

JANUSZ OSTROWSKI

Generalizacja w procesie tworzenia komputerowych map tematycznych w systemie TEMKART

Zarys treści. W artykule przedstawiono zasady generalizacji tematycznej treści map sporządzanych w komputerowym systemie TEMKART.

Szczegółowo omówiono zagadnienie generalizacji w trakcie kodowania przestrzennego rozmieszczenia kartowanych elementów, sporządzania map tematycznych o różnym stopniu uogólnienia ich treści oraz tworzenia zgeneralizowanych zbiorów danych kartograficznych.

Poczyniono próby sprecyzowania algorytmów różnych rodzajów generalizacji umożliwiających zaprogramowanie ich automatycznej realizacji przez komputer.

1. Wprowadzenie

Pojęcie kartograficznej generalizacji wiąże się ściśle z koniecznością uogólnienia treści, wynikającego z transformacji skali, tj. przejścia ze skali większej do mniejszej, czyli innymi słowy przejścia z mapy pierwotnej do mapy wtórnej (zgeneralizowanej). W tradycyjnych metodach opracowania map, proces uogólnienia treści cechuje się zazwyczaj dużą subiektywnością i z tego względu powszechnie uważa się, że jest on mało przydatny do ujęcia w sztywne normy. Z drugiej zaś strony, wielu kartografów dąży do sformalizowania procesu generalizacji i określenia zasad dla wprowadzenia tzw. generalizacji obiektywnej, opartej na sparametryzowanych specyficznych cechach treści mapy. Stworzenie takich zasad jest niezmiernie istotne w procesie komputerowego opracowania map, gdyż tylko takie ujęcie procesu generalizacji daje możliwość opracowania map w rozwiniętym szeregu skalowym.

W niniejszym artykule zostaną przedstawione zasady generalizacji z uwzględnieniem poszczególnych rodzajów występujących na różnych etapach konstruowania komputerowego obrazu mapy w systemie TEMKART.

2. Założenia ogólne

Zagadnienie generalizacji mapy tematycznej łączy w sobie dwie odrębne procedury:

— uogólnienie treści tematycznej kartowanego elementu (któremu niektórzy badacze nadają miano generalizacji merytorycznej) [3],

— przyporządkowanie obszarów elementarnych jednostek tematycznych, niemożliwych do zaznaczenia na mapie w skali mniejszej, do obszarów zajmowanych przez jednostki otaczające lub sąsiadujące (generalizacja formalna) [3].

Z problemem generalizacji łączą się następujące pojęcia określające elementy treści mapy pierwotnej i mapy zgeneralizowanej:

— elementarna jednostka tematyczna — wyróżnienie odpowiadające najniższej jednostce klasyfikacyjnej zaznaczonej na pierwotnej mapie tematycznej,

— zgeneralizowana jednostka tematyczna — wyróżnienie odpowiadające najniższej jednostce klasyfikacyjnej zaznaczonej na zgeneralizowanej mapie tematycznej, stanowiącej uogólnienie treści jednej lub większej liczby jednostek elementarnych,

— włączona jednostka tematyczna — jednostka tematyczna ulegająca generalizacji ze względu na zbyt mały areal występowania w obrębie kartowanego obszaru.

Realizacja procesu generalizacji treści tematycznej mapy wymaga zbudowania modelu przekształcenia jednostki elementarnej w jednostkę zgeneralizowaną. Model ten może być zbudowany w oparciu o kryteria opisowe wynikające z celu lub celów, jakim ma służyć mapa zgeneralizowana, lub też podstawą budowy modelu mogą być kryteria formalne, oparte na informatycznym sparametryzowaniu treści mapy pierwotnej oraz na założonej stracie informacji w procesie generalizacji, czyli na założonym stopniu generalizacji treści mapy [1].

Drugim ważnym elementem procesu generalizacji jest wyznaczenie najmniejszego obszaru występowania jednostki tematycznej prezentowanej na mapie zgeneralizowanej. Obszar ten wyznacza się na podstawie struktury powierzchniowej kartowanych elementów w odniesieniu do zachowania dostatecznej dokładności i czytelności mapy zgeneralizowanej.

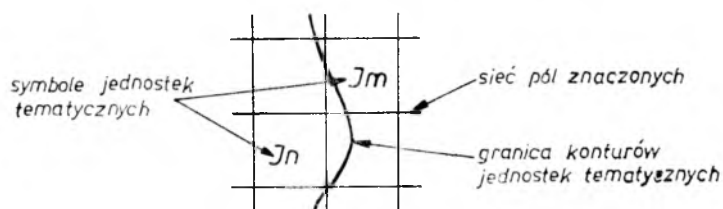
W przypadku map komputerowych, opartych na układzie odniesienia przestrzennego zawierającego podział na pola znaczone, pole podstawowe jest wyznacznikiem najmniejszego obszaru jednostki tematycznej prezentowanego na mapie.

Takie ujęcie problemu generalizacji jest niezbędne dla sformalizowania tego procesu w trakcie komputerowego sporządzania map. Stwarza ono bowiem możliwość konstrukcji algorytmu, będącego uporządkowanym schematem czynności (kroków) prowadzących do skonstruowania komputerowego obrazu mapy.

Konstrukcja takich algorytmów wymaga wprowadzenia jeszcze dwóch pojęć kartograficznych, wiążących się z informatycznym podejściem do komputerowej prezentacji treści map tematycznych. Wiążą się one z zasadami kodowania informacji kartograficznych w systemie pól znaczo-

nych i z nieadekwatnością zasięgów kartowanych jednostek tematycznych z układem sieci tych pól. Nieadekwatność tę ilustruje schematyczny rysunek 1.

Istotą i ograniczeniem, jakie stwarza komputerowa prezentacji treści mapy tematycznej w układzie pól znaczonych, jest możliwość przedstawienia tylko jednej jednostki tematycznej w danym polu znaczonej. Jednostka ta uzyskuje miano jednostki zasadniczej (reprezentującej dane pole znaczone).



Rys. 1

Dla zwiększenia dokładności obliczeń powierzchni kartowanych elementów, w trakcie kodowania istnieje możliwość zaznaczenia występowania w danym polu znaczonej zasięgu drugiej jednostki tematycznej, którą określa się mianem jednostki występującej.

W procesie komputerowego sporządzania map generalizacja występuje na etapie kodowania danych kartograficznych, powstawania obrazu podstawowej mapy tematycznej, tworzenia zgeneralizowanych zbiorów danych tematycznych oraz powstawania mapy wynikowej.

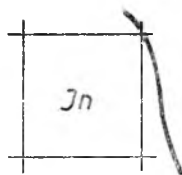
3. Generalizacja w trakcie kodowania przestrzennego rozmieszczenia kartowanych elementów

Kodowanie kartowanych elementów treści mapy polega na przyporządkowaniu poszczególnych pól znaczonych wyróżnionym na mapie jednostkom tematycznym. Wspomniana już w poprzednim rozdziale nieadekwatność zasięgów tych jednostek z układem sieci pól znaczonych stwarza konieczność generalizacji granic konturów jednostek tematycznych względem siatki tych pól. Czynność tę można określić mianem generalizacji pierwotnej.

Ma ona bardzo istotne znaczenie, ponieważ jest bezpośrednio związana z zachowaniem struktury przestrzennej kartowanych elementów, prezentowanej na mapie zgeneralizowanej. Równocześnie musi być ściśle przestrzegana zasada ekwiwalentnej równopowierzchniowości, aby w maksymalnym stopniu zachować strukturę powierzchniową jednostek tematycznych.

Podstawę algorytmu tej generalizacji tworzą następujące przypadki:

1. Pole znaczone ($P_{x,y}$) należy do jednej jednostki tematycznej Jn : $P_{x,y} \in Jn$ (rys. 2).

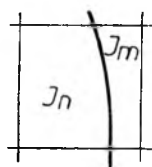


Rys. 2

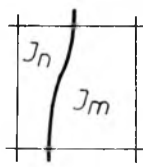
2. Pole znaczone ($P_{x,y}$) należy do dwóch jednostek tematycznych Jn i Jm . Jeżeli obszar zajmowany przez jedną jednostkę w obrębie pola znaczonego jest większy od obszaru zajmowanego przez drugą jednostkę ($Jn > Jm$ lub $Jm > Jn$), to odpowiednio $P_{x,y} \in Jn$ (rys. 3) lub $P_{x,y} \in Jm$ (rys. 4). Jeżeli obszary zajmowane przez obie jednostki są równe (rys. 5) czyli $Jn = Jm$, wówczas decyzję czy $P_{x,y} \in Jn$ czy $P_{x,y} \in Jm$ należy

ich jednostek

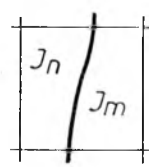
podjąć na podstawie analizy struktury przestrzennej kodowanego fragmentu mapy i ustalenia, która z tych jednostek uzyska miano jednostki zasadniczej, tzn. prezentowanej na mapie.



Rys. 3

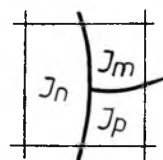


Rys. 4

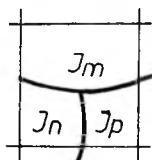


Rys. 5

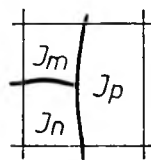
3. Pole znaczone ($P_{x,y}$) należy do trzech jednostek tematycznych Jn , Jm , Jp . Jeżeli obszar jednej z jednostek jest większy od obszaru zajmowanego przez każdą z pozostałych ($Jn > Jm$ i $Jn > Jp$ lub $Jm > Jn$ i $Jm > Jp$ lub $Jp > Jn$ i $Jp > Jm$), wówczas odpowiednio $P_{x,y} \in Jn$ (rys. 6), bądź $P_{x,y} \in Jm$ (rys. 7), bądź $P_{x,y} \in Jp$ (rys. 8). W przypadku, gdy obszary wszystkich jednostek w obrębie danego pola są równe, (rys. 9) czyli $Jn = Jm = Jp$, wówczas decyzję, czy $P_{x,y} \in Jn$, czy $P_{x,y} \in Jm$, czy $P_{x,y} \in Jp$ należy podjąć na podstawie analizy struktury przestrzennej kodowanego fragmentu mapy i ustalenia, która z tych jednostek uzyska miano jednostki zasadniczej, tzn. prezentowanej na mapie.



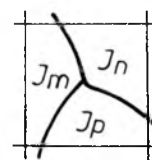
Rys. 6



Rys. 7



Rys. 8



Rys. 9

4. Przypadki przynależności pola znaczonego ($P_{x,y}$) do większej liczby jednostek tematycznych praktycznie nie występują i dlatego nie zostały rozpatrzone.

W przypadku kodowania treści map charakteryzujących się znaczną liczbą jednostek elementarnych (np. pokrywa glebowa), których bezpośrednia prezentacja na mapie pierwotnej byłaby niemożliwa ze względu na potrzebę zachowania czytelności tej mapy, zachodzi konieczność wstęp-

nej generalizacji treści jednostek tematycznych. Wiąże się ona z procesem inwentaryzacji jednostek elementarnych i dokonywana jest ręcznie przez specjalistę kartografa. Algorytm do tej generalizacji zawarty jest w tzw. „tabelach generalizacyjnych” wyrażających zasady łączenia jednostek elementarnych w jednostki zgeneralizowane.

W niektórych przypadkach generalizacja wstępna może być realizowana automatycznie przez komputer.

Jest to możliwe wówczas, gdy można generalizować poszczególne elementy treści jednostek elementarnych (Ee) i przyporządkowywać je selektywnie odpowiednim elementom treści jednostek zgeneralizowanych (Eg). Model takiej generalizacji przedstawić można w sposób następujący:

J					
Ee_1	Ee_2	.....	Ee_k	.....	Ee_n
Eg_1	Eg_2	.....	Eg_k	.....	Eg_n
JG					

gdzie

$k = 1, 2, \dots, n,$

J — elementarna jednostka tematyczna

JG — zgeneralizowana jednostka tematyczna

Ee_k — k -ty element treści jednostki elementarnej

Eg_k — k -ty element treści jednostki zgeneralizowanej

Ee_k													
Ee_{k_1}	Ee_{k_2}	....	Ee_{k_p}	....	Ee_{k_j}	$Ee_{k_{j+1}}$	....	Ee_{k_t}	....	Ee_{k_v}$	....	Ee_{k_{m-1}}$	Ee_{k_m}
Eg_{k_1}				....	Eg_{k_j}				....	Eg_{k_t}			
Eg_k													

gdzie

$i = 1, 2, \dots, p, \dots, t, \dots, v, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, l, 1 \leq l < m$

Ee_{ki} — i -te wyróżnienie k -tego elementu treści jednostki elementarnej

Eg_{kj} — j -te wyróżnienie k -tego elementu treści jednostki zgeneralizowanej

Tak skonstruowany model stanowi podstawę do sformułowania następującego algorytmu generalizacji:

$$\begin{aligned} J &= \langle Ee_1, Ee_2, \dots, Ee_k, \dots, Ee_n \rangle \\ JG &= \langle Eg_1, Eg_2, \dots, Eg_k, \dots, Eg_n \rangle \\ Ee_k &= \langle Ee_{k1}, Ee_{k2}, \dots, Ee_{kl}, \dots, Ee_{km} \rangle \\ Eg_k &= \langle Eg_{k1}, Eg_{k2}, \dots, Eg_{kl}, \dots, Eg_{kv} \rangle \quad 1 \leq l < m \end{aligned}$$

$$\left. \begin{array}{c} Ee_{ki} \\ Ee_{ki+1} \\ \vdots \\ Ee_{kt} \end{array} \right\} \xrightarrow{G_p} Eg_{kj}$$

gdzie

$$1 \leq t < m,$$

G — operacja generalizacji prostej.

Opracowanie konkretnego systemu wiąże się z koniecznością przygotowania tabel generalizacyjnych lub algorytmów generalizacji wstępnej dla tych map tematycznych, na których nie będą prezentowane jednostki elementarne.

Kodowanie przestrzennego rozmieszczenia jednostek tematycznych i ich wstępna generalizacja odnoszą się do regionalnej części systemu TEMKART, ponieważ na tym etapie powstawać będą elementarne zbiory danych kartograficznych.

4. Generalizacja powierzchniowa przy sporządzaniu podstawowej mapy tematycznej

Wyznacznikiem najmniejszego obszaru zajmowanego przez jednostkę tematyczną, zaznaczonego na komputerowej mapie, jest pojedyncze pole znaczone, tzw. kontur „jednopolowy”. Możliwość prezentacji tego obszaru wiąże się z warunkami technicznymi rysunku treści mapy, tj. z wymiarami powierzchni mapy jaką zajmuje pole znaczone oraz z konstrukcją symbolu identyfikującego kartowaną jednostkę tematyczną i zachowaniem jego czytelności na mapie.

W systemie TEMKART wymiary pól znaczonych służących do kodowania treści map mają w przybliżeniu wymiary 10×10 mm, natomiast ich wielkość na mapie wynikowej jest pomniejszona czterokrotnie, co daje możliwość czytelnego oznakowania najmniejszego konturu za pomocą symbolu jednoznakowego. Nie zawsze jednak jest to możliwe. Przeważnie liczba wyróżnień przekracza liczbę cyfr, liter lub możliwych do rozróżnienia znaków graficznych. Zachodzi wówczas potrzeba stosowania symboli wieloznakowych.

Przeprowadzone badania nad generalizacją powierzchniową treści mapy tematycznej, w odniesieniu do zachowania struktur zmienności prze-

strzennej kartowanych elementów, wykazały możliwość przyjęcia dwóch sąsiadujących ze sobą pól znaczonych należących do tej samej jednostki tematycznej jako minimalnego obszaru prezentowanego na mapie, tzw. kontur „dwupolowy”. Ustalenie takiego wyznacznika minimalnego konturu pozwala na stosowanie symboli dwu- lub trzysznakowych.

Z drugiej strony jednak tak sformułowane kryterium wiąże się z potrzebą generalizacji powierzchniowej, wyrażającej się w likwidacji konturów „jednopolowych”.

Dla skonstruowania algorytmu tej generalizacji przyjmuje się następujące zasady:

1. „Jednopolowy” kontur występujący wewnątrz większego konturu jednostki tematycznej zostaje włączony do tego konturu. Zapis tej zasady jest następujący:

jeżeli $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Ji$, $P_{x+1,y} \in Ji$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jk$, $P_{x+1,y+1} \in Ji$, $P_{x-1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Ji$
to $K_j \langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x+1,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x,y+1}, P_{x+1,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2} \rangle \in Ji$

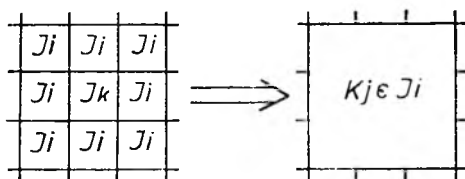
gdzie

$P_{x,y}$ — pole podstawowe oznaczone współrzędnymi x, y ,

Ji — i -ta jednostka tematyczna,

Kj — j -ty kontur jednostki tematycznej,

a rozmieszczenie jednostek tematycznych w polach znaczonych i ich podział na kontury ilustruje schemat 1.



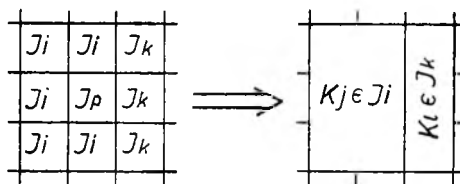
Schemat 1

2. „Jednopolowy” kontur występujący na granicy dwóch lub większej liczby konturów zostaje włączony do konturu graniczącego z nim z lewej strony. Taka zasada wiąże się z ułatwieniem tworzenia komputerowego rysunku treści mapy. Jej zapis ma postać następującą:

jeżeli $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Ji$, $P_{x+1,y} \in Jk$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jp$, $P_{x+1,y+1} \in Jk$, $P_{x-1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Jk$
to $K_j \langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2} \rangle \in Ji$
a $K_l \langle P_{x+1,y}, P_{x+1,y+1}, P_{x+1,y+2} \rangle \in Jk$

gdzie oznaczenia jak wyżej, a rozmieszczenie jednostek tematycznych w polach znaczonych ilustruje schemat 2.

3. W przypadku sąsiedztwa dwóch konturów „jednopolowych” tworzy się kontur „dwupolowy”, oznaczony symbolem jednostki prezentowanej

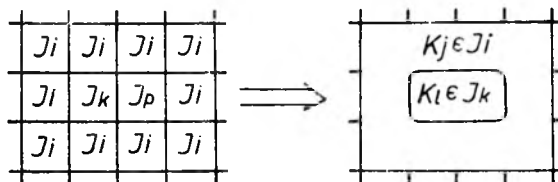


Schemat 2

przez pole występujące ze strony lewej lub powyżej pola zgeneralizowanego. Zapis tej zasady ma więc dwa warianty:

- I — jeżeli $P_{x-1,y} \in J_i$, $P_{x,y} \in J_i$, $P_{x+1,y} \in J_i$, $P_{x+2,y} \in J_i$, $P_{x-1,y+1} \in J_i$, $P_{x,y+1} \in J_k$, $P_{x+1,y+1} \in J_p$, $P_{x+2,y+1} \in J_i$, $P_{x-1,y+2} \in J_i$, $P_{x,y+2} \in J_i$, $P_{x+1,y+2} \in J_i$, $P_{x+2,y+2} \in J_i$
to $K_j \langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x+1,y}, P_{x+2,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x+2,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2}, P_{x+2,y+2} \rangle \in J_i$,
a $K_l \langle P_{x,y+1}, P_{x+1,y+1} \rangle \in J_k$,

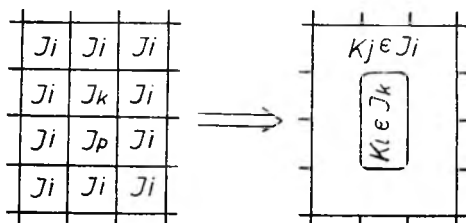
gdzie oznaczenia jak w pkt 1, a rozmieszczenie jednostek tematycznych w polach znaczonych ilustruje schemat 3.



Schemat 3

- II — jeżeli $P_{x-1,y-1} \in J_i$, $P_{x,y-1} \in J_i$, $P_{x+1,y-1} \in J_i$, $P_{x-1,y} \in J_i$, $P_{x,y} \in J_k$, $P_{x+1,y} \in J_i$, $P_{x-1,y+1} \in J_i$, $P_{x,y+1} \in J_p$, $P_{x+1,y+1} \in J_i$, $P_{x+1,y+2} \in J_i$, $P_{x,y+2} \in J_i$, $P_{x+1,y+2} \in J_i$
to $K_j \langle P_{x-1,y-1}, P_{x,y-1}, P_{x+1,y-1}, P_{x-1,y}, P_{x+1,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x+1,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2} \rangle \in J_i$
a $K_l \langle P_{x,y}, P_{x,y+1} \rangle \in J_k$,

gdzie oznaczenia jak w pkt 1, a rozmieszczenie jednostek tematycznych w polach znaczonych ilustruje schemat 4.



Schemat 4

4. Jeżeli występuje obok siebie większa liczba konturów „jednopolowych”, to tworzy się z nich kontury „dwupolowe” według zasady podanej w pkt 3.

5. Generalizacji nie podlegają kontury „jednopolowe” stanowiące charakterystyczne elementy struktury przestrzennej jednostek tematycznych.

Dla ułatwienia percepcji powyższych zasad podaje układ pól znaczo-nych użytych w zapisie algorytmu (schem. 5).

$P_{x-1,y-1}$	$P_{x,y-1}$	$P_{x+1,y-1}$	$P_{x+2,y-1}$
$P_{x-1,y}$	$P_{x,y}$	$P_{x+1,y}$	$P_{x+2,y}$
$P_{x-1,y+1}$	$P_{x,y+1}$	$P_{x+1,y+1}$	$P_{x+2,y+1}$
$P_{x-1,y+2}$	$P_{x,y+2}$	$P_{x+1,y+2}$	$P_{x+2,y+2}$

Schemat 5

W przypadku występowania niewielkiej liczby jednostek tematycznych wyróżnionych na mapie, algorytm generalizacji można oprzeć na kryterium hierarchizacji podobieństwa wyróżnionych jednostek, którą można ustalić na zasadach merytorycznej analizy elementów ich treści lub w sposób sformalizowany, wykorzystując tzw. metodę identycznościowania [1]. Jako standard do systemu TEMKART przyjmuje się łączenie pól na zasadzie sąsiedztwa.

5. Generalizacja treści map tematycznych związana z tworzeniem zgeneralizowanych zbiorów danych kartograficznych

Tworzenie zgeneralizowanych zbiorów danych wiąże się ze zmianą skali map wynikowych. Zakłada się, że będzie ona dwukrotnie mniejsza niż skala map podstawowych. Takie zmniejszenie liniowe powoduje czterokrotne zmniejszenie powierzchniowe. Zmniejszenie to jest wyznacznikiem stopnia generalizacji powierzchniowej mapy podstawowej. Wyraża się on koniecznością prezentacji w jednym polu wyższego rzędu (odpowiadającym układowi odniesienia przestrzennego map wynikowych) treści zawartej w czterech polach znaczonych mapy podstawowej.

Ta zasada określa charakter algorytmu generalizacji, który łączy w sobie dwie procedury: generalizację merytoryczną i generalizację powierzchniową (formalną).

Z uwagi na konieczność dokonania generalizacji powierzchniowej niezbędne jest wcześniejsze przeprowadzenie generalizacji merytorycznej, bowiem poprzez uogólnienie treści jednostki tematycznej wzrasta prawdopodobieństwo identyczności treści zakodowanej w polach znaczonej należących do różnych jednostek elementarnych. Ogranicza to w znacznym stopniu konieczność przyporządkowywania powierzchniowego sąsiadujących ze sobą pól znaczonej. Generalizacja merytoryczna powinna więc poprzedzać generalizację formalną (powierzchniową).

Uogólnienie treści jednostek tematycznych w procesie generalizacji merytorycznej zależy od stopnia komprymacji elementów treści jednostki zgeneralizowanej.

Jeżeli komprymacja elementów treści jednostek tematycznych nie występuje, mamy do czynienia z prostą generalizacją merytoryczną, której zasady i algorytm przedstawiono w końcowej części działu 2. W przypadku komprymacji elementów treści kartowanych jednostek tematycznych stosujemy złożoną generalizację merytoryczną.

Automatyzacja procesu tej generalizacji opiera się na następującym modelu:

J													
Ee_1	Ee_2	....	Ee_l	....	Ee_t	Ee_{t+1}	....	Ee_t	....	Ee_v	....	Ee_{n-1}	Ee_n
Eg_1				....	Eg_j				....	Eg_m			
JG													

gdzie

$i = 1, 2, \dots, l, \dots, t, \dots, v, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad n > m,$

Ee_i — i -ty element treści jednostki elementarnej,

Eg_j — j -ty element treści jednostki zgeneralizowanej,

a pozostałe oznaczenia jak poprzednio.

Sformułowany w oparciu na tym modelu algorytm generalizacji złożonej ma następującą postać:

$J = \langle Ee_1, Ee_2, \dots, Ee_l, \dots, Ee_n \rangle,$

$JG = \langle Eg_1, Eg_2, \dots, Eg_j, \dots, Eg_m \rangle,$

gdzie

$n > m$

$$\left. \begin{array}{c} Ee_i \\ Ee_{i+1} \\ \vdots \\ Ee_t \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Gz}} Eg_j,$$

gdzie

$$1 \leq t < n$$

Gz — operacje generalizacji złożonej.

Generalizacja złożona powinna być poprzedzona generalizacją prostą. Istota jej bowiem, polegająca na łączeniu elementów treści, wyraża się przyporządkowaniem określonych wyróżnień elementu treści zgeneralizowanej jednostki niższego rzędu danemu elementowi treści zgeneralizowanej jednostki wyższego rzędu. Rozwinięcie tej zasady na podstawie zapisu algorytmu generalizacji złożonej wskazuje, że danemu elementowi treści zgeneralizowanej jednostki wyższego rzędu mogą być przyporządkowane wyróżnienia większej liczby elementów treści zgeneralizowanej jednostki niższego rzędu.

Uściślenie algorytmu generalizacji złożonej będzie więc miało następującą postać:

$$\left. \begin{array}{c} NEg_{kj} \\ NEg_{kj+1} \\ \vdots \\ NEg_{kt} \\ \vdots \\ NEg_{pt} \\ \vdots \\ NEg_{pt+1} \\ \vdots \\ NEg_{pq} \end{array} \right\} \xRightarrow{Gz} WEg_{lw}$$

gdzie

NEg_{kj}, NEg_{kt} — j -te i t -te wyróżnienie k -tego elementu treści jednostki zgeneralizowanej niższego rzędu

NEg_{pi}, NEg_{pq} — i -te i q -te wyróżnienie p -tego elementu treści jednostki zgeneralizowanej niższego rzędu

WEg_{lw} — w -te wyróżnienie l -tego elementu treści jednostki zgeneralizowanej wyższego rzędu.

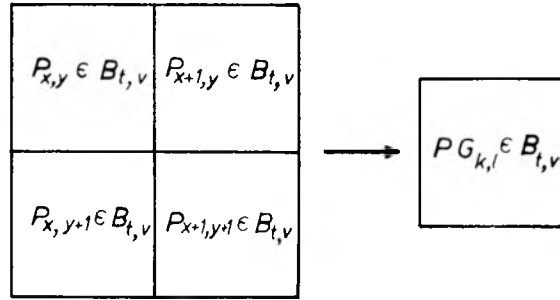
Istotę generalizacji formalnej (powierzchniowej) wyraża schemat graficzny nr 6,

gdzie

$P_{x,y}$ — pole znaczone wyznaczone współrzędnymi x, y ,

$PG_{k,l}$ — pole wyższego rzędu wyznaczone współrzędnymi k, l ,

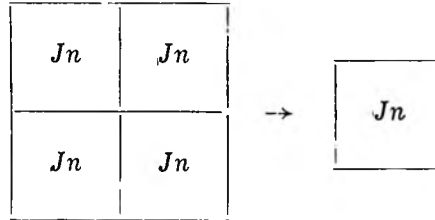
$B_{t,v}$ — blok pól znaczonych wyznaczony słupem t i pasem v .



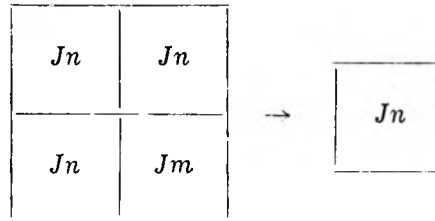
Schemat 6

Skonstruowany na podstawie tego schematu algorytm generalizacji tworzą następujące zasady przyporządkowania pól znaczonych w obrębie danego bloku $(B_{t,v})$, które dodatkowo zilustrowano graficznie:

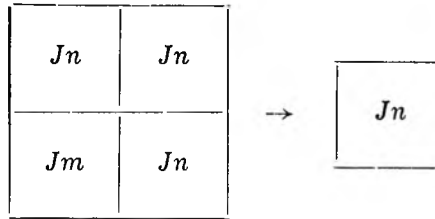
- 1) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



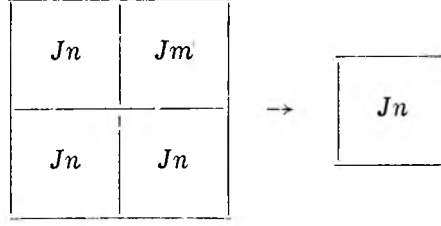
- 2) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jm \rangle$



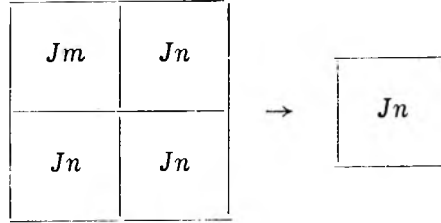
- 3) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jm, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



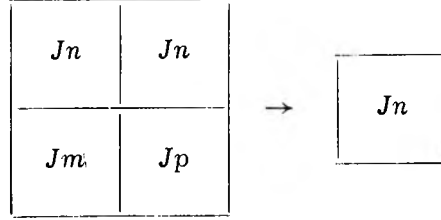
- 4) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jm, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



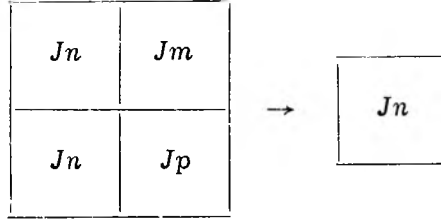
5) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jm, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



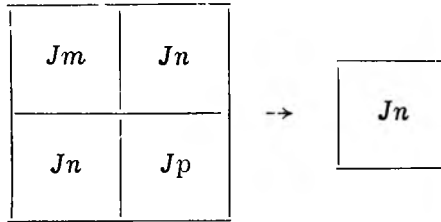
6) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jm, P_{x+1,y+1} \in Jp \rangle$



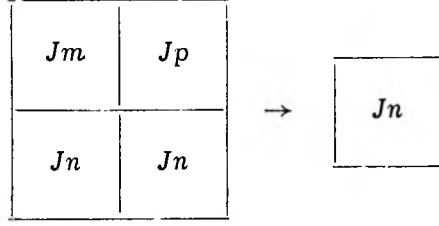
7) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jm, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jp \rangle$



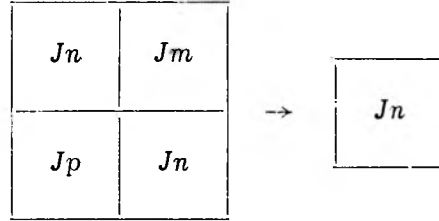
8) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jm, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jp \rangle$



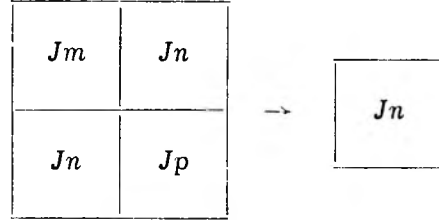
9) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jm, P_{x+1,y} \in Jp, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



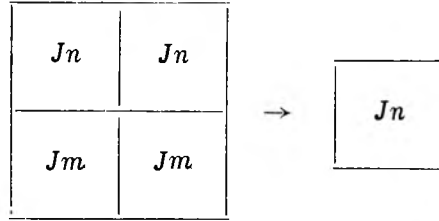
10) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jm, P_{x,y+1} \in Jp, P_{x+1,y+1} \in Jn \rangle$



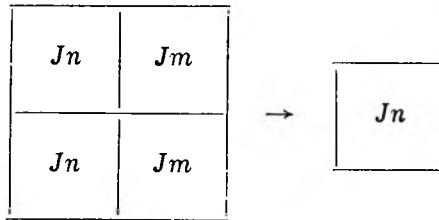
11) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jm, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jp \rangle$



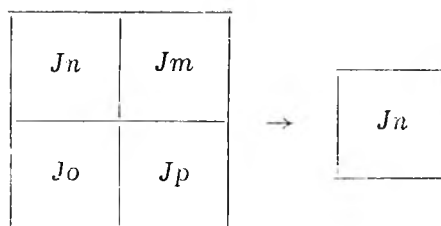
12) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jn, P_{x,y+1} \in Jm, P_{x+1,y+1} \in Jm \rangle$



13) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jm, P_{x,y+1} \in Jn, P_{x+1,y+1} \in Jm \rangle$



14) $PG_{k,l} \in Jn \langle P_{x,y} \in Jn, P_{x+1,y} \in Jm, P_{x,y+1} \in Jo, P_{x+1,y+1} \in Jp \rangle$



gdzie oznaczenia parametrów takie jak poprzednio.

Takie ujęcie algorytmu generalizacji formalnej daje możliwość analizy jednorodności konturów na wynikowej mapie tematycznej.

Jak wskazują zamieszczone rysunki, zasady przyporządkowania odpowiadające pozycjom 6 — 11 i 14 mają swoje mutacje, ze względu na wzajemne położenie pól znaczonego zajmowanego przez jednostki tematyczne różne od J_n . Jednak dla zachowania przejrzystości istoty algorytmu nie zostały one podane, ponieważ nie wpływają na decyzje generalizacyjne.

Decyzje generalizacyjne układów równoważnych (pozycje 12, 13, 14) można jeszcze uściślić poprzez badania podobieństwa jednostek zawartych w czwórkowej sekwencji pól znaczonego z jednostkami występującymi w sąsiadujących polach wyższego rzędu (w których dokonano już generalizacji). Spowoduje to jednak powstanie skomplikowanego algorytmu i wydłuży znacznie czas badania podobieństwa treści pól znaczonego przez komputer, co może być nieadekwatne do uzyskanego zwiększenia wierności odwzorowania przestrzennej struktury kartowanych elementów.

Przedstawione wyżej zasady generalizacji merytorycznej znajdą zastosowanie w części krajowej systemu, w którym nie przewiduje się tworzenia zasobów informatycznych drogą bezpośredniego kodowania przestrzennego rozmieszczenia kartowanych elementów.

6. Generalizacja powierzchniowa przy sporządzaniu zgeneralizowanej mapy tematycznej

Sekwens tematycznych map komputerowych powstających w wyniku następujących po sobie etapów generalizacji oparty jest na kolejnym dwukrotnym zmniejszeniu skali mapy. Wiąże się to z konstrukcją układu odniesienia przestrzennego, a w szczególności z zasadą przekształcania czwórki pól znaczonego niższego rzędu w jedno pole znaczone wyższego rzędu [2]. Zagadnienie to było omówione w poprzednim dziale. Ma ono szczególne znaczenie przy sporządzaniu komputerowego rysunku mapy. Powoduje bowiem zachowanie równowymiarowości pól znaczonego tworzących obrazy map wynikowych.

Przeprowadzone badania, dotyczące maksymalnego przybliżenia granic konturów zaznaczonych na mapach sporządzanych przez komputer do ich

naturalnego przebiegu oraz maksymalnego zachowania naturalnych kształtów konturów wykazały, że najbardziej racjonalne wymiary pola znaczonego reprezentującego minimalny obszar występowania kartowanego elementu nie mogą przekraczać $2,5 \times 2,5$ mm w skali mapy zgeneralizowanej.

Zachowanie jednakowych wymiarów pól znaczonych niezależnie od skali mapy stwarza możliwość przyjęcia zasad generalizacji powierzchniowej, stosowanych przy sporządzaniu wynikowych map tematycznych, analogicznych do tych, jakie stosuje się przy tworzeniu mapy podstawowej. Zostały one przedstawione w dziale 4.

Jeżeli w zgeneralizowanym zbiorze danych zawarte będą informacje dotyczące jednorodności pól wyższego rzędu, to można je wykorzystać do uściślenia zasad generalizacji konturów „jednopolowych”.

Dotyczy to przypadku, gdy kontur „jednopolowy” graniczy z dwoma konturami różnych jednostek tematycznych. Algorytm generalizacji można wówczas uzupełnić badaniem podobieństwa czwórkowej sekwencji konturu „jednopolowego”. Wystąpienie w niej ćwiartki identycznej z jedną z sąsiadujących jednostek przesądzi o wyniku generalizacji takiego konturu.

Zasadę tę można zastosować również przy symbolizowaniu konturów „dwupolowych”, składających się z różnych jednostek.

L I T E R A T U R A

- [1] Ostrowski J.: *Elementy teorii diagnozy w badaniach środowiska glebowo-przyrodniczego*. PT Gleb., z. 27, Warszawa 1974.
- [2] Podlacha K.: *Jednolita sieć pól podstawowych jako układ odniesień przestrzennych do kodowania informacji w systemie PROMEL*. Prace IGiK, T. XXX, z. 1, 1983.
- [3] Strzemiński M.: *Myśli przewodnie kartografii gleboznawczej dla potrzeb rolnictwa*. Pamiętnik Puławski z. 22, PIWRiL, 1966.

Recenzowała: doc. dr inż. Krystyna Podlacha

JANUSZ OSTROWSKI

Generalization in the process of computer producing the thematic maps in the TEMKART system

Abstract. The principles of thematic generalization of the content of maps elaborated in the TEMKART computer system are considered in the paper. Problems connected with generalization in the course of coding the spatial distribution of map elements, elaboration of thematic maps with various levels of details and creation of generalized cartographic data sets are detailly discussed.

The author has attempted to design the algorithms of various kinds of generalization enabling the programming of their automatic implementation by the computer.

1. Introduction

The term „cartographic generalization” is closely connected with a necessity of generalization of the content, resulting from scale conversion, i.e. passing from the larger scale to the smaller scale. In other words, there is transition from the source map to the secondary (generalized) map.

In the traditional methods of map elaboration the process of generalization of the content is usually characterized by great subjectivity. That is why it is commonly considered to be of small use, for putting in the rigid exact norms. On the other hand, numerous cartographers aim at formalization of generalization process, and determination of the principles for introducing the so called objective generalization, based on the parametric, specific features of the map content. Formulation of such principles is particularly important in the process of computer assisted map elaboration, because only such comprehension of the process of generalization gives a possibility for editing the maps in a full range of scales.

The presented paper concerns the determined principles for generalization with regard to its particular kinds implemented at different stages of construction of the computer image of the map in the TEMKART system.

2. General assumptions

The question of generalization of the thematic map combines two different procedures. Namely:

- generalization of the thematic content of the mapped element called by some research workers as the essential generalization [3],
- assigning of areas of elementary thematic units, impossible to be marked on the map designed at the smaller scale, to areas occupied by the surrounding units or next to these areas (a formal generalization) [3].

With the problem of generalization the following terms determining the elements of the source map content and of the already generalized map are connected, namely:

- the elementary thematic unit — a distinguishing corresponding to the lowest classification unit marked on the source thematic map,
- the generalized thematic unit — the distinguishing corresponding to the lowest classification unit marked on the generalized thematic map, being a generalization of the content of one or more elementary units,
- the included thematic unit — the thematic unit generalized due to its too small area of occurrence within the mapped region.

Accomplishment of the process of generalization of the thematic map content requires the construction of the model of converting an elementary unit into the generalized unit. This model may be constructed on the ground of the descriptive criteria resulting from a purpose or purposes of the generalized map. Moreover, a basis for construction of the just mentioned model may be formal criteria based on digital parametrization of the source map content, and on the assumed information loss in the course of the generalization process, i.e. on the assumed degree of generalization of the map content [1].

The second essential element of the generalization process is the determination of the smallest area of occurrence of the thematic unit presented on the generalized map. This area is determined on the basis of the structure of areas of the mapped elements with reference to preserving a satisfactory accuracy and legibility of the generalized map.

In a case of computer maps based on the spatial reference system containing the division into the marked sites, the basis site is the determinant of the smallest area of the thematic unit displayed on the map.

Such a formulation of generalization is indispensable for formalization of this process during the computer assisted editing of maps, as it gives possibility to construct the algorithm, which is well-ordered scheme of operations (steps) leading to making the computer image of the map.

Construction of such algorithms requires the introduction of two additional cartographical terms, connected with computer presentation of thematic maps content. These terms are connected with the rules of coding cartographic data in the system of marked sites and with inadequacy of ranges of mapped thematic units and the system of networks of these sites. Such situation is schematically illustrated in fig. 1.

The point of the matter and limitation caused by the computer presentation of thematic map content in the system of marked sites is the possibility of presentation only one thematic unit in the given marked site. This unit receives the term a „basic unit” (representing the given marked site).

For improvement of the accuracy of calculations of a size of the mapped elements, in the course of coding arises a possibility of marking an occurrence in the given marked site of the range of the second thematic unit which is designated as the term of an „occurring unit”.

During the process of computer map elaboration the generalization takes place at the stage of coding the cartographic data, formation of the image of the basic thematic map, creation of the generalized files of thematic data and during the process of forming the resulting map.

3. Generalization in the course of coding the spatial distribution of the mapped elements

Coding the mapped elements of a map content relies upon assigning particular marked sites to thematic units distinguished on the map. The above mentioned inadequacy of the ranges of these units with the system of networks of the marked sites induces the necessity of generalization of the borders of contours of the thematic units in relation to the network of these sites. This operation may be called as the origin generalization.

This generalization is of essential meaning, because it is closely connected with preserving the spatial structure of the mapped elements, presented on the generalized map. Simultaneously, the principle of equivalent equisuperficiality must be strictly kept in order to preserve the superficial structure of the thematic units.

The base of the algorithm of this generalization is formed by the following cases:

1. The marked site $(P_{x,y})$ belongs to one thematic unit Jn : $P_{x,y} \in Jn$ (Fig. 2).
2. The marked site $(P_{x,y})$ belongs to two thematic units Jn and Jm . If the region occupied by one unit within the marked site is larger than

the region occupied by the second unit ($J_n > J_m$ or $J_m > J_n$), then $P_{x,y} \in J_n$ (Fig. 3) or $P_{x,y} \in J_m$ (Fig. 4), respectively. If the regions occupied by both units are equal (Fig. 5), i.e. $J_n = J_m$, the decision if $P_{x,y} \in J_n$ or $P_{x,y} \in J_m$ should be undertaken on the basis of analysis of spatial structure of coded part of the map and the determination which of these units will become the basis unit, i.e. the unit presented on the map.

3. The marked site ($P_{x,y}$) belongs to three thematic units J_n, J_m, J_p . If the region of one of these units is larger than the region occupied by each of the remaining units ($J_n > J_m$ and $J_n > J_p$ or $J_m > J_n$ and $J_m > J_p$ or $J_p > J_m$ and $J_p > J_n$) then $P_{x,y} \in J_n$ (Fig. 6), either $P_{x,y} \in J_m$ (Fig. 7), or $P_{x,y} \in J_p$ (Fig. 8), respectively. In the case when the regions of all units within the given site are equal (Fig. 9), i.e. $J_n = J_m = J_p$, then the decision whether $P_{x,y} \in J_n$ or $P_{x,y} \in J_m$, or $P_{x,y} \in J_p$ should be taken on the basis of the analysis of the spatial structure of the coded fragment of the map, and determination which of these units will gain the term of the basis unit, i.e. that presented on the map.

4. Cases of attachment of the marked site ($P_{x,y}$) to the greater number of thematic units do not occur in practice, and therefore they are not considered in the paper.

In the case of coding the map contents being characterized by a significant number of elementary units (for instance, soil cover), the direct presentation of which on the source map would be impossible, due to the necessity of preserving the legibility of this map, arises the necessity of an initial generalization of the thematic units content. It is connected with the process of inventory of elementary units and is performed manually by a specialist — cartographer. The algorithm of this generalization is comprised in the so called „generalization tables” expressing the principles of merging the elementary units into the generalized units.

In some cases the initial generalization may be realized automatically by the computer.

It is possible in a case when particular elements of contents of the elementary units (Ee) may be generalized and assigned selectively to appropriate elements of contents of generalized units (Eg). The model of such generalization may be presented in the following way:

J					
Ee_1	Ee_2	.....	Ee_k	.....	Ee_n
Eg_1	Eg_2	.....	Eg_k	.....	Eg_n
JG					

where

- $k = 1, 2, \dots, n$,
 J — the elementary thematic unit,
 JG — the generalized thematic unit,
 Ee_k — the k -th element of the elementary unit content,
 Eg_k — the k -th element of the generalized unit content

Ee_k													
Ee_{k_1}	Ee_{k_2}	....	Ee_{k_p}	....	Ee_{k_j}	$Ee_{k_{j+1}}$	....	Ee_{k_t}	....	Ee_{k_v}$	....	Ee_{k_{m-1}}$	Ee_{k_m}
Eg_{k_1}				....	Eg_{k_j}				....	Eg_{k_l}			
Eg_k													

where

- $i = 1, 2, \dots, p, \dots, t, \dots, v, \dots, m$,
 $j = 1, 2, \dots, l, 1 \leq l \leq m$,
 Ee_{ki} — i -th distinguishing of k -th element of the elementary unit content,
 Eg_{kj} — j -th distinguishing of k -th element of the generalized unit content.

Thus constructed model constitutes a basis for formulation of the following algorithm of generalization:

$$\begin{aligned}
 J &= \langle Ee_1, Ee_2, \dots, Ee_k, \dots, Ee_n \rangle, \\
 JG &= \langle Eg_1, Eg_2, \dots, Eg_k, \dots, Eg_n \rangle, \\
 Ee_k &= \langle Ee_{k_1}, Ee_{k_2}, \dots, Ee_{k_l}, \dots, Ee_{k_m} \rangle, \\
 Eg_k &= \langle Eg_{k_1}, Eg_{k_2}, \dots, Eg_{k_j}, \dots, Eg_{k_v} \rangle \quad 1 \leq l < m.
 \end{aligned}$$

$$\left. \begin{array}{c} Ee_{ki} \\ Ee_{ki+1} \\ \vdots \\ Ee_{kt} \end{array} \right\} \xRightarrow{G_p} Eg_{kj},$$

where

- $1 \leq t < m$,
 G_p — the operation of the simple generalization.

Elaboration of a certain system is connected with the necessity of preparing the generalization tables or algorithms of the initial generalization for these thematic maps, on which elementary units will not be presented.

Coding spatial distribution of the thematic units and their initial generalization are related to the regional part of the TEMKART system, because at this stage the elementary files of cartographic data will be formed.

4. The superficial generalization in the course of making the base thematic map

The determinant of the smallest area covered by the thematic unit, marked on the computer map, is the single marked site, the so called „one-site” contour. The possibility of its presentation is connected with specifications of the drawing of a map content, i.e. with dimensions of the part of a map covered by the marked site, and with construction of the identifying symbol of the mapped thematic unit as well as with preserving its legibility on a map.

In the TEMKART system, the marked sites serving to coding the map content, have approximately 10×10 mm, whereas their size on the resulting map is four times reduced, what gives the possibility of readable marking the smallest contour by means of single-character symbol. Sometimes such a procedure is impossible. Usually the number of symbols of recognition exceeds the number of characters or distinguishable graphic symbols. Then it is necessary to apply the multi-character symbols.

The investigations of the superficial generalization of the thematic content with reference to preserving the structures of space variability of the mapped elements displayed a possibility of including two bordering one to another marked sites, belonging to the same thematic unit, as the minimum area presented on the map — the so called „two-site” contour. Establishing of such determinant of the minimum contour allows to put into practice two — or three — sign symbols.

On the other hand, however, formulation of such a criterion implies the necessity of superficial generalization the essence of which (in the assumption) is liquidation of the „one-site” contours.

In order to construct the algorithm of this generalization, the following principles are assumed:

1. „One-site” contour occurring inside the larger contour of the thematic unit is included in this contour. This principle may be presented in the following form:

if $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Ji$, $P_{x+1,y} \in Ji$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jk$, $P_{x+1,y+1} \in Ji$, $P_{x-1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Ji$,
then $Kj\langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x+1,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x,y+1}, P_{x+1,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2} \rangle \in Ji$,

where

$P_{x,y}$ — the basic site designated by the x, y coordinates,

Ji — i -th thematic unit,

Kj — j -th contour of the thematic unit.

Distribution of thematic units within the marked sites and their division into contours is presented in fig. 1.

2. „One-site” contour occurring on the border line of two or more contours is included in the contour adjacent on the left-hand side. This principle facilitates computer drawing of the map content.

It may be presented as follows:

if $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Ji$, $P_{x+1,y} \in Jk$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jp$, $P_{x+1,y+1} \in Jk$, $P_{x-1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Jk$,
then $Kj\langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2} \rangle \in Ji$
and $Kl\langle P_{x+1,y}, P_{x+1,y+1}, P_{x+1,y+2} \rangle \in Jk$,

where denotations as quoted above, and the distribution of the thematic units in the marked sites illustrates fig. 2.

3. In the case of the neighbourhood of two „one-site” contours, the „two-site” contour is formed and designated by the symbol of the unit being presented by the site occurring on the left-hand side or above the generalized site.

This principle has thus two variants:

I — if $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Ji$, $P_{x+1,y} \in Ji$, $P_{x+2,y} \in Ji$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jk$, $P_{x+1,y+1} \in Jp$, $P_{x+2,y+1} \in Ji$, $P_{x-1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Ji$, $P_{x+2,y+2} \in Ji$,
then $Kj\langle P_{x-1,y}, P_{x,y}, P_{x+1,y}, P_{x+2,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x+2,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2}, P_{x+2,y+2} \rangle \in Ji$,
and $Kl\langle P_{x,y+1}, P_{x+1,y+1} \rangle \in Jk$,

where denotations as in item 1 and distribution of the thematic units in the marked sites illustrates fig. 3.

II — if $P_{x-1,y-1} \in Ji$, $P_{x,y-1} \in Ji$, $P_{x+1,y-1} \in Ji$, $P_{x-1,y} \in Ji$, $P_{x,y} \in Jk$, $P_{x+1,y} \in Ji$, $P_{x-1,y+1} \in Ji$, $P_{x,y+1} \in Jp$, $P_{x+1,y+1} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Ji$, $P_{x,y+2} \in Ji$, $P_{x+1,y+2} \in Ji$,
then $Kj\langle P_{x-1,y-1}, P_{x,y-1}, P_{x+1,y-1}, P_{x-1,y}, P_{x+1,y}, P_{x-1,y+1}, P_{x+1,y+1}, P_{x-1,y+2}, P_{x,y+2}, P_{x+1,y+2} \rangle \in Ji$
and $Kl\langle P_{x,y}, P_{x,y+1} \rangle \in Jk$,

where denotations as in item 1 and the distribution of the thematic units in the marked sites illustrates fig. 4.

4. If the greater number of „one-site” contours occurs side by side, the „two-site” contours are formed out of them, according to the principle given in the item 3.

5. „One-site” contours being the characteristic elements of the spatial structure of the thematic units are not generalized.

In order to make the perception of the above considered principles much easier, the set of marked sites used in the writing down of the algorithm is presented (see fig. 5).

In the case of occurrence of rather small number of the thematic units being distinguished on the map, the algorithm of generalization can be based on the criterion of application of a hierarchy of similarity of the distinguished units, which can be established on the principles of an essential analysis of elements of their contents or in a formalized way by using the so called „identity method” [1]. As a standard to the TEMKART system, the aggregation of sites in virtue of neighbourhood is assumed.

5. Generalization of thematic map contents connected with creation of generalized files of cartographic data

Creation of the generalized files of the data is connected with the scale conversion of the resulting maps. It is assumed that this scale will be two times smaller than the scale of the base map. Such line reduction causes fourfold surface reduction. This reduction is the determinant of the degree of the superficial generalization of the base map. It is expressed by the necessity of presentation of the content included in four sites of the base map in only one site of the higher order (corresponding to the spatial reference system of the resulting maps).

This principle determines the character of the algorithm of the generalization which combines two procedures: the essential generalization and the superficial (formal) generalization.

Considering the need of carrying out the superficial generalization, it is necessary to carry out the essential generalization first, since in the result of generalization of the thematic unit content the increase of the probability of identity of the content coded in the marked sites belonging to different elementary units is obtained. It causes the considerable limitation of the necessity of the superficial assigning of adjoining marked sites. The essential generalization should thus precede the formal (superficial) generalization.

Generalization of the content of the thematic units in the process of essential generalization depends on the degree of the compression of the content elements of the generalized unit.

If the compression of the content elements of thematic units does not occur, then we have to do with the simple essential generalization, the principles and algorithm of which have been discussed in the final part of Section 2. In the case of compression of the elements of content of the mapped thematic units, the complex generalization of meritum is applied.

Automatization of the process of this generalization is based on the following model:

J													
Ee_1	Ee_2	....	Ee_t	....	Ee_t	Ee_{t+1}	....	Ee_t	....	Ee_v	....	Ee_{n-1}	Ee_n
Eg_1				....	Eg_j				....	Eg_m			
JG													

where

$i = 1, 2, \dots, l, \dots, t, \dots, v, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad n > m,$

Ee_i — i -th element of content of the elementary unit,

Eg_j — j -th element of content of the generalized unit,

the remaining designations as in the earlier parts of the paper.

The algorithm of the complex generalization, formulated on the basis of the above-mentioned model takes the form as follows:

$J = \langle Ee_1, Ee_2, \dots, Ee_t, \dots, Ee_n \rangle,$

$JG = \langle Eg_1, Eg_2, \dots, Eg_j, \dots, Eg_m \rangle,$

where

$n > m$

$$\left. \begin{array}{c} Ee_t \\ Ee_{t+1} \\ \vdots \\ Ee_t \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{Gz}} Eg_j,$$

where

$1 \leq t < n,$

Gz — operations of the complex generalization.

The complex generalization ought to be preceded by the simple generalization. Since its essence consisting in the linking of the elements

of content is expressed by assigning the specified determinants of the content element of the generalized unit of the lower order to the given element of content of the generalized unit of the higher order. Developing of this principle on the basis of the algorithm of complex generalization points out that the determinants of the greater number of elements of content of the generalized unit of the lower order may be assigned to the given element of content of the generalized unit of the higher order. Thus, the complex generalization algorithm may be precised as follows:

$$\begin{array}{c} NEg_{kj} \\ NEg_{kj+1} \\ \vdots \\ NEg_{kt} \\ \vdots \\ NEg_{pi} \\ \vdots \\ NEg_{pi+1} \\ \vdots \\ NEg_{pq} \end{array} \left| \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right. \xrightarrow{Gz} WEg_{lw},$$

where

NEg_{kj}, NEg_{kt} — the j -th and the t -th determinants of the k -th element of content of the generalized unit of the lower order, respectively,

NEg_{pi}, NEg_{pq} — the i -th and the q -th determinants of the p -th element of content of the generalized unit of the lower order, respectively,

WEg_{lw} — w -th determinant of l -th element of content of the generalized unit of the higher order.

The essence of the formal (superficial) generalization illustrates fig. 6,

where

$P_{x, y}$ — the marked site determined by means of x, y coordinates,

$PG_{k, l}$ — the site of the higher order determined by means of k, l coordinates,

$B_{t, v}$ — the block of the marked sites determined by the column t and the strip v .

The algorithm of generalization formulated on the basis of such a scheme is constructed by the following principles of assigning of the marked sites within the given block $(B_{t,v})$, which have been additionally illustrated by graphs (see the Polish text, items 1 to 14 — given above), where the symbols of parameters are the same as have been given in the earlier part of this paper.

Such a formulation of the algorithm of the formal generalization renders a possibility of an analysis of homogeneity of contours on the resulting thematic map.

As can be observed on the presented figures, the principles of assigning corresponding to the items 6 to 11 and 14 have their mutations, considering the mutual position of the marked sites occupied by the thematic units different from Jn . However, for maintaining the clarity of the „essence” of the algorithm, these mutations have been disregarded here, because they do not influence the decisions of generalization.

The decisions of generalization of the equivalent systems (items 12, 13, 14) may be still more accurately defined by an investigation of similarity of the units included in the quaternary sequence of the marked sites with the units occurring in the neighbouring sites of the higher order (for which the process of generalization has been carried out). This fact, however, will complicate the algorithm, and will lengthen considerably the time of the study of the marked sites content similarity by the computer. It may be inadequate to the attained increase of fidelity of the projection of the spatial structure of the mapped elements.

The above-mentioned principles of the essential generalization will be applied in the national part of the system, in which creation of reference files (i.e. the reference information) by means of direct coding of the spatial distribution of the mapped elements is not foreseen.

6. Superficial generalization in the course of making the generalized thematic map

The sequence of the computer thematic maps resulting from succeeding stages of generalization is based on the succeeding twice reducing the map scale. It is connected with the construction of the spatial reference system, and in particular with the principle of transitions of quaterion of the marked sites of the lower order into one marked site of the higher order [2]. This problem has been analyzed in the former Section of the paper. It is of particular importance for computer drawing of the map, since it preserves the equidimensioning of the marked sites, creating the images of resultant maps.

The investigations carried out and dealing with the maximum approximation of the contours marked on the computer maps to their natural location and to the maximum preservation of natural shapes of the contours pointed out that the most rational dimensions of the marked site — representing the smallest area of occurrence of the mapped element should not exceed $2,5 \times 2,5$ mm at the scale of the generalized map.

Preserving the same dimensions of the marked sites, independently of the map scale, allows to accept the principles of the superficial generalization utilized for making the resulting thematic maps — analogous to those as are in use in the case of elaboration of the base map. They are presented in Section 4.

If in the generalized file of data the information related to the homogeneity of the sites of the higher order will be comprised, then this information may be utilized for defining exactly the principles of generalization of „one-site” contours.

It refers to the case when the „one-site” contour borders upon two contours of different thematic units. The algorithm of the generalization may be then supplemented by an investigation of similarity of quaternary sequence of the „one-site” contour. The occurrence in this sequence of the quarter identical with one quarter from the adjacent units will settle the question on the result of generalization of such a contour.

This principle may be utilized also in the case of symbolization of „two-site” contours composed of the different units.

REFERENCES

- [1] Ostrowski J.: *Elementy teorii diagnozy w badaniach środowiska glebowo-przyrodniczego*. PTGleb., z. 27, Warszawa 1974. (*Elements of the theory of diagnosis in the studies of the soil-nature environment*).
- [2] Podlacha K.: *Jednolita sieć pól podstawowych jako układ odniesień przestrzennych do kodowania informacji w systemie PROMEL*. Prace IGiK, t. XXX, z. 1, 1983, Warszawa. (*A uniform network of basic sites as a spatial reference system for coding information within the PROMEL system*). Proceedings of the Institute of Geodesy and Cartography).
- [3] Strzemiński M.: *Myśli przewodnie kartografii gleboznawczej dla potrzeb rolnictwa*. Pamiętnik Puławski, z. 22, PIWRiL, 1966. (*The guiding thoughts of the soil science of pedology for the requirements of agriculture*).

Translation: Regina Majewska

ЯНУШ ОСТРОВСКИ

ПРОБЛЕМА ГЕНЕРАЛИЗАЦИИ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ ПОЛУЧЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ТЕМКАРТ

Резюме

В работе представлены принципы генерализации карт полученных с применением ЭВМ на основе координатной сетки основных полей в зависимости от степени и формы обобщения содержания тематических карт.

Первый этап генерализации связан с кодированием пространственного размещения картированных элементов и обусловлен несовпадением границ картируемых тематических единиц с координатной сеткой основных полей. Это требует сохранения единства сочетания границ тематических контуров с координатной сеткой.

Второй этап генерализации осуществляется во время создания рисунка тематической карты и обуславливается предельным размером контуров представленных на карте полученной с применением ЭВМ. Заключается он в ликвидации контуров с размерами одного основного поля и подчинения его соприкасающемуся или окружающему контуру.

Третий этап генерализации связан с изменением масштаба карты и размеров основных полей. Осуществляется он на основе принципа объединения состава основных полей с различным содержанием картируемых элементов, представленных на карте большего масштаба, в одно основное поле, являющееся элементом карты меньшего масштаба.

Проведенные попытки создания соответствующих алгоритмов дают возможность объективизировать процесс генерализации тематических карт и автоматизировать их редакцию с применением ЭВМ.

Перевод: Janusz Ostrowski