

TECHNOLOGIES OF COMPUTER
CONTROL

DATORVADĪBAS TEHNOLOĢIJAS

ADAPTIVE LOCAL CONTRAST ENHANCEMENT

LOKĀLO KONTRASTU ADAPTĪVĀ UZLABOŠANA

Aleksandr Glaz, Dr.habil.Sc.ing.
Riga Technical University
Faculty of Computer Science and Information Technologies,
Institute of Computer Control, Engineering and Technology
Address: Meza 1, LV-1048, Riga, Latvija
Phone: +371 7089542
E-Mail: glaz@egle.cs.rtu.lv

Vladimir Smolaninov, Doctoral student
Riga Technical University
Faculty of Computer Science and Information Technologies,
Institute of Computer Control, Engineering and Technology
Address: Meza 1, LV-1048, Riga, Latvija
E-Mail: vladimirs@eet.lv

Atslēgas vārdi: attēls, pikselis, kontrasta uzlabošana, entropija, dispersija

1. Ievads

Mūsdienās reti kurš izmeklēšanas process notiek bez vizuālo materiālu izmantošanas. Vizuālie materiāli tiek izmantoti informācijas iegūšanai, lietišķo pierādījumu vākšanai, apkopošanai u.t.t. Ļoti bieži vizuālajam materiālam ir zema kvalitāte. Visizplātītākie cēloņi ir sekojoši:

- Fotoamatiera filmēšana
- Fotoattēls ir iegūts ar videonovērošanas tehnikas palīdzību, kurai, lai ietaupīt aparatūras atmiņu, tiek samazināta attēla kvalitāte.
- Attēls ir uzņemts ar mobila telefona palīdzību (ļoti aktuāls gadījums)
- Nevienmērīga apgaismošana
- Ātri kustīgais objekts

Šajā darbā tiek piedāvāta metode, ar kuras palīdzību var novērst nevienmērīgu apgaismošanu fotoattēlā.

2. Uzdevuma nostādne

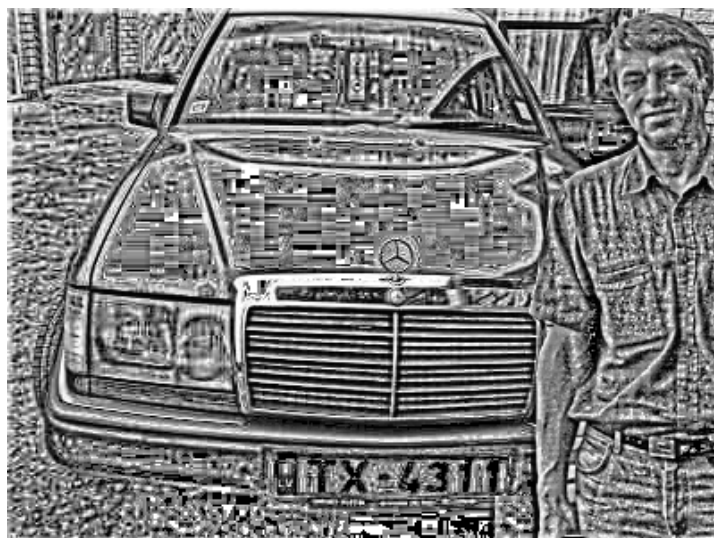
Kriminālistikā bieži vien ir sastopama problēma, ka attēlam ir nepieciešama kompleksa uzlabošana – tas, piemēram, var nozīmēt, ka vajag uzlabot, gan automašīnas valsts numuru, gan cilvēka sejas attēlojumu. Piemērs: bija izvēlēts foto attēls:



1.att. Sākotnējais attēls
Fig.1. The original image

Analizējot attēlu varam secināt, ka automašīnas numurs praktiski nav redzams un cilvēka sejas labā puse ir mazāk apgaismota nekā kreisā. Minētos trūkumus ir nepieciešams novērst. Kā papildus prasību apstrādātajam attēlam var minēt to, ka interesējošām detaļām jābūt ļoti redzamām arī izdrukā. Ir sastopami gadījumi, kad uz monitora daudz maz var redzēt automašīnas valsts numuru, bet uz izdrukas identificēt numuru nav iespējams.

Apstrādājot sākotnējo attēlu 1.att. ar lokālo kontrastu uzlabošanas algoritmu [1], var redzēt 2.att. , ka automašīnas numuru tagad viegli identificēt, bet cilvēka sejas attēlojumam ir pielietots tik pat spēcīgs kontrasta paaugstinājums, ka identificēt cilvēku pēc apstrādes ir pat grūtāk, nekā pirms apstrādes.



2.att. Attēls apstrādāts ar lokālo kontrastu uzlabošanas algoritmu [1]
Fig.2. Image processed by local contrast enhancement method

Kā neatkarīgu pazīstamu algoritmu salīdzinājumam tiek izmantota metode [2]. Šajā metodē ir izmantots adaptīvs algoritms un lokāla kontrasta paaugstinājuma līmenis ir atkarīgs no dotā pikseļa apkārtējās statistikas, tajā skaitā entropijas. Darbības rezultātu uz sākotnējo attēlu var redzēt 3.att. Pēc apstrādes ar pazīstamo metodi attēlā mazliet labāk ir redzams numurs, sejas attēlojums paliek gandrīz nemainīgs.



3.att. Attēls apstrādāts ar pazīstamo metodi
Fig.3. Image processed by known method

3. Metodes

Jau ir skaidrs, ka lai uzlabotu kontrastu attēlam ar dažāda veida detaļām un ar dažādu sākotnējo lokālo kontrastu ir nepieciešams izmantot adaptīvu algoritmu.

Lai apstrādātu attēlu pēc adaptīva algoritma ir nepieciešama informācija par kontrastu katrā lokālajā apgabalā. Izmantot lokālo kontrasta jēdzienu [3]:

$$C = \frac{I - I_b}{I_b} \quad (1)$$

$$C = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (2)$$

, kur C - lokālais kontrasts;
 I - interesējoša pikseļa spilgtums;
 I_b - fona spilgtums logā;
 I_{\max} - maksimālais spilgtums logā;
 I_{\min} - minimālais spilgtums logā

nav iespējams, jo attēlā minimālā spilgtuma vērtība var būt vienāda ar nulli, tad vienā gadījumā lokālais kontrasts sasniegs bezgalību, bet otrajā gadījumā būs vienāds ar vienu, neatkarīgi no maksimālā spilgtuma lokālajā apgabalā.

Literatūrā bieži tiek izmantota entropija [2, 4]:

$$\mu(i, j) = - \frac{1}{2 \log(n * m)} \sum_{k=1}^L P_k \log P_k \quad (3)$$

, kur: $P_k = \frac{q_k}{n * m}$;

- pikseļu skaits ar spilgtumu k logā

q_k

Atsevišķos gadījumos kriminālistikā numura atpazīšanā entropiju nevar izmantot, jo tai ir maksimums pie vienmērīgām histogrammām. Kā arī par pamat trūkumu var minēt to, ka divkrāsas apgabalos entropija būs vienāda neatkarīgi no tā, cik tuvu to spilgtums atrodas histogrammā. Attiecībā uz automašīnas numuru, tas nozīmē, ka, piemēram, pie fona spilgtuma 200 un ciparu spilgtuma vienā gadījumā 10 un otrajā gadījumā 150, entropija abiem gadījumiem būs vienāda, bet uztvere cilvēka acij atšķirīga.

Tāpēc kriminālistikas nolūkos labāk izmantot dispersiju [4]:

$$\sigma(i, j) = \frac{1}{n * m} \sum_{k=i-\frac{n-1}{2}}^{i+\frac{n-1}{2}} \sum_{l=j-\frac{m-1}{2}}^{j+\frac{m-1}{2}} (I(k, l) - \bar{I}(k, l))^2 \quad (4)$$

Lai noteikt dispersiju visam attēlam – ap pikseli tiek izveidots logs ar izmēriem n un m , kurā tiek aprēķināts spilgtuma vidējā vērtība. Un tā pa visu attēlu. Pēc apstrādes iegūsim dispersijas vērtības masīvu ar tādiem pašiem izmēriem kā pats attēls, kur katra vērtība reprezentē lokālu dispersiju.

Attēlā 4.att. var redzēt kā izskatās dispersija sākotnējam attēlam.



4.att. Dispersijas attēlojums sākotnējam attēlam
Fig.4. Image of dispersion for original picture

Dispersijas attēlā tumšākā krāsa atbilst sākotnēja attēla viendabīgam apgabalam, bet gaišākā krāsa atbilst attiecīgi apgabalam ar lielāku kontrastu.

4. Eksperimentāla daļa

Lokāla kontrasta adaptīvai paaugstināšanai tiek izmantota sekojoša formula

$$I_{out}(i,j) = \begin{cases} \frac{(\bar{I}(i,j) - f(i,j)I_{min}(i,j))(\bar{I}(i,j) - I_{in}(i,j))^{p(i,j)}}{(\bar{I}(i,j) - I_{min}(i,j))^{p(i,j)}} + \bar{I}(i,j) & , ja \quad I_{in}(i,j) \leq \bar{I}(i,j) ; \\ \frac{(f(i,j)(I_{max}(i,j) - 1) + 1 - \bar{I}(i,j))(I_{in}(i,j) - \bar{I}(i,j))^{p(i,j)}}{(I_{max}(i,j) - \bar{I}(i,j))^{p(i,j)}} + \bar{I}(i,j) & , ja \quad I_{in}(i,j) > \bar{I}(i,j) ; \end{cases} \quad (5)$$

, kur $\bar{I}(i,j)$ - spilgtuma vidējā vērtība logā;

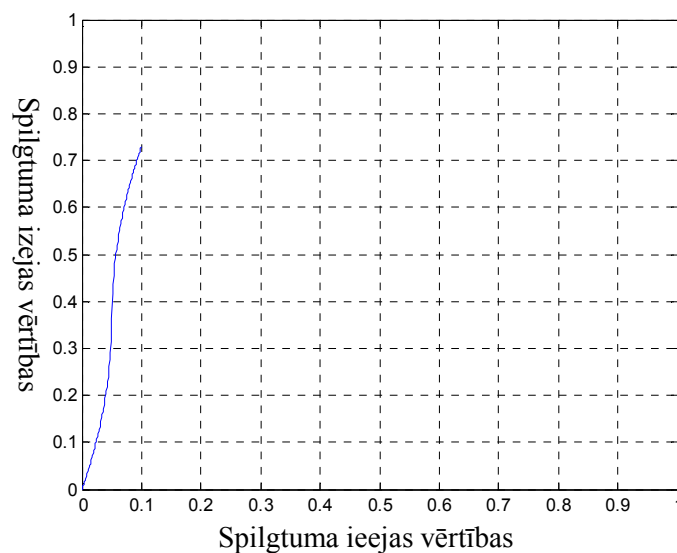
$I_{max}(i,j)$ - maksimālais spilgtums logā;

$I_{min}(i,j)$ - minimālais spilgtums logā;

$f(i,j)$ - lokāla kontrasta paaugstināšanas koeficients;

$p(i,j)$ - lokāla kontrasta nelinearitātes paaugstināšanas koeficients.

Formula (5) realizē funkciju, kuras grafiks, atsevišķam gadījumam, ir attēlots 5.att.



5.att. Funkcija attēlojums saskaņā ar (5)

Fig.5. Function graph by formula (5)

Piedāvātajā metodē par parametru $f(i,j)$ formulā (5) tiek izmantota dispersija. Ja sīkāk aplūkot 4.att. attēloto dispersiju attiecībā uz cilvēka seju ir redzams, ka labā puse ir tumšāka nekā kreisā – tas nozīmē, ka labai pusei būs pielietots spēcīgāks kontrasta paaugstinājums nekā kreisai pusei. Rezultātā iegūsim cilvēka sejas attēlojumu ar vienmērīgu kontrastu.

Piedāvātā algoritma darbības rezultāts ir attēlots 6.att.



6.att. Attēls apstrādāts ar piedāvāto metodi
Fig.6. Image processed by purposed method

5. Secinājumi

1. Darbā tiek piedāvāta attēla kvalitātes uzlabošanas jauna metode, kas ir pamatota uz lokālo kontrastu paaugstināšanu apgabalos pēc adaptīva algoritma.
2. Darbā iegūtie rezultāti vizuāli rāda, ka metode ir efektīvāka, salīdzinot ar zināmo metodi.

Literatūra

1. A. Glazs, V. Smoļaninovs. Attēlu uzlabošana kriminālistikā, RTU zinātniskie raksti, Datorzinātne, sērija 5, sējums 27, Rīga, 2006
2. H. D. Cheng, Mei Xue, X. J. Shi Contrast enhancement based on a novel homogeneity measurement, Pattern recognition, 36, 2003
3. W.M. Morrow, R.B. Paranjape, R.M. Rangayyan, J.E.L. Desautels, Region-based contrast enhancement of mammograms, IEEE Trans. Med. Imaging 11 (3) (1992) 392–405.
4. <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/23.php>

Glazs A., Smoļaninovs V. Lokālo kontrastu adaptīvā uzlabošana

Dotajā darbā ir piedāvāta jauna metode attēla kvalitātes uzlabošanai. Metode pamatojas uz lokālo kontrastu uzlabošanu pēc adaptīva algoritma. Darba mērķis bija izstrādāt efektīvāku metodi, salīdzinājumā ar jau esošām metodēm, lai vienkāršotu automašīnas valsts numuru un personu identificēšanu attēlā. Par pamatu bija izvēlēta lokālo kontrastu uzlabošanas formula no iepriekšējo autoru darba [1]. Formulā bija ievietots papildus koeficients, ar kura palīdzību var mainīt lokālo kontrastu paaugstināšanas pakāpi. Lai noteiktu vajadzīgo lokālo kontrastu paaugstināšanas pakāpi bija izvēlēta, pēc objektīviem cēloņiem, entropija. Darbā parādīti rezultāti bez adaptīva algoritma, jau esošā adaptīva algoritma un piedāvātā metode. Pēc rezultātiem nav grūti pārliecināties, ka piedāvātai metodei ir priekšrocība. Pazīstamajā, jau esošajā metodē, kura bija izmantota salīdzinājumam, pamat problēma ir tāda, ka izmatotā funkcija nespēj palielināt kontrastu līdz vajadzīgam līmenim, un arī to, ka adaptīvā algoritmā bija izmantota entropija.

Glaz A., Smolninov V. Adaptive local contrast enhancement

In this paper a new method of image contrast enhancement is described. This method is based on local contrast enhancement by adaptive algorithm. The goals of this work was the development of more efficient method in comparison to existing methods, for simplifying the identification of automobile license plate and the identity of a person shown on the photograph. A formula of local contrast alternation from the previous works of the

authors [1] was used as a base for the new method. An additional coefficient was added to the formula, with the help of which the degree of contrast enhancement in local areas of the image is changed. To define the necessary means of contrast enhancement, dispersion was used. The results describe the work of an algorithm without adaptation, an existing adaptive algorithm and the proposed method. The results shown that the proposed method is more advanced than existing methods.

Глаз А., Смолянинов В. Адаптивное повышение локальных контрастов

В данной работе предлагается новый метод улучшения качества изображений за счет повышения контраста локальных областей по адаптивному алгоритму. Цель работы состояла в разработке более эффективного метода, по сравнению с известными, для упрощения идентификации государственного номера автомобиля и человека, изображенными на фотоизображении. За основу метода была выбрана формула преобразования локального контраста из предыдущей публикации авторов [1]. В формулу был введён дополнительный коэффициент, с помощью которого варьируется степень усиления контраста в локальных областях. Для определения необходимой меры повышения контраста была выбрана, дисперсия. В работе представлены результаты применения безадаптивного алгоритма, адаптивного известного алгоритма и предложенного метода. По полученным результатам несложно убедиться в преимуществе предложенного метода. Основная проблема известного метода, используемого в качестве сравнения, заключается в том, что используемая функция не способна увеличить контраст до нужного уровня, а так же то, что в качестве информации о начальных локальных контрастах используется энтропия.