

1-AMALIY MASHG'ULOT ISHI

Mavzu: Ma'lumotlar obyektlarining tavsiflab beruvchi atributlarni aniqlash usullari

Masalaning qo'yilishi: O'xshashlik koeffitsiyent(O'K)lari va funksiyalari asosida tanib olish algoritmi binar $\alpha_i \in \{0,1\}$ belgilar bilan berilgan obyektlarni tanib olish uchun mo'ljallangan [1, 2-4]. Agar obyektlardagi belgilar uzluksiz sonlar bilan berilgan bo'lsa, u holda ular maxsus algoritmlar asosida binar kodlshtiriladi. Natijada binar kodlashtirilgan obyektlardan iborat T_{nml} (n -belgilar soni, m -obyektlar soni, l -sinflar soni) o'quv tanlanma (O'T) va T_{nr}^* (n -belgilar soni, r -obyektlar soni) nazorat tanlanma (NT)lar hosil qilinadi.

O'Klari asosida tanib olish algoritmi yordamida kodlashtirilgan T_{nr}^* NTdagi har bir obyekt T_{nml} O'Tdagi obyektlar bilan solishtiriladi va taqqoslash natijasiga ko'ra O'Klari hisoblanadi [1, 3,4]. Hisoblangan O'Klari asosida T_{nr}^* NTdagi har bir obyekt T_{nml} O'Tdagi sinflarning qaysi biriga tegishlili ekanligi o'xshashlik funksiyalarining qiymatini hisobga olib aniqlanadi.

Aytaylik, kodlashtirilgan obyektlardan iborat T_{nml} O'T va T_{nr}^* NTlar berilgan bo'lsin. U holda $X_i \in T_{nr}^*$ va $X_j \in T_{nml}$ obyektlar uchun moslik qoidasini quyidagi ko'rinishda taqdim etish mumkin [1, 2-4]:

$$d(X_i, X_j) = \begin{cases} a, & \text{agar } x_{ik} = 1 \text{ va } x_{jk} = 1 \text{ bo'lsa,} \\ q, & \text{agar } x_{ik} = 1 \text{ va } x_{jk} = 0 \text{ bo'lsa,} \\ h, & \text{agar } x_{ik} = 0 \text{ va } x_{jk} = 1 \text{ bo'lsa,} \\ b, & \text{agar } x_{ik} = 0 \text{ va } x_{jk} = 0 \text{ bo'lsa.} \end{cases} \quad (1.1)$$

Agar X_i va X_j obyektlarning belgilari bir vaqtida $x_{ik} = 1$ va $x_{jk} = 1$ qiymatga ega bo'lsa, u holda a koeffitsientining qiymati

$$a = \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk} \quad (1.2)$$

hisoblanadi.

Agarda X_i obyektning belgilari $x_{ik} = 1$ qiymat va X_j obyektning belgilari $x_{jk} = 0$ qiymat qabul qilsa, u holda q ning qiymatini

$$q = \sum_{k=1}^n x_{ik} (1 - x_{jk}) \quad (1.3)$$

aniqlanadi.

X_i obyektning belgilari $x_{ik} = 0$ qiymat, X_j ning belgilari $x_{ik} = 1$ qiymat qabul qilganda h ning qiymati

$$h = \sum_{k=1}^n (1 - x_{ik}) x_{jk} \quad (1.4)$$

topiladi.

Agar X_i va X_j obyektlarning belgilari bir vaqtida $x_{ik} = 0$ va $x_{jk} = 0$ qiymatga ega bo'lsa b ning qiymati

$$b = \sum_{k=1}^n (1 - x_{ik})(1 - x_{jk}) \quad (1.5)$$

hisoblanadi.

$X_i \in T_{nr}^*$ obyektlar uchun (6.2)-(6.5) o'xhashlik koeffitsientlar T_{nml} O'Tdagи K_1, K_2, \dots, K_l sinflarda berilgan (barcha sinflarda obyektlarning soni bir hil olinadi) barcha $X_j \in T_{nml}$ obyektlar uchun hisoblanadi va ulardan foydalanib K_1, K_2, \dots, K_l sinflarda o'xhashlik funksiyalarining qiymati aniqlanadi.

(1.2) formuladan ko'rindiki, X_i va X_j obyektlar o'xhashligi belgilar bo'yicha qanchalik ko'p bo'lsa, a ning qiymati shunchalik katta bo'ladi va b, q, h lardan keskin farq qiladi. U holda quyidagi xossalarga ega bo'lgan o'xhashlik funksiyasini kiritish mumkin [1, 2-4]:

- a ga nisbatan o'suvchi;
- q va h ga nisbatan simmetrik;
- b ga nisbatan kamayuvchi.

(1.2)-(1.5) formulalarni hisobga olgan holda X_i va X_j obyektlarning o'xhashligini hisoblaydigan quyidagi o'xhashlik funksiyalarini qaraymiz [1, 2-4]:

$$\text{- Rassel va Rao funksiyasi} - F_1(X_i, X_j) = \frac{a}{a+b+q+h} = \frac{a}{n}; \quad (1.6)$$

$$\text{- Jokar va Nidmen funksiyasi} - F_2(X_i, X_j) = \frac{a}{n-b}; \quad (1.7)$$

$$\text{- Days funksiyasi} - F_3(X_i, X_j) = \frac{a}{2a+h+q}; \quad (1.8)$$

$$\text{- Sokal va Skif funksiyasi} - F_4(X_i, X_j) = \frac{a}{a+2(q+h)}; \quad (1.9)$$

$$\text{- Sokal va Mishner funksiyasi} - F_5(X_i, X_j) = \frac{a+b}{n}; \quad (1.10)$$

$$\text{- Kuljinskiy funksiyasi} - F_6(X_i, X_j) = \frac{a}{q+h}; \quad (1.11)$$

$$F_7(X_i, X_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{a}{a+q} + \frac{a}{a+h} \right]; \quad (1.12)$$

$$F_8(X_i, X_j) = \frac{a}{\sqrt{(a+h)(a+b)}}; \quad (1.13)$$

$$\text{- Yul funksiyasi} - F_9(X_i, X_j) = \frac{a \cdot b - q \cdot h}{ab + qh}. \quad (1.14)$$

(1.6)-(1.14) formulalardan ko‘rinib turibdiki, hozirgacha X_i va X_j obyektlarning o‘xhashligini aniqlaydigan “eng yaxshi” formula mavjud emas. Masalaning xususiyati va yechilishiga qarab unga mos o‘xhashlik funksiyasi formulasi tanlanadi.

Agarda X_i va X_j obyektlar bir xil bo‘lsa, u holda $b = n - a, q = h = 0$ bo‘ladi. Bu holda F_6 funksiya cheksizlikka intiladi, F_2, F_4, F_5, F_8, F_9 funksiyalar 1 ga teng bo‘ladi. F_6 funksiyasi esa X_i va X_j obyektlarning o‘xhashligini kuchliroq namoyon qiladi.

Agar bizga T_{nr}^* NT va T_{nml} O’Tlar berilgan bo’lsa, u holda T_{nr}^* NTdagи har bir X_i obyektning T_{nml} O’Tdagи K_1, K_2, \dots, K_l sinflarda joylashgan $X_1, X_2, \dots, X_{m_1} \in K_1$, $X_1, X_2, \dots, X_{m_2} \in K_2, \dots, X_1, X_2, \dots, X_{m_l} \in K_l$ ($m_1 = m_2 = \dots = m_l$) obyektlarning har biri bilan O’Klari (1.2)-(1.5) formulalar yordamida aniqlanadi.

U holda T_{nr}^* NTdagи har bir X_i obyektning har bir K_j ($j = \overline{1, l}$) sinfdagi X_{jt} ($t = \overline{1, m_j}$) obyektlar bilan (1.2)-(1.5) formulalar asosida hisoblangan $a_{it}^j, q_{it}^j, h_{it}^j, b_{it}^j$ koeffitsiyentlarning har birinining yig’indisini o’rtachasi olinadi:

$$a_{\Sigma}^j = \frac{1}{m_j} \sum_{t=1}^{m_j} a_{it}^j, \quad (1.15)$$

$$q_{\Sigma}^j = \frac{1}{m_j} \sum_{t=1}^{m_j} q_{it}^j, \quad (1.16)$$

$$h_{\Sigma}^j = \frac{1}{m_j} \sum_{t=1}^{m_j} h_{it}^j, \quad (1.17)$$

$$b_{\Sigma}^j = \frac{1}{m_j} \sum_{t=1}^{m_j} b_{it}^j. \quad (1.18)$$

Endi (1.6)-(1.14) formulalarda keltirilgan o‘xhashlik funksiyalarining qiymatlarini aniqlashda a, q, h, b ko’effitsiyentlar o’rniga (1.15)-(1.18) formulalarda aniqlangan $a_{\Sigma}^j, q_{\Sigma}^j, h_{\Sigma}^j, b_{\Sigma}^j$, ya’ni $a = a_{\Sigma}^j, q = q_{\Sigma}^j, h = h_{\Sigma}^j, b = b_{\Sigma}^j$ o’rtacha ko’effitsiyentlardan foydalaniladi.

Natijada $X_i \in T_{nr}^*$ obyektlarning T_{nml} O’Tning K_1, K_2, \dots, K_l sinflardagi obyektlar bilan o‘xhashligini aniqlovchi $F_t(X_i, K_1), F_t(X_i, K_2), \dots, F_t(X_i, K_l); (t = \overline{1, 9})$ o‘xhashlik funksiyalarining qiymatlari hosil bo’ladi.

U holda hosil qilingan $F_t(X_i, K_1), F_t(X_i, K_2), \dots, F_t(X_i, K_l); (t = \overline{1, 9})$ o‘xhashlik funksiyalarining qiymatlari asosida T_{nr}^* NTdagи X_i obyektlarning T_{nml} O’Tdagи K_1, K_2, \dots, K_l sinflardan qaysi biriga tegishli ekanligi yoki ushbu sinflarning birortasiga ham tegishli emasligini aniqlovchi hal qiluvchi qoida

$$F_t(X_i) : \begin{cases} X_i \in K_j, \text{ agar } K_j = \max \left\{ \sum_{X_i \in K_1} F_t(X_i, K_1), \dots, \sum_{X_i \in K_l} F_t(X_i, K_l) \right\} & (t = 1, 9) \\ X_i \notin K_1, \dots, X_i \notin K_l, \text{ agar } \sum_{X_i \in K_1} F_t(X_i, K_1) = \dots = \sum_{X_i \in K_l} F_t(X_i, K_l) & \end{cases} \quad (1.19)$$

bo'ladi.

Yuqorida keltirilganlarga asosan obyektlarni O'Klarini va funksiyalarini hisoblash usuli asosida yangi obyektlarni tanib olishni ta'minlovchi algoritmnini keltiramiz.

Algoritm quyidagi qadamlardan iborat [6-7]:

1. Operativ xotiraga T_{nml} O'T sifatida K_1, K_2, \dots, K_l sinflar nomlari, har bir sinfdagi $(X_1, X_2, \dots, X_{m_1}) \in K_1, (X_1, X_2, \dots, X_{m_2}) \in K_2, \dots, (X_1, X_2, \dots, X_{m_l}) \in K_l$ ($m_1 = m_2 = \dots = m_l$) obyektlar hamda T_{nr}^* NT sifatida X_1, X_2, \dots, X_{m^*} obyektlar kiritiladi.

2. $i = 1$. T_{nr}^* NTdan X_i obyekt olinadi.

3. $j = 1$. T_{nml} O'Tdagi K_j sinf tanlanadi.

4. $t = 1$. K_j sinfdan X_{jt} obyekt tanlanadi.

5. $k = 1$. T_{nr}^* NTdagi X_i obyekt va V_j sinfdagi X_{jt} obyekt bilan 3.3-qoidaga asosan $a_{it}^j, q_{it}^j, h_{it}^j, b_{it}^j$ koeffitsiyentlar (6.2)-(6.5) formulalar yordamida hisoblanadi:

5.1. Agar $x_{ik} = 1$ va $x_{tk}^j = 1$ bo'lsa a_{it}^j koeffitsiyent (1.2) formula yordamida hisoblanadi va algoritm 6 – qadamga o'tadi, aks holda 5.2-qadamga o'tadi.

5.2. Agar $x_{ik} = 1$ va $x_{tk}^j = 0$ bo'lsa q_{it}^j koeffitsiyent (1.3) formula yordamida hisoblanadi va algoritm 6 – qadamga o'tadi, aks holda 5.3-qadamga o'tadi.

5.3. Agar $x_{ik} = 0$ va $x_{tk}^j = 1$ bo'lsa h_{it}^j koeffitsiyent (1.4) formula yordamida hisoblanadi va algoritm 6 – qadamga o'tadi, aks holda 5.4-qadamga o'tadi.

5.4. Agar $x_{ik} = 0$ va $x_{tk}^j = 0$ bo'lsa b_{it}^j koeffitsiyent (1.5) formula yordamida hisoblanadi.

6. $k = k + 1$. Agar $k \leq n$ bo'lsa, u holda algoritm 5-qadamga o'tadi, aks holda 7-qadamga o'tadi.

7. $t = t + 1$. Agar $t \leq m_j$ bo'lsa, u holda algoritm 4-qadamga o'tadi, aks holda 8-qadamga o'tadi.

8. T_{nr}^* NTdagi X_i obyekt K_j sinfdagi X_{jt} obyekt bilan (1.2)-(1.5) formulalar asosida hisoblangan $a_{it}^j, q_{it}^j, h_{it}^j, b_{it}^j$ O'Klarning har birinimg yig'indisini o'rtachasi (6.15)-(6.18) formulalardan foydalanib aniqlanadi.

9. T_{nr}^* NTdagi X_i obyektning K_j sinfdagi X_{jt} obyekt bilan o'xshashligini aniqlash ucnun o'xshashlik funksiyalarining qiymatlari (1.7)-(1.14) formulalardan foydalanib hisoblanadi.

10. $j = j + 1$. Agar $j \leq l$ bo'lsa, u holda algoritm 3-qadamga o'tadi, aks holda 11-qadamga o'tadi.

11. $i = i + 1$. Agar $i \leq m^*$ bo'lsa, u holda algoritm 2-qadamga o'tadi, aks holda 12-qadamga o'tadi.

12. T_{nr}^* NTdagi X_i obyektnning qaysi sinfga tegishli ekanligini aniqlash uchun (6.19) formulada keltirilgan hal qiluvchi qoidadan foydalilanildi.

Keltirilgan algoritmning ishlashi natijasida T_{nr}^* NTdagi X_i obyektlar T_{nml} O'Tdagi K_1, K_2, \dots, K_l sinflardan biriga tegishli ekanligi yoki K_1, K_2, \dots, K_l sinflarning birortasiga ham tegishli emasligi aniqlanadi.

Masalani berilishi. T_{7 5 3} jadval berilgan. Bu yerda ob'yektlarning xususiyatlari 7 ta, ob'yektlar soni har bir klassda 5 tadan, 3 ta klass mavjud. S* obyektni qaysi klassga tegishliligini aniqlang.

	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆	a ₇	
X ₁	0	1	1	1	0	1	1	K ₁
X ₂	1	0	1	0	1	0	1	
X ₃	0	1	0	1	0	1	0	
X ₄	1	1	0	0	1	0	1	
X ₅	1	0	1	1	0	1	0	
X ₆	1	0	0	1	0	0	1	K ₂
X ₇	1	1	1	1	0	0	1	
X ₈	1	1	1	0	0	0	0	
X ₉	1	1	1	1	0	0	0	
X ₁₀	0	0	1	1	0	1	0	
X ₁₁	0	0	0	1	1	0	0	K ₃
X ₁₂	0	1	0	0	0	1	1	
X ₁₃	1	1	0	0	0	0	1	
X ₁₄	1	0	0	0	0	1	0	
X ₁₅	1	0	0	1	1	0	0	
X*	1	1	0	1	0	1	1	

Har bir klass uchun d, h, q, b larni qiymatlarini topamiz. Keyin esa X* ixtiyoriy ob'yektni qaysi sinfga tegishliligini yuqorida berilgan funksiyalar yordamida aniqlaymiz.

$$a = \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk}$$

$$1) d_1^1 = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 4 \quad d_2^1 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 2$$

$$d_3^1 = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 3 \quad d_4^1 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3$$

$$d_5^1 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 3 \quad d_6^2 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3$$

$$d_7^2 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 4 \quad d_8^2 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 2$$

$$d_9^2 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 3 \quad d_{10}^2 = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 2$$

$$d_{11}^3 = 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 1 \quad d_{12}^3 = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3$$

$$d_{13}^3 = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3 \quad d_{14}^3 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 2$$

$$d_{15}^3 = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 = 2$$

$$d_1 = d_1^1 + d_2^1 + d_3^1 + d_4^1 + d_5^1 = 4 + 2 + 3 + 3 + 3 = 15 \quad (\mathbf{X1}) \text{ klass uchun}$$

$$d_2 = d_6^2 + d_7^2 + d_8^2 + d_9^2 + d_{10}^2 = 3 + 4 + 2 + 3 + 2 = 14 \quad (\mathbf{X2}) \text{ klass uchun}$$

$$d_3 = d_{11}^3 + d_{12}^3 + d_{13}^3 + d_{14}^3 + d_{15}^3 = 1 + 3 + 3 + 2 + 2 = 11 \quad (\mathbf{X3}) \text{ klass uchun}$$

$$h = \sum_{k=1}^n (1 - x_{ik}) x_{jk}$$

$$2) \quad h_1^1 = (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 1$$

$$h_2^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 3$$

$$h_3^1 = (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 2$$

$$h_4^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 2$$

$$h_5^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 2$$

$$h_6^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 2$$

$$h_7^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 1$$

$$h_8^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 3$$

$$h_9^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 2$$

$$h_{10}^2 = (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 3$$

$$h_{11}^3 = (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 4$$

$$h_{12}^3 = (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 2$$

$$h_{13}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 2$$

$$h_{14}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 3$$

$$h_{15}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 = 3$$

$$h_1 = h_1^1 + h_2^1 + h_3^1 + h_4^1 + h_5^1 = 1 + 3 + 2 + 2 + 2 = 10; \quad (\mathbf{K1}) \text{ klass uchun}$$

$$h_2 = h_6^2 + h_7^2 + h_8^2 + h_9^2 + h_{10}^2 = 2 + 1 + 3 + 2 + 3 = 11 \quad (\mathbf{K2}) \text{ klass uchun}$$

$$h_3 = h_{11}^3 + h_{12}^3 + h_{13}^3 + h_{14}^3 + h_{15}^3 = 4 + 2 + 2 + 3 + 3 = 14 \quad (\mathbf{K3}) \text{ klass uchun}$$

$$q = \sum_{k=1}^n x_{ik} (1 - x_{jk})$$

$$3) \quad q_1^1 = (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 1$$

$$q_2^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 = 2$$

$$q_3^1 = (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 = 0$$

$$q_4^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 = 1$$

$$q_5^1 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_6^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 = 0$$

$$q_7^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 = 1$$

$$q_8^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_9^2 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_{10}^2 = (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_{11}^3 = (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_{12}^3 = (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 = 0$$

$$q_{13}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 = 0$$

$$q_{14}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 = 0$$

$$q_{15}^3 = (1-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-0) \cdot 0 + (1-1) \cdot 1 + (1-0) \cdot 1 + (1-1) \cdot 0 + (1-1) \cdot 0 = 1$$

$$q_1 = q_1^1 + q_2^1 + q_3^1 + q_4^1 + q_5^1 = 1 + 2 + 0 + 1 + 1 = 5; \quad (\mathbf{K1}) \text{ klass uchun}$$

$$q_2 = q_6^2 + q_7^2 + q_8^2 + q_9^2 + q_{10}^2 = 0 + 1 + 1 + 1 + 1 = 4; \quad (\mathbf{K2}) \text{ klass uchun}$$

$$q_3 = q_{11}^3 + q_{12}^3 + q_{13}^3 + q_{14}^3 + q_{15}^3 = 1 + 0 + 0 + 0 + 1 = 2; \quad (\mathbf{K3}) \text{ klass uchun}$$

$$b = \sum_{k=1}^n (1 - x_{ik})(1 - x_{jk})$$

$$4) \quad b_1^1 = (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_2^1 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 0$$

$$b_3^1 = (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 2$$

$$b_4^1 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_5^1 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_6^2 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 2$$

$$b_7^2 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_8^2 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_9^2 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_{10}^2 = (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_{11}^3 = (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_{12}^3 = (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 2$$

$$b_{13}^3 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-1) = 2$$

$$b_{14}^3 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + \\ + (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 2$$

$$b_{15}^3 = (1-1) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-0) + (1-1) \cdot (1-1) + (1-1) \cdot (1-0) + \\ + (1-0) \cdot (1-1) + (1-0) \cdot (1-1) = 1$$

$$b_1 = b_1^1 + b_2^1 + b_3^1 + b_4^1 + b_5^1 = 1+0+2+1+1=5; \quad (\text{K1}) \text{ klass uchun}$$

$$b_2 = b_6^2 + b_7^2 + b_8^2 + b_9^2 + b_{10}^2 = 2+1+1+1+1=6 \quad (\text{K2}) \text{ klass uchun}$$

$$b_3 = b_{11}^3 + b_{12}^3 + b_{13}^3 + b_{14}^3 + b_{15}^3 = 1+2+2+2+1=8 \quad (\text{K3}) \text{ klass uchun}$$

Hisoblash natijalarini 9 ta funksiyaga qiymatlarni qo'yib yangi obyektni qaysi klassga tegishli ekanini aniqlaymiz

1.Rassel va Rao funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{15+10+5+5} = 0.428 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{14+11+4+6} = 0.4$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{11+14+2+8} = 0.314$$

2.Jokar va Nidmen funksiyalari

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{35-5} = 0.5 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{35-6} = 0.482 \quad S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{35-8} = 0.407$$

3.Days funksiyalari

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{30+10+5} = 0.333 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{28+14+2} = 0.325$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{22+14+2} = 0.289$$

4.Sokol va Skif funksiyalari

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{15+2(5+10)} = 0.333 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{14+2(4+11)} = 0.318$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{11+2(2+14)} = 0.255$$

5.Sokol va Mishner funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15+5}{10} = 2 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14+6}{11} = 1.818 \quad S_3(x_i, x_j) = \frac{11+8}{14} = 1.357$$

6.Kuljinitksiy funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{5+10} = 1 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{4+11} = 0.933 \quad S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{2+14} = 0.687$$

7.Mazurov funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{15}{15+5} + \frac{15}{15+10} \right] = 0.675 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{14}{14+4} + \frac{14}{14+11} \right] = 0.668$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{11}{11+2} + \frac{11}{11+14} \right] = 0.643$$

8.Sirodja funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15}{\sqrt{(15+10)(15+5)}} = 0.67 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14}{\sqrt{(14+11)(14+6)}} = 0.626$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{11}{\sqrt{(11+14)(11+8)}} = 0.504$$

9.Yul funksiyasi

$$S_1(x_i, x_j) = \frac{15 \cdot 5 - 5 \cdot 10}{15 \cdot 5 + 5 \cdot 10} = 0.2 \quad S_2(x_i, x_j) = \frac{14 \cdot 6 - 4 \cdot 11}{14 \cdot 6 + 4 \cdot 11} = 0.312$$

$$S_3(x_i, x_j) = \frac{11 \cdot 8 - 2 \cdot 14}{11 \cdot 8 + 2 \cdot 14} = 0.517$$

Masalaning NATIJASI: Demak, X^* ixtiyoriy ob'yekti Rassil va Rauf, Jokar Nidmen, Days, Sokol va Skif, Sokol va Mishner, Kuljinitksiy, Mazurov, Sirodja funksiyalariga ko'ra K_1 klassga Yul funksiyasiga ko'ra K_3 klassga tegishli. ($X^* \subset K_3$)

1-mavzu uchun adabiyotlar

- Фор А. Восприятие и распознавание образов.- М.: Машиностроение. 1989. - 272 с.
- Бекмуратов К.А., Мамарауфов О.А., Бекмуратов Д.К. Обыектларни англовчи тизимлар. Олий та'лим муассасалари учун услубиyo qo'llanma. Tashkent. "Navro'z" nashriyoti DUK. 2015. 385 bet. (UDK 004.8. ISBN:978-9943-381-17-9)
- Бекмуродов К.А. Axborot-tanuvchi tizimlar fanidan mustaqil ishlarni bajarish учун услубиyo ko'rsatma. СамДУ нашр-матбаа маркази. 2009 й 120 бет.
- Бекмуродов К.А. Oбыектларни англовчи тизимлар. Ma'ruzalar matni. SamDU nashrmatbaa marrazi. 2014. – 172bet.
- Бекмуродов К.А. Теория распознавания образов. Курс лекции. СамДУ нашр-матбаа маркази. 2004й 158 бет.
- Бекмуродов К.А. Функцияларнинг ўхшашлик коэффициентларини ҳисоблашга асосланиб тасвирларни аниқлашни ўргатувчи дастур. Ўз. Республикаси патентлик гувоҳномаси № DGU 200200264. 2002 й.
- Бекмуродов К.А., Кубаев С.Т. Ахборот – танувчи тизимлар. Амалий машғулотлар учун услубий қўлланма. СамДУ нашр-матбаа маркази. 2009 й 134 бет.
- Бекмуродов К.А., Кубаев С.Т., Saidov У. Ахборот танувчи тизимлар. Лаборатория ишларни бажариш учун услубий кўрсатма. СамДУ нашр-матбаа маркази. 2007й 160 бет.

1- mavzu uchun nazorat savollari

1. Avtomatik sinflashtirishning ma’nosini nima?
2. Obyektlarni avtomatik sinflashtirish masalasini qanday guruhlarga bo‘linadi?
3. Sinf va obyekt orasidagi masofa qanday topiladi?
4. Sinflar orasidagi masofa sifatida qanday qiymat olinadi?
5. Metrik masofa nechta aksiomani qanoatlantirishi kerak?
6. Masofalarni hisoblashda qanday formulalardan foydalaniladi?
7. O‘xshashlik o‘lchoviga asoslangan usullar nimaga asoslanadi?
8. Amaliyotda asosan qanday turdagi o‘xshashlik o‘lchovlaridan foydalaniladi?
9. O‘xshashlik koeffitsiyentini hisoblashga asoslangan usullarni izohlang.
10. O‘xshashlik koeffitsiyentini hisoblashga asoslangan algoritmni keltiring.
11. Obyektlarning belgilari qanday qiymatlar qabul qilganda a, b, h va q ning qiymatlari hisoblanadi?

1-mavzu uchun testlar

1. O‘xshashlik funksiyalaridagi a koeffitsient qaysi formula bilan hisoblanadi?

$$1) \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk}; \quad 2) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik}) x_{jk}; \quad 3) \sum_{k=1}^n x_{ik} (1-x_{jk}); \quad 4) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik})(1-x_{jk}).$$

2. O‘xshashlik funksiyalaridagi h koeffitsient qaysi formula bilan hisoblanadi?

$$1) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik}) x_{jk}; \quad 2) \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk}; \quad 3) \sum_{k=1}^n x_{ik} (1-x_{jk}); \quad 4) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik})(1-x_{jk}).$$

3. O‘xshashlik funksiyalaridagi q koeffitsient qaysi formula bilan hisoblanadi?

$$1) \sum_{k=1}^n x_{ik} (1-x_{jk}); \quad 2) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik}) x_{jk}; \quad 3) \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk}; \quad 4) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik})(1-x_{jk}).$$

4. O‘xshashlik funksiyalaridagi b koeffitsient qaysi formula bilan hisoblanadi?

$$1) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik})(1-x_{jk}); \quad 2) \sum_{k=1}^n (1-x_{ik}) x_{jk}; \quad 3) \sum_{k=1}^n x_{ik} (1-x_{jk}); \quad 4) \sum_{k=1}^n x_{ik} \cdot x_{jk}.$$

5. Rassel va Rao funksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$\begin{aligned} 1) S_1(X_i, X_j) &= \frac{a}{a+b+q+h} = \frac{a}{n}; & 2) S_6(X_i, X_j) &= \frac{a}{q+h}; \\ 3) S_3(X_i, X_j) &= \frac{a}{2a+h+q}; & 4) S_8(X_i, X_j) &= \frac{a}{\sqrt{(a+h)(a+b)}}. \end{aligned}$$

6. Jokar va Nidmen funksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$1) S_2(X_i, X_j) = \frac{a}{n-b}; \quad 2) S_7(X_i, X_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{a}{a+q} + \frac{a}{a+h} \right];$$

$$3) S_9(X_i, X_j) = \frac{a \cdot b - q \cdot h}{ab + qh}; \quad 4) S_3(X_i, X_j) = \frac{a}{2a + h + q}.$$

7. Days funksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$1) S_3(X_i, X_j) = \frac{a}{2a + h + q}; \quad 2) S_1(X_i, X_j) = \frac{a}{a + b + q + h} = \frac{a}{n};$$

$$3) S_8(X_i, X_j) = \frac{a}{\sqrt{(a+h)(a+b)}}; \quad 4) S_7(X_i, X_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{a}{a+q} + \frac{a}{a+h} \right].$$

8. Sokal va Skiffunksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$1) S_4(X_i, X_j) = \frac{a}{a + 2(q + h)}; \quad 2) S_9(X_i, X_j) = \frac{a \cdot b - q \cdot h}{ab + qh}.$$

$$3) S_6(X_i, X_j) = \frac{a}{q + h}; \quad 4) S_2(X_i, X_j) = \frac{a}{n - b}.$$

9. Sokal va Mishner funksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$1) S_5(X_i, X_j) = \frac{a + b}{n}; \quad 2) S_1(X_i, X_j) = \frac{a}{a + b + q + h} = \frac{a}{n};$$

$$3) S_7(X_i, X_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{a}{a+q} + \frac{a}{a+h} \right]; \quad 4) S_8(X_i, X_j) = \frac{a}{\sqrt{(a+h)(a+b)}}.$$

10. Kuljinskiy funksiyasi qaysi formula bilan hisoblanadi ?

$$1) S_6(X_i, X_j) = \frac{a}{q + h}; \quad 2) S_1(X_i, X_j) = \frac{a}{a + b + q + h} = \frac{a}{n};$$

$$3) S_4(X_i, X_j) = \frac{a}{a + 2(q + h)}; \quad 4) S_8(X_i, X_j) = \frac{a}{\sqrt{(a+h)(a+b)}}.$$

1-mavzu uchun topshiriqlar

Bizga $T_{12,10,2}$ (1-jadval) o'qituvchi va $T_{12,10}$ (2-jadval) ko'rinishdagi sinov tanlovlari berilgan

1-jadval

Sinflar	Obyektlar	Belgilar											
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
V ₁	X ₁	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	X ₂	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
	X ₃	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
	X ₄	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
	X ₅	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
	X ₆	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
	X ₇	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1

V ₂	X ₈	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
	X ₉	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
	X ₁₀	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1

Sinov tanlovlari (2-jadval)

2-jadval

Variantlar	Obyektlar	Belgilar											
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
1	X ₁ [*]	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
2	X ₂ [*]	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
3	X ₃ [*]	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
4	X ₄ [*]	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
5	X ₅ [*]	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
6	X ₆ [*]	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
7	X ₇ [*]	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
8	X ₈ [*]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
9	X ₉ [*]	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
10	X ₁ [*]	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
11	X ₂ [*]	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1
12	X ₃ [*]	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
13	X ₄ [*]	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
14	X ₅ [*]	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
15	X ₆ [*]	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
16	X ₇ [*]	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
17	X ₈ [*]	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
18	X ₉ [*]	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
19	X ₅ [*]	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
20	X ₆ [*]	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1
21	X ₇ [*]	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0
22	X ₈ [*]	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1

23	X_6^*	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
24	X_7^*	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1

Talab etiladi: $T_{12,10}$ (2-jadval) sinov tanlovdagi obyektlarni o'xshashlik funksiyalaridan foydalanib, $T_{12,10,2}$ (1-jadval) o'qituvchi tanlovdagi V_1 yoki V_2 sinfga qarashliliginini aniqlang?