

11.04.2025

*“Müasir incəsənət məkanında süni intellekt: problemlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi-nəzəri konfrans
‘Artificial Intelligence In The Space Of Contemporary Art: Problems And Prospects’ International Scientific and
Theoretical Conference*

*«Искусственный интеллект в пространстве современного искусства: проблемы и перспективы»
Международная научно-теоретическая конференция*

UOT 004.8

DOI: 10.25045/ASUCAAI.2025.35

EŞİTMƏ PROBLEMİNİN PROQNOZLAŞDIRMASI ÜÇÜN İSTİFADƏ OLUNAN SÜNİ İNTELLEKT METODLARI VƏ ONLARIN QARŞILAŞDIRILMASI

Kifayət Məmmədova

Assistent

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

ka.mamedova@yandex.ru

Oqtay Səfəraliyev

Doktorant

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

oqtay.23@mail.ru

Xülasə

Eşitmə probleminin tez bir şəkildə, dəqiq aşkarlanması insanların həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və sosial, idrak kimi funksiyalarının qorunması üçün çox vacib addım hesab edilir. Ənənəvi eşitmə testləri uzun, bahalı proseslər tələb etdiyi halda, süni intellektə əsaslanan metodikalar diaqnozu tezləşdirmək və dəqiqliyi artırmaq potensialına malikdir. Bu məqalədə Logistic Regression, Decision Tree, ExtraTrees, SVM və Gradient Boosting alqoritmlərindən istifadə edilmişdir. Sinifləndirmə performansları dəqiqlik, recall, precision, F1-Score kimi göstəricilərlə qiymətləndirilib ən yüksək performans göstərən alqoritmlər müəyyən edilmişdir. Gradient Boosting və SVM modellərinin dəqiqlik dərəcələri 94% və 93% olmuşdur. 0,97 dəqiqlik və 0,86 recall (geri çağırma) dəyərləri ilə ən yaxşı nəticələr əldə edilmişdir. Tədqiqat göstərdi ki, süni intellekt alqoritmləri, metodları səhiyyə sahəsində eşitmə problemi diaqnozu üçün etibarlı bir vasitə kimi istifadə edilə bilər və erkən diaqnoza mühüm töhfə verə bilməkdədir.

Kifayat Mammadova

Ogtay Safaraliyev

Artificial Intelligence Methods Used to Predict Hearing Problems and Their Countermeasures

Abstract

Quick and accurate detection of hearing loss is considered a very important step in improving people's quality of life and protecting their social and cognitive functions. While traditional hearing tests require long, expensive processes, artificial intelligence-based methodologies have the potential to speed up diagnosis and increase accuracy. In this article, Logistic Regression, Decision Tree, ExtraTrees, SVM and Gradient Boosting algorithms were used. Classification performances were evaluated with indicators such as accuracy, recall, precision, F1-Score, and the algorithms showing the highest performance were identified. The accuracy rates of Gradient Boosting and SVM models were 94% and 93%. The best results were obtained with 0.97 accuracy and 0.86 recall values. The study showed that artificial intelligence algorithms and methods can be used as a reliable tool for diagnosing hearing loss in the healthcare field and can make a significant contribution to early diagnosis.

Кифаят Мамедова
Октай Сафаралиев

**Методы искусственного интеллекта,
используемые для прогнозирования проблем слуха и их сравнение**
Аннотация

Раннее и точное выявление проблем со слухом считается очень важным шагом на пути улучшения качества жизни людей и сохранения их социальных и когнитивных функций. В то время как традиционные проверки слуха требуют длительных и дорогостоящих процессов, методики на основе искусственного интеллекта способны ускорить диагностику и повысить ее точность. В этой статье используются алгоритмы логистической регрессии, дерева решений, ExtraTrees, SVM и градиентного усиления. Эффективность классификации оценивалась с использованием таких показателей, как точность, полнота, достоверность и F1-оценка, и были выявлены алгоритмы, показывающие наивысшую эффективность. Точность моделей Gradient Boosting и SVM составила 94% и 93%. Наилучшие результаты были получены при значениях точности 0,97 и полноты 0,86. Исследование показало, что алгоритмы и методы искусственного интеллекта могут использоваться в качестве надежного инструмента для диагностики проблем со слухом в сфере здравоохранения и могут внести значительный вклад в раннюю диагностику.

Açar sözlər: Eşitmə problemi, Süni İntellekt, Gradient Boosting, SVM, Logistic Regression, Həll ağacı.

Keywords: Hearing problem, Artificial Intelligence, Gradient Boosting, SVM, Logistic Regression, Decision Tree.

Ключевые слова: Проблемы со слухом, Искусственный интеллект, Градиентное усиление, SVM, Логистическая регрессия, Дерево решений.

Eşitmə problemi şəxslər üzərində sosial həyatdan tutmuş koqnitiv inkişafa qədər geniş spektrli mənfi təsirlər yaradan ümumi sağlamlıq problemidir [Mustul, E. E., 2022, s. 168], [İşıl, O. R. A. N., 2015, s. 567]. Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatının məlumatına görə, dünyada yüz milyonlarla insanın eşitmə problemi var və bu vəziyyət xüsusilə də yaşlı insanlar arasında yaygındır. Eşitmə problemi ünsiyyət bacarıqlarını məhdudlaşdırır, sosial təcrid, depressiya və idrakın azalmasına səbəb ola bilməkdədir. Bu problemin dəqiq diaqnozu fərdlərin erkən müalicə alması üçün kritik bir addımdır (Akmeşe, P. P., 2015, s. 395). Bununla belə, ənənəvi eşitmə testləri mütəxəssislər tərəfindən aparılarkən çox vaxt aparan və bahalı prosesləri əhatə etmələri müəyyən edilmişdir. Bu testlər, xüsusən əhalinin böyük bir hissəsi üçün girişi çətinləşdirir və diaqnostik prosesləri gecikdirə bilər. Bu gün sağlamlıq sahəsində süni intellekt üsullarından istifadə etməklə bu proseslər daha sürətli və effektiv şəkildə həyata keçirilə bilməkdədir [Emre, İ. E., 2021, s.334], [Kaya, U., və s., 2019, s.795]. Süni intellektə əsaslanan bu sistemlər diaqnozu sürətləndirmək və dəqiq nəticələr vermək üçün fərdlərin eşitmə məlumatlarını təhlil edir [Çınaroğlu, S., 2017, s. 195].

Maşın öyrənməsi, səhiyyə məlumatları kimi mürəkkəb məlumat dəstlərində nümunələrin müəyyən edilməsi və təsnifləşdirilməsi prosesində tez-tez istifadə olunur. Eşitmə itkisi diaqnozunda maşın öyrənmə alqoritmlərinin tətbiqi məlumat xüsusiyyətlərindən öyrənməklə təsnifat imkanlarını

təkmilləşdirməyə imkan verir. Yaş, cins və eşitmə testinin nəticələri kimi fərdlər haqqında demoqrafik və klinik məlumatların istifadəsi eşitmə itkisinin varlığının təyin edilməsində mühüm xüsusiyyətlər təmin edir. Bu kontekstdə məlumatların öyrənilməsi və təsnifat üsullarının eşitmə sağlamlığı sahəsində diaqnostik sistemlərə integrasiyası daha sürətli və effektiv diaqnostika prosesini təmin edə bilər. Bu işin məqsədi, hansı modelin ən yüksək dəqiqliyi təklif etdiyini müəyyən etmək üçün eşitmə itkisi diaqnozunda müxtəlif maşın öyrənmə alqoritmlərinin performansını müqayisə etməkdir.

Keçmiş araşdırmalar

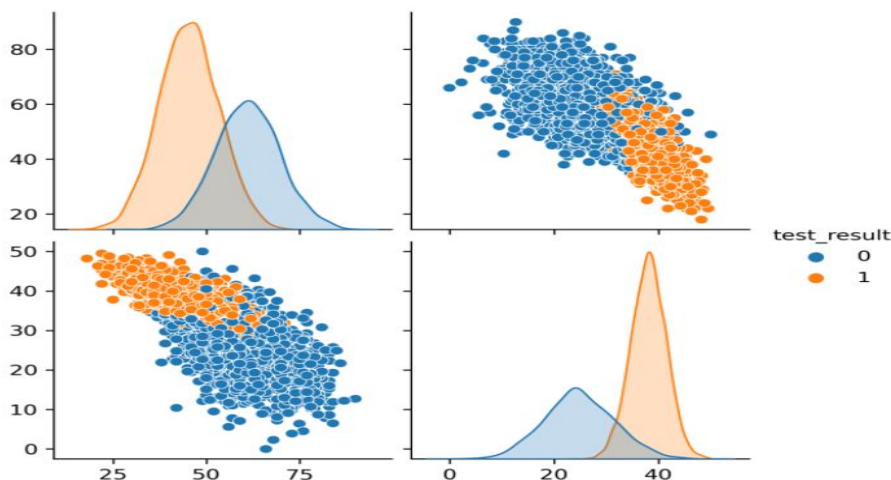
Bu günə qədər aparılan akademik araşdırmalar araşdırıldığı maşın öyrənmə üsullarının sağlamlıq sahəsində tez-tez istifadə edildiyi görülür. Bu işlər arasında audiometriya və eşitmə itkisi ilə bağlı araşdırmalar araşdırıldığı zaman, əhəmiyyətli olduğu təsbit edilən işlər açıqlandı.

Abd Ghani və komandası eşitmə itkisi əlamətlərini aşkar etmək üçün yenilikçi süni intellekt modelini təqdim edir. Eşitmə həddi ilə simptomlar arasındakı əlaqəni təhlil etmək üçün FP-Growth alqoritmı istifadə edilmiş, daha sonra təsnifat məqsədləri üçün çoxdəyişənli Bernoulli Naive Bayes modeli tətbiq edilmişdir. Verilənlər toplusuna 50 və 399 xəstə nümunələri daxildir. Nəticələr tinnitus, başgicəllənmə və başgicəllənmə kimi simptomların müəyyən eşitmə eşikləri ilə güclü bir əlaqə göstərdiyini ortaya qoydu. Model 98,25% dəqiqlik dərəcəsinə və 1,73% xəta dərəcəsinə nail olmaqla simptomların aşkarlanmasında yüksək effektivliyə nail olmuşdur [Abd Ghani, M. K., 2021].

Park və həmkarları ani eşitmə sensorinöral eşitmə itkisi (ISSNHL) üçün eşitmənin bərpasını proqnozlaşdırmaq üçün maşın öyrənmə modellərini araşdırırlar. Ümumilikdə 227 ISSNHL xəstəsi üzərində aparılan araşdırmada dəstək vektor maşınları (SVM), təsadüfi meşə (RF), AdaBoost K-ən yaxın qonşu (KNN) və çox qatlı perseptron (MLP) daxil olmaqla beş model qiymətləndirilmişdir. SVM modeli ən yüksək dəqiqliyə (75,36%) və F-score'na (0,74) nail olub, 73,91% dəqiqliklə RF modeli və 0,74 F-balı ilə ikinci yerdədir. Nəticələr göstərir ki, bu modellər ISSNHL xəstələrində eşitmənin bərpasını proqnozlaşdırmaqda təsirli ola bilər [Park, K. V., və s., 2020, s. 152].

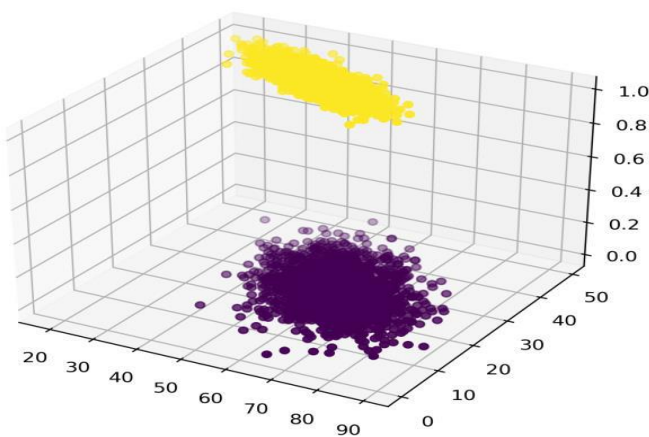
Metodologiya

Bu verilənlər bazası [Kaggle, Hearing Test Classification Problem, 2025] fərdlərin eşitmə testindən əldə edilən məlumatları ehtiva edir və eşitmə itkisi statusu təsnif edilir. Dataset; Yaş, cins, eşitmə testi nəticələri kimi xüsusiyyətləri daxil etməklə eşitmə itkisinin mövcudluğunu müəyyən etmək üçün təsnifat modellərinin hazırlanması üçün uyğundur. Maşın öyrənmə alqoritmləri ilə eşitmə testlərinin nəticələrini təhlil etmək istəyən tədqiqatçılar bu məlumat dəstindən eşitmə sağlamlığı və diaqnostika sistemləri ilə bağlı araşdırmalarında istifadə edə bilərlər. Verilənlər toplusu sağlamlıq informatikası və biostatistika sahəsində mühüm təsnifat probleminin həllini təmin edir. Verilənlər toplusunda olan müstəqil dəyişənlərin bir-birinə və nəticəyə təsiri Şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Verilənlər bazasındakı müstəqil dəyişənlərin bir-birinə və nəticəyə olan təsiri.

Qrafik “test_nəticəsi” dəyişəninə görə yaş və fiziki bal paylamalarını müqayisə edir. Yaş və fiziki bal xüsusiyyətlərinin bölüşdürülməsi test nəticəsində (0 və ya 1) görə fərqlənir. Sol yuxarıdakı qrafikdə yaş bölgüsü göstərir ki, test nəticəsi 1 olan fərdlər orta hesabla daha gəncdir. Aşağı sağdakı qrafikdə fiziki xal bölgüsü test nəticəsi 1 olan şəxslərin daha yüksək fiziki ballara malik olduğunu göstərir. Bundan əlavə, yaş və fiziki xal arasında mənfi korrelyasiya var və bu korrelyasiya test nəticələri arasında əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Bu, yaş artdıqca fiziki ballarda azalma olduğunu və test nəticəsinin bu əlaqəyə görə dəyişdiyini göstərir.



Şəkil 2. Fiziki bal və test nəticəsi

Şəkil 2-dəki üçölçülü qrafik yaş, fiziki xal və test nəticəsini vizuallaşdırır. Kod quruluşuna görə yaş üfüqi oxda, fiziki bal şaquli oxda, test nəticəsi üçüncü oxdadır. Test nəticəsi qrafikdə rəng kodlaması ilə göstərilir: sarı nöqtələr müsbət nəticələri (1), bənövşəyi nöqtələr mənfi nəticələri (0) göstərir. Yaş artdıqca fiziki balın azaldığı aydın şəkildə müşahidə olunur; Bu, yaş və fiziki bal arasında tərs əlaqə olduğunu göstərir. Bu korrelyasiya fiziki performansın yaşla azaldığını göstərir.

Cədvəl 1. İstifadə olunan alqoritmlər və qiymətləndirmə meyarları

Alqoritma	Precision	Recall	F1-Score	Doğruluk
-----------	-----------	--------	----------	----------

11.04.2025

**“Müasir incəsənət məkanında süni intellekt: problemlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi-nəzəri konfrans
‘Artificial Intelligence In The Space Of Contemporary Art: Problems And Prospects’ International Scientific and
Theoretical Conference**

**«Искусственный интеллект в пространстве современного искусства: проблемы и перспективы»
Международная научно-теоретическая конференция**

Logistic Regression	2	0.9	0.86	0.89	0.92
Decision Tree	6	0.8	0.86	0.86	0.89
ExtraTrees	0	0.9	0.86	0.88	0.91
SVM	7	0.9	0.86	0.91	0.93
GradientBoosting	7	0.9	0.86	0.91	0.94

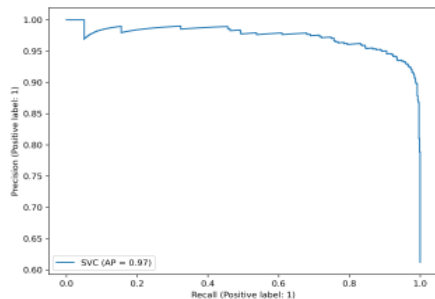
Cədvəl 1-dəki məlumatlar Dəqiqlik, Geri çağırma, F1-Xal və Dəqiqlik ölçüləri ilə bağlı müxtəlif təsnifat alqoritmlərinin performansını hərtərəfli müqayisə edir.

Ümumiyyətlə, Gradient Boosting və SVM modelləri ən yüksək performans təklif edir və xüsusilə balanslaşdırılmış dəqiqlik və həssaslıq təmin etdikləri üçün təsnifat tapşırıqlarında üstünlük veriləcək modellər kimi tövsiyə olunur. Logistic Regression və ExtraTrees modelləri də yaxşı performans göstərsə də, Qərar Ağacı daha aşağı dəqiqliklə daha sadə təsnifat modeli olaraq qalır.

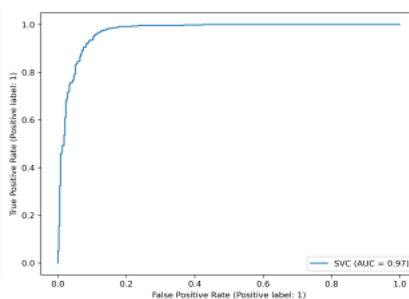
Cədvəl 2. İstifadə olunan alqoritmlər və qiymətləndirmə qrafikləri

SVM

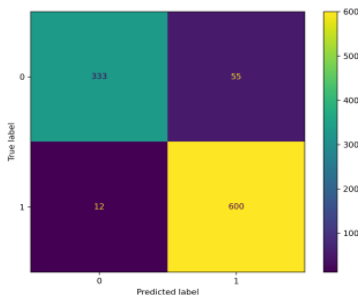
Precision-Recall Eğrisi



ROC əyrisi



Karmaşıklık Matrisi

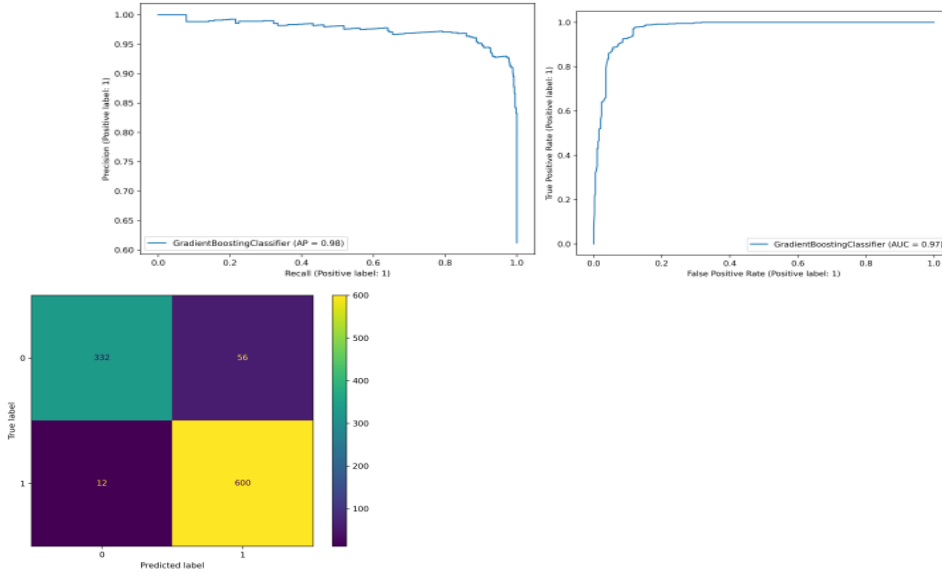


GradientBoosting

Precision-Recall Eğrisi

ROC əyrisi

Karmaşıklık Matrisi



Nəticə

İstifadə olunan verilənlər bazası yaş, cins və eşitmə testinin nəticələri kimi şəxslərin xüsusiyyətlərini ehtiva edir və eşitmə problemini müəyyən etmək üçün təsnifat modellərinin inkişafı üçün hərtərəfli əsas verir. Nəticələr göstərir ki, Gradient Boosting və SVM alqoritmləri xüsusilə yüksək dəqiqlik təklif edən ən uğurlu modellər kimi seçilir. Bu modellər 0,97 dəqiqlik, 0,86 geri çağırma və 0,91 F1-Score dəyərləri ilə həqiqi müsbət proqnozlaşdırma dərəcələrini optimallaşdırmaqla eşitmə itkisinin təsnifatı tapşırığında effektiv nəticələr əldə etmişdir.

Gradient Boosting və SVM kimi daha güclü alqoritmlər eşitmə sağlamlığı və diaqnostika sistemləri üzrə tədqiqatlarda istifadə oluna bilən etibarlı təsnifatçılar hesab olunur. Bu kontekstdə maşın öyrənməsinə əsaslanan təhlillərin sağlamlıq informatikası sahəsində diaqnostik prosesləri dəstəkləmək potensialına malik olduğu qənaətinə gəlinir. Gələcəkdə müxtəlif məlumat dəstləri və daha mürəkkəb modelləşdirmə yanaşmaları ilə təsnifat dəqiqliyini daha da artırmaq üçün tədqiqatların aparılması məqsəduyğundur.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Abd Ghani, M. K., Noma, N. G., Mohammed, M. A., Abdulkareem, K. H., Garcia-Zapirain, B., Maashi, M. S., & Mostafa, S. A. (2021). Innovative artificial intelligence approach for hearing-loss symptoms identification model using machine learning techniques. *Sustainability*, 13(10), 5406.
2. Akmeşe, P. P. (2015). Doğuştan İleri/ Çok İleri Derecede İşitme Kayıplı Çocukların Dil Becerilerine İlişkin Araştırmaların İncelenmesi. *Ege Eğitim Dergisi*, 16(2), 392-407.
3. Çınaroğlu, S. (2017). Sağlık Harcamasının Tahmininde Makine Öğrenmesi Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 22(2), 179-200.
4. Emre, İ. E., Taş, C., & Erol, Ç. (2021). Psikiyatride makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımı. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 13(2), 332-353.
5. Işıl, O. R. A. N., Kemaloğlu, Y., Gökdoğan, Ç., Gündüz, B., & Bilgin, C. (2015). İşitme kayıplı çocukların gelişimsel alanlardaki performans düzeylerinin Gazi Erken Çocukluk Değerlendirme Aracı ile incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 563-582.

11.04.2025

**“Müasir incəsənət məkanında süni intellekt: problemlər və perspektivlər” Beynəlxalq elmi-nəzəri konfrans
‘Artificial Intelligence In The Space Of Contemporary Art: Problems And Prospects’ International Scientific and
Theoretical Conference**

**«Искусственный интеллект в пространстве современного искусства: проблемы и перспективы»
Международная научно-теоретическая конференция**

6. Kaggle, Hearing Test Classification Problem, URL:
<https://www.kaggle.com/prasenjitsharma/hearing-test-classification-problem/data> (Son giriş tarixi:
24.03.2025)

7. Kaya, U., Yılmaz, A., & Dikmen, Y. (2019). Sağlık alanında kullanılan derin öğrenme yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 792-808.

8. Mustul, E. E., & Doğan, M. (2022). İşitme kaybı olan çocuklarda yürütücü işlevler araştırmaları üzerine bir sistematik derleme. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 23(1), 165-189.

9. Park, K. V., Oh, K. H., Jeong, Y. J., Rhee, J., Han, M. S., Han, S. W., & Choi, J. (2020). Machine learning models for predicting hearing prognosis in unilateral idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Clinical and experimental otorhinolaryngology*, 13(2), 148-156.