

# Epilepsiya Xəstəliyinin Diaqnostikası üzrə Ekspert Sistemi

Məsumə Məmmədova<sup>1</sup>, Ali Amooji<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Peyamenoor Universiteti, Miyaneh, İran

<sup>1</sup>depart15@iit.ab.az, <sup>2</sup>it\_iranian@yahoo.com

**Xülasə**— Məqalə kompüter vasitəsilə nevrologiya sahəsində geniş yayılmış xəstəliklərindən biri olan epilepsiyanın diaqnostikasına həsr edilmişdir. Epilepsiya xəstəliyinin növlərini bir-birindən dəqiq ayırmaq mümkün olmadığı qeyd edilmiş və bu səbəbdən də onların sistemləşdirilməsi üçün qeyri-səlis məntiq və ekspert biliklərinin istifadə edilməsi zərurəti əsaslandırılmışdır. Epilepsiya xəstəliyinin müxtəlif növlərinin diaqnostikası üçün qeyri-səlis ekspert sistemi yaradılmışdır.

**Açar sözlər**— ekspert sistemi; diaqnostika; qeyri-səlis biliklər bazası; epilepsiya, məntiq çıxarış.

## I. GİRİŞ

Hal-hazırda müasir informasiya texnologiyalarının səhiyyədə, xüsusilə də tibbi diaqnostikada tətbiqinin zəruriliyi heç bir şübhə doğurmur. Həkimlərin müalicə-diaqnostik qərarlarının dəstəklənməsi üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur, lakin tibbi diaqnostika sistemləri, eləcə də diaqnostik ekspert sistemlər (DES) ənənəvi olaraq daha çox yayılmış sistemlər hesab olunurlar. Sonuncular təcrübəli həkim-ekspertlərin biliklərinə əsaslanır və həkim təfəkkürünü, onun ilkin ehtimaldan sonuncu diaqnoza qədər olan mühakimələrini modelləşdirir.

## II. DİAQNOSTİK MƏLUMATLARIN QEYRİ-MÜƏYYƏNLİK PROBLEMİ

Bir tərəfdən pasiyent tərəfindən təsvir olunan nevroloji simptomatikanın qeyri-müəyyənliliyi, digər tərəfdən epilepsiyanın alt növlərinin seçilməsinin kliniki problemlərinin özünəməxsusluğu və ilkin məlumatların seçilib əldə olunmasının mürəkkəbliyi əvvəlcədən məlumatın qeyri-müəyyənliliyini təyin edir ki, bu məlumat əsasında da diaqnostik qərar qəbul edilməlidir. Qeyri-müəyyənlilik problemə çevrilmişdir, belə ki, o ən yaxşı qərarın hasil edilməsinin çətinləşməsinə və hətta keyfiyyətsiz, eləcə də səhv qərarın qəbul edilməsinə səbəb ola bilər. İnformasiyanın qeyri-müəyyənliliyi (biliklərin natamamlığı, qeyri-dəqiqiliyi və çatışmazlığı) şəraitində qərarların qəbul edilməsi üçün ən perspektiv riyazi formalizm ekspert sistemlərində geniş tətbiq olunan qeyri-səlis çoxluqlar və qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsidir.

Qiymətləri [0–1] intervalında dəyişən mənsubiyyət funksiyası (ing. *membership function*) qeyri-səlis çoxluğun xarakteristikası hesab olunur:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} r & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases}, \quad 0 < r \leq 1, \quad A = \mu_A^{-1}$$

Qeyri-səlis məntiq insanların mühakimələri prosesi üçün xarakterik olan qeyri-müəyyənlilik və qeyri-dəqiqiliyin riyazi emalı metodlarından ibarət olan hesablayıcı paradıqmadan ibarətdir. Qeyri-səlis məntiqin əsas fərqləndirici xüsusiyyəti biliklərin linqvistik formada, yəni asan anlaşılan qaydalar çoxluğu şəklində ifadə oluna bilməsi imkanındır [1–5]. Qeyri-səlis məntiqin nəzəri əsası linqvistik dəyişən anlayışıdır və onun qiymətləri qeyri-səlis çoxluqlar və qeyri-səlis qaydalardan ibarətdir.

Qeyri-səlis biliklər bazası yaradılarkən tibbi DES-in qurulmasında istifadə olunan bütün dəyişənlərin qeyri-səlis formalizasiyası tələb olunur. Belə ki, bu sistemlərdə simptomlar və xəstəliklər linqvistik dəyişənlər kimi qəbul edilir [6, 7].

Epilepsiya xəstəliyinin diaqnostikasının qeyri-səlis çoxluğunu aşağıdakı kimi göstərmək olar:

$$A = \{(Simptom\ 1, xeyli), (Simptom\ 2, çox), (Simptom\ 3, orta), \dots (Simptom\ N, çox\ az)\}$$

$$A = \{(Simptom\ 1, 0.9), (Simptom\ 2, 0.8), (Simptom\ 3, 0.5), \dots (Simptomn, 0.1)\}$$

Burada təyin oblastı [0, 1] ilə ifadə edilən A linqvistik dəyişənin xəstəliyə aid simptomlar çoxluğu aşağıdakı term-çoxluqla (səviyyələrlə) təsvir olunur {xeyli, çox, orta, az, çox az} və simptomun müəyyən xəstəliyin diaqnostikasına təsir dərəcəsini göstərir:

$$1 \geq Simptomun\ mənsubiyyət\ dərəcəsi > 0.8 \quad \{\text{simptom xəstəliyin diaqnozuna xeyli təsir göstərə bilər}\};$$

$$0.8 \geq Simptomun\ mənsubiyyət\ dərəcəsi > 0.6 \quad \{\text{simptom xəstəliyin diaqnozuna çox təsir göstərə bilər}\};$$

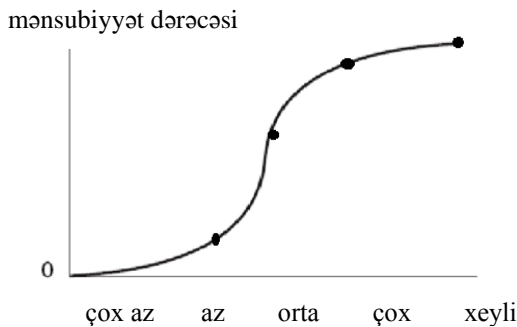
$$0.6 \geq Simptomun\ mənsubiyyət\ dərəcəsi > 0.4 \quad \{\text{simptom xəstəliyin diaqnozuna orta təsir göstərə bilər}\};$$

$$0.4 \geq Simptomun\ mənsubiyyət\ dərəcəsi > 0.2 \quad \{\text{simptom xəstəliyin diaqnozuna az təsir göstərə bilər}\};$$

$0.2 \geq \text{Simptomun mənsubiyyət dərəcəsi} > 0.0$  {simptom xəstəliyin diaqnozuna çox az təsir göstərə bilər } [8].

Ümumiyyətlə, epilepsiya xəstəliyinin diaqnostikası xəstənin davranış əlamətləri və hərəkətlərinə dair simptomlar əsasında əldə edilir. Həkim xəstədə müşahidə olunan simptomları və davranışı, onun analizlərini və radioloji təsvirlərini nəzərə almaqla epilepsiyasının növünü müəyyən edir.

Qoyulan məsələnin aydınlaşması üçün qeyri-səlis çoxluğun sxematik təsviri şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Epilepsiya xəstəliyinin diaqnostikası üzrə simptomların mənsubiyyət funksiyasının dinamikası

### III. QEYRİ-SƏLİS ÇIXARIŞ MEXANİZMİ

DES-in əsasını biliklər bazasındakı (BB) informasiyadan istifadə etməklə qoyulan məsələnin həlli üzrə tövsiyələri generasiya edən məntiqi çıxarış altsistemi təşkil edir. Konkret xəstəlik üçün spesifik olan simptomlar çoxluğu haqqında məlumatlardan ibarət olan BB-nin qaydaları produksion şəkildə təsvir edilmişdir. Produksion qaydaların sol hissəsi simptomlar üçün şərtlərdən, sağ hissəsi isə xəstəliklər üçün nəticədən ibarətdir və “Əgər..., onda...” kimi ifadə olunur. Qaydalar mənsubiyyət funksiyalarına əsasən aktivləşir və BB-dən uyğun nəticə seçilir [9]. Qeyri-səlis çıxarış mexanizmləri bir obyektin və yaxud prosesin təsviri və eksperimental qaydalarına əsasən, o obyektin davranışını simulyasiya edir və bu reallaşdırma prosesinin obyektin dəqiq koqnitiv təsvirinə ehtiyac yoxdur [10].

Qaydaların məzmunundan asılı olaraq qeyri-səlis çıxarış mexanizmi iki növ istifadə edilir:

1. Mamdani tipli qeyri-səlis çıxarış mexanizmi [11]:

$$R_i : \text{If } x_1 \text{ is } \tilde{A}_{i1} \text{ and (or) } x_2 \text{ is } \tilde{A}_{i2} \text{ and (or) } \dots x_m \text{ is } \tilde{A}_{im} \\ \text{Then } y_i = \tilde{B}_i, \quad (i = 1, 2, \dots, c)$$

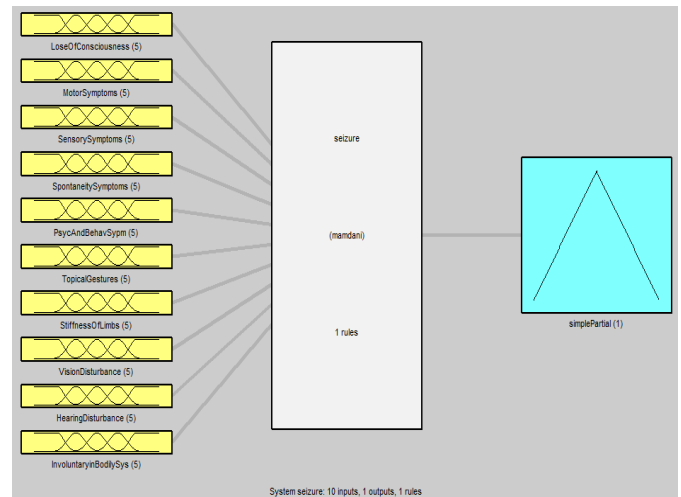
2. Takagi-Sugeno-Kang çıxarış mexanizmi isə [12]:

$$R_i : \text{If } x_1 \text{ is } \tilde{A}_{i1} \text{ and (or) } x_2 \text{ is } \tilde{A}_{i2} \text{ and (or) } \dots x_m \text{ is } \tilde{A}_{im} \\ \text{Then } y_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{im}x_m + a_{i0}, \\ i = 1, 2, \dots, c$$

Burada girişlər qeyri-səlis, çıxışlar isə səlisdir. Məntiqi nəticələrin qaydalarını seçərkən diaqnostika üçün iki tip qeyri-müəyyən informasiyanı nəzərə almaq lazımdır: a) simptomun spesifikliyinin həkim tərəfindən subyektiv qiymətləndirilməsi

ilə bağlı olan ilkin şərtlərin doğruluğunun qeyri-müəyyənliyi; b) həkim subyektiv olaraq xəstədə hər hansı bir xəstəliyin simptomlarını əminliklə aşkar edərkən qaydanın özünün qeyri-müəyyənliyi.

Epilepsiya xəstəliyinin hər hansı bir növünün diaqnostikası üzrə ekspert sistemində giriş və çıxışların hər ikisi qeyri-səlis dəyərlərdə qiymətləndirilir və odur ki, Mamdani qeyri-səlis çıxarış mexanizmi tətbiq edilmişdir. Şəkil 2-də ekspert sistemin çıxarış mexanizminin sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 2. Qeyri-səlis məntiqi çıxarışın sxemi

Təklif edilən ekspert sisteminin girişini 10 əlamətlər qrupuna aid simptomlar üzrə qeyri-səlis qiymətlər və çıxışını da bir qeyri-səlis qiymətlərə malik olan xəstəliklərin başvermə ehtimalı təşkil edir.

### IV. EPİLEPSİYA XƏSTƏLİYİNİN DİAQNOSTİKASI ÜZRƏ DİAQNOSTİK EKSPERT SİSTEMİN STRUKTURU

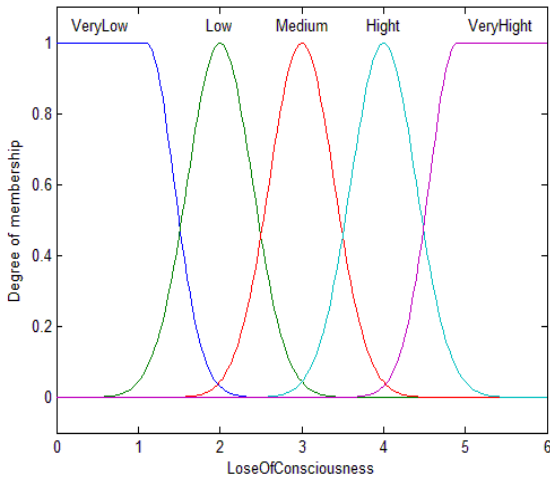
BB mənsubiyyət funksiyası (giriş və çıxış dəyişənlərinin qiymətləndirilməsi zamanı), qaydalar, giriş və çıxış qiymətlər diapazonu, sonuncu çıxış qiymətləri üçün göstərişlərdən ibarətdir. Mənsubiyyət funksiyası funksiyanın adı (qeyri-səlislik səviyyəsi) və mənsubiyyət qiymətlərindən ibarətdir [13].

EDS-də yuxarıda göstərilmiş qeyri-səlis səviyələrdən istifadə olunmuşdur. Hər xəstəlik bu simptomları müəyyən dərəcədə biruzə verir, bu onun qeyri-səlis strukturunu təşkil edir.

Simple Partial Seizure xəstəliyin nümunəsində qeyri-səlis EDS-nin iş prinsipi təsvir edilmişdir. Bu xəstəliyin qeyri-səlis strukturunu təşkil edən funksiyanın xarakteristikaları aşağıdakılardan ibarətdir:

And Method=min  
Or Method=max  
Defuzzification Method=my\_defuzz  
FisType=mamdani  
Implication Method=min  
Aggregation Method=max

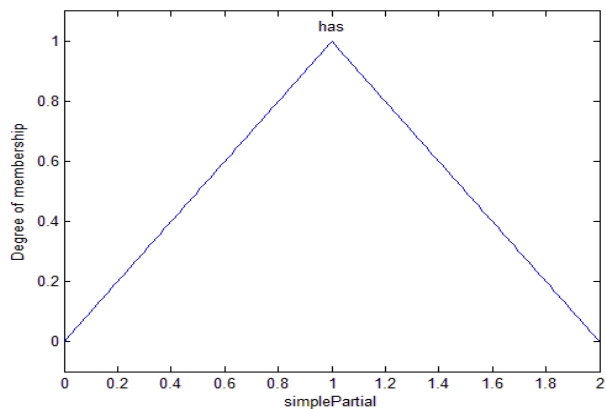
Sistemin girişində bu əlamətlərə verilən qiymətlər [0–6] intervalında dəyişir və bütün girişlər 5 səviyyəli mənsubiyyət funksiyaları ilə ifadə olunur (şəkil 3).



Şəkil 3. Qeyri-səlis girişlərin mənsubiyyət funksiyasının nümunəsi

Bu qeyri-səlis EDS-nin çıxışının mənsubiyyət funksiyası şəkil 4-də göstərilir. Nəzərə alınmalıdır ki, hər bir epilepsiya növünün ayrıca çıxış mənsubiyyət funksiyası vardır. Defazifikasiya funksiyası yekun çıxış mənsubiyyət funksiyası əsasında əldə edilir.

Əgər bütün giriş mənsubiyyət funksiyalarının qiymətləri birə bərabər olarsa, yekun qiymət 1 olur və bu onu göstərir ki, xəstə 100% bu növ epilepsiyadan əziyyət çəkir. Bir qiymətdən aşağı düşdükcə, bu növ epilepsiyanın başvermə ehtimalı azalır.



Şəkil 4. Qeyri-səlis sistemin çıxışının mənsubiyyət funksiyasının nümunəsi

### V. QEYRİ-SƏLİS EKSPERT SİSTEMİN İŞ PRİNSİPİ

Qeyd edildiyi kimi, məqsəd bir qeyri-səlis sistemin vasitəsilə epilepsiya xəstəliyinin növlərinin diaqnostikasıdır. Belə ki, bu qeyri-səlis sistem öz çıxışının əsasında epilepsiyanın növünü təyin edir. Sistemin son çıxışı 14 növ epilepsiyanın başvermə ehtimalının qiymətləndirilməsindən ibarətdir. Bu çıxışlar 0-dan 1-ə qədər nümayiş etdirilir. Çıxış 0-

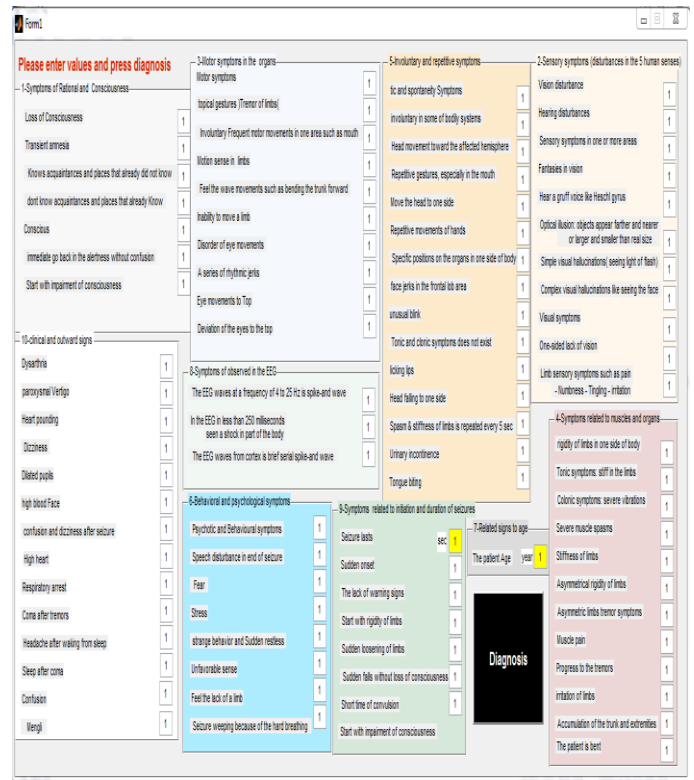
a meyillənərkən baxılan növ epilepsiyanın başvermə ehtimalı azalır və 1-ə meyillənərkən baxılan növ epilepsiyanın başvermə ehtimalı çoxalır. Sistemin çıxışı 1 olarsa, epilepsiyanın baxılan növünün başvermə ehtimalı 100% və bunun qarşısında da çıxış 0 olarsa, epilepsiyanın baxılan növünün başvermə ehtimalı sıfır həddindədir.

Qeyri-səlis DES-in girişinə istifadəçi tərəfindən diaqnostik məlumatlar, yəni motor simptomları, davranış və psixoloji simptomlar, zehni və şüur simptomları, bir sıra patoloji analizlər və radioloji təsvirlərin nəticələri daxil edilir.

Bu işdə qeyri-səlis Mamdani çıxarış metodundan istifadə edilmişdir. Sistemin həyata keçirilməsi zamanı 14 qeyri-səlis altsistem yaranır ki, epilepsiya xəstəliyinin hər növünün diaqnostikasına bir qeyri-səlis altsistem istifadə olunur.

Ekspert sistem istifadəçidən xəstəliyin özünəməxsus əlamətlərini tələb edir və onları dəyişənlərdə yerləşdirməklə qeyri-səlis altsistemlərin funksiyalarından istifadə edir. Bu girişlərin əsasında sistemin çıxışı formalaşdırılır və istifadəçiyə məsləhətçi kimi kömək göstərilir.

Bu qeyri-səlis proqramı çalışdırmaq üçün Form1.m faylının icrası lazımdır. Bu faylın içərisində epilepsiya xəstəliyinin 14 növünün 90 sayda əlamətləri yerləşdirilmiş, bu 90 əlamət 10 qrupa bölünmüşdür (şəkil 5). Əlamətlər zahiri bənzərlikləri və onların başvermə səbəblərinə əsasən bölünüblər.



Şəkil 5. DES-nin istifadəçi əlaqələndiricisi

NƏTİCƏ

DES qeyri-müəyyənlik xüsusiyyətlərini özündə əks etdirdiyinə görə çıxarış mexanizmi qeyri-səlis nəzarətçi (kontroller) prinsipinə əsaslanmış və arxitekturası işlənmişdir. DES-in reallaşdırılması üçün Matlab mühitində proqram təminatı hazırlanmışdır. Yaradılmış DES Tehran şəhərinin Zərrin klinikasının beyin və sinir şöbəsinə sınaqdan keçirilmiş və səmərəliliyi təsdiq edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

- [1] C. Earl, *The Fuzzy Systems Handbook Professional*, Massachoset: Aproch, 1999, 264 p.
- [2] D. Dermott, “Nonmonotonic Logic II: Nonmonotonic Modal Theories”, *J. ACM*, vol. 29, no. 1, pp. 33–57, 2007.
- [3] A. Zadeh, “The Concept of Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning”, *information sciences*, vol. 8, pp. 199–249, 1975.
- [4] J. Buckley, W. Siler, “Fuzzy operator for Possibility”, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 25, no. 2, pp. 215–227, 1997.
- [5] H. Zimmerman, “Fuzzy Sets Theory and its Applications”, *WIREs Comp Stat*, John Wiley & Sons, Inc, 2010, pp. 317–332.
- [6] A. Ş. Amooji, N. C. Esmailpur, “An expert system for diagnosis of Multiple Sclerosis and Brain Tumor diseases”, *International Research Journal of Applied and Basic Science*, vol. 9, no. 11, pp. 2055–2059, 2015.
- [7] Аббасов А.М. Мамедова М.Г. *Методы организации баз знаний с нечеткой реляционной структурой*, Баку, ЭЛИМ, 1997. 256 с.
- [8] K. Abraham, *Fuzzy Techniques in Pattern Recognition*. New Jersey: John Wiley, 2002, 314 pK. Abraham, *Fuzzy Techniques in Pattern Recognition*. New Jersey: John Wiley, 2002, 314 p.
- [9] K. Baumann, N. Stiefl, “Validation Tools for Variable, Subset Regression”, *Journal of Computer Aided Mol Des*, vol. 18, pp. 549–562, 2004.
- [10] T. Chiueh, *Optimization of Fuzzy Logic inference Architecture*, Pekan: Jhao Chan, 2009, 145 p.
- [11] J. Baldwin, “Evidential Support Logic Programming”, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 24, no. 6, pp. 1–26, 2007.
- [12] M. Cayrol, H. Farency, *Fuzzy Pattern matching cybernetes*. New Jersey: Prentice Hall, 1992, 176 p.
- [13] H. Baylar, D. Hanbay, E. Ozpolat, “An expert system for predicting aeration performance of weirs by using anfis”, *Expert Systems with Applications*, vol. 23, no. 8, pp. 352–364, 2007.