

NUTQ FONEMALARINING ARTIKULYATSION
VA VIZUAL TASVIRLARI: ANIMATSIYADA
SINXRONIZATSIYA MASALALARIGulshan Kayumova,^{id}

O'zbekiston jurnalistika va ommaviy kommunikatsiyalar universiteti

Munajat Sultonova,^{id}Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti,

Annotatsiya: Ushbu maqolada nutq fonemalarining artikulyatsion, akustik va vizual xususiyatlari, shuningdek, ularni animatsiyada ifodalash masalalari tahlil qilinadi. Undosh va unli fonemalar, portlovchi, frikativ, affrikat, lateral, titroq va burun tovushlari tasniflanadi. Qahramonning lab harakati va yuz mushaklarining nutq bilan sinxronlashtirilishi jarayoni, fonemalarning vizual ifodalarini tayyorlash va animatsiya kadrlariga joylashtirishning pedagogik va texnologik ahamiyati muhokama qilinadi. Tadqiqot natijalari nutq animatsiyasi, interaktiv ta'lim vositalari va sun'iy intellektga asoslangan tizimlarda qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: fonema, artikulyatsiya, undosh tovush, unli tovush, portlovchi tovush, frikativ, affrikat, lateral, burun tovush, nutq animatsiyasi, vizual nutq, sinxronizatsiya.

1. Kirish

Zamonaviy axborot texnologiyalarida inson-kompyuter o'zaro aloqasini takomillashtirish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, nutqni nafaqat audio, balki vizual shaklda ham ifodalashga ehtiyoj ortib bormoqda. Bu jarayonda vizual fonemalar va lab harakatlarini moslashtirish asosiy rol o'ynaydi.

Nutq inson muloqotining asosiy vositasi bo'lib, uning akustik va vizual jihatlari o'rganilishi lingvistika, pedagogika va sun'iy intellekt sohalari uchun muhim ahamiyatga ega. Nutq fonemalari – undosh va unli tovushlar, shuningdek ularning artikulyatsion va rezonator xususiyatlari nutq modellashtirish va animatsiya jarayonida asosiy o'rin tutadi.

Animatsiya qahramonlarning nutqini tabiiy va aniq aks ettirish uchun fonemalarning artikulyatsion va vizual xususiyatlarini chuqur o'rganish zarur. Bu esa nafaqat lab va yuz mushaklarining harakatini sinxronlashtirishni, balki nutqning akustik jihatlari ham to'g'ri ifodalash imkonini beradi. Shu kontekstdagi tadqiqotlar nutqni vizualizatsiya qilish, interaktiv o'quv vositalari va sun'iy intellektga asoslangan tizimlarda samarali qo'llanishiga xizmat qiladi.

Vizemalar - bu nutq tovushlarining vizual ifodasi bo'lib, ular lab, til va jag' harakatlari orqali namoyon bo'ladi. Ularni to'g'ri

DOI:

[https://doi.org/10.62499/
ijmcc.vi14.316](https://doi.org/10.62499/ijmcc.vi14.316)**Iqtibos:**Kayumova, Gulshan; Sultonova,
Munajat. 2026.NUTQ FONEMALARINING
ARTIKULYATSION VA
VIZUAL TASVIRLARI:
ANIMATSIYADA
SINXRONIZATSIYA
MASALALARIMarkaziy Osiyoda media va
kommunikatsiyalar xalqaro
ilmiy jurnali. 14: 29-42

sinxronlashtirish virtual avatarlar, animatsiya tizimlari va nutq sintezi texnologiyalarida muhim ahamiyatga ega.

Fonemaning vizual tasviri-lablarning uyokibutalaffuz qilingan tovushga mos keladigan holati. Dizayner 3D qahramon nutqi va uning lab harakatini sinxronlashtirish ustida ishlaganda, avvalo, yuz animatsiyasining qurilish materiali bo'lgan fonemalarning vizual tasvirini modellashtirishi kerak. Muammoni hal qilish uchun ushbu modellarning qanchasi kerakligini aniqlash juda muhimdir. O'rtacha sifatli animatsiya yaratish uchun o'nta kifoya qiladi; ammo, ajoyib natijaga erishish uchun, o'n oltita modeldan foydalanish yaxshiroqdir.

2. Adabiyotlar tahlili

Multfilm qahramonlarining hissiy kechinmalarini ifodalash masalasi zamonaviy animatsiya tadqiqotlarining eng dolzarb yo'nalishlaridan biri sifatida alohida o'rintutadi. Chunki animatsion obrazlarning emotsional jozibadorligi tomoshabinning asarga bo'lgan munosabatini shakllantiruvchi asosiy omillardan biridir. Shu sababli xalqaro miqyosda ko'plab olimlar va mutaxassislar ushbu mavzuni chuqur tadqiq etib kelmoqda.

Jumladan, Mark Ollivier, Jaakko Kerttunen, Svyatoslav Pavlenko, Anna Volkova, Michael Kass va boshqa tadqiqotchilar animatsion obrazlarda his-tuyg'ularni realistik tarzda ifodalash bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borgan. Ularning ilmiy ishlanmalarida, asosan, yuz ifodalarining tabiiyligi, tana harakatlarining psixologik mosligi va vizual detallarning tomoshabinga kuchli emotsional ta'sir ko'rsatishi kabi masalalar tahlil etilgan (Beknazarova & Narzulloyev, 2023).

Yaqin yillarda audio-driven (nutqdan boshqariluvchi) yuz animatsiyasi bo'yicha bir qator samarali yondashuvlar paydo bo'ldi. 2D videoda lip-sync, shuningdek 3D belgilar uchun to'liq yuz harakatlarini sintez qiluvchi modellar mavjud. Shu bilan birga, bu metodlarning ba'zilar amaliy ishlab chiqarish tizimlariga keng miqyosda integratsiyalashgan emas, ya'ni sanoatga tatbiqdagi to'liq tarqalish bosqichi hali ham ochiq ilmiy va amaliy muammolarga ega (Pham et al. 2016).

Nutq fonemalarining artikulyatsion va vizual xususiyatlari bo'yicha tadqiqotlar lingvistika, pedagogika va kompyuter animatsiyasi sohalarida keng amalga oshirilgan. Shu mavzuda asosiy manbalar quyidagilardan iborat:

Fonetik tadqiqotlar. Ladefoged va Johnson (Ladefoged & Johnson, 2014) nutq artikulyatsiyasi, undosh va unli fonemalarning artikulyatsion mexanizmlari hamda ularning akustik xususiyatlarini batafsil tahlil qilgan. Ushbu tadqiqotlar nutq fonemalarini animatsiyada vizual tarzda ifodalash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Animatsiya va vizual nutq tadqiqotlari. Massaro (Nguyen, 2000) va Pelachaud (Pelachaud, 2009) nutq animatsiyasi va vizual fonemalarning sinxronizatsiyasi jarayonini o'rganib, lab va yuz mushaklarining harakatlarini fonemalar bilan moslashtirish metodlarini ishlab chiqqan. Bu ishlar interaktiv ta'lim vositalari va animatsiya dasturlari uchun asosiy nazariy baza sifatida ishlatiladi.

Sun'iy intellekt va nutq modellashtirish. Recent AI-based approaches (Taylor et al., 2020) nutq fonemalarining vizual va akustik ko'rinishlarini avtomatik aniqlash va animatsiya kadrlariga joylashtirish metodlarini taklif qiladi. Ushbu tadqiqotlar maqoladagi metodologik yondashuvning texnologik asosini tashkil qiladi.

3. Metodologiya

Mazkur tadqiqotlarning ilmiy ahamiyati shundaki, ular nafaqat animatsiya san'atirivojiga, balki kompyuter grafikasi, multimediya texnologiyalari hamda virtual haqiqat tizimlarida ham keng qo'llanish imkoniyatini beradi.

Mahalliyashtirish jarayonida dialoglardagi tarjima qilingan iboralarning sahna davomiyligiga mos kelishi bilan birga, haqiqiy ijrochining lab-harakatlariga yaqin bo'lishi ham talab etiladi. Ushbu talabni qondirish an'anaviy montaj va dubbing usullari yordamida har doim ham amalga oshmaydi. Shu sababli nutq signalidan to'g'ridan-to'g'ri lab va yuz harakatlarini sintez qilish amaliyoti ayni paytda real muammo hisoblanadi. Nutqdan yuz animatsiyasini yaratish bo'yicha dastlabki ishlarda LSTM kabi ketma-ket tarmoqlar real vaqtda boshqaruvni ta'minlash uchun qo'llanildi. An'anaviy va dastlabki yondashuvlar bosh aylanishi, jag va bosh pozasini ham hisobga oladigan tizimlarni taklif qildi.

VOCA (Voice Operated Character Animation) vokalga bog'langan 3D animatsiya modeli nutq signali asosida o'tkazilgan 4D skanlar va neyron tarmoq yordamida realistik yuz harakatlarini sintez qilishga erishdi. VOCA subyekt identifikatsiyasini ajratib, turli gapirish uslublarini ham o'rganadi. Til turiga nisbatan biroz tilga bog'liq bo'lmagan ishlov berish imkoniyatlarini ko'rsatadi. "Wav2Lip" kabi modellar og'iz harakatlarini target nutqqa yuqori aniqlikda moslashtirish imkonini berdi va amaliy baholashlarda original sinxronlashtirilgan videolarga yaqin natijalar ko'rsatdi. Bunday texnikalar lokalizatsiya jarayonida tarjima qilingan nutq uchun lab-harakatlarini avtomatik hosil qilishda juda foydali bo'lishi mumkin.

Ayrim fonema guruhlarining vizual ifodasi tashqi jihatdan bir xil ko'rinishi mumkin, ammo batafsil tahlil natijasida ushbu o'xshashlik faqat lablar konfiguratsiyasiga tegishli ekani, tilning joylashuvi va artikulyatsion xususiyatlari esa farqlanishi aniqlanadi.

Qahramonning nutqi paytida uning tili to'g'ri holatda ekanligiga ishonch hosil qilinsa, animatsiya muvaffaqiyatli bo'ladi. Kundalik hayotda biz suhbatdoshimiz tilining harakatlarini ongsiz ravishda sezamiz. Agar animatsiyada fonemalarning bir nechta vizual tasvirlaridan foydalanilgan bo'lsa, har birimiz qahramonning nutqi g'ayritabiiy ekanligini darhol his qilamiz. Gap shundaki, uning tili noqulay harakatlar qiladi.

Fonemalarning vizual ko'rinishlari soni juda o'xshash ko'rinishdagi bir nechta modellarni birlashtirish orqali qisqartirildi. Albatta, natijada qahramonning tili ba'zan ma'lum bir tovushga mos kelmaydigan harakatlar qiladi. Biroq, bu har doim ham juda muhim emas, ayniqsa, agar yuz yaqin planda ko'rsatilmasa. Ammo qisqartirilgan modellardan foydalanish ishni tezda yakunlashga yordam beradi.

4. Natijalar

Fonemalarning tasnifi. Sinxron animatsiyani yaratishda ma'lum bir tovush qanday intonatsiya bilan talaffuz qilinishini va uning ovozinig davomiyligini aniq tasavvur qilish kerak. Tilning fonetik tizimini bilish vazifani sezilarli darajada osonlashtiradi. Birinchidan, bir nechta mezon bo'yicha kerakli fonema turi aniqlanadi. Tasniflash tovushlarning tabiatini yaxshiroq tushunishga va yuzni jonlantirishda ulardan to'g'ri foydalanishga yordam beradi.

Artikulyatsiya - bu nutq tovushlarini hosil qilish jarayonida nutq apparati organlarining (lablar, til, yumshoq tanglay, ovoz paychalari va boshqalar) muvofiqlashtirilgan faoliyatidir. Ushbu jarayon bir necha fiziologik bosqichlar orqali amalga oshadi. Nutq hosil bo'lishi nafas olishdan boshlanadi. Nafas chiqarish jarayonida havo oqimi traxeya orqali halqumga yo'naltiriladi va u yerda avvalo glottis - ya'ni ovoz paychalari joylashgan soha orqali o'tadi. Agar ovoz paychalari tarang holatda bo'lib, havo oqimi ta'sirida tebransa, tovush hosil bo'ladi. Keyinchalik havo oqimi rezonator vazifasini bajaruvchi og'iz bo'shlig'iga o'tadi, bu yerda uning shakli nutq organlari yordamida o'zgaradi.

Agar havo oqimi og'iz bo'shlig'ida hech qanday to'siqlarga uchramasdan erkin harakatlansa, unli tovushlar hosil bo'ladi. Bunday tovushlar faqat ovoz ishtirokida shakllanadi. Aksincha, agar havo oqimi nutq organlarining yopilishi yoki yaqinlashuvi natijasida hosil bo'lgan to'siqqa duch kelsa, undosh tovushlar yuzaga keladi. Ushbu to'siq hosil bo'ladigan joy artikulyatsiya nuqtasi deb ataladi.

To'siqqa uchragan havo oqimi shovqin hosil qilib, og'iz yoki burun bo'shlig'i orqali tashqariga chiqadi. Agar bu jarayonda ovoz paychalari ham tebransa, undosh tovush ovoqli bo'ladi; aks holda esa faqat shovqindan iborat ovozsiz undosh hosil bo'ladi.

Masalan, tilning orqa qismi yumshoq tanglayga ko'tarilib, u bilan yopilganda portlovchi undosh tovushlar yuzaga keladi: agar ovoz paychalari tebransa - [g] tovushi (ovozli), agar tebranmasa - [k] tovushi (ovozsiz) hosil bo'ladi.

Undoshlar, birinchidan, hosil bo'lish joyiga ko'ra tasniflanadi. Boshqacha qilib aytganda, fonemaning turi uning artikulyatsiya nuqtasi qayerda ekanligiga bog'liq. Bu mezonga ko'ra barcha undoshlar uch guruhga bo'linadi.

1. Lab. Ular havo oqimi pastki va yuqori lablar yoyi orqali o'tganda hosil bo'ladi (ruscha fonemalar [p], [b], [m], inglizcha [w], [p], [b], [m]) yoki pastki lab va yuqori tishlar (ruscha tovushlar [v] va [f], inglizcha [f] va [v]).

2. Til - nutq jarayonida eng moslashuvchan va faol artikulyatsion organ bo'lib, og'iz bo'shlig'ida turli nuqtalarda ko'plab harakatlarni amalga oshiradi. Shu sababli til fonemalarini tasniflash biroz murakkab, lekin ular artikulyatsion jihatdan uch asosiy guruhga bo'linadi: oldingi til, o'rta til (palatal) va orqa til (orqa palatin).

Oldingi tilda. Nomidan ko'rinib turibdiki, tilning old qismi va koksiks ularning talaffuzida faol ishtirok etadi. U tishlar va alveolalar bilan birgalikda to'siq hosil qilishi mumkin, keyin tish undoshlari olinadi – ingliz tilida [z], [s], [d], [t], [n], [l], [r], [cj], [j], rus tilida [s], [z], [t], [d], [c], [l], [n], o'zbek tilida: [s], [z], [d], [t], [n], [l], [r], [ch], [j], [y]. Til qattiq tanglayning tishga yaqin qismida to'siq hosil qilganda, palatin-tish tovushlari paydo bo'ladi: ingliz tilida: [ʃ], [ʒ], rus tilida: [ш], [ж], o'zbek tilida: [sh], [zh]. Bundan tashqari, ingliz tilida interdental fonemalar ajratiladi, ularga [th] va [dh] tegishli.

O'rta til yoki palatal. Fonemalarning ushbu toifasi ikkinchi nomini lotincha "palatum" – "qattiq tanglay" dan oldi, bu bilan tilning orqa qismining o'rta qismi yopiladi. Ingliz tilida [y], rus tilida [ɤ] yoki [ɣ] va o'zbek tilida [y] tovushlari shunday shakllanadi.

Orqa til yoki orqa palatin. Ularni talaffuz qilishda tilning orqa tomoni yumshoq tanglayga tayanadi. Rus tilidagi [k], [r], [x], inglizcha [k], [g], [an] va O'zbek tilida: [k], [g], [ng] (–ing so'zlaridagi ng tovushi) tovushlari shunday olinadi.

Ushbu tasnif nutq organlarining pozitsiyasi va artikulyatsion xususiyatlariga asoslangan bo'lib, o'zbek tilidagi harflarni talaffuz modellashtirish, fonetik tahlil va nutq animatsiyasi jarayonida qulay tarzda ishlatish imkonini beradi.

3. Bundan tashqari, ingliz tilida undosh fonemalarning yana bir toifasi - guttural farqlanadi. Ular halqumning orqa qismida kichik uvula va glottis yordamida hosil bo'ladi.

Qahramonning nutqini ishonchli tarzda yetkazish uchun u aytadigan barcha tovushlarning artikulyatsiya nuqtasini bilish

kerak. Fonemalarning o'n oltita vizual tasvirlari to'plamini tuzishda, har bir tovushning hosil bo'lgan joyi hisobga olindi. Yuqorida aytib o'tilganidek, lablarning ikkita bir xil pozitsiyasi bilan til og'izda butunlay boshqacha pozitsiyalarni egallashi mumkin. Bu turli xil tovushlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Shunday qilib, agar kamera animatsiya qahramonini yaqin planda ko'rsatsa, fonemalarning vizual tasvirlarining to'liq to'plamidan foydalaning.

Ovoz hosil qilish usuli. Fonemaning artikulyatsiya nuqtasidan tashqari, uning hosil bo'lish usulini ham bilish kerak, bu havo oqimi yo'lidagi to'siqning xususiyatiga bog'liq.

Artikulyatsiya usuliga ko'ra barcha undoshlar quyidagi guruhlariga bo'linadi.

Frikativ (yoki tirqishli) undosh tovushlar nafas chiqarilgan havo oqimi nutq organlari (til, tishlar, tanglay va boshqalar) o'rtasidagi tor bo'shliqdan o'tganda hosil bo'ladigan tovushlardir. Ushbu jarayonda shovqin havo oqimining tor bo'shliq devorlariga ishqalanishi natijasida yuzaga keladi. Shu sababli, o'pkadan havo oqimi davom etib turgan ekan, frikativ tovushlar nisbatan uzoq vaqt davomida cho'zib talaffuz qilinishi mumkin. Masalan, [z] fonemasining hosil bo'lishida havo oqimi tor tirqish orqali o'tib, uzluksiz shovqin hosil qiladi. Ingliz tilida frikativ undoshlarga [f] ("fun"), [v] ("victory"), [θ] (th), [ð] (dh), [s], [z], [ʃ] (sh), [ʒ] (zh), [h] kabi tovushlar kiradi. Shuningdek, [j] ("yes"), [w] ("what") va [r] ("rock") fonemalari ba'zan artikulyatsion xususiyatlariga ko'ra yarim unli (semivowel) sifatida qaraladi. Rus tilida frikativ undoshlar qatoriga [ф], [в], [с], [з], [ш], [ж], [х] tovushlari kiradi. O'zbek tilida esa frikativ undoshlar qatoriga [f], [v], [s], [z], [sh], [j], [h], [x], [y], [r] tovushlari kiradi. O'zbek tilida ba'zi tovushlar inglizcha yoki ruscha frikativlarga mos keladi: [sh] - [sh], [j] - [j], [y] - [y] (yarim unli sifatida), [r] - [r].

Frikativ undoshlarning muhim xususiyati - ularning davomiy talaffuz qilinishidir. Masalan, ingliz tilidagi "shop" yoki rus tilidagi "шар" so'zlarini sekin talaffuz qilganda, [sh] yoki [ш] tovushlarining boshqa tovushlarga nisbatan cho'zilib aytilishini kuzatish mumkin. Shu bois, nutqni vizual modellashtirishda, xususan, lab harakatlarini personaj nutqi bilan sinxronlashtirishda frikativ fonemalarga, ayniqsa yarim unli'larga, ko'proq vaqt oralig'i (animatsiya kadrlar soni) ajratish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Yopiq va portlovchi undosh tovushlar. Og'iz bo'shlig'ining ikkita organi yaqin aloqada bo'lganda, ular havo oqimi yo'lida to'liq panja - kamon hosil qiladi. U qandaydir tarzda to'siqni engib o'tadi yoki uni chetlab o'tadi. Bunga qarab, to'xtash tovushlarining quyidagi toifalari ajratiladi:

Portlovchi undosh tovushlar — nutq organlari tomonidan hosil qilingan to'siq ortida to'plangan havo oqimining bosim ostida

to'satdan yorilib chiqishi natijasida yuzaga keladigan tovushlardir. Bunda havo oqimi og'iz bo'shlig'ida qisqa muddatga to'xtatiladi va keyinchalik keskin tarzda tashqariga chiqariladi. Ushbu turdagi fonemalar artikulyatsion xususiyatlariga ko'ra oniy tovushlar deb ham ataladi, chunki ularni talaffuz jarayonida cho'zish imkoni yo'q — ular juda qisqa, tez va keskin tarzda amalga oshiriladi. Nutqni vizual modellashtirish nuqtayi nazaridan portlovchi tovushlar alohida e'tiborni talab etadi. Ularning juda qisqa davom etishi sababli, lab harakatlari bilan sinxronlashtirish jarayonida bu tovushlar ba'zan vizual jihatdan deyarli sezilmaydi. Chunki ularning artikulyatsion holati tezda keyingi fonemalarning vizual tasviri bilan almashinadi. Shu sababli, animatsiya jarayonida nutqni to'g'ri ifodalash uchun har bir tovushning davomiyligini aniq hisobga olish muhimdir. Ayniqsa, portlovchi undoshlarni ifodalashda yuz ifodalarini ortiqcha detallashtirish har doim ham zarur emas, chunki ularning vizual ifodasi qisqa vaqt oraliq'ida sodir bo'ladi. Ingliz tilida portlovchi undoshlar qatoriga [p], [b], [t] ("tale"), [d] ("dale"), [k] va [g] tovushlari kiradi. Rus tilida esa ushbu guruhga [п], [б], [т], [д], [к], [г] undoshlari mansub. O'zbek tilida esa [p], [b], [t], [d], [k] va [g] tovushlari kiradi.

Affrikat undosh tovushlar — artikulyatsiya jarayonida avval to'liq yopilish, so'ngra esa tor tirqish orqali havo oqimining chiqishi bilan hosil bo'ladigan murakkab tovushlardir. Boshqacha aytganda, affrikatlar artikulyatsion jihatdan portlovchi boshlanish va frikativ yakundan iborat bo'ladi. Affrikativ tovushlarning asosiy xususiyati shundaki, ular oddiy portlovchi va frikativ tovushlarning ketma-ketligi emas, balki yagona, bo'linmas fonema sifatida namoyon bo'ladi. Masalan, [ts] tovush birikmasi (rus tilidagi "от-сидить" so'zida) va affrikat [ц] ("поцарапать" so'zida) fonetik jihatdan farqlanadi, chunki affrikat yaxlit artikulyatsion birlik hisoblanadi. Ingliz tilida affrikativ undoshlarga [tʃ] ("ch") va [dʒ] ("j") tovushlari, rus tilida esa [ц] va [ч] o'zbek tilida esa [ch], [j] fonemalari kiradi. Affrikativ tovushlarning artikulyatsiyasi odatda ancha murakkab bo'lib, sezilarli yuz va lab harakatlari bilan kechadi. Shu sababli, nutqni vizual modellashtirish va animatsiya jarayonida bu tovushlarni aniq ifodalash muhim ahamiyatga ega. Affrikatlar odatda aniq va zarbali eshitilishi bilan ajralib turadi hamda vizual jihatdan ham e'tibordan chetda qolmaydi.

Burun undosh tovushlar — artikulyatsiya jarayonida havo oqimi og'iz bo'shlig'ida hosil bo'lgan to'siqni chetlab o'tib, burun bo'shlig'i orqali chiqishi natijasida hosil bo'ladigan tovushlardir. Bu jarayonda burun bo'shlig'i og'iz bo'shlig'i bilan birgalikda rezonator vazifasini bajaradi. Burun tovushlar hosil bo'lishida yumshoq tanglay muhim rol o'ynaydi. U pastga tushib, havo oqimining burun bo'shlig'iga o'tishini ta'minlaydi. Natijada, havo oqimi og'iz orqali emas, balki burun orqali chiqadi. Ingliz

tilida uchta asosiy burun fonema mavjud: [m], [n] va [ŋ] (masalan, “king” soʻzidagi -ing qoʻshimchasida). Rus tilida esa ikkita burun undosh mavjud [M] va [H]. Oʻzbek tilida burun undoshlar [m], [n], [ng] harflari bilan ifodalanadi. Nutq animatsiyasi va talaffuz modellashirishda burun orqali chiqadigan havo oqimi va yumshoq tanglay pozitsiyasi hisobga olinadi, chunki u tovushning rezonansini belgilaydi.

Yon undosh tovushlar — artikulyatsiya jarayonida tilning uchi yuqori tishlar yoki alveolalar bilan tutashib, markaziy qismda toʻsiq hosil qilishi, biroq tilning bir yoki ikkala yon tomoni pastga tushib, havo oqimining yon yoʻllar orqali erkin oʻtishi natijasida yuzaga keladigan tovushlardir. Bunday holatda havo oqimi markaziy toʻsiqni chetlab oʻtib, til va yonoq orasidan harakatlanadi hamda ishqalanish natijasida yengil akustik effekt (shovqin) hosil qiladi. Shu sababli lateral tovushlar oʻziga xos artikulyatsion va akustik xususiyatlarga ega. Ingliz tilida lateral tovushlarga asosan [l] (masalan, “lamp” soʻzida) kiradi; ayrim tasniflarda [r] tovushi ham artikulyatsion yaqinligi sababli shu guruh bilan bogʻliq holda koʻrib chiqiladi. Rus tilida esa asosiy lateral undosh [л], [р] fonemasidir. Oʻzbek tilida lateral undoshlar [l] va [r] harflari bilan ifodalanadi. Lateral tovushlar artikulyatsion jihatdan markaziy toʻsiq va yon yoʻllar orqali havo oqimi bilan hosil boʻladi, bu ularning akustik va vizual xususiyatini belgilaydi.

Titroq (trill yoki vibrant) undoshlar — artikulyatsiya jarayonida toʻsiq vaqti-vaqti bilan ochilib, keyin yana yopilish orqali hosil boʻladi. Natijada havo oqimi doimiy emas, balki faqat toʻsiq ochilgan paytlarda oʻtadi, bu esa tovushga oʻziga xos tebranish xususiyatini beradi. Rus tilida bunday fonemalarga misol sifatida [p] tovushi keltiriladi, bunda tilning uchi qattiq tanglay bilan kontaktga kirib tez-tez titraydi. Lateral yoki yon fonemalar ham baʼzan jonli (vibrant) xususiyatga ega boʻlib, ular juda tez talaffuz qilinadi. Shu sababli, animatsiya va nutq vizualizatsiyasi jarayonida bunday tovushlarni tasvirlash uchun kadrlarni aniqlik bilan belgilash va harakatlarni qisqa vaqt ichida aks ettirish muhim hisoblanadi.

Unli fonemalar - artikulyatsiya jarayonida ogʻiz boʻshligʻida havo oqimiga hech qanday toʻsiq hosil qilinmaydi. Shu sababli unli tovushlar erkin va davomli talaffuz qilinadi, va tovush paychalari doimiy tebranish hosil qiladi. Masalan, [ahhh], [eeee], [iiii], [oooo] yoki [uuuu] tovushlarini talaffuz qilganingizda bu tebranishni sezish mumkin. Oʻzbek tilidagi a, e, i, o, u, oʻ tovushlarini talaffuz qilganingizda bu tebranishni sezish mumkin. Unli tovushlar turli artikulyatsion pozitsiyalarda hosil boʻladi: lablar, til va yumshoq tanglayning turli holatlari natijasida havo oqimi shakllanadi, biroq u toʻsiqqa uchramaydi. Baʼzan nutq organlarining pozitsiyasidagi oʻzgarishlar juda kichik boʻlib, vizual yoki akustik sezilishi deyarli

imkonsizdir.

Ingliz tilida rus tilidan farqli o'laroq, unli tovushlarning maxsus toifasi – diftonglar mavjud. Lekin diftonglarga o'tishdan oldin unli fonemalarning asosiy turlarini ko'rib chiqish zarur. Unli fonemalardan ikki asosiy tur mavjud, ularning artikulyatsion xususiyatlari va fonetik rolini aniqlash nutq modellashtirish va animatsiya jarayonida muhim hisoblanadi.

1. Monoftonglar.

Bu unli tovushlar bo'lib, talaffuz davomida nutq organlari o'z pozitsiyasini o'zgartirmaydigan unli tovushlar. Har bir monoftong bitta bo'g'in davomida bir xil artikulyatsion holatda qoladi. Rus tilida barcha 6 unli fonema monoftonglardir: [ɤa], [o], [ɤ], [e], [u], [c]. Ingliz tilida 12 tasi bor: [iy], [ih], [eh], [ae], [aa], [ao], [uh], [uw], [ah], [er], [ar], [e]. O'zbek tilida 6 tasi bor: [a], [o], [i], [e], [u], [o'] O'zbek tilidagi harflar monoftong sifatida talaffuz qilinadi, ya'ni ular bir xil artikulyatsion holatda qoladi va bo'g'in ichida cho'zib talaffuz qilinadi.

2. Diftonglar.

Bu siljishli artikulyatsiyali unlilar; shakllanganda nutq organlari talaffuz oxiriga kelib o'z o'rnini o'zgartiradi. Shunday qilib, diftong bir bo'g'indagi ikkita unlining birikmasidir, lekin tovush tizimining yagona murakkab birligi vazifasini bajaradi. Birinchi unli bo'g'inli, ikkinchisi bo'g'insiz. Ular bunda farq qiladi. bo'g'inning davomi uzoqroq bo'lishi va bu unlarni urg'ulash mumkinligi. Diftongning birinchi qismi har doim ikkinchisiga qaraganda uzunroq va kuchliroq eshitiladi, chunki u artikulyatsiya qilinganidek, tovush zaiflashadi. Tabiiyki, diph tong monoftongga qaraganda sekinroq talaffuz qilinadi. Animatorlar diftonglar o'rniga monoftonglardan foydalanganda xato qiladilar, chunki buning natijasida personaj nutqi stakkatoga aylanadi. So'zlar kesilmasligi uchun diftong fonemalarining artikulyatsiyasi uchun ko'proq ramkalar ajratilishi kerak. Ingliz tilida quyidagi diftonglar ajralib turadi: [ay], [oy], [aw], [ey], [ow], [ee], [ue]. Rus tilida diftonglar deyarli yo'q, rus unli tovushlarning ko'pchiligi monoftong hisoblanadi. O'zbek tilida rasmiy yozuvda diftonglar alohida harflar bilan ko'rsatilmaydi, ammo talaffuz jihatidan ba'zi kombinatsiyalar diftongga o'xshash o'tishni hosil qiladi. Masalan: "ay" (ayol), "oy" (oy), "uy" (uy). Animatsiyada diftonglarni to'g'ri aks ettirish uchun nutq organlarining asta-sekin harakatini vizual tarzda ko'rsatish zarur.

Unli fonemalarning tasnifi haqidagi barcha asosiy ma'lumotlar shu. Albatta, ularni tushunish yuz ifodalaridan ko'ra qiyinroq. Boshqa tomondan, bu birinchi qarashda ko'rinadigan darajada qiyin emas. Faqat ushbu ma'lumotni amalda qo'llashingiz kerak. Ushbu bobda fonetik tahlil animatsiyada qanday qo'llanilishi haqida alohida to'xtalib o'tadi. Lekin birinchi navbatda,

osonlashtiradigan va qahramonning lablari harakatlarini uning nutqining audio yozuvi bilan muvaffaqiyatli sinxronlashtiradigan juda oddiy qoidalar mavjud.

Qahramonning lablari harakati va nutqini sinxronlashtirish jarayoni. Animatsiyani boshlashdan oldin, model uchun asosiy fonemalarning barcha vizual tasvirlarini tayyorlaganingizga ishonch hosil qilinadi. Qahramonning yuzi mushaklarining harakatini, ma'lum tovushlarni qanday talaffuz qilishini hisobga olgan holda to'g'ri ko'rsatish kerak. Aks holda, lablar harakati qahramon nutqiga to'g'ri kelsa ham, animatsiya noqulay bo'ladi.

Nutq animatsiyasida qahramonning lablari harakati va talaffuzini to'g'ri sinxronlashtirish jarayoni vizual nutq va akustik fonemalarni uyg'unlashtirishning asosiy bosqichidir. Ushbu jarayon quyidagi asosiy tamoyillarga asoslanadi:

Fonemalarning vizual tasvirlarini tayyorlash: Animatsiyani boshlashdan oldin, model uchun barcha asosiy fonemalarning (undosh va unli tovushlar) vizual ifodalari tayyor bo'lishi zarur. Har bir fonema qahramonning lablari, tili va jag' mushaklarining pozitsiyasini aks ettiruvchi "keyframe" yoki kadrlar orqali belgilanishi kerak.

Lab va yuz mushaklarining artikulyatsiyaga moslashuvi: Har bir tovush talaffuz qilinayotganda qahramonning yuz mushaklari, ayniqsa lablar, yonoq va jag' mushaklari tegishli pozitsiyaga kelishi lozim. Masalan: Portlovchi undoshlar ([p], [b], [t], [d]) qisqa va keskin lab pozitsiyasini talab qiladi. Frikativlar ([f], [s], [sh]) lablar va tishlar orasidagi tor bo'shliq orqali hosil bo'ladi, shuning uchun ularning harakati asta-sekin va davomiy bo'lishi kerak. Unli tovushlar ([a], [i], [o]) lab va tilning turli pozitsiyalarini egallaydi, lekin to'siqsiz havo oqimi bilan hosil bo'ladi.

Talaffuz va vizual kadrlarni sinxronlashtirish: Agar fonemalarning vizual ifodalari aniqlanmagan yoki noto'g'ri tayyorlangan bo'lsa, qahramonning lab harakati nutqga mos kelmasa, animatsiya noqulay va tabiiy ko'rinmaydi. Shu sababli, har bir tovushning davomiyligi, boshlanish va tugash kadrlarini aniqlash muhim.

Animatsiya sifatini oshirish: Nutq animatsiyasining tabiiyligi faqat lablar harakati bilan cheklanmaydi. Qahramonning yuz ifodalari, jag' va yonoq mushaklarining o'zaro koordinatsiyasi ham nutqning realizmini oshiradi. Ayniqsa murakkab artikulyatsiyaga ega tovushlar (affrikatlar, lateral va titroq undoshlar) vizual tarzda alohida e'tibor talab qiladi.

Qahramonning lablari va nutqini sinxronlashtirish jarayoni animatsiyada fonemalarning akustik va vizual mosligini ta'minlash uchun asosiy bosqichdir. Har bir tovushning artikulyatsion xususiyatlari va davomiyligi aniqlanmagan holda animatsiya tabiiy ko'rinmaydi, shuning uchun har bir fonemani vizual ifodalarini

tayyorlash va ularni animatsiya kadrlariga to'g'ri joylashtirish muhimdir.

Fonemani talaffuz qilishda lablarning holati old va yon ko'rinishlarda, tilning holati esa yon ko'rinishda ko'rsatiladi. Tasvirlar qahramonning og'zini modellashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ma'lum bir tovushni talaffuz qilishda qahramonning yuz ifodalari qanday bo'lishi kerakligini aniqlashga yordam beradi. Qahramonning yuz ifodalarini asosiy fonemalarga moslashtirish uchun modellashtirgandan so'ng, nutq bilan lablarni sinxronlashtiriladi.

5. Xulosa

Maqolada nutq fonemalarining artikulyatsion va akustik xususiyatlari, shuningdek, ularning animatsiyada vizual tarzda ifodalanishi masalalari ilmiy nuqtai nazardan tahlil qilindi. Undosh va unli fonemalar, shuningdek portlovchi, frikativ, affrikat, lateral, titroq va burun tovushlari tizimli tarzda tasniflandi, ularning artikulyatsion mexanizmlari, tovush paychalari va rezonator rollari batafsil yoritildi.

Qahramonning lablari va yuz mushaklarining harakatini nutq bilan sinxronlashtirish jarayoni, fonemalarning vizual ifodalarini tayyorlash, ularni animatsiya kadrlariga to'g'ri joylashtirish zarurati ta'kidlandi. Shu orqali animatsiyada tabiiy va aniq nutq hosil qilish imkoniyati yaratiladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, fonemalarning artikulyatsion va akustik xususiyatlarini chuqur o'rganish, animatsiya va nutq modellashtirish jarayonini optimallashtirish hamda qahramon nutqini realistik tarzda aks ettirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv pedagogika, lingvistika va IT sohalarida nutqni vizualizatsiya qilish, o'quv dasturlari, interaktiv darsliklar va sun'iy intellektga asoslangan animatsiya tizimlarida qo'llanishi mumkin.

Adabiyotlar:

Avriel, M. (2003). Nonlinear Programming: Analysis and Methods. M. Avriel. Courier Corporation. 512 p. ISBN: 978-0-486-43227-4. Retrieved September 06, 2026 from <https://books.google.co.uz/books?id=byF4Xb1QbvMC&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>

Bressema, Jana & Ladewig, Silva. (2011). Rethinking gesture phases: Articulatory features of gestural movement?. *Semiotica*. 184. 53–91. DOI: 10.1515/semi.2011.022. Retrieved September 06, 2026 from https://philpapers.org/rec/BRERGP?utm_source

Cao, C., et al. (2013). Facewarehouse: A 3D facial expression database for visual computing. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 20(3), 413–425. DOI:10.1109/TVCG.2013.249. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24434222/>

Beknazarova S., Sadullaeva S., Bazhenov R., Qayumova G., Jaumitbayeva M. Application of nonlinear splitting algorithm to the method

of reference equations. AIP Conf. Proc. 16 June 2022; 2432 (1): 060003. <https://doi.org/10.1063/5.0089494>

Beknazarova S., Yunusova D., Qayumova G. et al. Adaptive video compression and transmission algorithms for smart surveillance in IOT networks, Proc. SPIE 14014, Advanced Materials for Optics and Photonics: Chemistry and Engineering Perspectives (AMOP 2025), 1401403 (18 Dec 2025); <https://doi.org/10.1117/12.3091984>

Cudeiro, D. et al. (2019). Capture, Learning, and Synthesis of 3D Speaking Styles. Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). - C. 10101-10111. Retrieved September 06, 2026 from <http://voca.is.tue.mpg.de/>.

Graves, A., et al. (2006). Connectionist temporal classification: Labelling unsegmented sequence data with recurrent neural networks. In Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning (pp. 369–376). DOI: 10.1145/1143844.1143891. Retrieved September 06, 2026 from https://mlanthology.org/icml/2006/graves2006icml-connectionist/?utm_source

Kendon, A. (2004). Gesture: Visible Action as Utterance. Cambridge University Press. Retrieved September 06, 2026 from 10.1017/CBO9780511807572.

Nguyen, N. (2000). Perceiving Talking Faces: From Speech Perception to a Behavioral Principle by Massaro, D. W. Journal of Phonetics, 28(1), 103–109. DOI: 10.1006/jpho.2000.0108.

Pelachaud, C. (2009). Studies on gesture expressivity for a virtual agent. Speech Communication, 51(7), 630–639. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2008.04.009>

Pham, H. X., Pavlovic, V., Cai, J., & Cham, T. (2016). Robust real-time performance-driven 3D face tracking. In L. Davis, A. Del Bimbo, & B. C. Lovell (Eds.), 2016 23rd International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2016) (pp. 1851-1856). Article 7899906 IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2016.7899906>

Rublee, E., Rabaud, V., Konolige, K., Bradski, G.. (2011) ORB: An efficient alternative to SIFT or SUFT. ICCV '11 Proceedings of the 2011 International Conference on Computer Vision. – P. 2564–2571. DOI: 10.1109/ICCV.2011.6126544. https://ieeexplore.ieee.org/document/6126544?utm_source

Taylor, S., Kim, T., Yue, Y., Mahler, M., Krahe, J., Rodriguez, A., ... & Matthews, I. (2020). A deep learning approach for generalized speech animation. ACM Transactions on Graphics, 39(4), 93:1–93:15. <https://doi.org/10.1145/3386569.3392450>

Tucker, L. R. (1966). Some mathematical notes on three-mode factor analysis. Psychometrika, 31(3), 279–311. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02289464>

Wagner, Petra & Malisz, Zofia & Kopp, Stefan. (2014). Gesture and speech in interaction: An overview. Speech Communication. 57. 209-232. Retrieved September 06, 2026 from 10.1016/j.specom.2013.09.008.

Kayumova, G. & Boymurodov, B. (2025). Ucho'lchamli personajlarning yuz holatini modellashtirish va animatsiyalashning zamonaviy yondashuvlari. Al-Farg'oniy avlodlari, 1 (3), 151-158. doi: 10.5281/zenodo.17295640

Корзун В.А. (2022). Генерация мимики для виртуальных ассистентов. Труды Московского физико-технического института, 14(3/55), 57–62. URL: https://sciup.org/generacija-mimiki-dlja-virtualnyh-assistentov-142236478?utm_source

Mualliflar haqida:

Kayumova Gulshan Asrorovna — O‘zbekiston jurnalistika va ommaviy kommunikatsiyalar universiteti, Mediadizayn kafedrası dotsenti, PhD, dotsent, gulshan.kayumova@mail.ru

Sultonova Munajat Toirovna — Muxammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, Televizion va mediatexnologiyalar kafedrası assistenti, munojatnurmuhamedova1989@gmail.com

Артикуляционные и визуальные характеристики фонем речи: вопросы синхронизации в анимации

Аннотация: В данной статье анализируются артикуляционные, акустические и визуальные характеристики фонем речи, а также вопросы их отображения в анимации. Рассматриваются согласные и гласные фонемы, взрывные, фрикативные, аффрикативные, латеральные, дрожащие и носовые звуки. Обсуждаются процесс синхронизации движения губ и мышц лица персонажа с речью, подготовка визуальных образов фонем и их размещение в кадрах анимации, а также педагогическое и технологическое значение этих процессов. Результаты исследования могут быть применены в анимации речи, интерактивных учебных средствах и системах на базе искусственного интеллекта.

Ключевые слова: фонема, артикуляция, согласный звук, гласный звук, взрывной звук, фрикативный звук, аффрикат, латеральный звук, носовой звук, анимация речи, визуальная речь, синхронизация.

Об авторах:

Каюмова Гулшан Асроровна — доцент кафедры Медиадизайна Университета журналистики и массовых коммуникаций Узбекистана, PhD, доцент. Email: gulshan.kayumova@mail.ru

Султонова Муножат Тоировна — ассистент кафедры Телевизионных и медиатехнологий Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, munojatnurmuhamedova1989@gmail.com

ARTICULATORY AND VISUAL REPRESENTATIONS OF SPEECH PHONEMES: SYNCHRONIZATION ISSUES IN ANIMATION

Abstract: This article analyzes the articulatory, acoustic, and visual characteristics of speech phonemes, as well as issues related to their representation in animation. Consonant and vowel phonemes, plosive, fricative, affricate, lateral, trill, and nasal sounds are classified. The process of synchronizing a character's lip and facial muscle movements with speech, preparing visual representations of phonemes, and placing them in animation frames are discussed, along with their pedagogical and technological significance. The findings of the study can be applied to speech animation, interactive educational tools, and artificial intelligence-based systems.

Keywords: phoneme, articulation, consonant sound, vowel sound, plosive sound, fricative sound, affricate, lateral sound, nasal sound, speech animation, visual speech, synchronization

About the authors:

Kayumova Gulshan Asrorovna — Associate Professor of the Media Design Department at the University of Journalism and Mass Communications of Uzbekistan, PhD, Associate Professor. Email: gulshan.kayumova@mail.ru

Sultonova Munajat Toirovna – Assistant of the Department of Television and Media Technologies at the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Email: munajatnurmuhamedova1989@gmail.com