

## **Қишлоқ хўжалигига оид тасвирда контурларни аниқлаш алгоритмлари**

**Аннотация.** Сўнгги йилларда сунъий йўлдош тасвирлари асосида қишлоқ хўжалиги майдонлари ва экинлари ҳолати ҳақида муҳим маълумотлар тезкор ва сифатли олинмоқда. Бу эса қишлоқ хўжалигида улардан янада кенг фойдаланишни талаб қилади. Бироқ, бундай тасвирлар асосида экспертлар томонидан қайта ишлаш, жумладан дала майдонини субъектив визуал кузатиш кўп вақт ва энергия сарфланишига олиб келади. Бу каби муаммолар одатда тасвирларни қайта ишлаш жараёнини автоматлаштириш орқали ҳал этилади. Тасвирларни қайта ишлаш жараёнининг муҳим қисмларидан бири бу тасвирдаги объект контурини аниқлаш муаммоси бўлиб, у орқали тасвирдаги объектларни ажратиб олиш, яъни сегментлаш амалга оширилади. Объект контурлари қанчалик аниқ, тўлиқ ва тўғри аниқланса, у ҳолда объектни сегментлаш ва таниб олиш аниқлиги шунчалик юқори бўлади. Бу эса контурларни аниқлаш усул ва алгоритмларини тадқиқ этиш ҳамда такомиллаштиришни талаб қилади. Мазкур тадқиқот иши контур аниқлаш усулларининг қиёсий таҳлилига бағишланган бўлиб, унда келтирилган усуллар дастлаб оригинал тасвир ҳамда уларни контурлари экспертлар томонидан ажратилган тасвирлар базасида синовдан ўтказилган. Синовлар контури эксперт томонидан ажратилган контурли тасвирлар ҳамда усулларни қўллаш орқали ҳосил қилинган контурли тасвирлар асосида амалга оширилган бўлиб, натижаларни таққослаш пикселларни таққослаш усули орқали амалга оширилган. Шунингдек, усулни баҳолаш мезонига кўра, контур ажратишнинг мақбул усули аниқланган. Олинган натижалар асосида тасвир сифатига боғлиқ ҳолда мос усулни қўллаш ёндашуви таклиф этилган. Таклиф этилган ёндашув асосида сунъий йўлдош орқали олинган тасвирлар контурларни аниқлаш амалга оширилган.

**Калит сўзлар:** контур, сунъий йўлдош, объект, тасвир, Собел, Кэнни, фильтр, пиксел, усул, алгоритм, мезон, қоида.

## Кириш

Бугунги кунда сунъий йўлдош орқали олинган қишлоқ хўжалигига оид тасвирлар асосида қишлоқ хўжалиги майдонлари ва экинлари ҳолати ҳақида муҳим маълумотлар тез ва сифатли шакллантирилоқда. Экспертлар бу каби вазифаларни амалга оширишда кўп вақт ва куч сарфлашади. Бу эса ўз навбатида, қарор қабул қилиш жараёнини кечигишига олиб келади. Одатда бу каби муаммолар тасвирни қайта ишлаш ва таниб олишни автоматлаштириш орқали ҳал этилади.

Тасвирни қайта ишлашнинг муҳим қадамларидан бири тасвирни сегментлаш бўлиб, ҳозирги кунда тасвир объектларни сегментлашнинг кўплаб ёндашувлари ишлаб чиқилган. Бироқ, сунъий йўлдош тасвирлари сони ва ҳажми катта бўлганлиги учун уларни таҳлил қилиш катта маблағларни талаб қилади. Бунда объект контурини аниқлаш орқали сегментлашни амалга ошириш мақсадга мувофиқ ҳисобланади ва бу тасвирларни қайта ишлашнинг муҳим қисми бўлиб, унда тасвирдаги объект чегара чизиқларини мавжудлиги асосида контур белгиланади [1]. Контурларни аниқлашнинг асосий мақсади тасвирлардан олинadиган маълумотларни қайта ишлаш миқдорини минималлаштириш ҳисобланади. Тасвирдаги объект чегараларини аниқлашда контурларни тўғри ва тўлиқ олиниши тасвирни турли шовқин ва ҳалақитлардан ҳоли ҳамда контрастини нормал даражада бўлишига боғлиқдир. Чунки тасвирда шовқин мавжудлиги ёлғон контурларни ҳосил бўлишига, тасвир контрастининг етарли даражада бўлмаслиги эса контурларни аниқ ва тўлиқ бўлмаслигига олиб келади. Бу каби муаммоларни бартараф этиш мақсадида, тасвирга дастлаб контрастини ошириш [2-4] ва шовқинларни бартараф этиш алгоритмлари [5] каби дастлабки ишлов бериш алгоритмларини қўллаш тавсия этилади.

Бугунги кунда тадқиқотчилар томонидан контур ажратишнинг кўплаб усул ва алгоритмлари ишлаб чиқилган бўлсада, бироқ тасвирни қайта ишлаш жараёнида тасвирдаги объект контурини аниқлашни ўзига хос умумий усули

ишлаб чиқилмаган ва бу тасвирларни қайта ишлашнинг асосий муаммоларидан бири ҳисобланади.

Тасвир ёрқинлик ўзгариши асосида объект контурини ажратиш мумкин. Бунда тасвир икки ўлчовли функция сифатида қаралади ва унда вертикал ҳамда горизонтал йўналишлар бўйича нуқта градиенти ҳисобланади. Бу икки ўлчовли функциядан олинadиган хусусий ҳосилалар орқали аниқланиб, у орқали тасвир ёрқинлик ўзгариши аниқланади. Мазкур тадқиқот ишида контур ажратишнинг градиентли Собел, Преуитт, Роберц, Счарр, Орхеи, Китчен-Малин, Каялли ва Кэнни, Робинсон, ЛоГ, ДоГ усуллари баҳоланиб, улар асосида контур ажратишнинг нуқта солиштириш алгоритмига нисбатан мақбул усули аниқланган.

### Методлар

Фараз қилайлик, бизга  $T_o$ -оригинал тасвирлар ва уларга мос  $T_o^k$  контури эксперт томонидан ажратилган тасвирлар тўплами, шунингдек  $u_i$  контур ажратишда қўлланиладиган филтрлар ҳамда  $B$  тасвирларни солиштириш мезонлари тўплами берилган бўлсин.  $t_o \in T_o$  оригинал тасвир ва унга мос  $t_o^k \in T_o^k$  контури эксперт томонидан ажратилган тасвир учун  $u_i$  филтрни  $t_o$  тасвирга қўллаш натижасида ҳосил қилинадиган  $t_i$  контурли тасвир қуйидагича аниқланади:

$$t_i = u_i(t_o), \quad i = \overline{1,11} \quad (1)$$

Бунда тасвирдаги объект контурини аниқлашда қўлланиладиган филтрлар ишлаб чиқилган даврига кўра қуйидагича белгиланди:  $u_1$  – Роберц,  $u_2$  – Преуитт,  $u_3$  – Собел,  $u_4$  – Робинсон,  $u_5$  – ЛоГ,  $u_6$  – ДоГ,  $u_7$  – Кэнни,  $u_8$  – Китчен-Малин,  $u_9$  – Счарр,  $u_{10}$  – Каялли,  $u_{11}$  – Орхеи.

Танланган филтрлар самарадорлигини баҳолаш  $t_o^k$  тасвир ва филтрларни қўллаш натижасида олинган  $t_i$  тасвирни солиштириш қуйидагича аниқланади:

$$b_i = \frac{|t_o^k \cap t_i|}{|t_o^k|} \cdot 100\%, \quad i = \overline{1,11} \quad (2)$$

бу ерда,  $b_i \in B$ ,  $|t_o^k|$  – контурли тасвир пикселлар сони,  $|t_o^k \cap t_i|$  –  $t_o^k$  ва  $t_i$  тасвирларни кесишмаси пикселлари сони.

Мазкур ёндашувда (2) орқали олинган қиймат қанчалик катта бўлса, у ҳолда бу қийматга мос филтёр энг самарали деб олинади, яъни:

$$u_{opt} = \max_i \{b_i\}, i = \overline{1,11} \quad (3)$$

### Ҳисоблаш тажрибаси ва натижалар

Тасвир объектлари контурини ажратиш усули натижасини баҳолашда энг ишончли усул бу тасвирни аниқ контурли тасвири билан таққослаш ҳисобланади. Мазкур тадқиқот ишида ҳисоблаш тажрибасини ўтказишда асл ва унга мос контурли тасвирлар экспертлар томонидан шакллантирилган [www.kaggle.com](http://www.kaggle.com) сайтида келтирилган BSDS500 тасвирлар тўпламидаги 100 та намуна тасвирдан фойдаланилган.

Тасвир объектлари контурини ажратишда тасвир сифатига боғлиқ ҳолда мос самарали усулни аниқлаш учун тасвир сифатини баҳолашни машҳур эталонсиз BRISQUE [6] мезонидан фойдаланилган. Бунда келтирилган BSDS500 тасвирлар тўплamidан олинган 100 та намуна тасвирлар ва уларга турли ҳалақитлар қўшиш орқали 400 та янги тасвир яратилиб, 500та тасвирдан иборат база шакллантирилган. Базадаги тасвирлар сифати BRISQUE қийматига кўра 5 та, яъни  $T_o^1$ -Best,  $T_o^2$ -Good,  $T_o^3$ -Medium,  $T_o^4$ -Poor ва  $T_o^5$ -Bad тоифали тасвирлар тўпламига ажратилди (1-жадвал).

#### 1-жадвал

BRISQUE қиймати бўйича тасвир тоифалаш натижалари

Тасвир базаси	Тасвир сифати	Тоифага ажралиш диапазони	Тасвир сони
$T_o^1$	Best	(0;21)	83
$T_o^2$	Good	[21;41)	15
$T_o^3$	Medium	[41;61)	97
$T_o^4$	Poor	[61;81)	227
$T_o^5$	Bad	[81;100)	78

$T_o^1, T_o^2, T_o^3, T_o^4$  ва  $T_o^5$  тасвирлар тўпламидан олинган намуна тасвирлар куйидаги расмда келтирилган.



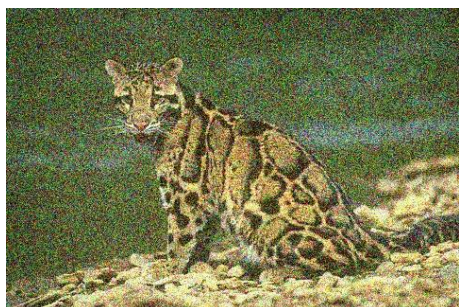
“Best”



“Good”



“Medium”



“Poor”



“Bad”

**1-расм.**  $T_o^1, T_o^2, T_o^3, T_o^4$  ва  $T_o^5$  тасвирлар тўплами намуна тасвирлари

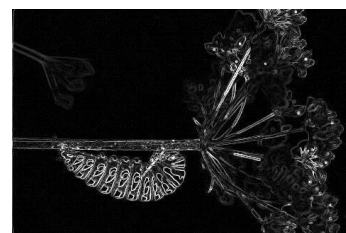
Ажратилган тоифалар тасвирларига юқорида келтирилган  $u_i, (i = \overline{1,11})$  филтрларини қўллаш орқали контурларни ажратиш амалга оширилди. Куйидаги расмда филтрларни  $T_o^1$  тасвирлар тўпламига қўллаш орқали олинган тасвир намуналари келтирилган.



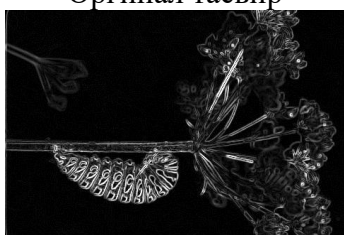
Оригинал тасвир



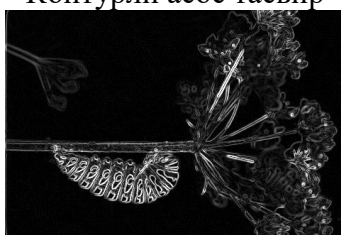
Контурли асос тасвир



Роберт филтр



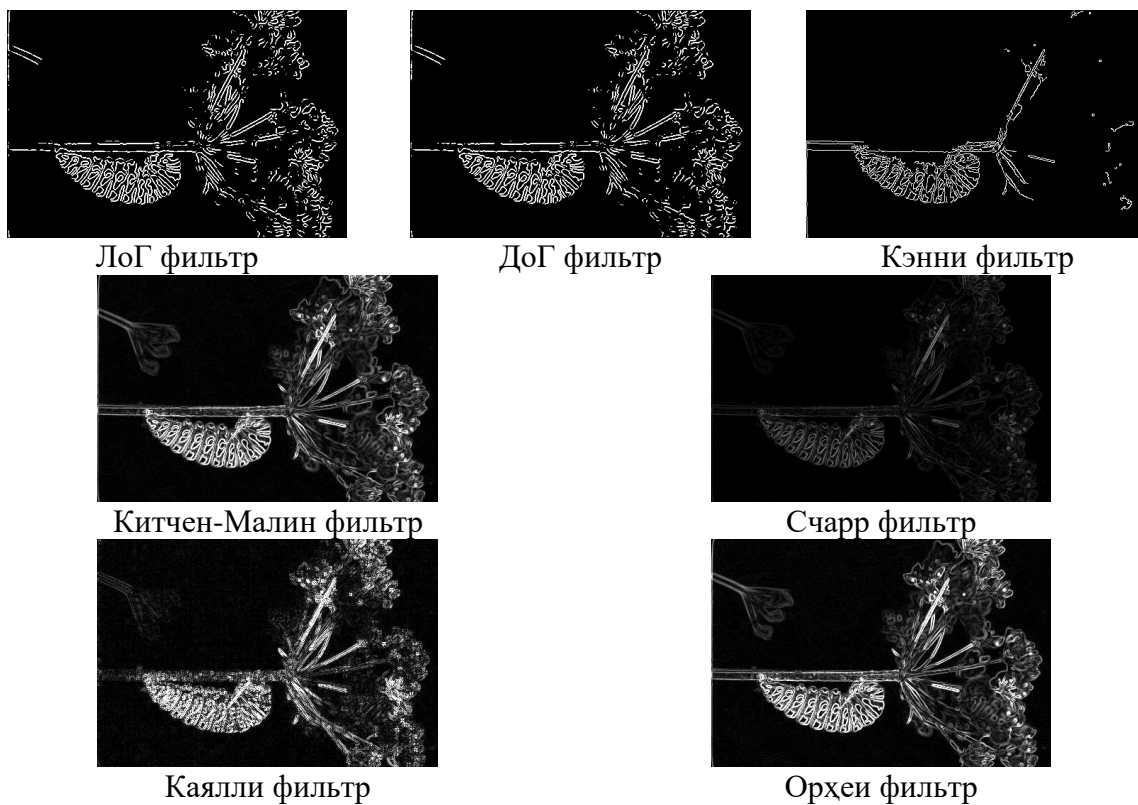
Преуитт филтр



Собел филтр



Робинсон филтр



**2-расм.** Оригинал тасвир ва фильтр қўлаган тасвир намуналари

Фильтрларни қўлашдан олинган натижалар (2) формула орқали баҳоланди ва баҳолашнинг ўртача қийматлари аниқланди, олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

**2-жадвал**

Фильтрларни қўлаш натижалари

Фильтр номи	Фильтрларнинг (2) формула бўйича ўртача қийматлари %				
	$T_o^1$	$T_o^2$	$T_o^3$	$T_o^4$	$T_o^5$
Роберц [19]	41.86	36.21	26.35	14.92	13.48
Преуитт [17]	42.35	39.59	36.01	20.91	18.07
Собел [18]	45.93	44.19	<b>42.51</b>	22.01	14.13
Робинсон [20]	46.22	39.05	35.10	21.56	17.07
ЛоГ [22]	35.65	35.94	34.30	<b>26.95</b>	18.01
ДоГ [21]	41.56	36.37	34.61	26.79	19.64
Кэнни [14]	27.57	18.10	24.15	21.94	18.26
Китчен-Малин [24]	63.65	35.73	33.70	22.31	<b>19.66</b>
Счарр [23]	<b>82.65</b>	42.91	29.99	17.85	16.62
Каялли [15]	49.33	<b>55.92</b>	14.42	15.09	12.99
Орхеи [16]	59.42	38.91	31.81	15.98	15.10

Максимум қиймат	82.65	55.92	42.51	26.95	19.66
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------

2-жадвалга кўра  $T_o^1$  тасвирлар тўплами учун  $u_9$  – Счарр фильтри,  $T_o^2$  учун  $u_{10}$  – Каялли фильтри,  $T_o^3$  учун  $u_3$  – Собел фильтри,  $T_o^4$  тасвирлар тўплами учун  $u_5$  – ЛоГ,  $u_6$  – ДоГ ва  $u_8$  – Китчен-Малин фильтрини қўллаш самарали эканлигини кўриш мумкин. Бироқ, ушбу тадқиқотда  $T_o^3$  ва  $T_o^4$  тасвирлар тўплами учун самарадорлик даражаси 50% дан паст бўлиши тасвир объектлари контурини ажратишга қўйиладиган талабларга жавоб бермайди. Шунинг учун ушбу тасвирларни дастлабки ишлов бериш жараёнидан ўтказиш тавсия этилади.  $T_o^5$  тасвирлар тўпламида аниқлик ўта паст эканлигини кўриш мумкин. Шунинг учун, ушбу тоифадаги тасвирлар учун юқорида келтириб ўтилган фильтрлар кутилган натижаларни таъминламайди.

Таклиф этилган ёндашув сунъий йўлдошдан олинган тасвирлар тўплами SIRI\_WHU\_Datasetда ҳам синовдан ўтказилди. Бунда сунъий йўлдош тасвир намуналар сони 73 та. Бироқ, уларнинг контури эксперт томонидан тасвирлари мавжуд эмас. Сунъий йўлдош тасвирлар тўплами дастлаб BRISQUE мезони бўйича баҳоланди, сўнгра ушбу мезон қийматига боғлиқ ҳолда мос объект контурини ажратиш фильтри қўлланилди. Фильтрларни сунъий йўлдош тасвирлар тўпламига қўллаш орқали олинган тасвир намуналари қуйидаги расмда келтирилган (3-расм).



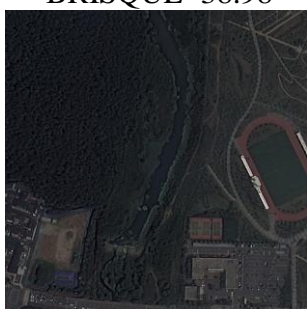
Оригинал тасвир  
BRISQUE=19.57



Счарр фильтр



Оригинал тасвир  
BRISQUE=38.98



Оригинал тасвир  
BRISQUE=53.15



Каялли фильтр



Собел фильтр

### 3-расм. Сунъий йўлдош тасвирига фильтрларни қўллаш натижалари

Олинган натижалар BRISQUE қиймати бўйича сунъий йўлдош тасвирлар тўпламига мос контур ажратиш фильтрни қўллаш дала майдонлари контурларини ажратишда самарадор эканлигини кўрсатди.

### Хулоса

Сунъий йўлдош тасвирларини қайта ишлаш жараёнини автоматлаштириш қишлоқ хўжалигида экин майдонлари ва улардаги экин турлари ҳақида тез ва ишончли маълумотлар олиш имконини беради. Бироқ, сунъий йўлдош тасвирлар тўпламида тасвирлар сонини кўплиги ва ўлчамини ўта катта бўлиши маълумотларни таҳлилинини мураккаблаштиради. Қайта ишланадиган маълумотлар миқдорини қисқартиртириш учун тасвир объектлар контурини ажратишдан фойдаланиш зарур. Шунинг учун, мазкур тадқиқот ишида тасвирларни қайта ишлаш жараёнида объектлар контурини аниқлаш масаласи ўрганилган. Бунда жами 11 та филтрдан ҳисоблаш тажрибасини ўтказишда фойдаланилган бўлиб, дастлаб контури эксперт томонидан ажратилган контурли тасвирлари мавжуд BSDS500 тасвирлар базасида тажрибалар амалга оширилган. Олинган тасвирлар учун танланган



барча филтрлар синовдан ўтказилган. Қўлланилган филтрлар натижасида ҳосил қилинган тасвир контури эксперт томонидан ажратилган контурли тасвир билан пикселлар мослиги бўйича баҳоланган. Ҳисоблаш тажрибаси натижалари асосида тасвир сифатини баҳолашни BRISQUE қийматига асосланган контур ажратишни мос усулни қўллаш учун қуйидаги қоида ишлаб чиқилган:

- агар  $0 < B_r < 21$  бўлса, у ҳолда тасвир объектлари контурини ажратишда Счарр филтри қўлланилади;
- агар  $21 \leq B_r < 41$  бўлса, у ҳолда тасвир объектлари контурини ажратишда Каялли филтри қўлланилади;
- агар  $41 \leq B_r < 61$  бўлса, у ҳолда тасвир объектлари контурини ажратишда Собел филтри қўлланилади ёки тасвир дастлабки ишлов бериш жараёнига қайтадан юборилади;
- агар  $61 \leq B_r < 81$  бўлса, у ҳолда тасвир объектлари контурини ажратишда Китчен-Малин, ДоГ ёки ЛоГ филтрларидан бири қўлланилади ёки тасвир дастлабки ишлов бериш жараёнига юборилади;
- агар  $81 \leq B_r < 100$  бўлса, у ҳолда тасвир объектлари контурини ажратишда келтирилган усуллар самарасиз ҳисобланади.

Юқорида таклиф этилган ёндашув сунъий йўлдош тасвирлар тўплами учун ҳам синовлар ўтказилди. Олинган натижалар сунъий йўлдош тасвирларида таклиф этилган ёндашувни қўллаш дала майдонлари контурларини тўлиқроқ қамраб олинишини кўрсатди.

Тасвир объектлари контурини ажратишни юқорида келтирилган усуллари сунъий йўлдош тасвирлар тўпланини таҳлил қилишни автоматлаштиришда муҳим аҳамиятга эга бўлиб, соҳа мутахассислари экин майдонларини кузатишда қимматли маълумотларни тезроқ олиш имконини беради.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Acharjya, P.P., Das, R., & Ghoshal, D. (2012). Study and Comparison of Different Edge Detectors for Image Segmentation. Global journal of computer science and technology.
2. Mamatov, N. S., Niyozmatova, N. A., Jalelova, M. M., Samijonov, A. N., and Tojiboyeva, Sh. X., "Methods for improving contrast of agricultural images," E3S Web Conf., vol. 401, p. 4020, 2023. DOI: 10.1051/e3sconf/202340104020
3. Mamatov, N.S., Pulatov G. G., Jalelova M.M., "Image contrast enhancement method and contrast evaluation criteria optimal pair" Digital Transformation and Artificial Intelligence. Vol. 1 No. 2 (2023). Vol. 1 No. 2 (2023). <https://dtai.tsue.uz/index.php/dtai/article/view/v1i225/v1i225>
4. 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.
5. Маматов, Н., Султанов, П., Жалелова, М., & Тожибоева, Ш. (2023). Критерии оценки качества медицинских изображений, полученных на мультиспиральном компьютерном томографе. Евразийский журнал медицинских и естественных наук, 3(9), 66-77.
6. Mittal, Anish & Moorthy, Anush & Bovik, Alan. (2012). No-Reference Image Quality Assessment in the Spatial Domain. IEEE transactions on image processing : a publication of the IEEE Signal Processing Society. 21. 10.1109/TIP.2012.2214050.
7. Gong, H.X., & Hao, L. (2014). Roberts edge detection algorithm based on GPU. Journal of chemical and pharmaceutical research, 6.
8. L. Yang, X. Wu, D. Zhao, H. Li and J. Zhai, "An improved Prewitt algorithm for edge detection based on noised image," 2011 4th International Congress on Image and Signal Processing, Shanghai, China, 2011, pp. 1197-1200, doi:

- 10.1109/CISP.2011.6100495.
9. Vincent, Olufunke & Folorunso, Olusegun. (2009). A Descriptive Algorithm for Sobel Image Edge Detection. 10.28945/3351.
  10. Chakraborty, S., Shaikh, S.H., Chakrabarti, A. et al. Quantum image edge extraction based on classical robinson operator. *Multimed Tools Appl* 81, 33459–33481 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12627-3>
  11. Hu, J., Tong, X., Xie, Q., Li, L. (2016). An Improved, Feature-Centric LoG Approach for Edge Detection. In: Gervasi, O., et al. *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2016. ICCSA 2016. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 9787. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42108-7\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42108-7_36)
  12. Winnemoeller, Holger & Kyprianidis, Jan & Olsen, Sven. (2012). XDoG: An eXtended difference-of-Gaussians compendium including advanced image stylization. *Computers & Graphics*. 36. 740–753. 10.1016/j.cag.2012.03.004.
  13. Wittmann, Julian & Herl, Gabriel. (2023). Canny-Net: Known Operator Learning for Edge Detection. *e-Journal of Nondestructive Testing*. 28. 10.58286/27751.
  14. Kitchen, L. and Malin, J. (1989). The effect of spatial discretization on the magnitude and direction response of simple differential edge operators on a step edge. *Computer vision, graphics, and image processing*, 47(2):243–258
  15. Bibi, N., Dawood, H. SEBR: Scharr Edge-Based Regularization Method for Blind Image Deblurring. *Arab J Sci Eng* (2023). <https://doi.org/10.1007/s13369-023-07986-4>
  16. Kawalec-Latała, Ewa. (2014). Edge Detection on Images of Pseudoimpedance Section Supported by Context and Adaptive Transformation Model Images. *Studia Geotechnica et Mechanica*. 36. 10.2478/sgem-2014-0004.
  17. Orhei, C., Vert, S., and Vasiu, R. (2020c). A novel edge detection operator for identifying buildings in augmented reality applications. In *International Conference on Information and Software Technologies*, pages 208–219.

Springer