

# Proqram Mühəndisliyində Süni İntellekt Problemləri

Məsumə Məmmədova<sup>1</sup>, Zərifə Cəbrayıllova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan  
<sup>1,2</sup>depart15@iit.ab.az

**Xülasə**— Süni intellekt (Sİ) texnologiyaları və metodlarına əsaslanan sistemlər insan intellektinin müxtəlif funksiyalarını reallaşdırmağa imkan verir, geniş sferada mürəkkəb praktiki məsələlərin həllində tətbiq dairəsini günbəgün artırır. Məqalədə süni intellekt sistemlərinin (SİS) yaradılması problemləri, bilik mühəndisliyinin, intellektual mühəndisliyin əhatə etdiyi məsələlər göstərilir. Sİ metod və alqoritmlərinin proqram təminatında tətbiq vəziyyəti və inkişaf tendensiyaları şərh edilir.

**Açar sözlər**— proqram mühəndisliyi, süni intellekt sistemləri, proqram təminatı, ekspert sistemlər, neyron şəbəkələr, maşın tərcüməsi, CASE texnologiyaları

## I. GİRİŞ

Hazırda SİS proqram təminatı məhsullarının ən mühüm və əhəmiyyətli bir sahəsini təşkil edir. Onların, ilk növbədə ekspert sistemlər (ES) və neyron şəbəkələrin (NŞ) yaradılması zəruriliyi, praktiki əhəmiyyətli çətin formalizə olunan mürəkkəb məsələlərin kompüterdə həllinə imkan yaratması ilə təyin olunur. Bu məsələlərin həllində ciddi iqtisadi səmərəliliyin əldə olunması SİS-in günbəgün artmasını şərtləndirir. Bu sistemlər təsvirlərin identifikasiyası, mətnlərin anlanması, nitqin tanınması, tibbi diaqnostika və s. sahələrdə kütləvi tətbiqini tapmışdır [1, 2]. Sİ texnologiyalarına informasiyanın elə emal üsulları aiddir ki, onların sadə alqoritmlər vasitəsilə həlli mümkün deyil. Sİ texnologiyalarının və metodlarının geniş tətbiqi, Sİ sistemlərinin yaradılması müvafiq məsələnin proqram təminatının işlənməsi, istismarı, müşayiəti və istifadəyə verilməsi üçün tətbiq edilən sistemləşdirilmiş, nizamlanmış metodların işlənməsini tələb edir. Digər tərəfdən Sİ metod və alqoritmlərinin çətin formalizə olunan, mürəkkəb məsələlərin həllində yaratdığı imkanlar onların proqram mühəndisliyi (PM) sahəsində də istifadəsinə zəmin yaratmışdır. Baxılan məqalədə SİS-in PM problemləri ilə yanaşı, PM-də Sİ problemləri analiz olunmuşdur.

## II. BİLİK MÜHƏNDİSLİYİNİN PROBLEMLƏRİ

Sİ-nin əsas istiqamətlərindən olan biliklərə əsaslanan sistemlər çətin formalizə olunan məsələlərin həllində, giriş verilənlərinin və biliyin qeyri-müəyyənliyi və dinamikliyi ilə xarakterizə olunan konkret situasiyalarda qərarların qəbul olunmasını reallaşdıran sistemlərdir. PM-in bu sahədə problemləri biliyin əldə olunması, onun təsvir modellərinin işlənməsi, strukturlaşdırılması, bilik bazasının yaradılması ilə təyin edilir və bilik mühəndisliyi (*ing. Knowledge Engineering*) adlanır. Bu prosesi təşkil edən mütəxəssislər *bilik mühəndisləri* adlanırlar və onlar konkret predmet sahəsi haqqında faktiki biliklərə yiyələnir, məsələnin həlli üçün lazım olan proseduranı, strategiyayı, empirik qaydaları bilik mənbəyindən (ekspertdən) əldə edir və BƏS yaradırlar [3, 4].

Biliyin alınması strategiyasına avtomatlaşdırılmış metodlar və kompütersiz metodlar daxildir [5]. Avtomatlaşdırılmış metodlara:

- Data Mining – insan fəaliyyətinin müxtəlif sferalarında qərarların qəbul olunması üçün vacib olan praktiki əhəmiyyətli biliyin ilkin verilənlər arasından tapılması, aşkarlanması metodları;

- İnternet şəbəkənin axtarış sistemləri: Google, Yahoo, Yandex, Rambler daxildir.

İntellektual axtarış agentləri İnternetin axtarış sistemlərinin verilənlər bazasının doldurulması üçün istifadə olunurlar. Bununla yanaşı, İnternetdə informasiyanın intellektual axtarışı və emalını həyata keçirən Autonomy (1998) və Webcompas (1999) sistemləri mövcuddur.

Əldə olunmuş biliklər əsasında bilik bazasının formalaşdırılması üçün biliklərin təsvir modelləri: produksion model; semantik şəbəkə modeli; freym model; formal məntiq model; relyasiya modeli istifadə olunur [6, 7].

Son dövrlərdə nəhəng proqram sistemlərinin işlənməsi proseslərinin təşkili ilə məşğul olan kompaniyalar Sİ-yə xüsusi maraq göstərilir. Sİ metodları daha tez-tez mətnlərin analizi və onların məzmununun dərk edilməsi, tələbə uyğun idarəetmə, layihələndirmə, kodgenerasiyası, testləşdirmə, keyfiyyətin qiymətləndirilməsi, paralel sistemlərdə məsələnin həlli üçün istifadə olunur. Bu baxımdan PM tədricən biliyin təsviri və emalının daha ümumi problemlərini nəzərdə tutan intellektual mühəndisliyə çevrilir.

## III. SİS VƏ ONLARIN PM PROBLEMLƏRİ

SİS-in bariz nümunəsi olan ES insan fəaliyyətinin dəqiq riyazi metod və modellərin istifadəsi çətin olan və hətta mümkün olmayan müxtəlif sahələrində tətbiq olunur. Bunlara tibb, təlim, qərarların qəbulunun dəstəklənməsi və mürəkkəb situasiyalarda idarəetmə və s. aiddir [1, 2, 8]. ES-in əsas komponentləri sırasına verilənlər bazası, bilik bazası, həllin axtarışı bloku, izah bloku, habelə biliyin alınması və toplanması, təlim və istifadəçi ilə qarşılıqlı əlaqənin təşkili blokları daxildir. ES-in yaradılması üçün müxtəlif instrumental vasitələr: universal proqramlaşdırma dilləri; Sİ proqramlaşdırma dilləri və sistem-oboloçkalar istifadə olunur.

Sİ proqramlaşdırma dilləri kimi LİSP, FRL (*Frame Representation Language*), Proloq, OPS proqramlaşdırma dilləri istifadə olunur.

*LİSP proqramlaşdırma dili* Sİ sistemlərinin proqramlaşdırılması üçün ən populyar dil olmuşdur. O, 60-cı illərdə amerikan alimi C.Makkarti və onun tələbələri tərəfindən yaradılmışdır. Onun bir neçə versiyası InterLisp,

QLisp, CommonLisp mövcuddur. Lisp dilində bir çox ES, o cümlədən ilk ES olan Mycin yaradılmış, sonra Internist, Kee, təbii-dil ünsiyyət sistemləri olan Margie, Shrdlu, Дилос, intellektual əməliyyat sistemi Flex işlənmişdir.

*FRL (Frame Representation Language) proqramlaşdırma dili* freym-orientir dillər sinfinə aiddir. FRL-də freym beşsəviyyəli alt strukturlardan ibarət olub assosiativ siyahılar toplusudur. Freymlərin altstrukturları slotlar, aspektlər, verilənlər, kommentari və xəbərlər ola bilər. FRL-in mühüm cəhəti onda “cəhətlərin varisliyi” mexanizminin olmasıdır.

*Proloq proqramlaşdırma dilinin* bir neçə versiyası istifadə olunur: MProlog, CProlog, Prolog-2, Arity Prolog, Turbo Prolog, Strawberry Prolog. Bu dilin riyazi əsasını birinci dərəcədən predikatların hesablanması, rekursiv funksiyalar nəzəriyyəsi təşkil edir. Geniş həcmdə qurulmuş predikatlar toplusuna malik olduğuna görə bu dili unversal proqramlaşdırma, hətta sistem proqramlaşdırma dilləri qrupuna da aid edirlər. Dilin mühüm xüsusiyyətlərindən biri, relyasiya verilənlər bazasının olmasıdır.

*OPS proqramlaşdırma dili* universal dil olub ilk növbədə Sİ sistemlərinin, daha doğrusu, ES-in işlənməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. OPS-in arxitekturası produksion sistemlərin arxitekturası ilə eynidir: qaydalar bazası, işçi yaddaş, çıxarış mexanizmi. Bu sinif dillərin fərqli cəhəti həllin çıxarış strategiyasının proqramla idarə olunması, verilənlərin strukturunun inkişafıdır.

ES-in işlənməsi aşağıdakı üç istiqamətdə aparılır [8]:

- hər hansı alqoritmik dildə olan, bir hissəsi BB olan, ayrı-ayrı proqramlar şəklində yerinə yetirilmiş ES. Belə sistemlərin qurulmasında ənənəvi prosedur dillər olan PASCAL, C və s. ilə yanaşı, həm də Sİ-nin ixtisaslaşmış dilləri olan LISP, PROLOG istifadə olunur.

- *ES-in oboloçkalari* – müəyyən predmet sahələrində biliklərin təsviri vasitələrinə malik proqram məhsuludur. İstifadəçinin işi bilavasitə proqramlaşdırmadan deyil, təqdim olunan oboloçkanın yaratdığı imkanlar əsasında bilimin formalizasiyası və daxil edilməsindən ibarət olur. Belə sistemlərin nümunələri kimi ИИТЕРАКСПЕПТ, PC+, VP-Expert və s. qeyd etmək olar.

- *ES generatorları* – baxılan predmet sahəsindən asılı olaraq biliyin bu və ya digər təsvirinə əsaslanan oloçkanın alınması üçün nəzərdə tutulmuş güclü proqram məhsullarıdır. Bu məhsullara KEE, ART və s. misal göstərilə bilər.

Hazırda daha geniş yayılmış xarici ES və onların oboloçkalari kimi INSIGT, LOGIAN, NEXPERT, RULE MASTER, KDS, PICON, KNOWLEDGE CRAFT, KESII, S1, TIMM və s. adını qeyd etmək olar.

➤ *Təbii-dil ünsiyyət sistemləri* insan-maşın diaqloq ünsiyyəti üçün nəzərdə tutulmuşdur. Belə sistemlərə misal olaraq ATLAST, PENMAN, TEAM, TULISP, əlaqəli mətnlərin emalı sistemləri olan TAILOR, RESEARCHER, FAUSTUS və i.a. göstərmək olar [9]. Belə sistemlərin tərkibinə mətnlərin avtomatik generasiyası sistemləri (MAGS) də daxildir. MAGS üzrə ilk tədqiqatlar 64-65-ci illərdə olmuşdur və hazırda 340-a qədər belə sistem mövcuddur [10].

Bu sistemlərdə dil resursları modulyasiya olunur– konkret dil üçün linqvistik təsvir səviyyələri üzrə və təsvirin spesifikliyinə görə bölüşdürülür. Ənənəvi olaraq linqvistik təsvir səviyyələri olaraq: leksika, morfologiya, sintaksis, semantik, ritorika və praqmatika səviyyələri ayrılır. Belə sistem nümunəsi olan AGILA (Automatic Generation of Instructions on Languages of the Eastern Europe) və MDA (Multilingual Document Authoring) (Xerox Research Centre Europe) müxtəlif tip sənədləri generasiya edən sistemlər kimi geniş tətbiq olunmaqdadır.

*Nitq ünsiyyətli sistemlərdə* “mətn-nitq signalı” və “nitq signalı-mətn” çevrilməsi baş verir (nitqin analizatoru). Nitqin sintezi konkret dil üçün nəzərdə tutulmuş tələffüz qaydalarına uyğun olaraq mətn və ya ədədi informasiyanın mümkün emalıdır və onun insan qavrayışına yaxın olan sintez olunmuş səsə çevrilməsidir. Nitqin analizi isə ayrı-ayrı sözlərin tanınması ilə onun mətnə və ya komandalar ardıcılığına çevrilməsidir [11].

➤ *Maşın tərcümə sistemləri.* Yerinə yetirilmiş tərcümələrin saxlanıldığı verilənlər bazası Translation Memory (TM) texnologiyasına əsaslanır. TM texnologiyası yığıcı prinsipi üzrə işləyir: tərcümə prosesində TM-də giriş seqmenti (cümlə) və onun tərcüməsi saxlanılır. Yeni mətnlərin emalı zamanı tərcümə üçün daxil edilmiş hər bir cümlə bazada saxlanılan seqmentlərlə müqayisə olunur [12]. Girişdəkinə identik və ya oxşar seqment tapıldıqda bu seqmentin tərcüməsi təsvir olunur və tərcüməçi yalnız yeni seqmentləri tərcümə etməli olur. TM sistem nümunələri olaraq: SDLX, TRADOS, Deja Vu, Star Transit, Trans Suite 2000, WordFast, WordFisher, ACROSS göstərmək olar.

MT və TM texnologiyaları bir-birini tamamlayır. MT sistemləri konkret sahədə mətnlərin tərcüməsinə yönəlmişdir və bu sahədə işlər MT sistemlərini və TM-i birləşdirən hibrid proqramların (example-based machine translation) işlənməsinə yönəlib. Məsələn, “PROMT” kompaniyası TM TRADOS və PROMT XT Professional maşın tərcümə sistemini birləşdirməklə PROMT Term və PROMT For TRADOS inteqrə olunmuş texnologiyaları yaratmışdır.

➤ *Avtomatik layihələndirmə sistemləri (ALS)* – çertyojların, konstruktor və texnoloji sənədlərin, habelə 3D-modellərin yaradılması üçün nəzərdə tutulmuş proqram təminatıdır [14]. Hazırda çoxlu sayda ALS sistemləri mövcuddur: AutomatiCS — proqram paketidir, CSoft Development kompaniyasının məhsuludur, enerjinin nəzarəti və idarə olunması, hesabı sisteminin layihələndirilməsi, konstruksiyası və istismarının avtomatlaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur; bCAD — mebelin layihələndirilməsi üzrə avtomatlaşdırılmış sistem, DipTrace — çap lövhələrinin layihələndirilməsi üzrə avtomatlaşdırılmış sistem və s.

➤ *NŞ əsasında maşın təlimi sistemləri* geniş sinif məsələlərin: obrazların tanınması (hərflərin tanınması, nitqin tanınması, elektrokordiogramma signalının klassifikasiyası, qan hüceyrələrinin klassifikasiyası, reyting məsələləri), klasterləşmə/kateqoriyalaşdırma (obrazların müəllimsiz klassifikasiyası), mürəkkəb obyektlərin identifikasiyası, proqnozlaşdırılması, optimallaşdırılması, idarə olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur. NŞ müşahidə olunmuş obrazların və situasiyaların “aqibətini bilərək” formalaşmış nümunələr

əsasında öyrənmək bacarığına malik olan riyazi alqoritmlər qrupunun ümumiləşdirilmiş adıdır. Bu bacarığa görə NŞ siqnalların və təsvirlərin emalı məsələlərinin həllində istifadə olunur [1, 15]. NŞ-in yaradılmasında çatışmazlıqlar problemin modelinin yaradılması üçün minimum 50, maksimum 100 müşahidə aparılması ilə müəyyən olunur ki, bu da çox xarakteristikalı məsələlərin həllində çox böyük verilənlər deməkdir, odur ki, qanəedici modelin yaradılması kifayət qədər böyük əmək və vaxt itkisi hesabına başa gəlir.

➤ *Adaptiv intellektual sistemlər* (AİS) hər bir anda problem sahəsindəki biliyi adekvat əks etdirmək, problem mühitinin dəyişməsi zamanı sadə və cəld rekonstruksiya üçün münasib olmaq cəhətlərinə malikdir. Belə sistemlərin nüvəsini problem sahəsinin daima inkişaf edən modeli təşkil edir, bu da xüsusi bilik bazası – repozitori ilə dəstəklənir. Sistemin nüvəsi proqram təminatının qenerasiya proseslərini idarə edir [2, 16].

Hazırda Sİ metod və texnologiyalarının aşağıdakı istiqamətlər üzrə tətbiqlərinə xüsusi önəm verilir [17]:

▪ *Neyron şəbəkələr*. Öyrədici alqoritmlərin təkmilləşdirilməsi, real zaman miqyasında klassifikasiyası, təbii dillərin emalı, təsvirlərin, danışıqın, siqnalların, habelə intellektual interfeys modellərinin yaradılması davam edir. Son dövrlərdə paralel qurğularda NŞ-in işinin sinxronlaşdırmasının effektiv metodlarının işlənilməsi istiqamətində işlər vüsət almışdır.

▪ *Təkamül hesablamaları* (TH) – özünü konfigurasiya etmək və özünüsəzləmə sistemlərinin problemlərini əhatə edir, fərdi katibələr, şəxsi hesabın idarə olunması, assistentlər, iş planlaşdırıcıları, şəxsi müəllim, virtual satıcı və s. qismində avtonom agentlərin gündəlik işinin həlli üçün istifadə olunur. Buraya həm də robot texnikası və onunla bağlı bütün sahələr aiddir. Əsas inkişaf istiqamətləri standartların işlənilməsi, açıq arxitekturalar, intellektual oboloçkalar, ssenari/sorğu dili, proqram və insanların effektiv qarşılıqlı ünsiyyəti metodologiyasının işlənilməsidir.

▪ *Qeyri-səlis məntiqin* hibrid idarəetmə sistemlərindən daha çox istifadə olunması nəzərdə tutulur;

▪ *Təsvirlərin emalı* və analizi üsullarının işlənilməsi istiqamətində təsvirlərin axtarış vasitələrinin, indeksləşmə və analiz vasitələrinin inkişafına, obrazların tanınmasına önəm verilməsi nəzərdə tutulur;

▪ *Ekspert sistemlər* sahəsində diqqət real zaman anında qərarların qəbulunun dəstəklənməsi, biliyin saxlanması, alınması və modelləşdirilməsi, dinamik sistemlərin, vasitələrin hazırlanmasına yönəlmişdir;

▪ *Paylanmış hesablamaların* marağın artması kompüter şəbəkələrinin genişlənməsi, resursların balanslaşdırılması, prosessorların optimal yüklənməsi, şəbəkə elementləri arasında uyğunsuzluğun aşkarlanması və s. bu kimi məsələlərin həllinin aktuallaşması ilə təyin edilir;

▪ *Real zaman əməliyyat sistemlərinə* tələb artır, bu avtonom robototexnik qurğuların yaranması, özünü səzləmə prosesinin təşkili, əməliyyatlara xidmətin planlaşdırılmasında zaman qıtlığı şəraitində qərar qəbulu üçün Sİ vasitələrinin istifadəsini aktuallaşdırır;

▪ *OLAP-analiz* və verilənlərdən informasiyanın çıxarılması, sorğuların vizual verilməsi üsullarına diqqəti artırır;

▪ *Tibbi sistemlər*, həkimlərə eksterm sitasiyalarda məsləhət verən, cərrahiyyə əməliyyatlarında dəqiq hərəkətlərin yerinə yetirilməsi üçün monipulyatorlar və s.

## V. PM-DƏ Sİ PROBLEMLƏRİ

Bu gün Sİ metod və alqoritmləri digər sahələrdə olduğu kimi PM-də də geniş tətbiqini tapmışdır, Sİ metod və alqoritmlərinə əsaslanan proqram təminatı əlavələri PM-in, demək olar ki, bütün sahələrini əhatə etməyə başlayır. Bu baxımdan PM-də istifadə olunan Sİ metodlarını aşağıdakı üç istiqamətə ayırmaq olar [18]:

- 1) axrətışa əsaslanan proqram təminatı kimi tanınan axtarış və optimallaşdırma metodları;
- 2) qeyri-müəyyənlik şəraitində qeyri-səlis və ehtimal metodları;
- 3) klassifikasiya, təlim və proqnozlaşdırma metodları.

Təbii ki, nə PM, nə də Sİ statistik sahə deyil, və bu sahədə yeniliklər günbəgün artır və mövcud tətbiqlər günbəgün daha da mükəmməlləşir. Dünənə qədər həlli mümkün olmayan məsələlərin həllində Sİ metodlarının işlənilməsi proqramçı-mühəndislərə bu metodlardan istifadə etmək imkanı yaratmışdır. Sİ metodlarının proqram təminatında tətbiqi və praktiki işlənilməsi sahəsi bir sıra mütəxəssislər tərəfindən “Ehtimal proqramlaşdırma”, “Klassifikasiya”, “Proqram mühəndisliyi üçün təlim və proqnozlaşdırma”, “Axtarışa əsaslanan proqram təminatı” kimi xarakterizə olunmuşdur.

Proqram təminatının işlənilməsində qeyri-səlis və ehtimal metodlarının tətbiqi təbiətinə görə real aləmin qeyri-müəyyənlikləri ilə xarakterizə olunan problemlərin emalı və həlli məqsədilə istifadə olunur. PM-də bu metodların istifadəsi qeyri-səlis, çətin formalizə olunan, dəyişkən və natamam xarakterli informasiyanın emalında proqram sistemlərinə irəli sürülən tələblərin ödənməsi ilə təyin edilir. Bu yanaşma təkcə proqram sistemlərinin işlənilməsi üçün deyil, həm də onların işlənilməsi prosesinin qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər. Proqram təminatının etibarlılığının modelləşdirilməsi üçün Bayes ehtimal mühakimələrinin istifadəsi buna misal ola bilər və bu yanaşma ilk dəfə “PM üçün Sİ” adlandırılmışdır [19].

Klassifikasiya, təlim və proqnozlaşdırma metodları proqram təminatı layihəsinin planlaşdırılmasında ona çəkilən xərclərin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün tətbiq edilmişdir. Məsələn, proqram layihəsinin proqnozlaşdırılması üçün [20, 21]-də süni neyron şəbəkələrə əsaslanan maşın təlimi metodları, [22]-də ontologiyaya əsaslanan təlim istifadə olunmuşdur.

Axtarışa əsaslanan proqram təminatında məqsəd proqram təminatının işlənilməsi probleminin optimallaşma məsələsinə gətirilməsi və həllin kompüter axtarışının təmin edilməsidir. Bu proqram təminatının testləşdirilməsi üçün tələbləri və dizayn problemlərini nəzərə almaqda uğurlu yanaşma olmuşdur [23, 24].

Beləliklə, proqram təminatı üçün Sİ metodları həm texnoloji proseslərin optimallaşdırılması, həm də axtarış metodları əsasında proqram məhsullarının işlənməsində istifadə olunur. PT-da istifadə olunan Sİ metodları əksər vaxt qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərirlər. Məsələn, maşın təlimi və axtarışa əsaslanan proqram təminatı arasında sıx əlaqə var. [25]-də bu iki yanaşmanın proqram təminatında edə biləcəyi işi icra edən təlim/optimalaşma metodu qismində genetik proqramlaşdırmadan istifadə olunmuşdur. Genetik proqramlaşdırma axtarışa əsaslanan proqram təminatında kompüter axtarış metodu kimi geniş istifadəyə malikdir.

PM-də ən mühüm problemlərdən biri də proqram təminatının həyat dövrünün yaxşılaşdırılmasıdır. Bu məqsədlə Sİ-nin AIS texnologiyası olan Case alətəri/vasitələri proqram təminatı layihəsinin menecerləri, analitikləri və mühəndisləri tərəfindən proqram təminatının daha da yaxşılaşdırılması, inkişaf etdirilməsi üçün istifadə edilir. PT-nın həyat dövrünün müxtəlif mərhələlərinin yaxşılaşdırılması üçün mövcud olan Case vasitələri: layihə idarəetmə vasitələri; VBIS; sənədləşdirmə vasitələri və s. spesifikasiya, strukturlaşdırılmış analiz, analiz, dizayn, kodlaşdırma, testləşdirmə və s. kimi tapşırıqların yerinə yetirilməsini, layihənin idarəsi və konfigurasiya məsələlərinin idarə edilməsini təmin edir. Case vasitələrinin istifadəsi arzu olunan nəticəyə nail olmaqla layihənin daha da təkmilləşdirilməsini sürətləndirir və proqram təminatının yaxşılaşdırılması zamanı sonrakı mərhələlərə keçmədən öncə qüsurları, boşluqları müəyyən etməyə kömək edir.

### NƏTİCƏ

Hazırda SİS-in yaradılması istiqamətində tədqiqatlar bioinformatika (hüceyrələrin elektron modelləri, paralel kompüterlərdə zülal informasiya analizi, DNK-hesablamalar); təbii dillərin emalı; robot texnika (maşın təlimi, avtonom qurğuların effektiv qarşılıqlı əlaqəsi, hərəkətlərin təşkili); biliklərin təsviri və emalı (biliyin keyfiyyətinin yüksəldilməsi, insan-ekspertdən biliyin alınması metodları, verilənlərdən informasiyanın axtarılması və çıxarılması); məntiqi çıxarış alqoritmlərinin işlənməsi, robotların təlimi, onların fəaliyyətinin planlaşdırılması; NŞ sahəsində əldə edilmiş nailiyyətlərdən hərbi məqsədlər üçün istifadə olunmasına və s. yönəlmişdir.

Müasir PM-də Sİ yanaşmaları konkret problemlə situasiyalarda həllin tapılmasına yönəlib: konkret sahəni və konkret tələblər toplusunu əhatə edən nümunələr üzrə axtarışa əsaslanır. Perspektiv tədqiqatların genetik proqramlaşdırmaya əsaslanmaqla “Strategiyanın axtarılması” istiqamətdə inkişaf etdirilməsi nəzərdə tutulur. Bundan əlavə PM-də çoxnövəli hesablamaların istifadəsi nəzərdə tutulur, belə ki, PM-də Sİ metodlarının geniş miqyaslı tətbiqi çox baha başa gəlir. Odur ki, proqram təminatının problemlərinin həllində onların paralel həllinə imkan verən təkamül alqoritmlərinin tətbiqi aktualdır. Paralelləşmə imkanını proqram re-modulyasiyası və reqressiyon testləşdirmədə istifadə olunur və bu sahədə tədqiqatlar perspektivli hesab edilir.

Sİ alqoritmləri proqram təminatının intellektual analizi, testləşdirilməsi və qərarların qəbul olunmasının dəstəklənməsi kimi imkanlar yaradır. Bu ağıllı vasitələr proqram təminatının

işlənməsi metodları və proseslərinin dəstəklənməsinə və onların inkişafına yönəliblər. Avtomatlaşdırılmış intellektual avadanlıqlar istifadə olunduqca onların proqram təminatında istifadəsi, PT-na qoşulması informasiya texnologiyalarının gündəlik yeniliklərindəndir.

### ƏDƏBİYYAT

- [1] «Системы искусственного интеллекта», М.: БИНОМ, 2008.
- [2] А. В. Андрейчиков, О. И. Андрейчикова, «Интеллектуальные информационные системы», М.: Финансы и статистика, 2004.
- [3] Г. С. Поспелов, «Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии», М.: Наука, 1988.
- [4] М. Н. Мəmmədova, Z. Q. Cəbrayıllova, “Tibbi ekspert sistemlərin yaradılması problemləri və inkişaf istiqamətləri”, İnformasiya texnologiyaları problemləri, №1, səh. 81–91, 2017.
- [5] Технологии инженерии знаний, [www.iskhasov.narod.ru/materials/engineer.pdf](http://www.iskhasov.narod.ru/materials/engineer.pdf)
- [6] Теоретические аспекты извлечение знаний, [http://lib.alnam.ru/book\\_bki.php?id=24](http://lib.alnam.ru/book_bki.php?id=24)
- [7] Стратегии получения знаний, <http://itteach.ru/predstavlenie-znaniy/strategii-polucheniya-znaniy>
- [8] Теория построения экспертных систем, [supermak.narod.ru/page1\\_1.htm](http://supermak.narod.ru/page1_1.htm)
- [9] Системы общения на естественном языке (ЕЯ), <http://lib.vvsu.ru/books/Bakalavr01/page0227.asp>.
- [10] Автоматическая генерация текстов на ЕЯ, [www.dialog-21.ru/media/2570/sokolova.pdf](http://www.dialog-21.ru/media/2570/sokolova.pdf)
- [11] Системы речевого общения, [www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1376?page=5](http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1376?page=5).
- [12] История развития систем машинного перевода и их современное состояние. [http://comp.potrebitel.ru/?action=model\\_list&num\\_id=71&cat\\_id=669](http://comp.potrebitel.ru/?action=model_list&num_id=71&cat_id=669)
- [13] М. Г. Мамедова, З. Ю. Мамедова, «Машинный перевод: эволюция и некоторые аспекты моделирования», Баку, изд. «Информasiya texnologiyaları», 2006.
- [14] В. Н. Малюх, «Введение в современные САПР», М.: ДМК Пресс, 2010.
- [15] Д. Рутковская, М. Пилинский, Л. Рутковский, «Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы», 2-е изд., М.: Горячая линия-Телеком, 2008.
- [16] Д. А. Назаров, Классификация систем с искусственным интеллектом, [file:///C:/Users/HP/Downloads/010\\_classification.pdf](http://file:///C:/Users/HP/Downloads/010_classification.pdf)
- [17] Искусственный интеллект, <https://domashke.net/referati/referaty-pokulture-i-iskusstvu/referat-iskusstvennyj-intellekt-4>
- [18] M. Harman, The Role of Artificial Intelligence in Software Engineering, <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/mharman/raise12.pdf>
- [19] N. E. Fenton, M. Neil, W. Marsh, P. Hearty, L. Radlinski, and P. Krause, “On the effectiveness of early life cycle defect prediction with Bayesian Nets”, Empirical Software Engineering, vol. 13, no. 5, pp. 499–537, 2008.
- [20] A. Idri, T. M. Khoshgoftar, and A. Abran, “Can neural networks be easily interpreted in software cost estimation?”, Honolulu, Hawaii, pp.1162–1167, 2003.
- [21] C. Mair, G. Kadoda, M. Lefley, K. Phalp, C. Schofield, M. Shepperd, and S. Webster, “An investigation of machine learning based prediction systems,” The Journal of Systems and Software, vol. 53, no. 1, pp. 23–29, Jul. 2000.
- [22] A. Maedche and S. Staab, “Ontology learning for the semantic web,” IEEE Intelligent Systems, vol. 16, no. 2, pp. 72–79, 2001.
- [23] O. R’ailh’a, “A survey on search-based software design,” Computer Science Review, vol. 4, no. 4, pp. 203–249, 2010.
- [24] W. Afzal, R. Torkar, and R. Feldt, “A systematic review of search-based testing for non-functional system properties,” Information and Software Technology, vol. 51, no. 6, pp. 957–976, 2009.
- [25] M. Harman and J. Clark, “Metrics are fitness functions too” in 10th International Software Metrics Symposium (METRICS 2004). Los Alamitos, California, USA:IEEE Computer Society Press, Sep.2004, pp. 58–69.