

**Mahmudova R.Ş.<sup>1</sup>, Qurbanova K.Ş.<sup>2</sup>**

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

<sup>1</sup>[rasmahmudova@gmail.com](mailto:rasmahmudova@gmail.com), <sup>2</sup>[kemalewamil@gmail.com](mailto:kemalewamil@gmail.com)

## ƏLİN HƏRƏKƏTİNİN İZLƏNMƏSİ İLƏ GÖSTƏRİLƏN JESTLƏRİN AVTOMATİK TANINMASI TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ İMKANLARI

Daxil olmuşdur: 11.02.2020 Düzəliş olunmuşdur: 02.03.2020 Qəbul olunmuşdur: 17.03.2020

*Məqalə bir çox problemlərin aradan qaldırılmasında mühüm rol oynayan informasiya-kommunikasiya texnologiyalarının (İKT) dəstəyi ilə eşitmə və nitq əngəlli insanların kommunikasiyasının avtomatlaşdırılması texnologiyalarına həsr edilmişdir. İşdə ünsiyyət problemi yaşayan insanların informasiya mübadiləsinə imkan yaradan statik və dinamik jestlər haqqında məlumat verilmişdir. Jestlərlə ifadə olunan mətnin tanınması üçün rus daktil əlifbasının elementlərinin kodlaşdırılması məsələsi araşdırılmışdır. Eyni kodlaşdırma sistemini Azərbaycan daktil əlifbasına da tətbiq etmək tövsiyə olunmuşdur. Məqalədə jestlərin avtomatik tanınması məsələsinin müxtəlif riyazi metodların, alqoritmlərin və kompüter sistemlərinin vasitəsi ilə həll olunduğu qeyd edilmişdir. Əlin hərəkətinin izlənməsi ilə göstərilən jestlərin ardıcıl tanınmasını və onların mətn formasında yığılmasını təmin edən müxtəlif üsullar və sistemlər misal göstərilmiş və onların əsas problemləri təhlil edilmişdir. Jestlərin tanınması sistemləri sahəsində olan texnologiyaların üstünlükləri və çatışmazlıqları qeyd edilmişdir. Azərbaycan Respublikasında milli daktil əlifbanı və jestləri tanıyan milli elektron bazanın yaradılması tövsiyə olunmuşdur.*

**Açar sözlər:** jest dili, alternativ kommunikasiya, semiotika, dinamik və statik jestlər, jestlərin tanınması üsulları, daktil əlifba.

### Giriş

Müasir zamanda İKT-nin dinamik və sürətli inkişafı insanlarda informasiyanı çap formasında deyil, vizual şəkildə əldə etmək imkanı yaratmışdır. Kompüterin, internetin, kinematografiyanın, televiziyanın inkişafı insanlarda informasiyanın qısa zaman kəsiyində daha sürətli və dolğun qəbul edilməsi vərdişləri yaratmış və vizual informasiyaya olan tələbatı artırmışdır. Məlumdur ki, obrazlı informasiyanın qəbulu daha asan və effektivdir. Təcrübədə müəyyən olunmuşdur ki, əgər informasiya eyni zamanda həm şifahi nitq ilə, həm də vizual üsulla ötürülürsə, dinləyicinin diqqətini daha çox vizual üsul cəlb edir. Alimlər informasiyanın mükəmməl ötürülməsi üçün şifahi nitqin kifayət etmədiyini, bununla yanaşı, gözlə qəbul edilən vizual təsvirin də vacibliyini və hər iki üsulun sıx əlaqəli olduğunu qeyd edirlər [1].

Heç bir danışmaq məhdudiyyəti olmayan, eyni və ya fərqli dil vasitəsi ilə şifahi ünsiyyətdə olan insanlar öz fikirlərini daha mükəmməl və effektiv ifadə etmək üçün jestlərdən mütəmadi olaraq istifadə edirlər. Hətta, rəsmi yığıncaqlarda, tədris prosesində nitqi müşayiət edən jestlər informasiyanın mükəmməl ötürülməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Fikri ifadə etmək üçün şifahi nitqin lazım olmadığı və ya mümkün olmadığı hallarda da (hərbi, yol-nəqliyyat, cərrahi əməliyyat və s.) jestlərin rolu əvəzolunmazdır [2].

Jestlər eşitmə və nitq əngəlli insanların yeganə ünsiyyət vasitəsidir. Eşitmə əngəlli insanların cəmiyyətə adaptasiyası problemləri bu sahədə tədqiqatların aparılmasına təkan vermişdir. Yer kürəsi əhalisinin müəyyən bir hissəsi anadangəlmə və ya sonradan eşitmə qabiliyyətini itirərək ünsiyyət problemi yaşayır. Bu problem eşitmə və nitq əngəlli insanların ünsiyyəti üçün zəruri olan jestləri tanıyaraq mətnə, səsə və əksinə çevirən aparat və proqram təminatının təkmilləşdirilməsi prosesinin reallaşmasına maksimum imkan yaradan kompüter sistemlərində effektiv üsulların işlənməsinin aktual olduğunu göstərir.

## Jest dilinin işarələr sistemi

Jest – gözün ifadəsi, üzün mimikası, baş, əl və bədən hərəkətlərinin məcmusudur [3]. Jestlər fiziki şəxslər arasında məlumat mübadiləsidir, ünsiyyət quran fiziki şəxslərin emosional siqnallarının təbii vasitələrlə ötürülməsidir. Yəni, insanın əlinin, barmaqlarının, başının, çiyininin və mimikasının köməyi ilə fikrini və hisslərini ifadə edə bilməsidir. Jestləri iki qrupa ayırırlar [4]: statik və dinamik jestlər. Statik jestlər əlin fəzada hərəkətsiz, tərپənməz, sabit vəziyyətidir. Dinamik jestlər isə konkret zaman kəsiyində əlin fəzadakı ardıcıl hərəkətidir. Məsələn, hər iki əlin ovuclarını birləşdirib barmaqları bükərək əllərin bir-birinə sıxılması “sülh” mənasını ifadə edən statik jestdir (şəkil 1, (a)). Ovucun bir yanaqdan o biri yanağa doğru şaquli hərəkəti “ana” (şəkil 1, (b)), alından çənəyə doğru üfüqi hərəkəti isə “ata” mənasını verən dinamik jestlərdir (şəkil 1, (c)). Eşitmə və nitq əngəlli insanlar jestlərdən informasiyanın ötürülməsində əsas vasitə kimi, şifahi nitqlə danışan insanlar isə təəssüratın, fikrin, əhval-ruhiyyənin xüsusi formada və ya daha mənalı, obrazlı şəkildə çatdırılması üçün nitqə köməkçi vasitə kimi istifadə edirlər.



(a) (b) (c)  
Şəkil 1. “sülh” (a), “ana” (b), “ata” (c) mənasını ifadə edən jestlər.

Eşitmə və nitq əngəlli insanlar ünsiyyət prosesində informasiyanın ötürülməsini həm daktil əlifbanın hərflərinin, həm də semiotik anlayışların köməyi ilə həyata keçirirlər. Daktil əlifba sözləri təşkil edən hərflərin əlin barmaqları vasitəsi ilə ardıcıl olaraq təsviridir. Başqa sözlə, daktil əlifba dedikdə, əllərin müxtəlif vəziyyəti ilə hərflərin vizual canlandırılması başa düşülür. Bu zaman əllər adi əlifbada olan hərflərin, qismən də olsa, obrazını yaradır. Semiotik anlayışlar dedikdə isə, nitqin istənilən elementinin mənasını təmsil edən jestlər başa düşülür. Bu halda bir jest sözü və ya bütövlükdə cümləni ifadə edir. Jestlərin məcmusu jest dilini əmələ gətirir. Jest dilinin elementlərinin çoxluğu işarələr sistemini yaradır. Jest dilinin işarələr sistemi iki altsistemə bölünür:

- eşitmə və nitq əngəlli insanların ünsiyyət vasitəsi kimi istifadə etdiyi jestlər;
- şifahi nitq zamanı istifadə edilən sözləri ardıcılıqla müşayiət edən jestlər.

Hər iki halda işarələr sistemi informasiyanın jestlərlə ötürülməsi və qəbul edilməsi əsasında qurulur [5].

Ənənəvi əlifbada hər hərfin böyük və kiçik olmaqla iki cür (məsələn: “A” və “a”) orfoqrafik yazılış forması olur. Daktil əlifbada isə baş hərflər olmadığından hər hərfin təsviri bir formada olur. Təsvir üsuluna görə jestlər kimi daktil əlifbanın hərfləri də iki qrupa bölünür:

- ✓ statik – barmaqların tərپənməz vəziyyəti ilə təsvir olunan hərflər;
- ✓ dinamik – əlin və ya barmaqların hərəkəti ilə təsvir olunan hərflər.

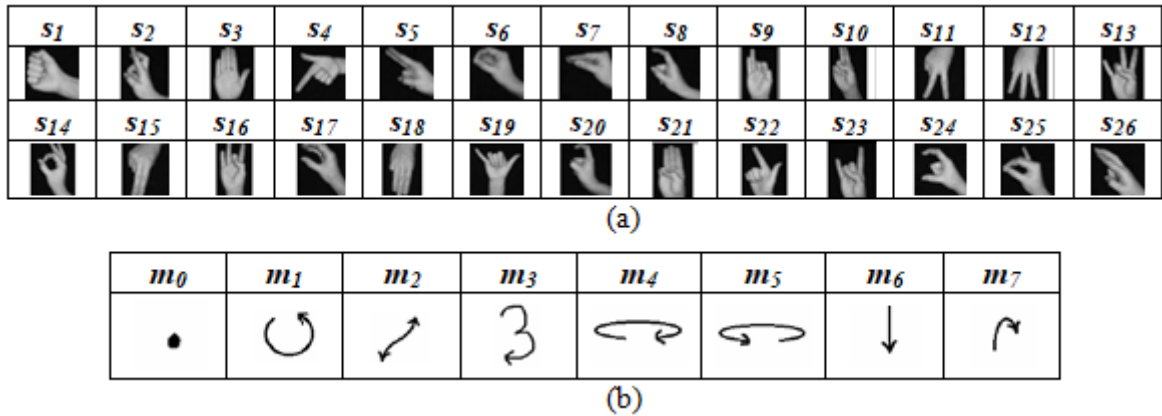
## Jest dilinin yazılı forması və kodlaşdırılması

Jest dilinin və daktil əlifbanın elementlərinin intellektual üsullarla avtomatik tanınması jestlərin ardıcıl tanınması prosesi ilə həyata keçirilir. Sözlü dillərdə bir sözün bir neçə mənası olduğu kimi, jest dilinin jestləri də eyni mənalı, çoxmənalı və müxtəlif mənalı ola bilər. Jest dilinin, ixtiyari milli dil kimi, əlverişli analizi üçün onun milli nitq korpusu yaradılmalıdır. Milli nitq korpusu əsas elementləri sözlərin və söz birləşmələrinin yazılış formasından ibarət olan elektron

lüğətdir. Səsli dillərin əksəriyyətində mətni kağız üzərində və ya elektron formada yazmağa imkan verən işarələr sistemi mövcuddur. Bu sistemlərdən bəzilərinin elementləri digər dillərin də işarələr sisteminin daşıyıcıları kimi istifadə olunur. Nümunə olaraq, latın qrafikasının elementlərini göstərmək olar. Jest dili təbiətinə görə kinetiktir və yaxın zamanlara qədər yazılış forması yox idi. Son illərdə hərf, rəqəm və qrafik elementlərdən istifadə etməklə jestləri yazmağa imkan verən bir sıra sistemlər meydana çıxmışdır ki, onlardan biri də yazı işarəsi (*ing. SignWriting, SW*) sistemidir. Bu sistem üçün mimikasını, əlin və bədənin hərəkətini simvollarla göstərir. SW sisteminə daxil olan işarələrin ümumi çəkisinə görə əlin konfigurasiyası və əl hərəkətləri çoxluq təşkil edir. Müxtəlif növ işarələrdən ibarət olan bu sistem jestlərin birmənalı yazılışına və çox istifadəsinə görə fərqlənir. SW sisteminin əsas üstünlüyü ən adi detallarla fərqlənən jestləri ayırmaqda həssas olmasıdır. SW sistemində jestlərin tanınması üçün kodlaşdırma üsulu istifadə olunur. Kodlaşdırma əsasən hər işarə haqqında tam informasiya almaq olur [6].

Jestlərlə ifadə olunan mətnin tanınması üçün daktil əlifbanın elementlərinin kodlaşdırılması məsələsinə rus daktil əlifbasının misalında aydınlıq gətirilmişdir [7]. Rus daktil əlifbası ənənəvi əlifbanın bütün elementlərini ifadə edən 33 jestdən ibarətdir ki, bunlardan 11-i dinamik, 22-si isə statik jestlərdir. Bu jestlərdən bir neçəsinin təsvirində əlin konfigurasiyası eynidir, əlin hərəkəti isə fərqlidir və ya əksinə əlin konfigurasiyası fərqlidir, lakin hərəkət forması eynidir. Məsələn: “И”, “Й” (və ya “Ш”, “Щ”) hərflərinin jestlərlə təsvirində əlin konfigurasiyasının eyni olmasına baxmayaraq statik və dinamik olmasına görə fərqlənirlər.

Kodlaşdırma məqsədi ilə rus daktil əlifbasının bütün elementləri əlin və barmaqların konfigurasiyasına və hərəkətinə görə klassifikasiya edilərsə, onda konfigurasiyalar  $S=\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$  ( $n=26$ ) çoxluğunu (şəkil 2, (a)), hərəkətlər isə  $M=\{m_0, m_1, \dots, m_k\}$  ( $k=7$ ) çoxluğunu (şəkil 2, (b)) əmələ gətirir. Statik jestlərin nümayişi zamanı əlin və barmaqların sabit, hərəkətsiz vəziyyətini ifadə edən  $m_0$  elementi də  $M$  çoxluğuna daxil edilmişdir. Beləliklə, rus daktil əlifbasının istənilən jesti  $S \times M$  çoxluğunun  $(s_n, m_k)$  koduna malik elementidir. Məsələn, “И” hərfini təsvir edən jest ( $s_9$ ) statik ( $m_0$ ) olduğundan  $(s_9, m_0)$ , “Й” hərfini təsvir edən jest ( $s_9$ ) isə dinamik ( $m_4$ ) olduğundan  $(s_9, m_4)$  elementinə uyğun gəlir [7].



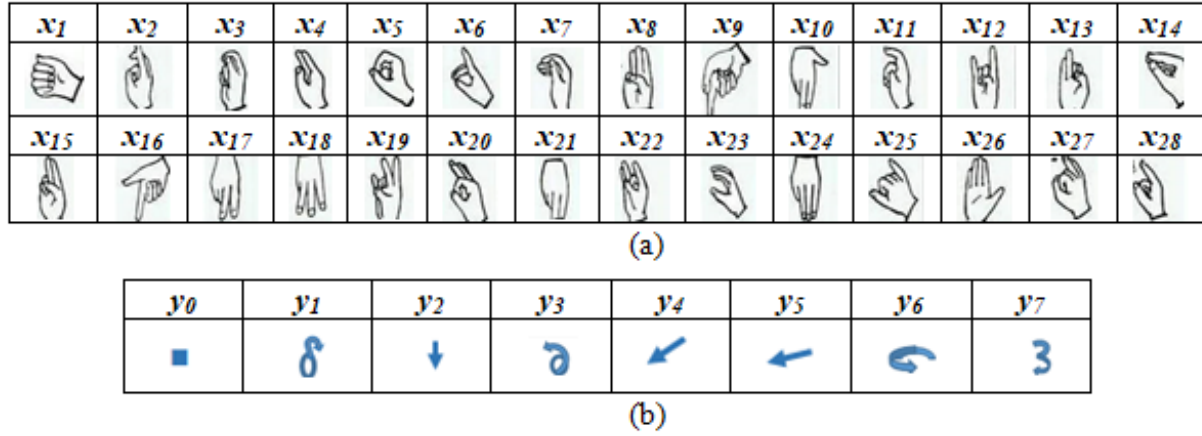
Şəkil 2. Rus daktil əlifbasında əlin konfigurasiyaları (a), əlin hərəkətləri (b)

Eyni kodlaşdırma sistemini Azərbaycan daktil əlifbasına da tətbiq etmək tövsiyə olunur. Azərbaycan daktil əlifbası 32 hərfi ifadə edən jestlərdən (şəkil 3) ibarətdir [8]. Bunlardan doqquzu (B, C, D, G, K, Ö, Ü, Y, Z) dinamik, qalanı isə statik jestlərlə təsvir olunur.



Şəkil 3. Azərbaycan daktil əlifbası

Şəkildən də görüldüyü kimi, bəzi hərflərin təsvirində əlin konfigurasiyası eynidir, lakin həmin hərflər təsvirin statik və ya dinamik olmasına görə bir-birindən fərqlənirlər. Məsələn, (Ç və C), (O və Ö), (U və Ü), (Ş və G) cütlüklərinin jestləri əlin konfigurasiyasına görə eyni olmasına baxmayaraq bir-birindən statik (Ç, O, U, Ş) və dinamik (C, Ö, Ü, G) təsvir formasına görə fərqlənirlər. Analoji olaraq, əlin hərəkəti eyni, lakin konfigurasiyası fərqli olan jestləri də misal göstərmək olar: “C”, “Ü”, “Ö” hərflərini ifadə edən jestlər göstərilərkən əlin konfigurasiyasının fərqli olmasına baxmayaraq, hərəkət forması eynidir. Ümumiyyətlə, Azərbaycan daktil əlifbasındakı hərflərin təsvirində əlin 28 növ müxtəlif konfigurasiyası və 7 növ hərəkət forması vardır. Əlin konfigurasiyaları və hərəkət formaları uyğun olaraq  $X=\{x_1, x_2, \dots, x_z\}$  ( $z=28$ ) (şəkil 4, (a)) və  $Y=\{y_0, y_1, \dots, y_h\}$  ( $h=7$ ) (şəkil 4, (b)) çoxluqlarını əmələ gətirir.  $Y$  çoxluğunun  $y_0$  elementi statik jestlərin nümayişi zamanı əlin və barmaqların sabit, hərəkətsiz vəziyyətini ifadə edir. Beləliklə, daktil əlifbasının istənilən jesti  $X \times Y$  çoxluğunun  $(x_z, y_h)$  koduna malik elementidir. Əlifbanın jestlərini əlin konfigurasiyasına və hərəkətinə görə kodlaşdırmaq. Məsələn, “Ç” hərfini ifadə edən jest ( $x_3$ ) statik ( $y_0$ ) olduğundan  $(x_3, y_0)$ , “C” hərfini ifadə edən jest ( $x_3$ ) isə dinamik ( $y_2$ ) olduğundan  $(x_3, y_2)$  koduna malik olacaq.



Şəkil 4. Azərbaycan daktil əlifbasında əlin konfigurasiyaları (a) və əlin hərəkətləri (b)

Əlin və barmaqların konfigurasiyası və hərəkəti jestin açar göstəriciləridir. Əgər qısa müddət ərzində əl formasını dəyişməyibsə, jestin nümayişi bitmiş hesab olunur. Adətən daktil əlifbanın jestləri ardıcıl nümayiş olunur və yalnız sözlər arasında qısa fasilə olur. Jestlərin avtomatik tanınması sistemlərində açar göstəricilərin tapılması üçün hesablama aparılır, əlin skeletinin formasının göstəriciləri emal olunur, jestin kodu müəyyən edilir. Aşkarlanmış koda uyğun hərf tapılır və mətnə daxil edilir. Ardıcılıqla jestlərin tanınması ilə mətnin yığılması prosesində videosilsilənin hər seqmenti bu çoxluqdakı hər hansı bir koda uyğun olmalıdır. Əgər həmin göstəricilər heç bir koda uyğun gəlmirsə, sistem bu jesti tanıya bilmir və emal üçün yeni göstəricilər tələb olunur.

### Jest dilinin tanınması metodları və sistemləri

**Metodlar.** Kompüter texnologiyaları sahəsindəki yeniliklər, multimedia vasitələri və əlverişli, yüksəkkeyfiyyətli video kameralar eşitmə və nitq əngəlli insanların informasiya mübadiləsinə reallaşdıran jestlərin tanınması probleminin həllində başlıca rol oynayır. Jest dilinin avtomatik tərcüməsi məsələsinə əlin hərəkətinin izlənməsi, göstərilən jestlərin ardıcıl tanınması və onların mətn formasında yığılması daxildir. Jestlərin tanınması probleminin həlli müxtəlif riyazi metodların, alqoritmlərin və kompüter sistemlərinin vasitəsi ilə reallaşır. Jestlərin tanınması metodlarına aşağıdakıları misal göstərmək olar:

- Süni neyron şəbəkə metodu (SNŞM). SNŞM bioloji neyron şəbəkələrin təşkili və fəaliyyət prinsipləri əsasında qurulmuş riyazi modeldir. Jestlərin tanınması məsələlərində SNŞM

girişə jestin xarakteristikalarını ötürən və çıxışda jesti müəyyən edən maşın təlimi kimi istifadə edilir. Bu metod təlimlərin müxtəlifliyinə görə bir-birindən fərqlənir: cari neyron şəbəkə, Koxonen xəritəsi, Elman, Hebbin rəqabət təlimi və s. [9];

- Gizli Markov metodu (GMM). GMM-in riyazi aparatı jestlərin tanınması üçün universal vasitədir. Bu vasitənin işləməsi üçün vahid riyazi model mövcud deyil. Jestin tanınması məsələlərində adətən hər jestin aşkar edilməsi üçün ayrıca GMM qurulur. Ona görə də riyazi modelin xüsusiyyətləri müəyyən statistik vəziyyətlərə uyğun olaraq dəyişir. Əlin ardıcıl hərəkəti ilə təsvir olunan dinamik, həm də izolyasiya edilmiş statik jestlərin tanınması GMM ilə mümkündür [10];

- Təsadüfi meşə metodu (TMM). TMM təsnifat, reqressiya və klasterləşdirmə məsələlərində istifadə edilən maşın təliminin alqoritmidir. Jestlərin tanınması məsələlərində bu alqoritm əlin konfigurasiyalarının klassifikasiyası üçün istifadə edilir [11];

- Müxtəlif rəngli markerlərlə rənglənmiş əlcək vasitəsilə əlin jestinin qeyd olunması metodu. Bu metodun dəstəyi ilə barmaqlara birləşdirilmiş sensorlar əlin hərəkətini qeyd edərək alınan təsviri kompüterə ötürür. Əlin əsas obyekt sayıldığı təsvirdə arxa fon mütləq eynirəngli olmalıdır. Qeyd edilmiş təsvir bazada saxlanılan etalonlarla müqayisə edilir və jest təyin edilir [12];

- Və s.

Ümumiyyətlə, ayrı-ayrı jestlər sinfinin tanınması üçün müxtəlif metodlardan istifadə olunur. Bütün bu metodlar və yanaşmalar əlin təsvirinin qeyd edilməsi üçün istifadə olunan giriş verilənlərinin və sensorların tipinə görə aşağıdakı şəkildə klassifikasiya edilir:

- ✓ markerlər əsasında təsvirin qeyd edilməsi;
- ✓ sensorla təchiz edilmiş əlcəyin köməyi ilə əlin izlənməsi;
- ✓ jestlərin tanınmasının vizual metodları.

**Sistemlər.** Jestlərin tanınması sistemlərinin yaradılmasında jestlərin qeyd edilməsi üçün kifayət qədər foto həssaslığa və yüksək keyfiyyətə malik kameraların olması vacibdir. Müasir zamanda jestlərin tanınması sistemləri sahəsində yetərincə texnologiyalar mövcuddur. Bütün sahələrdə olduğu kimi, bu sahədə olan texnologiyaların da üstünlükləri və çatışmazlıqları vardır.

Aydındır ki, informasiyanın jestlərlə ötürülməsi prosesində əlin və barmaqların hərəkəti veb-kamera vasitəsilə qeyd edilir. Bu təsvirlərə əsasən jestlərin tanınması üçün əlin və barmaqların silueti aydın və dəqiq görünməlidir. Texnoloji yeniliklərin nailiyyəti olan 2D, 3D kameralar və Kinect platformaları jestlərin tanınması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu xüsusi texnoloji vasitələrlə qeyd edilmiş fraqment müxtəlif üsullarla analiz edilir. Lakin, Kinect platforması kiçik jestləri tanımaq imkanına malik deyil, o, yalnız əlin məhdud sayda hərəkətini və konfigurasiyasını tanıyır. Başqa sözlə, əgər əlin konfigurasiyası lüğətdəki heç bir informasiyaya uyğun deyilsə, o, həmin jesti tanıya bilmir. Tədqiqatçılar analiz edərək göstərmişlər ki, Kinect çox istifadə olunan jestləri tanıya bilir. Bundan əlavə, xüsusi sensorların köməyi ilə jestləri kompüter əmrinə çevirən *Kontroller Leap Motion* qurğusunu və əl hərəkətləri ilə ifadə olunan jestləri mətnə çevirən *T9 Input Method* texnologiyasını misal göstərmək olar [13].

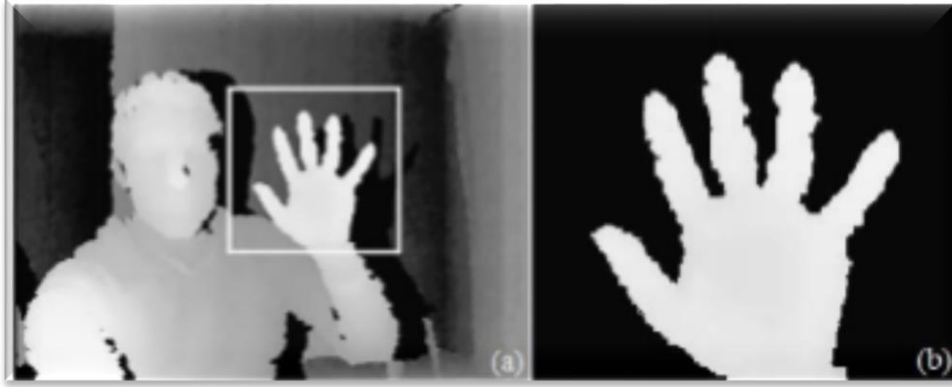
Son illərdə Almaniyada hazırlanmış Hamburg işarələr sistemi (*ing. Hamburg Notation System, HamNoSys*) daha çox tanınmışdır. İstifadəsi çox asan olan bu sistem jestləri *Unicode* kodlaşdırma sistemində kodlaşdırır. *HamNoSys* praktiki olaraq dünyada olan istənilən jest dilinin qeydiyyatını apara bilir [14].

Yaponiyanın Osaka və Şinşu Universitetlərinin tədqiqatçıları tərəfindən hazırlanmış Fingual sistemi də jestləri simvollara çevirir. O, ixtisaslaşmış proqram təminatına malik kompüterdən və hər barmağın ucuna bərkidilmiş maqnitləri olan xüsusi informasiya əlcəyindən ibarətdir. Əl-qol hərəkəti vaxtı yaranan maqnit sahəsindəki dəyişikliklər maqnit tənzimçiləri ilə qeydə alınır və kompüterə göndərilir. Alınmış informasiya təhlil edilir və simvollara çevrilir. Fingual sistemində jestlərin tanınma prosesini sürətləndirmək üçün ayrı-ayrı jestlərin maqnit sahəsinin xarakteristikaları haqqında verilənlər şablonlar kimi istifadə edilir. Sistemin əsas mənfə cəhəti odur



ki, tanınan jestlərin sayı son dərəcə məhduddur, çünki əlcək yalnız statik jestləri tanıya bilir. Yəni, bu sistem bütövlükdə jest dilini tanımağa imkan vermir, yalnız daktil əlifbanın ayrı-ayrı simvollarını tanıyır [15].

Video silsilədə əlin izlənməsi və tanınması problemi *OpenNI* və *Nite* sisteminin tətbiqi ilə reallaşır. Onların köməyi ilə təsvirdə əlin mövqeyini tapmaq olur. Jestin emalını asanlaşdırmaq üçün təsvirdə əlin seçilmiş hissəsi düzbucaqlı ilə məhdudlaşdırılır (şəkil 6, (a)). Əlin ətrafındakı sahədən kənar bütün nöqtələrin silinməsi və axtarılan nöqtələrdən ibarət sahənin yaradılması vasitəsi ilə seqment seçilir (şəkil 5, (b)). Seqmentə əsasən jestin əsas göstəriciləri tapılır və ona uyğun hərf və ya söz təyin edilir [16].



Şəkil 5. (a) təsvirdə əlin seçilmiş hissəsi, (b) təsvirdən seçilmiş seqment.

### Jestləri tanıyan sistemlərin başlıca problemləri

Hal-hazırda jestləri tanıyan kifayət qədər sistemlər mövcuddur. Onların bir sıra problemləri vardır, lakin lüğətin məhdud olması başlıca problemlərdən biridir. Jest dilində eyni sözü və ya ifadəni həm hərfbəhərf, həm də bir işarə ilə göstərmək mümkün olduğundan jest dili mürəkkəb semiotik (semiotika – işarələr və işarə sistemlərinin xüsusiyyətlərini araşdıran elm) struktura malikdir [17]. Bundan əlavə, jest dilinə baxış, üz ifadəsi, baş və bədən hərəkətləri də daxil olduğundan, o, çoxmodallı ünsiyyət vasitəsinə çevrilmişdir. Çoxmodallı sistemdə iki və ya daha çox xarakteristikaların işlənməsi nəzərdə tutulur. Bu isə, tanınma məsələsində daha etibarlı nəticələr verməsinə baxmayaraq, işi çətinləşdirir. Şifahi nitqi jest dilinə və ya əksinə çevirən avtomatik tərcümə sistemlərinin əsas problemlərini aşağıdakı qaydada təsnif etmək olar [5, 18]:

- jestlərin bəzi elementlərinin bir-birinə çox oxşar olması;
- fasiləsiz ifadə olunan jestlərin ayrı-ayrı seqmentlərinin seçilməsi;
- jesti göstərən insanların hərəkət sürətinin müxtəlifliyi;
- jest sisteminin çoxmodallı olması;
- insanlarda əlin, ovucun, barmaqların ölçüsünün fərqliliyi;
- jest dilinin işarələr sisteminin vahid bazasının mövcud olmaması;
- insanlarda özünəməxsus jestikulyasiya (jestin ifadə edilməsi) stilinin olması;
- jest dilində kifayət qədər dialektin mövcudluğu;
- jest dilinin qarışıq semiotik sistemə malik olması;
- və s.

Müasir zamanda bir çox problemlərin aradan qaldırılmasında mühüm rol oynayan İKT-nin yaratdığı geniş imkanlar sayəsində şifahi nitqi jest dilinə və əksinə çevirən sistemlərin problemlərini həll etmək mümkündür. Nitqin, təsvirlərin və videoların emalı texnologiyalarının inkişafı nəticəsində insan–kompüter qarşılıqlı əlaqələrinin daha da genişləndirilməsi vacib məsələdir.

Azərbaycanda əlillərin, o cümlədən eşitmə əngəlli insanların cəmiyyətə adaptasiyasına şərait yaradılması və onların təhsil, iş imkanlarının artırılması üçün müvafiq tədbirlər həyata keçirilir.

Azərbaycan 2008-ci ildə BMT tərəfindən qəbul edilmiş “Əlillərin hüquqları haqqında” Konvensiyaya qoşulmuşdur. 2012-ci ildə təsdiq olunmuş “Azərbaycan 2020: gələcəyə baxış” İnkişaf Konsepsiyasının da əsas məqsədlərindən biri əlil şəxslərin cəmiyyətdən təcrid olunmasının qarşısının alınması və sosial infrastrukturdan maneəsiz istifadəsi üçün müvafiq layihələrin hazırlanması, həmin şəxslərin bacarıq və qabiliyyətlərinin inkişaf etdirilməsi üçün müvafiq tədbirlərin görülməsi, o cümlədən əliliyi olan şəxslərin İKT-dən faydalanmaq, kommunikasiya sistemləri vasitəsilə informasiya əldə etmək imkanlarının artırılmasıdır [19].

Azərbaycanda 65 mindən çox sağlamlıq imkanları məhdud olan uşaq var ki, onların yalnız 15 minə yaxını təhsilə cəlb olunmuş və böyük əksəriyyəti isə təhsildən kənar qalmışdır [20]. Bu uşaqlar da hamı kimi təhsilin hər hansı pilləsindən, səviyyəsindən və formasından məhrum olmamalıdır. Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2015-ci il 19 yanvar tarixli 995 nömrəli Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respublikasında təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası”nın həyata keçirilməsi sağlamlıq imkanları məhdud uşaqların dərs prosesində digər həmyaşıdları ilə birgə iştirak etməsi ilə yanaşı, həm də onların arasında bir-birinə qarşı anlaşma və hörmət hissinin inkişafına təminat verir. “2018–2024-cü illərdə Azərbaycan Respublikasında sağlamlıq imkanları məhdud şəxslər üçün inklüziv təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Proqramı”nın həyata keçirilməsindən gözlənilən nəticələr içərisində eşitmə və nitq əngəlli uşaqların da digər uşaqlarla birgə təhsilə cəlb olunması üçün İKT-nin tətbiqi ilə informasiya əldə etmək imkanlarının genişləndirilməsi və təhsil müəssisələrinin informasiyanın vizual, səs və daktıl formada alınmasını təmin edən vasitələrlə və texnologiyalarla təchiz edilməsi xüsusi yer almışdır [20].

## Nəticə

Həyatımızın ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilmiş informasiya texnologiyaları sürətlə inkişaf edir və bütün sahələrdə geniş tətbiq olunur. İnternet vasitəsilə informasiya mübadiləsinin mümkünlüyü gündəlik həyatın ən adi vərdişidir. İnformasiya texnologiyalarının nailiyyətlərindən sağlamlığından, yaşından asılı olmayaraq hər kəs bəhrələnir. Eşitmə əngəlli insanların təhsil, tibb, ünsiyyət və s. kimi problemlərini həll etmək üçün jestləri səsə, mətnə çevirən yeni metod və sistemlərin işlənməsi elmi-texniki mühitin əsas tələbatlarındanıdır. Milli daktıl əlifbanı və jestləri tanıyan milli elektron bazanın yaradılması respublikamızda yaşayan eşitmə əngəlli insanların təhsil və kommunikasiya problemlərində mövcud baryeri qismən aradan qaldırır. Daktıl əlifbanının və jestlərin avtomatik tanınması insan–maşın interfeysinə yeni yol açaraq eşitmə və nitq əngəlli insanların ünsiyyətini və cəmiyyətə inteqrasiyasını asanlaşdırır. Ən başlıcası isə eşitmə və nitq əngəlli insanların tam orta və ali təhsil almasına imkan yaradır.

Bundan əlavə, eşitmə və nitq əngəlli insanların ən çox istifadə etdiyi milli jestlərin lüğəti daxil olmaqla, onlayn resursun yaradılması da mühüm məsələdir. Bunun üçün surdotərcümə sahəsində mütəxəssislər hazırlanmalı, jest dilinin onlayn mühitdə avtomatik tərcüməsi üçün proqram təminatı işlənməli, müxtəlif kateqoriyadan olan eşitmə məhdudiyətli insanların jest dili vahid formaya gətirilməli, bütün bilik sahələrinə uyğun terminləri ifadə edən jestlər lüğəti yaradılmalıdır.

## Ədəbiyyat

1. Плешакова М.А. Невербальная коммуникация в электронной среде: к вопросу о ее использовании на сайтах библиотек // Библиосфера, 2010, №1, с.28–33.
2. Козлов И.И. Взор ума. Визуальное мышление глазами философа, М.: Горизонт, 2001, с.121.
3. Прозорова Е.В. Российский жестовый язык как предмет лингвистического исследования // Вопросы языкознания, 2007, №1, с.44–61.
4. Катаев М.Ю., Широков Л.В. Методика определения жестов руки, наблюдаемых с помощью видеокамеры, Текст научной статьи по специальности “Компьютерные и информационные науки” // Доклады ТУСУРа, 2013, №1(27), с.45–50.
5. Гриф М.Г., Тимофеева М.К. Проблема автоматизации сурдоперевода с позиции

- прикладной лингвистики // Сибирский филологический журнал, 2012, с.211–219.
6. Мясоедова М.А., Мясоедова З.П. Жестовые нотации и их сравнительный анализ // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2018, №1, с.183–192.
  7. Мартынова С.А. Автоматическое распознавание ЖЯ, 2016, с.16.  
<https://ling.hse.ru/data/2016/12/08/1113187109/SLR.pdf>
  8. <http://portal.azertag.az/az/node/11583>
  9. Murakami K., Taguchi H. Gesture Recognition using Recurrent Neural Networks / ACM Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology (CHI '91), 1999, april 27–may 02, pp.237–242.
  10. Elmezain M., Al-Hamadi A., Appenrodt J., Michaelis B. A Hidden Markov Model-based continuous gesture recognition system for hand motion trajectory / Pattern Recognition, ICPR 2008. 19th International Conference on, 2008, pp.1–4.
  11. Bobick A., Davis J. An appearance-based representation of action / International Conference on Pattern Recognition, 1996, pp.307–312.
  12. Wang R.Y., Popovi'c J. Real-time hand-tracking with a color glove // ACM Trans. Graph., 2009, vol.28, №3, pp.1–8.
  13. Marin G., Dominio F., Zanuttigh P. Hand gesture recognition with leap motion and kinect devices / IEEE International Conference on Image Processing, 2014, 27–30 oct., pp.21–26.
  14. OpenNI: The standard framework for 3D sensing. <http://www.openni.org/openni-sdk>
  15. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Бармак А.В., Шкильнюк Д.В. Конструирование и идентификация элементов жестовой коммуникации // Кибернетика и системный анализ, 2013, том 49, №2, с.3–14.
  16. Розалиев В.Л., Агафонов Г.В., Кириченко М.И. Автоматизированное выделение кистей рук человека для распознавания жестовой речи / V междунар. науч.-техн. конф. Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем, 2015, 19–21 фев., с.565–570.
  17. Лотман Ю.М. Семиосфера, Искусство-СПБ, 2010, с.152.
  18. Кривонос Ю.Г., Крак Ю.В., Бармак А.В., Багрий Р.А. Новые средства альтернативной коммуникации для людей с ограниченными возможностями // Кибернетика и системный анализ, 2016, том 52, №5, с.3–13.
  19. Mahmudova R.Ş., Qurbanova K.Ş. Eşitmə və nitq əngəlli insanların cəmiyyətə adaptasiyası problemləri / Azərbaycanca sosial müdafiə sisteminin inkişafı: dünən, bu gün və sabah, beynəlxalq elmi-praktik konfransı, 26 dekabr, 2018, s.78–81.
  20. “2018-2024-cü illərdə Azərbaycan Respublikasında sağlamlıq imkanları məhdud şəxslər üçün inklüziv təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Proqramı”, [https://azertag.az/xeber/2018\\_2024\\_cu\\_illerde\\_Azerbaycan\\_Respublikasinda\\_saglamliq\\_imkanlari\\_mehdud\\_sexslar\\_uchun\\_inkluziv\\_tehsilin\\_inkisafi\\_uzre\\_DOVLAT\\_PROQRAMI-1121083](https://azertag.az/xeber/2018_2024_cu_illerde_Azerbaycan_Respublikasinda_saglamliq_imkanlari_mehdud_sexslar_uchun_inkluziv_tehsilin_inkisafi_uzre_DOVLAT_PROQRAMI-1121083)

#### УДК 004.048

**Махмудова Расмия Ш.<sup>1</sup>, Курбанова Камала Ш.<sup>2</sup>**

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

<sup>1</sup>[rasmahmudova@gmail.com](mailto:rasmahmudova@gmail.com), <sup>2</sup>[kemalewamil@gmail.com](mailto:kemalewamil@gmail.com)

#### **Возможности применения технологий автоматического распознавания жестов, указанных при отслеживании движения руки**

Статья посвящена технологиям автоматизации коммуникации людей с нарушениями слуха и речи при поддержке информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), которые играют важную роль в устранении многих проблем. В работе дана информация о статических и динамических жестах, позволяющих людям, испытывающим проблемы общения, обмениваться информацией. Изучен вопрос кодирования элементов русского



дактильного алфавита для распознавания текста, выраженного жестами. Такую же систему кодирования рекомендуется применять и в азербайджанском дактильном алфавите. В статье показано, что процесс автоматического распознавания жестов реализуется с помощью различных математических методов, алгоритмов и компьютерных систем. На примере показаны различные методы и системы, обеспечивающие последовательное распознавание жестов и их сборку в текстовой форме с отслеживанием движения руки, и анализируются их основные проблемы. Отмечены преимущества и недостатки технологий в области систем распознавания жестов. Было рекомендовано создать национальный дактильный алфавит и национальную электронную базу по распознаванию жестов в Азербайджанской Республике.

**Ключевые слова:** язык жестов, альтернативная коммуникация, семиотика, динамические и статические жесты, методы распознавания жестов, дактильный алфавит.

**Rasmiya Sh. Mahmudova<sup>1</sup>, Kamala Sh. Gurbanova<sup>2</sup>**

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

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

**The opportunities of technologies application of automatic recognition of gestures shown by the movement of hands**

The article is dedicated to the technologies of automation of communication of people with hearing and speech impairments with the support of information and communication technologies (ICT) that play an important role in overcoming many problems. It provides information about static and dynamic gestures that allow information exchange of people with communication problems at work. The question of coding elements of the Russian dactyl alphabet for recognition of the text represented by gestures is studied. It is recommended to apply the same coding system to the Azerbaijani Dactyl Alphabet. The article indicates that the process of automatic recognition of gestures is carried out through various mathematical methods, algorithms and computer systems. The examples on various methods and systems that ensure consistent recognition of gestures shown by the movement of the hands, and their compilation on text form is shown, and their main problems are analyzed. The advantages and disadvantages of technologies in the field of gesture recognition are mentioned. It is recommended to create a national electronic database that recognizes national dactyl alphabet and gestures in the Republic of Azerbaijan.

**Keywords:** gesture language, alternative communication, semiotics, dynamic and static gestures, gesture recognition methods, dactyl alphabet.