

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
FAVQULODDA VAZIYATLAR VAZIRLIGI
AKADEMIYASI**

**ISSN 2181-9327
№ 1 (14), 2024**

**“YONG‘IN-PORTLASH XAVFSIZLIGI”
ILMIY-AMALIY ELEKTRON
JURNAL**

**“ПОЖАРО-ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ”
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ
ЖУРНАЛ**

**“FIRE AND EXPLOSION SAFETY”
SCIENTIFIC AND PRACTICAL ELECTRONIC
JOURNAL**

TOSHKENT – 2024

ЙЎЛ БЕЛГИЛАРИ КОНТУРЛАРИНИ АЖРАТИШ АЛГОРИТМЛАРИ

*Т.ф.д., профессор Н.С.Маматов, М.М.Жалелова, К.К.Ережепов
("Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институту" Миллий тадқиқот университети)*

*И.С.Нарзуллаев (Муҳаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот
технологиялари университети)*

Аннотация. Мазкур ишда градиентга асосланган контур ажратилиш филтрлари тадқиқ қилинган ва уларни самарадорлиги FOM, F1-score ва контур аниқлаш хатолиги каби кўрсаткичлар асосида таққосланган. Ҳар бир кўрсаткичга мос энг самарали учта филтрдан тўплам тузилиб, унда филтрларни турли комбинациядаги бирлашмалари синовдан ўтказилган ва ҳар бир кўрсаткичга мос оптимал филтр ёки филтрлар бирлашмаси аниқланган.

Калит сўзлар: йўл белги, тасвир, контур, ранг модели, градиент оператор, F1-score, тўпламлар бирлашмаси, таниб олиш, контур ажратилиш, филтр.

Аннотация. В этой работе исследуются фильтры разделения контуров на основе градиента и сравнивается их производительность на основе таких показателей, как FOM, F1-оценка и ошибка обнаружения контура. Был создан набор из трёх наиболее эффективных фильтров для каждой метрики, в котором тестировались различные комбинации фильтров и определялся оптимальный фильтр или комбинации фильтров для каждой метрики.

Ключевые слова: ориентир, изображение, контур, цветовая модель, оператор градиента, F1-показатель, комбинация множеств, распознавание, разделение контуров, филтр.

Abstract. In this work, gradient-based contour separation filters are investigated and their performance is compared based on indicators such as FOM, F1-score and contour detection error. A set of the three most effective filters for each metric was created, in which different combinations of filters were tested and the optimal filter or combinations of filters for each metric were determined.

Key words: landmark, image, contour, color model, gradient operator, F1-score, combination of sets, recognition, contour separation, filter.

Ўзбекистон Республикасида 2023-йилнинг январь-апрель ойларида 2144 та йўл транспорт ҳодисаси оқибатида тахминан 500 киши вафот этганлиги қайд этилган [1]. Бахтсиз ҳодисаларни айримлари ҳайдовчиларни йўлда эътиборсизлиги туфайли рўй берганлиги кўрсатилган. Кўп ҳолларда "инсон омили" деб аталадиган омил йўлларда рўй берадиган автоҳалокатларни асосий сабаби ҳисобланади ва бунда ҳайдовчи стресс ҳолатида бўлганида, огоҳлантириш ёки тақиқловчи йўл белгиларини кўриб улгурмаслиги сабаб бўлади [2].

Шунинг учун, реал вақтда йўл белгиларини таниб олиш ва ҳайдовчиларни яқинлашиб келаётган белгилар ҳақида огоҳлантирувчи тизимларини ишлаб чиқиш орқали йўллардаги бахтсиз ҳодисалар ва ўлим ҳолатларини камайтиришга ёрдам бериш зарур.

Мазкур тадқиқот ишини мақсади-тасвирлардаги йўл белгиларини аниқлашни мавжуд усулларини тадқиқ қилиш ва реал вақтда ҳайдовчиларга ёрдам бериш учун йўл белгиларини аниқлаш ёндашувини ишлаб чиқишдан иборат. “Йўл ҳаракати” тўғрисидаги Вена конвенцияси 1968-йилда қабул қилинганидан сўнг, йўл белгиларини асосий қисми стандартлаштирилди [3] ва шунинг учун стандарт йўл белгиларини таниб олиш масаласи ҳал қилинади. Тасвирлардаги йўл белгиларини аниқлашни асосан қуйидаги бир нечта усуллари мавжуд:

- рангга асосланган;
- шаклга асосланган;
- машинали ўқитиш усулларига асосланган;
- нейрон тармоқларга асосланган усуллар.

Тасвир сегментлашни ранг бўйича амалга оширишда турли ранг моделлари хусусан, RGB (red, green, blue) ва HSV (hue, saturation, value) қўлланилади. Бироқ, ушбу усулдан фойдаланишда турли об-ҳаво шароитлари ёки ёруғлик сабаб тасвирлардаги ранглارни ўзгариши юз беради ва шунинг учун ушбу усул юқори аниқликни таъминламайди [4]. Мазкур ишда тасвирлардан йўл белгиларини аниқлаш учун шаклга асосланган иккинчи усул танланган. Чунки, у рангга асосланган усулга нисбатан юқори таниб олиш аниқлигини кўрсатади ва нейрон тармоқларга асосланган усуллардан фарқли ҳолда узоқ вақт ўқитишни талаб қилмайди.

Шунингдек, контур тасвирдаги объект ҳақида 80-90 % маълумотни ўзида сақлайди ва объектни тасвир фонидан юқори аниқлик билан ажратиб олишни таъминлайди [5]. Контур-объектнинг чегараси ёки ташқи контуридир. Ҳар қандай объект табиатан чекланган, шунинг учун идеал ҳолатдаги объектнинг ҳар қандай контури ёпиқ контур ҳисобланади. Контурни ажратиш усуллари тасвирдаги градиент фарқларини, яъни тасвир ёрқинлиги функциясининг ҳосилаларини аниқлашга асосланган.

Шунинг учун бундай усуллар градиента асосланган усуллар ёки градиент операторлар сифатида маълум ва машҳур. Мазкур ишда градиент усуллар асосида йўл белгилари контуларини ажратиш масаласи қаралган бўлиб, навбаттаги бўлимда фойдаланиладиган усуллар ҳақида батафсил маълумотлар келтирилган. Градиент усуллар сифатида Робертс, Преуитт, Собел, Китчен-Малин, Счарр, Орҳей контур ажратиш усулларини келтириш мумкин ва уларда қуйидаги жадвалда келтирилган ниқоблардан фойдаланиш орқали тасвир контурлари аниқланади.

Контур ажратиш филтърлари ниқоб коэффициентлари

Контур ажратиш филтър номи	Филтър белгиланиши	M_x вертикал йўналиш учун	M_y горизонтал йўналиш учун
Робертс филтрити	f_1	$M_x = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$
Преуитт филтрити	f_2	$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
Собел филтрити	f_3	$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$
Китчен-Малин филтрити	f_4	$M_x = \begin{bmatrix} -2 & 0 & 2 \\ -3 & 0 & 3 \\ -2 & 0 & 2 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \\ -2 & -3 & -2 \end{bmatrix}$
Счарр филтрити	f_5	$M_x = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 3 \\ -10 & 0 & 10 \\ -3 & 0 & 3 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} -3 & -10 & -3 \\ 0 & 0 & 0 \\ 3 & 10 & 3 \end{bmatrix}$
Орхеи филтрити	f_6	$M_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -4 & 0 & 4 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$M_y = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -4 & -1 \end{bmatrix}$

Юқорида келтирилган контур ажратиш филтърларида тасвирни ҳар бир нуқтасида ёрқинлик градиентини ва уни қиймати $mag(\nabla T)$ ҳисобланади:

$$\frac{\partial T}{\partial x} = M_x \otimes T; \quad \frac{\partial T}{\partial y} = M_y \otimes T \quad (1)$$

$$\nabla T = \left[\frac{\partial T}{\partial x}; \frac{\partial T}{\partial y} \right] \quad (2)$$

бу ерда M_x - координата x ўқи бўйича градиенти, M_y - координата y ўқи бўйича градиенти.

Тасвир объект контурларини аниқ ажратиши тасвирни дастлабки ишлов бериш босқичларидан ўтказишга боғлиқдир. Бунда контраст ошириш алгоритмларини [6-10] тасвирларга қўллаш контурларнинг тўлиқ олинишини таъминлашга, шовқин пасайтириш филтърларини [11-13] қўллаш орқали эса ёлғон контурлар ҳосил бўлишини олдини олишга имкон беради. Дастлабки ишлов бериш босқичларидан ўтгандан сўнг, тасвир контур ажратиш босқичига кириш сифатида берилиши мумкин. Контур ажратиш алгоритмлари [14-16] орасидан оптималини аниқлаш учун уларни баҳолаш кўрсаткичлари асосида таққослаш зарур бўлади. Алгоритмлар контурларни тўғри аниқлаганини текшириш учун тадқиқотчилар томонидан кўплаб кўрсаткичлар ишлаб чиқилган ва улардан баъзилари ҳақида маълумотлар қуйида келтирилган.

Контур ажратиш филтрларини баҳолаш кўрсаткичлари

Контур ажратиш алгоритмларини баҳолашда эталонли усуллар энг самарали ва ишончли усуллар ҳисобланади. Чунки, бунда асл тасвирга мос эталон, яъни эксперт томонидан махсус ишлаб чиқилган контурли тасвирдан фойдаланилади. Аниқланган контурларни эталон билан таққослаш натижасида, тўртта синф ҳосил қилинади, улар ҳақиқий ижобий (TP), ҳақиқий салбий (TN), нотўғри салбий (FN) ва нотўғри мусбат (FP) ҳисобланиб, қуйидаги расмда кўрсатилган матрица орқали ифодаланади.

		True class (Edges from ground truth)	
Predicted class (Edges from algorithm)	TP (True positive)	FP (False positive)	
	FN (False negative)	TN (True negative)	

1-расм. TP, TN, FP ва FN аниқлаш матрицаси

F1-score. TP, TN, FP, FN тўртта синфдан қуйидаги F1-score кўрсаткичини аниқлаш мумкин:

$$F1\text{-score} = \frac{|TP|}{\left| TP + \frac{1}{2}(FN + FP) \right|} \quad (1)$$

бу ерда $|\cdot|$ – тўплам элементлари сони.

Figure of merit (FOM). Пратт томонидан киритилган бу ўлчов қуйидагича аниқланади:

$$FOM = \frac{1}{\max(N_E, N_G)} \sum_{k=1}^{N_E} \frac{1}{1 + \alpha d^2(k)} \quad (2)$$

бу ерда N_G - ҳақиқий қирралар сони, N_E - алгоритм томонидан аниқланган қирраларнинг сони. α - масштаблаш константаси, $d(k)$ - эса аниқланган қиррани ҳақиқий қиррадан силжиши.

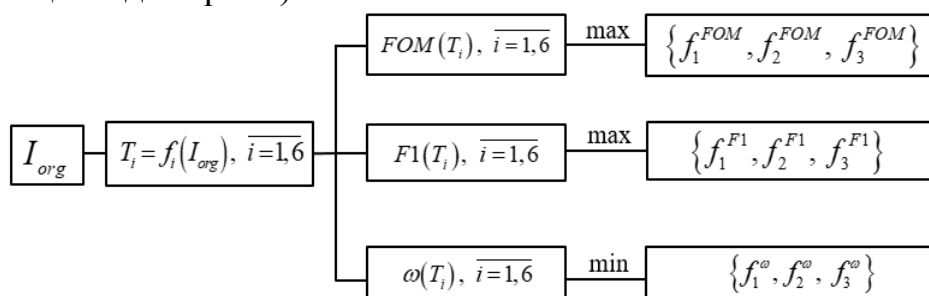
Контурни аниқлаш хатоси (Edge error). Ушбу кўрсаткич M_a ва Стаунтон томонидан киритилган бўлиб, алгоритм томонидан аниқланган контурни эталон билан таққослаш орқали контурни аниқлашдаги хатоликни аниқлайди:

$$\omega = 1 - \frac{|G \cap E|}{|G|} \quad (3)$$

бунда, G – эталон тасвир, E – контур ажратиш алгоритмидан чиқувчи тасвир.

Юқорида санаб ўтилган контур ажратиш алгоритмларини баҳолаш кўрсаткичлари асосида контур ажратиш ёндашуви ғояси қуйидаги методология бўлимида батафсил келтирилган.

Мазкур ишда f_i ($i=1,6$) филтрлари орасидан FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича ҳар бирига мос энг самарали учта контур ажратиш филтри аниқланади 2-расм).



2-расм. FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича ҳар бирига мос энг самарали учта контур ажратиш филтрни аниқлаш тартиби

Фараз қилайлик, 2-расм бўйича ҳар бир кўрсаткичга мос самарали филтрлар тўплами элементлари f_1^*, f_2^*, f_3^* бўлсин. Ушбу филтрларни алоҳида асл тасвирга қўллаш юқори аниқликни бермаслиги мумкин. Шунинг уларни турли комбинациядаги жуфт бирлашмалари ва учта филтр бирлашмаси синовдан ўтказилади.

$$f_{1,2}^* = f_1^*(I_{org}) \cup f_2^*(I_{org}), \quad f_{1,3}^* = f_1^*(I_{org}) \cup f_3^*(I_{org}), \quad f_{2,3}^* = f_2^*(I_{org}) \cup f_3^*(I_{org}),$$

$$f_{1,2,3}^* = f_1^*(I_{org}) \cup f_2^*(I_{org}) \cup f_3^*(I_{org})$$

Контур ажратишнинг ҳар бир кўрсаткичига мос оптимал филтр ёки филтрлар бирлашмаси аниқланади:

$$f_{opt}^{FOM} = \max_{FOM} \{f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_{1,2}^*, f_{1,3}^*, f_{2,3}^*, f_{1,2,3}^*\}$$

$$f_{opt}^{F1} = \max_{F1} \{f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_{1,2}^*, f_{1,3}^*, f_{2,3}^*, f_{1,2,3}^*\}$$

$$f_{opt}^{\omega} = \min_{\omega} \{f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_{1,2}^*, f_{1,3}^*, f_{2,3}^*, f_{1,2,3}^*\}$$

Ҳисоблаш тажрибаси ва натижалар

Ҳисоблаш тажрибасини ўтказиш учун махсус эксперт томонидан контурлари ажратилган эталон тасвирлари мавжуд БСДС500 тасвирлар тўплами олинган бўлиб, ундан намуна учун 23 та тасвир фойдаланилган. Олинган тасвирларга f_i ($i=1,6$) филтрларини қўллаш натижасида ҳосил бўлган контурли тасвирлар FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича баҳоланган ва уларни натижалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Контур ажратиш филтрларини FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича баҳолаш натижалари

Филтр номи	Баҳолаш мезонлари		
	FOM (маx)	F1-score (маx)	ω (МИН)
Роберц	0.061	0.013	0.440
Преуитг	0.474	0.213	0.395
Собел	0.424	0.193	0.381
Китчен-Малин	0.251	0.112	0.432
Счарр	0.429	0.195	0.390
Орхеи	0.289	0.128	0.425

2-жадвалдан FOM, F1-score ва ω учта кўрсаткич бўйича ҳам Преуитт, Собел ва Счарр филтрлари самарали филтрлар тўпламини ташкил этувчи элементлар сифатида аниқланди.

Демак, f_1^* –Преуитт, f_2^* –Собел ва f_3^* –Счарр деб қабул қилинади. Намуна учун олинган тасвирларга оптимал деб аниқланган контур ажратиш филтрларини қўллаш натижалари 3-расмда келтирилган.



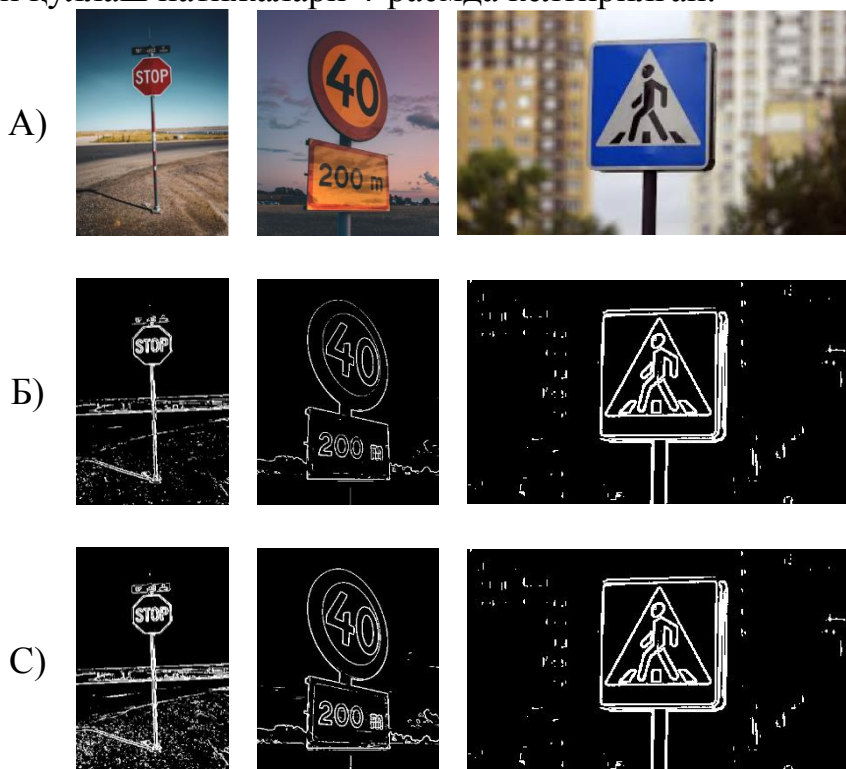
3-расм. А-сатир оригинал тасвирлар, Б-сатир контурли эталон тасвирлар, С-сатир f_1^* –Преуитт филтри, Д-сатир f_2^* – Собел филтри, Е-сатир f_3^* –Счарр филтрини қўллаш натижалари

Ҳисоблаш тажрибасини ўтказиш жараёнида, f_1^*, f_2^*, f_3^* филтрлар ва уларни турли комбинациядаги бирлашмалари баҳолаш кўрсаткичлари бўйича баҳоланган ва уларни ўртача қийматлари қуйидаги жадвалда келтирилган.

Контур ажратиш филтрларини FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича ўртача қийматлари

Филтр номи	Филтр белгиланиши	FOM	F1-score	ω
Преуитт	f_1^*	0.474	0.2131	0.395
Собел	f_2^*	0.424	0.1915	0.381
Счарр	f_3^*	0.429	0.1948	0.390
Преуитт+Собел	$f_{1,2}^*$	0.425	0.1932	0.374
Преуитт+Счарр	$f_{1,3}^*$	0.432	0.1955	0.377
Собел+Счарр	$f_{2,3}^*$	0.419	0.1882	0.380
Преуитт+Собел+Счарр	$f_{1,2,3}^*$	0.420	0.1901	0.373

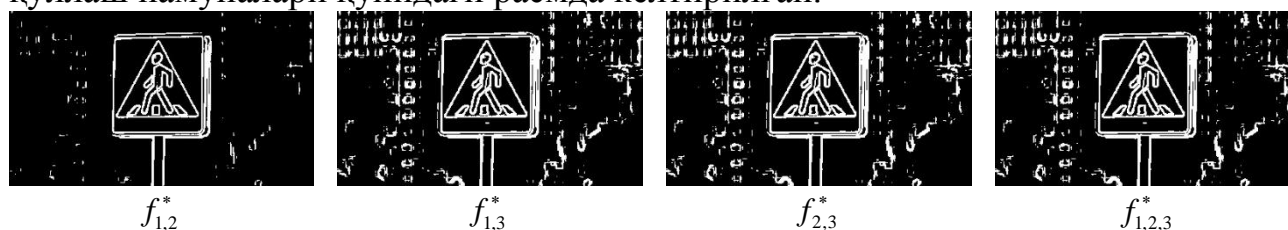
3-жадвал натижаларидан FOM ва F1-score кўрсаткичлари бўйича Преуитт филтрини якка ҳолда қўллаш самарадорлиги бошқа бирлашма филтрларни қўллашга нисбатан юқори бўлиши аниқланди. ω кўрсаткич бўйича эса, $f_{1,2,3}^*$ филтрлар бирлашмаси объект контурини аниқлашда энг кам хатолик берганлиги аниқланди. Қуйида олинган натижаларни йўл белгилари тасвирлар тўпламидаги синов натижалари келтирилган. Бунда йўл белгилари тасвирлар сони 57 та. Бироқ, олинган йўл белгилари тасвирлар тўплами контури эксперт томонидан ажратилган тасвирларга эга эмас. Шунинг учун баҳолашда визуал текширувдан фойдаланилади. Йўл белгилари тасвирлар тўпламига f_1^*, f_2^*, f_3^* филтрларини қўллаш натижалари 4-расмда келтирилган.





4-расм. А) оригинал тасвир, Б) f_1^* – Преуитт фильтри, С) f_2^* – Собел фильтри, Д) f_3^* – Счарр фильтрини қўллаш натижаси

Йўл белгилари тасвирига $f_{1,2}^*$, $f_{1,3}^*$, $f_{2,3}^*$ ва $f_{1,2,3}^*$ фильтрлар бирлашмаларини қўллаш намуналари куйидаги расмда келтирилган.



5-расм. Тасвирларга фильтрлар бирлашмаларини қўллаш намуналари

Мазкур тадқиқот ишида тасвирлардаги йўл белгиларини аниқлаш масаласи муҳокама қилинди. Ушбу масалада аниқлик ва самарадорлик ўта муҳим бўлгани учун ишда контурларни ажратишни градиентли усуллари танланган бўлиб, улар FOM, F1-score ва ω кўрсаткичлари бўйича баҳоланди. Дастлаб, ҳар бир кўрсаткич бўйича энг самарали учта фильтрдан ташкил топган тўпламини аниқлаш мақсад қилинган эди ва бунда ҳисоблаш тажрибаларидан маълум бўлдики, учта кўрсаткич бўйича ҳам Преуитт, Собел ва Счарр фильтрлари самарали деб топилди. Кейинчалик, уларни яқка ҳолда қўллашга нисбатан уларни турли комбинациядаги бирлашмаларини текшириш амалга оширилди. Мазкур тадқиқот иши натижасида куйидаги хулосалар шаклланди:

- тасвирлардаги йўл белгиларини аниқлаш усуллари орасида контурга асосланган усуллар аниқлиги бўйича юқори ва фойдаланиш учун қулай эканлиги аниқланди;
- FOM ва F1-score кўрсаткичлари бўйича Преуитт фильтри бошқа фильтрлар ва уларни турли бирлашмаларига нисбатан самарадорлиги юқори эканлиги аниқланди;
- ω кўрсаткич, яъни контур аниқлашдаги хатолик бўйича эса, $f_{1,2,3}^*$ фильтрлар бирлашмаси объект контурини аниқлашда энг кам хатолик берганлиги аниқланди;
- контур ажратиш фильтри ва баҳолаш кўрсаткичининг оптимал жуфтликлари сифатида $\{FOM, f_1^*\}$, $\{F1-score, f_1^*\}$, $\{\omega, f_{1,2,3}^*\}$ жуфтликлари аниқланди.

Тасвирда объект контурини аниқлашни юқорида таъкидланган усуллари йўл белгилари тасвирлар тўпламини таҳлил қилишни автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга. Ушбу усуллар реал вақтда йўл белгиларини таниб олиш ва ҳайдовчиларни яқинлашиб келаётган белгилар ҳақида огоҳлантирувчи тизимларини ишлаб чиқишда юқори аниқликни таъминлашга хизмат қилади.

АДАБИЁТЛАР:

1. <https://www.gazeta.uz/oz/2023/05/29/accidents/>
2. Шемарулин Илья Александрович, Карпычев Владимир Юрьевич. Распознавание дорожных знаков на основе цветных контуров // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2016. №2 (113).
3. Венская конвенция о дорожном движении. – 1968. – 19 с
4. Рудов В.А., Приступа А.В., Скворцов А.В. Детектирование стандартных дорожных знаков на изображениях // VIII Международной молодежной научной конференции «Математическое и программное обеспечение информационных, технических и экономических систем». -2021. - С. 8-15.
5. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithms for contour detection in agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 03017). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448603017>
6. Маматов, Н., Султанов, П., Юлдашев, Ю., & Жалелова, М. (2023). Методы повышения контрастности изображений при мультиспиральной компьютерной томографии. Евразийский журнал академических исследований, 3(9), 125-132.
7. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir kontrastini etalonsiz baholash. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 115-117.
8. Mamatov, N. S., Pulatov, G. G., & Jalelova, M. M. (2023). Image contrast enhancement method and contrast evaluation criteria optimal pair. Digital Transformation and Artificial Intelligence, 1(2).
9. Mamatov, N. S., Niyozmatova, N. A., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Tojiboyeva, S. X. (2023). Methods for improving contrast of agricultural images. In E3S Web of Conferences (Vol. 401, p. 04020). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340104020>
10. Mamatov, N., Sultanov, P., Jalelova, M., & Samijonov, A. (2023). 2D image processing algorithms for kidney transplantation. Scientific Collection «InterConf», (184), 468-474.
11. Маматов, Н., & Джалелова, М. (2023). Tasvir shovqinlari tahlili. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 113-115.
12. Маматов, Н., Султанов, П., Жалелова, М., & Тожибоева, Ш. (2023). Критерии оценки качества медицинских изображений, полученных на мультиспиральном компьютерном томографе. Евразийский журнал математической теории и компьютерных наук, 3(9), 27-37.
13. Mamatov, N. S., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., & Samijonov, B. N. (2024, February). Algorithm for improving the quality of mixed noisy images. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2697, No. 1, p. 012013). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2697/1/012013>
14. Mamatov, N., Jalelova, M., & Samijonov, B. (2024). Tasvir obyektlarini segmentatsiyalashning mintaqaga asoslangan usullari. Modern Science and Research, 3(1), 1-4. <https://inlibrary.uz/index.php/science-research/article/view/28241>
15. Mamatov, N., Jalelova, M., Samijonov, B., & Samijonov, A. (2024). Algorithm for extracting contours of agricultural crops images. In ITM Web of Conferences (Vol. 59, p. 03015). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245903015>



ТАЪЛИМ СИФАТИНИ БАҲОЛАШ ВАЗИФАЛАРИДА КЛАСТЕР ТАҲЛИЛИ

Т.ф.д., профессор Н.С.Маматов, С.Р.Иброхимов, А.Н.Самижонов
(“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институту” Миллий тадқиқот университети),

Аннотация. Мазкур мақола таълим сифатини баҳолаш вазифалари доирасида кластерли таҳлил ролини ўрганишга бағишланган бўлиб, унда таълим сифатини баҳолашда кластерли усулларини қўллаш орқали янада аниқ ва самарали баҳолаш тизимини яратиш усули таклиф этилган.

Калим сўзлар: Кластер, дисперсия, зичлик, алгоритм, таснифлаш, дендограмма, информатив белги.

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию роли кластерного анализа в задачах оценки качества образования, в которой предлагается метод создания более точной и эффективной системы оценки за счет использования кластерных методов в оценке качества образования.

Ключевые слова: Кластер, дисперсия, плотность, алгоритм, классификация, дендограмма, информативный символ.

Abstract. This article is dedicated to the study of the role of cluster analysis within the tasks of evaluating the quality of education, in which a method of creating a more accurate and effective evaluation system is proposed by using cluster methods in the evaluation of the quality of education.

Key words: Cluster, dispersion, density, algorithm, classification, dendogram, informative symbol.

Таснифлаш инсонни фикрлаш фаолияти асоси бўлиб, у шунингдек, илмий амалиётни фундаментал жараёнидир. Чунки таснифлаш тизимларида фан назарияларни ривожлантириш учун зарур бўлган тушунчалар мавжуд. Автоматик таснифлаш тизимлари таксономия деб ҳам аталади ва улар ўрганилаётган объектлар тўплами ҳақидаги дастлабки маълумотларни олиш, уларни ички тузилишларини ўрганиш ва объектларни таснифлаш учун кучли восита ҳисобланади. Бироқ, ҳозирда кунда маълум бўлган кўплаб кластерлаш процедуралари кучсиз тузилмага эга. Бу эса уни маълум бир маълумотларни таҳлил қилиш масаласини ҳал этишда мақбул усулни танлашни мураккаблаштиради. Одатда кластерли таҳлил тадқиқотларни дастлабки босқичида жорий этилади, яъни тизим ҳақидаги назарий ифодалаш ўта тушунарсиз ва ноаниқ бўлганда қўлланилади. Бунда инсон ўрнини компьютер эгаллаймайди, шунингдек у яқуний қарорларни қабул қилмайди. Ушбу жараёнда инсон маълумотларни соддалаштириш, ажратиш ҳамда боғланишларни ўрганиш орқали фақат қарорларни қабул қилиш ва асослашга кўмаклашади.

Тадқиқотларда кластерли таҳлилидан фойдаланишга асос реал амалий масалалардаги белгилар фазосини кўп ўлчовлилиги [1-4], ўлчов шкалаларини хилма-хиллиги, объектлар сонини кўплиги, объектлар ҳақидаги маълумотларни ўта кичик ёки ўта катта ҳажмлилиги, маълумотлар жадвалларида хато ва бўшлиқлар ва информатив белгиларни мавжудлиги [5-6], тузилмали объектларни қатнашиши каби ўзига хосликлари ҳисобланади [7,8].

Олий таълим тизими объектлари сифатини баҳолаш масалалари [9-11] ҳақиқий шартлари юқорида келтирилган ўзига хосликларни деярли барчасига мос келади. Шунинг учун сифат белгилар фазосида кластерли таҳлил усулларини ишлаб чиқиш долзарб муаммо ҳисобланади. Кластерли таҳлилнинг асосий мақсади гуруҳлар ичидаги объектлар маълум маънода бир-бирига ўхшаш бўлган ва турли гуруҳлардаги объектлар ўхшаш бўлмаган асл кўп ўлчовли маълумотларда бир жинсли қисм тўпламларни аниқлашдан иборат. Бунда "ўхшашлик" кўп ўлчовли белгилар фазосида объектларни ўзаро яқинлигини англатади. Яқинлик маъносида масала берилган кўп ўлчовли белгилар фазосида бир жинсли гуруҳлар деб аталувчи объектларни табиий ажратишга келтирилади. Кластерли таҳлил усуллари тузилмали гуруҳлаш синфига мансуб бўлиб, унда тузилмаси бўйича тўпламларни шаклланиш хусусиятига кўра гуруҳлар бир жинсли объектлар асосида шакллантирилади [12].

Кластерли таҳлил масаласи. Маълумотларни кластерли таҳлил қилиш масаласи берилган объектлар тўпланини ўзаро кесишмайдиган объектлар қисм тўпламларига ажратиш бўлиб, унда ажратилган қисм тўпламларни бир жинсли бўлиши талаб этилади. Агар омилли таҳлил процедуралари объект белгиларини ифодаловчи сонли ўзгарувчилар сонини қисқартирса, у ҳолда кластерли таҳлил таснифлаш учун "маълумотларни сиқади" [12]. Кластерли таҳлил масаласи математик кўринишда қуйидагича ифодаланади:

Фараз қилайлик, қуввати n га тенг бўлган G объектлар тўплами берилган бўлсин. Бунда уларни ҳар бири белгининг m та сонли табиатини характерлайди. Буни нуқта билан ҳам ифодалаш мумкин, яъни у m - ўлчовли белгилар фазосидаги нуқта [13]:

$$G_i = \left\{ x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, \dots, x_m^{(i)} \right\} \quad (1)$$

У ҳолда қўйилган масала G тўплами n_s та S_1, S_2, \dots, S_{n_s} , кесишмайдиган синф (кластер)ларга ажратишдан иборат бўлади. Бунда $\bigcup_{k=1}^{n_s} S_k = G$ бўлиб, ҳар бир объект битта ва фақат битта кластерга тегишли ҳамда битта кластерга тегишли объектлар маълум маънода ўхшаш ва турли кластерларга тегишли объектлар эса турлича бўлади. Кластерли таҳлил қилиш масаласини ечимлари айрим оптималлик мезонларини қаноатлантирувчи қисм тўпламлардир. Кенг тарқалган оптималлик мезонлари 1-жадвалда келтирилган бўлиб, улар амалий масалаларни ечишда кенг қўлланилади.

Ажратувчи функционал	Формуласи
1. Барча белгилар бўйича кластерлар ички умумий дисперсияси	$F = \sum_{k=1}^{n_s} \sum_{j=1}^m \sigma_{kj}^2 \rightarrow \min$
2. Кластерлар ички қирралари бўйича ёпиқ бўлмаган энг қисқа йўл.	$F = \sum_{k=1}^{n_s} v_{ij}^{(k)} \rightarrow \min$
3. Кластерлар марказларидан оғишлар йиғиндиси	$F = \sum_{k=1}^{n_s} \sum_{x_i \in S_k} (x_i - \bar{x}_k)^2 \rightarrow \min$
4. Кластерлар ички масофалари квадратлари йиғиндиси	$F = \sum_{k=1}^{n_s} \sum_{i,j \in S_k} d_{ij}^2 \rightarrow \min$
5. Кластерлар ички масофалари ўртача йиғиндиси	$F = \sum_{k=1}^{n_s} \frac{\sum_{i,j \in S_k} d_{ij}}{n_k(n_k - 1)} \rightarrow \min$
6. Кластерлараро ўртача масофалар йиғиндиси	$F = \sum_{\substack{i \in S_{k_1} \\ j \in S_{k_2}}} \frac{d_{ij}}{n_{k_1} n_{k_2}} \rightarrow \max$

Жадвалда келтирилган ҳар бир ажратиш функционалини сифат белгилар фазоси учун ҳам осон мослаштириш мумкин. Бунда функционал умумий тузилмасини сақлаб, d_{ij} сонли метрикалар қийматлари ўрнига w_{ij} жуфтлик мувофиқлик коэффициентидан фойдаланиш тавсия этилади. Бу эса кўплаб кластерлаш алгоритмларидан фойдаланиш, шунингдек, у натижаларни герменевтик талқин қилишни соддалаштириш имконини беради.

Кластерлар хусусиятлари. "Кластер" атамасини умумий қабул қилинган таърифи мавжуд эмаслигига қарамай, кластерлар айрим хусусиятларга эга ва уларни энг муҳимлари дисперсия, зичлик, ўлчам, шакл ва ажралиш ҳисобланади [14]. Ушбу хусусиятлар мантиқан метрик ва метрик бўлмаган сифат белгилар фазосига тадбиқ этилиши мумкин. *Дисперсия* кластер марказига нисбатан фазодаги нукталар тарқалиш даражасини тавсифлайди. Ушбу хусусият билан эҳтимоллик назарияси ва математик статистикада қўлланиладиган хусусият орасида ўхшашлик мавжудлигига қарамай, кластерлар ҳар доим ҳам нормал тақсимот қонунига бўйсунмайди. Шунинг учун дисперсияни Кластер нукталари фазода бир-бирига қанчалик яқин жойлашганлигининг характеристикаси сифатида кўриб чиқиш яхшидир.

Шунинг учун кластер нукталари фазода бир-бирига нисбатан қай даражада яқин жойлашганлигини билдирувчи хусусият сифатида қараш керак. Бунда агар барча нукталар унинг оғирлик марказига яқин бўлса, кластер "зич", акс ҳолда "тарқоқ" деб аталади.

Зичлик хосса бўлиб, у маълумотлар фазосида кластерни бошқа соҳалари билан таққослаганда зич нукталар жамланмаси сифатида аниқлаш имконини беради. Бунда кластер маълум бир нукталар тўпламига эга ёки бўш бўлади. Кластер зичлиги ва дисперсияси интеграл баҳоси сифатида Красилников коэффициентидан фойдаланиш тавсия этилади:

$$W_k = 1 - \frac{4S(v)}{n(K-1)^2} \quad (2)$$

бу ерда $S(v)$ кластер барча объектлари бўйича белгилар дисперсиялари йиғиндиси.

Ўлчам кластер хоссаи бўлиб, у дисперсия билан чамбарчас боғлиқ. Агар кластерни аниқлаш мумкин бўлса, у ҳолда уни "радиуси"ни ҳам ўлчаш мумкин.

Агар қаралаётган кластерлар кўп ўлчовли белгилар фазосида гиперсфералар бўлса, у ҳолда бу хосса фойдали ҳисобланади.

Шакл фазода нуқталар жойлашуви бўлиб, одатда улар гиперсфера ёки эллипсоидлар кўринишида бўлади. Агар кластерлар бошқа шаклларда масалан, узилган кластерлар кўринишида бўлса, у ҳолда радиус ёки диаметрдан фойдаланиш фойдасиздир. Ишда кластерлар ўлчамлари омиллар ўқлари йўналиши бўйича қараш тавсия этилади. Бу нисбатан умумий хусусият бўлиб, бу кластер шакли ва ўлчамларини ҳисоблаш имконини беради. k -белги ўқи бўйича S_i кластер ҳажми сифатида қуйидаги катталиқдан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

$$D_k^t = \frac{\max_{i,j \in S_i} |x_{ik} - x_{jk}|}{K-1} \quad (3)$$

Бунда ҳар бир ўқ бўйича кластер ўлчамлари $0 \leq D_k^t \leq 1$ шартни қаноатлантиради. Бу турли хил бўлиниш вариантлари учун, шунингдек турли хил таҳлил қилинган вазиятлар учун Кластер ўлчамларининг таққосланишини таъминлайди, яъни таклиф қилинган хусусият ўзгармаслик хусусиятига эга. Кластер шаклини таҳлил қилишга мисол сифатида қуйидаги махсус ҳолатларни келтириш мумкин: масалан, хусусиятларнинг барча ўқлари бўйлаб нисбатан тенг ўлчамлар учун биз ҳосил бўлган Кластер гиперферик деган хулосага келишимиз мумкин; Кластер катталиги бир атрибут томонидан бошқаларга нисбатан кескин ошиб кетган тақдирда, Кластер тегишли ўқ бўйлаб чўзилган деган хулосага келиш мумкин - яъни таксоннинг "гиперовал" шакли ҳақида.

Ажратиш кластерларни ўзаро қоплаш даражасини ифодалайди ва фазода уларни қай даражада узоқ жойлашганлигини тавсифлайди. Кластерлар бир-бирига нисбатан яқин бўлиб, аниқ чегараларга эга бўлмаслиги ёки улар бўш кенг майдонлар билан ўзаро ажралиши мумкин.

Икки кластер ажралиш даражасини баҳолаш учун биринчи кластер объектларини тизим ички изчиллигини иккинчи кластер объектлари бўйича ўртача қийматидан фойдаланиш мумкин, яъни $S_1 = \{x_1, x_2, \dots, x_{n_1}\}$ ва $S_2 = \{y_1, y_2, \dots, y_{n_2}\}$ икки кластер учун қуйидаги қийматни ҳисоблаш талаб этилади:

$$SEP(S_1 \setminus S_2) = -\frac{\sum_{i=1}^{n_1} q(x_i \setminus S_2)}{n_1} = -\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (W_K(S_2 \cup x_i) - W_K(S_2))}{n_1} \quad (4)$$

Мазкур ёндашув танланма ўлчамларини катталаштиришни бутстрап усулларига ўхшайди, яъни бунда берилган объектлар мажмуасидан бир объектни чиқариб юбориш, мазкур ҳолда киритиш орқали янги танланма шакллантирилади.

S_1 кластерни S_2 кластердан юқори даражада ажралиши $SEP(S_1 \setminus S_2)$ ифода барқарор мусбат қийматга эга бўлишини таъминлайди. Кластерлар ўзаро яхши ажралганда объектларни бир кластердан бошқасига тартиб билан киритиш иккинчи кластер объектларини ички келишувини ёмонлашишига олиб келади.

Ушбу атамалардан фойдаланиб ихтиёрий турдаги кластерларни баён этиш мумкин.

Кластерларни нуқталари зичлиги нисбатан юқори бўлган фазони узлуксиз соҳаларига ёки нуқталари зичлиги нисбатан паст бўлган бир биридан узоқ бўлган фазо соҳаларига ажратиш мумкин. Шу билан бирга, интенсив қиймат фазосига ўтишда кластерларни тавсифлаш шартлари ўзгармайди ва кластер хусусиятларини таҳлил қилишни юқоридаги ёндашувлари ўрганилаётган турли вазиятларда инвариантлик хусусиятларига эга бўлади.

Ҳозирги кунгача мавжуд бўлган кластерли усуллар етти асосий оилага ажратилади [15], яъни иерархик агломератив, иерархик ажралувчи, итератив гуруҳлаш, модал зичлик қийматларини қидириш, омилли, зичлаш ва графлар назариясидан фойдаланадиган усуллардир. Ушбу оилалар гуруҳларни яратишда турли ёндашувларга мос келади ва бир хил маълумотларда турли усулларни қўллаш турли натижаларга олиб келиши мумкин.

Бу кластерларни таҳлил қилиш натижаси фақат инсон-компьютер тизимидаги итератив алоқа орқали етарли деб ҳисоблаш мумкинлиги сабабларидан бири бўлиб, бир нечта босқичларда кластерларга бўлиниш шаклланади ва натижада пайдо бўлган кластерлар хусусиятларини таҳлил қилинади. Бўлиниш сифати етарли бўлмаганда жорий параметрлар ўзгартирилади ва процедура қайтадан амалга оширилади. Кластерлашнинг иерархик усуллари асосан олдинги босқич кластерларни бирлаштириш учун қўлланилади. Бунда 2-жадвалда келтирилган усуллардан кенг фойдаланилади.

2-жадвал

Кластерларни бирлаштириш усули	Кластерлар орасидаги масофа
1. Бирлик боғланиш (энг яқин кўшнилари усули)	$D_{12} = \min d_{ij}, i \in S_1, j \in S_2$
2. Тўлиқ боғланиш (нисбатан узоқ кўшнилари усули)	$D_{12} = \min d_{ij}, i \in S_1, j \in S_2$
3. Ўртача вазнсиз жуфтлик	$D_{12} = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i \in S_1, j \in S_2} d_{ij}$
4. Ўртача вазнли жуфтлик	$D_{12} = \frac{1}{n_1^2 n_2^2} \sum_{i \in S_1, j \in S_2} d_{ij}$
5. Вазнсиз марказли усул	$D_{12} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i^{(1)} - x_i^{(2)})^2} = d(\bar{x}_1, \bar{x}_2)$
6. Вазнли марказли усул (медиана)	$D_{12} = \frac{1}{n_1 n_2} \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i^{(1)} - x_i^{(2)})^2} = \frac{d(\bar{x}_1, \bar{x}_2)}{n_1 n_2}$
7. Уорд усули	$F = \sum_{j=1}^{n_2} \sum_{i \in S_j} d(x_i, \bar{x}_j)^2$

Кластерлар орасидаги масофани аниқлашни юқорида келтирилган усуллари микдорий омиллар фазосида мантиқан тўғри бўлиб, уларни сифат қийматлар фазосида қўллаш учун ушбу фазо учун махсус ишлаб чиқилган топометрикалардан, яъни d_{ij} масофа ўрнига 2-жадвал ёндашувларида бир нечта сифатли мувофиқликни янги қуйидаги коэффициентидан фойдаланиш талаб этилади.

$$W(S, K) = 1 - \frac{\sum_l^M \sum_i^N \sum_j^N |K_{il} - K_{jl}|}{M \times N \times (N-1) \times (K-1)} \quad (5)$$

(5) коэффициент объектлар сифатини баҳолаш вазифаларида ишлаб чиқилган кластер таҳлил методологиясини қўллаш имконини беради.

Қуйида кластерларни бирлаштиришни ихтиёрий усули учун график кесиш тури бўйича кластерли таҳлил ва умумлашган иерархик агломератив алгоритми келтириб ўтилган.

График кесиш тури бўйича кластерли таҳлил алгоритми қуйидаги қадамлардан иборат:

1-Қадам: К сифатни тизимли асосини танлаш.

2-Қадам: Миқдорий қийматларни сифат қийматларига ўтказиш.

3-Қадам: Сифат мувофиқлаштиришнинг жуфт коэффициентлари матричасини шакллантириш

4-Қадам: W_{\max} кластер ички мувофиқлаштиришнинг бўсағавий қийматини бериш

5-Қадам: d_{\max} ёй бўсағасининг бошланғич қийматини бериш.

6-Қадам: Келишув матритсаси асосида тўлиқ боғланган G графни шакллантириш.

7-Қадам: G графдан d_{\max} дан катта узунликдаги ёйларни ўчириш.

8-Қадам: Агар G графни боғланмаган қисм графларга ажратилса, у ҳолда навбатдаги қадамга ўтилади, акс ҳолда d_{\max} бўсаға қиймати камайтиради ва 7 қадамга ўтилади.

9-Қадам: $W_j < W_{\max}$ шарт текширилади, Агар у ўринли бўлса, у ҳолда навбатдаги қадамга ўтилади, акс ҳолда d_{\max} бўсаға қиймати камайтиради ва 7 қадамга ўтилади.

10-Қадам: Ҳар бир кластер учун элементлар рўйхати шакллантирилади.

11-Қадам: Кластерлар зичлиги ҳисобланади.

12-Қадам: Кластерлар ўлчами ва шаклини аниқланади.

13-Қадам: Кластерлараро масофалар ҳисобланади.

14-Қадам: Кластерларни бир-биридан ажралиш параметрлари баҳоланади.

Умумлашган иерархик агломератив алгоритми қуйидаги қадамларда амалга оширилади:

1-Қадам: К сифатни тизимли асосини танлаш.

2-Қадам: Миқдорий қийматларни сифат қийматларига ўтказиш.

3-Қадам: Сифат мувофиқлаштиришнинг жуфт коэффициентлари матричасини шакллантириш

4-Қадам: Кластерлараро S_{\max} ўртача масофалар йиғиндиси максимал қиймат бериш.

5-Қадам: Ҳар бир объектни алоҳида кластер сифатида белгилаш.

6-Қадам: Кластерлараро масофалар матричасини шакллантириш.

7-Қадам: Кластерлар бирлаштиришни танланган усули асосида улар орасидаги минимал масофага эга иккита кластерни аниқлаш.

8-Қадам: Аниқланган кластерларни бирлаштириш.

9-Қадам: Бирлаштириш тузилмасини дендрограммада сақлаш.

10-Қадам: Агар кластерлар сони 1га тенг бўлса, у ҳолда навбатдаги қадамга, акс ҳолда 6-қадамга ўтилади.

11-Қадам: Шакллантирилган дендограмма асосида ҳар бир кластер учун ўртача кластер ичидаги масофалар S_j йиғиндиси $S_j < S_{\max}$ шартни қаноатлантиргунча орқага қайтиш амалга оширилади.

12-Қадам: Ҳар бир кластер учун элементлар рўйхатини шакллантириш.

13-Қадам: Кластерлар зичлиги ҳисобланади.

14-Қадам: Кластерлар ўлчами ва шаклини аниқланади.

15-Қадам: Кластерлараро масофалар ҳисобланади.

16-Қадам: Кластерларни бир-биридан ажралиш параметрлари баҳоланади.

Кўп ва жуфт сифатли мувофиқлик топометрикалари катта илмий салоҳиятга эга бўлиб, аралаш табиатли кўп ўлчовли объектлар таҳлили натижаларини герменевтик интерпретациялаш имконини берувчи ягона аппарат ҳисобланади. Белгилар қийматлари энтропиясига асосланган объект сифати интеграл хусусияти вазн коэффицентларини субъектив танлашдан холи бўлган сифатли маълумотларни таҳлил қилувчи кучли восита ҳисобланади. Кўп ва жуфт сифатли мувофиқлик топометрикаларини қўллаш сифатли қийматлар фазосида кластер таҳлил аппаратини қўллаш имконини беради. Ишлаб чиқилган таълим ташкилотлари фаолияти сифатини баҳолаш тизими ихтиёрий табиатли объектлар таҳлилинини мослашувчан ҳамда кучли воситаси ҳисобланиб, у сифат хусусиятларини тадқиқ қилиш масалаларини барчасини қамраб олади. Кўп ва жуфт сифатли мувофиқлик топометрикасидан фойдаланиш кластерли таҳлил аппаратидан сифат қийматлари фазосида фойдаланишга имкон беради. Бу эса олий таълим муассасаларида таълимни назорат қилиш учун натижаларни таҳлил қилишга катта хисса қўшади.

АДАБИЁТЛАР:

1. Shavkat, F., Narzillo, M., & Abdurashid, S. (2019). Selection of significant features of objects in the classification data processing. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2 Special Issue 11), 3790-3794.

2. Niyozmatova, N. A., Mamatov, N., Samijonov, A., Rahmonov, E., & Juraev, S. (2020, September). Method for selecting informative and non-informative features. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 919, No. 4, p. 042013). IOP Publishing.

3. Fazilov, S., Mamatov, N., Samijonov, A., & Abdullaev, S. (2020). Reducing the dimensionality of feature space in pattern recognition tasks new materials IOP Conf. In *Series: Journal of Physics: Conf. Series* (Vol. 1441).

4. Mamatov, N., Samijonov, A., & Yuldashev, Z. (2019, August). Selection of features based on relationships. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1260, No. 10, p. 102008). IOP Publishing.

5. Shavkat, F., Narzillo, M., & Nilufar, N. (2019). Developing methods and algorithms for forming of informative features' space on the base K-types uniform criteria. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2S11), 3784-3786.

6. Fazilov, S., & Mamatov, N. (2019, March). Formation an informative description of recognizable objects. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1210, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.

7. Мазуров, В.Д. (2015). Обобщение комбинированного метода «Факторный анализ таксономия». Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника, 15 (2), 139-142.

8. Плюта В. Многомерный сравнительный анализ в экономических исследованиях (методы таксономии и факторного анализа). - М.: Статистика, 1980.

9. Маматов, Н., & Иброхимов, С. (2023). Artificial intelligence in education: paving the way for a more effective learning experience. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 107-109.

10. Маматов, Н., & Иброхимов, С. (2023). Ta'lim jarayonini boshqarishda sun'iy intellektdan foydalanish. Информатика и инженерные технологии, 1(2), 105-107.

11. Лившиц К.И. Идентификация. - М.: Наука, 1987.

12. Медиа, Р. (2023, March 23). Кластеризация (кластерный анализ): что это такое. Skillfactory Media. <https://blog.skillfactory.ru/glossary/klasterizacziya-klasternyj-analiz/>

13. Мандель И.Д. Кластерный анализ. -М.: Финансы и статистика, 1988. -168 с.

14. Миркин Б.Г. Группировки в социально-экономических исследованиях, - М, Финансы и статистика, 1985.



УДК 624.94.012.45+692.231.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

*Д.т.н., профессор Ходжаев А.А., Каримжонов И.С.
(Туринский Политехнический университет в городе Ташкенте)*

Аннотация. Рассмотрена эффективность наружных и внутренних стен современных многоэтажных каркасных зданий, выполняемых из традиционных кирпичных материалов, мелких ячеистых газобетонных блоков, а также предлагаемых новых каркасно-обшивных стеновых конструкций (КОС) в температурно-климатических и сейсмических условиях Центральной Азии.

Ключевые слова. Кирпич, газобетон, стена, каркасно-обшивная стена (КОС), лёгкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), термопрофиль, сейсмостойкость, энергосбережение, экология, теплоизоляция.

МУНДАРИЖА

1.	К.И.Назаров, Б.Т.Ибрагимов, Э.У.Ахмадалиев	Гидротехника иншоотларда фавқулдда вазиятлар содир бўлишининг олдини олиш усулларини ўрганишни тадқиқ этиш	3
2.	У.Б.Қадилов, Д.О.Низамова	Давлат хавфсизлигини ва иқтисодиёт барқарорлигини таъминлашда фавқулдда вазиятлар хавфини суғурта қилишининг роли	9
3.	С.С.Шамансуров, Г.Г.Бекова, Қ.Х.Якубов, Р.А.Абсаломов	Мактабгача таълим муассасаларини лойиҳалаш самарадорлигини оширишни тартибга солувчи давлат меъёрий талаблари ва ҳужжатлари таҳлили	17
4.	В.Ү.Курбанов, У.В.Қадилов	Kuchli zilzilalar bilan bog'liq favqulodda vaziyatlarning oldini olishda yong'in xavfsizligini ta'minlash tadbirlarini rejalashtirish istiqbollari	22
5.	У.В.Қадилов, В.Ү.Курбанов	Ко'п қavatli binolarda aholini kuchli zilzilalar keltirib chiqaradigan yong'inlardan muhofazalashda kuch va vositalarni hisoblash	29
6.	А.Ахмедов, Е.Вассиев	Favqulodda vaziyatlar xavfini baholashda eventologik usulning o'rni	39
7.	Ахмедов М.А., Сираджитдинов А.Б	Оследствия повреждений и разрушений объектов энергоснабжения при землетрясениях	42
8.	Мухидова З.Ш., Пулатова Э.К., Эшматов И.Ё., Мухамедгалиев Б.А.	Особенности огнезащиты связующего при создания древесных материалов пониженной горючестью	47
9.	Мирзахмедов Б.Х., Жуманова С.Г., Мавлянова М.Э., Абдурахимов А.А.	Новые огне- и коррозионнозащитные покрытия для резервуаров нефтехранилищ из отходов	51
10.	С.С.Шамансуров, Г.Г.Бекова, Қ.Х.Якубов, Р.А.Абсаломов	Ёнғин хавфини баҳолашнинг мавжуд ёндашувлари ва усуллари таҳлили	57
11.	Н.С.Маматов, М.М.Жалелова, К.К.Ережепов, И.С.Нарзуллаев	Йўл белгилари контурларини ажратиш алгоритмлари	62
12.	Н.С.Маматов, С.Р.Иброхимов, А.Н.Самижонов	Таълим сифатини баҳолаш вазифаларида кластер таҳлили	71