

# Azərbaycanda jest dili və onun avtomatik tanınması problemləri

Rəsmiyyə Mahmudova<sup>1</sup>, Kəmalə Qurbanova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

<sup>1</sup>rasmahmudova@gmail.com, <sup>2</sup>kemalwamil@gmail.com

**Xülasə** — **İnformasiya-kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) dinamik inkişafı müasir kompüter və robot sistemlərinin jestlərlə idarə olunması üçün əlverişli mühit yaratmışdır. İşdə jestlərin ünsiyyət prosesinin zəruri komponenti olduğu, mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyi və müxtəlif peşələrdəki əvəzolunmaz rolu qeyd edilmişdir. Uzaq məsafədən jestlərlə idarə olunan texnologiyaların yaratdığı imkanlar haqqında məlumat verilmişdir. Jest dilinin avtomatik tanınması problemləri analiz edilmişdir. Bu istiqamətdə görülən işlər haqqında məlumat verilmiş və milli jest dili korpusunun yaradılmasının vacibliyi şərh olunmuşdur. Azərbaycan jest dilinin tanınmasında qarşıya çıxan problemlər və onların aradan qaldırılması üçün müəyyən tövsiyələr verilmişdir.**

*Açar sözlər — jest dili; qeyri-verbal kommunikasiya; robototexnika; ağıllı ev; jestlərlə idarəetmə texnologiyaları*

## I. GİRİŞ

Müasir zamanda İKT-nin dinamik və sürətli inkişafı insanlarda informasiyanın daha sürətli və dolğun qəbul edilməsi vərdişləri yaratmışdır. İnformasiya cəmiyyətində əsas resursa çevrilmiş və

informasiya bolluğunun yaranmasına səbəb olmuşdur.

Sağlamlıq vəziyyətindən, maddi təminatından, bilik səviyyəsindən, dilindən, yaşından asılı olmayaraq cəmiyyətin hər bir üzvünün informasiya bolluğundan eyni dərəcədə bəhrələnməsi insanlar arasında sosial bərabərliyin əsasını təşkil edir. İnsanlar arasında sosial bərabərliyi təmin etmək ideyası bir sıra beynəlxalq sənədlərdə öz əksini tapmışdır: “Ümumdünya İnsan Hüquqları” Bəyannaməsi (1948), “Uşaq Hüquqları” Bəyannaməsi (1959), “Qadın hüquqlarının müdafiəsi haqqında” Konvensiya (1979), “Uşaq hüquqları haqqında” Konvensiya (1989), “Xüsusi tələbatlı insanların təhsili haqqında” Salamanka Bəyannaməsi (1994), “Əlillərin hüquqları haqqında” Konvensiya (2006) və s. Beynəlxalq hüquqi normativ bazalara əsaslanan bu sənədlərin qəbul edilməsində əsas məqsəd əlilliyi olan şəxslərin sağlam insanlarla bərabər cəmiyyətə inteqrasiya olunmasıdır [1].

Azərbaycan Respublikasında da əlilliyi olan şəxslərin sosial bərabərliyini təmin etmək istiqamətində müxtəlif hüquqi sənədlər qəbul olunmuşdur. Ölkəmizdə 2004-cü ildə “Azərbaycan Respublikasında xüsusi qayğıya ehtiyacı olan (sağlamlıq

imkanları məhdud) uşaqların təhsilinin təşkili ilə əlaqədar İnkişaf Proqramı (2005-2009-cu illər)” işlənib hazırlanmışdır. 2008-ci ildə ölkəmiz BMT tərəfindən qəbul edilmiş “Əlillərin hüquqları haqqında” Konvensiyaya qoşulmuşdur. Eyni zamanda 2017-ci ildə sağlamlıq imkanları məhdud şəxslərin təhsil hüququnu təhsilin bütün pillələri üzrə digər şəxslərlə bərabər səviyyədə təmin etmək və onların təhsil alması üçün maneəsiz mühit yaratmaq məqsədi ilə “2018-2024-cü illərdə Azərbaycan Respublikasında sağlamlıq imkanları məhdud şəxslər üçün inklüziv təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Proqramı” qəbul edilmişdir. Dövlət Proqramında əlilliyi olan şəxslərin tələbatına cavab verən İKT infrastrukturunun yaradılması, istifadəçilərin psixofizioloji xüsusiyyətlərinə uyğun formatda rəqəmsal resursların hazırlanması, aparat-proqram təminatının xüsusi qayğıya ehtiyacı olan insanların tələbatına uyğun sazlanması və s. kimi vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur [2].

Yer kürəsinin əhalisinin 5%-dən çoxu eşitmə və nitq məhdudluğu problemi yaşayır. Bu cür insanların yeganə ünsiyyət vasitəsi jest dilidir [3].

Jestlərin etibarlı və dəqiq tanınmasını təmin edən avtomatik tanınma sisteminin qurulması və mütəmadi olaraq təkmilləşdirilməsi vacib və aktual məsələdir.

Jestlərin istifadə dairəsi genişdir. İnformasiyanın jestlərlə ötürülməsi metodu müxtəlif sahələrdə uğurla istifadə olunur. Məsələn, Dövlət Yol Polisi İdarəsinin əməkdaşları yol hərəkətinin təşkilini (nəqliyyat vasitələrinin və ya piyadaların

təhlükəsizliyini qorumaq, yol hərəkətində nizam-intizam yaratmaq, yol-nəqliyyat hadisələrinin qarşısını almaq, fasiləsiz və rahat hərəkəti təmin etmək) təmin etmək məqsədi ilə sürücülərə xüsusi işarələrlə informasiya ötürür və ya idman yarışlarında hakim idmançılara xüsusi işarələr göstərərək oyununu idarə edir.

Müasir zamanda hərəkəti dəqiq aşkarlayaraq əks-əlaqə qura bilən universal qurğulara, smart televizorların, dronların və digər cihazların əl jestlərini idarə etməsinə, cərrahi əməliyyatlarda yüksək dəqiqlik və daha az risk vəd edən robotlara, “ağıllı evlər”ə nəzarətin avtomatlaşdırılmasına, bir sözlə, robototexnikaya tələbat artmışdır.

## II. JESTLƏRİN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Jestlər eşitmə və nitq məhdudluğu olan insanların yeganə ünsiyyət vasitəsidir. Tarixən jestlərlə ünsiyyət şifahi nitqdən əvvəl meydana gəlmişdir. Fikrini şifahi ifadə edən insanlar da jestlərdən mütəmadi olaraq istifadə edirlər. Jestlər və mimika danışan insanın fikrini daha aydın izah edir. Hətta insan danışmadıqda belə üz mimikası və ya hər hansı bir jest ilə bütöv bir fikri qarşı tərəfə ötürə bilir. Göründüyü kimi jestlər sağlamlıq imkanlarından asılı olmayaraq bütün insanların ünsiyyət vasitəsidir. İnformasiyanın sözsüz, jestlərlə ötürülməsi üsulu elmin müxtəlif sahələrindən olan mütəxəssislərin marağına səbəb olmuşdur və belə nəticə əldə olunmuşdur ki, jestlər ünsiyyətin zəruri komponentidir. Ünsiyyət prosesində jestlərin rolunu aşağıdakı kimi təsnifatlandırmaq olar [4]:

• Jestlər dinləyən insana dinlədiyi mövzu ilə yanaşı, eyni zamanda danışan insan haqqında da məlumat ötürür: danışan insanın aktivliyi, emosionallığı, təbiəti, özgüvəni və s. kimi şəxsi xüsusiyyətləri və keyfiyyətləri;

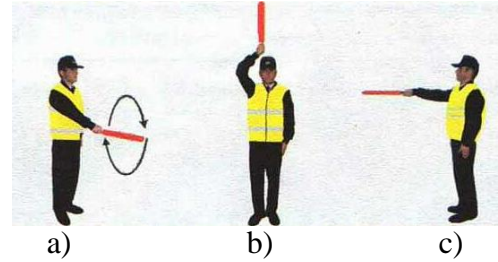
• Ünsiyyətdə olan insanların bir-birinə olan münasibəti haqqında məlumat verir: ünsiyyətin səviyyəsi – müzakirə və ya mübahisə olunan mövzuya münasibəti bildirərkən fikrini ifadə etmə forması;

• Ünsiyyətin gedişinin tənzimlənməsinə imkan verən məlumat: ünsiyyət müddətinin uzanmasına görə məmnunluq və ya əksinə narahatçılıq; üz ifadəsi ilə müzakirə olunan mövzuya maraq və ya etinasızlıq.

Müxtəlif peşələrdə vəzifənin icrası zamanı da jestlərin əvəzolunmaz rolu vardır. İdmançılar, dənizçilər, xüsusi təyinatlı hərbiçilər, yol patrul xidmətinin nizamlayıcıları və s. peşə sahibləri uzaq məsafəyə informasiya ötürərkən xüsusi jestlərdən istifadə edirlər.

Yol patrul xidmətinin nizamlayıcı inspektoru tərəfindən həyata keçirilən jestlər sürücü və piyadaların hərəkətinə yardım etməsi və ya mövcud vəziyyətə uyğun olaraq lazımi xəbərdarlığın verilməsi ilə bağlıdır. Nəqliyyat vasitəsi sürücülərinə nizamlayıcı inspektorun ötürdüyü siqnallara aid misal göstərək: “sürəti artırın” - sol qol dirsəkdən bükülərək sinə önündə çiyin səviyyəsində qaldırılır və sol əlin içi aşağı yönəlməklə saxlanılır, sağ qol dirsəkdən bükülərək bel səviyyəsində yana açılır və jezl biləkdən dairəvi hərəkət etdirilir; “diqqət” - sağ qol jezlə ön tərəfdə yuxarıya qaldırılır və bu vəziyyətdə tutulur; “sola

dönmə” - sağ qol ön tərəfdən irəli uzadılır (Şək. 1.) [5]:



Şəkil 1. a) sürəti artırın, b) diqqət, c) sola dönmə işarələri

Jestlər hər b zamanı kəşfiyyatçılar və xüsusi təyinatlı hərbi qüvvələr tərəfindən uzaq məsafəyə informasiyanın ötürülməsi üçün istifadə edilir (Şək. 2.) [6]:



Şəkil 2. Kəşfiyyatçıların istifadə etdiyi işarələr və onların mənası

Jestlərdən incəsənət sahəsində də geniş istifadə olunur. Buna rəqsi, baleti, pantomima teatrını və s. misal göstərmək olar. Hərflərdən sözlər, sözlərdən ifadə və cümlələr yarandığı kimi rəqqas da müxtəlif kombinasiyalar qurub rəqsin kompozisiyasını hazırlayır. Tamaşaçı məhz bu kombinasiyaları izləyərək rəqqasın “monoloq” və “dialoglar”ını “oxuya” bilir.

Göründüyü kimi, jestlər eşitmə və nitq məhdudiyətli insanların ünsiyyət vasitəsi olmaqla yanaşı, eyni zamanda müxtəlif

sahələrdə informasiyanın ötürülməsində əvəzolunmaz funksiyaya malikdir.

### III. JESTLƏRLƏ İDARƏ OLUNAN TEKNOLOGİYALAR

Jestlərlə idarəetmə texnologiyalarına əsaslanan sistemlərin tətbiq dairəsi fərdi kompüterlərdən tutmuş cərrahi robotlara qədər olduqca genişdir. Tək bir jest bir sıra klaviatura və siçan düymələrini əvəz edə bilər və işin sürətini kəskin artırır. Simsiz sistemlərin idarə edilməsi texnologiyaları uzaq məsafədən cihazı idarə etməyə imkan verir. Aşağıda göstərilən misallarla bir neçə cihazların iş prinsipini nəzərdən keçirək.

**iMotion kontrolleri.** iMotion hərəkəti dəqiq aşkarlayaraq əks əlaqə qura bilən universal bir qurğudur. iMotion klaviatura və siçan ilə idarə oluna bilən istənilən kompüterdə istifadə oluna bilər. Qurğu fərdi kompüterlərdə *Windows*, *Mac*, *Linux* əməliyyat sistemlərini, *iOS*, *Android* mobil telefonlarının mövcud proqramlarını, *Oculus Rift* virtual reallıq eynəklərini və oyunları dəstəkləyir. iMotion televizorun pultunu jest idarəetməsi ilə əvəz edərək köhnə televizorları Smart TV-yə çevirə bilər [7].

**Kai kontrolleri.** Kai cihazlara Bluetooth vasitəsilə qoşulur və onları əl jestləri ilə idarə etməyə imkan verir. Cihaz baş barmaq istisna olmaqla istifadəçinin ovcuna taxılır. Manipulyatorun gövdəsi 13×77×23 mm ölçüsünə malikdir. Cihaz yığcamdır və gündəlik istifadə üçün uyğundur. Kai, həmçinin smart televizorları, dronları və digər cihazları idarə etməyə imkan verir. Cihaz biləkdəki əyilmələri, ovucun dönməsini təsbit edə bilər. İstifadəçi əlini

yuxarı və aşağı hərəkət etdirərsə və ya barmaqlarını əyərək sensoru örtərsə, cihaz həmin məlumatı aşkar edə bilər. O, həmçinin 3 ox ətrafında fırlanmaları hiss etmək və aşkar etmək qabiliyyətinə malikdir [8].

**Gestonurse cihazı.** Gestonurse qurğusu cərrahi əməliyyat zamanı tibb bacısı funksiyasını daşıyır. Ənənəvi cərrahi əməliyyatlarda insan faktoruna əsaslanaraq demək mümkündür ki, tibb bacısının səhv etmək riski vardır. Lakin Gestonurse yüksək dəqiqlik və daha az risk vəd edir. Gestonurse cərrahi alətləri ötürməklə əsas cərraha kömək edir. Belə bir robot sistemi lazımsız ünsiyyəti azaltmaq və kadr çatışmazlığını kompensasiya etmək potensialına malikdir. Robot əl jestlərini 97%-dən çox tanınma dəqiqliyi ilə başa düşür, əməlləri sürətli və dəqiq icra edir. Gestonurse cərrahi əməliyyatın effektivliyini artırır və nəticələri potensial olaraq yaxşılaşdırır [9].

**Gest kontrolleri.** Gest cihazı naqillərlə ovuc içi və barmaqların hər birinə bərkidilir. Qurğu əsasən “ağıllı ev” idarəetməsində istifadə olunur. Cihaz *Bluetooth* vasitəsilə kompüterə qoşulur. Bu texnologiya istifadəçi ilə fiziki olaraq eyni məkanda olmadan izlənilə və ya hətta idarə oluna bilər [10].

**Arrm.io startapı.** Arrm.io 2018-ci ildə Belarusiyada hazırlanmış işarə dilinin avtomatik tərcüməsini təmin edən startapdır. Jestlərin tanınması üçün RGB (Red (qırmızı), Green (yaşıl), Blue (mavi) rəng sistemi) kamerası olan fərdi kompüter və ya noutbuk tələb olunur. Tanınma prosesi *Deep Sign Language* (dərin işarə dili) və neyron şəbəkə texnologiyasının tətbiqi ilə reallaşır.

Cihaz eşitmə məhdudiyətli insanların şifahi danışan insanlarla ünsiyyəti zamanı ən çox istifadə etdiyi (xəstəxanada qəbula yazılmaq, bankla, sığorta şirkəti ilə əlaqə saxlamaq və s.) jestlərin tanınması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məhsul uğurla istifadə olunmaqdadır [11].

**Google MediaPipe modeli** süni intellekt texnologiyalarına əsaslanaraq real zaman rejimində kompüter və ya mobil telefon kamerası ilə jestləri izləyə və tanıya bilir. Modelin real vaxt rejimində əl/ovuc aşkarlama dəqiqliyi 95,7% təşkil edir. MediaPipe çərçivəsinin üstünlüyü işarələrdən ibarət verilənlər bazasının zəngin olmasıdır və buna görə də müxtəlif işarə dillərinə şamil oluna bilir. Bu model jestlərlə idarə olunan texnologiyalar üçün yeni imkanlar yaradır. Google MediaPipe modeli “ağıllı evlər”ə nəzarətin avtomatlaşdırılması, robototexnika və video oyunlar sahəsində uğurla istifadə olunur [12].

**Miyelofon.** İşarə dilini tərcümə edən bu məhsulu rus məktəblisi Daniil Kazantsev hazırlamışdır. Məhsul əzələlərin elektromexaniki fəaliyyətini tanıyan elektromiyoqrafiya texnologiyasına əsaslanır. Proqram məhsulu sınaqdan keçirilmiş və sistem jestləri 92,6% dəqiqliklə tanıyaraq uğurlu nəticə göstərmişdir [13].

Kompüter və robot sistemləri üçün jest idarəetmə texnologiyaları böyük potensiala malikdir və aşağıdakı problemlərin həllinə müsbət təsiri vardır [14]:

- naqillli texnologiyaların jestlərlə idarə olunan texnologiyalarla əvəz olunmasına;

- qeyri-standart mühitdə sistemlə istifadəçi arasında qarşılıqlı əlaqənin mümkün olmasına.

Jestlərin avtomatik tanınmasını reallaşdıran İKT projelərinin əsas məqsədi aparat və proqram təminatı vasitəsilə ünsiyyətə maksimum imkan yaratmaqdır. Müasir zamanda jestlərin tanınması üçün mürəkkəb və bahalı avadanlıqlara ehtiyac yoxdur, yalnız müasir mobil telefon və ya kompüter kamerası kifayət edir.

#### IV. JESTLƏRLƏ ÜNSİYYƏT VƏ ONLARIN AVTOMATİK TANINMASINDA QARŞIYA ÇIXAN PROBLEMLƏR

Jestlər bütün canlılar arasında ünsiyyət vasitəsidir, emosional siqnalların təbii vasitələrlə ötürülməsi üsuludur. Tarixən jest dili müstəqil yaranmışdır və hər millətin özünəməxsus jest dili formalaşmışdır. Jest dili şifahi danışq dilindən asılı olmayaraq inkişaf etmişdir [15,16].

Eşitmə və nitq məhdudiyətli insanlar jest dilindən yeganə ünsiyyət vasitəsi kimi mütəmadi olaraq istifadə edirlər. Bütün cəmiyyətin diqqətini eşitmə məhdudiyətli insanların ünsiyyət problemlərinə cəlb etmək məqsədi ilə BMT Baş Assambleyası 2018-ci ildən etibarən hər ilin sentyabr ayının 23-nü “Beynəlxalq Jest Dilləri” günü kimi qeyd olunmasını elan etmişdir.

İndiki dövrdə, robototexnikanın, kompüterlərin və İnternetin dinamik inkişaf etdiyi bir zamanda jest dilinin tanınması və bu dilin istifadəçiləri üçün ünsiyyətin asanlaşması problemi ön plana çıxır.

[17]-də göstərilir ki, əl ilə göstərilən jestlərin tanınması prosesi 4 mərhələdə aşağıdakı ardıcılıqla icra olunur: jesti göstərən əl şəkil və ya video kadr ardıcılığı formasında toplanılır; məlumatlar toplusu müəyyən tanınma metodlarının köməyi ilə analiz edilir, yəni təsvirdən və ya video ardıcılığın hər kadrından əl obyektini tapılaraq seqmentləşdirilir; seqmentləşdirilmiş hissə emal olunur və əsas xüsusiyyətləri aşkar edilir; alınmış nəticələr verilənlər bazasındakı şablonlarla müqayisə olunur və jest tanınır [17].

Təsvirdə jesti göstərən əl obyektinin seqmentləşdirilməsi işində müəyyən problemlər tanınma dəqiqliyinin kəskin şəkildə aşağı düşməsinə səbəb ola bilər [18]: 1) jesti göstərən əlin arxa fonu bir rəngdə olmayanda və ya jesti göstərən əl insanın açıq dəri hissəsi ilə kəşidə seqmentləşdirmə işi çətinləşir; 2) jesti göstərən əl sensor müstəvisinə perpendikulyar olmazsa təsvirdən ovucu və barmaqları aşkar etmək çətinləşir; 3) jesti göstərən əldə əlcək, üzük və s. kimi aksesuarların olması tanınma prosesinə mənfi təsir göstərir; ünsiyyət zamanı jestlər ardıcıl olaraq göstərildiyindən ayrı-ayrılıqda jestlərin başlanğıcını və sonunu dəqiq müəyyən etmədikdə tanınma prosesində xəta baş verir.

Hal-hazırda jest dilinin elementlərini tanıyaraq mətnə, səsə və ya əksinə çevirən sistemlər mövcuddur. İnformasiyanın jestlərlə ötürülməsi üsuluna gözlərin baxışı, mimika, baş, bədən və əl hərəkətlərinin də daxil olması tanınma işini mürəkkəbləşdirir [19]: jestlərin oxşarlığı; hərəkət sürətinin müxtəlifliyi; əlin ölçüsünün və dərinin

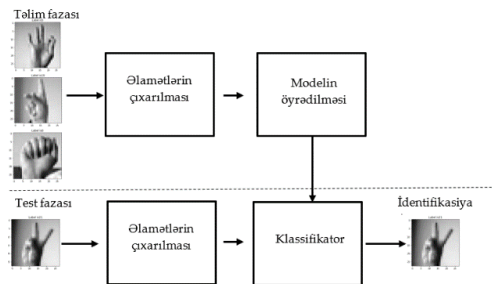
rənginin fərqliliyi; jesti göstərən insanın özünəməxsus jestikulyasiya stiline olması; jest dilində müxtəlif dialektlərin mövcudluğu; və s.

Günbəgün inkişaf edən İKT-nin əldə etdiyi nailiyyətlər sayəsində jestlərin tanınması məsələsində qarşıya çıxan problemləri həll etmək mümkündür.

Azərbaycanda eşitmə və nitq məhdudiyətli insanların ünsiyyətini asanlaşdırmaq məqsədi ilə müvafiq tədbirlər həyata keçirilir. Jest dilinin elementlərinin avtomatik tanınması istiqamətində ölkəmizdə tədqiqatlar aparılmış və müəyyən nəticələr əldə edilmişdir.

İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun əməkdaşları tərəfindən əl jestlərinin tanınması üçün Neyron şəbəkə modelinə əsaslanan yeni yanaşma təklif edilmiş və eksperiment aparılmışdır [20].

Eksperiment təlim və test fazasından ibarətdir. Təlim fazasında əl jestləri təsvirlərinin verilənləri emal olunur və əlamətlər vektoru çıxarılır. Test fazasında əlamət vektorları təlim verilənləri ilə müqayisə olunaraq identifikasiya olunurlar. Şəkil 3-də jestlərin tanınması sisteminin strukturu təsvir olunmuşdur.



Şəkil 3. Jestlərin tanınması sisteminin strukturu

Eksperimentlər Python proqram mühitində yerinə yetirilmişdir. Təklif edilmiş model əlifbanın əksər hərflərini yüksək dəqiqliklə tanıya bilmişdir. Jestlərin tanınması üçün təklif edilən arxitektura jestlərin yüksək dəqiqliklə identifikasiyasını həyata keçirmək üçün müxtəlif maşın təlimi üsulları işlənib. Neyron şəbəkələri əsasında yaradılmış klassifikasiya üsulunun strukturu Cədvəl 1-də təsvir edilmişdir.

Cədvəl 1. Neyron şəbəkələri əsasında yaradılmış klassifikasiya üsulunun strukturu

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_11 (Dense)	(None, 100)	78500
dense_12 (Dense)	(None, 100)	10100
dense_13 (Dense)	(None, 24)	2424

Neyron şəbəkənin gizli laylarında 100 neyron, sonuncu çıxış layında verilənlər bazasındakı siniflərə uyğun olaraq 24 neyron istifadə edilmişdir. Modelin optimallaşma funksiyası rmsprop, itki funksiyası categorical\_crossentropy funksiyalarıdır. Modelin öyrədilməsi zamanı batch\_size=50, epochs=30 götürülmüşdür. Azərbaycanda milli jest dili korpusu olmadığına görə təklif edilmiş modelin parametrləri “American Sign Language letter database” verilənlər bazasının üzərində aparılan eksperimentlərin nəticəsində alınmışdır.

### NƏTİCƏ

İKT-nin dinamik inkişafı jestlərin avtomatik tanınması probleminin həllinə yeni imkanlar yaradır. Milli jest dilimizin elementlərinin tanınması üçün ən başlıca

vəzifə milli jest dili korpusunun yaradılmasıdır. Milli jest dili korpusu ölkəmizdə yaşayan eşitmə və nitq məhdudiyətli insanların ünsiyyət vasitəsi olan jestlərinin əlamətlərini və hərəkət trayektoriyasını özündə saxlayan verilənlər bazasından ibarət olmalıdır. Milli jest dili korpusunun əsasında jestləri səsə, mətnə çevirən yeni metod və sistemlər işlənməlidir. Jestlərin avtomatik tanınması eşitmə və nitq məhdudiyətli insanların təhsil, tibb, ünsiyyət və s. kimi problemlərinin həllini asanlaşdırır və onların cəmiyyətə adaptasiyasını təmin edir. Eşitmə və nitq məhdudiyətli insanların cəmiyyətə inteqrasiya olunması üçün nitqin əsas rol oynamadığı fəaliyyət sahələrində onlardan peşəkar mütəxəssislər yetişdirmək olar və nəticə etibarilə onların mənəvi inkişafı, maddi təminatı yaranar.

### İSTİNADLAR

- [1] Г.Н. Пенин, “Инклюзивное образование как новая парадигма государственной политики”, Образование для всех, №9(83), с.41–47, 2010, <https://cyberleninka.ru/article/n/inklyuzivnoe-obrazovanie-kak-novaya-paradigma-gosudarstvennoy-politiki>
- [2] R.Ş. Mahmudova, K.Ş. Qurbanova, “Eşitmə və nitq əngəlli insanların cəmiyyətə adaptasiyası problemləri” Azərbaycanda sosial müdafiə sisteminin inkişafı, dünən, bu gün və sabah mövzusunda beynəlxalq elmi praktik konfransı, Bakı, s. 88-91, 2019.
- [3] U.Farooq, M. S.Mohd Rahim, A.Abid “A multi-stack RNN-based neural machine translation model for English to Pakistan sign language translation”, Neural Computing and Applications. pp. 1-14. 2023.
- [4] Т.А.Гридина, Н.И.Коновалова, Н.А.Воробьева, “Невербальная

- коммуникация: практикум”, Екатеринбург, 106 с., 2015.
- [5] Yol-Patrul Xidməti Haqqında Təlimat, Azərbaycan Respublikasının Daxili İşlər Nazirliyinin Kollegiyası, Qərar № Q25-001-17, Bakı, “12” may 2017.
- [6] Язык жестов спецназа. Тактические жесты. Общение жестами в страйкболе, <http://swd.kiev.ua>
- [7] В.А.Лукашевич, А.П.Сиваков, “Сравнительная оценка степени трансформации двигательного стереотипа в условиях использования технологии "двухслойного экзоскелета" и среды виртуальной реальности”, Инновационные технологии в медицине, №. 2(3), с.80-88. 2015.
- [8] D.A. Booker, “The future of fashion & human gesture control: exploration of a wearable communication device for sign language speakers”, Massachusetts Institute of Technology, pp. 44-46, 2020.
- [9] M.Kangasniemi, K.Suyen, N.Colley, A.Voutilainen, “The use of robots and other automated devices in nurses' work: An integrative review”, International journal of nursing practice, №. 4 (25), pp. 12739, 2019.
- [10] J.O. Aguirre, “IntelihOgarT: A Smart Platform to Contribute Comfort in Intelligent Home Environments by Using Internet of Things Paradigm and Machine Learning”, Technologies and Innovation: 6th International Conference, Guayaquil, Ecuador, November 30–December 3, pp. 139, 2020.
- [11] M.D.Artemov, L.I.Voronova, A.G., “Vovik Designing Soft-Hardware Complex for Gesture Language Recognition using Neural Network Methods”, International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), pp. 1-6. 2020.
- [12] L.A. Domènech “Sing Language Recognition-ASL Recognition with MediaPipe and Recurrent Neural Networks”, дис. Universitat Politècnica de Catalunya, pp.13-14, 2020.
- [13] M.D. Artemov, L.I. Voronova, A.G. Vovik, “Designing Soft-Hardware Complex for Gesture Language Recognition using Neural Network Methods”, 2020 International Conference on Engineering Management of Communication and Technology (EMCTECH), pp. 1-6, 2020.
- [14] Б.С. Овчарова, Е.Н.. Барашко, "Технологии использования жестов для управления компьютерными и робототехническими системами" Форум молодых ученых, № (28), pp. 578-584, 2018.
- [15] Е.В. Прозорова, “Российский жестовый язык как предмет лингвистического исследования” опросы языкознания, №1, 44–61, 2007.
- [16] K.Sh. Gurbanova, “Gesture language: history, development stages and current state”, Problems of Information Society, №1, 94–99, 2018.
- [17] A.V. Bauer, “Real-time gesture recognition implementation. Microsoft Technologies in the Theory and Practice of Programming: Proceedings of the”, 12th All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientist, Tomsk, March 25-26, pp. 56-58. 2015.
- [18] A.V. Bauer, “Dynamic Hand Gesture Recognition Based on Hidden Markov Models. Modern Techniques and Technologies”, Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists, Tomsk, April 14-18, pp. 145-146, 2014.
- [19] R.Sh. Mahmudova, K.Sh. Gurbanova, “The Opportunities of Technologies Application of Automatic Recognition of Gestures Shown by the Movement of Hands”, Problems of Information Technology, №2, pp.102–110, 2020.
- [20] F.J.Abdullayeva, , K.Sh. Gurbanova, “Sign Language Hand Gesture Recognition Method based on Machine Learning”, The 16th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies, Washington DC, 12-14 october, pp. 1-5. 2022