

GƏMİÇİLİKDƏ TƏBİƏT ELMLƏRİNİN PROBLEMLƏRİ

UOT: 528.8

MƏSAFƏDƏN ZONDLAMADA YÜKSƏK İNFORMATİV TƏSVİRLƏRİN OPTİMAL SİNTEZİ

Əliyeva Y.N., Həsənquliyeva M.M.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

AZ1010, Bakı şəh., Azadlıq pr., 20

E-mail: yegane.aliyeva.1969@mail.ru, metahasanquliyeva@rambler.ru

Xülasə. Normalaşdırılmış differensial indekslər bazasında məsafədən zondlama metodu ilə təbii və texnogen mühitlərin müxtəlif tərkib obyektlərinin qeyri-bircins sahələrinin optimal qiymətləndirilməsi məsələsinin həllinə baxılmışdır. Yüksək ayırdetmə ilə məsafədən zondlamanın yüksəkinformativ təsvirlərinin sintezi üçün informasiya optimallaşdırılması metodu təklif edilmişdir. Təklif edilən metodun praktiki realizasiya qaydası göstərilmişdir.

Abstract. The solution of the problem of optimal assessment of non-homogeneous areas of various constituent objects of natural and man-made environments by the method of remote sensing on the basis of standardized differential indices is considered. An information optimization method has been proposed for the synthesis of highly informative images of remote sensing with high resolution. The procedure for practical implementation of the proposed method is shown.

Аннотация. Рассмотрено решение задачи оптимальной оценки неоднородных участков различных составляющих объектов природной и техногенной среды методом дистанционного зондирования на основе нормированных дифференциальных показателей. Предложен метод информационной оптимизации для синтеза высокоинформативных изображений дистанционного зондирования с высоким разрешением. Показана процедура практической реализации предлагаемого метода.

Açar sözlər: multispektral təsvirlər, sensor, spektral, panxromatik, fəza kriteriyası

Key words: multispectral images, sensor, spectral, panchromatic, spatial criterion

Ключевые слова: мультиспектральные изображения, датчик, спектральный, панхроматический, пространственный критерий

Giriş. [1]-də göstəriləndiyi kimi, müxtəlif sensorlardan alınan təsvirlərin qovuşma metodu aşağı ayırdetmə ilə multispektral təsvirlərin və yüksək ayırdetmə ilə panxromatik təsvirlərin birləşdirilməsi məqsədilə gətirdikə daha çox konkret tətbiq tapır. İdeal halda bu yolla sintez edilən təsvir ilk təsvirin multispektral xassələrini və xarakteristikalarını saxlamalıdır. Bununla yanaşı, spektral xarakteristikaların saxlanılmasını təmin edən bir çox metodlarda təsvirlərin ayırdetmə qabiliyyəti məsələsinə kifayət qədər diqqət verilmir. Təsvirlərin yüksək keyfiyyətinə nail olmaqda fəza ayırdetməsinin rolu [1]-də göstərilmişdir. Burada panxromatik kanaldan istifadə etməklə üç təsvirin və IRS hind peykinin LISS apparaturasının üç spektral kanalının formalaşması üzrə texniki həll yolu göstərilmişdir. Fəza kanallarının nisbəti aşağıdakı kimidir: I təsvir 24 m və 6 m; II təsvir 20 m və 5 m; III təsvir 23,5 və 5,8 m. Bu zaman aşkar edilmişdir ki, ən yüksək keyfiyyətə üçüncü təsvir, ən pis keyfiyyətə isə ikinci təsvir malikdir. Beləliklə, son sintez məhsulunun keyfiyyəti ilə istifadə olunan ilk təsvirlərin fəza ayırdetmələri nisbətlərinin qarşılıqlı əlaqəsi göstərilmişdir.

[2]-də deyildiyi kimi, multispektral təsvirlərin panxromatik təsvirlərlə toplanması yolu ilə onların ayırdetməsinin artırılması sonda təsvirlərin keyfiyyətinin artırılmasına gətirib çıxarır. Bu zaman vizual reprezentativlik kriteriyası ilə məhdudlaşmaq olmaz. Bu işdə təsvirlərin keyfiyyətinin kəmiyyətcə qiymətləndirilməsi üçün kriteriya təklif edilir. Formalaşdırılmış təsvirlərin keyfiyyətinin

belə qiymətləndirilməsi sintez edilmiş təsvirlərdən xəritəçəkmə məqsədilə istifadə etməyə imkan verir.

Əsas hissə. [3]-ə uyğun olaraq, fəza tezliklərinin bərpaolma keyfiyyəti, həmçinin spektral xarakteristikaların bərpaolma keyfiyyəti sintez olunan təsvirin keyfiyyətini qiymətləndirməyə imkan verən iki mühüm göstəricidir. Bu işdə fəza tezliklərinin bərpaolma keyfiyyətinin qiymətləndirilməsinə təsvirin ləkələnmə parametrlərinin qiymətləndirilməsindən ibarət olan yeni yanaşma təklif edilir. Bu zaman nəzərə alınır ki, nöqtənin paylanma funksiyasının (PSF) yayılma ölçüsü olan ləkələnmə parametri sensor kanallarının fəza ayırdetməsini xarakterizə edir.

Qeyd edilmişdir ki, sintez olunmuş təsvir aşağıdakı xassələrə malik olmalıdır:

1. Sintez olunmuş təsvirin deqradasiyası halında aşağı ayırdetmə ilə ilk təsvirə doğru istiqamətdə keçidə zamanət olmalıdır.

2. Sintez olunmuş təsvirin fəza ayırdetməsi ilk panxromatik təsvirin yüksək fəza ayırdetməsinə imkan dairəsində identik olmalıdır.

3. Sintez olunmuş təsvirlərin multi-spektral çoxluğu ilk yüksək ayırdetmə ilə müvafiq sensorla formalaşdırıla bilən təsvirlərin multispektral çoxluğu ilə eyni olmalıdır.

[2] -ə uyğun olaraq, multispektral təsvirlərin fəza ayırdetməsi onun daha yüksək fəza ayırdetməsinə malik olan eyni səhnəli bir və ya bir neçə təsvirlərlə birləşməsi yolu ilə artırıla bilər.

[4] -də sintez olunmuş təsvirlərin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif indekslər təklif edilmişdir. Sintez olunmuş təsvirlərin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün onların spektral tərkibinə dair təsvirlərin sintezinin keyfiyyətinin aşağıdakı kəmiyyətə qiymətləndirmə kriteriyaları işlənmişdir:

1. Doğruluq kriteriyası. Bu kriteriyaya uyğun olaraq sintez olunmuş təsvirdə informasiya itkiləri ilk multispektral təsvirlə müqayisədə minimallaşdırılmalıdır, signal/səs-küy nisbəti isə maksimuma çatdırılmalıdır.

2. Spektral kriteriya. Bu kriteriyaya uyğun olaraq ilk multispektral təsvirlə sintez olunmuş təsvir arasında spektral fərq seçilmiş spektral diapazonda minimal olmalıdır.

3. Fəza kriteriyası. Bu kriteriyaya uyğun olaraq sintez olunmuş təsvirin yüksək tezlikli komponentləri və ilk panxromatik təsvir arasında korrelyasiya əmsalı maksimal qiymətə malik olmalıdır.

4. Tekstur kriteriyası. Bu kriteriyaya uyğun olaraq sintez olunmuş təsvirlə ilk multispektral təsvirlər arasında tekstur fərqi 5×5 ölçülü hərəkət edən pəncərədə mütləq lokal variasiya fərqlərinin ortaqkvadratik kəmiyyətinin ən kiçik qiymətinə nail olmaq mənasında minimallaşdırılmış olmalıdır.

Bununla belə, eyni bir səhnənin panxromatik və multispektral təsvirləri istifadə edildikdə sintez olunmuş təsvirin yüksək keyfiyyətinə sintez prosedurasının özünün informasiya optimallaşdırılması metodu ilə nail oluna bilər. İnformasiya mənasında təsvirlərin optimal sintezi formalaşan təsvirlərin ilk səhnəsi ilə sintez olunmuş təsvirin yüksək fəza spektral və tekstur oxşarlığını qeyri-əşkar şəkildə təmin edə bilər.

Sintez olunmuş təsvirin yüksək keyfiyyətinə nail olmaq üçün təklif edilən informasiya kriteriyası aşağıdakıdan ibarətdir. Tutaq ki, müxtəlif spektral kanallarda formalaşmış vahid səhnənin n təsvirləri mövcuddur. Qəbul edirik ki, çəkilişlərin ayırdetməsi müxtəlifdir. Bu da sonda müxtəlif spektral təsvirlərdə piksellərin müxtəlif qiymətinə səbəb olur. Sonra təbii olaraq fərz etmək olar ki, çoxspektrallı siqnalların parlaqlıq qradasiyalarının miqdarı müxtəlifdir. Bu halda bir spektral çəkilişdə informasiya miqdarını aşağıdakı kimi hesablayaq

$$M_i = N_i \log m_i; \quad i = \overline{1, n}, \quad (1)$$

burada M_i - i -ci spektral təsvirdə informasiyanın miqdarı; N_i - i -ci spektral təsvirdə piksellərin miqdarı; m_i - i -ci spektral təsvirdə parlaqlıq qradasiyalarının miqdarı; n - ilk spektral təsvirlərin miqdarıdır.

Bütün n spektral təsvirlərdə informasiyanın cəm miqdarını aşağıdakı kimi hesablayaq

$$M_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n N_i \log m_i. \quad (2)$$

Sonra fərz edək ki, multispektral sensorun spektral kanallarının siqnallarının energetikası məhduddur. Bu şərt riyazi şəkildə aşağıdakı kimi ifadə oluna bilər:

$$\Phi = \sum_{i=1}^n m_i^2 = \text{const} = C. \quad (3)$$

(2) və (3) ifadələrini nəzərə alaraq, aşağıdakı funksional asılılığın mövcud olmasını qəbul etməklə, şərtsiz variasiya optimallaşdırılması tənliyini formalaşdırmaq olar

$$m_i = f(N_i), \quad (4)$$

burada $f(N_i)$ funksiyanın optimal şəkli aşağıdakını tapmağı tələb edir

$$F = \sum_{i=1}^n N_i \log m_i(N_i) + \lambda \sum_{i=1}^n m_i^2(N_i), \quad (5)$$

burada λ - Lagranj vuruğudur.

Təsvirlərin sintezinin informasiya optimallaşdırılmasının riyazi məsələsinin həllinin yazılmasının asanlaşdırılması üçün (5) diskret modelin fasiləsiz yazılışına keçidi həyata keçirək.

$$F_1 = \int_0^{N_{max}} F_2[m(N)]dN = \int_0^{N_{max}} N \log m(N)dN + \lambda \int_0^{N_{max}} m^2(N)dN. \quad (6)$$

Yuxarıda göstərilən optimallaşdırma məsələsinin (6) həlli üçün Eyler metodundan istifadə edək, ona uyğun olaraq məsələnin həlli aşağıdakı şərti ödəyir

$$\frac{dF_2}{d[m(N)]} = 0. \quad (7)$$

(6) və (7) ifadələrinin nəzərə alsaq aşağıdakını alırıq

$$\frac{N}{(\ln 2) \cdot m(N)} + 2\lambda m(N) = 0. \quad (8)$$

(8) ifadəsindən

$$-\frac{N}{2\lambda \ln 2} = m^2(N) \quad (9)$$

alırıq.

(3) şərti fasiləsiz şəkildə aşağıdakı kimi yazıla bilər

$$\int_0^{N_{max}} m^2(N)dN = C. \quad (10)$$

(9) və (10) ifadələrini nəzərə alaraq

$$-\frac{N_{max}^2}{4C \cdot \ln 2} = \lambda. \quad (11)$$

tapırıq.

λ üçün alınmış ifadəni (11) tənliyinə yazsaq aşağıdakını alırıq

$$\frac{N}{m(N)} = \frac{m(N) \cdot N_{max}^2}{2C}. \quad (12)$$

(12) ifadəsindən

$$m(N) = \sqrt{\frac{2CN}{N_{max}^2}} \quad (13)$$

alırıq.

Məsələnin həllinin birmodallığa yoxlanılması və maksimumun əldə edilməsi üçün $m(N)$ üzrə (8) ifadəsinin törəməsini götürmək və onun həmişə mənfi olduğunu yəqinləşdirmək kifayətdir.

(6) və (7) ifadələrini nəzərə almaqla sistemdə əldə edilən informasiyanın maksimal miqdarı aşağıdakı kimi təyin ediləcək

$$F_2 = \int_0^{N_{max}} F_2[m(N)] dN = \int_0^{N_{max}} N \cdot \log \sqrt{\frac{2CN}{N_{max}^2}} dN. \quad (14)$$

Beləliklə, göstərilmişdir ki, piksellərin miqdarının və əldə edilən parlaqlıq qradasiyaların müxtəlif qiymətlərilə ilk multispektral təsvirlərin bazasında təsvirlərin sintezinin maksimal informativliyinə nail olmaq üçün (14) şərti ödənilməlidir.

Qeyd etmək lazımdır ki, burada alınan nəticələrin praktiki realizasiyası zaman panxromatik təsvir piksellərin maksimal miqdarına və parlaqlıq qradasiyalarının maksimal miqdarına malik olan təsvir kimi seçilməlidir. Bundan sonra (14) şərtinə riayət etməklə ardıcıl şəkildə multispektral təsvirlər seçilməlidir. Cəmlənən təsvirlərin belə seçim qaydası sintez olunan son məhsulun yüksək informativliyini təmin edə bilər.

Nəticə.

1. Yüksək ayırdetmə ilə məsafədən zondlamanın yüksəkinformativ təsvirlərinin sintezi üçün informasiya optimallaşdırma metodu təklif edilmişdir.

2. Təklif edilən metodun praktiki realizasiya qaydası göstərilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Vani K., Shanmugavel S., Marruthachalam M. Fusion of IRS-LISS III and pan images using different resolution ratios / 22nd Asian Conference Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore
2. Wald L., Ranchin T., Mangolini M. Fusion of satellite images of different spatial resolutions assessing the quality of resulting images // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 63, No. 6, June 1997, pp. 691-699
3. Li J. Spatial quality evaluation of fusion of different resolution images / International Archives of Photogrammetry and remote sensing. Vol. XXXIII, Part B2. Amsterdam 2000, pp. 339-346
4. Zoran L.F. Quality evaluation of multiresolution remote sensing images fusion // U.R.B. Sci., Series C., Vol. 71, Les. 3, 2009, pp. 38-52

Məqalə qəbul olunub: 21.04.2022

Təvsiyə edib: t.e.d., prof. V.H.Həsənov