

GCF, HARALIK HÁM RMS SÚWRET KONTRASTIN ETALONSIZ BAHALAW KÓRSETKISHLERI

N.S.Mamatov – *texnika ilimleriniń doktorı, professor*

M.M.Jalelova – *stajyor oqıtıwshı*

Tashkent irrigatsiya hám awıl xojalıgın mexanizatsiyalaw injenerleri instituti

Milliy izertlew universiteti

Sh.X.Tojiboeva – *tayaniş doktorant*

Namangan mámleketlik universiteti

Tayanch so'zlar: raqamli tasvir, kontrast, ko'rsatkich, kontrast oshirish usullari, RMS, GCF, Haralik.

Ключевые слова: цифровое изображение, контраст, индекс, методы усиления контраста, RMS, GCF, Haralik.

Key words: digital image, contrast, index, contrast enhancement methods, RMS, GCF, Haralik.

Insan sırtqı átirap-ortalıqtan tiykarınan bes seziw organı arqalı úzliksiz informaciyanı qabıl etedi. Bul processler arasında kóriw arqalı informaciyanı qabıl etiw eń tezi esaplanadı. Oǵan sáykes halda, informaciyanı anıq hám tásirli jetkerip beriwde, súwretlerdiń áhmiyeti júdá úlken. Súwret hár túrli súwretke alıw qurılımları járdeminde alınadı. Biraq, bul alınǵan súwret jaqsı sapaǵa iye bolmawı múmkin. Kontrast - súwret sapasın belgileytuǵın zárúrli parametrlerden biri bolıp tabıladı. Kontrast - bul súwrettegi qońsı jaqtılıqlardıń bir-birinen parqın bildiredi. Jaqtılıq diffraksıyası, optikalıq sistema kemshilikleri yamasa fokuslanıw nátiyjesinde súwret jeterli kontrastqa iye bolmaydı. Bul óz gezeginde, súwret kontrastın asırıw máselesin aktual etip qoyadı.

Súwret kontrastı asırılsa, súwrettegi maǵlıwmatlar jaqsıraq kórinedi. Joqarı kontrastlı súwret kóbirek maǵlıwmat beredi, yaǵnıy joqarı informativlikti beredi hám jaqsılaw kórinedi.

Túrli kontrast asırıw algoritmleri súwretke qollanılǵanda, kelip shıqqan súwretti bahalaw máselesi aktual bolıp tabıladı. Sebebi súwretlerdi qayta islewdi avtomatlastırıw processinde, súwretti subyektiv bahalaw kóp waqıt, professional ekspert hám kóp qazjını talap etiw sebepli talapqa juwap bermeydi. Súwret kontrastın obyektiv bahalaw kórsetkishleri bolsa etalonlı hám etalonsız bolıp eki túrge bólinedi. Etalonlı kórsetkishlerde eki súwretti,

yaǵnıy I_{et} tiykarǵı súwret hám I_c kontrastı ózgeritilgen súwretti salıstırıw arqalı esaplanadı. Eger eki súwret qanshelli jaqın bolsa,

$$I_{et} \sim I_c$$

súwret kontrastı bahası $B^2(I_{et}, I_c) \rightarrow opt$ sonshelli jaqsı dep qabıl etiledi.

Etalonsız $B^1(I_c)$ kórsetkishler bolsa, tek bir súwretke tiykarlanıp, onıń kontrastın bahalaydı. Ámeliy máselelerde kóbinese etalon súwret bolmaydı, sol sebepli bul izertlew jumısında etalonsız kontrast bahalaw kórsetkishleri izertlenedi.

Ádebiyatlardan sholhw. Bul izertlew jumısında shet el ádebiyatlarında kórip shıǵılǵan súwret kontrastın bahalaw kriteriyaları úyrenildi [2] maqalada ulıwma 34 kontrast bahalaw kórsetkishleri analizlengen. Bul kriteriyalardıń barlıǵı úyrenilini, usı izertlew jumısında 5 kontrast bahalaw kórsetkishleri ádebiyatlardı analizlew tiykarında tańlandı. Sebebi, bul 5 kórsetkish súwretlerdi qayta islew procesin avtomatlastırıwda súwret kontrastın bahalawdı tez hám nátiyjeli ámelge asıradı.

Kontrastı bahalawdıń eń dáslepki izertlew jumıslarınan biri bul Veber kontrastı esaplanadı. Veber súwret kontrastın obyekt jaqtılıǵınıń fon jaqtılıǵına qatnası retinde qabıl etken [1]. Biraq, súwretten obyekt hám fondı anıqlaw quramalı process bolǵanlıǵı sebepli, bul bahalawdan az paydalanıladı.

Mixelson kontrastı tiykarınan súwrettegi qarangı hám jaqtı jerlerin salıstırıw járdeminde anıqlanadı. Biraq, berilgen súwrettegi túrli jaǵdaylar sebepli Mixelson kontrastı súwret kontrastın anıq bahalawdı támiyinlemeydi [2].

Súwret jaqtılıǵınıń dispersiyasına tiykarlangan RMS kontrastı Bex hám Makous tárepinen kiritilgen [3]. RMS global kontrasttı bahalaydı, onı esaplaw algoritmi salıstırmalı ápiwayı hám tez.

[2] maqalada súwret kontrastın bahalaw kórsetkishleri keltirilgen bolıp, olardan biri sanlı súwrettiń jaqtılıq komponentinen esaplangan GLCM matricası tiykarında alınǵan tekstura deskriptorları kóplik elementlerinen biri bolǵan global kontrast bahalaw kórsetkishi Haralik kontrast retinde keltirilgen. Bul kontrast ólshewde tek qısqa pikseller aralıq korrelyaciýalar esapqa alınadı.

Global kontrast faktori (GCF) dep atalǵan global kontrast ólshemi [4] da keltirilgen. GCF kontrastı qanday da bir hár qıylı kontrastlı tábiyiy súwretlerdiń salıstırmalı keń sheńberindegi subyektiv reytingine sáykes keledi [2].

Metodlar. Joqarıda keltirilgen súwret kontrastın etalonsız bahalaw kórsetkishleri kompleksi K menen belgilenedi hám bul kóplik elementleri retinde joqarıdaǵı kórsetkishler alınadı.

$$K = \{k_1, k_2, k_3, k_4, k_5\}$$

bunda k_1 – Veber kontrastı, k_2 – Mixelson kontrastı, k_3 – RMS kontrastı, k_4 – Haralik kontrastı, k_5 – GCF kontrastı.

Endi K kópliktiń hár bir elementiniń matematikalıq ańlatılıwı keltiriledi:

1. Veber kontrastı

$$k_1 = \frac{L_{oby} - L_{fon}}{L_{fon}}$$

bul jerde L_{oby} – súwrettegi obyekt jarqınlıǵı, L_{fon} – súwret fon jaqtılıǵı.

2. Mixelson kontrastı

$$k_2 = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{max} + L_{min}}$$

bul jerde L_{max} – súwrettegi maksimal jaqtılıq, L_{min} – súwrettegi minimal jaqtılıq.

3. RMS kontrastı

$$k_3 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}, \bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

bul jerde L_i – i pikseldegi jaqtılıq.

4. Haralik kontrastı

$$k_4 = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{m-1} (i-j)^2 p_{ij}$$

bul jerde i hám j - belgilengen yadrodaǵı qońsı piksellerdiń kúlreń dárejeleri; m – yadro ólshemi, p_{ij} –

GLCM dan alınǵan qospa itimallıq massası funktsiyası.

5. GCF (global contrast factor) kontrastı

$$k_5 = \sum_{s=1}^N w_s C_s$$

bul jerde w_s hám C_s sáykes túrde berilgen S ólshemdegi súwrettiń awırılıqları hám lokal kontrastın, N esaplawdağı ruxsat dárejeleri sanın ańlatadı. S ólshemdegi piksel (i, j) ushın lokal kontrast usı pikseldeń tórt eń jaqın qońsısı menen absolyut ayırmalarınń ortasha mánisi retinde esaplanadı:

$$C_s = \frac{1}{W_s \times H_s} \sum_{i=1}^{W_s} \sum_{j=1}^{H_s} C_s(i, j)$$

bunda W_s hám H_s sáykes túrde S – ruxsatta súwret keńligi hám biyikligine sáykes keledi.

Bul izertlew jumısında súwret kontrastın bahalawda ádebiyatlardı analizlew juwmağı sonı kórsetedi, K kóplik elementleriniń barlıǵı súwret kontrastın durıs bahalamaydı hám k_1, k_2 kórsetkishleriniń kemshilikleri bar. Sol sebepli, k_3, k_4 hám k_5 kórsetkishleri joqarıdaǵıday kópshilik ádebiyatlarda keltirilgeni ushın tájiriyybede sınav ushın alındı hám usı elementlerden dúzilgen jańa kóplik K_{opt} dep belgilenedi.

Nátiyjeler. Esaplaw tájiriyyesinde k_3, k_4 hám k_5 kórsetkishler durıs bahalanıp atırǵanlıǵın tekseriw ushın úsh bazada tájiriyye ótkizildi. Bul bazalar haqqında maǵlıwmat tómendegi 1-kestede keltirilgen:

1-keste. Súwret kontrastın bahalaw kórsetkishlerin tekseriwde paydalanılǵan súwretler bazası haqqında maǵlıwmat

Tártip nomeri	Bazadaǵı súwret túri	Súwretler sanı	Súwret formatı	Bazadaǵı súwretlerden úlgi
1	Rentgen súwret [5]	32	.jpeg	
2	Aralas súwret [6], [7]	38	.png	
3	Lifestyle	25	.jpg	

1-kestedegi úsh baza súwretleriniń kontrastları k_3, k_4 hám k_5 kórsetkishleri boyınsha esaplandı hám tómendegi 2-kestede keltirildi.

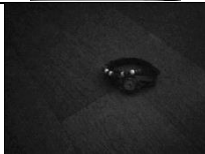
2-keste. Rentgen, Aralas hám Lifestyle súwretler bazası ushın k_3, k_4 hám k_5 kórsetkish mánisleri

	Rentgen baza			Aralas baza			Lifestyle		
	k_5	k_4	k_3	k_5	k_4	k_3	k_5	k_4	k_3
1	0.959	5.715	47.893	1.844	190.290	74.089	0.292	11.768	14.068
2	0.926	46.683	51.999	1.187	143.499	51.482	4.735	383.507	84.951
3	0.742	40.310	48.265	1.458	176.194	60.400	2.924	174.514	91.298
4	0.684	14.491	44.971	2.083	311.192	67.978	0.379	6.563	43.198
5	0.960	14.241	57.212	2.630	324.561	70.278	2.216	33.394	53.180
6	1.082	9.077	57.795	1.300	161.030	56.332	2.648	168.983	54.018
7	0.966	10.513	53.083	2.400	290.799	63.601	2.397	87.442	42.285
8	0.862	12.665	61.692	0.741	87.545	65.809	0.136	6.013	13.471
9	0.636	6.216	62.948	0.813	69.993	72.937	0.316	23.150	49.201
10	0.773	5.527	29.717	1.327	121.835	73.775	1.806	104.781	33.151
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

2-kestedegi k_3, k_4 hám k_5 bahalaw kórsetkishleri mánisleri súwretlerdi subektiv bahalaw pikirine sáykes bolǵan. Sol sebepli, úsh bahalaw kórsetkishi súwret kontrastın durıs bahalaydı degen juwmaq beriw múmkin.

Endi joqarıdaǵı úsh bazadan óz aldına k_3, k_4 hám k_5 kórsetkishi boyınsha súwret sapası boyınsha eń jaqsı dep tabılǵan súwretler tańlanadı.

3-keste. Hár bir súwret bazasındaǵı kontrastı eń joqarı hám kontrastı eń tómén bolǵan súwretler

Súwretlerdiń baza atı	Kontrastı joqarı súwret	Kontrastı tómén súwret
Rentgen baza		
Aralas baza		
Lifestyle baza		

Juwmaq. Bul izertlew jumısında súwret kontrastın bahalawdıń etalonsız bahalaw kórsetkishleri úyrenildi hám Rentgen, Aralas hám Lifestyle súwret bazalarında tekserildi. Esaplaw tájiriybelerinen tómendegilerdi juwmaq retinde keltiriw múmkin:

- K etalonsız kontrasttı bahalaw kórsetkishler kópligi ádebiyatlardı úyrenip shıǵıw esabınan keltirilgen k_1, k_2 kórsetkishlerdiń kemshilikleri bolǵanı ushın, K_{opt} kópligine ózgerildi.

- Ádebiyatlardı anazlizlew hám izertlew tájiriybeleri tiykarında k_3, k_4 hám k_5 kórsetkishleri súwret kontrastın durıs bahalawı tastıyıqlandı hám eń optimal bahalaw kórsetkishleri sıpatında anıqlandı.

Ádebiyatlar

1. Голуб Ю.И., Старовойтов Ф.В. Исследование локальных оценок контраста цифровых изображений при отсутствии эталона // Системный анализ и прикладная информатика. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-lokalnyh-otsenok-kontrasta-tsifrovyyh-izobrazheniy-pri-otsutstvii-etalonu>.
2. 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.
3. Bex P.J. and Makous W. "Spatial frequency, phase, and the contrast of natural images," J. Opt. Soc. Amer. A, Opt. Image Sci., vol. 19, no. 6, -P.1096–1106, 2002.
4. 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.
5. <https://www.kaggle.com/datasets/tolgadincer/labeled-chest-xray-images>
6. <https://www.kaggle.com/datasets/akhileshdkapse/super-image-resolution>
7. <https://www.kaggle.com/datasets/andrewmvd/face-mask-detection>

REZYUME. Mazkur maqolada tasvir sifatini belgilovchi parametrlardan biri bo'lgan kontrastni baholashning obyektiv etalonsiz usullari ko'rib chiqilgan. Etalonsiz usullar tasvirlarni qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirishda ahamiyatli, chunki amaliy masalalarda etalon tasvir mavjud bo'lmaydi. Ushbu etalonsiz usullar orasidan tajriba o'tkazish asosida GCF (global contrast factor), Haralik kontrast va RMS (root mean square) me'zonlari tanlandi va boshqa me'zonlarga nisbatan yaxshi natija berishi tasdiqlandi.

РЕЗЮМЕ. В данной статье методы оценки контрастности, которая является одним из параметров, определяющих качество изображения, рассматриваются без объективного эталона. Безэталонные методы важны при автоматизации процесса обработки изображений, поскольку в практических задачах эталонного изображения не будет. Критерии GCF (глобальный коэффициент контрастности), контраст Харалика и RMS (среднеквадратичное значение) были выбраны на основе экспериментов среди этих нестандартных методов, и было подтверждено, что они дают хорошие результаты по сравнению с другими критериями.

SUMMARY. In this article, methods of evaluating the contrast, which is one of the parameters that determine the quality of the image, are considered without an objective standard. Benchmark-free methods are important in automating the process of image processing, because in practical problems there will be no benchmark image. GCF (global contrast factor), Haralik contrast and RMS (root mean square) criteria were selected based on experiments among these non-standard methods and were confirmed to give good results compared to other criteria.