

ТАСВИР КОНТРАСТИНИ ОШИРИШ УСУЛИ ВА КОНТРАСТ БАҲОЛАШ МЕЗОН ОПТИМАЛ ЖУФТЛИГИ

Маматов Нарзулло Солидждонович¹, Пулатов Фиёс Гофуржонович², Жалелова Малика
Моятдин қизи³

^{1,3}“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, т.ф.д., профессор, E-mail: m_narzullo@mail.ru

²“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти, катта ўқитувчи, E-mail: giyospulatov1987@gamil.com

³“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти”, стажёр ўқитувчи, E-mail: jalelova97@mail.ru

KALIT SO‘ZLAR

ANNOTATSIYA

баҳолаш мезони,
гамма коррекция,
гистограмма
текислаш, Ҳаралик,
контраст ошириш,
рақамли тасвир, RMS,
GCF.

Ҳозирги кунда мултимедиа қурилмалари ривожлангани сари рақамли тасвирлар сони ҳам кескин ўсиб бормоқда. Айрим ҳолларда ушбу рақамли тасвир контрасти етарли даражада бўлмаслиги сабабли, визуал сифатга жавоб бермайди. Яъни таҳлил қилиш учун етарли ахборот бермайди. Шу сабабдан рақамли тасвирнинг контрастини ошириш масаласи долзарб ҳисобланади. Мазкур тадқиқот ишида 20 та контраст ошириш усули фойдаланилиб, натижада ҳосил бўлган тасвирлар RMS, Ҳаралик ва GCF эталонсиз баҳолаш мезонлари билан баҳоланади. Ушбу тадқиқот ишининг асосий мақсади контраст ошириш усул ва контраст баҳолаш мезон оптимал жуфтлигини аниқлаш.

I. Кириш

Муҳим мултимедиа ахборот воситаси сифатида тасвир бой маълумотларни ўз ичига олади ва замонавий инсон кундалик ҳаётига чамбарчас интеграциялашган [1]. Шу сабабдан ҳозирги кунда рақамли тасвирлар сони кескин ўсиб бормоқда. Бу ўз навбатида тасвирга олиш қурилмасидан олинган тасвир сифатининг маълум бир иловага мос келишини таъминлаш учун тасвирни қайта ишлаш босқичидан ўтказилишини талаб қилади. Ушбу жараёнда тасвирларни таҳлил қилишда, улар билан ишлашни мураккаблаштирадиган ҳолатлардан бири бу унинг етарли даражада контрастга эга бўлмаслиги. Контрасти паст бўлган тасвир етарли даражада ахборотни тақдим этмаслиги мумкин. Шу сабабдан тасвир контрастини ошириш керак бўлади.

Тасвир контрастини яхшилаш тасвирни қайта ишлашда аънанавий муаммоли соҳадир [2]. Кўпчилик тадқиқотчилар тасвир контрастини ошириш учун ўз ёндашувларини ишлаб чиқишган. Ушбу усуллар орасида барча

турдаги тасвирлар учун фойдаланиши мумкин бўлган усул бу- гистограмма текислаш усулидир. Шунинг учун гистограмма текислаш усулининг бир қанча версиялари ишлаб чиқилган. Мисол сифатида GHE, BBHE, QBHE, DSHE, MMVEBHE, RMSHE, BUBOHE, BRHEME, RSHE, WTNE, RSWHE, FHSABP, VHEPL, RLBHE усулларини келтириш мумкин.

Контрастини ўзгартиришнинг яна бир самарали ёндашуви бу гамма коррекциядир. Ушбу усул асосида DCRGC, AGCWD ва AGCPF тасвир контрастини ошириш усуллари ишлаб чиқилган. Бу усулларга қўшимча тарзда CLANE (контрастли чекланган адаптив гистограмма текислаш), контрастини чўзиш ва контрастини морфологик ошириш усуллари ҳам самарали эканлигини таъкидлаш жоиз. Мазкур келтирилган усулларни фойдаланиш натижасида тасвир контрасти ўзгаради ва тасвирда яширинган тафсилотлар янада аниқроқ кўриниб, тасвир сифати яхшиланиши таъминланади [3]. Шу боисдан, контрасти талабга жавоб берадиган тасвир баъзи бир

автоматлаштирилган қайта ишлаш тизимларига кириш сифатида мос келади.

Демак, тасвир визуал талқин қилиш мақсадида қайта ишланса, усул қанчалик яхши самара берганини баҳоловчи якуний одил ҳакам бу-инсон ҳисобланади, яъни эксперт бўлади. Лекин, тасвирларни қайта ишлашни автоматлаштириш учун баҳолашни объектив миқдор қийматда олиш керак бўлади. Объектив усулларни ўзи эталонли ва эталонсиз бўлиб икки хил тоифага ажралади. Амалий масалаларга кўпроқ мос келадигани эталонсиз баҳоловчи мезонлардир. Шунинг учун, мазкур тадқиқот ишида контрастни эталонсиз баҳоловчи мезонлар сифатида RMS (root mean square) [4-6], Ҳаралик [7] ва GCF [7,8] (global contrast factor) мезонлари фойдаланилади.

II. Адабиётлар таҳлили

Мазкур тадқиқот ишида хорижий адабиётларда кўриб чиқилган тасвир контрастини ошириш усуллари ўрганилди. [9] тадқиқот ишида глобал гистограммани текислаш (GHE) усули таҳлил қилинган. GHE усулининг асосий ғояси тасвирнинг бутун кулранг даражалар диапазонида тасвирнинг интенсивлигини бир хилда қайта тақсимлаш.

[10] да BBHE, DSIHE, RSIHE усуллари келтирилган бўлиб, BBHE (ёрқинликни сақлайдиган би-гистограмма текислаш) кириш тасвирининг гистограммасини тасвирнинг ўртача ёрқинлигига қараб икки қисмга ажратади ва кейин ҳар бир қисм учун мустақил равишда текислашни амалга оширади. DSIHE (Дуалистик суб тасвирининг гистограммасини текислаш) BBHEга ўхшайди, фақат гистограмма сегментациясининг чегараси кириш тасвирининг ўртачасидир. Бунда иккита субгистограммага ажралади ва ҳар бирига мустақил гистограмма текислаш қўлланилади. RSIHE усули DSIHE ни умумлаштиришдир. У гистограммани BBHE ва DSIHEдаги каби иккита субгистограммага эмас, балки кўп суб-гистограммаларга ажратади.

[11] да MMBEВHE, RMSHE усуллари ҳақида келтирилган бўлиб, MMBEВHE (минимал ўртача ёрқинлик хатоси би-гистограмма текислаш усули максимал ёрқинликни сақлашни таъминлайди. Яъни, у

чегара даражасига қараб ажратишни амалга оширади, бу эса минимал абсолют ўртача ёрқинлик хатосини беради. RMSHE (рекурсив ўртача алоҳида гистограмма текислаш) локал ўртачага асосланган гистограммаларнинг рекурсив бўлинишини таклиф қилади.

[12] тадқиқот ишида RSWHE (рекурсив ажратилган ва вазнли гистограмма текислаш) усули таклиф қилинган. У BBHE ва DSIHE комбинацияси бўлиб, тасвирнинг ёрқинлигини сақлайди ва контрастини оширади. [13] да AGCWD оғирлик тақсимоти билан адаптив гамма тузатиш анъанавий гамма тузатиш ва гистограмма текислаш усуллари бирлаштирилган гибрид гистограмма ўзгартириш функциясини олади. [14] мақолада AGCCPF (рангни сақлайдиган рамка билан мослаштирилган гамма тузатиш) усули таклиф этилган. У икки босқичли ишлов беришдан фойдаланади; дастлаб у гамма тузатиш орқали ёрқинлик пикселларининг ўзгартирилган эҳтимоллик тақсимотидан фойдаланган ҳолда берилган тасвирнинг контрасти ва ёрқинлигини оширади. Иккинчи босқичда у рангни тиклаш учун рангни сақлайдиган рамкадан фойдаланади.

Ким [15] томонидан таклиф қилинган QBHE (квантланган би-гистограмма текислаш) BBHE нинг модификацияси ҳисобланади. QBHE BBHE билан бир хил тартибларга амал қилади. Бирок, QBHE BBHE га қараганда анча содда аппарат тузилмасини таъминлайди, чунки у ҳисоблагичлар ва бўлинувчилар каби камроқ сонли компонентларни талаб қиладиган квантланган тасвирнинг СДФ-сидан фойдаланади.

[16] тадқиқот ишида BUBONE ва WTNE усуллари таҳлили келтирилган бўлиб, BUBONE (Bin underflow and Bin overflow Equalization) муҳим тасвир тафсилотларини сақлаб, пиксел зичлигини қайта тақсимлаш орқали контраст ва динамик диапазонни яхшилади. У ҳаддан ташқари қийматларни белгилашнинг олдини олиш учун қўшимча диапазонларни тақдим этади, натижада тасвир сифати яхшиланади. WTNE (Weighted Thresholding Histogram Equalization) усулида ҳаддан ташқари яхшиланиш ва тўйинганлик артефактлари самарали тарзда олдини олади. WTNE-даги бошқарув механизми асосан

кувват омили p ни созлаш орқали қулай ва силлиқдир. Тавсия этилган WTHE усули иккита хусусият ўртасида яхши ўзаро келишувни таъминлайди, турли тасвирларга мослашиш ва бошқариш қулайлиги.

[17] мақолада CLAHE (Контрастли чекланган адаптив гистограмма текислаш) ва Contrast stretching (контрастни чўзиш) усуллари келтирилган бўлиб, CLAHE адаптив гистограмма текислаш вариантыдир. CLAHE-да гистограммани мослаштириш бўйича қўшимча қадам бор, яъни гистограммани кесиш. Контрастни чўзишда тасвирдаги контраст керакли қийматлар диапазонини камраб олиш учун ўз ичига олган интенсивлик қийматлари оралиғидан чўзилади. У нормализация деб ҳам аталади. КМО (контрастни морфологик ошириш) усули ҳақида [18] мақолада келтирилган бўлиб, усул умумий тузилмани сақлаб қолган ҳолда тасвирдаги объектлар шакли ва ҳажмини ўзгартиришда морфологик филтрлардан фойдаланади.

III. Методлар

Тасвир икки ўлчовли функция ҳисобланганлиги учун, берилган кириш тасвири $I_{org}(x, y)$ деб белгиланади. Тасвир контрастини баҳолаш мезони оператор сифатида B билан белгиланади. $I_{org}(x, y)$ оригинал тасвирга маълум бир контрастни ошириш усули T оператори сифатида таъсир қилади. Натижада ҳосил бўлган чиқувчи тасвир $I_c(x, y)$ ҳосил бўлади ва юқорида келтирилган контраст ошириш усуллари оператор сифатида қуйидагича белгиланади:

$$T_1 - GHE, T_2 - VBHE, T_3 - QBHE, T_4 - DSIHE, \\ T_5 - MMVEBHE, T_6 - RMSHE, T_7 - BUBOHE, \\ T_8 - BPHEME, T_9 - RSIHE, T_{10} - WTHE, T_{11} -$$

$$RSWE, T_{12} - FHSABP, T_{13} - BHEPL, T_{14} - \\ RLBHE, T_{15} - DCRGC, T_{16} - AGCWD, T_{17} - \\ AGCCPF, T_{18} - CLAHE, T_{19} - Contrast \\ stretching, T_{20} - KMO.$$

Контраст баҳолаш мезонлари эса қуйидагича белгиланади:

$$B_1 - RMS, B_2 - \text{Харалик контраст}, B_3 - \\ GCF.$$

Мазкур тадқиқот ишининг мақсади контраст ошириш усул ва контраст баҳолаш мезон оптимал жуфтлигини аниқлаш. Тадқиқот ишининг ҳисоблаш тажрибасида олиб бориладиган ишларнинг алгоритми эса қуйидагича:

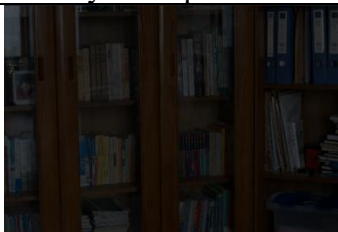
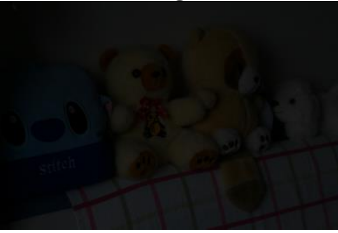
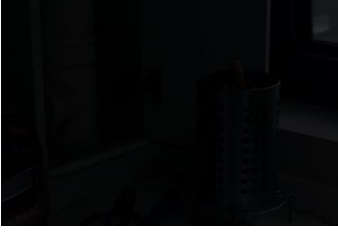
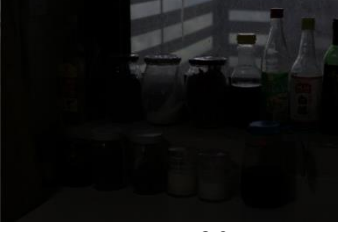
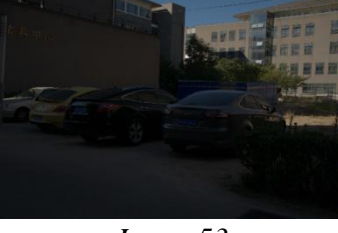
1. Тасвир юклаш: $\text{input } I_{org}(x, y)$
2. $B_i[I_{org}(x, y)], i = \overline{1, 3}$ ни ҳисоблаш
3. $I_c^j = T_j[I_{org}(x, y)], j = \overline{1, 20}$ контраст ошириш усуллари оригинал тасвирга таъсир этириш.
4. $B_i[I_c^j(x, y)], i = \overline{1, 3}, j = \overline{1, 20}$ ни ҳисоблаш
5. If $B_i[I_{org}(x, y)] < B_i[I_c^j(x, y)], i = \overline{1, 3}, j = \overline{1, 20}$ then “Image contrast enhancement method is good” else “Image contrast enhancement method is bad”
6. $\max\{B_i[I_c^j(x, y)]\} = B_{i^*}[I_c^{j^*}(x, y)], i = \overline{1, 3}, j = \overline{1, 20}$
7. Оптимал жуфтлик $\{B_{i^*}, T^{j^*}\}$ бўлади.

IV. Ҳисоблаш тажрибаси

Мазкур тадқиқот ишида ҳисоблаш тажрибасини ўтказиш учун контрасти паст бўлган [19] тасвирлар базасидан 53 та тасвир намунаси фойдаланилди. Қуйидаги 1-жадвалда базадаги тасвирлар ҳақида маълумот ва намуна тасвирлар келтирилган.

1-жадвал.

Тасвир базасидан намуналар ва тасвир ҳақида маълумотлар.

Тасвир ўлчами	600x400	 Image2
Ранг чуқурлиги	24 бит	 Image3
Пиксел зичлиги	1 дюмда 96 нуқта	 Image24
Тасвирлар формати	.png	 Image20
Тасвирлар ҳажми диапазони	[274-392] кбайт	 Image53

Энди контрасти паст бўлган тасвирларга контраст ошириш усуллари қўлланилиб, натижавий тасвирлар ҳосил қилинади. Бунда контраст ошириш усуллари Python дастурлаш

тидидан фойдаланилиб, таҳлил қилинди. Дастурда ҳар бир усулни фойдаланишда параметр қийматлари қуйида 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал.

Турли контраст ошириш усулларининг дастурда қўлланилиши

Усул номи	Pythonда қўлланилиши
GHE	ie.GHE()
BBHE	ie.BBHE()
QBHE	ie.QBHE(number_gray=1024)

DSIHE	ie.DSIHE()
MMBEBHE	ie.MMBEBHE()
RMSHE	ie.RMSHE(recursive=2)
BUBOHE	ie.BUBOHE(underflow=0, overflow=255)
BPHEME	ie.BPHEME()
RSIHE	ie.RSIHE(recursive=2)
WTHE	ie.WTHE(root=2,value=1, lower=0)
RSWHE	ie.RSWHE(type = 'mean', beta = 0, recursive = 2)
FHSABP	ie.FHSABP()
BHEPL	ie.BHEPL()
RLBHE	ie.RLBHE()
DCRGC	ie.DCRGC(contrast_intensity=0, gamma=0.5)
AGDCWD	ie.AGDCWD(alpha=2.0)
AGCCPF	ie.AGCCPF(alpha=2.0)
CLAHE	clahe = cv2.createCLAHE(clipLimit=2.0, tileGridSize=(8,8))
Contrast stretching	min = np.min(image), max = np.max(image), image_cs[i,j] = 255*(image[i,j]-min)/(max-min)
KMO	kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (3, 3)), gradient = cv2.morphologyEx(closed, cv2.MORPH_GRADIENT, kernel)

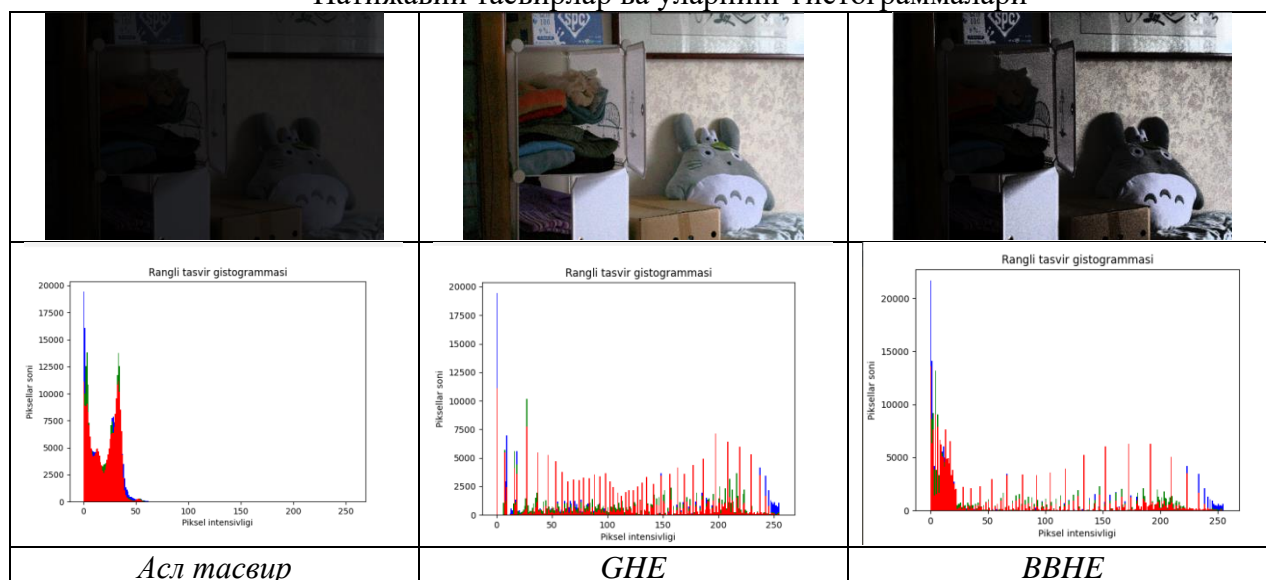
V. Natijalar

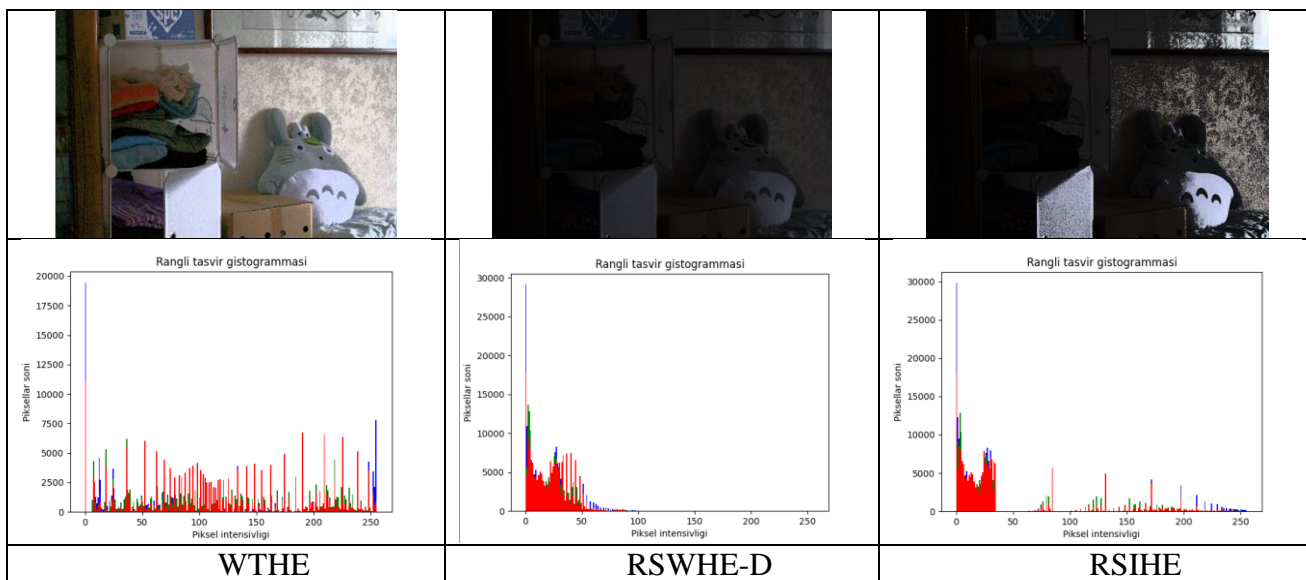
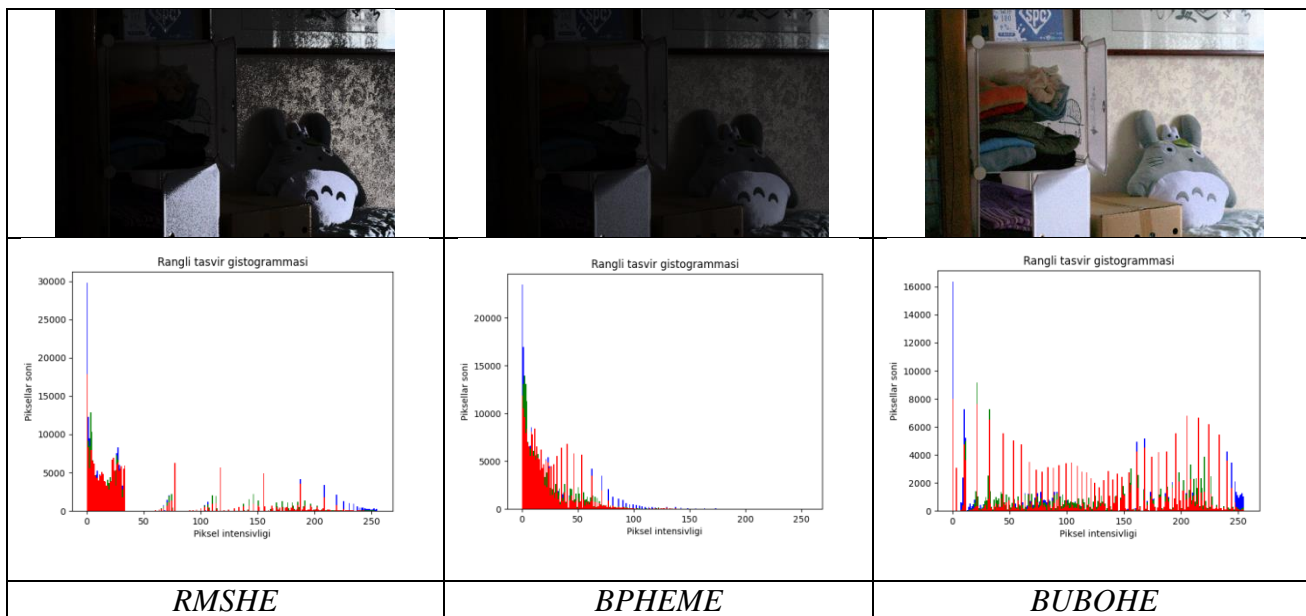
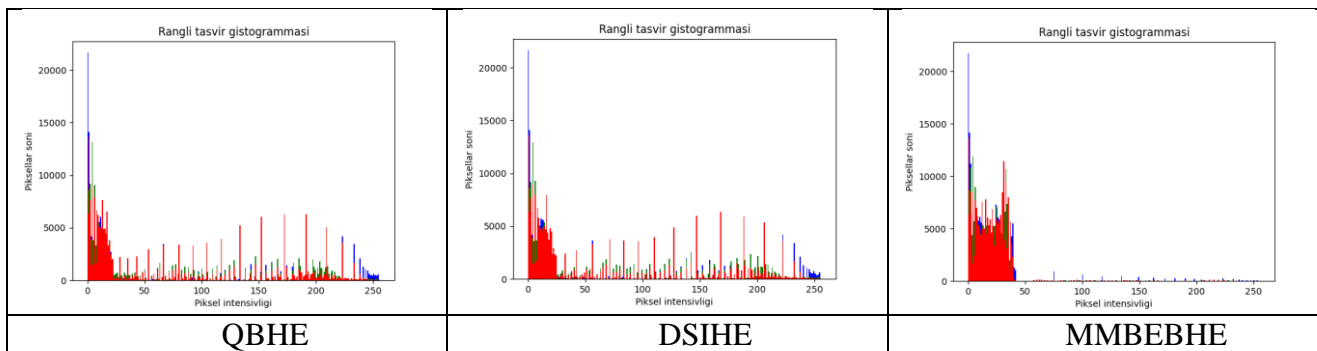
Турли контраст ошириш усуллари

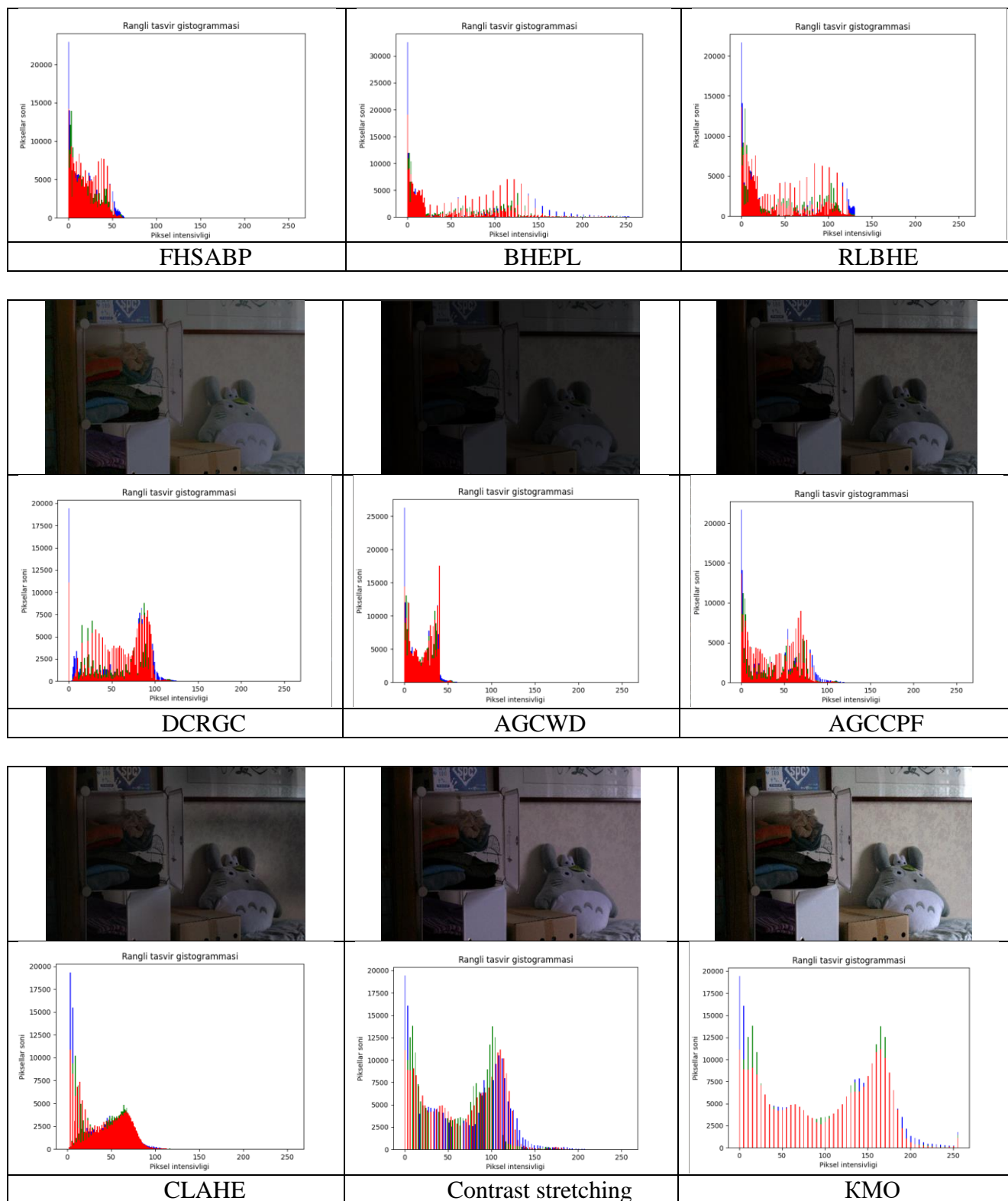
базадаги тасвирларга қўлланилгандан кейинги
натижавий тасвирлар қуйида 3-жадвалда
келтирилган.

3-жадвал.

Натижавий тасвирлар ва уларнинг гистограммалари







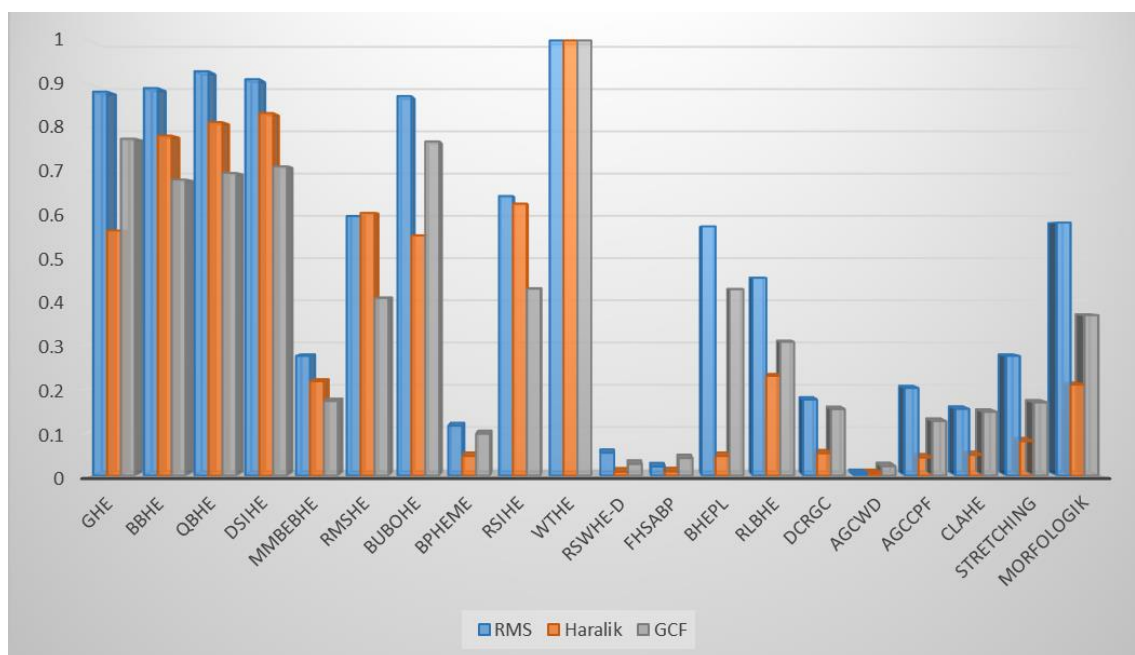
4-жадвал.

Нативай тасвирларнинг контраст баҳолаш мезонлари бўйича ўртача қийматлари

Контраст ошириш усул номи	Контраст баҳолаш мезонлари		
	RMS	Ҳаралик	GCF
Асл тасвир	11.13979	10.81925	0.392189
GHE	66.71657	528.9301	3.950353
BBHE	67.22247	729.657	3.5182

<i>QBHE</i>	69.66078	758.0922	3.588001
<i>DSIHE</i>	68.50849	777.2364	3.658757
<i>MMBEBHE</i>	28.46241	210.3957	1.180014
<i>RMSHE</i>	48.71722	566.507	2.267315
<i>BUBOHE</i>	66.06884	518.9263	3.921413
<i>BPHEME</i>	18.3739	52.51604	0.83484
<i>RSIHE</i>	51.61899	585.9748	2.365991
<i>WTHE</i>	74.11329	930.6438	4.986598
<i>RSWHE</i>	14.45466	19.03672	0.516418
<i>FHSABP</i>	12.47115	19.77133	0.577279
<i>BHEPL</i>	47.22145	52.51604	2.359744
<i>RLBHE</i>	39.75974	221.7251	1.804028
<i>DCRGC</i>	22.14445	58.02073	1.094255
<i>AGCWD</i>	11.47077	15.60874	0.492068
<i>AGCCPF</i>	23.82809	49.19475	0.968193
<i>CLAHE</i>	20.79891	54.56149	1.065224
<i>Contrast Stretching</i>	28.46241	83.81317	1.164388
<i>KMO</i>	47.76977	203.1252	2.086551

Контраст ошириш усул ва контраст мезон кийматлари [0,1] ораликда баҳолаш мезон оптимал жуфтлигини аниқлаш нормаллаштирилди ва қуйидаги 1-расмдаги учун 4-жадвалдаги RMS, Ҳаралик ва GCF диаграмма ҳосил қилинди.



1-расм. Контраст ошириш усул ва контраст баҳолаш мезон муносабати

VI. Хулоса

Мазкур тадқиқот ишида тасвир контрастини оширишнинг 20 та усули ўрганилди ва контраст баҳолаш мезонлари бўлган RMS, Ҳаралик ва GCF мезонлари билан натижавий тасвирлар баҳоланди. Ҳисоблаш

тажрибаси натижаларидан қуйидагиларни хулоса қилиш мумкин:

-Адабиётлар таҳлили ва ҳисоблаш тажрибасидаги тадқиқот натижалари асосида танлаб олинган баҳолаш мезонлари ёрдамида

T_{10} , яъни WTHE усули энг макбул контрастни ошириш усули сифатида аниқланди;

-Ҳисоблаш тажрибаси натижасидан маълум бўлдики, T_{16} яъни AGCWD контрастни ошириш усули энг ёмон усул сифатида аниқланди. Қўшимча сифатида айтиш мумкинки, ушбу усул тасвирлар базасига қўлланилганда, натижавий тасвирларнинг RMS мезон қиймати бўйича

$$B_1[I_{org}(x, y)] < B_1[I_c^{16}(x, y)]$$

шартни бажармаганлари 33 та эканлиги аниқланди. Яъни, AGCWD контраст ошириш усул натижасини RMS мезон билан баҳолаш, яхши натижа бермаслиги аниқланди;

-Тажриба-тадқиқот натижасида энг макбул контраст ошириш усул ва контраст баҳолаш мезон жуфлиги сифатида $\{B_1, T_{10}\}, \{B_2, T_{10}\}, \{B_3, T_{10}\}$ деб топилди.

VII.VII. Адабиётлар рўйхати

- Zhang, Peipei. (2022). Image Enhancement Method Based on Deep Learning. *Mathematical Problems in Engineering*. 2022. 1-9. 10.1155/2022/6797367.
- Raj P, Nagpal S (2016) A Novel Method for Contrast Enhancement with Colour Preservation. *Adv Robot Autom* 5: 144. doi: 10.4172/2168-9695.1000144
- Wu, Xiaomeng & Kawanishi, Takahito & Kashino, Kunio. (2020). Reflectance-Guided, Contrast-Accumulated Histogram Equalization. 2498-2502. 10.1109/ICASSP40776.2020.9054004.
- P. J. Bex and W. Makous, "Spatial frequency, phase, and the contrast of natural images," *J. Opt. Soc. Amer. A, Opt. Image Sci.*, vol. 19, no. 6, pp. 1096–1106, 2002.
- Ionescu, Catalin & Fosala, Cristian & Petrisor, Daniel. (2014). A study of changes in image contrast with various algorithms. *EPE 2014 - Proceedings of the 2014 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering*. 100-104. 10.1109/ICEPE.2014.6969876.
- Oak, Pratik. "Contrast Enhancement of brain MRI images using histogram based techniques." (2013). *Medicine, Computer Science*
- Beghdadi, Azeddine & Qureshi, Muhammad & Amirshahi, Seyed Ali & Chetouani, Aladine & Pedersen, Marius. (2020). A Critical Analysis on Perceptual Contrast and Its Use in Visual Information Analysis and Processing. *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2020.3019350.
- Gade, P. & Walsh, P.. (2013). Use of GCF aesthetic measure in the evolution of landscape designs. *IJCCI 2013 - Proceedings of the 5th International Joint Conference on Computational Intelligence*. 83-90.
- Gowthami R., K.Santhi, "Contrast Enhancement Using Bi-Histogram Equalization With Brightness Perservation", *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, Vol.4, Issue5,1010-1014, May 2013.
- Sultan, Duha & Yonis, Alhan. (2019). Contrast Enhancement in Gray Level Images. *JOURNAL OF EDUCATION AND SCIENCE*. 28. 259-281. 10.33899/edusj.2019.161214.
- Shah, Ghous & Khan, Amjad & Shah, Asghar & Raza, Mudassar & Sharif, Muhammad. (2015). A review on image contrast enhancement techniques using histogram equalization. *Science International*. 27. 1297-1302.
- M Kim, MG Chung, Recursively separated and weighted histogram equalization for brightness preservation and contrast enhancement. *Consum. Electron. IEEE Trans*. 54(3), 1389–1397 (2008)
- S-C Huang, F-C Cheng, Y-S Chiu, Efficient contrast enhancement using adaptive gamma correction with weighting distribution. *Image Process. IEEE Trans*. 22(3), 1032–1041 (2013)
- Gupta, Bhupendra, and Mayank Tiwari. Minimum mean brightness error contrast enhancement of color images using adaptive gamma correction with color preserving framework. *Optik* 127, no. 4 (2016): 1671-1676.
- Kim, Yeong-Taeg. Quantized bi-histogram equalization. In 1997 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and

- Signal Processing, vol. 4, pp. 2797-2800. IEEE, 1997.
16. Wang, Qing, and Rabab K. Ward. Fast image/video contrast enhancement based on weighted thresholded histogram equalization. IEEE transactions on Consumer Electronics 53, no. 2 (2007): 757-764.
 17. A. P. Athane, Dr. S. R. Prasad. (2021). Image Enhancement Based on Opencv Using Python 2.7 – Review. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 5. DOI: 10.17148/IARJSET.2021.8575
 18. Widyantara, I Made. (2016). Image Enhancement Using Morphological Contrast Enhancement for Video Based Image Analysis. 10.1109/ICODSE.2016.7936115.
 19. <https://www.kaggle.com/datasets/soumikra kshit/lol-dataset>