Abdreymov Manas Bekpolatovich dotsent
O'zbekiston davlat san'at va madaniyat instituti
Nukus filiali Texnogen san'ati kafedrasi mudiri

OVOZNI TOZALASH VA TIKLASHNING ZAMONAVIY USULLARI (ILMIY-AMALIY TAHLIL)

Annotatsiya

Ushbu ilmiy-amaliy maqola ovozni tozalash va tiklashning (audio restavratsiya) zamonaviy texnologik va psixoakustik usullarini chuqur tahlil qiladi. Tadqiqot davomida audio yozish jarayonida yuzaga keladigan asosiy akustik hamda elektr shovqin turlari klassifikatsiya qilinib, ularni bartaraf etishning an'anaviy va raqamli yechimlari ko'rib chiqilgan. Xususan, iZotope RX kabi professional dasturlarda spektral tahrirlash mexanizmlari hamda sun'iy intellekt (AI) va neyrotarmoqlarga asoslangan algoritmlarning sohadagi inqilobiy o'rni ilmiy dalillar bilan yoritilgan. Shuningdek, tarixiy arxiv materiallarini raqamlashtirish muammolari va zamonaviy texnologiyalar fonida ovoz rejissyorining estetik nazorati — inson omilining ajralmas ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so'zlar

Ovoz rejissyorligi, Audio restavratsiya, Spektral tahlil va tahrirlash, Sun'iy intellekt (AI) va neyrotarmoqlar, Shovqinni pasaytirish (Noise reduction), Psixoakustika, iZotope RX, Arxiv yozuvlarini raqamlashtirish.

Ovoz rejissyorligi va audio muhandislik sohasida yozuvni tozalash va tiklash (audio restoration) nafaqat texnik, balki murakkab psixoakustik jarayon hisoblanadi. Odam qulog'i va miyasi atrof-muhitdagi tovushlarni qabul qilishda nihoyatda sezgir biologik mexanizm bo'lib, har qanday sun'iy shovqin yoki chastota buzilishlari tinglovchining diqqatini asosiy ma'lumotdan chalg'itadi. Ilmiy nuqtai nazardan, ovoz yozish paytida havo bosimining o'zgarishi mikrofon membranasi orqali elektr signallariga aylanadi. Ushbu transformatsiya jarayonida turli xil anomaliyalar, jumladan, elektr zanjiridagi qarshiliklar, xonaning akustik xususiyatlari va tashqi omillar ta'sirida foydali signal va zararli shovqin (noise) nisbati buziladi. Zamonaviy media standartlari ushbu nisbatning maksimal darajada yuqori bo'lishini talab qiladi.

Tarixga nazar tashlaydigan bo'lsak, analog davrda ovozni tozalash imkoniyatlari juda cheklangan edi. Magnit lentalarga yozilgan materiallardagi shivirlash (tape hiss) kabi shovqinlarni yo'qotish uchun ekvalayzerlar (EQ) va chastota filtrlari ishlatilgan. Biroq, bu usullar qo'pol fizika qonuniyatlariga asoslangan bo'lib, shovqin bilan birga asosiy ovozning ham ma'lum chastotalarini kesib tashlar, natijada ovoz "bo'g'iq" holatga kelib qolardi. Raqamli signalni qayta ishlash (Digital Signal Processing - DSP) texnologiyalarining paydo bo'lishi bu sohada haqiqiy inqilob yasadi. Zamonaviy raqamli tozalash usullari audioni vaqt va chastota o'qlarida spektral tahlil qilishga asoslanadi. Bu usul ovoz rejissyoriga tovushni nafaqat eshitish, balki "ko'rish" imkonini beradi. "Ovozni tiklash va tozalash jarayoni faqatgina istalmagan chastotalarni matematik ravishda kesib tashlash emas, balki yozuvning dastlabki akustik muhiti, emotsional harorati va estetik yaxlitligini eshituvchiga xuddi asl holatidagidek yetkazib berish san'atidir."[1]

[1] Devid Mayls Xuber, "Zamonaviy ovoz yozish texnologiyalari", 142-bet, Nyu-York.

Haqiqatan ham, amaliyotda biz shunday holatlarga duch kelamizki, o'ta toza, "steril" qilingan ovoz o'zining tabiiyligini yo'qotadi va robotlashgan, jonsiz ohangga kirib qoladi. Shu sababli, bugungi kunda ovoz rejissyorlari oldida turgan asosiy ilmiy vazifa — audioning spektral tarkibini saqlab qolgan holda faqat kerakli shovqin tugunlarini identifikatsiya qilish va ularni pasaytirishdir.

Ovozni tozalash amaliyotiga o'tishdan oldin, dushmanning tabiatini ilmiy jihatdan tushunib olish talab etiladi. Ovoz yozish jarayonida paydo bo'ladigan nuqsonlarni chastota xarakteristikasi va vaqt davomiyligiga ko'ra bir necha toifalarga ajratish mumkin. Bularni to'g'ri klassifikatsiya qilish muammoni hal etish uchun qaysi raqamli algoritmni tanlash kerakligini belgilaydi.

Birinchi guruh — keng polosali shovqinlar (Broadband Noise). Ular butun eshitish chastotasi spektri bo'ylab (20 Hz - 20 000 Hz) tarqaladi. Konditsionerning ishlashi, kompyuter kuleri, shamol yoki mikrofonning o'zidan chiqadigan elektr "shivirlashi" shular jumlasidandir. Ularga qarshi kurashish murakkab, chunki ular inson ovozi bilan bir xil chastotalarda yashaydi. Zamonaviy plaginlar bu yerda "Shovqin profili" usulidan foydalanib, matematik model asosida to'lqinlarni ayrish (subtraction) usuli bilan pasaytiradi. Ikkinchi guruh — impulsli, o'tkir shovqinlar (Transient Noises). Mikrofon membranasiga havoning kuchli urilishi, tildagi chertishlar yoki raqamli xatoliklar (clipping) bunga misol. Ular juda qisqa muddat davom etadi, ammo amplitudasi baland bo'ladi. Ularni yo'qotish uchun "De-click" algoritmlari audiodagi keskin to'lqin o'zgarishlarini topib, zararlangan qismni atrofdagi toza signallar asosida (interpolation) qayta tiklaydi.

Uchinchi guruhga tonal va elektr shovqinlari (Tonal Noise / Hum) kiradi. Elektr tarmog'idagi topraklama muammolari sababli yozuvga past chastotali (50 Hz yoki 60 Hz) g'o'ng'illash tushib qoladi va uning ustida garmonikalari ham paydo bo'ladi. To'rtinchi asosiy dushman esa xona aks-sadosidir (Reverb). Akustik jihatdan noto'g'ri ishlangan xonada qaytgan tovush to'lqinlari "bochka effekti" ni hosil qiladi. "Atrofdagi o'ziga xos shovqin spektri yoki tarmoqdagi elektr xatoliklari foydali signalning chastota diapazoni bilan ustma-ust tushganda, ularni an'anaviy analog filtrlar orqali tozalash muqarrar ravishda asosiy ovozning fazasini va tembrini buzilishiga olib keladi."[2] Bu to'g'ri identifikatsiya qilish ovozni tozalash jarayonining amaliy poydevori hisoblanadi. Zamonaviy "De-reverb" usullari signalning quruq va qaytgan to'lqinlarini farqlab, faqat ortiqcha aks-sadoni qirqib tashlash imkonini bermoqda.

Ovozni tozalash va tiklash borasida zamonaviy ovoz rejissyorlarining asosiy "jarrohlik stoli" — iZotope RX dasturi hisoblanadi. Ushbu dasturning ilmiy va amaliy qadri shundaki, u audioni an'anaviy to'lqin shaklida emas, balki spektral ko'rinishda (spectrogram) ishlash imkonini beradi. Spektrogramma uch o'lchamli ma'lumotni: X o'qida vaqtni, Y o'qida chastotani va ranglarning yorqinligida amplitudani namoyish etadi. Bu xuddi tibbiyotdagi MRT apparati kabi ovozning anatomiyasini ochib beradi.

Spektral tahrirlash (Spectral Repair) Fast Fourier Transform (FFT - Tezkor Furye Almashtirishi) degan murakkab matematik algoritmga tayanadi. U murakkab tovush to'lqinini oddiy sinus to'lqinlari yig'indisiga ajratib beradi. Ovoz rejissyori begona tovushlarni (masalan, telefon jiringlashi) spektrogrammada yorqin chiziqlar shaklida ko'radi va ularni huddi rasmdagi xollarni o'chirgandek belgilab o'chirishi mumkin. Ushbu modul vizual tarzda kesib olingan shovqin o'rnini interpolyatsiya algoritmi orqali atrofdagi sog'lom chastotalar bilan tabiiy ravishda "yamaydi". "Spektral tahlil ovoz muhandisiga ko'r-ko'rona ishlash o'rniga, tovush to'lqinlarining

[2] Frensis Ramsi, "Ovoz va yozib olish texnologiyasi", 89-bet, London.

anatomiyasini vizual tarzda ko'rish va audioning butunligiga zarar yetkazmagan holda faqat kasallangan to'qimalarni jarrohlik yo'li bilan olib tashlash imkonini beradi."[3].

Amaliyotda sifatli natijaga erishish uchun bitta jarayon yetarli emas. Mutaxassislar "zanjirli ishlov berish" usulini qo'llaydi: avval doimiy g'uvullash olinadi, keyin chertishlar tozalanadi, va nihoyat tasodifiy cho'qqi shovqinlari tiklanadi. FFT o'lchamini noto'g'ri tanlash ovozda metallik jaranglashni keltirib chiqarishi mumkinligi sababli, jarayon katta mas'uliyat va aniqlik talab qiladi.

So'nggi yillarda Sun'iy Intellekt (AI) va Mashinali O'rganish (ML) texnologiyalari ovozni tozalash sohasiga mutlaqo yangi paradigma olib kirdi. Waves Clarity Vx, Accentize, Adobe Podcast AI kabi vositalar an'anaviy DSP qoidalariga emas, balki chuqur o'rganish (Deep Learning) neyrotarmoqlariga tayanadi. Bu ilmiy yo'nalish "Ovoz manbalarini ajratish" deb atalib, inson miyasining tovushni qabul qilishiga o'xshash ishlaydi.

Neyrotarmoq modellari yuz minglab soatlik ma'lumotlar bazasida o'qitiladi. AI tizimi millionlab namunalarni qiyoslash orqali inson ovozining garmonik tuzilishini taniydigan matematik qolip yaratadi. Ovoz rejissyori ifloslangan audioni kiritganda, neyrotarmoq har bir millisoniyani tahlil qilib, inson ovozini saqlab qoladi va qolgan barcha fon shovqinlarini nolga tenglashtiradi. Bu real vaqt rejimida (real-time) ishlaydigan va vaqtni mislsiz darajada tejaydigan inqilobiy texnologiyadir. Bundan tashqari, AI an'anaviy usullardan farqli o'laroq, nutqning shovqin ostida yo'qolib ketgan chastotalarini ham o'z modeliga asosan sintez qilib qayta tiklay oladi. "Neyrotarmoqlar an'anaviy filtrlash usullaridan farqli o'laroq, inson nutqining murakkab garmonik strukturasini tanib olishga o'rgatilgan bo'lib, ular shovqinni shunchaki kesib tashlamaydi, balki etishmayotgan akustik ma'lumotlarni bashorat qilib, ovozni qayta modellashtiradi."[4].

Biroq, bu yondashuvning ham o'ziga xos kamchiliklari bor. AI ba'zan haddan tashqari agressiv ishlab, nutqdagi hissiyotli xirillash yoki pichirlashlarni ham shovqin deb o'chirib yuborishi va ovozni "robotlashtirib" qo'yishi mumkin. Shu sababli, amaliyotda tozalash darajasini 100% emas, balki 60-70% atrofida ushlab, tabiiy atmosferani biroz qoldirish tavsiya etiladi.

Zamonaviy ovoz rejissyorligi oldida turgan eng mas'uliyatli va ilmiy jihatdan murakkab vazifalardan biri — o'nlab yillar oldin yozilgan analog arxiv materiallarini raqamlashtirish va ularni tinglash uchun yaroqli holatga keltirishdir. Magnit lentalari, vinil plastinkalar va plyonkalar vaqt o'tishi bilan fizik hamda kimyoviy degradatsiyaga uchraydi. Ilmiy tilda bu jarayon gidroliz yoki lentalarda "yopishqoq sindrom" (Sticky-Shed Syndrome) deb ataladi. Bunda magnit qatlamini ushlab turuvchi bog'lovchi moddalar namlikni o'ziga tortib, parchalanib ketadi. Amaliyotda bunday lentalarni pleyerga qo'yishdan oldin ularni maxsus haroratda pishirish (baking) talab etiladi, aks holda yozuv butunlay o'chib ketadi.

Raqamlashtirish jarayonida arxiv yozuvlariga xos bo'lgan o'ziga xos akustik nuqsonlar namoyon bo'ladi. Eng ko'p uchraydigan muammolar — lentaning tezligi o'zgarishi natijasida kelib chiqadigan ohangning suzib yurishi (wow and flutter), past chastotali g'umburlash (rumble) va yuqori chastotali uzluksiz chiyillash (hiss). Zamonaviy plaginlar, xususan Capstan by Celemony kabi dasturlar, musiqa yoki nutqdagi asrlar o'tishi bilan paydo bo'lgan ohang tebranishlarini pikselma-piksel tahlil qilib, audioning vaqt o'qini tekkislash imkonini beradi. Vinil

[3] Kori Sleygl, "Raqamli audio asoslari va restavratsiya", 215-bet, Boston.

[4] Maykl Sneyder, "Sun'iy intellekt va audio injiniring", 78-bet, San-Fransisko.

plastinkalardagi tirnalishlar (crackle and pops) esa ko'p qatlamli "De-crackle" algoritmlari orqali, har bir mikrosekunddagi amplituda sakrashlarini silliqlash yo'li bilan bartaraf etiladi. "Tarixiy audio yozuvlarni raqamlashtirish va tiklash faqatgina ularni yangi fayl formatiga o'tkazish emas, balki magnit tasmalarning vaqt o'tishi bilan yo'qotgan akustik xotirasini arxeologik aniqlikda va tarixiy sadoqat bilan qayta yuzaga chiqarishdir."[5].

Shuningdek, arxiv materiallari bilan ishlashda "ekvalizatsiya moslashuvi" (EQ matching) juda muhim rol o'ynaydi. Vaqt o'tishi bilan magnit lentalar yuqori chastotalarini (treble) yo'qotadi va yozuv kar bo'lib qoladi. Ovoz rejissyori iZotope kabi dasturlarda zamonaviy toza yozuvning chastota xarakteristikasini namuna sifatida olib, uni arxiv yozuviga tatbiq etadi. Bunda yo'qolgan garmonikalar sun'iy ravishda qayta tiklanadi va tarixiy ovoz bugungi kun standartlariga yaqinlashadi.

Ovozni tozalash va tiklash usullari yuzaga kelganidan to bugungi kungacha katta evolyutsion yo'lni bosib o'tdi. Mexanik filtrlardan boshlangan izlanishlar bugungi kunda neyrotarmoqlar va sekundiga milliardlab operatsiyalarni bajaruvchi murakkab spektral algoritmlarga yetib keldi. O'tmishda oylab vaqt ketadigan dublyaj jarayonlari yoki "yaroqsiz" deb topilgan intervyular bugun bir necha soniya ichida o'z holiga qaytarilmoqda. Texnologik taraqqiyot audio sohasidagi barcha iloji yo'qdek tuyulgan to'siqlarni olib tashladi.

Biroq, ushbu ilmiy-amaliy maqola xulosasi shuni ko'rsatadiki, vositalar qanchalik mukammal va sun'iy intellekt qanchalik o'tkir aqlga ega bo'lmasin, yakuniy qarorni qabul qiluvchi instansiya bu — ovoz rejissyorining qulog'i bo'lib qolaveradi. Har qanday matematik algoritm ovozni tozalaganda uni quruq xarakteristikalar to'plami deb qaraydi. U asarning badiiy niyati, sahnadagi hissiyot yoki asar yaratilgan davrning o'ziga xos ruhini his qila olmaydi. Shu sababli, amaliyotda "qanchalik toza bo'lsa, shuncha yaxshi" degan qoida har doim ham o'zini oqlamaydi. O'ta steril qilingan muhit eshituvchiga g'ayritabiiy tuyuladi va psixoakustik jihatdan odamni tez charchatadi. "Har qanday mukammal algoritm va neyrotarmoq ham inson qulog'ining estetik didi va his-tuyg'ularni farqlash qobiliyati oldida ojizdir; asboblarni dasturchilar yozadi, ammo musiqani va tovushni inson yaratadi."[6].

Haqiqiy professionallik qayerda to'xtash kerakligini bilishda namoyon bo'ladi. Zamonaviy ovoz rejissyori ham muhandis, ham psixolog bo'lishi, tinglovchining diqqatini qanday boshqarishni bilishi shart. Ovozni tiklash san'ati — bu texnikaning xatosini yashirish bilan birga, inson ovozidagi iliqlik va hayotni qutqarib qolishdir. Demak, kelajakda AI dasturlari asosiy qora ishlarni o'z zimmasiga olishda davom etsa-da, his-tuyg'u va estetik nazorat har doim insoniyatning qo'lida qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Xuber, Devid Mayls. "Zamonaviy ovoz yozish texnologiyalari" (Modern Recording Techniques). Nyu-York, 142-bet.
2. Ramsi, Frensis. "Ovoz va yozib olish texnologiyasi" (Sound and Recording). London, 89-bet.
3. Sleygl, Kori. "Raqamli audio asoslari va restavratsiya". Boston, 215-bet.
4. Sneyder, Maykl. "Sun'iy intellekt va audio injiniring". San-Fransisko, 78-bet.
5. Kopel, Piter. "Audio arxivlash va restavratsiya asoslari". London, 112-bet.

[5] Piter Kopel, "Audio arxivlash va restavratsiya asoslari", 112-bet, London.

[6] Bob Katz, "Mastering san'ati: Ovoz va jarayon", 256-bet, Nyu-York.

6. Katz, Bob. "Mastering san'ati: Ovoz va jarayon" (Mastering Audio: The Art and the Science). Nyu-York, 256-bet.
7. Абдреймов, Манас Бекполатович. "Қорақалпоқ кинематографиясида овоз режиссёрлиги муаммолари." *Oriental Art and Culture* 8 (2021): 22-25.
8. Bekpolatovich, Abdreymov Manas. "Specific Features of Sound Directing in Karakalpak National Cinema." *International Journal on Integrated Education* 4.9 (2021): 103-108.
9. BEKPOLATOVICH, MANAS ABDREYMOV. "Ways of Formation of Karakalpakfilm in the Pre-independence Years." *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology* 7.4: 1-3.
10. Abdreymov, Manas Bekpolatovich. "QORAQALPOQ ZAMONAVIY MILLIY KINODAGI IZLANISHLAR XARAKTERI." *Oriental Art and Culture* 2.4 (2021): 44-49.
11. Abdreymov, Manas Bekpolatovich. "QORAQOLPOQ KINEMATOGRAFIYASIGA NAZAR:“TANKA” FILMI MISOLIDA." *Интернаука* 16-4 (2020): 49-50.
12. Embergenovich, Khojanov Jabbarbergen. "The Representativeof The Karakalpak Theater." *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)* 12.11 (2021): 7207-7213.
13. Abdreymov, Manas Bekpolatovich. "FILMLARDA OVOZ YOZISH JARAYONIDA MIKSHER PULTLARDAN FOYDALANISH." *Oriental Art and Culture* 4.5 (2023): 95-99.
14. Abdreymov, Manas Bekpolatovich. "AKTYOR YOKI SUXONDON OVOZINI YOZIB OLISH VA NUTQ FONOGRAMMALARINING MONTAJ JARAYONI." *Oriental Art and Culture* 5.2 (2024): 126-134.
15. Abdreymov, Manas Bekpolatovich. "AKTYOR YOKI SUXONDON OVOZINI YOZIB OLISH VA NUTQ FONOGRAMMALARINING MONTAJ JARAYONI." *Oriental Art and Culture* 5.2 (2024): 126-134.
16. Тилепов, Қуатбай Нукусбаевич. "ҲУЖЖАТЛИ ФИЛЬМЛАРИДА РЕЖИССЁРЛИК МАҲОРАТ." *Educational Research in Universal Sciences* 2.1 SPECIAL (2023): 454-459.
17. Nukusbayevich, Tilepov Quatbay. "MAIN FACTORS OF THE HISTORY AND DEVELOPMENT OF" KARAKALPAKFILM" FILM STUDIO." *World Bulletin of Social Sciences* 27 (2023): 169-171.
18. Тилепов, Қуатбай Нукусбаевич. "КИНО—ТАРБИЯ ВОСИТАСИ." *Innovative Development in Educational Activities* 2.5 (2023): 314-317.
19. Nukusbayevich, Tilepov Quatbay. "OVOZ YOZISH TEXNOLOGIYASINING RIVOJLANISH BOSQICHLARI, OVOZ REJISSYORI KASBINING SHAKLLANISHI (ROSSIYA OVOZ REJISSYORLIGI MISOLIDA)." *Oriental Art and Culture* 5.6 (2024): 876-880.
20. NUKUSBAYEVICH, TILEPOV QUATBAY. "O ‘ZBEKISTONDA MAQOM SAN’ATINING SHAKLLANISHI." (2024): 1-5.
21. Tilepov, Quatbay Nukusbayevich. "QORAQALPOG ‘ISTONDA MADANIYAT MARKAZLARI FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISHNING ASOSIY OMILLARI." *Oriental Art and Culture* 4.6 (2023): 680-683.
22. ТИЛЕПОВ, Қуатбай. "ЁШ АВЛОДНИ ТАРБИЯЛАШДА АНИМАЦИОН ФИЛЬМЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ." *Journal of Culture and Art* 1.2 (2023): 114-118.