyższych (rys. 1), które stanowią dla nich niezmienną podczas generalizacji kartograficznej. Pierwszy region o najwyższej klasie stanowi granica opracowania. Kolejnym będą regiony tworzone przez drogi klasy krajowej, a następnie wojewódzkiej. Ponieważ klasyfikacji podlegać będą drogi klasy lokalnej, granice regionów elementarnych będą stanowiły krawędzie należące do podzbioru E_K , E_W i E_P (zbiory krawędzi dróg określonej klasy K – krajowe, W – wojewódzkie i P – powiatowe)

Budowanie regionu polega na łączeniu krawędzi dróg wybranych klas w łańcuch prosty zamknięty, przez węzły początku i końca, tak aby powstał region topologiczny grafu planarnego. Podstawowym działaniem dla przeprowadzenia poprawnego utworzenia regionów jest uzyskanie topologii dla sieci dróg. Wybrane środowisko cyfrowe (ESRI) umożliwia budowę



Rys. 1. Graficzne zobrazowanie hierarchicznej budowy zbioru R regionów

topologii i uzyskanie wartości atrybutów topologicznych. Zarówno użytkownicy, jak i producent tego oprogramowania nazywają tę topologię – planarną (podstawowym modelem przechowywania danych jest model oparty o graf planarny zachowujący związki topologiczne) (MacDonald, 1999).

Zastosowanie jej do sieci dróg powoduje utworzenie w cyfrowej reprezentacji grafu informacji o istniejących ścianach, krawędziach i węzłach. Budowa topologii węzłowej powoduje wypełnienie wartości dotyczących węzłów, topologia krawędziowa odpowiada za atrybuty krawędzi, natomiast topologia poligonowa pozwala na uzyskanie informacji o ścianach grafu planarnego (ESRI, 1999).

W wyniku działania algorytmów budowy regionów zostaną utworzone regiony różnych klas (rys. 2), o ustalonej hierarchii. Budowa regionów dla dróg klas wyższych niż gminne wykorzystuje hierarchię ustaloną przez obowiązujące przepisy prawa. Region R_{Ki} klasy krajowej będzie zawierał minimum jeden region R_{Wi} klasy wojewódzkiej, który może pokrywać się z regionem krajowym. Region wojewódzki składać się będzie co najmniej z jednego regionu R_{Pi} klasy powiatowej, który może pokrywać się z regionem wojewódzkim.

Algorytmy tworzenia regionów i regionów elementarnych działają niezależnie od charakterystyki analizowanego obszaru. W zastosowaniu praktycznym zadziałały dla terenów o wysokim stopniu zurbanizowania (rys. 2) i dla terenów niezabudowanych (rys. 3). Algorytmy te zadziałają dla dowolnie przyjętego atrybutu opisowego, stanowiącego podstawową hierarchię (np. dla dróg klas odśnieżania – atrybuty komunikacyjne).

W omawianym opracowaniu jako granicę posłużono się odpowiednio granicą województwa (rys. 3) lub miasta (rys. 2). Granice w algorytmach budowy regionów posiadają klasę najwyższą, co można wytłumaczyć hierarchią regionów.

Klasyfikacja regionów

Budowanie klasyfikacji jest jednym z podstawowych elementów pozwalających na przeprowadzenie automatycznego procesu generalizacji kartograficznej obiektów. Szczególną uwagę należy zwrócić na proces eliminacji, który bez jednoznacznej klasyfikacji nie może zostać przeprowadzony. Budowanie jednoznacznej klasyfikacji pociąga za sobą rozbudowanie domeny atrybutów opisowych. Rozbudowa ta powoduje jednocześnie wzrastanie kosztów utrzymania aktualności zasobu danych. Sposobem na uniknięcie konieczności wprowadzania nowych atrybutów jest uzyskanie atrybutów klasyfikujących opartych na atrybutach topologicznych – wynikających z geometrii i logiki sieci drogowej (Chrobak, 1998, 2000), (Kozioł, 2002). Wartości atrybutów: stopnia węzła, rangi drogi oraz klasy drogi są podstawą do wykonania jednoznacznej klasyfikacji dróg kołowych (Chrobak, 1999, 2000), (Kozioł, 2002) w ramach jednego regionu elementarnego oraz klasyfikacji regionów i regionów elementarnych (rys. 4).

Ponieważ region drogowy nie stanowi obiektu geograficznego, argumentami opisowymi danego regionu mogą być jedynie te, których wartości możliwe są do uzyskania na podstawie jego budowy geometrycznej i logicznej. Obliczenie tych argumentów będzie możliwe po potraktowaniu poszczególnego regionu jako podgrafu i rozpatrywanie każdego tak utworzonego grafu oddzielnie. Do atrybutów klasyfikacji regionów należy zaliczyć:

- liczbę encji klasy lokalnej w jednym regionie elementarnym,
- sumę atrybutów rangi wszystkich encji znajdujących się w podgrafie,

- sumę atrybutów połączenia dla krawędzi podgrafu,
- długość obwodu liczoną jako suma długości krawędzi granicznych,
- pole powierzchni obliczonej na podstawie niezmienników położenia.

Największe wartości tych atrybutów przypadną regionom o dużej liczbie encji i węzłów. Atrybut długości obwodu został w klasyfikacji uwzględniony jako 0,01 jego wartości. Natomiast miarą rozpoznawalności regionu będzie wartość atrybutu pola powierzchni.

W trakcie procesu generalizacji sieci drogowej podstawowym czynnikiem jest eliminacja dróg. Utworzenie i klasyfikacja regionów i regionów elementarnych umożliwia przeprowadzenie tego procesu w sposób całkowicie automatyczny, zachowując przy tym obiektywność, jednoznaczność i weryfikowalność wyniku procesu generalizacji.

Eliminacja regionów strukturalnych sieci drogowej

Po przeprowadzonej klasyfikacji regionów strukturalnych sieci drogowej można uruchomić proces automatycznej eliminacji regionów. Eliminacja regionów wymaga ustalenia czynnika decydującego o usunięciu rozpatrywanego regionu. Eliminacja regionów powoduje usunięcie wszystkich dróg wewnętrznych. Czynnikiem decydującym o eliminacji jest rozpoznawalność rysunku mapy lub obiektów na ekranie komputera. Obiektywna i weryfikowalna metoda generalizacji (Chrobak, 1999) jest możliwa, jeżeli zastosowana zostanie metoda trójkąta elementarnego. Aby dokonać procesu automatycznej eliminacji, niezbędne jest określenie atrybutu wskazującego na pozostawienie lub usunięcie obiektu.

Utworzone regiony strukturalne z punktu widzenia procesów tworzenia obrazu mapy (np. kolorowania), nie mogą być postrzegane jako obiekty powierzchniowe. Z punktu widzenia topologii planarnej spełniają one wszystkie wymogi obiektów powierzchniowych. W przypadku automatycznej generalizacji kartograficznej dróg poprzez regiony będziemy je traktować w tym procesie jako poligony. Budowa regionów strukturalnych oparta jest o analizę węzłowo-krawędziową (rys. 5b).

Węzły tworzące regiony strukturalne są, dla sieci drogowej, niezmiennikami położenia (skrzyżowania i przecięcia dróg, ulic), a więc mają określone współrzędne X, Y w wybranym układzie odniesienia. Krawędzie stanowią łańcuchy proste o określonym przebiegu (rys. 5a). Cechy te pozwalają na traktowanie, w pewnych sytuacjach (automatyczna generalizacja), regionów jako obiektów powierzchniowych, a rozmiar tego poligonu jako atrybut umożliwiający ocenę rozpoznawalności regionu.

Generalizacja mapy – czy bazy danych?

Jako powierzchnię porównawczą przyjęto pole powierzchni koła o promieniu równym $r = 0,6 M_j$ gdzie M_j to mianownik skali mapy docelowej, a 0,6 odpowiada współczynnikowi rozpoznawalności przy grubości symbolu 0,1 mm. Jako powierzchnię wzorcową wybrano koło (tab. 1) ze względu na traktowanie każdego regionu jako osobnego obiektu i badanie jego otoczenia (równoodległych punktów od obiektu). Przyjęte kryterium powierzchni elementarnych i strukturalnych regionów sieci drogowej umożliwia testowanie ich rozpoznawalności na rysunku mapy, zachowując warunek obiektywności i możliwość weryfikacji wyników procesu eliminacji.

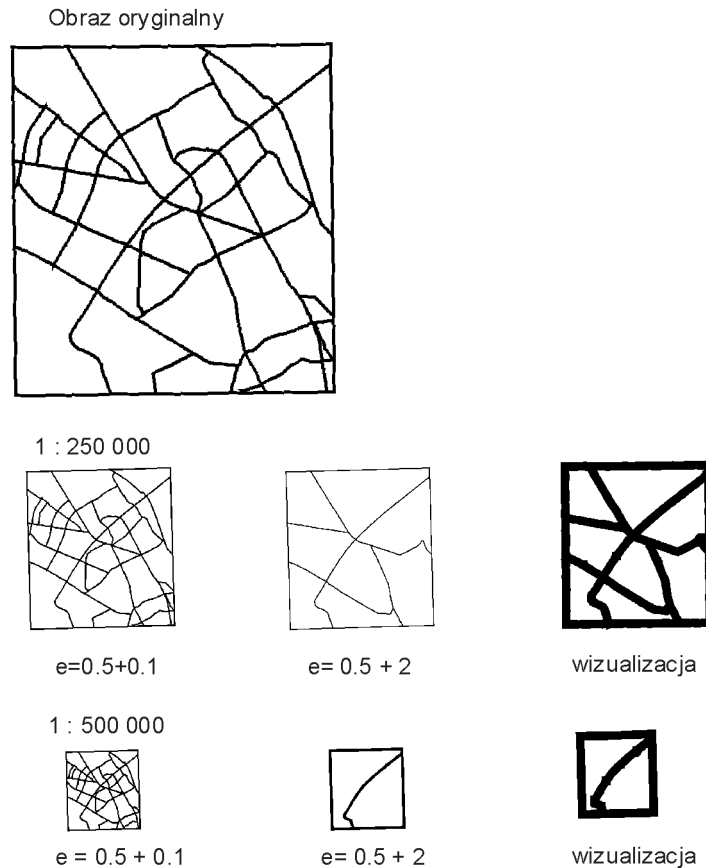
Tabela 1 Wielkość powierzchni wzorcowej po uwzględnieniu wielkości symbolu

Skala	Wartości promienia koła z uwzględnioną grubością symbolu w skali mapy					
	e + 0,1 mm	e + 0,25 mm	e + 0,35 mm	e + 0,5 mm	e + 1,0 mm	e + 2,0 mm
	0,6	0,75	0,85	1	1,5	2,5
Pole powierzchni wzorcowej [m ²]						
1:5 000	28,3	44,2	56,7	78,5	176,7	490,9
1:10 000	113,1	176,7	227,0	314,2	706,9	1963,5
1:25 000	706,9	1104,5	1418,6	1963,5	4417,9	12271,8
1:50 000	2827,4	4417,9	5674,5	7854,0	17671,5	49087,4
1:100 000	11309,7	17671,5	22698,0	31415,9	70685,8	196349,5
1:250 000	70685,8	110446,6	141862,5	196349,5	441786,5	1227184,6
1:500 000	282743,3	441786,5	567450,2	785398,2	1767145,9	4908738,5
1:750 000	636172,5	994019,6	1276762,9	1767145,9	3976078,2	11044661,7
1:1 000 000	1130973,4	1767145,9	2269800,7	3141592,7	7068583,5	19634954,1

W wyniku prowadzonych badań nad procesem eliminacji regionów został dostrzeżony problem wpływu metody wizualizacji sieci drogowej na ten proces. W celu uzyskania poprawnego obrazu sieci drogowej na wybranej skali mapy, należy uwzględnić wielkości symbolów użytych na tej mapie do wizualizacji dróg. Zmiana sposobu prezentacji będzie mieć zasadniczy wpływ na liczbę wyeliminowanych obiektów (tab. 1).

Analizowanie wielkości symboli rozpoczęto od wartości kryterium rozpoznawalności bez uwzględnienia rozmiaru symbolu, co oznaczono jako: (e + 0,1 mm). Przy zastosowaniu tylko kryterium rozpoznawalności, można mówić, że proces eliminacji przebiegał w celu utworzenia zgeneralizowanego obrazu bazy danych bez uwzględniania wizualizacji obiektów.

Problem symbolizacji uwidocznił na rysunku 6 pokazuje, jak duży wpływ na eliminację ma sposób reprezentacji obiektów na mapie lub ekranie. Należy także zauważyć, że dla kryterium elementarnego (e = 0,5 mm + 0,1 mm) sieć dróg jest rozpoznawalna przy zastosowaniu symbolu o grubości linii 0,1 mm, najmniejszej możliwej grubości, (rys. 6 po lewej). Taką generalizację, która jest wykonana dla elementarnej wartości kryterium rozpoznawalności nazwiemy generalizacją bazy danych nie precyzując grubości linii reprezentującej sieć drogową. Z punktu widzenia tworzenia przedstawień kartograficznych takie rozróżnienie może wydać się zbędne. Jednakże w przypadku funkcjonującej wieloskalowej bazy danych może to rozwiązać problem różnicy ilości informacji w różnych skalach, na różnych poziomach skal wyświetlania. Proces eliminacji regionów dla określonego rozmiaru symbolu został przedstawiony na rysunku 6 w środku. Obraz oryginalny został przetworzony przez zastosowanie współczynnika rozpoznawalności e = 0,5 mm + 2 mm. Spowodowało to wyeliminowanie regionów, których powierzchnia nie spełniała kryterium rozpoznawalności. Obrazy w skali 1: 250 000 i 1: 500 000 przedstawiono na rysunku 6 odpowiednio dla symbolu 0,1 mm z lewej strony, a dla symbolu 2 mm pośrodku.



Rys. 6. Wizualizacja regionów (symbol 2 mm) po eliminacji dla dwóch wybranych skal:
 – bez uwzględnienia grubości symbolu drogi ($e = 0,5 \text{ mm} + 0,1 \text{ mm}$)
 – z zastosowaniem symbolizacji ($e = 0,5 + 2,0 \text{ mm}$)

Algorytm agregacji regionów

Utworzone regiony poddawane są testowi rozpoznawalności rysunku przy przyjętym kryterium, stanowi to pierwszy etap ich eliminacji. Przyjęte kryterium rozpoznawalności wskazuje regiony, dla których należy podjąć odpowiednią procedurę, to jest eliminację. Jednakże w przypadku regionów sieci drogowej eliminacja przebiega na drodze agregacji z jednym z regionów sąsiadujących.

Problem odpowiedniej kolejności przebiegu procedury eliminacji przez agregację jest zgodny z klasyfikacją regionów. Procedura agregacji regionów nie może jednak przebiegać w oderwaniu od ich hierarchii wynikającej z przyjętego atrybutu opisowego (klasa drogi). W przypadku gdyby procedura agregacji działała niezależnie od ustalonej hierarchii regionów, to utworzony obraz zgeneralizowany sieci drogowej nie zachowałby logicznej struktury sieci drogowej. Dobór odpowiedniego regionu styczego z eliminowanym oraz kolejność agregowania regionów są możliwe dzięki zastosowaniu klasyfikacji obiektów złożonych. Wybór

regionu nadrzędnego nie jest determinowany przez powierzchnię gdyż przedmiotem generalizacji są drogi, a regiony są tylko pewną ich reprezentacją. Podstawą wyboru regionu nadrzędnego jest klasyfikacja i ustalona hierarchia regionów strukturalnych. Znajac wartość atrybutów klasyfikacyjnych dla wszystkich granic eliminowanego regionu do agregacji wybierana jest ta granica, której suma tych atrybutów jest najniższa, to znaczy że krawędzie tej drogi znajdują się najniżej w klasyfikacji.

W ten sposób uzyskany zostaje zgeneralizowany zbiór regionów (rys. 6) ze zbioru wyjściowego (rys. 6 u góry). Utworzone algorytmy wykorzystują związki topologiczne i funkcje opisane w rozdziałach poprzednich.

Przeprowadzona eliminacja poprzez agregację jest procesem całkowicie automatycznym i opartym o wartości weryfikowanych atrybutów. Przeprowadzony proces jest niezależny od położenia obiektów i stosowanego oprogramowania, wymaga jednak zastosowania przyjętego modelu danych.

Wnioski

Możliwe jest utworzenie jednoznacznej klasyfikacji obiektów liniowych na podstawie atrybutów, których wartości obliczane są na podstawie właściwości grafów planarnych (wynikających z geometrii obiektów). Atrybuty te wykorzystywane są także przy automatycznym tworzeniu regionów strukturalnych sieci drogowej. Utworzona klasyfikacja dróg i regionów dróg kołowych wykorzystywana jest w automatycznym procesie eliminacji obiektów sieci drogowej. Eliminacja w zakresie sieci drogowej przebiega dwutorowo. Z jednej strony podlegają agregacji regiony strukturalne, z drugiej proces eliminacji przebiega dla obiektów liniowych znajdujących się wewnątrz regionów.

Reguła geometryczna pozwala proces eliminacji obiektów liniowych i powierzchniowych przeprowadzać na drodze automatycznej. Jest to możliwe dzięki weryfikacji przy zastosowaniu kryterium rozpoznawalności linii łamanej w procesie eliminacji obiektów. Kryterium to pozwala w sposób wymierny określić bliskość obiektów w zależności od skali wizualizacji obiektów na mapie, stąd jego zastosowanie do agregacji obiektów z obiektów prostych. Reguła geometryczna stanowi jeden z kilku algorytmów generalizacji, opartych na kryterium rozpoznawalności linii rysunku.

Literatura

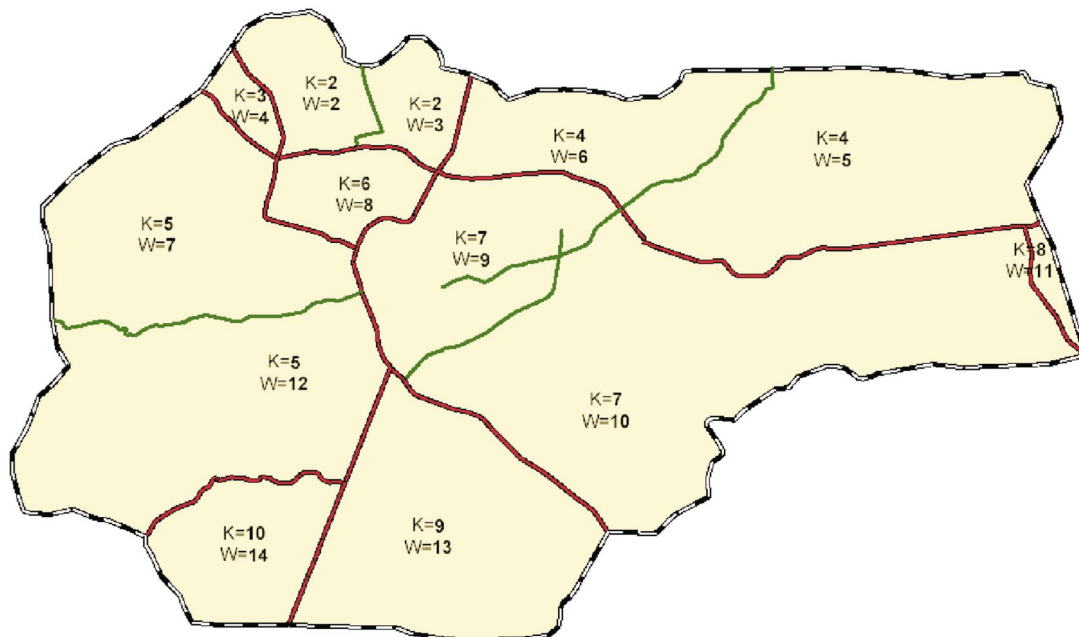
- ESRI, 1999: Arc/Info Concepts, data models, database design and storage – Data Management. ESRI, Redlands.
- Chrobak T., 1998: Generalizacji sieci dróg. *Geodezja* tom 4 zeszyt 1, AGH, Kraków.
- Chrobak T., 1999: Badanie przydatności trójkąta elementarnego w komputerowej generalizacji kartograficznej. Kraków, UWND AGH.
- Chrobak T., 2000: A Numerical Method for Generalizing the Linear Elements of Large-Scale Maps, Based on the Example of Rivers. *Cartographica*, Volume 37.
- Kozioł K., 2002: Badanie przydatności teorii grafów w budowie regionów dla sieci dróg kołowych. *Geodezja*, Tom 8, Zeszyt 1, AGH, Kraków.
- Kulikowski J.L., 1986: *Zarys teorii grafów*. PWN, Warszawa.
- MacDonald A., 1999: Building a Geodatabase. ESRI, Redlands.
- Molenaar M., 1996: Multi-scale approaches for geo-data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. XXXI, Part B3, Vienna, Austria, pp. 542-554.

Summary

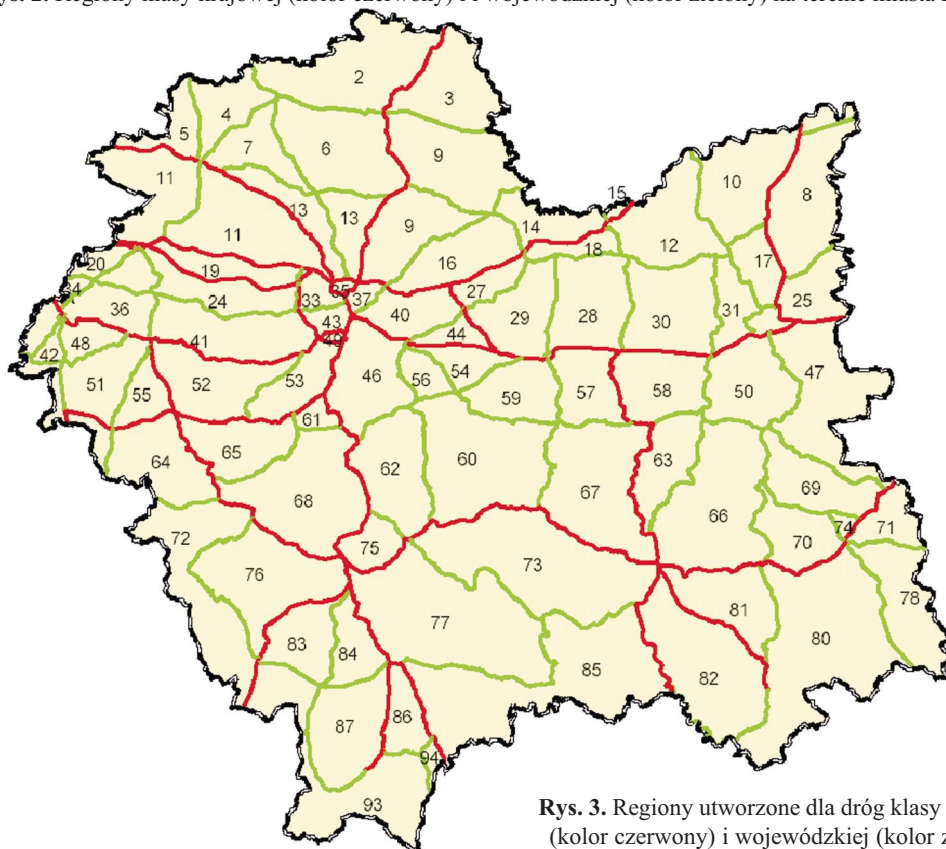
Elimination of objects in any database must be based on their earlier sorting. This is one of numerous problems we come across during the process of digital generalization of objects. Obtaining a clear classification of objects usually leads to too extensive development of the domain of descriptive attributes. The author tries to prove that it is useful to make structural regions for the network of linear objects such as roads, rivers or railways for the classification of objects, using the smallest number of attributes. The created classification allows automatic elimination of the network objects. To illustrate the mentioned above issues a fragment of a topographic database was selected. It was the layer of the road network.

In the paper, the problem of necessary conditions to form regions is also presented as well as the way of classification of created regions. After making the classification of structural regions of the road network, the process of automatic elimination of regions is presented. It is made by the aggregation with one of the neighboring regions. Elimination through aggregation is based on fully automatic processes and verifiable values of attributes. The carried out process is independent from the situation of objects and the applied software, although it requires application of the accepted model of data.

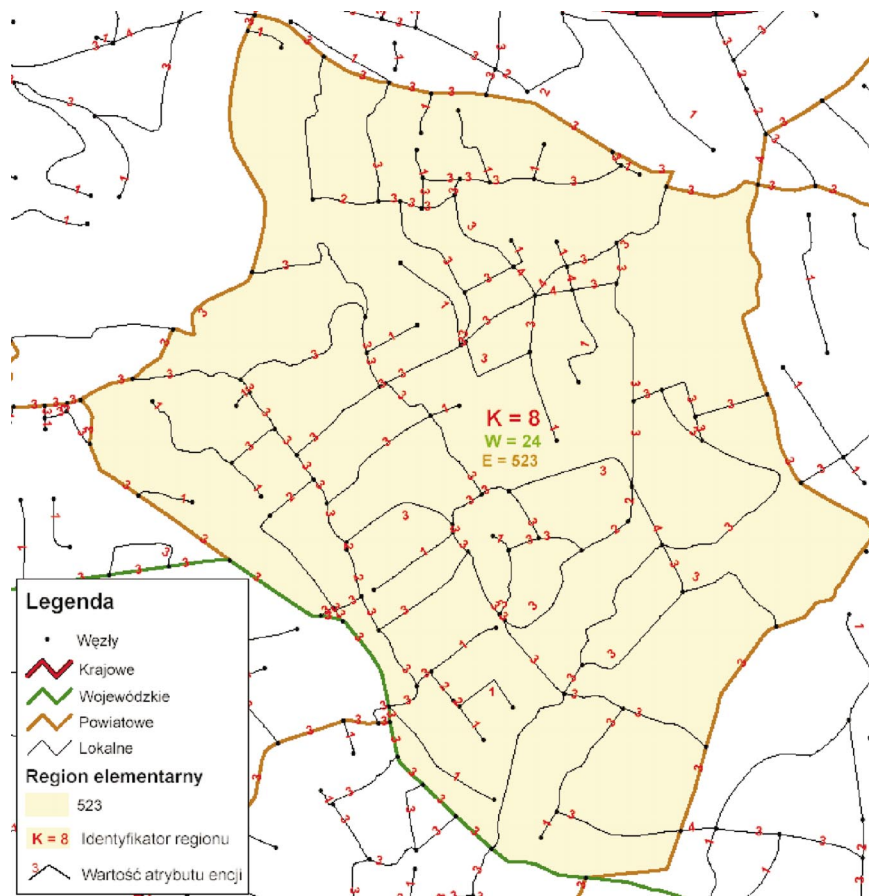
dr inż. Krystian Koziół
rlkoziol@cyf-kr.edu.pl
<http://argis.les.ar.krakow.pl>
tel/fax (012) 662 50 82



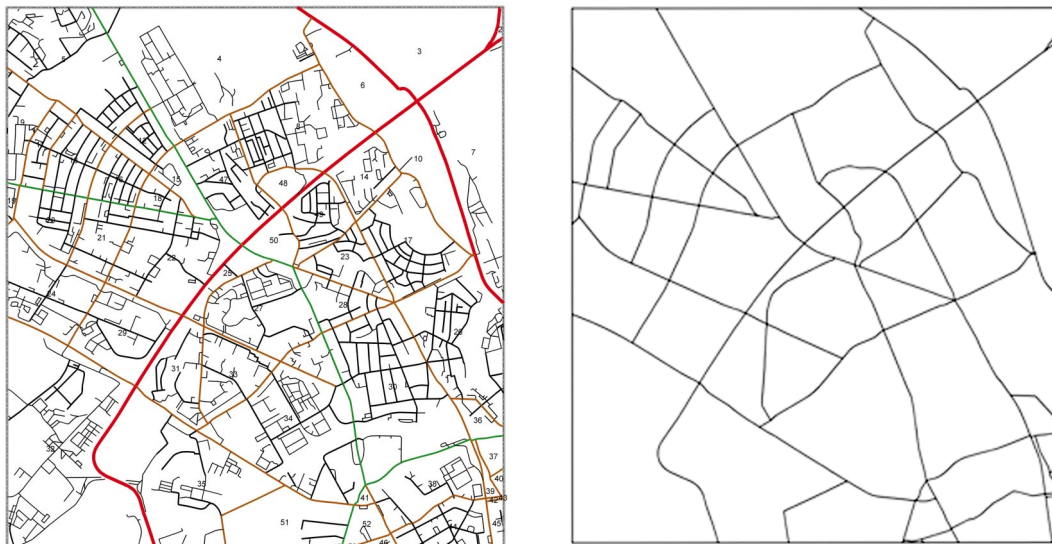
Rys. 2. Regiony klasy krajowej (kolor czerwony) i i wojewódzkiej (kolor zielony) na terenie miasta Krakowa



Rys. 3. Regiony utworzone dla dróg klasy krajowej (kolor czerwony) i wojewódzkiej (kolor zielony) dla sieci drogowej województwa małopolskiego



Rys. 4. Region elementarny klasy powiatowej o identyfikatorze 523



Rys. 5. Fragment TBD: a – sieć drogowa jako graf planarny z podziałem na drogi krajowe – czerwony, wojewódzkie – zielony, powiatowe – brązowy, pozostałe czarne; b – regiony elementarne utworzone na podstawie węzłów i krawędzi