

Remote Sensing Method for Determination of Industry Pollution Sites

E.N. Aliyeva

Azerbaijan State Oil and Industry University (Azadlig ave. 16/21, Baku, AZ 1010, Azerbaijan)

For correspondence:

Aliyeva Eynana / e-mail: yegane.aliyeva.1969@mail.ru

Abstract

The advantage of the textural feature over the NDVI index in solving the issue of remote recognition of open landfills and buried wastes is noted. A texture-spectral method for remote recognition of landfill sites is developed, where the spectral feature is used to validate the results obtained from the texture feature. It is established that it is expedient to perform textural feature recognition by such intervals of values of the average signal of black-and-white orthophoto images, the value of which is not less than two times the standard deviation of the noise signal.

Keywords: texture, wastes, remote sensing, spectrum, orthophoto, identification.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_01_110_116

Received 26.01.2022

Revised 17.03.2023

Accepted 27.03.2023

For citation:

Aliyeva E.N.

[Remote sensing method for determination of industry pollution sites]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2023, vol. 15, no. 1, pp.110-116 (in Azerbaijani)

Sənayenin çirklənmə sahələrinin müəyyən edilməsi üçün məsafədən zondlama metodu

Y.N. Əliyeva

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Azadlıq pr. 16/21, Bakı, AZ1010, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Əliyeva Yeganə / e-mail: yegane.aliyeva.1969@mail.ru

Xülasə

Açıq zibilliklərin və basdırılmış tullantıların məsafədən zondlama tanınması məsələsinin həllində tekstur əlamətin NDVI indeksi üzərində üstünlükləri göstərilmişdir. Məsafədən zondlamanın tanınmasının tekstur-spektral metodu işlənmişdir. Burada spektral əlamətdən tekstur əlamət üzrə alınmış nəticələrin validasiya məqsədləri üçün istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, tekstur əlaməti üzrə tanınmanı ortofototəsvirlərin ağ-qara orta signalın elə interval qiymətlərinə görə aparılması məqsəduyğundur ki, onların qiyməti küy signalının orta kvadratik kənara çıxmasının ikiqat qiymətindən kiçik deyildir.

Açar sözlər: tekstura, tullantılar, məsafədən zondlama, spektr, ortofoto, identifikasiya.

DOI 10.52171/2076-0515_2023_15_01_110_116

УДК 502.504

Метод дистанционного зондирования для определения участков загрязнения промышленности

Е.Н. Алиева

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (пр. Азатлыг 16/21, Баку, AZ1010, Азербайджан)

Для переписки:

Алиева Егяна / e-mail: yegane.aliyeva.1969@mail.ru

Аннотация

Отмечено преимущество текстурного признака над индексом NDVI при решении вопроса дистанционного распознавания мест открытых свалок и захороненных отходов. Разработан текстурно-спектральный метод дистанционного распознавания мест мусорных свалок, где спектральный признак используется в целях валидации результатов, полученных по текстурному признаку. Установлено, что распознавание по текстурному признаку целесообразно осуществлять по таким интервалам значений среднего сигнала черно-белых ортофотоизображений, величина которых не менее чем двухкратная величина среднеквадратического отклонения шумового сигнала.

Ключевые слова: текстура, отходы, дистанционное зондирование, спектр, ортофото, идентификация.

Giriş

Məişət, sənaye və tikinti tullantılarının həcmi ildən-ilə artır. Eyni zamanda, ilk baxışdan çoxdan basdırılmış tullantılar o qədər də təhlükəli deyil, lakin əslində zaman keçdikcə onlar torpaq və bitki örtüyünün çirkənməsi mənbəyinə çevrilirlər [1-2]. Tullantıların basdırılmasının problemi bir müddət keçdikdən sonra nəinki Avropada, həmçinin Mərkəzi və Şərqi Avropada da böyük aktuallıq kəsb edəcək [3].

Məsələnin qoyuluşu

Basdırılma sahələrinin məsafədən aşkarlanması üçün tez-tez spektral üsullardan, xüsusən də NDVI indeksinin hesablanması və qiymətləndirilməsindən istifadə olunur. Bununla belə, bitki örtüyünün göstəricilərindən istifadə yalnız tullantıların basdırılma sahələrini dolayı müəyyən etməyə imkan verir və aşağıdakı aprior fərziyyələrə əsaslanır:

1. Basdırılma yerinin üstü bitki örtüyü ilə örtülmüşdür;
2. Bitki örtüyü, öz növbəsində, tullantıların atılması sahəsindən emissiyaların təsiri ilə "stressə" məruz qalır.

Məntiqi qiymətləndirdikdə, yuxarıda göstərilən təsəvvürlərin nisbətən yeni zibilliklərə nəzərən yerinə yetirilməsinin ehtimalı kifayət qədər aşağı olmalıdır ki, bu da zibilliklərin məsafədən aşkarlanması üzrə görülən tədbirlərin effektivliyini heçə endirə bilər.

Yuxarıda göstərilənlərə əlavə olaraq, qeyd edirik ki, NDVI indeksindən istifadə üsulu basdırılmış tullantılara da aiddir və açıq sahələrə edilə bilməz. Beləliklə, həm basdırılmış, həm də açıq zibilliklərin yerini məsafədən müəyyən etməyə imkan verən effektiv alqoritmin işlənilib hazırlanması məsələsi həll olunmamış problem olaraq qalır.

Məsələnin həlli

Fikrimizcə, çıxış yolu, açıq və örtülü zibilliklərin aşkarlanması üçün elə bir əlamət tapmaq lazımdır ki, spektral vegetasiya işarəsi ilə müqayisədə əlavə olaraq informativliyə malik olsun. Bu, tekstur xüsusiyyətidir. Bu təsəvvür aşağıdakı arqumentlərlə təsdiqlənir:

1. Məlum olduğu kimi [4] tekstur əlaməti NDVI-dən reqressiya asılılığında tapılır.

2. Daha yüksək maneəyə davamlığa malik olan tekstura əlaməti yüksək həndəsi representativliyə malikdir. Bu da onun zibilliklərə münasibətində NDVI ilə müqayisədə onu əlavə informasiya ilə təmin edir. Ümumilikdə tekstur əlaməti NDVI-dən fərqli olaraq, təsvirin məkan spektri ilə daha sıx bağlıdır. Eyni zamanda, demək olar ki, yuxarıda göstərilən bitki örtüyü indeksi ilə yüksək korrelyasiya əlaqəsi saxlayır.

Qeyd etmək lazımdır ki, [4]-də spektral əlamətə alternativ olaraq tekstura əlaməti təklif edilsə də, tekstur əlamətinin yuxarıdakı aşkar üstünlüyü xüsusi qeyd olunmamışdır.

[4]-də qeyd edildiyi kimi, zibil tullantılarının aşkarlanması üçün Landsat spektral təsvirləri və ortofoto qara-ağ təsvirlərdən ayrıca istifadə etmək mümkündür. [4]-də olduğu kimi, Landsat şəkillərindən hesablanmış NDVI qiyməti ağ-qara ortofoto təsvirlərin xüsusiyyətləri ilə güclü korrelyasiya edilmişdir. [4]-də NDVI-nin (Landsat) xarakteristikaları ilə qara-ağ ortofoto təsvirin orta əks etdirilməsi arasında aşağıdakı reqressiya asılılığı mövcuddur:

$$NDVI = -0,0038 \cdot A_0 + 0,837,$$

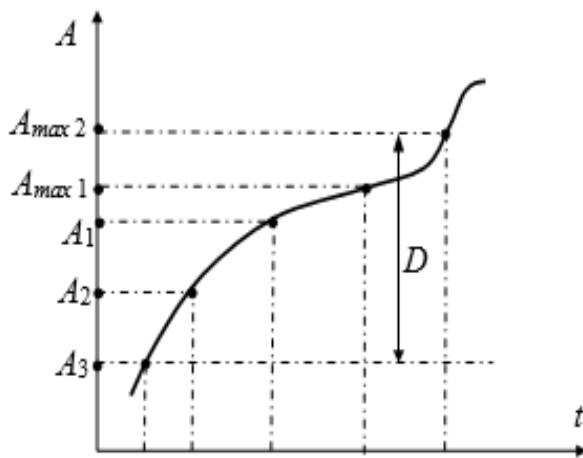
burada A_0 - qara-ağ orto-fotoşəklin orta əks etdirilmə qabiliyyətidir.

Bu halda yuxarıda göstərilən iki qiymət arasındakı korrelyasiya əmsalı $R^2=0,81$ -dir.

(1) ifadəsi bizə qara və ağ ortofotonu NDVI şəklinə çevirməyə imkan verir.

Bununla belə, qara-ağ ortofoto təsvirin orta əks etdirmə qabiliyyəti NDVI təsvirindən müqayisə olaraq daha informativdir. Çünki, NDVI ilə reqressiya əlaqəsinə əlavə olaraq, zibilliyin konturunu təşkil edən məkan tezliklərini vizual olaraq daha dəqiq göstərə bilir. Bu vəziyyət bizə əsas xüsusiyyət kimi NDVI-ni deyil, ağ-qara ortofoto təsvirin orta əks etdirmə qabiliyyəti kimi istifadə etməyə imkan verir [7].

Aşkar edilmiş zibilliklərin əlavə təsnifatı üçün orta əks etdirmə signalı üçün 5 həddi təyin etmək məqsəduyğundur (şəkl.1).



Şəkil 1 – Tanınma həddlərinin yerləşməsi
Figure 1 – The location of the thresholds of recognition

1. Açıq zibilliklər üçün aşkarlanma həddi - A_1 . $A_1 < A_0$ olduqda güman etmək olar ki, açıq zibillik aşkar olunmuşdur.

2. Basdırılmış tullantıların aşkarlanması həddi - A_2 . B-də basdırılmış zibillik $A_2 < A_0 < A_1$ olduqda, basdırılmış zibillik tapıldığını hesab etmək olar.

3. Tullantının aşkarlanmaması həddi - A_3 . $A_3 < A_0 < A_2$ üçün biz zibilliyin tapılmadığını hesab edirik.

4. Məişət tullantılarının aşkarlanması həddi - A_{max1} . $A_1 < A_0 < A_{max1}$ üçün hesab edirik ki, məişət tullantıları anbarı tapılıb.

5. Tikinti zibilinin aşkarlanması həddi - A_{max2} . $A_{max1} < A_0 < A_{max2}$ üçün tikinti tullantıları zibilinin tapıldığını hesab edirik.

Alqoritmın blok-sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir.

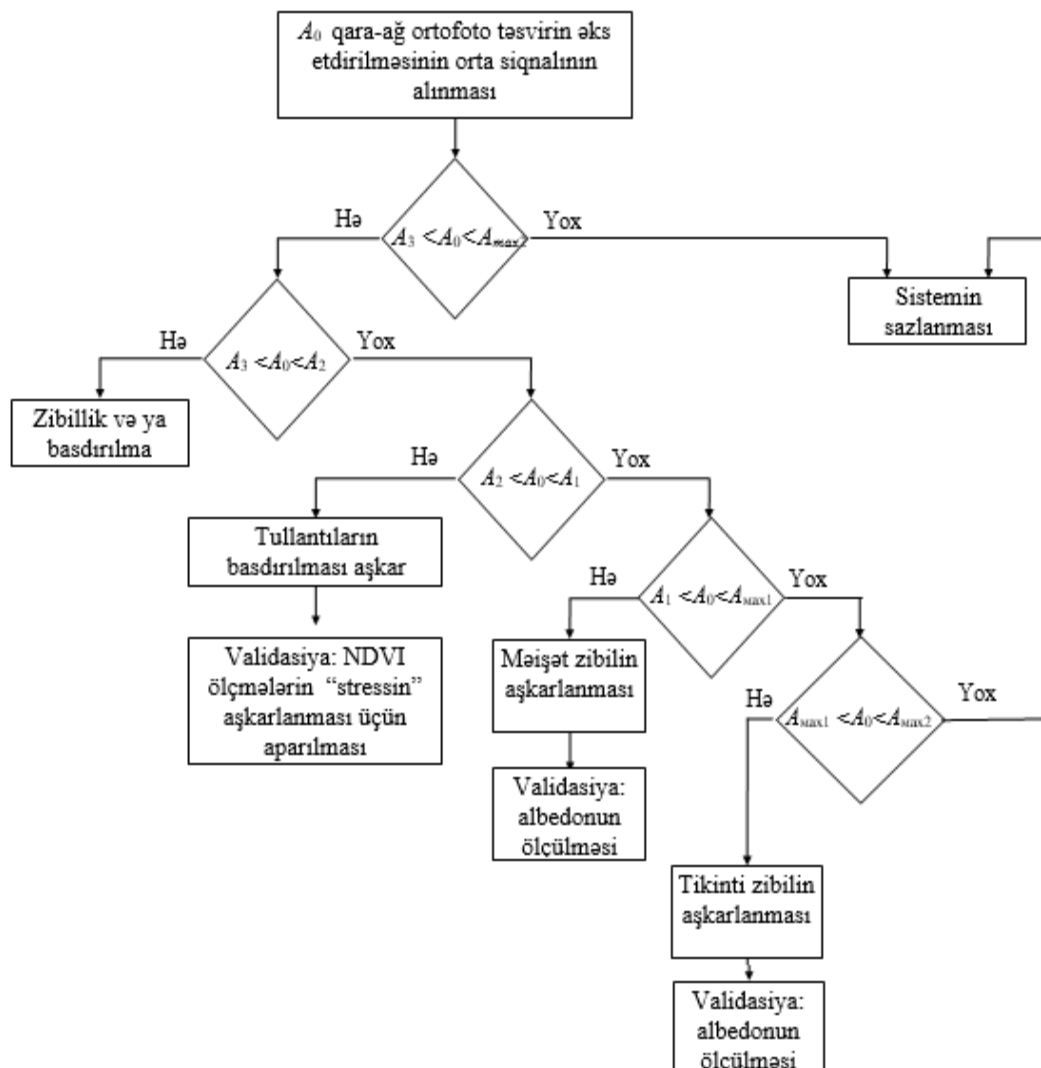
A_{max1} və A_{max2} hədlərinin mövcudluğu onunla bağlıdır ki, [5-6]-ə görə məişət tullantılarının albedosu 15-35%, tikinti tullantıları isə 25-40% arasındadır.

Qeyd edək ki, yuxarıda göstərilən alqoritmə blokların radiometrik kalibrlənməsi ilə eyni zamanda paralel olaraq NDVI ölçmələrinin $A_2 < A_0 < A_1$ intervalda A_0 -ın qiymətinin təyin edilməsində, yəni basdırılmış tullantıların aşkar olunması zamanı aparmaq olar. Aydınır ki, radiometrik kalibrləmə basdırılma yerlərinin və ya açıq tikinti və məişət tullantılarının fotometrik məsafədən ölçülməsi ilə də həyata keçirilə bilər.

Yuxarıdakı

$A_{max2} - A_{max1}; A_{max1} \div A_1; A_1 - A_2; A_2 - A_3$

intervalları daxilində A_0 -ın yerinin təyin edilməsinin həqiqiliyi məsələsini nəzərdən keçirək



Şəkil 2 – Tekstura-spektral metodun işləməsi alqoritminin blok-sxemi

Figure 2 – Block diagram of the algorithm of the texture-spectral method of operation

Göstərilən intervallarda küylü orta əks etdirici signalının tapılmasının həqiqiliyini hesablayaq. Hesab edirik ki, göstərilən signalın kodlaşdırılması h -a bərabər addım ölçüsü olan analoqdan rəqəmsal çeviricinin kvantlaşdırılmış miqyasına uyğun olaraq həyata keçirilir. Hesab edirik ki, göstərilən signalın kodlaşdırılması analoq-rəqəmsal çeviricinin kvantlaşdırılmış miqyası üzrə h -a bərabər addımın qiyməti ilə həyata keçirilir. [5]-də olduğu kimi, biz fərz edirik ki, A_0

signalının kvant hədudları daxilində paylanma sıxlığı bərabərdir vahiddir, yəni.

$$P(A_0) = \begin{cases} 0, & A_0 < \left(j - \frac{1}{2}\right)h \text{ olduqda} \\ 1/h, & \left(j - \frac{1}{2}\right)h \leq A_0 < \left(j + \frac{1}{2}\right)h \text{ olduqda} \\ 0, & U \geq \left(j + \frac{1}{2}\right)h \text{ olduqda,} \end{cases}$$

burada j - ARÇ-nin kvantlanmış hissəsinin sayıdır.

Sıfır orta qiymət ilə x küyün paylanma sıxlığı normal qəbul edilir.

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right].$$

Səhvsiz kvantlaşdırma ehtimalı və ya verilmiş intervalda küylü $z = A_0 + x$ signalının tapılma ehtimalı aşağıdakı kimi müəyyən edilir.

$$P_{g.k.} = \int_{\left(i-\frac{1}{2}\right)h}^{\left(i+\frac{1}{2}\right)h} P(z) dz,$$

burada $P(z)$ - z -in paylanma sıxlığıdır.

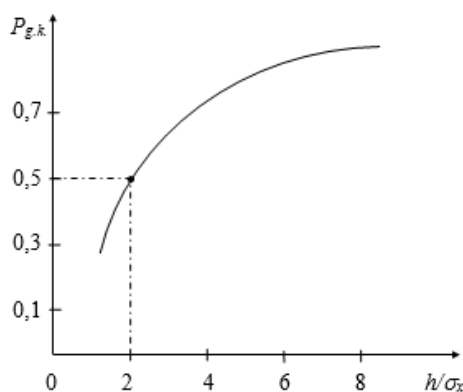
[3]-ə uyğun olaraq:

$$P_{g.k.} = 2\Phi_0(\alpha) - \frac{1 - \exp\left(-\frac{1}{2}\alpha^2\right)}{\alpha\sqrt{\frac{\pi}{2}}},$$

burada:

$$\Phi_0(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\alpha \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt; \quad \alpha = \frac{h}{\sigma_x}.$$

Şəkil 3-də $P_{g.k.} = f(\alpha)$ asılılıq əyrisi təsvir olunmuşdur.



Şəkil 3 – $P_{g.k.} = f(\alpha)$ asılılıq qrafiki

Figure 3 – Curved dependence $P_{g.k.} = f(\alpha)$

Qrafikdən aydındır ki, icazə verilə bilən $P_{g.k.} = 0,5$ -nin qiymətinə $h/\sigma_x = 2$ uyğundur.

Burdan belə nəticəyə gəlirik ki, A_0 signalının qiymətlərini şərh edilmək üçün istifadə olunan intervallar σ_x -in ikiqat qiymətindən az olmamalıdır.

Nəticə

Göstərilir ki, təsvirin məkan spektrinin bilavasitə əlaqəli olan tekstur xüsusiyyətinin parlaqlıq spektri ilə sıx əlaqəsi vardır ki, bu da açıq və basdırılmış olan tullantıların yerinin məsafədən tanınması məsələsini həll edərkən bu xüsusiyyətin NDVI bitki örtüyü indeksindən üstünlüyünü əvvəlcədən müəyyənləşdirir.

Tullantı olan sahələrinin məsafədən tanınması üçün tekstura-spektral metod təklif olunur. Burada spektral xüsusiyyət tekstur xüsusiyyətindən əldə edilən nəticələri təsdiqləmək üçün istifadə olunur.

Göstərilmişdir ki, dəyəri səs-küy signalının standart sapmasının iki mislindən az olmayan ağ-qara ortofoto şəkillərin orta signalının qiymətlərinin belə intervallarından istifadə etməklə faktura tanınması məqsədəuyğundur. Qeyd olunmuşdur ki, tekstura xüsusiyyəti üzrə tanınmanı ortofoto şəkillərin ağ-qara orta signalının elə interval qiymətlərinə uyğun olaraq aparılması məqsədəuyğun hesab olunur ki, onların qiyməti küy signalının ortakvadratik kənara çıxmasının ikiqat qiymətindən az deyildir.

Maraqlar münaqişəsi

Müəllif bu məqalədə araşdırılması tələb olunan maraqlar münaqişəsinin olmadığını qeyd edir.

REFERENCES

1. **Pinaev V.E.** Ekologicheskij audit – voprosy obrashcheniya s othodami proizvodstva i potrebleniya. Internet-zhurnal «*Othody i resursy*». 2016, T.3, №3. (*in Russian*)
<http://resources.today/PDF/02RRO316.pdf>
2. **Dukarskij O.M.** Prinyatie reshenij s privilecheniem rezul'tatov kosmicheskoy deyatel'nosti. Internet-zhurnal «*Othody i resursy*», 2014, T.1, №4. <http://resources.today/PDF/04RRO414.pdf> (*in Russian*)
3. **Aristov M.** Dumps and landfills Monitoring using high-resolution satellite images. Carsten Yurgens (Ed.): Remote Sensing – New Challenges of high Resolution, Bochum, 2008, pp. 70-76.
<http://www.earsol.org/workshops/highRes> (*in English*)
4. **Notarnikova C., Angiulli M., Giasi C.I., Posa F.** Satellite and airborne remote sensing data for monitoring degraded areas. <http://isprs.org/publications/related/ISPRS/html> (*in English*)
5. **Gorelik S.A., Kac B.M., Kivrin V.I.** Televizionnye izmeritelnye sistemy. M.: Svyaz, 1980, 168 s. (*in Russian*)
6. **Pinaev V.E., Shahin D.A.** Ocenka sovremennogo sostoyaniya okruzhayushchej sredy. Internet-zhurnal «*Naukovedenie*», №6 (19), vypusk noyabr-dekabr 2013.
<http://naukovedenie.ru/PDF/197EVN613.pdf> (*in Russian*)
7. **Əliyeva Y.N.** Voprosy kompensacii pogreshnostej solnechnyh fotometrov, vyzvannyh vliyaniem atmosferного aerolya. *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri*, Bakı, 2018, №2, s.125-129 (*in Russian*)