

*Əlyazması hüququnda*

**ALİ ŞABAN AMOOJİ**

**NEVROLOJİ XƏSTƏLİKLƏRİN DİAQNOSTİKASI ÜZRƏ  
EKSPERT SİSTEMLƏRİN QURULMASI**

3338.01- Sistemli analiz, idarəetmə və informasiyanın işlənməsi

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

**AVTOREFERATI**

**Bakı -2016**

İş Bakı Dövlət Universitetinin “İnformasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma” kafedrasında yerinə yetirilmişdir

**Elmi rəhbər:**

AMEA-nın müxbir üzvü,  
texnika üzrə elmlər doktoru, professor

**S. Q. KƏRİMOV**

**Rəsmi opponentlər:**

Texnika üzrə elmlər doktoru, professor

**M.H.MƏMMƏDOVA**

Texnika üzrə elmlər doktoru, dossent

**V.A.MUSTAFAFAYEV**

**Aparıcı təşkilat:**

AMEA İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

Dissertasiyanın müdafiəsi “03” iyun 2016-cı il, saat 14<sup>00</sup> -da AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun nəzdindəki FD.01.231 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1141, Bakı şəhəri, B. Vahabzadə küçəsi, 9.

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “15” aprel 2016-cı il tarixində paylanmışdır.

FD.01.231 Dissertasiya şurasının  
elmi katibi, texnika üzrə fəlsəfə doktoru.

**R.H.ŞİXƏLİYEV**

## **İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI**

**İşin aktuallığı.** Ekspert sistemləri hal-hazırda süni intellektin çox faydalı və tətbiqi bir sahəsi olub, ekspertlərin biliklərini kompüterin dəqiqliyi ilə birləşdirərək qərarların dəqiqliyini və keyfiyyətini yüksəldir. Ekspert sistemlərinin ən geniş tətbiq sahələrindən biri tibbi diaqnostikadır. Statistikalara görə, hazırda həkimlərin vaxtlarının məhdudluğu, tibb sahəsinin genişliyi, səhv diaqnoz qoyulması nəticəsində ölümlərin sayının çox olması və s. bu sistemlərin tətbiq edilməsini daha da aktuallaşdırır. Bu baxımdan 1999-cu ildə Amerikanın tibb cəmiyyətinin "İnsan səhv edə bilər" adlı hesabatı diqqəti cəlb edir. Amerikada hər il 15000 nəfər yol qəza hadisələrində, 42000 nəfər döş xərçəngi ilə dünyasını dəyişir, digər tərəfdən isə 98000 nəfər həkimlərin səhvləri nəticəsində dünyasını dəyişir. İngiltərədə bir araşdırmanın nəticələri göstərir ki, bir həkim üç xəstəni müayinə edərkən cavabını bilmədiyi iki sualla qarşılaşır, həmçinin bir xəstəni xəstəxanaya yerləşdirərkən həkimin qarşısına 5 cavabsız sual çıxır. Həkim ən yaxşı halda hər həftədə bu cavabsız suallara 45 dəqiqə vaxt sərf edə bilər. Nəticədə bir həftədə 300 cavabsız sual ortaya çıxır.

Bütün bunlara əsaslanaraq hal-hazırda diaqnostika sahəsində informasiyanın əhəmiyyəti və onun həcmının artması, sürətlə axtarışı, həmçinin emalı aktual bir məsələyə çevrilir. Dəqiq nəticənin əldə edilməsi həkimin imkanları xaricində olduğundan intellekt ekspert sistemə ehtiyac vardır. Tibbin nevrologiya sahəsində tətbiq olunan ekspert sistemlərin işlənilməsi müayinə və müalicə məsələlərini asanlaşdıraraq nevroloji xəstəliklərin sürətli və dəqiq diaqnozunu qoymağa, xəstəliyin proqnozunu verməyə, eyni zamanda müalicənin sistemli şəkildə aparılmasına kömək edə bilər. Hər bir xəstəlik qrupunun çoxsaylı simptomu və əlamətləri olduğundan diaqnostika zamanı səhvlərin olması ehtimalı artır. Belə səhvlərin aradan qaldırılması üçün kompüter sistemlərinin işlənilməsi aktual problem olaraq qalır. Tibb sahəsinə aid sistemlərin analitik təhlili göstərdi ki, yaradılmış kompüter sistemlərinin az qismi nevrologiya sahəsini əhatə edir. Digər tərəfdən müayinə zamanı nevroloji xəstələrdə müşahidə olunan əlamətlərin mürəkkəbliyi, həmçinin analiz və s. nəticələrindən əldə edilmiş verilənlərin həcmi çox olması və bu istiqamətdə qarşıya çıxan problemlərin çoxluğu, riyazi üsullarla bu problemlərin tez və düzgün həllini təmin edən sistemin yaradılmasının aktuallığını bir daha təsdiq edir.

**İşin məqsədi** nevroloji xəstəliklərə tez və dəqiq diaqnoz qoymağa, onların proqnozunu verməyə və eyni zamanda müalicə ardıcılıqlarının sistemli şəkildə aparılmasına imkan verən ekspert sisteminin qurulmasıdır.

Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı elmi-nəzəri və praktiki məsələlər qoyulmuş və həll edilmişdir:

- Nevroloji xəstəliklərin tədqiqi və əlamətlər sisteminin müəyyənləşdirilməsi;
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün əldə edilmiş biliklərin təsviri metodologiyasının işlənilməsi;
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üzrə biliklər bazasının strukturunun təyin edilməsi;
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün məntiqi çıxarış mexanizmlərinin işlənilməsi;
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostika strategiyasını təmin edən qeyri-səlis riyazi modelin işlənilməsi.
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikasını dəstəkləyən ekspert sisteminin arxitekturası, fəaliyyət prinsipləri və instrumental vasitələrin işlənilməsi.

**Dissertasiya işinin predmeti** tibb sahəsində ekspert sistemlərin yaradılması və tətbiqidir.

**Tədqiqatın obyektı** nevrologiya sahəsində diaqnostik ekspert sistemlərin yaradılmasıdır.

**Tədqiqatın metodları.** Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məsələləri həll etmək üçün ekspert sistemlərin yeni metodologiyaları, sistemli yanaşma, informasiya və informasiya sistemləri nəzəriyyəsi, sistemli analizin riyazi modelləşdirməsi, qeyri-səlis məntiqin və informasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma metodlarından istifadə edilmişdir.

**Dissertasiya işinin elmi yenilikləri.** İşdə aşağıdakı elmi yeniliklər əldə edilmişdir:

- Alternativ fərziyyələrin analizi (Analysis of Competitive Hypotheses-ACH) modeli əsasında NXDES (Nevroloji xəstəliklərinin diaqnostikası üzrə ekspert sistemi) üçün biliklər bazası yaradılmışdır;
- Diaqnostika biliklərinin təsviri üçün ontologiyaya əsaslanan freym metodu işlənilmişdir;

- Diaqnostika məsələsinin riyazi modelləşdirməsində xəstəliklərin başvermə ehtimalının hesablanması üçün Bayes düsturundan istifadə edilmişdir;
- Biliklərin əldə edilməsi inkişafı standartına (Knowledge Acquisition Development Standard-KADS) əsasən diaqnostika məsələsinin problem yönümlü həlli işlənmişdir;
- Nevrologiya sahəsində oxşar xəstəliklərin diaqnostikası üçün qeyri-səlis ekspert sistemi işlənmişdir.

**İşin praktiki əhəmiyyəti.** Dissertasiya işində nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üzrə ekspert sisteminin yaradılması üçün işlənmiş metod və alqoritmlər tibbin digər sahələrində xəstəliklərin tez və dəqiq diaqnozu üçün ekspert sistemlərinin yaradılması üçün istifadə oluna bilər. Həmçinin işlənmiş metod və alqoritmlər iqtisadiyyatın digər sahələrində qəbul edilən qərarların dəqiqliyinin və keyfiyyətinin artırılması üçün ekspert sistemlərinin yaradılmasında tətbiq edilə bilər.

**İşin nəticələrinin realizasiyası və tətbiqi.** Dissertasiya işinin nəzəri və praktiki nəticələri Tehran şəhərinin Zərrin klinikasının beyin və sinir şöbəsində tətbiq edilmişdir. Alınmış nəticələr və onların təhlili nevroloji xəstəliklərin keyfiyyətli və dəqiq diaqnostikasında təklif edilmiş metod və alqoritmlərin rolunun əhəmiyyətli olduğunu göstərmişdir. Sisteminin praktiki əhəmiyyəti Tehranın Zərrin klinikasında müvafiq aktla təsdiq edilmişdir.

**Dissertasiya işinin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri Bakı Dövlət Universitetinin Yəhya Məmmədovun anadan olmasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransında (Bakı, 2015), Azərbaycan dövlətçiliyinin 94 illiyinə və Heydər Əliyevin anadan olmasının 89-cu ildönümünə həsr edilən beynəlxalq elmi konfransında (Bakı, 2012), Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVI Respublika elmi konfransında (Bakı, 2012), Engineering and Applied Sciences beynəlxalq elmi konfransında (Dubai, 2016) məruzə edilmiş və müzakirə olunmuşdur. Həmçinin dissertasiya işində alınmış nəticələr Bakı Dövlət Universitetinin “kibernetika və tətbiqi riyaziyyat” fakültəsinin “İnformasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma” kafedrasının elmi seminarlarında məruzə edilmişdir.

**Elmi nəşrlər.** Dissertasiya mövzusu üzrə 14 elmi iş, o cümlədən, 10 məqalə və 4 konfrans materialı çap etdirilmişdir.

**Dissertasiyanın strukturu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, 4 fəsil, nəticələr, ədəbiyyat siyahısı və əlavələrdən ibarətdir. İşin əsas məzmunu

124 səhifə, 26 şəkil və 7 cədvəldən ibarətdir. Ədəbiyyat siyahısında 171 adda mənbə göstərilmişdir.

## **İŞİN MƏZMUNU**

**Girişdə** dissertasiya işinin aktullığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi və həll olunacaq məsələlər müəyyən edilmişdir. Alınmış nəticələrin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

**Birinci fəsilə** ekspert sistemlərinin əsas anlayışlarına qısa olaraq izahat verilir. Tibbi diaqnostika üzrə ekspert sistemlərinin ardıcıl təkamülü və inkişafına baxılır.

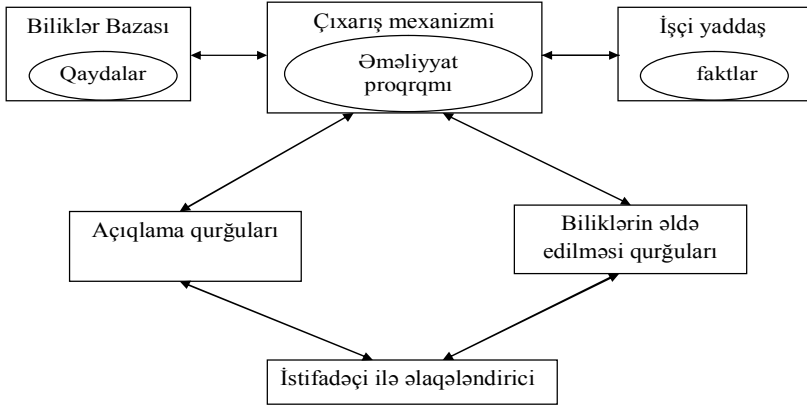
Ekspert sistemləri (ES) kompüter proqramlarının xüsusi qrupuna aid olub, biliklər, faktlar və arqument metodlarından istifadə etməklə bilikli insanların biliklərinə ehtiyacı olan məsələləri həll edir. Bu sistemlərdə faktlar və qaydalar biliklər bazasında saxlanılır və sonra nəticə çıxarma metodlarından istifadə etməklə bu verilənlərdən lazım olan nəticələr əldə edilir. Ümumiyyətlə, ekspert sistemləri xüsusi bir sahədə bir mütəxəssis səviyyəsində, hətta bundan daha yüksək səviyyədə qərarlar verə bilən proqram kompleksindən ibarətdir. Ekspert sistemi biliyə əsaslanan kompüter proqramı olub məhdud bir sahədə mütəxəssis insanın ekspertliyini əldə edir.

Struktur baxımından NXDES aşağıdakı tərkib hissələrindən ibarətdir:

- **İstifadəçi üçün koordinator (əlaqələndirici):** bu koordinator istifadəçi ilə sistem arasında əlaqə yaratmağa və ekspert sisteminə suallarını verməyə imkan verir, eyni zamanda qarşılıqlı olaraq sistem də bu koordinator vasitəsilə istifadəçiyə cavab qaytara bilər.
- **Biliklər bazası:** bu baza sistemin əsas hissəsini təşkil edir və ekspert sisteminin ixtisası zəminində faktlar və qaydalara əsaslanır. Hər hansı ekspert sisteminin biliklər bazası iki bilik növündən – faktiki bilik və evristik bilikdən istifadə edir. Faktiki biliyin düzgünlüyü qəti olduğundan müxtəlif sahələrdə onları tətbiq etmək mümkündür, lakin evristik bilik qeyri-qəti olduğundan daha çox şəxsi nəticələrə əsaslanır.
- **Nəzarət strukturu (çıxarış mexanizmi):** nəticəalma qaydası, yaxud qərar qəbul etmə mexanizmi adı ilə tanınan bu nəzarət strukturu məsələnin həlli üçün biliklər bazasındakı mövcud informasiyanın emal edilməsi və istifadəsi vəzifəsini yerinə yetirir. Ümumi halda çıxarış mexanizmi seçmə, tutuşdurma mübahisəli halların aradan qaldırılması, icra etmə kimi mərhələlərin yerinə yetirilməsindən ibarətdir.

- Qısamüddətli yaddaş: uzunmüddətli yaddaş sayılan biliklər bazasından başqa cavab tapmanın müxtəlif mərhələlərini və sualdan cavaba qədər keçilmiş olan yolu özündə saxlaya bilən qısamüddətli yaddaşa da ehtiyac vardır.

Bütövlükdə NXDES-in hissələrinin əlaqələri aşağıdakı kimi həyata keçirilir (şək. 1).



Şək. 1. NXDES-in hissələrinin əlaqəli sxemi

NXDES-in işlənilib hazırlanması 4 əsas mərhələlədə icra olunmuşdur. Bu mərhələlərin ardıcıl icrası aşağıda qısa olaraq izah edilir.

- Sistemin TİƏ-sinin qiymətləndirilməsi: bu mərhələdə sistemin məqsədi və həll olunacaq məsələləri açıqlanır. Bu zaman sistemin yaradılması məqsədi ilə onun həll edəcəyi məsələlər arasındakı uyğunluq aydın göstərilir. Bunlar NXDES ekspert sisteminin əsas məqsədi kimi qəbul edilmişdir.
- NXDES-də biliklərin toplanılması: bu mərhələdə təyin edilmiş xəstəliklərin və onlara aid simptomların anlayışları, əlaqələri və xəstəliklərin diaqnostikası mexanizmləri dəqiqləşdirilir. Nümunəvi variant hazırlanmamışdan əvvəl dəqiq və tam həcmdə nevrologiya sahəsindəki faktlar (xəstəliklər, simptomlar, sindromlar, xəstəliklərin başverməsində simptomların təsir göstərmə dərəcələri), onlar arasındakı uyğun əlaqələr (məsələn, simptomlarla xəstəliklər arasındakı əlaqə) təyin edilir.
- NXDES ekspert sisteminin çıxarış mexanizminin yaradılması: bu mərhələnin məqsədi konseptuallaşdırmanın nəticəsində alınmış əsas

anlayışları və münasibətləri qəbul olunmuş hər hansı formal dildə təsvir etməkdir.

- NXDES ekspert sisteminin testləşdirilməsi və sazlanması: testləşdirmə və sazlama mərhələsi sistemin prototipinin hazırlanmasının hər bir mərhələsinə daxil edilir.

**İkinci fəsildə** NXDES-də biliklərin əldə edilməsindən bəhs olunur.

Bu prosesdə aşağıdakı informasiyalar əldə edilir:

- Diaqnostika məsələsinin həlli üçün həkim-ekspertin işlətdiyi strategiyanın təsviri;
  - Nəticə çıxarma prosesində həllin düzgün seçilməsi haqqında həkim-ekspertin mülahizələri;
  - Diaqnostika məsələsinin həlli zamanı həkim-ekspertin istifadə etdiyi biliklərin tipi haqqında ümumi məlumat;
- Biliklərin toplanmasında aşağıdakı məqsədlər nəzərdə tutulur:
- Diaqnostika məsələsinin həlli prosesində həkim-ekspertin harada və nə üçün xüsusi biliklərdən istifadə etməsi izah olunur;
  - Diaqnostika məsələsinin həlli strategiyasının təfsilatları dəqiqləşdirilir;
  - Hazırlanacaq NXDES-in qiymətləndirilməsi üçün meyarlar alınır;
  - Diaqnostika məsələsinin həll prosesinin hansı addımlardan ibarət olması təyin edilir.

Məqsəduyğun fərziyyənin seçim strategiyalarından bəhs edən ikinci fəslin sonrakı araşdırmasında fərziyələrin (xəstəliklərin-simptomların) düzgün seçimindən bəhs olunur. İnformasiya sistemlərin analitik araşdırmasında fərziyələrin yaradılması və qiymətləndirilməsi prosesinə üç əsas strategiya müəyyən etmək olar: cari vəziyyətdə fərziyələrin qiymətləndirilməsi məntiqi, fərziyələrdə nəzəriyyələrin tətbiqi və fərziyələrin tarixi nümunələrlə müqayisəsi. Təzyiq, stres və etibarlı informasiya olmadığı şəraitdə qərar qəbul etmədə vəziyyətin qiymətləndirilməsi məntiqi ən məsləhətli strategiyadır. Baxılan işdə informasiyanın qeyri-müəyyənliyi və onun tam olmaması bizi vəziyyətin qiymətləndirilməsi strategiyasından istifadəyə məcbur edir.

Üçüncü strategiyada analitik mövcud hadisələri onların tarixi nümunələri və ya digər sahələrdəki oxşar hadisələrlə müqayisə etməklə bu hadisələrin koqnitivliyinə çatmağa səy göstərir. Ontologiya müqayisənin formalarından biridir.

Bu işdə alternativ fərziyələrin düzgün seçilməsi prosesində alternativ fərziyələrin analizi (Analysis of Competing Hypotheses- ACH) modeli



tətbiq olunmuşdur. Bu modelin əsasında NXDES ekspert sisteminin biliklər bazasının yaradılması analiz edilir.

ACH modeli proqnozlaşdırma prosesində istifadə edilən informasiya analizi zamanı mövcud koqnitiv məhdudiyyətləri aradan qaldırır və istifadəçiyə kritik hallarda ən yaxşı qərar qəbuletməyə kömək edir. Səkkiz mərhələdən ibarət olan bu üsulun əsasında qərar qəbuletmənin analizi və optimal qərar qəbuletmə diaqnostikasında xəyali nəticələri, analitikləri geniş yayılmış mürəkkəb elmi təhlillərdən xilas edir. Alternativ fərziyələrin analizi aşağıdakı 8 mərhələlərdə aparılır:

1. Mümkün fərziyələrin identifikasiyası. Belə ki, heç bir fərziyyə diqqət mərkəzindən kənar qalmasın;
2. Hər bir fərziyənin müvafiq və qeyri-müvafiq sübutlarının hazırlanması;
3. Sübutların (xəstəliyin əlamət və simptomlarının) fərziyənin isbatına təsir etmə dərəcəsinin qiymətləndirilməsi;
4. Sübutların normallaşdırılması və dəyəri olmayan sübutların ləğv edilməsi.
5. Hər fərziyənin nisbi ehtimalının hesablanması və cari qiymətləndirilməsi.
6. Yüksək effektivliyə malik fərziyənin seçilməsi və onun dəyərinin müəyyən edilməsi.
7. Nəticələrin hesabatının verilməsi. Hesabatda bütün mövcud fərziyələrin nisbi ehtimalı verilməlidir.
8. Gələcək işlərdə istifadə etmək üçün analizin dönüş nöqtəsinin identifikasiyası.

ACH modelin tətbiqinin nəticələri göstərdi ki, nevrologiya sahəsində 33 xəstəlik mövcuddur ki, 5 qrupda yerləşirlər. Bu xəstəliklərin hər birinin 10-a yaxın əlamətləri vardır ki, bu əlamətlərin bir neçəsi müxtəlif xəstəliklərdə eynidir. Xəstəliklər qruplarının hər birisi 2-dən 7-yə qədər xəstəlikləri öz altçoxluğunda birləşdirir.

**Üçüncü fəsil**də biliklərin tərkibi, təşkili və təsvirindən bəhs olunur.

Biliklərin təsvirində həlli tələb olunan əsas məsələlərdən biri biliklərin tərkibinin təyin olunmasıdır.

Ekspert sistemlərində biliklərin təsvir modelləri adətən 2 sinfə bölünür: məntiqi və evristik modellər. Evristik təsviri modelinə misal olaraq ontologiyaya əsaslanan modeli göstərmək olar.

NXDES-də ontologiyaya əsaslanan metodla biliklərin təsviri aşağıdakı addımlarda yerinə yetirilir:

- Birinci addım: Ontologiya olunan domenin (işlənilmə sahəsinin) müəyyən edilməsi;
- İkinci addım: ontologiyada təkrar istifadə məsələsinin nəzərə alınması;
- Üçüncü addım: ağır ontologiya (Heavy weight ontology ) və yaxud uzun hazırlanma mərhələsinin keçirilməsi;
- Dördüncü addım: siniflər və siniflərin iyerarxiyasının müəyyən edilməsi;
- Beşinci addım: sinfin xarakteristikasının müəyyən edilməsi (slots defination);
- Altıncı addım: slotlara aid xassələrin müəyyən edilməsi.

Burada diaqnostika məsələsinin həlli istiqamətində riyazi modelləşdirilməsi belə ortaya qoyulur: Diaqnostika məsələsində 2 riyazi qanundan istifadə edilmişdir. 1-ci qanun belə ifadə olunur: əgər A doğru olarsa və A-nın nəticəsi P olarsa və a, A-nın bir nümunəsi olarsa onda P doğru olmalıdır:

$$(A \equiv \text{TRUE}) \wedge (A \rightarrow P) \Rightarrow \forall a \in A (P \equiv \text{TRUE})$$

2-ci istifadə olunan riyazi qanun belədir ki, əgər məlumdur ki, B yanlıştır və A-nın nəticəsi B-dir o zaman A da yanlıştır:

$$(A \rightarrow B) \wedge \sim B \Rightarrow \forall a \in A, A = (\sim A)$$

Bu cür qanunlardan NXDES-in məntiqi çıxarışında da istifadə olunur. Amma, biz sistemin çıxarış mexanizmində riyaziyyat elminin qanunları ilə ziddiyyətdə olan bəzi qanunlardan da istifadə edirik, məsələn inkar qanunu:

$$(A \rightarrow B) \wedge \sim A \Rightarrow \forall b \in B, B = (\sim B)$$

Tibbi diaqnostikada bu qanuna aid misal belə ifadə olunur: biz bir xəstəyə cərrahi əməliyyat məsləhətini buna görə ləğv etmirik ki, xəstəyə cərrahi əməliyyatı lazım deyil, lakin xəstənin huşa qaytarma problemi də onun

cərrahi olunmasını ləğv edə bilər. Digər qanun isə riyaziyyat aləmində etibarlıdır, lakin NXDES-in çıxarış mexanizmində istifadə oluna bilməz Nominalistiy qanunudur:

$$\forall x \in (B \subseteq A) : F(x) \rightarrow G(x)$$

$$\forall x \in A : F(x) \rightarrow G(x)$$

Diaqnostika məsələsinin qeyri-müəyyənlik xüsusiyyəti bizi ehtimal üsullarından birinin istifadəsinə gətirir çıxarır. Qeyri-müəyyənliyi ehtimal əsasında göstərməyə imkan verən üsullardan ən münasibi Bayes nəticə çıxarma düsturu ola bilər:

$$P(D_i | E) = [ p(E | D_i) * p(D_i) ] / p(E)$$

$$P(D_i | E) = \frac{[ p(E | D_i) * p(D_i) ]}{[ \sum_{j=1}^n p(E | D_j) * p(D_j) ]}$$

Burada:

- $D_i$ :  $i$  nömrəli xəstəlik;
- $E$ : xəstəliyin əlaməti-simptomu;
- $P(E)$ : xəstəliyin ilkin başvermə ehtimalı;
- $P(D_i | E)$ :  $E$  simptomu olmaq şərtilə  $D_i$  xəstəliyinin başvermə ehtimalı;
- $P(E | D_i)$ :  $D_i$  xəstəliyi olmaq şərtilə  $E$  simptomunun görünmə ehtimalı;
- $n$ : xəstəliklərin-fərziyyələrin sayıdır.

Ontologiya baxımından diaqnostika məsələsinin ümumi mahiyyəti belə ifadə olunur:

Məqsəd: Bir xəstəliyin səbəbini tapmaq. Tipik misal: xəstəliyin diaqnostikasi;

Terminologiya:

- Şikayətlər- simptomlar: diaqnostika prosesinin başlanma məlumatları;
- Fərziyyələr: məsələnin (diaqnostikanın) həlli prosesində istifadə ediləcək səbəblərin toplanması;
- Diferensial: aktiv fərziyyələrin (ola biləcək səbəblərin) əldə saxlanılması;
- Sübutlar: diaqnostikanın əldə edilməsi və yaxud sistemə əlavə məlumatın verilməsi;
- Xəstəliyin diaqnostikasi: əsaslandırıcı səbəblərin aşkar olunması və xəstəliyin növünün tapılması;

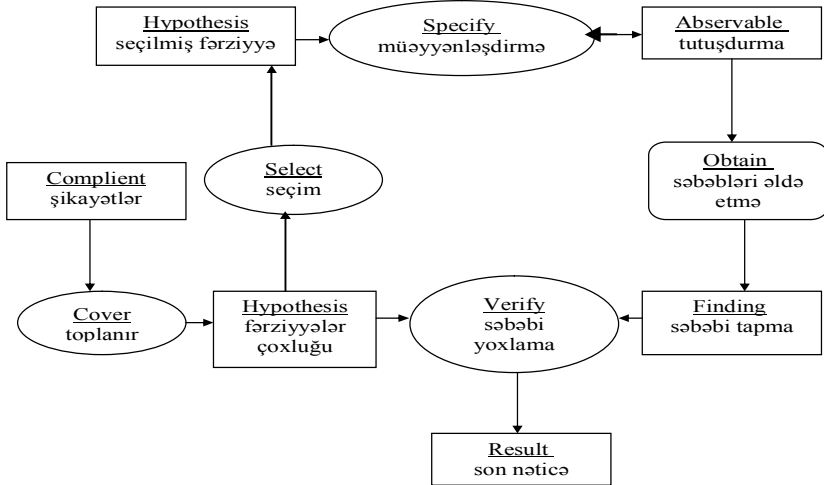
Giriş verilənləri: Şikayətlər – simptomlar;

Çıxış məlumatlar: xəstəliyin səbəbləri və xəstəliyin növünün diaqnostikasi;

Xüsusiyyətlər: Prinsipcə, bir diaqnoz vəzifəsi həmişə diaqnoz sisteminin davranışını daşısa da diaqnostika prosesi təsnifat vasitəsilə azalır.

Metodologiya: Simptomlar–şikayətlər, fərziyyələr və ola biləcək xəstəliklərin siyahısının hamısı bir səbəbiyyət şəbəkəsində yerləşdirilir.

Diaqnostika məsələsinin həlli üçün səbəbiyyət (causal-covering) modelindən istifadə edilir (şək. 2).



Şək. 2. Diaqnostikanın səbəbiyyət (causal-covering) modeli

Burada çıxarış mexanizmini yaradıb, sınaqdan keçirmə strategiyadan istifadə edirik. Diaqnostika prosesi 5 altfunksiyaya, 4 çıxarış mexanizminə və bir köçürən funksiyaya bölünür:

➤ Cover: bu çıxarış mexanizmi səbəbiyyət şəbəkəsi vasitəsilə şikayətlər və simptomlara aid xəstəlikləri seçir.

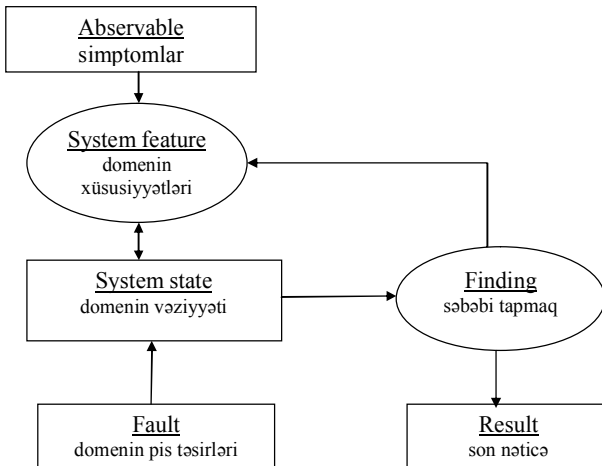
➤ Select: bu çıxarış mexanizmi seçilmiş fərziyyələrdən birini, yaxud neçəsini seçib götürür, başvermə ehtimalı olan xəstəliyi seçir.

➤ Specify: bu çıxarış mexanizmi seçilmiş fərziyyəni müşahidə olunan əlamətlərilə müqayisə edir. Bu müşahidə olunan uyğunluqlar bizi başqa fərziyyələrə də gətirib çıxara bilər. Həmçinin istisna halların başverməsi də mümkündür.

➤ Obtain: bu funksiya seçilən fərziyyələri (xəstəlikləri) bir-bir sınaqdan keçirir, səbəblərə uyğunlaşdırır və onları qiymətləndirir.

➤ Verify: bu çıxarış mexanizmi tapılmış (seçilmiş) fərziyyəni (xəstəliyi) seçir, fərziyyənin yenidən sınaqdan keçirilməsini təmin edir, sonda da onu çıxışa göndərir.

NXDES-in çıxarış mexanizminin domen (sahə) yönümlü həlli də mümkündür. Bu işdə diaqnostika məsələsinin domen yönümlü həlli nəzərdə tutulmadıqdan, burada ancaq bu prosesin sxemi göstərilir (şək. 3).



Şək. 3. Diaqnostika məsələsinin domen yönümlü həllinin sxemi

Süni intellektde biliklərin təsviri üçün müxtəlif metodologiyalardan istifadə olunur. Bunlara misal olaraq semantik şəbəkələri, freym və produksiya modellərini qeyd etmək olar. Ontologiyaya əsaslanan metodologiyalarda təkrar istifadə olunması, yüksək səviyyədə abstraksiyası və daşınması qabiliyyəti daha çox diqqət mərkəzində yerləşir. Ontologiyanın bu qabiliyyətlərinə görə bu işdə biliklərin təsviri üçün freym metodundan istifadə edilmişdir. Freym ideyası semantik şəbəkələrin inkişafı nəticəsində əldə edilmişdir. Semantik şəbəkələrdə biliklərin zahiri sturukturu təpələr və budaqlardan ibarət olan istiqamətlənmiş şəbəkə şəklində formalaşdırılır. Şəbəkənin təpələri mövzu sahəsinin mahiyyətlərini (obyektlər, hadisələr, proseslər), budaqları isə mahiyyətlər arasındakı əlaqələri göstərir.

Semantik şəbəkədə anlayışların formalaşdırılmasında istifadə olunan əsas əlaqələr aşağıdakılardır:

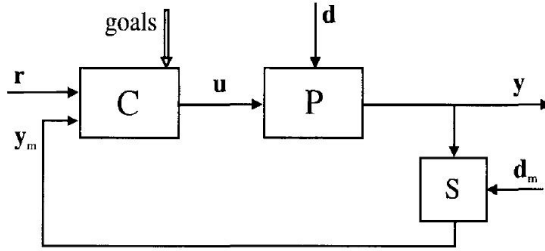
- baxılan anlayışın mənsub olduğu sinif;
- anlayışın xassəsi;
- baxılan anlayışa aid misallar (nümunələr).

Elementin hər hansı sinifə mənsubluğu və yaxud hissənin tama aidliyi İS A və PART OF əlaqələri ilə ifadə olunur. Xassələr isə İS (ibarətdir) və HAS (malikdir) əlaqələri ilə təsvir olunur. Budaqların və təpələrin təsvirinə müəyyən qaydalar qoymaqla, müxtəlif cür semantik şəbəkələr qurmaq olar.

**Dördüncü fəsilə** qeyri-səlis (fuzzy) ekspert sisteminin arxitekturası, qeyri-səlis məntiqinin riyazi üsulları və diaqnostika məsələsinin nəzarət yönümlü həlli araşdırılır.

Ümumiyyətlə, diaqnostik ekspert sistemlərinin qeyri-müəyyənlik xüsusiyyətlərinə görə bu sistemlərin çıxarış mexanizmi qeyri-səlis nəzarətçi (Kontroller) çıxarışı əsasında qurulmalıdır. Bu kontroller arxitekturasının sxemi şəkil 4-də göstərilir.

Goals (Məqsədlər)
----------------------



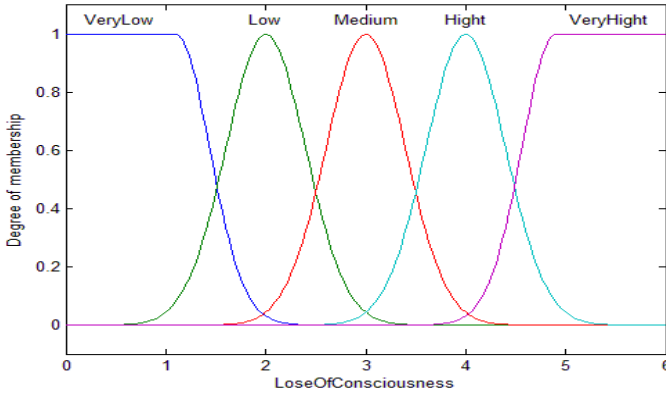
Şək. 4. Sistemin qeyri-səlis çıxarış mexanizminin sxemi

Bu sxemdə olan elementlərin təsviri belədir:

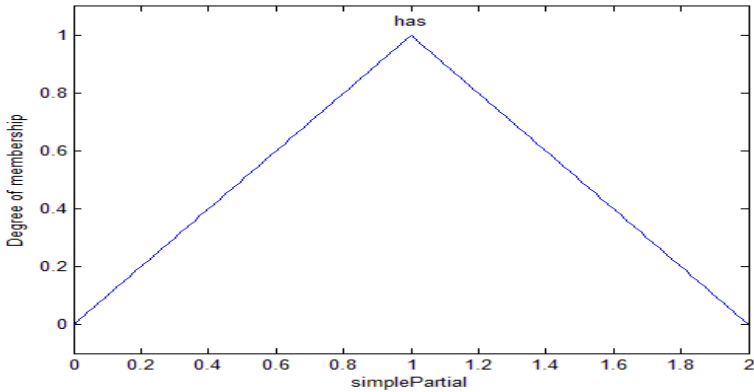
- c nəzarətçisi (controller): bu nəzarətçi qutusu  $r$  sahəsində sisteme qoyulan məqsədlərə uyğun (goals),  $d(m)$  və  $d$  mühitdən alınan küyləri və  $y(m)$  çıxışın bir müəyyən hissəsini nəzərə alaraq  $u$  nəzarət fəaliyyətini müəyyən edir;
- $u$ : nəzarətçi qutusunun nəticəsidir;
- $p$  istehsalçısı (Plant):  $u$  fəaliyyətinə və mühitdən alınan küylərə əsasən sonuncu qərarı verir və çıxışa göndərir;
- $d(m)$  və  $d$ : mühitdən alınan küylərdir (noises);
- $y(m)$ : çıxışın müəyyən hissəsi ki, nəzarətçiyə yenidən qaytarılır;
- $s$  hissedicisi: sistemin  $y$  adlı çıxışı və  $d(m)$  adlanan mühitin küyləri ilə işləyir,  $y(m)$  çıxışını nəzarətçiyə qaytarır;
- $y$  çıxışı: sistemin sonuncu nəticəsidir;
- Goals: sistemdə qoyulan məqsədlərdir.

Epilepsiya xəstəliyinin növünün diaqnostikası üzrə qeyri-səlis ekspert sistemi qeyri-müəyyənlik xüsusiyyətinə malik olduğundan, bu qeyri-səlis sistemin çıxarış mexanizmi Mamdanı qeyri-səlis çıxarış əsasında qurulmuşdur. Məqsəd qeyri-səlis sistemin vasitəsilə epilepsiya xəstəliyinin növlərinin diaqnostikasıdır. Sistemin son çıxışı 14 növ epilepsiyanın başvermə ehtimalının qiymətindən ibarətdir. Sistemin həyata keçirilməsi zamanı 14 qeyri-səlis sistemi yaranır ki, epilepsiya xəstəliyinin hər növünün diaqnostikasına bir qeyri-səlis sistemi istifadə olunur. Hər xəstəliyin özünəməxsus funksiyası vardır ki, o xəstəliyin qeyri-səlis sistemini yaradır.

1-ci xəstəliyin (Simple Partial Seizure) qeyri-səlis sisteminin giriş (şək. 5) və çıxış (şək. 6) mənsubiyyət funksiyaları aşağıda göstərilir.



Şək. 5. Fuzzy girişlərin 5 mənsubiyyət funksiyası (bir nümunəsi).



Şək. 6. Fuzzy sistemin çıxışının mənsubiyyət funksiyası (bir nümunəsi)

### **DISSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ**

- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikasının müasir vəziyyətini əks etdirən faktlar və biliklər toplanılmış və onlar arasındakı əlaqələr müəyyənləşdirilmişdir.
- Diaqnostikada cari vəziyyətdə qərar qəbul etmə məqsədilə vəziyyət məntiqi (Awareness situation) strategiyası təklif edilmiş, onun formal təsviri və realizasiya mexanizmi göstərilmişdir.
- Biliklərin düzgün formalaşdırılması üçün alternativ fərziyyələrin analizi (ACH) modeli təklif edilmiş, NXDES ekspert sisteminin biliklər bazasının yaradılmasında tətbiq edilmişdir.



- Sistemin çıxarış mexanizmi strategiyasında ontologiya metodologiyası təklif edilmiş, bu istiqamətdə diaqnostika məsələsinin problem yönümlü həlli əsaslandırılmışdır.
- Nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üçün istifadə edilən biliklərin təsvir mexanizmi yaradılmış, bu məqsədə nail olmaq üçün freym metodu işlənmişdir.
- Epilepsiya xəstəliyinin ayrı-ayrı növlərinin diaqnostikası üçün qeyri-səlis çıxarış mexanizmi təklif edilmiş, Matlab mühitində bu məsələnin həllinə aid proqram təminatı hazırlanmışdır.
- Yaradılmış ekspert sistemi Tehran şəhərinin Zərrin klinikasının beyin və sinir şöbəsində sınaqdan keçirilmiş və səmərəliyi təsdiq edilmişdir.

**Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə öz əksini tapmışdır:**

1. Amooji A.Ş. Analytical comparison of methematical modelling in the diagnostic expert systems // International Journal of Computer Applications Technology and Research, 2015, vol 4, Issue 12, pp. 933-935.
2. Amooji A.Ş., Esmaeilpur N.C. An expert system for diagnosis of Multiple Sclerosis and Brain Tumor diseases // International Research Journal of Applied and Basic Science, 2015, vol 9, No11, pp. 2055-2059.
3. Amooji A.Ş. Анализ диагностической задачи в экспертной системе для диагностики неврологических заболеваний на основе стандарта KADS II // Control Systems and Information Technology Scientific and Technical Journal, 2015, №6(96), pp. 509-513.
4. Amooji A.Ş. The expert system for diagnosis of neurological diseases using fuzzy cognitive // Bakı Universitetinin Xəbərləri (Fizika-Riyaziyyat elmləri seriyası), 2013, № 3, pp. 95-102.
5. Amooji A.Ş. The role of information technology in community integration and globalization (Coordination–mutual resistances) / Azərbaycan dövlətçiliyinin 94 illiyinə və Heydər Əliyevin anadan olmasının 89-cu ildönümünə həsr edilən beynəlxalq elmi konfransın materialları, Bakı, 2012, pp. 216-219.
6. Amooji A.Ş. Ekspert sistemləri və onların tibbi diaqnostikada tətbiqi // Bakı Universitetinin Xəbərləri (Fizika-Riyaziyyat elmləri seriyası), 2012, № 2, səh. 79-82.
7. Amooji A.Ş. Ontologiya əsasında ekspert sistemlərinin biliklər bazasının və çıxarış mexanizminin yaradılması / Bakı Dövlət Universitetinin Yəhya Məmmədovun anadan olmasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfransının materialları, Bakı, 2015, səh. 46-50.

8. Amooji A.Ş. Qimətli kağızlar birjasında səhmlərin tarazlı qiymətinin təyin edilməsi üçün qeyri-səlis ekspert sisteminin işlənməsi // İnformasiya Texnologiyaları Problemləri, 2013, № 2(8), səh. 90-98.
9. Amooji A.Ş. Ekspert sistemləri / Doktorantların və Gənc Tədqiqatçıların XVI Respublika Elmi Konfrans Materialları, Bakı, 2012, səh. 134-135.
10. Amooji A.Ş., Fətanat A.H. Freym metodunun əsasında nevroloji xəstəliklərinin diaqnostikası üzrə ekspert sistemində biliklərin təsviri (protege-2000 aləti ilə) // Sumqayıt Dövlət Universitetinin Elmi Xəbərləri (Təbiət və texniki elmlər bölməsi), 2015, № 4, səh. 49-56.
11. Amooji A.Ş. Vəziyyət məntiqinə əsaslanan ACH modelinin əsasında nevroloji xəstəliklərin diaqnostikası üzrə ekspert sisteminin bilik əldə etmə prinsipləri // Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Elmi Əsərləri, 2015, № 4, səh. 33-39.
12. Amooji A.Ş. Epilepsiya xəstəliyinin növünü diaqnostikası üzrə fuzzy ekspert sistemi // Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Əsərləri, 2015, № 4, səh. 102-109.
13. Amooji A.Ş., Fətanat A.H. Diaqnostik ekspert sistemlərində biliklərin təsviri üçün freym metodologiyası // Bakı Universitetinin Xəbərləri (Fizika-Riyaziyyat elmləri seriyası), 2015, № 4, (çapdadır).
14. Amooji Ali. Mathematical approach to the architecture of inference engine in diagnostic expert systems / Engineering and Applied Sciences International Conference, Dubai, 2016, pp.186-191.

### **Həmmüəlliflərlə dərc olunmuş işlərdə iddiaçının şəxsi rolu**

- [2] –Ekspert sisteminin biliklər bazası və çıxarış mexanizmi hazırlanmışdır.  
[10]–Protégé aləti vasitəsilə NXDES-də freymlər təşkil edilmişdir.  
[13]–Nevroloji xəstəliklərinə aid freymlər və slotlar təyin edilmiş, qiymətləndirilmişdir.

**АЛИ ШАБАН АМОЖИ**

### **РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

### **АННОТАЦИЯ**

Основной целью данной исследовательской работы является разработка и развитие экспертных систем для диагностирования нев-

рологических заболеваний. Для достижения этой цели центральное место в работе занимает анализ существующих в данной области методологий, которые имеются в малом количестве. Для корректного создания базы знаний разработка аналитических моделей, разработка математических моделей для решения проблем диагностирования, описание знаний и использование методов диагностирования, основанных на онтологиях и построение экспертных систем на основе теории нечетких множеств занимают особое место в данной работе.

Для корректного приобретения знаний была предложена модель, основанная на анализе конкурирующих гипотез (АКГ) и 8 этапов этой модели были проведены при создании базы знаний. Для определения вероятностей заболеваний была предложена и использована модифицированная формула Байеса. Для решения диагностических задач были предложены методы, основанные на онтологиях, а также проблемно-ориентированные и причинные методы. Для проведения экспериментов из неврологических заболеваний была выбрана эпилепсия и на нее была разработана экспертная система на основе теории нечетких множеств.

Предложенные модели и методы демонстрируют удовлетворительные результаты при экспериментах. Подготовленная экспертная система была проверена экспериментами в клинических условиях и были получены результаты с точностью до 83%.

**ALI SHABAN AMOOJI**

## **DEVELOPMENT OF NEUROLOGICAL DISEASES DIAGNOSTIC EKSPERT SYSTEMS**

### **SUMMARY**

Relevance of the research is based on the utilization of modern methods to create and develop the neurological diseases diagnosis expert systems. The main purpose of the study is investigation and develop the

diagnostic expert systems using methods that have been used already less. Use of the analytical models in the create of knowledge base, exploitation of mathematical models in solving the diagnosis problem, create the powerful knowledge base using new logical models, the use of ontology-based approach to solve the diagnosis problem and also to knowledge representation in expert systems and the use of fuzzy inference in diagnosis expert systems have special places in this work.

ACH (Analysis of Competetive Hypotesies) model has been suggested to the properly formation of precise knowledge base and 8 steps of this model has been implementation to the process of knowledge base creation. Bayesian mathematical formula for calculate the probability of occurrence a disease has been suggested. Use of task-oriented and causal-covering methods as an ontology-based methodology have been investigated to solve the diagnosis issue. In the fields of neurology, in order to distinguish the types of similar diseases, epilepsy has been selected and is created a diagnostic expert system using the fuzzy inference.

The suggested models and methods realized and the result considered positive. The developed expert system is tested clinically and 83% has achieved properly diagnosis.

---

] Çapa imzalanıb: 15.04.2016. Tirajı 100 nüsxə  
- AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun  
“İnformasiya Texnologiyaları” nəşriyyatı

**A**

**—**  
*opus*

**АЛИ ШАБАН АМОЖИ**

**РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ**

**3338.01- Системный анализ, управление и обработка информации**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по технике**

**Баку-2016**