

ограничений подходов на основе искусственного интеллекта для создания описательных субтитров к изображениям. Этот анализ прокладывает путь для будущих достижений в этой быстро развивающейся области.

Ключевые слова: искусственный интеллект, субтитры к изображениям, обработка естественного языка, метрики оценки, компьютерное зрение.

ՀՏԴ 621.01:631.3

Տ.Ա. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ, Ք.Գ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

**ԳՅՈՒՂԱՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ԽՈՐՀՐԴԱՏՎԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ
ՄԵՔԵՆԱՅԱԿԱՆ ՈՒՍՈՒՑՄԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ
(Գյուժրի)**

Մշակվել է խորհրդատվական համակարգ մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների օգտագործմամբ: Այդ ալգորիթմները թույլ կտան վերլուծել տարբեր սենսորներից ստացվող տվյալները, մշակել դրանք և կատարել ճշգրիտ խորհրդատվություն գյուղատնտեսին՝ նշելով ուսումնասիրվող հողատիպում աճեցման համար նպատակահարմար և ոչ նպատակահարմար բուսատեսակների անվանումները: Ծրագրի իրականացման համար ուսումնասիրվել են մեքենայական ուսուցման մի շարք ալգորիթմներ, Python ծրագրավորման լեզվի տարբեր գրադարաններ, PostgreSQL տվյալների բազաների կառավարման համակարգը, ինչպես նաև կատարվել է նախնական տվյալների հավաքագրում և մշակում՝ օգտագործելով տարբեր աղբյուրներ (օրինակ, ՀՀ ագրոկլիմայական գոտիների հիմնական հողատիպերի և, դրանցում աճող բուսատեսակների տեղաբաշխման աղյուսակը):

Առանցքային բաներ. մեքենայական ուսուցում, արհեստական բանականություն, ալգորիթմ, խորհրդատվական համակարգ, բովանդակության վրա հիմնված ֆիլտրում, խմբավորում, տվյալների բազա, հող, բուսատեսակներ, գյուղատնտեսություն:

Ներածություն: Հաշվի առնելով, Երկիր մոլորակում ծառացած գլոբալ խնդիրները, ինչպիսիք են՝ կլիմայի փոփոխությունը, գլոբալ տաքացման պրոցեսները, պարենի անվտանգությունը և բնական ռեսուրսների աղտոտումն ու հողերի վատթարացումը, կենսական անհրաժեշտություն է առաջանում բնական ռեսուրսների մոնիտորինգի և տվյալների հավաքագրման վերաբերյալ: Մոնիտորինգային տվյալների վերլուծությունը նպատակաուղղված է բնական ռեսուրսների կայուն և արդյունավետ օգտագործմանը, տեղային խնդիրների բացահայտմանը և մեղմմանը: Հայաստանի Հանրապետությունում, որին որպես սակավահող երկիր բնորոշ է ուղղաձիգ գոտիականությունը, կարևորվում է հողային ռեսուրսների ֆիզիկական, քիմիական և կենսաբանական հատկությունների վերաբերյալ ճշգրիտ տվյալների հավաքագրումը: Վերջինս հիմք է հանդիսանում գյուղատնտեսության սեկտորում ճիշտ որոշումների կայացման, ֆերմերային տնտեսությունների կողմից

հողօգտագործման խնդիրների կարգավորման և միավոր տարածքից առավելագույն բերքի ստացման համար: Նման տվյալների հավաքագրումը և վերլուծությունը հիմք կհանդիսանա տվյալ հողատիրպին բնորոշ ավանդական մշակաբույսերի մշակության առավել խելամիտ տեխնոլոգիաների մշակման համար և, միաժամանակ, ոչ ավանդական մշակաբույսերի գիտականորեն հիմնավորված ներդրման:

K-միջիններով կլաստերինգ (K-means clustering): K-միջիններով կլաստերինգը մեքենայական ուսուցման իտերատիվ ալգորիթմ է, որի նպատակն է տվյալների ընդհանուր համախումբը բաժանել նախապես սահմանված K ենթախմբերի (կլաստերների), որտեղ ընտրված տվյալների յուրաքանչյուր կետ պետք է պատկանի միայն մեկ խմբի [1]: Ալգորիթմը լայն կիրառում ունի տարատեսակ ոլորտներում, քանի որ այն ունի բավական պարզ, մատչելի և արդյունավետ ձևակերպում:

K-միջիններով ալգորիթմի աշխատանքի քայլերը հետևյալն են.

1. Ընտրել կլաստերների (ենթախմբերի) քանակը՝ k-ն:

2. Նախապես ընտրել ենթախմբերի կենտրոնները (centroids)՝ խառնելով տվյալների հավաքածուն: Այնուհետև պատահականորեն ընտրել K տվյալների կետերը յուրաքանչյուր կենտրոնի համար՝ առանց կենտրոնների փոխարինման:

3. Շարունակել կրկնել 2-րդ կետը, մինչև կենտրոնների փոփոխություն տեղի չունենալը, այսինքն՝ տվյալների կետերի նշանակումը կլաստերներին չփոփոխվի:

Ալգորիթմը պահանջում է հետևյալ հաշվարկները.

▪ Հաշվել տվյալների կետերի և բոլոր կենտրոնների միջև հեռավորությունների քառակուսին:

▪ Յուրաքանչյուր տվյալի կետ վերագրել ամենամոտ կլաստերին՝

$$\min_k \|x^{(i)} - \mu_k\|^2 :$$

Մեքենայական ուսուցման մեջ սա հայտնի է որպես սխալանքի գնահատականի արտահայտություն: Փորձել ենք գտնել իրար ամենամոտ գտնվող կետերը, այսինքն՝ ամենափոքր սխալանքը: Մաթեմատիկայում սա կոչվում է L^2 նորմ:

$$\|x\|_2 = \left(\sum_{i=1}^N |x_i|^2 \right)^{1/2} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2} :$$

▪ Հաշվել կլաստերների կենտրոնները՝ վերցնելով յուրաքանչյուր կլաստերին պատկանող բոլոր կետերի միջին թվաբանականը [2]:

Բովանդակության վրա հիմնված ֆիլտրման ալգորիթմ: Սա մի տեխնիկա է, որն օգտագործում է օգտատիրոջ կատարած նախկին գործողությունները կամ արձագանքները տվյալների ֆիլտրման և խորհրդատվության համար [3]: Օրինակ, եթե օգտատերն ունի ներբեռնած որևէ թեմային վերաբերող 3-ից ավելի հավելվածներ, ապա կարելի է ենթադրել, որ թեման հետաքրքրում է տվյալ օգտատիրոջը: Հետևաբար, խորհրդատվական համակարգը, օգտագործելով բովանդակության վրա հիմնված ֆիլտրումը, կարող է այդ օգտատիրոջն առաջարկել ներբեռնել այլ հավելվածներ՝ նույն թեմայով [4]: Որպես չափանիշ կարող է հանդես գալ ոչ միայն հավելվածի թեման, այլ նաև հավելվածը ստեղծած ընկերությունը: Չափանիշների ընտրությունը տեղի է ունենում ալգորիթմի իրականացման ընթացքում: Դա խիստ կախված է խորհրդատվական համակարգի թեմայից [5]:

Խորհրդատվական համակարգի կառուցման համար տվյալների հիմնական աղբյուր հանդես են գալու ՀՀ ագրոկլիմայական գոտիների հիմնական հողատիպերի և աճող բուսատեսակների տեղաբաշխման աղյուսակը, ինչպես նաև որոշակի աղյուսակներ, որոնցից կվերցնենք բուսատեսակներին վերաբերող մի շարք տվյալներ՝ միկրոտարրերի, դրանց քանակության, բուսատեսակների՝ խոնավության կլանման մասին տվյալներ և այլն: ՀՀ ագրոկլիմայական գոտիների հիմնական հողատիպերի և աճող բուսատեսակների տեղաբաշխման աղյուսակում առանձնացված են հետևյալ սյունակները.

- Աշխարհագրական տեղադիրքը/ագրոկլիմայական գոտին՝ ըստ բարձրության:
- Տվյալ ագրոկլիմայական գոտուն համապատասխան բնահողային գոտիները:
- Յուրաքանչյուր բնահողային գոտուն համապատասխանող հիմնական հողատիպերը:
- Տվյալ աշխարհագրական տեղանքում աճող հիմնական բուսատեսակները՝ ըստ առանձնացված կատեգորիաների:

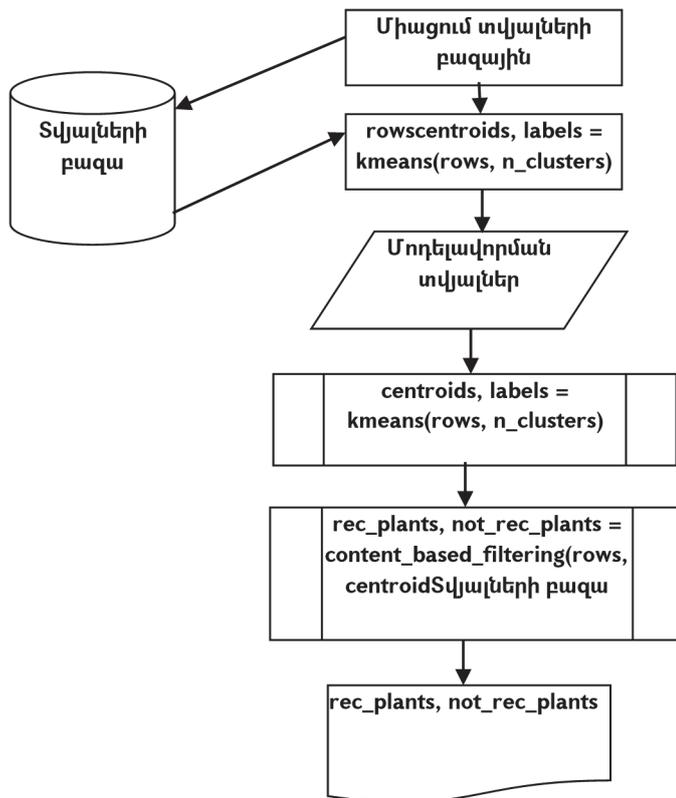
ՀՀ ագրոկլիմայական գոտիների հիմնական հողատիպերի և աճող բուսատեսակների տեղաբաշխման աղյուսակում ունենք 8 աշխարհագրական տեղադիրքեր՝ առանձնացված վերը թվարկված համապատասխան տվյալներով:

Որպես հողի որակի գնահատման չափանիշներ վերցնելու ենք տեղանքի մինիմալ և մաքսիմալ բարձրությունները, խոնավությունը (1 - չոր, 2 - միջին, 3 - խոնավ), բորի, ցինկի, երկաթի, մագնեզիումի և կալցիումի քանակությունը (ֆունտ/ակր՝ 1 ֆունտ/ակր = 1,12085 կգ/հա) [6]:

Նախ կստեղծենք տվյալների բազա, որտեղ կպահպանենք յուրաքանչյուր բուսատեսակին համապատասխանող տեղեկույթը: Այն հիմք կհանդիսանա

խորհրդատվական համակարգի նախագծման համար: Տվյալների բազայում ստեղծված plants_data աղյուսակի սյուններն են՝ id, name, min_height, max_height, humidity, boron, zinc, iron, magnesium, calcium: Տվյալների բազան ստեղծվել է PostgreSQL-ի միջոցով: Կոդավեճը նաև pgAdmin գործիքից, որը PostgreSQL-ի համար նախատեսված բաց կոդով կառավարման հայտնի գործիք է: Այն օգտատիրոջը հնարավորություն է տալիս գրաֆիկական ինտերֆեյսի միջոցով աշխատել տվյալների բազաների հետ: Բուն ծրագրի իրականացման համար ընտրվել է Python ծրագրավորման լեզուն, քանի որ այն արդեն իսկ ունի բազմաթիվ պատրաստի գրադարաններ, որոնցից կոդավեճը վերը թվարկված մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների իրականացման համար: Մասնավորապես, կոդավեճը Numpy գրադարանից, որը նախատեսված է մատրիցներով աշխատանքի համար: Տվյալների բազայի հետ կապ հաստատելու համար կոդագրծենք psycopg2 մոդուլը, իսկ միջավայրային փոփոխականների պահպանման համար կոդավեճը dotenv մոդուլից:

Ներկայացնենք մեկ ընդհանուր բլոկ-սխեմա, որտեղ արտացոլվում է ծրագրի կատարման ընթացքը:



K-միջիններով խմբավորման և բովանդակության վրա հիմնված ֆիլտրման ալգորիթմների իրականացման համար գրվել են երկու առանձին ֆունկցիաներ, որոնց կանչը կարելի է տեսնել բլոկ-սխեմայում, իսկ բուն ֆունկցիաները հիմնված են վերը նշված ալգորիթմների քայլերի հերթականության իրականացման վրա: Վերջնական արդյունքները կգրենք երկու տարբեր ֆայլերում: Առաջին ֆայլում կունենանք խորհրդատվության համար ամենամոտ և ամենահարմար բուսատեսակների անվանումները (output.txt), իսկ երկրորդ ֆայլում՝ ոչ ավելի հարմար բուսատեսակների ցանկը (output_not_recommended_plants.txt):

Եզրակացություն: Այսպիսով, կիրառելով մեքենայական ուսուցման ալգորիթմները Python ծրագրավորման լեզվում, Python ծրագրավորման լեզվի մի շարք գրադարաններ և ֆունկցիաներ, ինչպես նաև օգտագործելով PostgreSQL տվյալների բազաների կառավարման համակարգը, մեզ հաջողվել է ստեղծել խորհրդատվական համակարգ գյուղատնտեսի համար: Տվյալների բազայում յուրաքանչյուր պահի կարելի է ավելացնել հավելյալ տվյալներ և ավելի շատ բուսատեսակներ, ինչը հնարավորություն կտա՝ իրականացնելու էլ ավելի ճշգրիտ խորհրդատվություն, ինչպես նաև ընդլայնելու տեսակների սպեկտրը հողատարածքում: Պարզ է դառնում, որ ծրագրի կիրառումը կարող է հեշտացնել գյուղատնտեսի կյանքը, ինչպես նաև ապահովել հողատիպերի առավել խելամիտ կառավարումը նրա կողմից: Ստեղծված ծրագրի ավելի լայն կիրառման դեպքում այն կարող է կարևոր դեր ունենալ ՀՀ-ում գյուղատնտեսության զարգացման գործում, քանի որ ծրագրի կիրառումը հնարավորություն կտա արդյունավետ օգտագործել ՀՀ հողային ֆոնդը և ստանալ լավ արդյունքներ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Clustering Algorithms** / <https://towardsdatascience.com/the-5-clustering-algorithms-data-scientists-need-to-know-a36d136ef68>
2. **K-means Clustering** / <https://www.javatpoint.com/k-means-clustering-algorithm-in-machine-learning>
3. **Content Based Filtering using Python** / <https://towardsdatascience.com/hands-on-content-based-recommender-system-using-python-1d643bf314e4>
4. **Content Based Filtering Algorithm** / <https://www.upwork.com/resources/what-is-content-based-filtering>
5. **Sebastian D.** - Python Machine Learning: A Practical Beginner's Guide to Understanding Machine Learning Algorithms, Techniques and Supervised Learning Using Python (2nd Edition) .– Independently published, 2021 .- 420 p.
6. **Soil Quality Parameters** / <https://www.intechopen.com/chapters/38111>

Т.А. БАРСЕГЯН, К.Г. АВETИСЯН

РАЗРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КОНСУЛЬТАТИВНОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Представлен проект консультативной системы, которая должна использовать алгоритмы машинного обучения. Эти алгоритмы позволяют анализировать данные, полученные различными датчиками, обрабатывать их и давать точные консультации агроному, указывая названия видов растений, которые подходят или не подходят для выращивания в исследуемом типе почвы. Для реализации проекта были изучены ряд алгоритмов машинного обучения, различные библиотеки языка программирования Python и система управления базами данных PostgreSQL. Также были собраны и обработаны предварительные данные с использованием различных источников (например, таблица размещения основных типов почв и произрастающих видов растений в агроклиматические зоны Республики Армения).

Ключевые слова: машинное обучение, искусственный интеллект, алгоритм, система консультаций, фильтрация на основе контента, кластеризация, база данных, почва, растения, сельское хозяйство.

T.A. BARSEGHYAN, K.G. AVETISYAN

DESIGNING AN AGRICULTURAL ADVISORY SYSTEM USING MACHINE LEARNING

A draft advisory system is presented that should use machine learning algorithms. These algorithms will allow analyzing the data obtained by various sensors, processing them and making accurate consultations to an agronomist, indicating the names of plant species that are appropriate or inappropriate for growing in the type of soil under study. To implement the project, a number of machine learning algorithms, various libraries of the Python programming language, and the PostgreSQL database management system were studied. Preliminary data were also collected and processed using various sources (for example, a table of the placement of the main types of soil and growing plant species in the agro-climatic zones of Republic of Armenia).

Keywords: machine learning, artificial intelligence, algorithm, consultation system, content based filtering, clustering, database, soil, plants, agriculture.