ISSN: 3030-3346

NUTQ SIGNALIDAN SHOVQIN VA XALAQITLARDAN TOZALASH MUAMMOLARI

Dusanov Xurshid Toshpulotovich[1], Mullaboyev Og'abek Axmadjon o'g'li[1]

[1]Muxammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Email: xurshiddusanov@gmail.com

K E Y W O R D S

Nutq signali, xalaqitni kamaytirish, aks-sado, impulsli shovqin, binar niqob, oq shovqin, MOS, Doimiy shovqin, O'zgaruvchan shovqin, signal sifati

A B S T R A C T

Ushbu maqolada nutq signallaridan shovqin va boshqa buzuvchi tovushlarni ajratib olish muammolari, ularning turlari hamda zamonaviy tozalash usullari tahlil qilingan. Audio signallarda uchraydigan statsionar va nostatsionar shovqinlar, aks-sado (reverb), impulsli shovqinlar, fon shovqini hamda elektr interferensiyasining xususiyatlari va ularni kamaytirish algoritmlari o'rganilgan. Shuningdek, klassik signal qayta ishlash usullari (Wiener filtri, spectral subtraction, notch filtr) va zamonaviy sun'iy intellektga asoslangan modellar (DeepFilterNet2, RNNoise, neyron tarmoqlar)ning samaradorligi taqqoslangan. Tadqiqotda real vaqt tizimlari uchun mos algoritmlarni tanlash muammolari, shovqin va nutq spektrlarining ustma-ust tushishi hamda artefaktlar yuzaga kelish sabablari ham ko'rib chiqilgan. Natijalar audio signallarni tozalashda gibrid va adaptiv yondashuvlar yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatadi.

I. KIRISH

Hozirgi kunda raqamli audio signallarni qayta ishlash texnologiyalari tez sur'atlarda rivojlanib bormoqda. Nutqni tanib olish, ovozli identifikatsiya, telekommunikatsiya tizimlari va sun'iy intellekt asosidagi yordamchi tizimlarda audio signal sifati muhim ahamiyat kasb etadi. Biroq real muhitlarda yozib olingan nutq signallari turli xil shovqinlar bilan buziladi, bu esa tizimlarning aniqligini sezilarli darajada kamaytiradi.

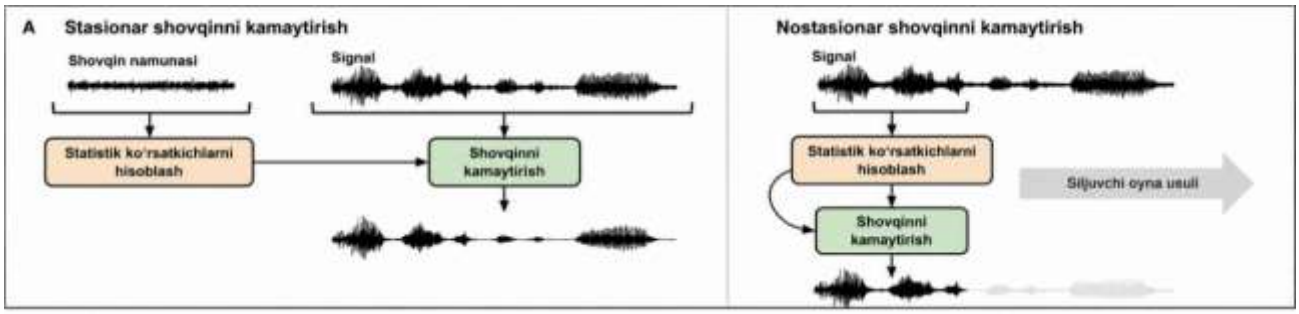
Audio signallardagi asosiy muammolardan biri — shovqinning turli ko'rinishlarda mavjud bo'lishidir. Statsionar shovqinlar nisbatan barqaror bo'lsa, nostatsionar shovqinlar vaqt bo'yicha o'zgarib turadi va ularni tozalash ancha murakkab hisoblanadi. Bundan tashqari, aks-sado (reverb), impulsli shovqinlar hamda elektr tarmog'idan kelib chiqadigan interferensiya nutq sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

II. ASOSIY QISM

Audio signallarni tozalash sohasida bir qator muhim texnik muammolar mavjud bo'lib, ularni hal etish zamonaviy tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlaridan birini tashkil etadi. Ushbu muammolarni to'g'ri tushunish samarali yechimlar yaratishda zaruriy shart hisoblanadi. Shovqin turlari va ularning tasnifi: Audio fayllarda uchraydigan shovqinlar xususiyatiga ko'ra bir necha asosiy guruhga bo'linadi: Doimiy (Statsionar) shovqinlar – vaqt o'tishi bilan spektri o'zgarmas yoki kam o'zgaradigan shovqinlar. Bunga oq shovqin (white noise – barcha chastotalarda teng energiya), pushti shovqin (pink noise – chastotaga teskari proporsional energiya), ventilyator, konditsioner, elektron qurilmalar chiqaradigan doimiy fon shovqinlari kiradi. Statsionar shovqinlarni tozalash nisbatan osonroq, chunki shovqin profili signal bo'lmagan qismlardan taxmin qilinishi mumkin[1].

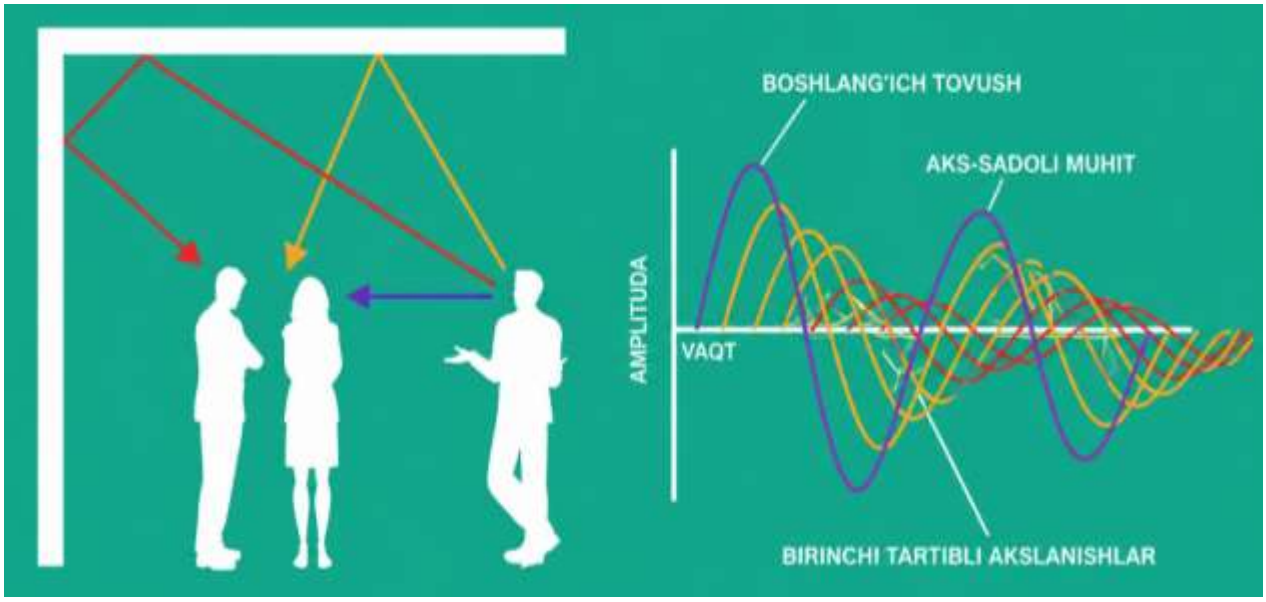
(cc) BY

ISSN: 3030-3346



1-rasm Doimiy shovqin (stationary noise reduction) O'zgaruvchan shovqin (Non-stationary noise reduction)

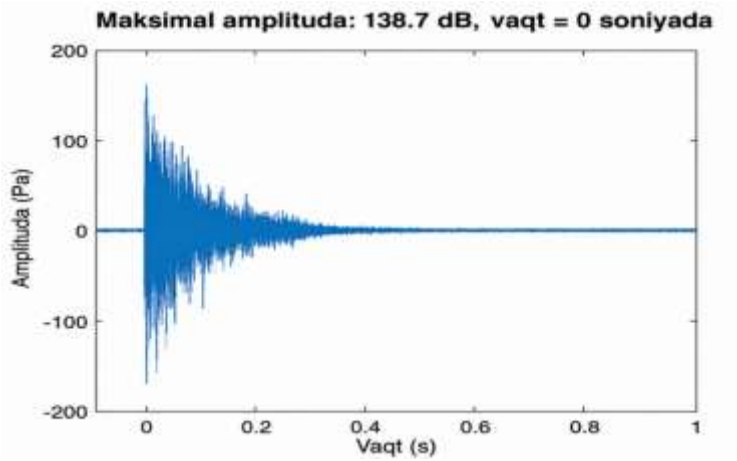
Aks-sado va reverb ovozning xona devorlari, shiftidan qaytib kelishi natijasida hosil bo'ladi. Reverb vaqti (RT60 signalning 60 dB ga kamayishi uchun ketadigan vaqt) xona hajmi va materialiga bog'liq: kichik dam olish xonasida 0.2–0.5 s, katta zalda 1–3 s yoki undan ko'p. Aks-sado nutqni tushunish sifatini sezilarli darajada pasaytiradi, ayniqsa masofadan o'qitish va onlayn yig'ilishlarda. Reverb ni tozalash texnik jihatdan eng murakkab vazifalardan biri hisoblanadi, chunki bu jarayon aslida teskari de-konvolyutsiya muammosini hal qilishni talab etadi[3].



2-rasm Aks-sado va reverb shovqini.

Impulsli shovqinlar (klik, pop) – juda qisqa muddatli (0.1–5 ms) yuqori amplitudali to'siq signallar. Mikrofon urilishi, yozuv vaqtidagi tugma bosish, vinyl plastinkadagi yiriqlar, elektr uzilishi kabi holatlarda paydo bo'ladi. Spektroskopik tahlilda bu shovqinlar barcha chastotalarda keng tarqalgan impulslar ko'rinishida namoyon bo'ladi. Median filtrlash va interpolatsiya usullari yordamida tozalanadi[2].

(cc) BY



3-rasm Implusli shovqin

III. SOLISHTIRMA TAHLIL

Fon shovqini (Background noise) – yozuv muhitidagi dinamik shovqinlar. Ko'cha shovqini (transport, shamol), odamlar suhbati, kafe fonidagi tovushlar, qo'shni xonadan o'tayotgan ovozlar. Ushbu shovqinlar statsionar emas – ular vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi, bu esa tozalashni qiyinlashtiradi. DeepFilterNet2 kabi AI modellar bu turdagi shovqinlarni samarali tozalash imkonini beradi. Elektr interferensiyasi (Electrical Hum) – 50 Hz yoki 60 Hz chastotadagi doimiy sinusoidal interferensiya. O'zbekiston va ko'pgina Yevropa mamlakatlarida elektr tarmog'i 220V/50Hz bo'lganligi sababli, bu shovqin 50 Hz va uning harmonikalarida (100, 150, 200 Hz...) namoyon bo'ladi. Yomon ekranlangan mikrofon kabellari, yer ulanmasi muammolari, quvvat bloki yaqinligi – bu shovqinning asosiy manbalari. Notch filtr yordamida samarali tozalanadi. Asosiy texnik muammolar[6].

1-jadval

Nutq signali shovqin turlari hamda algoritmlar tahlili

№	Shovqin turi	Xususiyati	Asosiy manbalar	Mos tozalash algoritmlari	Samara-dorlik
1	Doimiy (Statsionar) shovqin	Spektri vaqt bo'yicha deyarli o'zgarmaydi	Ventilyator, konditsioner, oq/pushti shovqin	Spectral Subtraction, Wiener Filter, Notch filter	Yuqori
2	O'zgaruvchan (Non-statsionar) shovqin	Vaqt bo'yicha o'zgaradi	Transport, odamlar suhbati	Adaptive Wiener, DeepFilterNet2, DNN, RNN	O'rta–Yuqori
3	Aks-sado (Reverb)	Signalning kechikkan nusxalari	Xona devori, shift	Dereverberation, Inverse filtering, WPE, DNN	O'rta
4	Impulsli shovqin (klik/pop)	Juda qisqa, yuqori amplitudali impuls	Mikrofon urilishi, yozuv xatolari	Median filter, Interpolatsiya	Yuqori
5	Fon shovqini	Dinamik, spektral ustma-ust tushadi	Ko'cha, shamol, kafe	DeepFilterNet2, RNNoise, Spectral gating	O'rta–Yuqori
6	Elektr interferensiyasi (50Hz hum)	Sinusoidal, harmonikali	Yer ulanmasi, kabel muammosi	Notch Filter (50Hz, 100Hz...)	Juda yuqori
7	Ko'p manbali shovqin	Bir nechta ovoz aralashgan	Onlayn yig'ilish	Beamforming, ICA, BSS	O'rta

(cc) BY

Shovqin va nutq spektrlarining ustma-ust tushishi. Nutq va shovqin ko‘pincha bir xil chastota diapazonida joylashadi. Masalan, erkak kishi nutqining asosiy chastotalari (80–300 Hz) va mashina shovqini bir xil diapazonni egallashi mumkin. Bu holda shovqinni to‘liq olib tashlash nutq sifatini ham buzadi. Optimal muvozanat (trade-off) topish algoritm sifatining asosiy ko‘rsatkichi hisoblanadi.Shovqinning statsionar bo‘lmagan tabiati. Ko‘pgina real muhit shovqinlari (transport, odamlar suhbati, shamol) vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib turadi. Statsionar shovqin uchun mo‘ljallangan klassik algoritmlar (spectral subtraction, Wiener filter) bu holda samaradorligini yo‘qotadi. Adaptiv yondashuvlar va AI modellari bu muammoni qisman hal etadi. Artefaktlar (sifat buzilishi). Tozalash jarayonida shovqinni olib tashlash bilan birga nutq signalida ham o‘zgarishlar yuz berishi mumkin: “musiqa shovqini” (spectral subtraction dan), ovozning sun'iy eshitilishi (“robotic effect” AI modellarida), yuqori chastota yo‘qolishi, formantlarning buzilishi. Bu artefaktlarning minimal bo‘lishi tozalash sifatining muhim ko‘rsatkichidir. Kechikish (latency) muammosi. Real vaqt tizimlarida tozalash algoritmi minimum kechikish bilan ishlashi lozim (odatda 10–30 ms). Neyron tarmoq modellari hisoblash resursi jihatidan og‘ir bo‘lganligi sababli, real vaqt ishlash uchun optimallashtirilgan arxitekturalar talab etiladi[5]. DeepFilterNet2 bu muammoni birinchi va ikkinchi bosqich orasidagi parallel hisoblash orqali hal etadi. Ko‘p kanallik shovqin ajratish. Bir nechta ovoz manbai bir vaqtda ishlaganda (masalan, onlayn yig‘ilishda bir nechta kishi bir vaqtda gapirganda), faqat kerakli ovozni ajratib olish dolzarb muammo hisoblanadi. Beamforming, Blind Source Separation (Yo‘naltirilgan nurlanishni shakllantirish) va Independent Component Analysis (Mustaqil komponentlar tahlili) usullari bu muammoni hal qilishga mo‘ljallangan, ammo hali ham to‘liq yechimga erishilmagan[4].

XULOSA

Mazkur maqolada audio signallardagi shovqin turlari va ularni bartaraf etish usullari tizimli ravishda o‘rganildi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, statsionar shovqinlarni klassik filtrlar yordamida samarali kamaytirish mumkin bo‘lsa, nostatsionar shovqinlar va aks-sado kabi murakkab buzilishlar uchun adaptiv va sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar talab etiladi. Taqqoslash natijalariga ko‘ra, DeepFilterNet2, RNNoise va chuqur neyron tarmoqlarga asoslangan modellar yuqori aniqlik va barqarorlikka ega bo‘lib, ayniqsa real vaqt tizimlarida samarali ishlash imkonini beradi. Shu bilan birga, klassik usullar (Wiener filtri, spectral subtraction) tezkor ishlashi bilan ajralib turadi, ammo murakkab shovqinlarda sifat yo‘qotishlari kuzatiladi.

Umuman olganda, audio signal tozalash tizimlarida eng yaxshi natijaga klassik va AI yondashuvlarini birlashtirgan gibrid modellar orqali erishish mumkin. Kelgusida ushbu sohada hisoblash samaradorligini oshirish va artefaktlarni kamaytirish ustida chuqur tadqiqotlar olib borish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Valin J.-M. “A Hybrid DSP/Deep Learning Approach to Real-Time Full-Band Speech Enhancement.” // Proceedings of MMSP, 2018.
2. Schröter H., Westhausen N. DeepFilterNet2: Towards Real-Time Speech Enhancement for Full-Band Audio. — 2022.
3. Vaseghi S. *Advanced Signal Processing and Digital Noise Reduction*. — Wiley, 2008.
4. N.S. Mamatov, X.T. Dusanov Nutq signallari belgilar toplamini shakllantirishning mfcc usuli Современные инновационные исследования актуальные проблемы и развитие тенденции: решения и перспективы 179-182 bet.
5. N.S.Mamatov, O.J.Babomuradov, X.T. Dusanov Automatic speaker recognition through voice using deep neural networks. Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research (JCSEITR) ISSN (Print): 2250-2416; ISSN (Online): Applied Vol. 14, Issue 1; Jun 30 2024, 13-20
6. Jurafsky D., Martin J. *Speech and Language Processing*. — Pearson, 2021.

(cc) BY