

ПОДХОД И АЛГОРИТЪМ ЗА ЦИФРОВО КОДИРАНЕ НА ГЕОЛОЖКА ИНФОРМАЦИЯ

Стефан Димовски

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700; dimovski@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Картографските геоложки материали (плотно проявление на различни формации, на разломи и други елементи на геоложкия строеж) обикновено предполагат кодиране в бинарен вид (например елементарна клетка от картата за съответния мащаб се кодира с "1" когато конкретният признак се проявява, а когато отсъства – с "0"). Този начин на кодиране на геоложката информация не позволява пълноценно да се изследват сложните пространствени връзки между изучавани геолого-геофизични признаци.

За осигуряване на възможности за реализиране на изчислителни операции с използване на картографска геоложка информация е съставена компютърна програма за числено кодиране на картографските признаци. Тя се основава върху възможността всяка елементарна клетка от картата да се дефинира с конкретно разстояние $R_{\min}$ спрямо контакти на разпределение на конкретен признак. Ако S е площта, в която признакът присъства, количествената оценка за положението на елементарната площ спрямо разпространението на признака се определя чрез разстояние "+ $R_{\min}$ " от най-близкия вътрешен контакт (елементарната клетка се разполага в площта S) или чрез разстояние "- $R_{\min}$ " от най-близкия външен контакт (елементарната клетка се разполага извън площта S). По този начин след допълнителна обработка чрез съставения програмен модул, бинарно кодираната геоложка информация се представя чрез набор от разстояния (числа), които се приемат за количествена оценка (двумерна) на положението на конкретния геоложки признак.

APPROACH AND ALGORITHM FOR NUMERICAL CODING OF GEOLOGICAL INFORMATION

Stefan Dimovski

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700; dimovski@mgu.bg

ABSTRACT. The cartographic geological data (surface spread of different formations, of faults, and of other elements of geological structure) are normally coded in a binary mode (for example an elementary cell of the map is coded with "1" when the specific geological attribute is present and with "0" when it is absent). When the geological information is coded in such a way it is not possible to analyze in detail the complex interrelations between the studied geological-geophysical characteristics.

A computer program is developed for numerical coding of cartographic attributes. The program makes possible the application of computational operations over these cartographic attributes. It is based on the possibility to define each elementary cell of the map by the precise distance $R_{\min}$ towards the border of the area of surface spread of the specific geological attribute. If S is the zone where the attribute is present then as a quantitative esteem for the pixel position in respect to the geological attribute spread is accepted the distance "+ $R_{\min}$ " towards the nearest interior border (the pixel is inside the zone S), or the distance "- $R_{\min}$ " towards the nearest external border (the pixel is outside the zone S). In such a way, after the application of the developed computer program, binary coded geological information is represented in a numeric mode and one can obtain a quantitative assessment of the distribution (2-D) of the studied geological attribute.

Въведение

Картографските геоложки и други материали представят плотно проявление на различни признаци. Това са например геоложки формации, разломи и други елементи на геоложкия строеж. Така представената информация обикновено предполагат кодиране в бинарен вид (например където конкретният признак се проявява елементарна клетка от картата за съответния мащаб се кодира с "1", а където отсъства – с "0"). Този начин на кодиране на картографските признаци не позволява пълноценно да се изследват сложните пространствени връзки между изучавани геолого-геофизични и други признаци.

За осигуряване на възможности за реализиране на изчислителни операции с използване на картографска геоложка и друга информация е целесъобразно числено кодиране на признаците (факторите).

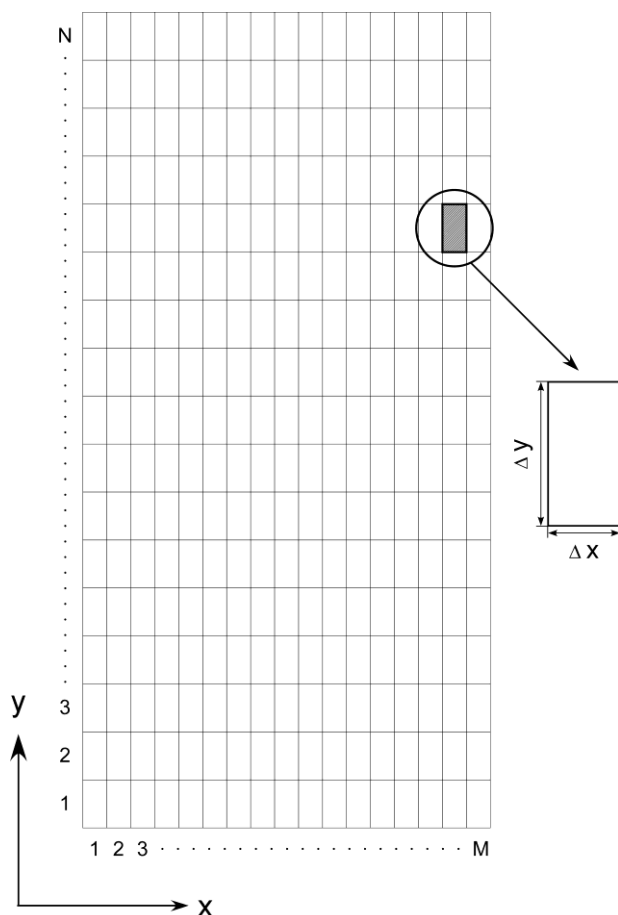
Алгоритъм за числено кодиране на картографски признаци

Подходът и разработеният алгоритъм за числено кодиране се основават върху възможността всяка елементарна клетка от картата да се дефинира с определено разстояние R спрямо контакта на разпространение на конкретен "картографски признак" ("картографски фактор"), например определена геоложка формация, която участва в легендата на картата като самостоятелна единица.

Първата стъпка към числено кодиране на картографски признаци е представянето на площта чрез съвкупност от елементарни площи (елементарни клетки, пиксели) – фиг. 1.

За целта изследваната територия се покрива с мрежа, която се състои от $M \times N$ на брой елементарни площи, където:

M е броят на колоните (броят пиксели по оста X);
 N е броят на редовете (броят пиксели по оста Y).



Фиг. 1. Примерно представяне на изследвана територия чрез мрежа от $M \times N$ на брой елементарни площи

Всяка елементарна площ е с една и съща произволна правоъгълна форма (ширина Δx и височина Δy) в зависимост от мащаба на картата (планшета). Например, ако се изследва територия (планшет) с размери 36×32 km и за елементарна площ се приеме клетка с размер 1×1 km, мрежата ще съдържа 1152 елементарни клетки, които се разполагат в 36 реда (дискретизация по Y) и 32 колони (дискретизация по X) – фиг. 2.

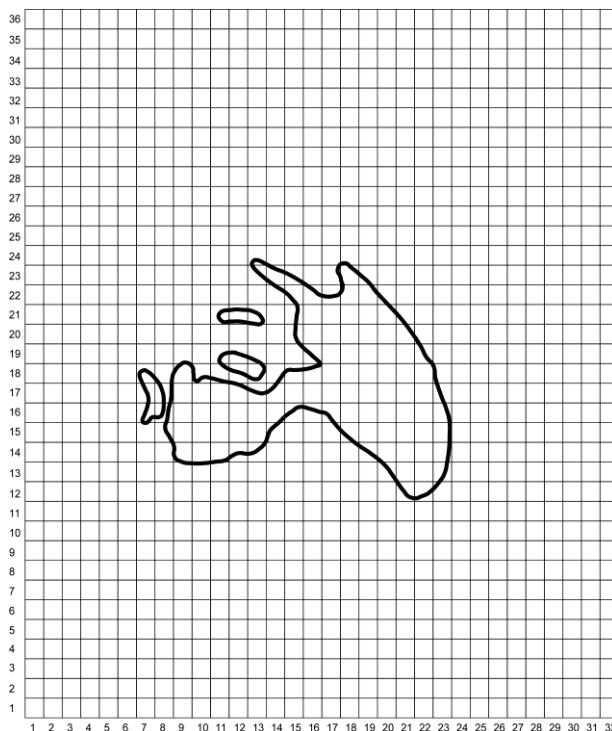
В обхвата на планшета се разполага конкретен признак (окоутурен с плътна линия), който е обект на изследване (в случая – зона на пропилация и площна хидротермална промяна). При бинарно кодиране се диференцират елементарните площи, които се разполагат вътре в обекта (например с "1") и елементарните площи извън обекта (например с "0") – фиг. 3.

В разработения алгоритъм и съставената компютърна програма се реализира числено кодиране, което се базира върху определяне на минималното разстояние, на което отстои всеки пиксел от границата на бинарно кодирания обект.

За целта местоположението на всяка елементарна площ се описва от нейната двойка координати (i_p, j_p) – фиг. 4, където:

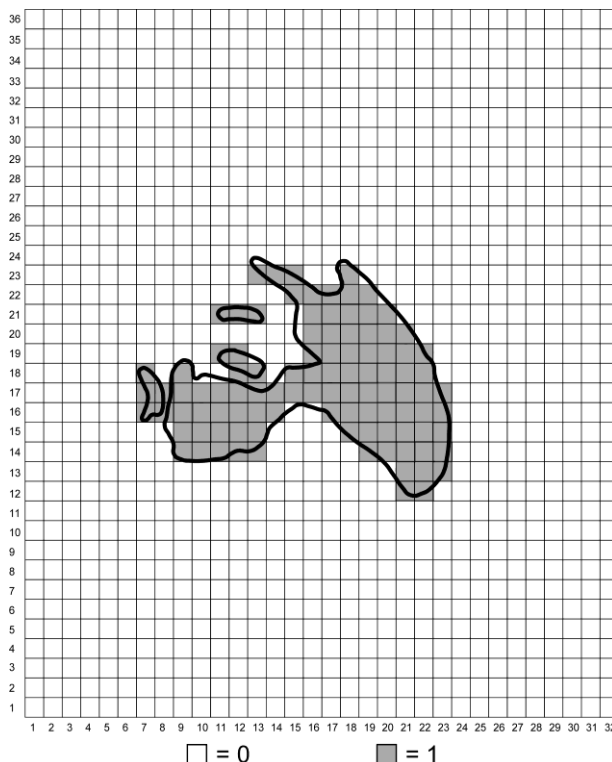
i_p е колоната, в която е разположен пиксела (координатата по оста X);

j_p е реда, в който е разположен пиксела (координатата по оста Y).



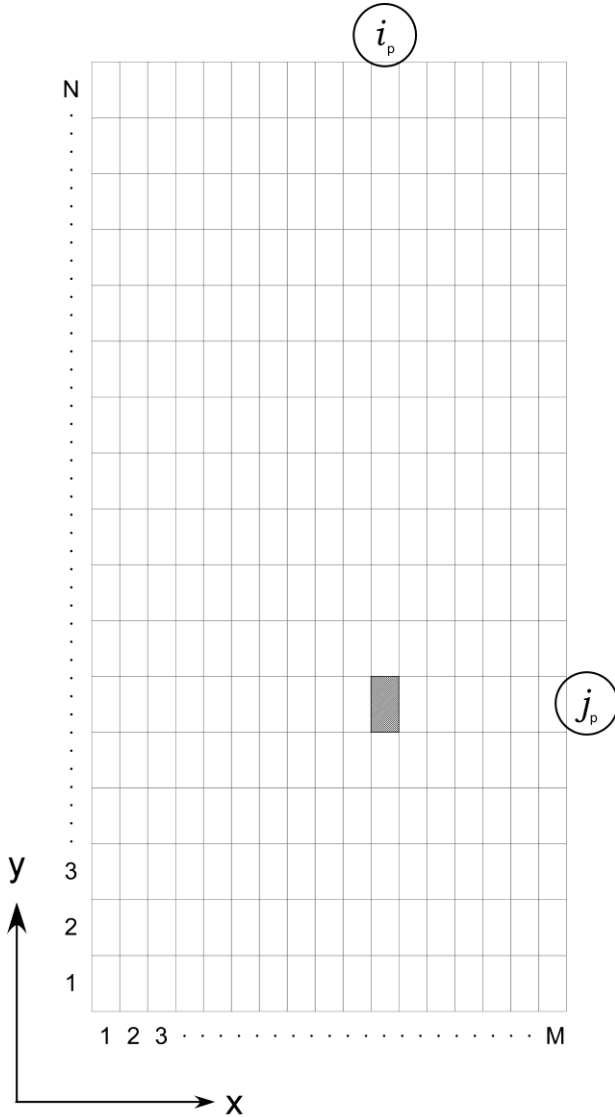
Фиг. 2. Примерна изследвана площ от 1152 km^2 с присъствие в нея на зона на пропилация и хидротермална промяна (окоутурена с плътна линия).

Площта е покрита с мрежа от пиксели с размер $\Delta x = \Delta y = 1 \text{ km}$



Фиг. 3. Бинарно кодиране на пикселите за примерната изследвана площ с присъствие в нея на зона на пропилация и хидротермална промяна (окоутурена с плътна линия)

Следователно i_p и j_p са цели числа, които имат следните възможни стойности: $i_p = 1, 2, 3, \dots, M$ и $j_p = 1, 2, 3, \dots, N$



Фиг. 4. Илюстрация на представянето на пикселите за целите на численото кодиране.

Като първа стъпка на разработения алгоритъм, съставената програма определя минималните разстояния, на които отстоят една от друга всички възможни двойки елементарни площи.

Изхожда се от предпоставката, че минималното разстояние между два пиксела (i_0, j_0) и (i_1, j_1) е функция на разликата в техните координати:

$$\begin{aligned} m &= \text{Abs}(i_1 - i_0) \\ n &= \text{Abs}(j_1 - j_0) \end{aligned} \quad (1)$$

За разликата в координатите на всеки два пиксела (i_0, j_0) и (i_1, j_1) са възможни следните стойности:

$$\begin{aligned} m &= \text{Abs}(i_1 - i_0) \rightarrow 0, 1, \dots, (M - 1) \\ n &= \text{Abs}(j_1 - j_0) \rightarrow 0, 1, \dots, (N - 1) \end{aligned} \quad (2)$$

За дадена елементарна площ с текущи координати (i_0, j_0) съществуват три възможни разположения на пиксела с координати (i_1, j_1) спрямо който се определя отстоянието:

$$i_0 \neq i_1 \text{ и } j_0 \neq j_1 \quad (3)$$

$$i_0 \neq i_1 \text{ и } j_0 = j_1 \quad (4)$$

$$i_0 = i_1 \text{ и } j_0 \neq j_1 \quad (5)$$

За всеки от тези три възможни варианта подходът към определяне на разстоянието между двойката пиксели е различен.

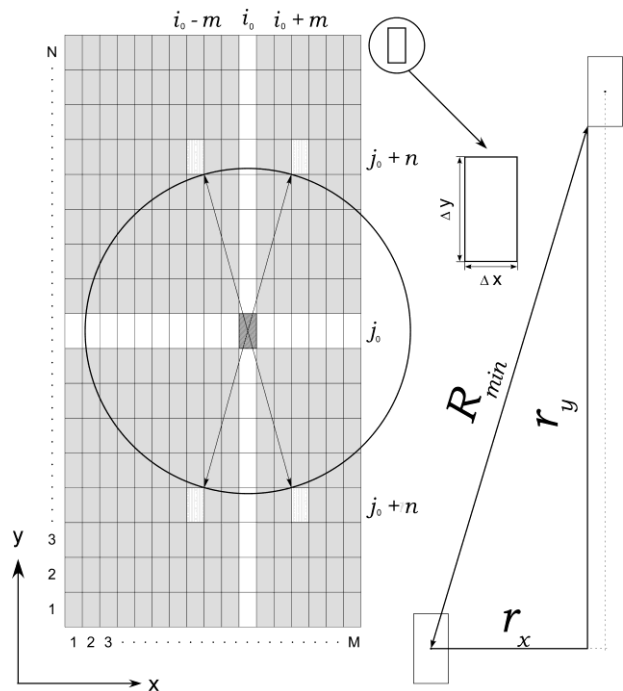
В първия случай – варианта когато $i_0 \neq i_1$ и $j_0 \neq j_1$ разстоянието между двете елементарни площи се определя от отсечката, свързваща центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) с близкия ъгъл на пиксела (i_1, j_1) – фиг. 5 :

$$R_{\min} = \text{Sqrt}(r_x^2 + r_y^2) = \sqrt{(r_x^2 + r_y^2)} \quad (6)$$

$$r_x = m \cdot \Delta x - \frac{\Delta x}{2} = (m - 0,5) \cdot \Delta x \quad (7)$$

$$r_y = n \cdot \Delta y - \frac{\Delta y}{2} = (n - 0,5) \cdot \Delta y \quad (8)$$

При определена двойка от стойности за m и n , съществуват четири възможни разположения на елементарната площ (i_1, j_1) , като разстоянието до центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) е едно и също.

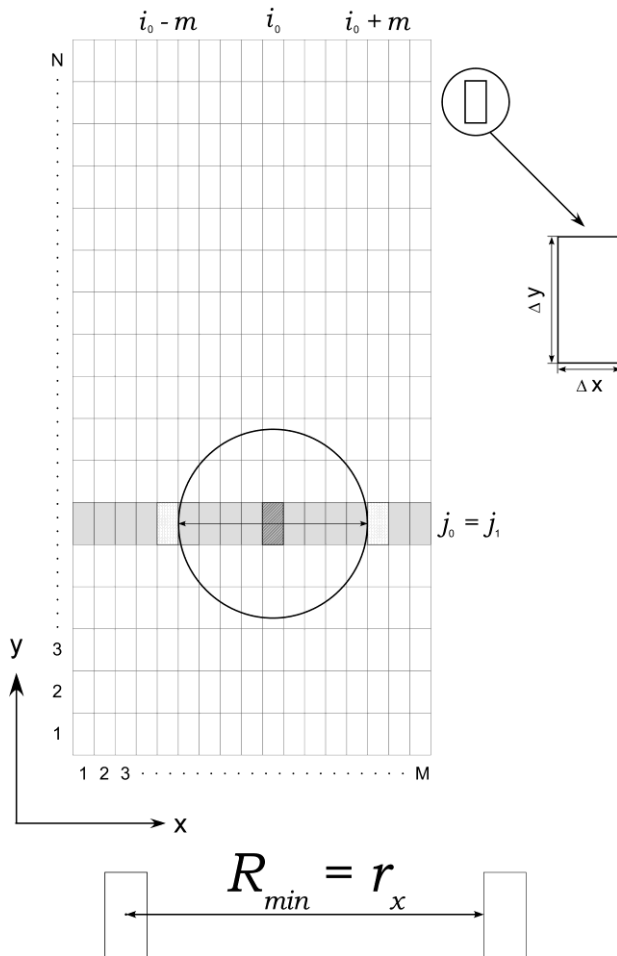


Фиг. 5. Илюстрация на определянето на разстоянието $R_{\min}$ (числен код) за двойка пиксели, за които $i_0 \neq i_1$ и $j_0 \neq j_1$

В случая когато $i_0 \neq i_1$ и $j_0 = j_1$ разстоянието между двете елементарни площи се определя от отсечката, свързваща центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) със средата на близката страна на пиксела (i_1, j_1) – фиг. 6:

$$R_{\min} = r_x \quad (9)$$

$$r_x = m \cdot \Delta x - \frac{\Delta x}{2} = (m - 0,5) \Delta x \quad (10)$$



Фиг. 6. Илюстрация на определянето на разстоянието $R_{\min}$ (числен код) за двойка пиксели, за които $i_0 \neq i_1$ и $j_0 = j_1$

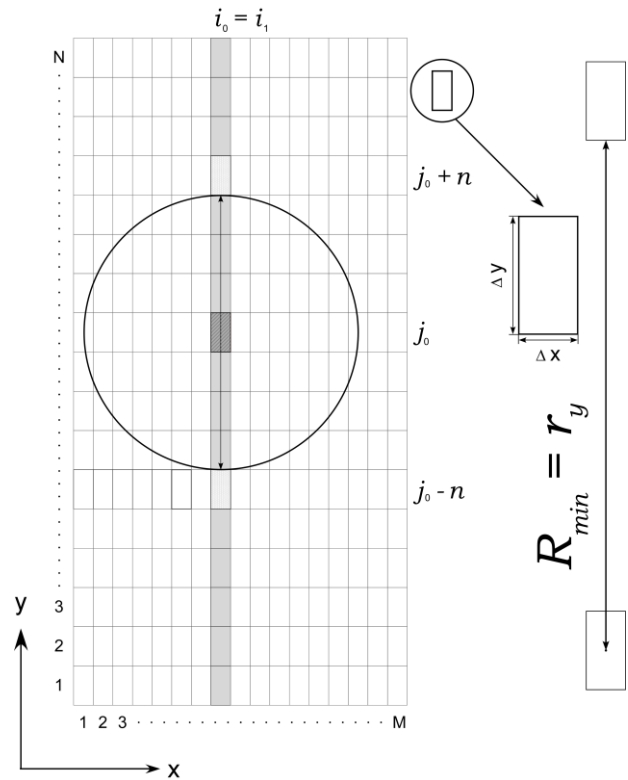
Стойността за n в този случай е $n = 0$ като при всяка определена стойност за m съществуват две възможни разположения на елементарната площ (i_1, j_1) , като разстоянието до центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) е едно и също.

При варианта когато $i_0 = i_1$ и $j_0 \neq j_1$ разстоянието между двете елементарни площи отново се определя от отсечката, свързваща центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) със средата на близката страна на пиксела (i_1, j_1) – Фиг. 7:

$$R_{\min} = r_y \quad (11)$$

$$r_y = n \cdot \Delta y - \frac{\Delta y}{2} = (n - 0,5) \Delta y \quad (12)$$

Стойността за m в този случай е $m = 0$ като при всяка определена стойност за n съществуват две възможни разположения на елементарната площ (i_1, j_1) , като разстоянието до центъра на текущия пиксел (i_0, j_0) е едно и също.



Фиг. 7. Илюстрация на определянето на разстоянието $R_{\min}$ (числен код) за двойка пиксели, за които $i_0 = i_1$ и $j_0 \neq j_1$

Компютърна програма за реализиране на разработения алгоритъм за числено кодиране

Приложението на разработения алгоритъм за числено кодиране на картографски признаци се реализира чрез специално разработена компютърна програма, която съдържа три базови модула.

Първият модул на програмата изчислява по формули (6), (10) и (12) минималните разстояния $R_{\min}$, на които отстоят една от друга всички възможни двойки елементарни площи. Това се прави за всички наредени двойки (m, n) с изключение на двойката $(0, 0)$.

Вторият модул на програмата сортира наредените тройки $(m, n, R_{\min})$ по нарастване на $R_{\min}$.

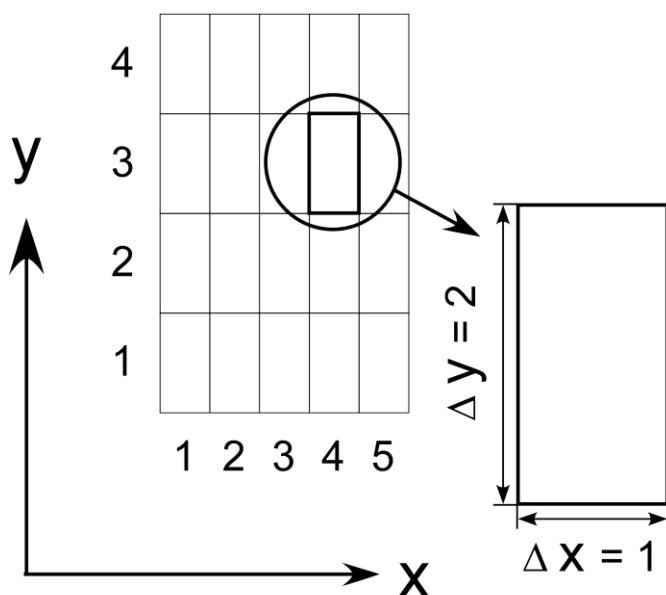
Например, ако дадената мрежа, покриваща територията на изследване, се състои от 5×4 на брой елементарни площи ($M = 5, N = 4$), като всеки пиксел е с една и съща правоъгълна форма (ширина $\Delta x = 1$ и височина $\Delta y = 2$) – Фиг. 8, то сортираните наредените тройки $(m, n, R_{\min})$ по нарастване на $R_{\min}$ имат вид, представен в таблицата, приложена към Фигура 8.

Третият модул на програмата определя минималното разстояние, на което отстои всеки пиксел от границата на бинарно кодираната зона.

Разглежда се всяка елементарна площ от мрежата. Определя се разстоянието, съответно “+ $R_{\min}$ ” или “- $R_{\min}$ ” до най-близкия пиксел, кодиран разностранно спрямо

анализирания. Знакът за R_{min} е “+” ако текущата елементарна площ е в обхвата на зоната на бинарно кодирувания геоложки признак. Респективно, този знак е “-”

ако анализираният пиксел е извън обхвата на бинарно кодирувания геоложки признак – фиг. 9.

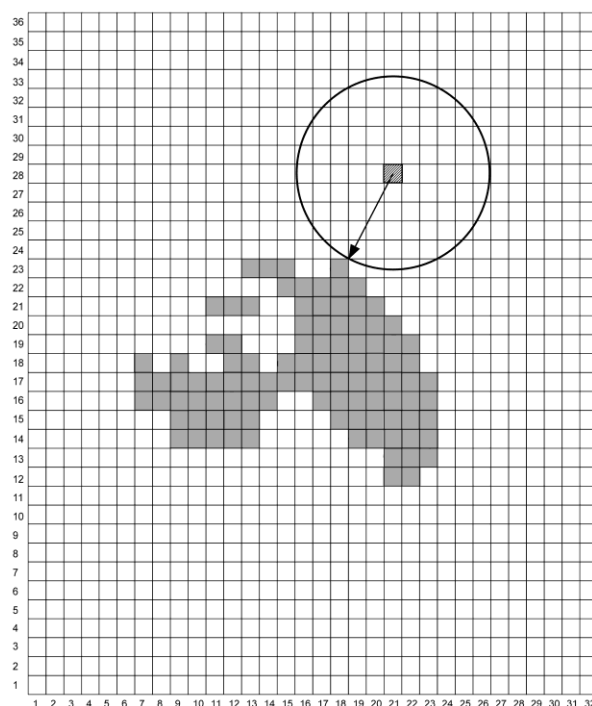
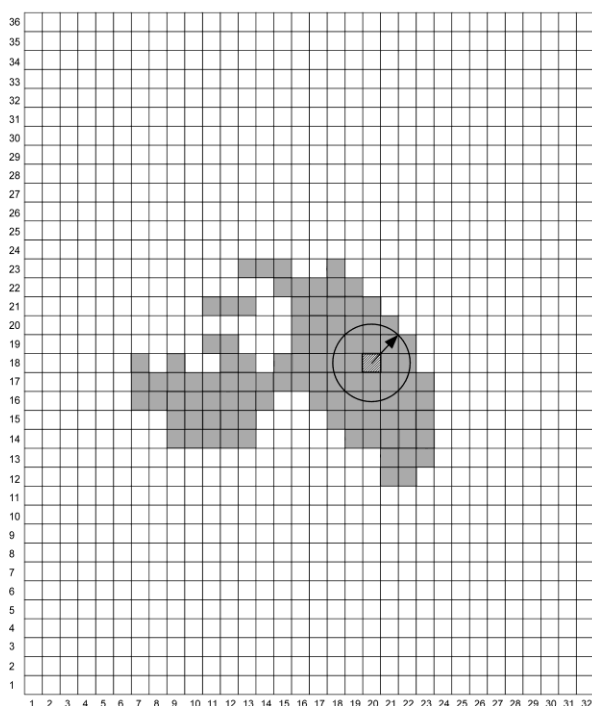


m	n	R min
1	0	0.50000
0	1	1.00000
1	1	1.11803
2	0	1.50000
2	1	1.80278
3	0	2.50000
3	1	2.69258
0	2	3.00000
1	2	3.04138
2	2	3.35410
4	0	3.50000
4	1	3.64005
3	2	3.90512
4	2	4.60977
0	3	5.00000
1	3	5.02494
2	3	5.22015
3	3	5.59017
4	3	6.10328

Фиг. 8. Примерно илюстриране на втория модул на съставената програма – за мрежа от 5×4 на брой елементарни площи ($M = 5, N = 4$) и всеки пиксел с правоъгълна форма (ширина $\Delta x = 1$ и височина $\Delta y = 2$). Приложена е таблица на сортираните по нарастване на R_{min} наредени тройки от стойности (m, n, R_{min})

“+ R_{min} ”

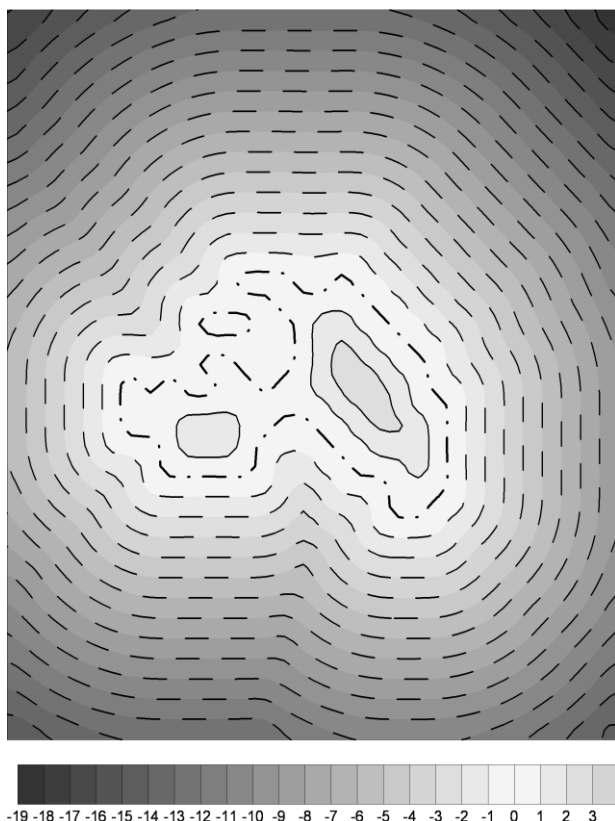
“- R_{min} ”



Фиг. 9. Илюстриране на определянето на разстоянията “+ R_{min} ” и “- R_{min} ” за две текущи елементарни площи – съответно вътрешна и външна спрямо бинарно кодираната изследвана площ с присъствие в нея на зона на пропилизация и хидротермална промяна (фиг. 2)

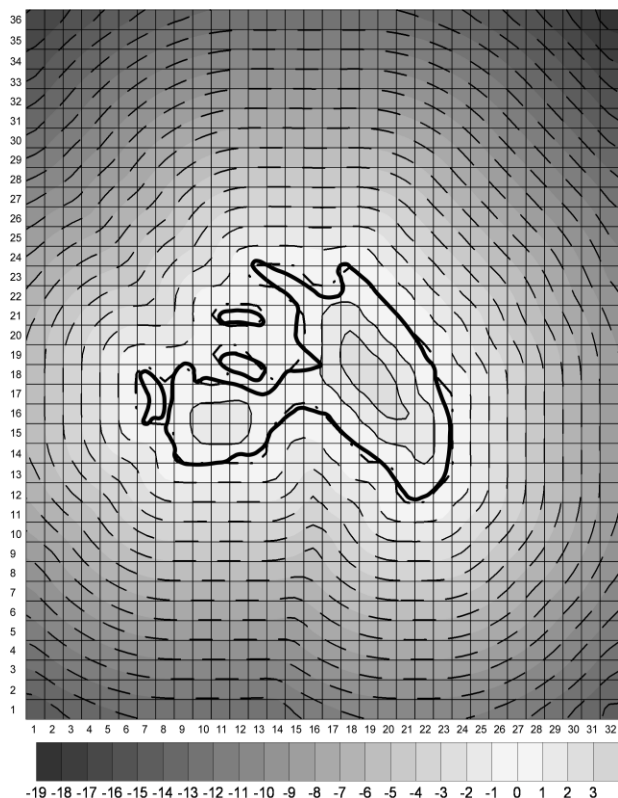
Приложението на разработения алгоритъм и съставената програма могат да се илюстрират от резултатите, получени за планшета със зона на пропилизация и площна хидротермална промяна (фиг. 2),

кодиран бинарно (фиг. 3). Картата с резултатите от численото кодиране е представена на фиг. 10. Изходните данни съдържат информация, подготвена за реализиране на разновариантни изчислителни операции.



Фиг. 10. Карта с резултатите от численото кодиране на планшета със зона на пропилизация и площна хидротермална промяна (фиг. 2), кодиран бинарно (фиг. 3)

Получените резултати добре се обвързват с реалното разпространение на числено кодираната зона – фиг. 11.



Фиг. 11. Илюстриране на съответствието между резултатите от численото кодиране на планшета (фиг. 10) и зоната на пропилизация и площна хидротермална промяна (фиг. 2)

Заклучение

Представянето на геоложките и някои други видове данни е главно във вид на различни по съдържание и оформление карти. Традиционните карти са един от най-добрите начини за предаване и получаване на информация. Едновременно с това картите не могат да се използват директно за различен вид обработка и компютърен анализ. Това изисква те да бъдат представяни в модифициран вид, удобен за реализиране на разновариантни изчислителни операции.

Разработен е алгоритъм и е съставена компютърна програма за числено кодиране на картографска информация, която се разглежда като комплексно представяне на различни признаци.

За целите на кодирането изследваната територия се покрива с правоъгълна мрежа, която представлява множество от еднакви елементарни площи (елементарни клетки, пиксели).

Приложеният подход към разработения алгоритъм и съставената компютърна програма за числено кодиране се основават върху възможността всяка елементарна клетка от картата да се дефинира с определено разстояние "+Rmin" или "-Rmin" спрямо границите на разпространение на конкретен "картографски признак".

Съставената компютърна програма съдържа три базови модула. Първият модул на програмата изчислява минималните разстояния Rmin, на които отстоят една от друга всички възможни двойки елементарни площи, вторият модул сортира наредените тройки (m , n , Rmin) по нарастване на Rmin, а третият модул определя минималното разстояние, на което отстои всеки пиксел от границата на бинарно кодираната зона.

Целесъобразно е съставената компютърна програма да се включва към всяка система, предназначена за изследване на пространствените връзки между изучавани геолого-геофизични и други признаци.

Литература

- Добрев, Т., В. Иванова, Р. Радков. 1989. *Комплексиране при геофизичните проучвания*. С., Техника, 219 с.
- Комплексиране методов разведочной геофизики. 1984. *Справочник геофизика*. М., Недра, 385 с.
- Димовски, С., Р. Радичев, Г. Зашев. 2006. Площна корелация между разломната тектоника и данните от аерогамаспектрометрията за района на Асарел – Централно Средногорие. – *Сборник "Национална конференция с международно участие ГЕОНАУКИ 2006"*, 414-417.
- Марченко, В. В., Н. В. Межеловский, З. А. Немировский, А. А. Сапунков, Б. А. Чумаченко. 1990. *Компьютерный прогноз месторождений полезных ископаемых*. М., Недра, 285 с.

Препоръчана за публикуване от
Катедра "Приложна геофизика", ГПФ