



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun
Ümummilli Lider Heydər Əliyevin 100-illik
yubileyinə həsr olunmuş
“Əsas qrant müsabiqəsi-2023” ün
(AEF-MCG-2023-1(43)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

1 İLLİK ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Ağamalyev Zöhrab Ədalət oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **13 noyabr 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2023-cü il – 01 dekabr 2025-ci il**

Layihənin 1 il üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

- Layihənin həyata keçirilməsi üzrə 1 il ərzində yerinə yetirilmiş elmi işlər**
AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihənin əsas ideyası paylanmış fiber-optik sistemlərin məlumatlarından və ona tətbiq olunmuş neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə borularda çoxfazlı axının simulyasiyası və riyazi modelləşdirilməsi, qaz sızma yerlərinin təyini və şaquli seysmik profillərinin fiber optik məlumatlarından alınması və interpretasiyasıdır. Layihənin yerinə yetirilmə planı və mərhələləri cədvəlində birinci il üçün 4 mərhələ nəzərdə tutulub ki, həmin mərhələlər 01.12.2023-29.02.2024, 01.03.2024-31.05.2024, 01.06.2024-31.08.2024 və 01.09.2024-30.11.2024 tarixlərini əhatə edir. Həmin mərhələlər üzrə yerinə yetirilmiş elmi işləri ardıcılıqla aşağıda qeyd edirik:
01.12.2023-29.02.2024 tarixlərini əhatə edən mərhələyə düşən digər fəaliyyətlər: ədəbiyyat icmalının aparılması, məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi, ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması idi.
Mövcud məlumatların toplanması və standartlaşdırılması üzrə toplanan məlumatların etibarlılığını təmin etmək və təcrübə şəraitini maksimal olaraq real şəraitə çatdırmaq məqsədi ilə Paylanmış Akustik Sensorlar (PAS) texnologiyası üçün inkişaf etdirilmiş innovativ bir yanaşma ilə, biz real zamanda boru kəmərinin monitoring şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu qurulmuşdur. Təcrübəmizin əsas hissəsi bir boru segmenti ətrafında optik fiberin xüsusi üsulla sarılması idi. Bu qurğuda, borunun 5 metrlik hissəsi ətrafına sarılmış 300 metr uzunluğuna malik optik fiber istifadə edilmişdir. Bu

konfigurasiya, PAS sisteminin müxtəlif simulyasiya edilmiş əməliyyat və ətraf mühiti tərəfindən yaradılan akustik siqnallara həssaslığını artırmaq üçün seçilmişdir. Təcrübələr boruların real mühitdə rastlaşa biləcəyi bir sıra şərtləri təkrar etmək üçün xüsusi olaraq təşkil edilmişdir.

Bütün təcrübə məlumatların tamlığını və müqayisə oluna bilməyini təmin etmək istənilən elmi araşdırmanın etibarlılığı üçün, xüsusən də Paylanmış Akustik Sensorlar (PAS) texnologiyası üçün çox vacibdir. Bu məqsədlə, məlumatların toplanması mərhələsində ciddi bir standartlaşdırma prosesinə riayət edildi. Həmin standartlaşdırma prosesi vahid PAS konfigurasiyası və zaman işarələmənin dəqiq uyğunlaşdırılması ilə həyata keçirilmişdir.

Vahid PAS Konfigurasiyası:

Standartlaşdırma prosesimizin əsasında hər bir qeyd seansı üçün eyni PAS konfigurasiya parametrlərinin ardıcıl istifadəsi idi. Bu yanaşma dəyişkənliyi minimuma endirdi və məlumatlarda müşahidə edilən hər hansı fərqlərin məlumatların toplanma metodologiyasındakı uyğunsuzluqlardan deyil, məhz eksperimental şərtlərlə əlaqələndirilməsini təmin etdi. Standartlaşdırılmış parametrlər aşağıdakı kimi idi:

✦ Tezlik: 10 kHz-ə təyin edilmiş yüksək diskretləşmə tezliyi təcrübələrimizdə yaradılan akustik siqnalların tam spektrini tutmaq üçün vacib idi və onların xüsusiyyətlərinin ətraflı təhlilinə imkan verdi.

✦ Ortalama nöqtəsi (P) üçün 11 qiyməti seçilmişdir. Bu parametr PAS sisteminin fəza ayırdeməsinə təsir edir və seçiminiz dəqiq siqnal aşkarlanmasını təmin edərək, həssaslıq ilə səs-küy nisbətini balanslaşdırmaq idi.

✦ Çıxış siqnalın sönmə qiyməti: 2-yə bərabər çıxış sönmə əmsalı tətbiq edildi ki, bu da akustik məlumatın bütövlüyünə xələl gətirmədən məlumat sürətini idarə oluna bilən səviyyəyə qədər effektiv şəkildə azaltdı.

✦ Normallaşdırma: Normallaşdırmanı aktioləşdirməklə ətraf mühit şəraitin dəyişməsi və ya sistemin effektivliyi ilə əlaqədar siqnalın amplitudasında azalmalar müşahidə edildi, bu isə verilənlərin zamanla uyğunlaşmasını təmin etdi, o cümlədən müxtəlif təcrübə qurğuları üçün.

✦ Optik Güc: Maksimum optik gücün 100%-ə təyin olunması zəif akustik siqnalları aşkar etmək üçün PAS sisteminin həssaslığını artırmaq üçün həlledici idi.

✦ Qəbuledicinin gücləndirilməsi: Siqnalın səs-küy nisbətini artırmaq, alınan akustik məlumatların aydınlığını optimallaşdırmaq üçün qəbuledicinin gücləndirilməsi 90% seçilmişdir.

Alınan akustik siqnallar ilə təcrübə hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir. Vahid PAS konfigurasiya parametrlərinin tətbiqi və dəqiqliklə aparılan zamana görə uyğunlaşdırma məlumatların toplanma və standartlaşdırılma prosesin əsasını təşkil edərək, həm də alınmış nəticələrin yüksək keyfiyyətə malik olmasının göstəricisidir. Bu isə növbəti mərhələlərdə verilənlərin düzgün alınmasına, yüksək səviyyədə təhlilinə və tədqiqinə yaxşı zəmin yaradır.

Hərtərəfli təhlil və keyfiyyətə nəzarəti təmin etmək üçün təcrübə nəticələri iki müxtəlif formatda qeydə alınmış və saxlanmışdır: PAS məlumatları üçün TDMS, Hadisənin qeydi üçün CSV və Bulud yaddaşı.

PAS məlumatlarının dərin öyrənmə ilə effektiv işlənməsi: Shiloh, Eyal və Giryes (2019) tərəfindən fiber-optik PAS məlumatlarının dərin öyrənmə yanaşması ilə avtomatik olaraq işlənməsi üçün bir metod təklif edilmişdir ki, hadisələrin aşkar etmə və sinifləndirmə effektivliyində vacib təkmilləşmələri nümayiş etdirmişdir. Bu tədqiqat, fərqi hesablamalara ehtiyac olmadan PAS məlumatlarından uyğun funksiyaların çıxarılması üçün süni neyron şəbəkələrinin (SNŞ) potensialını göstərir və kompüter modelləri əsasında effektiv təlim setinin yaradılması üçün generativ rəqəbatlı şəbəkə (GRŞ) metodologiyasından istifadə edir

Akustik mənbənin 2D və 3D lokallaşdırılması üçün PAS: Jiajing və digərləri (2019) öz işlərində optik fiber tərəfindən ölçülmüş siqnal toplusundan istifadə edərək fəza korrelyasiyalarını analiz etmək üçün PAS sisteminin səsin iki (2D) və üç (3D) ölçülü lokallaşdırılması gücünü göstərmişdilər. Bu iş, hədəfin hava və su mühitlərində statik, dinamik və çoxsaylı lokallaşmasında PAS-ın yeni tətbiq sahələrini açır.

PAS məlumatları ilə trafik analizi üçün dərin tərs qıvrılma: Van den Ende, Ferrari, Sladen və Richard (2021) tərəfindən, müxtəlif şərtlərdə nəqliyyat vasitələrinin aşkarlanması və nəqliyyat axınının təhlili üçün yol kənarındakı PAS məlumatlarının tədqiqində özünə nəzarət dərin öyrənmə yanaşmasının istifadəsini

araşdırmışdılar. Onların təklif etdikləri Tərs qırılma Avto-Kodlayıcı (TAK) zamana görə ayırməni və təyin etmə dərəcəsinə yüksəldərək, böyük həcmli PAS məlumatlarının real zaman şəraitində sürətli emal potensialını nümayiş etdirir.

PAS texnologiyaları sahəsində tədqiqatın inkişafı: Shang və digərləri (2022), öz işlərində PAS texnologiyaların təhlükəsizlik sahəsində, zəlzələ nəzarət sistemlərində və enerji mənbələrin kəşfiyyatında istifadəsinə dair ətraflı icmalını təqdim etmişdilər. Onlar PAS üçün həlledici texnologiyaları, çətinlikləri və gələcək inkişaf istiqamətlərini müzakirə edərək, bu texnologiyanın potensialını və hazırkı məhdudiyyətlərin aradan qaldırılmasının əhəmiyyətini vurğulayırlar.

Axın sürətlərinin proqnozu: Tabjula və digərləri (2023) maye axını sürətlərini dəqiq qiymətləndirmək üçün PAS ölçmələrindən hazırlanmış empirik korrelyasiyaları təqdim etdilər. Bu iş müxtəlif axın şəraitlərində axın sürətinin proqnozlaşdırılmasında yüksək dəqiqliyi nümayiş etdirərək PAS məlumatlarından axın sürətlərini proqnozlaşdırmaq üçün zaman və tezliyin müxtəlif intervollarında siqnal emalından istifadə edərək ətraflı iş prosesini təqdim edir.

Hasılata nəzarət: Miklashevskiy və onun həmmüəllifləri (2020), paylanmış akustik vibrasiyalara dair məlumatlardan istifadə edərək, quyularda su-neft axını üçün hasilat profillərin təyini və maye növünün identifikasiyasında verilənlərin emal sxemalarının yaradılması üzərində öz işlərini qurmuşdular. Bu yanaşma, axın sürətlərində dəyişikliklər və fəza dəyişmələri haqqında real-zamanda xəbərdarlıq siqnalların verilməsi və bununla da əməliyyatla bağlı operativ qərarların verilməsini mümkün edir.

İki-fazlı axınların tədqiqi üçün Sensor Platforması: Dos Santos və digərləri (2019), iki-fazlı axınların tədqiqi üçün sürətli keçid sensorlarla məlumat toplanmasını birləşdirən sensor platformasını müzakirə edərək, axının kompleks xüsusiyyətlərinin təyində digər sensor texnologiyaları ilə PAS-ın qarşılıqlı inteqrasiyasını xüsusi olaraq qeyd etmişdilər.

İki-fazlı axınlarda PAS-la qaz fazasının sürətlərinin təyini: Weber və onun həmmüəllifləri öz tədqiqatlarında (2023) PAS texnologiyalarından istifadə edərək iki-fazlı axınlarda qaz fazasının sürətlərinin təyini zamanı PAS-ın idarə olunan şəraitdə axın konfigurasiyasının izləməsi bacarığını və çoxfazlı axınların xüsusiyyətlərinin təyində bu texnologiyanın universallığını göstərmişdilər.

Məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi istiqamətində və PAS məlumatlarımızı təhlil üçün hazırlamaqda ilk addım siqnal keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə müxtəlif hamarlaşdırma və filtrləmə alqoritmlərini araşdırmaq idi. Belə ki, akustik siqnalların bütövlüyünü qorumaq şərti ilə səs-küyü azaltmaq üçün empirik modlar üzrə parçalamadan (EMD), Savitzky-Golay filtrlərindən (SAVGOL), eləcə də aşağı və yüksək tezlikli filtrlərindən istifadə edilmişdir. Lakin bu üsullar davamlı olaraq siqnalın kritik keyfiyyətinin itirilməsi ilə nəticələnirdi. Bu isə akustik hadisələrin geniş spektrini əhatə edən PAS məlumatlarımızın mürəkkəb xarakterini bir daha təsdiqlədi. Çətinlik səs-küylə müqayisədə incə, lakin vacib akustik hadisələrin ayırd etməsində idi, və bu məsələ daha təkmil məlumatların işlənməsi üsullarına keçid tələb edən bir vəzifə idi.

Topladığımız xüsusi məlumatlar üçün ənənəvi filtrləmə üsullarının məhdudiyyətlərini dərk edərək, vaxt, tezlik və fəza məlumatlarını nəzərə alan kompleks yanaşmaya keçdik.

Bu yanaşmaya aşağıdakılar daxildir: Qısa Müddətli Furye Transformasiyası (QMFT), PAS kanalı haqqında məlumatların təhlili, Xətlərin enerji nisbətlərin hesablanması və Müxtəlif kanallar arasında siqnalların müqayisəsi.

Məlumatların işlənməsində mühüm nəticə kimi, PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü formatda təqdimatı oldu. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini mümkün etdi. Bu ölçmələri vahid ardıcıl struktura birləşdirərək, məlumatların ilkin işlənməsi mərhələsində qarşılaşdığımız çətinlikləri aradan qaldıraraq, təcrübələrimizdə qeyd alınan akustik siqnalları daha dərindən başa düşə bildik.

Ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması üzrə Maşın öyrənməsi və dərin öyrənmənin inteqrasiyasını tətbiq etdik.

Layihənin analitik mərhələsinin əsasını klassik maşın öyrənmə alqoritmlərinin dərin öyrənmə metodları və qıvrımlı neyron şəbəkələri (QNS) ilə innovativ inteqrasiyası təşkil etdi. Uğurumuzun açarı QNS-lərin güclü tərəflərindən istifadə etmək üçün uyğunlaşdırılmış PAS məlumatlarının məharətlə təqdim edilməsi idi. Verilənləri, onların zaman, tezlik və fəza ölçülərini vurğulayan formada təqdim etməklə biz QNS-in aşkarda olmayan qanunauyğunluqları və xüsusiyyətləri çıxarmaq qabiliyyətini asanlaşdırdıq.

Fəza məlumatlarını emal etmək qabiliyyəti ilə tanınan QNS-lərin istifadəsi bizə akustik məlumatların incəliklərini araşdırmağa imkan verdi. Bu yanaşma, hətta ciddi xarici səs-küy şəraitində belə axın xüsusiyyətlərini ayırd etmək qabiliyyətini nümayiş etdirərək axının təbiəti haqqında əhəmiyyətli nəticələrinin alınmasını mümkün etmişdir. Bu ikili analitik strategiya PAS məlumatlarının şərhli ilə bağlı problemləri həll etmək üçün müxtəlif maşın öyrənmə paradigmlərinin birləşməsinin dəyərini vurğuladı.

Tədqiqatlarımızda keyfiyyətə nəzarət aldığımız nəticələrin etibarlılığını və dəqiqliyini təmin etmək üçün böyük əhəmiyyət kəsb edirdi. Bu məqsədlə sistemimizin işini optimallaşdırmaq üçün müxtəlif DAS konfigurasiya parametrlərinin hərtərəfli qiymətləndirilməsinə başladırıq. Qiymətləndirilən parametrlərə tezlik, ortalama nöqtəsi (P), çıxış signalın sönmə qiyməti, normallaşdırma və fəza ayırma daxil idi.

➤ Parametrlərin qiymətləndirilməsi. Ətraflı tədqiqatlar vasitəsilə biz müxtəlif konfigurasiyaların toplanmış akustik siqnalların keyfiyyətinə necə təsir etdiyini araşdırdıq. Bu, hər bir parametrin sazlanması və signalın aydınlığına və bütövlüyünə təsirinin qiymətləndirilməsini əhatə edirdi.

➤ Qiymətləndirmə üçün göstəricilər: Hər bir konfigurasiyanın üstünlüyü signal-küy nisbəti (SNR) və xətalərin düzəldilməsi və idarəetmə alqoritmləri (ECMA) kimi etibarlı göstəricilərdən istifadə edilməklə qiymətləndirilib. Bu göstəricilər düzəlişlərimizin haqiqətən verilənlərin əsasında aparılmasını sübut edərək, müxtəlif sazlamaların üstünlüklərini müqayisə etmək üçün kəmiyyət əsasını təşkil etdilər.

➤ Optimal konfigurasiyanın seçilməsi. Təhlillərimiz əsasında müəyyən olunmuşdur ki, göstəricilərimizə görə stabil olaraq ən yaxşı nəticələr verən konfigurasiyanı müəyyən etdik.

Keyfiyyətə nəzarət prosesi layihənin ayrılmaz hissəsi idi və bizə təcrübə qurğumuzu təkmilləşdirməklə yanaşı məlumatların təhlili metodologiyalarımızı inkişaf etdirməyə imkan verdi. PAS texnologiyasının konfigurasiyasını diqqətlə nəzərdən keçirib, qiymətləndirib, akustik məlumatların toplanması və təhlili üçün yüksək dəqiqliyə malik texnologiya və bu sahədə gələcək tədqiqatlar üçün əvəzolunmaz presedent yaratmışıq.

01.03.2024-31.05.2024 tarixlərini əhatə edən mərhələdə yerinə yetirilmiş elmi işlərə birinci mərhələdə toplanan, standartlaşdırılan və öncəki işlənməsi nəticəsində təhlil olunaraq hazırlanmış məlumatların təsdiqi, ilkin analizi və müxtəlif növ məlumatların arasında müəyyən qanunauyğunluqların təyini aid etmək olar.

İşlənmiş məlumatların təsdiqi üzrə PAS texnologiyasından alınan verilənlərin etibarlılığının təmin edilməsi neft, qaz, geofizika və qurğular halının monitorinqi kimi müxtəlif sahələrdə dəqiq məlumatların əldə edilməsi və əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək üçün olduqca önəmlidir. Bu vacib mərhələ, işlənmiş məlumatların səs-küy nisbətinin effektiv şəkildə azaldılması və müvafiq xüsusiyyətlərin yaxşılaşdırılması şərti ilə, ilkin siqnalların bütövlüyünün qorunması üçün hazırlanmış hərtərəfli ciddi kompleks yoxlamalar və testləri əhatə edir.

Həmin yoxlama prosesində istifadə olunan əsas üsullardan biri sintetik verilənlər toplusu ilə çarpaz yoxlama üsuludur. Bu addım işlənmiş məlumatlara və onların əsasında alınan nəticələrə inam yaratmaq üçün çox vacibdir. Bundan əlavə, ilkin siqnallardan emal olunmuş məlumatların idarə olunan eksperimentlərin haqiqi məlumatları ilə müqayisəsi digər mühüm təsdiqləmə addımıdır ki, bizim tərəfinizdən həyata keçirilmişdir.

İşlənmiş məlumatların ümumi uyğunluğunu və etibarlılığını təmin etmək üçün verilənlər toplusunun müxtəlif seqmentləri üzrə ardıcılıq yoxlamalarından da istifadə olundu. Bütövlükdə, bu doğrulama addımları nəinki yalnız məlumatların emal xəttinin düzgünlüyünü yoxlayır, həm də öncədən, ilkin işlənmə zamanı yarana biləcək hər hansı potensial xətaləri və ya kənarçıxmaları müəyyən etməyə köməklik edir.

PAS məlumatlarının ilkin təhlili əsas akustik siqnallar və onların xüsusiyyətləri haqqında təməl anlayışın

yaradılmasında mühüm rol oynayır. Bu mərhələ əhəmiyyətli məlumatın əldə olunması üçün məlumatlarının tədqiqi analizi (MTA) üsullarından istifadə edərək verilənlərin hərtərəfli tədqiqini əhatə edir.

Məlumatların ilkin analizi mərhələsində istifadə olunan əsas üsullardan biri – təsviri statistikadır, hansı ki, özündə məlumatın formasını, paylanmasını və əsas tendensiyaların xülasəsini əks etdirir. Tətbiq olunan vizuallaşdırmalar da bu mərhələdə mühüm əhəmiyyət kəsb edir, çünki onlar analitiklərə verilənlərin əlaqələndirilməsini və qanunauyğunluqlarını vizuallaşdırmağa imkan verir.

İlkin siqnalın təhlili başlanğıcda təhlil mərhələsinin digər mühüm aspektidir. Bu, siqnalın səs-küy nisbəti (SKN / SNR), tezlik paylanması və müddət dəyişiklikləri kimi əsas siqnal xüsusiyyətlərinin araşdırılmasını əhatə edir.

Müxtəlif növ məlumatların arasında qanunauyğunluğun təyini baxımından PAS texnologiyasından alınan verilənlərdə əlaqələrin və qanunauyğunluqların müəyyən edilməsi müxtəlif akustik hadisələr və ətraf mühit şəraiti arasında mürəkkəb qarşılıqlı əlaqəni təyini üçün çox vacibdir. Buna nail olmaq üçün toplanan məlumatlarda korrelyasiya, asılılıq və təkrarlanan qanunauyğunluqların aşkar etmək məqsədi ilə qabaqcıl statistik metodlar və maşın öyrənmə üsullarından istifadə edilir.

Mühüm Komponentlərin Analizi (MKA) əsas xüsusiyyətlərini qorumaq şərti ilə, verilənlər bazasının həcmi azaltmaq üçün istifadə edilən güclü statistik texnikadır. Orta K və ya iyerarxik klasterləşdirmə kimi klasterləşdirmə alqoritmləri verilənlərin xüsusiyyətləri əsasında onların oxşar nöqtələrinin qruplaşdırılması üçün istifadə olunur. Bu isə öz növbəsində, analitiklərə verilənlər bazasında qanunauyğunluqları və tendensiyaları aşkar etməyə imkan verən oxşar davranış nümayiş etdirən klasterləri və ya verilənlərin nöqtələr qruplarını müəyyən etməyə köməklik edir. Korrelyasiya matrisləri verilənlər bazasındakı müxtəlif dəyişənlər arasında əlaqələrin gücünü və istiqamətini kəmiyyətə müəyyən etmək üçün istifadə edilmişdir. MKA üsulu müxtəlif faktorların PAS tərəfindən aşkar edilən akustik siqnallara necə təsir etdiyi barədə əhəmiyyətli məlumat verir.

01.06.2024-31.08.2024 tarixlərini əhatə edən rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlərin arasında sintetik verilənlər bazasının yaradılması, PAS məlumatlarının şaquli seysmik profilə çevrilməsi üçün metodologiyanın hazırlanması və Rəqəmsal modelin Neyron Şəbəkələri arxitekturası ilə inteqrasiyası olmuşdur.

Şaquli Seysmik Profil (ŞSP) məlumatları Yer kürəsinin yeraltı strukturları haqqında ətraflı məlumat əldə etmək üçün geofizika və seysmologiyada istifadə olunan metodlara istinad edir. ŞSP tədqiqatında seysmik mənbələr səthə yerləşdirilir və onlardan əmələ gələn seysmik dalğalar quyu daxilində müxtəlif dərinliklərdə yerləşdirilən sensorlar (geofonlar və ya akselerometrlər) tərəfindən qeydə alınır.

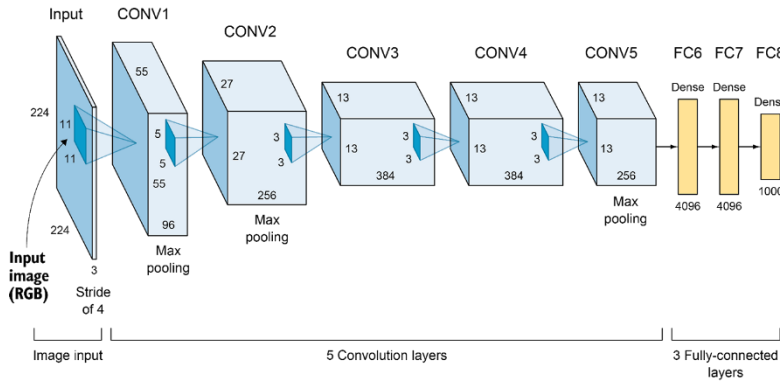
PAS yeraltı təsvirləri və monitorinqi təkmilləşdirmək üçün ŞSP tədqiqatlarına getdikcə daha çox inteqrasiya edilmiş nisbətən yeni texnologiyadır. Quyunun uzunluğu boyunca ya birbaşa quyu kəmərinə bərkidilmiş və ya xüsusi daşıyıcıya yerləşdirilən fiber-optik kabel quraşdırılır. Kabel bütün uzunluğu boyunca paylanmış sensor kimi çıxış edir və PAS fiber-optik kabel vasitəsilə lazer impulsu göndərməklə işləyir. Seysmik dalğalar yerin altından keçərək liflə qarşılıqlı əlaqədə olduqda, arxaya səpələnən işıq siqnalında kiçik dəyişikliklərə səbəb olur. Seysmik dalğaların gəliş vaxtlarını və amplitudalarını müəyyən etmək üçün bu dəyişikliklər aşkar edilir və təhlil edilir. Diskret sensorları olan ənənəvi geofon massivlərindən fərqli olaraq, PAS fiber-optik kabelin uzunluğu boyunca fasiləsiz fəza seçiciliyini təmin edir. Bu o deməkdir ki, o, eyni vaxtda çoxsaylı nöqtələrdə seysmik siqnalları tuta bilir. PAS sistemi adi ŞSP tədqiqatlarından əldə edilənlərə bənzər seysmik profillər yaratmaq üçün əks səpələnən işıq verilənləri təhlil edir.

ŞSP üçün sintetik məlumatların yaradılması təşkil olunmuşdur, hansı ki, real SVB məlumatlarının necə görünəcəyinə dair model yaratmaq üçün seysmik dalğaların və onların yeraltı strukturlarla qarşılıqlı təsirinin simulyasiyasını əhatə edir. Bu proses sorğuların tərtib edilməsi, məlumatların emalı alqoritmlərinin təsdiqi və faktiki sahə məlumatlarının şərh edilməsi üçün vacibdir. Beləliklə, layihənin bu mərhələsində sintetik ŞSP məlumatlarının necə yaradılacağına dair addım-addım təlimat hazır edilmişdir.

PAS məlumatlarının ŞSP məlumatlarına bənzər bir formata çevrilməsi seysmik dalğaların qazma quyusunda ayrı-ayrı dərinliklərdə qeydə alındığı ənənəvi ŞSP formatına fiber-optik kabeldən davamlı paylanmış ölçmələrin

çevrilməsini nəzərdə tutur. Bu çevirmə prosesi məlumatların əldə edilməsi yanaşmasında mahiyyətə fərqli olan PAS məlumatlarının ŞSP-yə bənzər formata daqiq şəkildə təmsil olunmasını təmin etmək üçün xüsusi addımlar və üsullar tələb edir. Prosedurun Addımları kimi PAS məlumatların anlayışı, PAS məlumatlarının öncədən işlənməsi, PAS məlumatlarını dərinliyə uyğunlaşdırılması və ŞSP-yə bənzər verilənlərin yaradılması layihə çərçivəsində təqdim olunmuşdur.

Qıvrımlı Neyron Şəbəkəsindən (QNŞ) istifadə edərək sintetik PAS məlumatlarını sintetik Şaquli Seysmik Profila (ŞSP) çevirmək önəmli mərhələlərdən biridir (Şəkil 1-də göstərilən sxem davamlı PAS məlumatları ilə diskret ŞSP məlumatları arasında xəritələşdirməni öyrənmək üçün QNŞ-lərdən istifadə etməyi nəzərdə tutur) QNŞ arxitekturasından istifadə edərək bu çevirməni həyata keçirmək üçün strukturlaşdırılmış yanaşma Məlumatların hazırlanmasını, Qıvrımlı Neyron Şəbəkəsinin Arxitekturasın müəyyənləşdirilməsini, Qıvrımlı Neyron Şəbəkəsi üçün təlimi, qiymətləndirmə və əvəzlənməni özündə əks etdirir ki, ətraflı olaraq bu yanaşma müvafiq rübün hesabatında əksini tapmışdır.

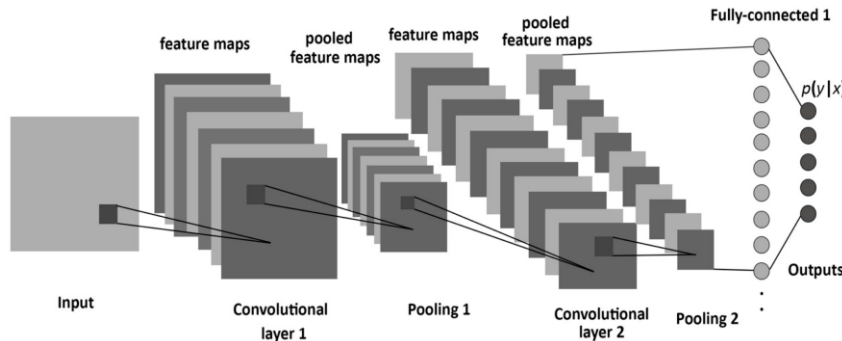


Şəkil 1.
QNŞ Arxitekturasının ümumi
sxematik təsviri

Birinci il üçün sonuncu, 01.09.2024-30.11.2024 tarixlərini əhatə edən rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər arasında Neyron şəbəkələrin verilənlərin strukturuna uyğun qurulması və optimizasiyası, Modelin sintetik məlumatlar üzərində sınaqdan keçirilməsi və kalibrənməsi aparılmışdır.

Neyroşəbəkələrin optimallaşdırılması maşın öyrənməsinin mühüm aspektidir, çünki o, modelin effektiv öyrənmə və görünməyən məlumatlardan yaxşı ümumiləşdirmə qabiliyyətinə birbaşa təsir göstərir. Neyron şəbəkələri kontekstində optimallaşdırma adətən giriş məlumatlarının strukturu və xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırmaq üçün həm arxitekturanın, həm də təlim prosesinin təkmilləşdirilməsinə aiddir. Verilənlər strukturunun neyron şəbəkənin optimallaşdırılmasına necə təsir etdiyini və model performansını yaxşılaşdırmaq üçün bu anlayışdan necə istifadə edəcəyimizi nəzərdən keçirək.

Bu addımda biz neyron şəbəkənin optimallaşdırılmasına və şəbəkə arxitekturası baxımından bu optimallaşdırmaya təsir edən amillərin öyrənilməsinə diqqət yetirərək qıvrılmış neyron şəbəkələri (QNŞ) arxitekturasından istifadə edirik (Şəkil 2).



Şəkil 2.
QNŞ arxitektura elementinin
sxematik təsviri

QNŞ-nin bir neçə parametri onun işinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər. Bu parametrlər şəbəkənin

verilənləri nə dərəcədə yaxşı öyrənməsinə və ümumiləşdirməsinə təsir göstərir. Əsas parametrlərə aşağıdakılar daxildir:

1. Şəbəkə arxitekturası :

- Təbəqələrin sayı : Şəbəkənin dərinliyi (məsələn, qıvrımlı, birləşən və tam qoşulmuş təbəqələrin sayı) modelin mürəkkəb qanunauyğunluqların öyrənmək qabiliyyətinə təsir göstərə bilər.
- Nüvə ölçüsü : Qıvrımlama filtrlərinin ölçüsü (məsələn, 3x3, 5x5) qəbuledici sahəyə və şəbəkənin giriş məlumatlarından çıxara biləcəyi funksiyaların növünə təsir göstərir.
- Addım : Qıvrımlama filtrlərinin daxil edilmiş təsvir üzərində hərəkət etdiyi addım ölçüsü. O, çıxış xüsusiyyət xəritəsinin məkan həllinə nəzarət edir.
- Doldurma : Qıvrımlama və ya birləşdirmədən sonra məkan ölçülərini qorumaq üçün daxil edilmiş məlumatların necə doldurulduğunu (sıfır doldurma və ya eyni doldurma) müəyyən edir.

2. Aktivləşdirmə funksiyaları :

- ReLU (Rectified Linear Unit) , Leaky ReLU , Sigmoid , Tanh və s. neyronların çıxışına tətbiq edilən qeyri-xətti transformasiyaya təsir edərək modelin mürəkkəb nümunələri tutma qabiliyyətinə təsir edir.
- Softmax: Çox vaxt logitləri ehtimallara çevirmək üçün təsnifat problemləri üçün çıxış qatında istifadə olunur.

3. Təbəqələrin birləşdirilməsi :

- Maksimum və ya orta birləşdirmə : Birləşdirmə əməliyyatının ölçüsü və addımı xüsusiyyət xəritəsinin məkan həllinə və hesablama səmərəliliyinə təsir göstərə bilər.
- Birləşdirmə mühüm xüsusiyyətləri qoruyarkən ölçüləri azaltmağa kömək edir, lakin həddindən artıq yığılma mühüm məkan məlumatının itirilməsi ilə nəticələnə bilər.

4. Öyrənmə dərəcəsi :

- Təlim zamanı hər yeniləmə ilə modelin çəkirlərinin nə qədər tənzimləndiyini müəyyən edən optimallaşdırma prosesində əsas parametrlər.
- Əgər dəyər çox böyükdürsə, model çox tez birləşə və ya hətta ayrıla bilər; çox az olarsa, öyrənmə prosesi çox yavaş ola bilər və ya yerli minimumlarda ilişib qala bilər.

5. Lot ölçüsü :

- Model təliminin bir iterasiyasında istifadə olunan təlim nümunələrinin sayı. Daha kiçik partiya ölçüsü daha tez-tez yeniləmələrə, lakin daha çox səs-küyə səbəb ola bilər, daha böyük partiya ölçüsü isə daha sabit yeniləmələrə səbəb ola bilər, lakin daha çox yaddaş tələb edir.

6. Optimizator :

- Optimallaşdırma alqoritminin seçimi (məsələn, SGD , Adam , RMSprop) modelin nə dərəcədə effektiv öyrənilməsinə və yaxınlaşmasına təsir göstərir. Hər bir optimallaşdırıcının təlim zamanı öyrənmə sürətini necə uyğunlaşdırdığı ilə bağlı fərqli xüsusiyyətlər var.

7. Kütlə təyini :

- Təlimin əvvəlində kütlə təyini üsulu (məsələn, Xavier, He , təsadüfi və ya sıfır başlanğıc) modelin yaxınlaşma sürətinə və sabitliyinə təsir göstərə bilər.

8. Tənzimləmə üsulları :

- Ləğv: Həddindən artıq uyğunlaşmanın qarşısını almaq və ümumiləşdirməni yaxşılaşdırmaq üçün məşq zamanı təsadüfi olaraq neyronların bir hissəsini çıxarır.
- L2 nizamlanması (kütlənin azaldılması): modelin həddindən artıq uyğunlaşmasının qarşısını almaq üçün kütlənin ölçüsünə cərimə əlavə edir.
- Erkən dayandırma: Doğrulama dəstində modelin performans pisləşməyə başlayan kimi məşqi dayandırır və həddindən artıq uyğunlaşmanın qarşısını alır.

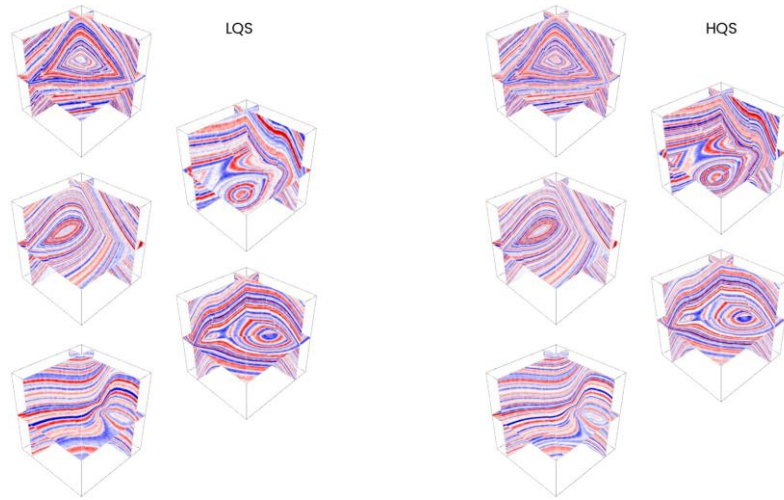
9. Məlumat uzadılması :

- Təlim məlumatlarının təsadüfi çevrilmələrlə (məsələn, fırlanma, miqyasda dəyişdirmə, çevirmə) artırılması modelin möhkəmliyini və ümumiliyini məlumatlarda daha çox dəyişikliyə məruz qoyaraq yaxşılaşdırma bilər.
10. Filtrlərin (kanalların) sayı :
- Hər bir qırılma təbəqəsindəki filtrlərin sayı modelin müxtəlif xüsusiyyət təmsillərini öyrənmək qabiliyyətinə təsir göstərir. Daha çox filtr daha mürəkkəb xüsusiyyətləri tuta bilər, lakin hesablaşma xərclərini artırır.
11. Tam qoşulmuş təbəqə ölçüsü:
- Tam birləşmiş təbəqələrdə (sıx təbəqələrdə) neyronların sayı modelin tutumuna təsir edə bilər. Həddindən artıq çox neyron həddindən artıq uyğunlaşmaya səbəb ola bilər və çox az sayda neyron modelin mürəkkəb nümunələri öyrənmək qabiliyyətini məhdudlaşdırma bilər.
12. Bükülmə təbəqələrinin dərinliyi :
- Qırılımlı təbəqələrin sayı şəbəkənin müxtəlif abstraksiya səviyyələrində iyerarxik xüsusiyyətləri (məsələn, kənarlar, fakturalar, obyektlər) öyrənmək qabiliyyətinə təsir göstərir.
13. Öyrənmə dərəcəsi planlayıcıları :
- Təlim zamanı öyrənmə sürətini dinamik şəkildə tənzimləmək, məsələn, öyrənmə dərəcəsinin yumşaldılması və ya dövrü öyrənmə dərəcələri, yaxınlaşmanı yaxşılaşdırmağa və həddindən artıq uyğunlaşmadan qaçmağa kömək edə bilər.

Bu parametrləri sazlamaq və birləşdirməklə siz təsvirin təsnifatı, obyektin aşkarlanması və ya segmentasiya kimi konkret tapşırıq üçün qırılma neyron şəbəkəsinin işini optimallaşdırma bilərsiniz.

Modelin sintetik məlumatlar üzərində sınaqdan keçirilməsi və kalibrlənməsi

Bu bölmədə biz QNŞ arxitekturasının performansını sintetik seysmik məlumatlar üzərində sınaqdan keçiririk. Modelin məqsədi aşağı ayırdetmə məlumatlarından yüksək keyfiyyətli (yüksək ayırdetmə) 2D məlumatı proqnozlaşdırmaqdır. 2D təsvir dilimləri əvvəlcədən yaradılmış 3D seysmik həcmlərdən götürülmüşdür (Şəkil 3).

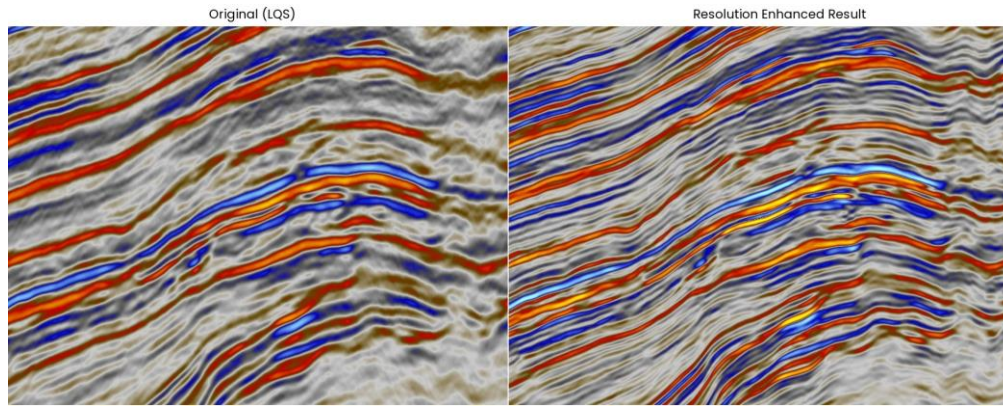


Şəkil 3. Yaradılmış 3D aşağı keyfiyyətli seysmik (LQS) və yüksək keyfiyyətli seysmik (HQS) məlumatlarının nümunəsi

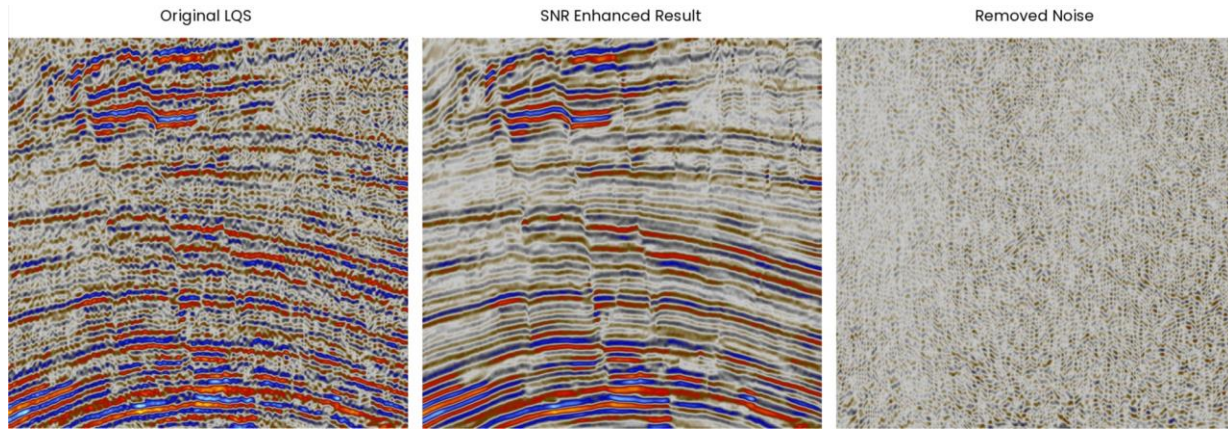
Aşağı keyfiyyətdən yüksək keyfiyyətə keçərkən məlumatların bütün mümkün xüsusiyyətlərini əhatə etmək üçün böyük miqdarda məlumat üzərində təlim keçirilmişdir.

Bu bölmədə biz iki problemi nəzərdən keçiririk: ayırdetmə qabiliyyətinin artırılması və seysmik məlumatların siqnalda səs-küyə nisbətinin (SNR) artırılması.

Arxitekturanı sintetik məlumatlar üzərində öyrətdikdən sonra biz real verilənlər üzərində öyrədilmiş modeli tətbiq edirik. Nəticədə Şəkil 4 və Şəkil 5-də göstərilən nəticələri əldə edirik.



Şəkil 4. LQS məlumatlarından istifadə edərək seysmik ayırdetmənin gücləndirilməsi nümunəsi



Şəkil 5. Orijinal aşağı SNR seysmik təsvirdən istifadə edərək seysmik məlumatlar üçün SNR təkmilləşdirilməsi

Bu şəkillər neyron şəbəkə parametrlərinin optimallaşdırılması və kalibrlənməsindən sonra yekun nəticələri göstərir. Modelin keyfiyyətinə təsir edən neyron şəbəkəsinin əsas və ən vacib parametri optimallaşdırıcıdır, çünki məlumatların yerli və qlobal xüsusiyyətlərini düzgün nəzərə almağa və qlobal səviyyəyə yaxın minimuma düzgün yaxınlaşmağa imkan verir.

Beləliklə layihənin yerinə yetirilmə planı və mərhələləri cədvəlində birinci il üçün nəzərdə tutulan 4 mərhələ uğurla başa çatdırılmışdır. Qoyulmuş məsələ üzrə ədəbiyyat icmalının aparılması, icmal əsasında müəyyən əlavə tədqiqatların həyata keçirilməsi və hazırlanmış məlumatların təsdiqi, müxtəlif növ məlumatların arasında müəyyən qanunauyğunluqların təyini və ən əsası, sintetik verilənlər bazasının yaradılması, inteqrasiyası, optimizasiyası, Modelin sintetik məlumatlar üzərində sınaqdan keçirilməsi və kalibrlənməsi aparılmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, ilk 4 mərhələnin və xüsusi olaraq, modelin sintetik məlumatlar üzərində sınaqdan uğurla keçməsi real sahə məlumatları əsasında bu modelin tətbiqi üçün layihə çərçivəsində alınması nəzərdə tutulan işçi stansiyanın quraşdırılmasına və istifadəyə verilməsinə ciddi zəruriyyət yaradır.

2

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihənin həyata keçirilməsində planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsinin faiz göstəriciləri:

- ✓ Mövcud məlumatların toplanması və standartlaşdırılması – 100%
- ✓ Ədəbiyyat icmal – 100%
- ✓ Məlumatların hazırlanması və öncəki işlənməsi – 100%

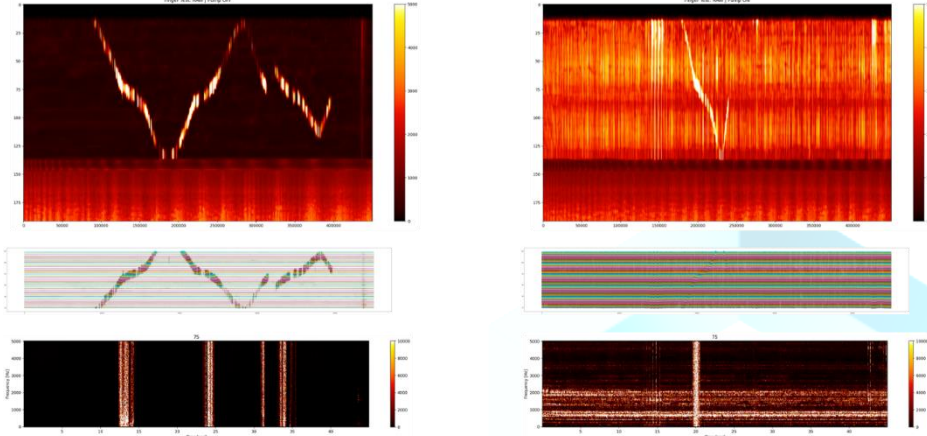
- ✓ Ətraflı təhlil və keyfiyyətin yoxlanılması – 100%
- ✓ İşlənmiş məlumatların təsdiqi – 100%
- ✓ Məlumatların ilkin analizi – 100%
- ✓ Müxtəlif növ məlumatların arasında qanunauyğunluğun təyini – 100%
- ✓ Sintetik verilənlər bazasının yaradılması – 100%
- ✓ PAS məlumatlarının şaquli seysmik profilə çevrilməsi üçün metodologiyanın hazırlanması – 100%
- ✓ Rəqəmsal modelin Neyron Şəbəkələri arxitekturası ilə inteqrasiyası – 100%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə alınan nəticələr:

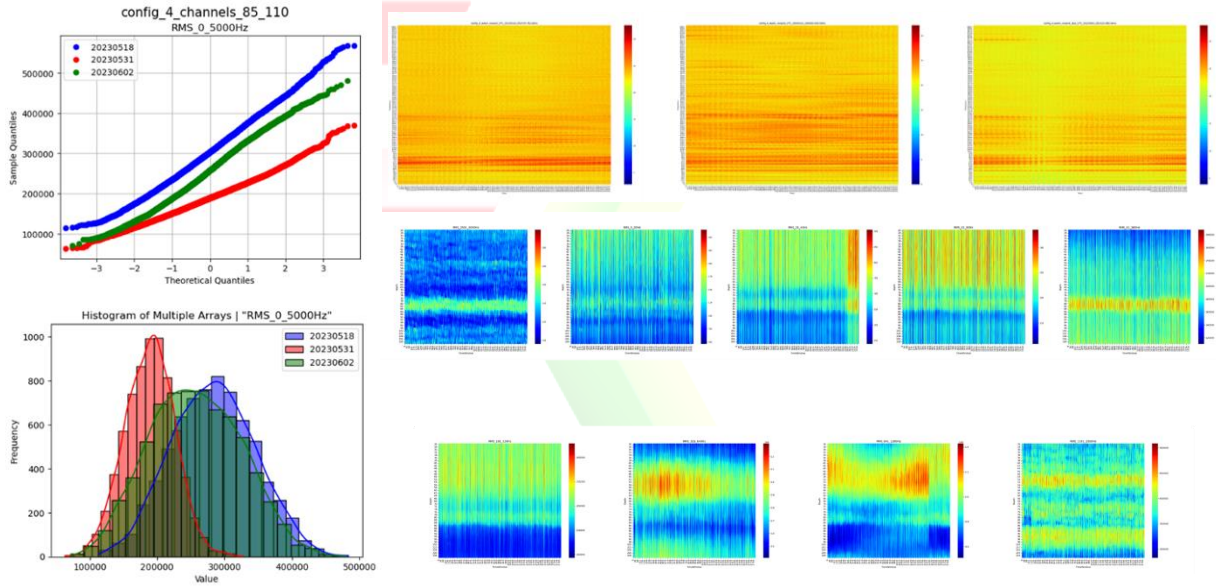
1. Paylanmış Akustik Sensorlar texnologiyası üçün inkişaf etdirilmiş innovativ bir yanaşma ilə real zamanda boru kəmərinin monitoring şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu qurulmuşdur.
2. Təcrübə məlumatların tamlığını və müqayisə oluna bilməyini təmin etmək üçün standartlaşdırma prosesi vahid PAS konfigurasiyası və zaman işarələmənin dəqiq uyğunlaşdırılması ilə həyata keçirilmişdir.
3. Alınan akustik siqnallar ilə təcrübə hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir.
4. Qısa müddətli Furje transformasiyasının tətbiqi əsasında dinamik təsvir müxtəlif eksperimental şəraitdə baş verən akustik siqnal xüsusiyyətlərində dəyişikliklər müəyyən edildi.
5. PAS kanalları üzrə məlumatların təhlili və akustik siqnalların fəza ölçülərindən istifadəsi kanalları ayrı-ayrılıqda araşdırarkən qeydə alınmış bilməyən qanunauyğunluqlar və kənar çıxıntılar aşkar olundu.
6. Müxtəlif PAS kanallarından gələn siqnalların müqayisəsi əsasında fəzada lokallaşdırılmış hadisələri müəyyən edildi.
7. PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü (3D) formatda təqdimatı hazırlandı. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini mümkün etdi.
8. İlkin siqnalların bütövlüyünün qorunması üçün hərtərəfli ciddi kompleks yoxlamalar və testlər hazırlanmış və tətbiq edilmişdir.
9. Paylanmış Akustik Sensorlar (PAS) texnologiyasından alınan verilənlərin etibarlılığının təmin edilməsi sahəsində tamamilə yeni olan, işlənmiş məlumatların səs-küy nisbətinin effektiv şəkildə azaldılması və müvafiq xüsusiyyətlərin yaxşılaşdırılması şərti ilə, ilkin siqnalların bütövlüyünün qorunması üçün sintetik verilənlər toplusu ilə çarpaz yoxlama üsulu istifadə olunmuşdur.

10. Həmçinin, işlənmiş məlumatların səs-küy nisbətinin effektiv şəkildə azaldılması və müvafiq xüsusiyyətlərin yaxşılaşdırılması şərti ilə, ilkin siqnalların bütövlüyünün qorunması üçün yeni yanaşma



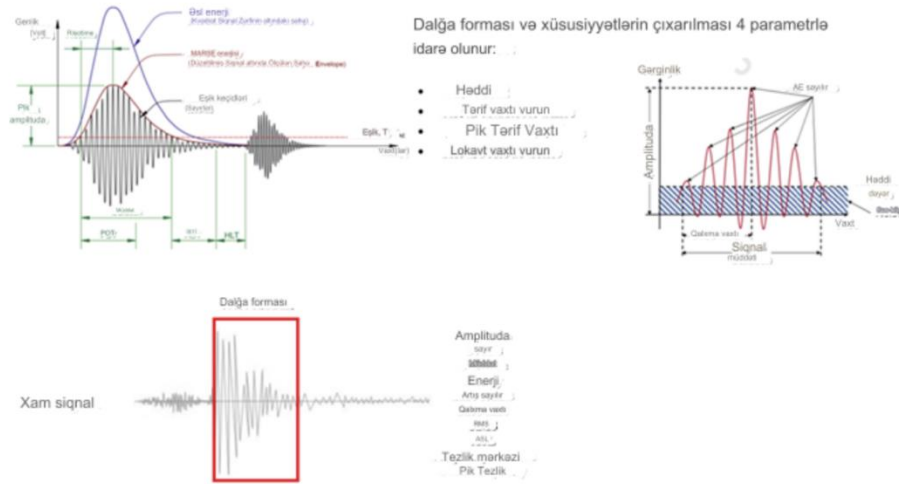
tətbiq edərək ilkin siqnallardan emal olunmuş məlumatların idarə olunan eksperimentlərin həqiqi məlumatları ilə müqayisəsi aparılmışdır, verilənlər toplusunun müxtəlif seqmentləri üzrə ardıcılıq yoxlamalarından istifadə olunmuşdur.

11. Məlumatların ilkin analizi mərhələsində özündə məlumatın formasını, paylanmasını və əsas tendensiyaların xülasəsini əks etdirən təsviri statistika üsulu tətbiq olunmuşdur. Müasir yanaşmalara uyğun, zaman sıralarının qrafikləri, histoqramlar və spektroqramlar kimi üsullardan alınan verilənlərin əlaqələndirilməsini, daxilində meylləri, qanunauyğunluqları və anomaliyaları müəyyən etməyə kömək edə biləcək Vizuallaşdırılma aparılmışdır.



12. PAS texnologiyasından alınan verilənlərin etibarlılığının təmin edilməsi sahəsində yeni olan, verilənlərdə xətalara, kənar çıxmaları izah edən, üstəlik verilənlər bazasının həcmi azaltmaq üçün istifadə olunan "Mühüm Komponentlərin Analizi" statistik texnika tətbiq olunmuşdur.
13. PAS texnologiyasından alınan verilənlərin etibarlılığının təmin edilməsi sahəsində yeni olan, verilənlərin xüsusiyyətləri əsasında onların oxşar nöqtələrinin qruplaşdırılması üçün Klasterləşdirmə alqoritmləri istifadə olunmuşdur.

14. PAS texnologiyasından alınan verilənlərin etibarlılığının təmin edilməsi sahəsində yeni olan, verilənlər bazasındakı müxtəlif dəyişənlər arasında əlaqələrin gücünü və istiqamətini kəmiyyətçə müəyyən etmək üçün Korrelyasiya matrisləri istifadə olunmuşdur.



15. Seysmik dalğaların və onların yeraltı strukturlarla qarşılıqlı təsirinə simulyasiyasını əhatə edən və sorğuların tərtib edilməsi, məlumatların emalı alqoritmlərinin təsdiqi və faktiki sahə məlumatlarının şərh edilməsi üçün Sintetik verilənlər bazası yaradılmışdır.
16. Seysmik dalğaların qazma quyusunda ayrı-ayrı dərinliklərdə qeydə alındığı ənənəvi ŞSP formatına fiber-optik kabledən davamlı paylanmış ölçmələrin çevrilməsini və məlumatların əldə edilməsi yanaşmasında mahiyyətçə fərqli olan PAS məlumatlarının ŞSP-yə bənzər formatda dəqiq şəkildə təmsil olunmasını təmin edən PAS məlumatlarının şaquli seysmik profilə çevrilməsi üçün metodologiya hazırlanmışdır.
17. Qırırmlı Neyron Şəbəkə Arxitekturası əsasında Sintetik PAS-ın Sintetik ŞSP məlumatlarına çevrilməsi təqdim olunmuşdur (QNŞ Arxitekturasının Ümumi Sxematik təsviri təqdim olunmuşdur).
18. Neyron şəbəkələrin verilənlərin strukturuna uyğun qurulması və optimizasiyası üçün QNŞ-nin verilənləri daha yaxşı öyrənməsinə və ümumiləşdirməsinə təsir göstərən 13-ə qədər parametrlə müəyyən olaraq, təqdim olunmuşdur.
19. Modelin sintetik məlumatlar üzərində sınaqdan keçirilməsi və kalibrənməsi aparılaraq modelin keyfiyyətinə təsir edən neyron şəbəkəsinin əsas və ən vacib parametri olan – optimallaşdırıcı müəyyən olunmuşdur.
20. QNŞ arxitekturanı sintetik məlumatlar üzərində öyrətdikdən sonra real verilənlər üzərində öyrədilmiş model hazırlanmışdır.

4 Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələdə AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli "Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi" adlı layihə üzrə:

- ✓ Fiber-optik sistemlərin məlumatlarından və ona tətbiq olunmuş neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə borularda çoxfazlı axının simulyasiyası və riyazi modelləşdirilməsi, qaz sızma yerlərinin təyini və şaquli seysmik profillərinin fiber optik məlumatlarından alınması və interpretasiyası üçün innovativ bir yanaşma ilə, real zamanda boru kəmərinin monitorinq şərtlərini yaxından simulyasiya etmək üçün axın xəttini özündə əks etdirən laboratoriya qurğusu istifadəyə verilmişdir.
- ✓ PAS sisteminin borunun işləmə səsləri ilə xarici ətraf səslər arasında fərq etmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün, laboratoriyada tənzimlənən ətraf səslər mənbəyi yaradılmışdır.
- ✓ Qumun çöküntü nəqlinin modelləşdirməsi və nümunələrin götürməsi üçün, qum müntəzəm olaraq axına daxil edilmiş və müxtəlif intervallarda su nümunələri götürülmüşdür.
- ✓ Küləkli şəraiti simulyasiya edərək, açıq hava şəraitində boru mühitində yayılan külək və səslərə olan PAS

- sisteminin həssaslığının qiymətləndirilməsi aparılmışdır.
- ✓ Əktəziyə olan düzəlişlər PAS sistemi tərəfindən əldə edilən akustik profilərə təsir edə biləcək təsirlərin öyrənilməsinə yönəlmişdir.
 - ✓ Hərtərəfli təhlil və keyfiyyətə nəzarəti təmin etmək üçün təcrübə nəticələri iki müxtəlif formatda (MS-TDMS və CSV) qeydə alınmış və saxlanılmışdır.
 - ✓ Standartlaşdırma prosesimizin əsasında hər bir qeyd seansı üçün eyni PAS konfigurasiya parametrlərinin ardıcıl istifadəsi idi.
 - ✓ Alınan akustik siqnallar ilə təcrübə hadisələrin zamana görə uyğunlaşdırılması üçün qeydə alınmış bütün hadisələrin müddət aralıqları PAS göstəriciləri ilə əlaqələndirilmişdir.
 - ✓ Qısa müddətli Furje transformasiyasının tətbiqi zaman seriyası məlumatlarını tezlik bölgəsinə çevirməyə imkan verdi, bu isə bizi zamanla tezlik spektrinin dinamik təsviri ilə təmin etdi.
 - ✓ Bir sıra PAS kanalları üzrə məlumatları təhlil edərək, biz akustik siqnalların fəza ölçülərindən istifadə edə bildik ki, bu da kanalları ayrı-ayrılıqda araşdırarkən qeydə alınma bilməyən qanunauyğunluqları və kənar çıxmaları aşkar etməyə imkan verdi.
 - ✓ Müxtəlif tezlik diapazonları arasında enerji nisbətlərinin hesablanması siqnalın enerji qiymətinin spektr üzrə paylanmasına dair məlumat verdi və bu, spesifik akustik hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi.
 - ✓ Müxtəlif PAS kanallarından gələn siqnalların müqayisəsi fəzada lokallaşdırılmış hadisələri müəyyən etməyə kömək etdi, bu isə bizə akustik siqnalların təcrübə qurğusunda necə yayıldığına dair anlayışımızı yaxşılaşdırdı.
 - ✓ Məlumatların işlənməsində mühüm nəticə kimi, PAS məlumatlarının vaxt, tezlik və fəza ölçülərini özündə əks etdirən üçölçülü (3D) formatda təqdimatı oldu. Bu innovativ üsul, zaman və məkanda baş verən mürəkkəb akustik hadisələrin vizuallaşdırılmasına imkan verərək, görünməmiş təhlil səviyyəsini mümkün etdi.
 - ✓ Sintetik verilənlər toplusu ilə çarpaz yoxlama üsulu
 - ✓ İlk siqnalların bütövlüyünün qorunması üçün yeni yanaşma tətbiq edərək ilk siqnallardan emal olunmuş məlumatların idarə olunan eksperimentlərin həqiqi məlumatları ilə müqayisəsi.
 - ✓ Təsviri statistika üsulu tətbiq olunmuşdur. Vizuallaşdırılma.
 - ✓ "Mühüm Komponentlərin Analizi" statistik texnika.
 - ✓ Korrelyasiya matrisləri yanaşması.
 - ✓ Yer kürəsinin yeraltı strukturları haqqında ətraflı məlumat əldə etmək üçün geofizika və seysmologiyada istifadə olunan Şaquli Seysmik Profil məlumatları əks etdirən metodlardan istifadə olunub
 - ✓ Yeraltı modelin müəyyən edilməsi üçün Geoloji model, Partlayıcı maddələr və ya vibroseysmika, Seysmik dalğaların yayılmasını simulyasiyası yanaşmaları tətbiq olunmuşdur.
 - ✓ PAS məlumatlarını dərinliyə uyğunlaşdırılması
 - ✓ Ətrafdakı səs-küyü minimuma endirmək və siqnal-küy nisbətini artırmaq üçün PAS məlumatlarına səs-küyün azaldılması
 - ✓ Fiber-optik kabel boyunca fəza nöqtələrini buruqdakı müvafiq dərinliklərə uyğunlaşdırılması
 - ✓ Davamlı PAS ölçmələri əsasında diskret dərinlik intervalları və ya xanaların yaradılması
 - ✓ İşlənmiş PAS məlumatlarını müxtəlif dərinliklərdə diskret seysmik izlərə çevrilməsi
 - ✓ Müxtəlif dərinliklərdə izlərin seçilməsi və ya birləşdirməsi ilə PAS məlumatlarından sintetik ŞSP profillərin yaradılması
 - ✓ Qıvrımlı Neyron Şəbəkə Arxitekturası əsasında Sintetik PAS-ın Sintetik ŞSP məlumatlarına çevrilməsi (Sintetik PAS və ŞSP verilənlərin generasiyası və emalı)
 - ✓ Qıvrımlı Neyron Şəbəkəsinin Arxitekturasının müəyyənləşdirilməsi
 - ✓ Qeyri-xəttiliyi təqdim etmək və şəbəkəyə mürəkkəb nümunələri öyrənməyə kömək etmək üçün Rectified Linear Unit (ReLU) aktivləşdirmə funksiyasının tətbiqi

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Qıvrımlı Neyron Şəbəkəsi üçün təlim (Adam və ya Stoxastik Qradient Enmə (SQE) kimi optimallaşdırıcı, MSE, R-kuadrat və ya korrelyasiya əmsalları kimi metriklərdən istifadə) ✓ Neyron şəbəkələrin verilənlərin strukturuna uyğun qurulması və optimizasiyası üçün QNŞ-nin verilənləri daha yaxşı öyrənməsinə və ümumiləşdirməsinə təsir göstərən 13-ə qədər parametrlərin tətbiq olunmuşdur
5	<p>Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərəcə olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (surətlərini əlavə etməli!)</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il müddətində aparılan elmi-tədqiqat işlərinin nəticəsində “Integrating Deep Learning Methods in Seismic Image Resolution Enhancement” adlı məqalə hazırlanır çap üçün.</p>
6	<p>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün istifadə olunan üsul və yanaşmalar əsasında səmərələşdirici təkliflər Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlərin hissəsində qeyd olunmuşdur.</p>
7	<p>Layihə üzrə ezamiyyətlər</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə ezamiyyətlər nəzərdə tutulmayıb.</p>
8	<p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak nəzərdə tutulmayıb</p>
9	<p>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə tədbirlərdə iştirak baş tutmamışdır.</p>
10	<p>Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə heç bir elmi məruzə təqdim olunmamışdır.</p>
11	<p>Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə heç bir cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar alınmamışdır</p>
12	<p>Yerli həmkarlarla əlaqələr</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə Bakı Dövlət Universiteti ilə “eiLink” və “Waverity” şirkətləri arasında bir sıra müzakirələr aparılmışdır.</p>
13	<p>Xarici həmkarlarla əlaqələr</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə xarici həmkarlarla görüşlər baş tutmamışdır.</p>
14	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı</p> <p>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı</p>

	<i>layihə üzrə kadr hazırlığı nəzərdə tutulmamışdır.</i>
15	Sərgilərdə iştirak <i>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə sərgilərdə iştirak baş tutmamışdır.</i>
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi <i>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi nəzərdə tutulmamışdır.</i>
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. <i>01 dekabr 2023-cü il – 30 noyabr 2024-cü il tarixləri əhatə edən 4 mərhələ üçün AEF-MCG-2023-1(43)-13/02/1-M-02 nömrəli “Süni İntellekt və Neyron Şəbəkələrin paylanmış fiber optik sistemlərində tətbiqi” adlı layihə üzrə alınan nəticələr əsasında elmi-kütləvi nəşrlər hazırlanmaqdadır.</i>

Layihə rəhbərinin imzası _____ Ağamalıyev Zöhrab Ədalət oğlu

Tarix _____

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.