



Assessment of the State of Flowering of Plants Based on Spectral Images

B.T. Bilalov¹, Z.J. Zabidov², A.Sh. Shukurov³, Kh.M. Gadirova⁴

¹ MSERA Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan,
E-mail: b_bilalov@mail.ru

² MSERA Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan,
E-mail: zakir_zabidov@mail.ru

³ MSERA Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan,
E-mail: ashshukurov@gmail.com

⁴ MSERA Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan,
E-mail: memmedagaqizi@gmail.com

Abstract. In this paper we study the assessment of the state of flowering of plants using the analysis of spectral images. To do this, spectral data characterizing the flower is selected and statistical and neural network methods are used to identify the flower.

Keywords: pixel, brightness, monitoring, spectral data, flower, neural network

Bitkilərin çiçəklənmə vəziyyətinin spektral təsvirlər əsasında qiymətləndirilməsi

Bilalov B.T.¹, Zabidov Z.C.², Şükürov A.Ş.³, Qədirova X.M.⁴

Xülasə: İşdə spektral təsvirlər əsasında əkin sahələrində bitkinin fizioloji inkişaf mərhələsi olan çiçəklənmə dövrünün qiymətləndirilməsi məsələsinə baxılır. Bu məqsəd üçün çiçəyi xarakterizə edən spektral verilənlər seçilir, çiçəyin identifikasiyası üçün statistik və neyron şəbəkə metodları tətbiq olunur.

Açar sözlər: piksel, parlaqlıq, monitoring, spektral verilənlər, çiçəklənmə, neyron şəbəkə

Giriş

Adətən ərazilərin qiymətləndirilməsində bitki örtüyü indekslərindən istifadə olunur[1,2]. Bitki örtüyü indeksi - məsafədən zondlama məlumatlarının müxtəlif spektral intervallarındakı qiymətləri əsasında riyazi əməliyyatlar nəticəsində hesablanan və verilmiş təsvirdə bitki örtüyünün parametrləri ilə əlaqəli göstəricidir. Bitki örtüyünün göstəricilərinin effektivliyi əks etdirmə xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilir.

Bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərindən olan çiçəklənmə dövrünün öyrənilməsi məhsuldarlıqla bağlı olduğu üçün önəmli məsələlərdən biridir. Belə ki, çiçəklənmənin sıxlığı məhsuldarlığa və məhsulun keyfiyyətinə təsir edən amillərdəndir və kənd təsərrüfatı bitkilərinə aqrotexniki qulluq zamanı nəzərə alınmalı olan məqamlardandır. Təqdim olunan iş bitkilərin çiçəklənmə vəziyyətinin spektral təsvirlər əsasında öyrənilməsinə həsr olunmuşdur.

Metodik əsas və hesablama metodikası

Hazırkı işdə nümunə üçün çiyələk bitkisi çiçəklərinin spektral təsvirlər əsasında tanınması məsələsinə baxılmışdır. Qarşıya qoyulan məsələnin araşdırılması zamanı çiçəyi riyazi olaraq xarakterizə edən (identifikasiya edən) parametrlərin müəyyənləşdirilməsi zərurəti yaranır. Bunun üçün çiyələk çiçəyi nümunəsi (etalon kimi) götürülür və bu nümunənin analizi ilə qeyd olunan xarakterizəedici riyazi parametrlərin müəyyənləşdirilməsi aparılır. Bu məsələlərin həlli üçün verilənlərin statistik emalı alqoritmləri və neyron şəbəkə metodlarından istifadə olunmuşdur.

İdentifikasiya nöqtəyi-nəzərindən çiçək quruluşca ləçəklərdən və dişicik və erkəkciklər yerləşən hissədən ("çiçəyin özəyi") ibarətdir. Qeyd olunmalıdır ki, ləçək və çiçəyin özəyinin spektral xarakteristikaları fərqlidir. Digər tərəfdən spektral təsvir əsasında çiçəyin ləçəklərlə təyin olunması korrekt olmayan nəticələrə gətirdiyindən, spektral təsvirlər əsasında çiçəyin müəyyənləşdirilməsi məsələsində təsvirdə çiçək özlərinin tapılması məsələsinə baxacağıq.

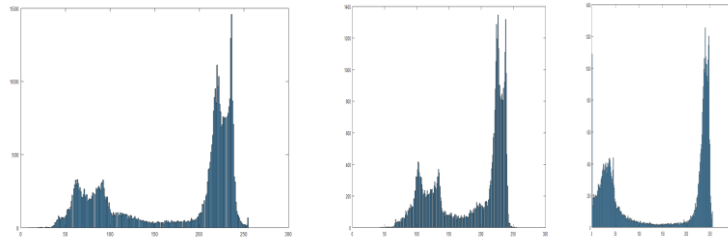
Təsvir 1-də tərəfimizdən seçilən etalon çiyələk çiçəyinin RGB formatında təsviri verilmişdir:



Təsvir 1. Çiyələk çiçəyi nümunəsi

Bitkinin fizioloji inkişaf mərhələlərinin öyrənilməsində istifadə olunan statistik emal alqoritmlərinin tətbiqi üçün adətən verilənlərin müxtəlif spektral kanallara (Red, Green, Blue) uyğun histqramları qurulur ([3]). Histqramlar vasitəsilə bitkinin fizioloji mərhələlərinin dəyişkənliyini göstərən spektral intervallar seçilir.

Təsvir 2-də etalon çiçək nümunəsinin Red, Green, Blue kanallarındaki parlaqlıq qiymətlərinin paylanma histqramları verilmişdir:

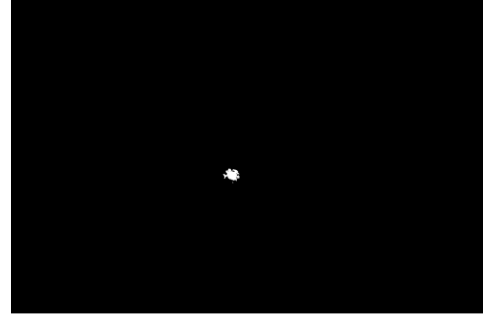


Təsvir 2. Çiçək nümunəsinin Red, Green, Blue kanallarna uyğun paylanma histqramları

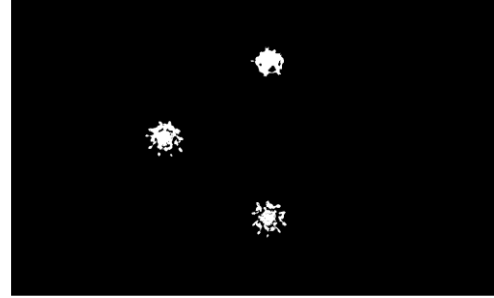
Parlaqlıq dəyərlərinin araşdırılması zamanı Blue spektral kanalının çiçəyə aid olan və aid olmayan piksellərin ayırd edilməsi məsələsində ayırdedici hədd qiymətinin müəyyənləşdirilməsi baxımından daha informativ olması müəyyən olunmuşdur. Lakin dəqiqləşdirmə məqsədi ilə tərəfimizdən hazırlanmış proqram təminatında digər spektral kanallara uyğun ayırdedici hədd qiymətləri də nəzərə alınmışdır.

Əkin sahəsində çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi verilən ərazidəki çiçək sayı və ya çiçəklərin tutduğu sahənin ümumi sahəyə nisbəti ilə xarakterizə oluna bilər. Bu məqsədlə əkin sahəsi təsvirində çiçəklərin sayının təyin olunması məsələsi araşdırılmışdır. Qeyd edək çiçək sayının hesablanması üçün istifadə etdiyimiz yanaşma çiçəyə aid piksellərin müəyyən olunması ilə həyata keçirildiyi üçün bu üsul həm də çiçək piksellərinin tutduğu ərazinin də qiymətləndirilməsinə imkan verir.

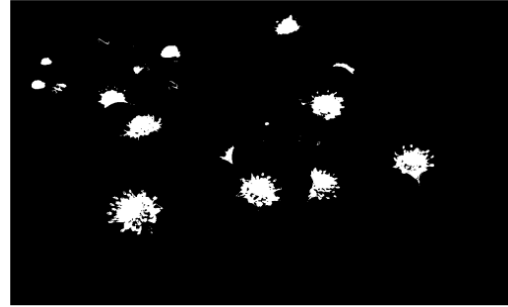
Qeyd olunan yanaşma alqoritminin tətbiqinə aid bir neçə nümunə Təsvir 3-5-də verilmişdir.



Təsvir 3. Bir çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi

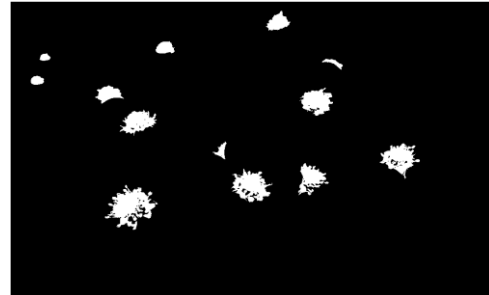
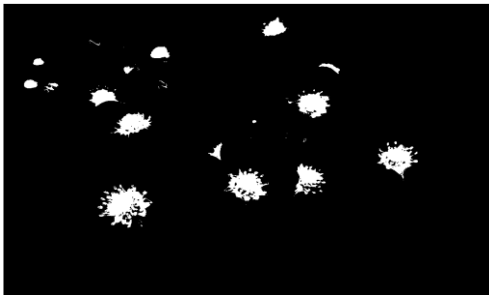


Təsvir 4. Üç çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi



Təsvir 5. On üç çiyələk çiçəyi olan təsvir və ona uyğun ilkin emal nəticəsi

Təsvirin ilkin emalı zamanı spektral verilənlərə uyğun parlaqlıq qiymətlərinin çiçək özəyini təyin edən ayırddedici hədd qiymətlərinin seçilməsi ilə ilkin emal nəticəsi olan binar təsvirlər qurulur. Çiçək özlərinin saylarının təyin olunması prosedurası qurulan binar təsvirdəki əlaqəli komponentlərin sayının təyin olunmasına əsaslanır. Adətən ilkin emal nəticəsində alınan binar təsvirdə əlaqəli komponentlərin sayı müəyyən səbəblərdən (məsələn, çiçək tozluqları, açılmamış qönçələrə aid bəzi piksellər və s. də binar təsvirdə ayrıca əlaqəli komponent kimi əks olunur) təsvirdəki çiçək sayından fərli olur. Lakin çiçəyə uyğun həndəsi ölçüləri nəzərə almaqla bu problemi aradan qaldırmaq olur. Bu, əyani olaraq Təsvir 6-da nümayiş olunmuşdur:

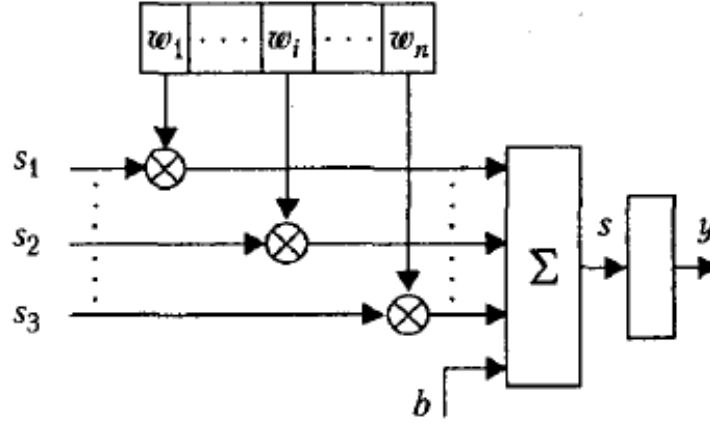


Təsvir 6. İlkin və son emal nəticələri (13 çiçək təsviri nümunəsi)

Spektral təsvir əsasında çiçəyin identifikasiya olunmasının yuxarıda qeyd olunan yanaşma üsulu ilə həll oluna bilməsinə baxmayaraq, bu üsulla həll zamanı qarşıya müəyyən çətinliklərin (məsələn, spektral təsvir əsasında çiçəyi müəyyən edən effektiv ayırddedici hədd qiymətlərinin seçilməsi problemi və s.) də çıxdığını qeyd etmək lazımdır.

Tərəfimizdən hazırkı işdə bitkilərin fizioloji inkişaf mərhələlərinin (çiçəklənmə mərhələsi nümunəsində) öyrənilməsi məsələsi neyron şəbəkələrin tətbiq olunması ilə də araşdırılmışdır. Bunun üçün müxtəlif arxitekturalı və müxtəlif məqsədli neyron şəbəkələrin tətbiq imkanları araşdırılmış və alınan nəticələr təhlil olunmuşdur.

Ümumi halda neyronun riyazi modeli olaraq aşağıdakı sxem başa düşülür[4] :



Təsvir 7. Neyronun riyazi modelinin sxemi

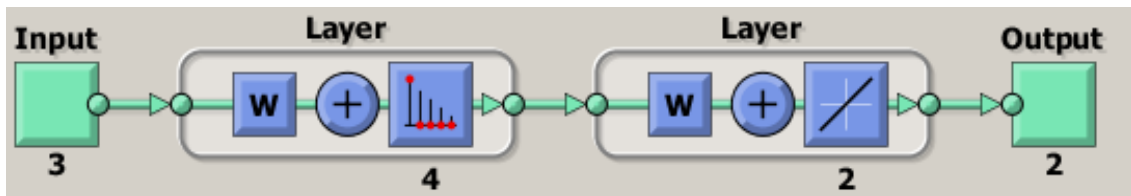
Bu sxemdə neyronun riyazi təsviri aşağıdakı ifadələrlə verilə bilər:

$$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b,$$

$$y = f(s),$$

burada w_i ($i=1, \dots, n$) çəki əmsalları, b sürüşmə veriləni, s cəmləmənin nəticəsi, x_i giriş vektorunun komponentləri, y neyronun çıxış qiyməti, n neyronun giriş verilənlərinin sayı, f isə aktivasiya funksiyası adlandırılan qeyri-xətti funksiyadır.

Qarşıya qoyulan məsələ RGB formatlı təsvirdə klassifikasiya məsələsi olduğundan, klassifikasiya məqsədli LVQ (Learning Vector Quantization) neyron şəbəkəsindən istifadə olunmuşdur[4,5]. İstifadə olunan neyron şəbəkə sxematik olaraq Təsvir 8-də verilmişdir:



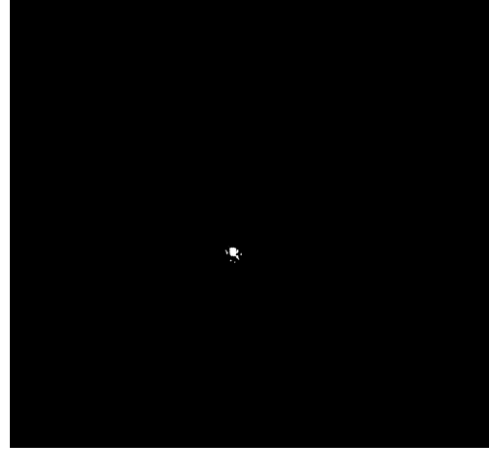
Təsvir 8. LVQ neyron şəbəkənin sxematik təsviri

Təsvir 8-dən görünür ki, baxılan LVQ neyron şəbəkəsi girişdən, iki laydan və çıxışdan ibarətdir. Giriş verilənləri olaraq üçölçülü vektorun elementləri kimi RGB formatlı təsvirdə hər bir pikseli xarakterizə edən parlaqlıq dəyərinin spektral qiymətləri götürülmüşdür, yəni birinci elementi Red kanalına uyğun, ikinci Green kanalına uyğun, üçüncü isə Blue kanalına uyğun qiymətləridir. Baxılan neyron şəbəkədə Kohonen adlı birinci layda "compet" aktivləşdirici funksiyasından, Qrossberg adlı ikinci layda isə "PureLin" aktivləşdirici funksiyasından istifadə olunur. LVQ neyron şəbəkəsində, laylardakı neyronların sayı qarşıya qoyulan məsələnin məqsədindən asılı olaraq seçilə bilər. Burada baxılan konkret məsələ

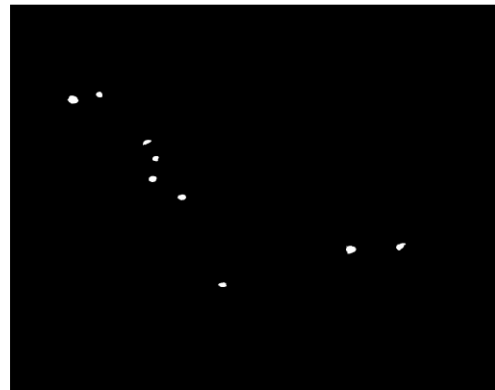
halında istifadə olunan neyron şəbəkənin birinci layında 4 neyron, ikinci layında isə 2 neyron istifadə olunmuşdur.

Seçilmiş neyronun öyrədilməsi əvvəlcədən məlum olan "çiçək özəyi" pikselləri və çiçək özəyi olmayan piksellərin müəyyən nisbətdə götürülmüş göstəriciləri vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Qeyd edək ki, neyron şəbəkənin öyrədilməsi zamanı istifadə olunan məlumatların həcmi şəbəkədəki neyronlararası əlaqələrin sayından asılı olaraq seçilməlidir.

Təsvir 9, 10-da 40%-60% çiçək özəyi və çiçək özəyi olmayan piksellər bölgüsü ilə öyrədilmiş LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi ilə alınmış təsnifat nəticələri vermişdir:



Təsvir 9. Bir çiçəkdən ibarət təsvirə LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi



Təsvir 10. Doqquz çiçəkdən ibarət təsvirə LVQ neyron şəbəkəsinin tətbiqi

Verilmiş təsvirdəki çiçək özəklərinin sayı neyron şəbəkənin tətbiqindən sonra alınmış binar təsvirdə olan əlaqəli komponentlər ilə təyin olunur. Bu zaman yaxşı öyrədilməmiş neyron şəbəkə halında müəyyən xətlərin olması da mümkündür. Belə ki, bu, binar təsvirdə əhəmiyyətsiz piksellərin yaranmasına səbəb olur. Apardığımız sınaqlara əsasən, adətən bu xətlərin çiçək saylarının qiymətləndirilməsinə təsiri praktik cəhətdən əhəmiyyətli dərəcədə olmur.

Yekun

Spektral parlaqlıq dəyərlərinin qiymətləri əsasında bitkinin fizioloji inkişafının çiçəklənmə dövrünə xas olan çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi üsulu verilmişdir. Əkin sahəsində çiçək sıxlığının qiymətləndirilməsi verilən ərazidəki çiçək sayı və ya çiçəklərin tutduğu sahənin ümumi sahəyə nisbəti ilə xarakterizə oluna bilər. Bu məqsədlə əkin sahəsi təsvirində çiçəklərin sayının təyin olunması həm statistik metodla, həm də neyron şəbəkə metodunun tətbiqi ilə hesablanmışdır. Qeyd edək çiçək sayının hesablanması üçün istifadə etdiyimiz yanaşma çiçəyə aid piksellərin müəyyən olunması ilə həyata keçirildiyi üçün bu üsul həm də çiçək piksellərinin tutduğu ərazinin də qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Bu iş Azərbaycan Elm Fondunun maliyyə dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir – Qrant № AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/02/1-M-02

Ədəbiyyat:

1. Y.C.Süleymanova, N.M. Müseyibli, X.S. Talıbova Kosmik məlumatlar əsasında kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının proqnozlaşdırılması məsələlərində təkmilləşdirilmiş vegetasiya indeksləri. Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, Bakı, 2023, №4, s. 4-12
2. Henry Antonio Pacheco Giland Argenis de Jesús Montilla Pachec , RGB Spectral Indices for the Analysis of Soil Protection by Vegetation Cover against Erosive Processes , Elektron resurs: <https://www.researchgate.net/publication/347920>
3. Zabidov Z.C., Qədirova X.M. Sinifləndirmə məsələlərində ayırdedici hədd dəyərinin histqramla qiymətləndirilməsi. Sumqayıt Dövlət Universiteti, "Elmi xəbərlər"-Təbiət və texniki elmlər bölməsi, cild 23, №2, 2023, s. 73-77
4. В.Дьяконов, В.Круглов, Математические Пакеты Расширения MATLAB. Специальный Справочник,2001, сс 480.
5. Медведев В. С., Потемкин В. Г., Нейронные сети. MATLAB 6, 2001, сс 630.