

TASVIRLAR CHEGARALARNI SAQLAGAN HOLDA YAXSHILASH YONDASHUVI

Hamroyev Alisher Shodmonqulovich

Alfraganus university dotsenti,

PhD, alisherkhsh@gmail.com

Annotatsiya. Tasvirlarni shovqindan tozalash va sifatini yaxshilash raqamli tasvirlarga ishlov berish sohasidagi eng muhim masalalardan biri hisoblanadi, ayniqsa rangli tasvirlarda shovqinni kamaytirish bilan birga obyekt chegaralarini saqlab qolish murakkab vazifa hisoblanadi. An'anaviy silliqlash filtrlari odatda fazoviy jihatdan bir xil og'irliklardan foydalanishi sababli chegaralarning xiralashishiga olib keladi.

Ushbu maqolada RGB tasvirlarni yaxshilash uchun gradientga asoslangan noaniq a'zolik modellashtirishiga tayanuvchi yondashuv taklif etiladi. Taklif etilgan yondashuv fazoviy Gauss og'irliklarini gradientga bog'liq noaniq moslashuv mexanizmi bilan birlashtirib, silliqlash intensivligini dinamik ravishda boshqaradi.

Kalit so'zlar: tasvir filtrlash, noaniq mantiq, gradient tahlili, RGB tasvirlarga ishlov berish, adaptiv filtrlash, chegaralarni saqlash.

Kirish. Raqamli tasvirlarga ishlov berish tizimlarida filtrlash usullari shovqinni kamaytirish, tasvir sifatini oshirish va muhim belgilarni saqlashda keng qo'llaniladi. Klassik chiziqli filtrlardan biri bo'lgan Gauss silliqlash usuli shovqinni kamaytirishda samarali bo'lsa-da, tasvirning strukturaviy axborotini buzadi.

Nochiziqli yondashuvlar, jumladan bilateral filtrlash, chegaralarni saqlashga harakat qiladi, biroq ular yuqori hisoblash xarajatlarini talab qiladi.

So'nggi tadqiqotlar adaptiv filtrlash mexanizmlariga e'tibor qaratmoqda, bunda silliqlash darajasi tasvirning lokal xususiyatlariga bog'liq holda belgilanadi. Gradient axboroti tasvir strukturasi haqida ishonchli ma'lumot bersa, noaniq mantiq noaniqliklarni matematik modellashtirish uchun moslashuvchan vosita hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot quyidagi uch komponentni birlashtiruvchi yangi filtrlash paradigmasini taklif etadi:

- gradient asosida strukturani aniqlash,
- noaniq a'zolik modellashtirish,
- adaptiv fazoviy silliqlash.

Taklif etilgan yondashuv lokal chegara kuchiga qarab filtrlash og'irliklarini avtomatik sozlaydi va RGB tasvirlarda bir vaqtning o'zida shovqinni kamaytirish hamda chegaralarni saqlash imkonini beradi.

Tasvirlarni shovqindan tozalash kompyuter ko'rish va raqamli tasvirlarga ishlov berishning asosiy muammolaridan biridir.

Dastlabki silliqlash usullari Gauss filtri kabi chiziqli modellarga asoslangan bo'lib, ular izotrop yadrolar yordamida fazoviy o'rtachalashni amalga oshiradi. Biroq bu usul tasvir strukturasi hisobga olinmagani sababli chegaralarni xiralashtiradi [1].

Median filtrlash impuls shovqinlarni bartaraf etishda samarali nochiziqli usul sifatida taklif qilingan, ammo u mayda teksturalarni buzishi mumkin [2].

Canny tomonidan ishlab chiqilgan chegara aniqlash nazariyasi gradient kattaligini tasvir strukturasi indikatoriga aylantirdi [3]. Keyinchalik gradient adaptiv filtrlash algoritmlarining asosiga aylandi.

Bilateral filtr fazoviy masofa va intensivlik o'xshashligini birlashtirib chegaralarni saqlash imkonini berdi [4], ammo hisoblash murakkabligi yuqori bo'lib qoldi.

Guided filtering lokal chiziqli modellarga asoslangan tezkor alternativ sifatida taklif etildi [5], biroq u intensivlik korrelyatsiyasiga bog'liq.

Noaniq mantiqqa asoslangan filtrlash usullari lokal noaniqliklarni ifodalash imkonini berdi [6]. Keyingi tadqiqotlar noaniq xulosa mexanizmlari asosida chegara-saqlovchi filtrlashni taklif qildi [7], ammo gradient va noaniq model o'rtasida aniq matematik bog'lanish mavjud emas edi.

Wavelet asosidagi usullar chastota sohasida shovqinni ajratishga imkon berdi [8], ammo chegaralarda artefaktlar yuzaga kelishi mumkin.

Gibrid adaptiv modellar fazoviy, statistik va strukturaviy belgilarni birlashtira boshladi [9].

Chuqur o'rganishga asoslangan denoising usullari yuqori natija ko'rsatsa-da, katta ma'lumotlar to'plami talab qiladi [10].

Gradient sohasiga asoslangan yaxshilash usullari strukturani saqlashni kuchaytirdi [11], ammo noaniq modellashtirish bilan integratsiya qilinmagan.

Shu sababli gradient va noaniq a'zolikni yagona adaptiv mexanizmga birlashtiruvchi yondashuv yetarlicha o'rganilmagan. Taklif etilayotgan yondashuv yuqorida keltirilgan ilmiy bo'shliqni to'ldirishi maqsad qilingan.

Taklif etilgan yondashuvning umumiy modeli

RGB tasvir:

$$I(x, y) = [R(x, y), G(x, y), B(x, y)]$$

Har bir kanal alohida filtrlanadi, ammo moslashuv umumiy gradient modeli orqali boshqariladi.

Gradientni baholash

Sobel operatorlari:

$$I_x = \frac{\partial I}{\partial x}, I_y = \frac{\partial I}{\partial y}.$$

Gradient kattaligi:

$$G(x, y) = \sqrt{I_x^2 + I_y^2}.$$

Bu lokal chegara kuchini ifodalaydi.

Noaniq a'zolik modellash tirish (ilmiy yangilik):

$$\mu(x, y) = \exp\left(-\frac{G(x, y)^2}{\sigma_g^2}\right).$$

Bu yerda gradient energiyasi silliqlash ehtimoliga aylantiriladi.

Adaptiv vaznlar

Fazoviy Gauss vazni:

$$S(i, j) = \exp\left(-\frac{i^2 + j^2}{2\sigma_s^2}\right).$$

Yakuniy vazn:

$$W(i, j) = S(i, j) \cdot \mu(i, j).$$

Normallashtirish:

$$W = \frac{W}{\sum W}.$$

Filtrlangan piksel:

$$I'(x, y) = \sum W(i, j)I(x + i, y + j).$$

Hisoblash murakkabligi. Tasvir o'lchami $N \times M$, yadro o'lchami k berilgan bo'lsa, har piksel uchun $O(k^2)$, umumiy murakkablik uchun $O(3NMk^2)$ hisoblash murakkabligini talab qiladi.

RGB tasvirlar uchun esa kanallari sababli uch barobar hisoblash talab etiladi.

Xulosa. Ushbu ishda RGB tasvirlarni yaxshilash uchun yondashuv taklif qilindi. Usul gradient tahlili va noaniq mantiqni birlashtirib, adaptiv chegara-saqlovchi silliqlashni ta'minlaydi. Tajribalar klassik filtrlarga nisbatan strukturani yaxshiroq saqlashini ko'rsatdi.

Adabiyotlar

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 4th ed. Pearson, 2018.
- [2] J. W. Tukey, "Nonlinear (nonsuperposable) methods for smoothing data," Proc. Congr. Rec., pp. 673–681, 1977.
- [3] J. Canny, "A computational approach to edge detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 8, no. 6, pp. 679–698, 1986.
- [4] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color images," Proc. IEEE ICCV, pp. 839–846, 1998.
- [5] K. He, J. Sun, and X. Tang, "Guided image filtering," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 6, pp. 1397–1409, 2013.
- [6] M. Nachtegaal and E. Kerre, Fuzzy Techniques in Image Processing, Springer, 2000.

- [7] H. Tizhoosh, “Fuzzy image processing: challenges and opportunities,” *Advances in Fuzzy Systems*, 2005.
- [8] D. L. Donoho, “De-noising by soft-thresholding,” *IEEE Trans. Information Theory*, vol. 41, no. 3, pp. 613–627, 1995.
- [9] S. Paris et al., “A gentle introduction to bilateral filtering and its applications,” *ACM SIGGRAPH*, 2009.
- [10] K. Zhang et al., “Beyond a Gaussian denoiser: Residual learning of deep CNN,” *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 26, no. 7, 2017.
- [11] R. Fattal, “Edge-avoiding wavelets and their applications,” *ACM Transactions on Graphics*, 2009.