

PANSHARPENING USULLARIDA MULTISPEKTRAL KANAL TASVIRLARGA INTERPOLYATSIYALASH USULLARINI QO‘LLASH MASALALARI

O.R.Yusupov^{1,a)}, E.Sh.Eshonqulov^{1,b)}

¹Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

^{a)}ozodyusupov@gmail.com, ^{b)}erali.eshonqulov1201@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada pansharpening (fazoviy aniqlikni oshirish) usullarida multispektral tasvirlarga qo‘llaniladigan interpolyatsiya usullarining ta’siri o‘rganilgan. Xususan, IHS, Brovey, PCA, Gram-Schmidt va BDSD pansharpening usullarida eng yaqin qo‘shnilar, bilinear, bikubik hamda Lansosh interpolyatsiya usullari qo‘llanilib, ular orasidagi farqlar fazoviy tafsilotlarni saqlab qolish va spektral buzilishlarni kamaytirish nuqtayi nazaridan taqqoslangan. Tajribaviy natijalarda ERGAS, SAM, SSIM va QAVE kabi tasvir sifatini baholash ko‘rsatkichlardan foydalanilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, bikubik va Lansosh interpolyatsiya usullari tasvir sifatini yaxshilashda eng yaxshi natijalarni taqdim etdi.

Kalit so‘zlar: sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, pansharpening, multispektral tasvir, interpolyatsiya, panxromatik tasvir.

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ К ИЗОБРАЖЕНИЯМ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ В МЕТОДАХ ПАНШАРПА

Аннотация: В данной статье изучено влияние интерполяционных методов, применяемых в паншарпенинговых методах (повышение пространственного разрешения), на качество мультиспектральных изображений. В частности, интерполяционные методы ближайшего соседа, билинейная, бикубическая и Ланцоша были применены в рамках паншарпенинговых подходов IHS, Brovey, PCA, Gram-Schmidt и BDSD. Проведено сравнение указанных методов с точки зрения сохранения пространственных деталей и уменьшения спектральных искажений. В экспериментальных исследованиях использовались такие показатели оценки качества изображений, как ERGAS, SAM, SSIM и QAVE. Полученные результаты показывают, что бикубическая и Ланцош интерполяции обеспечивают наилучшее качество изображения.

Ключевые слова: спутниковые изображения, паншарпенинг, мультиспектральное изображение, интерполяция, панхроматическое изображение

QUESTIONS ABOUT THE APPLICATION OF INTERPOLATION METHODS TO IMAGES FROM MULTISPECTRAL CHANNELS USING PANSHARPENING TECHNIQUES

Abstract: This paper investigates the impact of interpolation methods applied to multispectral images in pansharpening techniques aimed at enhancing spatial resolution. Specifically, interpolation methods such as nearest neighbor, bilinear, bicubic, and Lanczos were employed within the IHS, Brovey, PCA, Gram-Schmidt, and BDSD pansharpening approaches. These methods were compared in terms of their ability to preserve spatial details and reduce spectral distortions. Experimental evaluations were conducted using image quality assessment metrics including ERGAS, SAM, SSIM, and QAVE. The results indicate that bicubic and Lanczos interpolation methods provided the best performance in improving image quality.

Keywords: satellite images, pansharpening, multispectral image, interpolation, panchromatic image.

Sun'iy yo'ldosh tasvirlarini qo'llanilish sohasi tobora kengayib bormoqda. Ular orqali olingan tasvirlar hozirgi kunda atrof-muhit monitoringi, qishloq xo'jaligi, ob-havo, favqulodda vaziyatlar sohasidagi juda ko'plab masalalarda qo'llanilmoqda. Sun'iy yo'ldosh qurilmalarining fazoviy, spektral, radiometrik, vaqtga bog'liq ruxsatlarining turlicha ekanligi tufayli turli formatdagi katta hajmli ma'lumotlar taqdim etilishi mumkin [1]. Bu esa ularga ishlov berish masalalarini vujudga keltiradi. Bunday masalalar sirasiga sun'iy yo'ldosh tasvirlarining fazoviy o'lchamini oshirishni keltirish mumkin. Fazoviy o'lchamni oshirish orqali tasvirning va tafsilotlarning aniqligini oshirish imkoniyati paydo bo'ladi. Tasvirning fazoviy o'lchamlarini oshirishning klassik yondashuvlari sirasiga interpolatsiya usullari kiradi. Interpolatsiya – bu tasvirlarni kattalashtirish va kichraytirish, ularni burish hamda geometrik buzilishlarni tuzatish kabi masalalarni hal qilishda keng qo'llaniladigan asosiy vositadir [2].

So'nggi yillarda sun'iy yo'ldosh qurilmalari taqdim etgan multispektral tasvirlarning fazoviy o'lchamini oshirishning pansharpening yondashuvlari keng miqyosida o'rganilmoqda [3]. Ruxsatlilik darajasi past va o'lchami katta bo'lgan kanaldan olinadigan tasvir panxromatik (PAN) tasvir deb ataladi. Ruxsatlilik darajasi yuqori, o'lchami kichik bo'lgan turli spektr diapazonlaridagi kanallardan olinadigan tasvirlar esa multispektral tasvirlar deb ataladi. Amaliyotda, panxromatik kanalning o'lchami multispektral kanal o'lchamidan ikki yoki to'rt marta katta bo'ladi, ya'ni $K = 2$ yoki $K = 4$ bo'ladi [4]. Ishlov berish natijasida hosil bo'ladigan multispektral tasvir o'lchamlari ma'lum bir yondashuvlar asosida panxromatik tasvir o'lchamlariga keltiriladi. Sun'iy yo'ldosh qurilmalarining texnik cheklovlari mavjud bo'lganligi sababli, bir kanalda yuqori spektral va fazoviy ko'rsatkichga ega tasvirni yaratish masalasini keltirib chiqaradi. Natijada, kanallar spektral yoki fazoviy sifatni ta'minlay olmaydi. Yuqori spektral va fazoviy tasvirga ega tasvirni hosil qilishning ushbu usuli pansharpening usuli deyiladi [3]. Pansharpening usullarining asosiy maqsadi yuqori spektral va fazoviy sifatga ega tasvirni hosil qilishdir.

Pansharpening usullarining bajarilish bosqichlaridan biri bu interpolatsiya usullarini qo'llash hisoblanadi. Interpolatsiya usullari orqali multispektral kanal o'lchami panxromatik kanal o'lchamiga keltiriladi. Interpolatsiya usullarini to'g'ri tanlash multispektral tasvir sifatiga ta'sir qiladi.

Interpolatsiya usullari. Quyida klassik interpolatsiya usullarini ko'rib chiqamiz:

1) Eng yaqin qo'shnilik interpolatsiyasi. Usul tasvir o'lchamini kattalashtirish yoki kichiklashtirishda bajarilish jihatidan eng sodda hisoblanadi. Uning g'oyasi yangi nuqtaning qiymati unga eng yaqin bo'lgan nuqta qiymati bilan bir xil deb olinishiga asoslanadi:

$$I(x', y') = I(\lfloor x' + 0.5 \rfloor, \lfloor y' + 0.5 \rfloor),$$

bu yerda, x', y' — interpolatsiyada asosida olingan yangi koordinata qiymatlari, $\lfloor \cdot \rfloor$ —sonni butun qismini olish. Ushbu usul tezkor bajariladi, ammo tasvirda artefaktlar hosil bo'lishi, spektral buzilishlar ko'proq bo'ladi. Usul pansharpening jarayonida fazoviy o'lchamni oshirish uchun tezlik talab qilinganda qo'llanilishi mumkin;

2) Bilinear interpolatsiya. Usul eng yaqin qo'shnilar interpolatsiyasiga qaraganda ko'proq hisoblashni talab qiladi, ammo kamroq artefakt hosil qiladi. U ikki o'lchamga asoslanadi:

$$v(x, y) = ax + by + cxy + d$$

bu yerda x, y – tasvirdagi nuqtaning koordinatalari, $v(x, y)$ – nuqtaning yorqinlik darajasi, a, b, c, d – koeffitsiyentlar x, y nuqtaning to'rtta eng yaqin qo'shnisi. Usul asosan tasvir silliqligini saqlash zarurati paydo bo'lganda qo'llaniladi. Ammo tasvir chegaralarida kontrast pasayishi mumkin;

3) Bikubik interpolatsiya. Ko'rib chiqilayotgan nuqtaning o'n oltita eng yaqin qo'shnilarini o'z ichiga oluvchi bikubik interpolatsiya hisoblash jihatdan murakkabdir. x, y nuqtaga tayinlanadigan yorqinlik qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$v(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j.$$

Bunda a_{ij} koeffitsiyentlari 16 ta noma'lumli 16 ta tenglamalar sistemasi orqali topiladi. Usulni qo'llash natijasida spektral buzilishlar kamayadi, tafsilotlar yaxshi saqlanadi;

4) Lansosh interpolatsiyasi. Lansosh yadrosi filtrida *sinc* funksiyasi mavjuddir. Bu funksiyada tebranishlar mavjudligi tasvir o'lchamini o'zgartirishdagi muhim xususiyatidir, bu orqali tasvir o'lchamini o'zgartirishdagi tasvirdagi obyektlar o'tkir qirralarini va kichik tafsilotlarini saqlab qolish imkoniyatini beradi. Lansosh interpolatsiya yadrosining bir o'lchamli funksiyasi quyidagicha ifodalanadi,

$$w_{Ln}(x) = \psi_{Ln}(x) \cdot \text{sinc}(x).$$

Lansosh interpolatsiyasi yadrosidagi bir o'lchamli maxsus oyna funksiyasining umumiy ko'rinishi quyidagicha ifodalanadi,

$$\psi_{Ln}(x) = \begin{cases} 1 & |x| = 0, \\ \frac{\sin\left(\frac{\pi x}{n}\right)}{\pi\left(\frac{x}{n}\right)} & 0 < |x| < n, \\ 0 & |x| \geq n, \end{cases}$$

bu yerda $n \in N$.

Tasvirlarda Lansosh interpolatsiyasini amalga oshirish o'rama amali asosida bajariladi. Lansosh yadrosi o'rama amali quyidagi xossaga ega [5],

$$w_{Ln}(x, y) = w_{Ln}(x) \cdot w_{Ln}(y).$$

Bu xossadan Lansosh yadrosini ikki o'lchamli funksiyasini yadroning bir o'lchamli funksiyasi orqali hisoblash mumkin. Tasvirlar bilan bog'liq amaliy masalalarda Lansosh yadrosining $n = 2$ va $n = 3$ filtrlari qo'llaniladi.

Interpolyatsiya usullarini tasvir sifatini baholash ko'rsatkichlari bo'yicha taqqoslash. Biz quyida PairMax ma'lumotlar to'plamida interpolatsiya usullarini qo'llash natijalarini ko'rib chiqamiz. Interpolatsiya usullari komponentni o'zgartirishga asoslangan IHS, Brovey, Gram-Schmidt, PCA, BDSD pansharpening usul yondashuvlarida qo'llanilgan. Natijaviy tasvir sifatini baholash ko'rsatkichlari sifatida esa ERGAS, Q_{AVE} , SAM, SSIM metrikalari tanlab olindi [6, 7]. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Interpolyatsiya usullarini tasvir sifatini baholash ko'rsatkichlari bo'yicha taqqoslash natijalari

Interpolyatsiya turi	Baholash ko'rsatkichi	CS ga asoslangan usullar				
		IHS	Brovey	PCA	BDSD	Gram-Schmidt
Eng yaqin qo'shnilar	ERGAS	4,8	5,1	4,85	3,1	3,55
	Q_{AVE}	0,82	0,8	0,83	0,91	0,89
	SAM	3,1	3,25	2,9	1,85	2,05
	SSIM	0,79	0,76	0,8	0,89	0,86
Bilinear	ERGAS	4,54	4,9	4,5	2,95	3,3
	Q_{AVE}	0,84	0,81	0,85	0,92	0,9
	SAM	2,9	3,1	2,7	1,7	1,9
	SSIM	0,81	0,78	0,83	0,9	0,88
Bikubik	ERGAS	4,4	4,7	4,35	2,8	3,15

	Q _{AVE}	0,86	0,83	0,87	0,93	0,91
	SAM	2,75	2,7	2,6	1,6	1,75
	SSIM	0,85	0,82	0,86	0,92	0,9
Lansosh	ERGAS	4,25	4,55	4,2	2,65	3
	Q _{AVE}	0,87	0,84	0,88	0,94	0,92
	SAM	2,6	2,8	2,45	1,5	1,65
	SSIM	0,85	0,82	0,86	0,92	0,9

Olingan natijalardan xulosa qilish mumkinki, bikubik va Lansosh interpolyatsiyalari boshqa interpolyatsiya usullariga nisbatan ko‘proq fazoviy tafsilotlarini saqlab qolishi va spektral buzilishlar nisbatan kamligi evaziga eng yaxshi natijalarni qayd etgan. Keyingi ishlarda pansharpening usullarini takomillashtirishda Lansosh va bikubik interpolyatsiya usullarini qo‘llash samarali natijalarga olib kelishi mumkinligini ko‘rish mumkin.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Yusupov O. et al. Analysis of superpixel segmentation approaches in remote sensing images //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3147. – №. 1.
2. Gonzales R. C., Wintz P. Digital image processing. – Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1987.
3. Fazilov S. et al. Analysis of pansharpening methods for multispectral satellite imagery //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3244. – №. 1.
4. Yusupov O. R., Eshonqulov E. S. Comparative Analysis of Descriptors Construction Methods in Remote Sensing Images. – 2024.
5. Burger W. et al. Principles of digital image processing. – London : Springer, 2009. – T. 111.
6. Yusupov O. et al. Quality assessment parameters of the images obtained with pansharpening methods //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2024. – T. 3244. – №. 1.
7. Radjabov S. S., Yusupov O. R., Eshonqulov E. S. Masofadan zondlash asosida olingan tasvirlarda superpiksel segmentlash yondashuvlarini baholash mezonlari //International Journal of scientific and Applied Research. – 2024. – T. 1. – №. 3. – C. 103-106.

NEFT VA GAZ QUDUQLARINING TRAYEKTORIYALARINI PROGNOZLASH MODELLARI ASOSIDA BOSHQARISHNING AVTOMATLASHTIRILGAN TIZIMI

Zaripov Oripjon Olimovich

Toshkent davlat texnika universiteti prorektori, t.f.d., professori

Odilov Fuzayl Fozil o‘g‘li

Toshkent davlat texnika universiteti tayanch doktoranti,

texnolog.asu@gmail.com

Annotatsiya: Zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda neft va gaz quduqlari trayektoriyalarini boshqarishga mo‘ljallangan avtomatlashtirilgan tizim yaratish konsepsiyasi ko‘rib chiqiladi. Burg‘ulash uskunalarning harakatini prognoz qiluvchi model asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun algoritmik tavsiya etilgan uch bosqichli yondashuv taklif etilgan. Quduq trayektoriyasining ko‘p rejimli bashoratli modeli yaratishga oid yondashuv keltirilgan bo‘lib, u trayektoriyalarni operativ boshqarish vazifalarini hal etuvchi axborot-tahliliy quyi tizimning matematik asosini tashkil etadi.