

Hepatosellulyar Karsinomanın İlkin Müalicə Seçimi üçün İntellektual Sistemin Yaradılması Algoritmi

Məsumə Məmmədova¹, Nuru Bayramov², Zərifə Cəbrayilova³, Minarə Manaflı⁴, Mehriban Hüseynova⁵

^{1,3,4}ETN İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

^{2,5}Azərbaycan Tibb Universiteti, Bakı, Azərbaycan

¹mmg51@mail.ru, ²nurubay2006@yahoo.com, ³djabrailova_z@mail.ru, ⁴minulya@rambler.ru,

⁵mehribanhuseynova9@gmail.com

Xülasə—Məqalədə xərçəng xəstəlikləri arasında rastgəlmə tezliyinə görə 5-6-cı yerdə olan hepatosellulyar karsinomanın (HSK) ilkin müalicə seçimi ilə bağlı həkim qərarlarını dəstəkləyən intellektual sistemin yaradılması algoritmi verilmişdir. HSK çoxlu sayda parametrlərlə təyin edilir, onların ala biləcəyi qiymətlərə görə yaranan kliniki situasiyalar əsasında HSK-nın müalicəsində mərhələli klassik yanaşmaya görə rezeksiya, transplantasiya, ablasiya, embolizasiya, sistemik müalicə, simptomatik müalicə seçilir. Giriş parametrlərinin çoxluğu, mürəkkəbliyi, kəmiyyət və keyfiyyət xarakterli olması HSK-nın müalicə seçimini çətin formalizə olunan məsələ kimi səciyyələndirir və onun həlli üçün intellektual sistemin işlənilməsinə aktuallaşdırır. Bu məqsədlə HSK-nın fərdi müalicə seçimi üçün multidissiplinar konsiliumda toplanan həkim biliklərinin intellektual sistemin bilik bazasına integrasiyası məsələsi həll edilmiş, sistemin arxitektura komponentlərinin iş prinsipi və reallaşdırılması algoritmi işlənilmişdir.

Açar sözlər— hepatosellulyar karsinoma; müalicə seçimi; həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən intellektual sistem; biliklərin təsviri modeli.

I. GİRİŞ

Qaraciyərin bədxassəli şişləri arasında ən geniş yayılan HSK dünyada xərçənglə əlaqəli ölümün əsas səbəblərindən biridir [1]. Xərçəng xəstəlikləri arasında HSK rastgəlmə tezliyinə görə 5-6-cı yerdədir. Hər il dünyada təxminən bir milyona yaxın insanda HSK tapılır [2]. Qaraciyərin bədxassəli şişləri arasında ən geniş yayılan HSK özünü müxtəlif kliniki vəziyyətlərlə büruzə verir və əksər vaxt hepatit və sirozla səhv salınır [3]. HSK-nın əsas diaqnostik əlaməti arteriyal fazada kontrast tutması, venoz fazada isə kontrastın yuyulmasıdır. O, ən çox 60-70 yaşlarında və əsasən kişilərdə (qadınlardan 2,5 dəfə çox) rast gəlinir. Bəzi riskli ölkələrdə (Uzaq Şərq, Afrika) daha çox 30-40 yaşlarında müşahidə edilir.

HSK progressiv və geriyyədməz prosesdir və müalicə olunmazsa bir neçə ay müddətində ağırlaşmalara və letallığa səbəb olur. HSK-nın müalicəsində aşağıdakı üsullardan istifadə edilir [4-6]:

- Cərrahi müalicələr – qaraciyər rezeksiyası və transplantasiyası;
- Loko-regional müalicələr – ablasiyalar (termal, elektro və kimyəvi destruksiya), intraarterial embolizasiyalar

(kimyəmbolizasiya, radiomebolizasiya), radioterapiya, arterial infuziyalar;

- Sistemik antikanser müalicələr (hədəf, immunoterapiya, sitotoksik kimyaterapiya);
- Simptomatik müalicələr.

HSK-da qaraciyər rezeksiyası, transplantasiyası və kiçik ölçülü törəmələrdə ablasiyalar radikal müalicələr sayılır. Loko-regional və sistemik üsullar isə şişin progressivləşməsinə və aqressivləşməsinə azaltmaq məqsədi daşıyır. HSK-da qaraciyər rezeksiyasına göstərişlər aşağıdakılardır:

- Törəmə rezekstabeldir – biodavranışına görə əməliyyata uyğundur, metastaz yoxdur və ya çıxarıla bilir, törəmə tam çıxarıla bilər və qalan qaraciyərin qan-axacaq təchizatı qorunur, böyük damarlara və ətraf orqanlara invaziya yoxdur;
- Qaraciyər rezekstabeldir – rezervləri yetərlidir (parenxima xəstəliyi və disfunksiyası yoxdur və ya minimaldır – Child A, MELD<9, ISG<35, Elastografiya<12), portal hipertenziya yoxdur, qalan qaraciyərin həcmi yetərlidir (normal qaraciyərdə 30%-dən, sirozda isə 50%-dən çoxdur);
- Xəstə operabeldir – yanaşı xəstəliklər və performans əməliyyata imkan verir.

HSK-da qaraciyər transplantasiyasına göstərişlər aşağıdakılardır:

- Törəmə transplantabeldir – törəmə çıxarıla bilir, törəmənin biodavranışı uyğundur (aqressivliyi azdır): ölçüsü 5 sm-dən kiçikdir, sayı 3-dən azdır, böyük damarlara, limfa düyününə, ətraf orqanlara invaziya və metastazları yoxdur, AFP (α -fetoprotein qaraciyərin ilkin xərçəng markeridir) səviyyəsi 200-400-dən aşağıdır.
- Transplantasiya imkanı var – donor orqanı var, immunosupressiyaya əks-göstəriş və pulmonor hipertenziyası yoxdur.
- Xəstə operabeldir – yanaşı xəstəliklər və performans əməliyyata və immunosupressiyaya imkan verir.

Əməliyyata əks-göstərişlər, yəni qeyri-rezektabel, qeyri-transplantabel və qeyri-operabellik əlamətləri olduqda rezeksiya və transplantasiya əks göstəriş sayılır.

Ümumiyyətlə, HSK-nın müalicəsinə klassik yanaşmada xəstəliyin mərhələsi, törəmənin biodavranışı, qaraciyərin vəziyyəti, xəstənin ümumi statusu və üsulun effektivliyi nəzərə alınır [7-9].

Müalicədə ilk seçim radikal üsullardır (rezeksiya, transplantasiya), ikinci seçim lokoregional müalicələrdir (ablasiya, embolizasiya), üçüncü seçim sistemik antikanser terapiyalardır, son seçim isə simptomatik müalicələrdir.

Ümumi yanaşma algoritmi üçün beynəlxalq klassifikasiyalar (klinik, NCCN, Barselona, Milan, Malatya və s.), fərdi müalicə seçimi üçün isə multidissiplinar konsiliumda müzakirə tövsiyə edilir.

Sadalananlar göstərir ki, müxtəlif kliniki əlamətlərlə özünü biruzə verən HSK-nın müalicə seçimində çoxlu sayda parametrlərə istinad olunur. Bu parametrlərin ala biləcəyi qiymətlərin müxtəlif kombinasiyalarından yaranan kliniki situasiyalara uyğun olaraq multidissiplinar konsiliumda mərhələ əsaslı müalicə seçimi üzrə yuxarıdakı müalicə üsullarından biri seçilir. İstinad edilən parametrlərin çoxluğu, mürəkkəbliyi, iyerarxiikliyi, həm kəmiyyət və həm də keyfiyyət xarakterli olması HSK-nın müalicə seçimi məsələsinin qeyri-müəyyən mühitdə reallaşdığını əsaslandırır, həkim-mütəxəssislərin biliklərinə əsaslanan intellektual sistemin işlənilməsinə zəruri edir.

Belə bir sistemin yaradılması onun arxitektura-texnoloji prinsiplərinin, həkim-mütəxəssislərdən alınan biliklərin sistemə inteqrasiyasının, sistemin reallaşdırılması algoritminin işlənilməsinə tələb edir. Təqdim edilən məqalə bu problemlərin həllinə həsr edilmişdir.

II. ƏLAQƏLİ ƏDƏBİYYATIN İCMALI

Bugün informasiya texnologiyalarının və süni intellekt metodlarının tətbiqi ilə tibbin müxtəlif sahələrində həkim qərarlarının qəbulunun dəstəklənməsi sistemlərinin yaradılması sahəsində ənənəvi metodologiya formalaşsa da [10], ədəbiyyatda HSK-nın müalicə seçimi üçün həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən instrumental vasitələrə rast gəlinmir.

[11]-də qaraciyər xəstəliklərinin lokal mühitdə diaqnostikası üçün həkim qərarlarının qəbul edilməsini dəstəkləyən sistemin funksionallaşma prinsipləri təqdim edilmişdir. Sistem qaraciyər xəstəliklərinin diaqnostikası üzrə ekspert-həkimin bilikləri əsasında formalaşdırılmış 28 qaydadan ibarət bilik bazası, nəticə çıxarma bloku və interfeys blokundan ibarətdir. Bu sistemdə qaraciyərin xəstə olması ilə bağlı diaqnostik qərarların qəbulu prosesinin avtomatlaşdırılması həllini tapsa da, hepatit, piylənmə, sirroz, HSK kimi konkret xəstəliklərlə bağlı qərarların qəbulu prosesi sistem tərəfindən dəstəklənməmişdir.

[12]-də qaraciyər xəstəliklərinin diaqnostikası sisteminin yaradılmasında əsas komponentlərin analizi və K-yaxın qonşular metodlarına əsaslanan kompleks yanaşma təsvir edilmişdir. [13]-də hepatit xəstəliyinin aşkarlanması üçün süni neyron şəbəkələr əsasında modellər işlənilmişdir. [14]-də qaraciyər şişinin yarımavtomatik seqmentasiyası metodikasının işlənməsi, [15]-də hepatobiliar xəstəliklərin klassifikasiyası məsələlərinin həlli üçün qeyri-səlis məntiq istifadə

olunmuşdur. [16]-də qaraciyər xəstəliklərinin aşkarlanması, [17]-də qaraciyər xəstəliklərinin klassifikasiyasının dəqiqliyinin artırılması üçün, [18]-də isə qaraciyər xəstəliklərinin klassifikasiyası ilə yanaşı, həm də hepatitin proqnozunun dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi üçün süni neyron şəbəkələr və qeyri-səlis məntiqin inteqrasiyasından istifadə olunmuşdur. [19]-də süni neyron şəbəkələr və genetik alqoritmin inteqrasiyasından qaraciyər xəstəliklərinin aşkarlanması və xroniki hepatit zamanı qaraciyərin fibrozunun stabilizasiyası üçün istifadə olunmuşdur. [20]-də qaraciyər xəstəliklərinin aşkarlanması üçün qeyri-səlis məntiq və genetik alqoritmlərin inteqrasiyası, [21]-də qaraciyərin transplantasiyası ilə bağlı qərarların qəbulu üçün süni neyron şəbəkələrin və genetik alqoritmlərin inteqrasiyası istifadə olunmuşdur. [22]-də HSK-nın proqnozlaşdırılması üçün maşın təlimi metodlarından istifadə imkanları araşdırmış, ən effektiv metodun seçilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatın nəticələri verilmişdir.

Göründüyü kimi, bu tədqiqatlarda ümumilikdə qaraciyər xəstəliklərində intellektual texnologiyaların tətbiqlə müxtəlif xarakterli problemlərin həlli imkanlarına baxılmışdır. Qaraciyərin bədxassəli şişləri arasında ən geniş yayılan HSK-nın diaqnostikası, müalicə üsulunun seçilməsi üçün həkim-mütəxəssislərin bilikləri əsasında intellektual sistemlərin yaradılması probleminin həllinə baxılmamışdır.

[23-25]-də, tərəfimizdən HSK-nın diaqnozu üçün istifadə edilən parametrlərin çoxfaktorlu olduğu, özlərini zəif və qeyri-tipik əlamətlərlə büruzə verdiyi, informasiyanın natamamlığı və qeyri-dəqiq olduğu, qərarların qəbulu prosesinin qeyri-müəyyənlik şəraitində baş verdiyi əsaslandırılmışdır. [23]-də HSK-nın diaqnostikası, yəni onun mərhələlərinin təyini üçün həll ağacı yanaşması, qeyri-səlis məntiq və biliklərin təsvirinin produksiya və məntiqi modeli əsasında qeyri-səlis qaydalara əsaslanan sistemin konseptual modeli verilmiş, [24]-də HSK-nın mərhələlərinin təyini üçün həkim-ekspertlərdən alınmış biliklərin produksiya modeli əsasında qaydalara transformasiyası, diaqnostik sistemin bilik bazasının formalaşması mexanizmləri işlənilmişdir. Bu tədqiqatların məntiqi davamı HSK-nın diaqnostikası üçün ekspert sistemin funksionallaşma prinsiplərinin işlənilməsi olmuşdur [25].

Hazırkı **tədqiqat işinin məqsədi** HSK-nın müalicə seçimində mərhələ əsaslı klassik yanaşmadan istifadə etməklə həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən intellektual sistemin yaradılması metodologiyasının işlənməsidir.

III. MƏSƏLƏNİN HƏLLİ

Qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün HSK-nın müalicə seçimi, yəni HSK-nın bütün mümkün kliniki situasiyalarının rezeksiya, transplantasiya, ablasiya, embolizasiya, sistemik və simptomatik müalicə üzrə təsnifləndirilməsini dəstəkləyən intellektual sistemin işlənilməsi və praktiki reallaşdırılması məsələlərinin həlli nəzərdə tutulur.

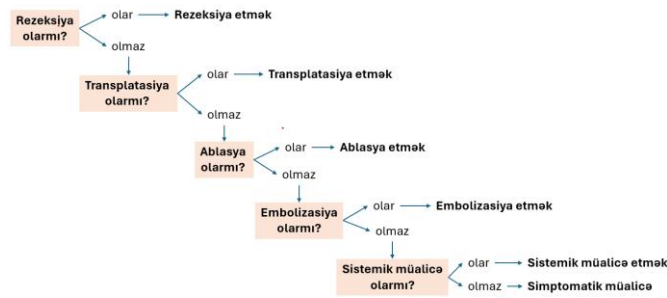
HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistem verilənlər bazası (VB), bilik bazası (BB), məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi (MNM) və istifadəçi ilə sistem arasında qarşılıqlı ünsiyyət təmin edən interfeys blokundan ibarətdir. Bu komponentlər vahid sistemdə qarşılıqlı əlaqədə

fəaliyyət göstərdikdə nəzərdə tutulan məqsədə nail olmaq mümkündür. Beləliklə, məsələnin həlli aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir.

A. HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin verilənlər bazasının yaradılması

HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin yaradılması üçün bilik mənbəyi olaraq Azərbaycan Tibb Universiteti I Cərrahi Xəstəliklər klinikasının həkim-mütəxəssislərinin biliklərinə və qərarların qəbulu üçün klassik yanaşmaya istinad olunmuşdur.

HSK-nın müalicəsinə klassik yanaşma mərhələ əsaslı müalicə seçimidir və bu mərhələləri sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar (şəkil 1).



Şəkil 1. HSK-nın müalicə seçiminə mərhələ əsaslı klassik yanaşma

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, HSK-nın müalicə seçimi HSK-nı xarakterizə edən parametrlərin aldığı qiymətlərə görə formalaşan kliniki situasiyadan asılıdır.

HSK-nın müalicə seçimində 44 parametmə istinad edilir, onlardan bir qisminin adı, ala biləcəyi qiymətlər və şərti işarələnmələri cədvəl 1-də verilmişdir.

HSK-nın müalicə seçimində müayinə verilənləri və onların cari qiymətlərini yadda saxlamaq üçün intellektual sistemin verilənlər bazası (işçi yaddaş) yaradılır.

B. HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin bilik bazasının yaradılması

Cədvəl 1-də göstərilən müayinə verilənlərinin ala biləcəyi qiymətlərin standart kombinasiyası HSK-nın müalicəsində klassik yanaşmaya görə şəkil 1-də göstərilən mərhələlərdən birinə uyğundur və bu uyğunluğa görə HSK-nın müalicəsi üsulu seçilir.

Beləliklə, 44 müayinə verilənlərinin ala biləcəyi qiymətlər əsasında HSK-nın müalicəsinin seçilməsi ilə bağlı ekspert-həkimlərdən alınmış biliklərin (mühakimələrin) qaydalara transformasiyası yerinə yetirilir və onlar aşağıda göstərilmişdir.

CƏDVƏL 1. MÜAYİNƏ VERİLƏNLƏRİ, ONLARIN ALA BİLƏCƏYİ QIYMƏTLƏR VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏNMƏLƏRİ

Nö	Müayinə veriləni	Şərti işarələnmə	Müayinə verilənlərinin ala biləcəyi qiymət	Müayinə verilənlərinin qiymətinin şərti işarələnməsi
1.	Törəmənin ölçüsü	X ₁	Ədəd	
2.	Törəmənin sayı	X ₂	Ədəd	
3.	Törəmənin yeri	X ₃	Bir payda/ iki payda/ Mərkəzi öd yolu qonşu, Egzofit böyümüş subkapsulyar törəmə	Y ₃₁ / Y ₃₂ / Y ₃₃
4.	Seqmentar portal venaya invaziya	X ₄	Var/yox	Y ₄₁ / Y ₄₂
5.	Bir payın portal venasına invaziya	X ₅	Var/yox	Y ₅₁ / Y ₅₂
6.	Hər iki payın portal venasına invaziya	X ₆	Var/yox	Y ₆₁ / Y ₆₂
7.	Əsas portal venaya invaziya	X ₇	Var/yox	Y ₇₁ / Y ₇₂
8.	Sağ hepatik venaya invaziya	X ₈	Var/yox	Y ₈₁ / Y ₈₂
9.	Sol hepatik venaya invaziya	X ₉	Var/yox	Y ₉₁ / Y ₉₂
10.	Orta hepatik venaya invaziya	X ₁₀	Var/yox	Y ₁₀₁ / Y ₁₀₂
11.	İki hepatik venaya invaziya	X ₁₁	Var/yox	Y ₁₁₁ / Y ₁₁₂
12.	Üç hepatik venaya invaziya	X ₁₂	Var/yox	Y ₁₂₁ / Y ₁₂₂
13.	ABV-yə invaziya	X ₁₃	Var/yox	Y ₁₃₁ / Y ₁₃₂
14.	Limfa düyününə yayılma	X ₁₄	Var/yox	Y ₁₄₁ / Y ₁₄₂
15.	Metastaz-tək çıxabilir	X ₁₅	Var/yox	Y ₁₅₁ / Y ₁₅₂
16.	Metastaz-tək çıxabilməz	X ₁₆	Var/yox	Y ₁₆₁ / Y ₁₆₂
17.	Metastaz çoxsaylı	X ₁₇	Var/yox	Y ₁₇₁ / Y ₁₇₂
...	...	...	...	...
33.	Child	X ₃₃	A/B/C	A/B/C
34.	MELD	X ₃₄	ədəd	
35.	Rezeksiyadan sonra qalan həcm-normal Qc	X ₃₅	ədəd	
36.	Rezeksiyadan sonra qalan həcm-sirrotoik Qc	X ₃₆	ədəd	
37.	Rezeksiyadan sonra qalan həcm-yağlı Qc	X ₃₇	ədəd	
38.	Donor	X ₃₈	Var/yox	Y ₃₈₁ / Y ₃₈₂
39.	İmmunosupressiya və ya əks göstəriş	X ₃₉	Var/yox	Y ₃₉₁ / Y ₃₉₂
40.	Aktiv infeksiyalar	X ₄₀	Var/yox	Y ₄₀₁ / Y ₄₀₂
41.	Aktiv bədxassəli xüsusiyyətlər	X ₄₁	Var/yox	Y ₄₁₁ / Y ₄₁₂
42.	Ekstrahepatik orqan yetməzliyi (korreksiya olunmayan)	X ₄₂	Var/yox	Y ₄₂₁ / Y ₄₂₂
43.	Performans (ECOG)	X ₄₃	ədəd	
44.	Zəiflik (dəqiqlik yerinə məsafəsi- m)	X ₄₄	ədəd	

Qayda 1. IF $[(x_3=y_{31}) \& (x_6=y_{62}) \& (x_7=y_{72}) \& (x_{12}=y_{122}) \& (x_{13}=y_{132}) \& (x_{16}=y_{162}) \& (x_{17}=y_{172}) \& (x_{21}=y_{212}) \& (x_{22}=y_{222}) \& (x_{23}<3) \& (x_{24}<1,7) \& (x_{27}=y_{272}) \& (x_{28}=y_{282}) \& (x_{29}=y_{292}) \& (x_{30}=y_{302}) \& (x_{31}<35) \& (x_{33}=(A \vee B)) \& (x_{34}<9) \& ((x_{35}\geq 30) \vee (x_{36}\geq 40) \vee (x_{37}\geq 35)) \& (x_{40}=y_{402}) \& (x_{41}=y_{412}) \& (x_{42}=y_{422}) \& (x_{43}=(0 \vee 1 \vee 2))]$ Then **“Rezeksiya olar”**

Qayda 2. IF $[(x_1\leq 5) \& (x_2\leq 3) \& (x_3=(y_{31} \vee y_{32})) \& (x_4=y_{42}) \& (x_5=y_{52}) \& (x_6=y_{62}) \& (x_7=y_{72}) \& (x_8=y_{82}) \& (x_9=y_{92}) \& (x_{10}=y_{102}) \& (x_{11}=y_{112}) \& (x_{12}=y_{122}) \& (x_{13}=y_{132}) \& (x_{14}=y_{142}) \& (x_{15}=y_{152}) \& (x_{16}=y_{162}) \& (x_{17}=y_{172}) \& (x_{19}\leq 200) \& (x_{26}\leq 100) \& (x_{31}<35) \& (x_{38}=y_{381}) \& (x_{39}=y_{392}) \& (x_{40}=y_{402}) \& (x_{41}=y_{412}) \& (x_{42}=y_{422}) \& (x_{43}=(0 \vee 1 \vee 2))]$ Then **“Transplantasiya olar”**

Qayda 3. IF $[(x_1\leq 3) \& (x_2\leq 3) \& (x_3=(y_{31} \vee y_{32})) \& (x_4=y_{42}) \& (x_5=y_{52}) \& (x_6=y_{62}) \& (x_7=y_{72}) \& (x_8=y_{82}) \& (x_9=y_{92}) \& (x_{10}=y_{102}) \& (x_{11}=y_{112}) \& (x_{12}=y_{122}) \& (x_{13}=y_{132}) \& (x_{21}=y_{212}) \& (x_{22}=y_{222}) \& (x_{24}\leq 1,7) \& (x_{28}=y_{282}) \& (x_{29}=y_{292}) \& (x_{33}=(A \vee B)) \& (x_{40}=y_{402}) \& (x_{41}=y_{412}) \& (x_{43}=(0 \vee 1 \vee 2))]$ Then **“Ablasiya etmək”**

Qayda 4. IF $[(x_6=y_{62}) \& (x_7=y_{72}) \& (x_{21}=y_{212}) \& (x_{22}=y_{222}) \& (x_{23}<3) \& (x_{24}\leq 1,7) \& (x_{28}=y_{282}) \& (x_{29}=y_{292}) \& (x_{30}=y_{302}) \& ((x_{33}=(A \vee B)) \& (x_{40}=y_{402}) \& (x_{41}=y_{412}) \& (x_{42}=y_{422}) \& (x_{43}=(0 \vee 1 \vee 2)))]$ Then **“Embolizasiya etmək”**.

Qayda 5. IF $[(x_{21}=y_{212}) \& (x_{22}=y_{222}) \& (x_{23}>3) \& (x_{24}<1,7) \& (x_{27}=y_{272}) \& (x_{28}=y_{282}) \& (x_{29}=y_{292}) \& (x_{30}=y_{302}) \& (x_{33}=A) \& (x_{40}=y_{402}) \& (x_{42}=y_{422}) \& (x_{43}=(0 \vee 1 \vee 2))]$ Then **“Sistemik müalicə etmək”**.

C. HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin məntiqi nəticə çıxarma mexanizminin formalaşdırılması

Sistemin məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi 4 altmoduldan təşkil olunur: müayinə verilənlərinin emalı modulu (MVEM), nəticənin formalaşdırılması modulu (NFM), HSK-nın müalicəsi üsuluna (mərhələsinə) uyğun sxemin formalaşması modulu (SFM), seçilmiş müalicə üsuluna uyğun giriş verilənlərinin cədvəl görüntüsünün formalaşdırılması modulu (VGFM). Daxil olan cari giriş verilənləri, yəni müayinə verilənləri əsasında MVEM-də yeni fakt formalaşır, həmin faktın BB-dəki qaydaların antisident (şərt) hissəsi ilə uyğunluğunun yoxlanılması və uyğunluq halı təsdiqləndikdə həmin qaydanın işə düşməsi NFM-də reallaşır.

İşə düşən qaydaya uyğun sxemin alınması və qaydanın nəticə hissəsinin interfeys blokuna ötürülməsi SFM, sistemə daxil edilən müayinə verilənlərinin aldığı qiymətlərin cədvəl şəklində interfeys blokuna ötürülməsi isə VGFM vasitəsilə yerinə yetirilir.

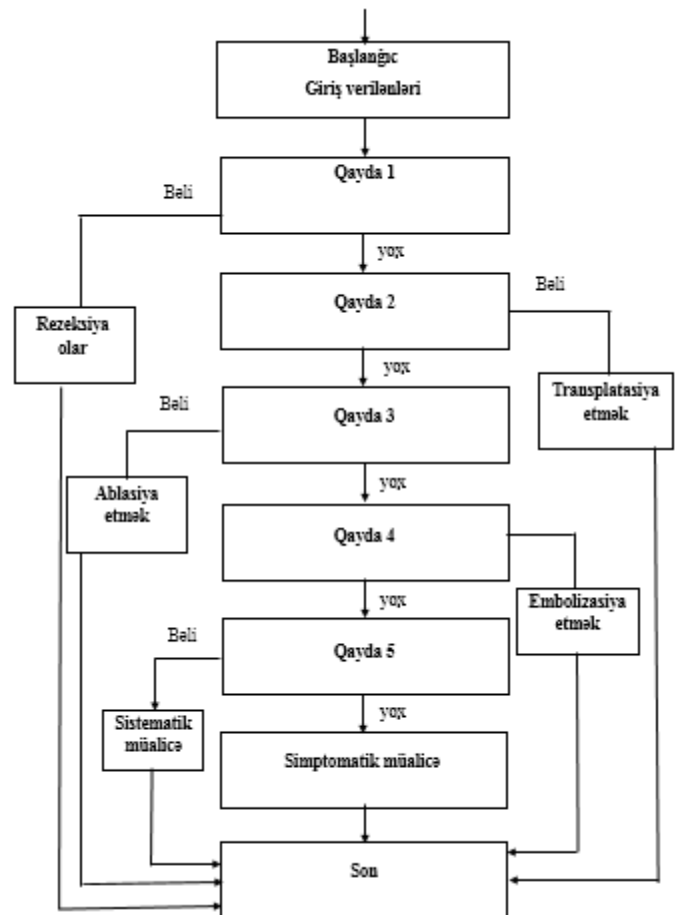
D. HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin interfeys bloku

İnterfeys bloku istifadəçi-həkim ilə ekspert sistem arasında ünsiyyəti təmin etmək üçündür. Bu blok vasitəsilə ekranın idarə olunması, ekspert sistemlə dialoqun təşkili, sistemə ilkin verilənlərin (müayinə verilənlərinin qiymətlərinin) daxil edilməsi və nəticələrin istifadəçiyə çatdırılması funksiyaları yerinə yetirilir.

E. Sistemin reallaşdırılması

HSK-nın müalicə seçimi üçün intellektual sistem obyekt yönümlü proqramlaşdırma dili olan C# dilində işlənmişdir. C# masaüstü və veb proqramlar, mobil proqramlar, Unity əsasında oyunlar, Microsoft Azure-da bulud proqramları, verilənlər bazası ilə işləmək üçün proqramlar daxil olmaqla geniş çeşiddə proqramların işlənilib hazırlanmasında istifadə olunur. Bu, müxtəlif platformalarda istifadə olunan çox çevik proqramlaşdırma dilidir.

Sistemdə müalicə seçimi ilə bağlı qərarların qəbulu alqoritminin blok-sxemi şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. HSK-nın müalicə seçimi intellektual sistemdə qərarların qəbulu alqoritmi.

HSK-nın müalicə seçimi üçün intellektual sistemə giriş pəncərəsi şəkil 3-də verilmişdir.



Şəkil 3. HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemə giriş pəncərəsi.

Sistemə daxil olduqdan sonra istifadəçi-həkimin qarşısında şəkil 4-dəki pəncərə açılır. Bu interfeys pəncərəsi hər biri HSK-nın müayinə verilənləri və onların ala biləcəyi qiymətlərə uyğun olan çoxlu sayda altı pəncərələrdən ibarətdir. Hər bir belə pəncərə aktivdir və istifadəçi-həkimə cari müayinə verilənlərini daxil etməyə imkan verir. Müayinə verilənlərinin cari qiymətləri açılan interfeys pəncərəsindən sistemə daxil edilir və “İlkin nəticə” düyməsi sıxılır.

Sistemə daxil edilmiş müayinə verilənlərinin cari qiymətləri VB-də qeydə alınır. Bu verilənlər həm də MNM-də MVEM-ini formalaşdırır.

Hepatosellular karsinomunun ilkin müalicə seçimi

Törəmələrin sayı:

Törəmələrin ən böyüklüyünün ölçüsü:

Törəmələrin yeri:

Damar invaziyası:

Segmentar portal venaya invaziya	Var	Yoxdur
Bir payın portal venasına invaziya	Var	Yoxdur
Hər iki payın portal venasına invaziya	Var	Yoxdur
Əsas portal venaya invaziya	Var	Yoxdur
Sağ hepatik venaya invaziya	Var	Yoxdur
Sol hepatik venaya invaziya	Var	Yoxdur
Orta hepatik venaya invaziya	Var	Yoxdur
İki hepatik venaya invaziya	Var	Yoxdur
Üç hepatik venaya invaziya	Var	Yoxdur
ABV-yə invaziya	Var	Yoxdur
Limfa dolaşımına yayılma	Var	Yoxdur

Şəkil 4. HSK-nın müalicə seçimi üçün müayinə verilənlərinin qiymətlərinin açılan interfeys pəncərəsindən sistemə daxil edilməsi.

Sonuncu BB-dəki qaydaların şərt hissəsi ilə tutuşdurulur və üs-üstə düşmə halı baş verdikdə həmin qaydanın nəticə (HSK-nın müalicə üsulu) hissəsi MNM-də olan NFM-də qeydə alınır.

Formalaşmış nəticəyə uyğun olan qayda əsasında MNM-də HSK-nın seçilmiş müalicə üsulu (məsələn, “Rezeksiya olar”) SFM vasitəsilə interfeys pəncərəsinə ötürülür. Daha sonra daxil edilmiş verilənlər və onların aldıkları qiymətlər əsasında VGFM-də formalaşdırılan cədvəl görüntüsü interfeysə ötürülür. Beləliklə, MNM-də qeydə alınmış HSK-nın seçilmiş müalicə üsulu (“Rezeksiya etmək”, “Transplantasiya etmək”,

“Ablasiya etmək”, “Embolizasiya etmək”, “Sistemik müalicə etmək”, “Simptomatik müalicə etmək”) haqqında nəticə və daxil edilmiş verilənlər və onların qiymətləri interfeys bloku vasitəsi ilə istifadəçiyə təqdim edilir (şəkil 5).

İlkin müalicə

Rezeksiya olar

Törəmələrin sayı	1	INR	1.6
Törəmələrin ən böyüklüyünün ölçüsü	2.5	Trombotik	55
Yeri	Bir payda	QQT	75
Segmentar portal venaya invaziya	Yoxdur	Asit	Yoxdur
Bir payın portal venasına invaziya	Var	Varikoz qanaxma	Yoxdur
Hər iki payın portal venasına invaziya	Yoxdur	Ensefalopatiya	Yoxdur
Əsas portal venaya invaziya	Yoxdur	Dekompensasiya	Yoxdur
Sağ hepatik venaya invaziya	Var	Pulmonar hipertensiya	32
Sol hepatik venaya invaziya	Yoxdur	İSG (15 dəqiqət)	11.6
Orta hepatik venaya invaziya	Var	Child	B
İki hepatik venaya invaziya	Yoxdur	MELD	8.4
Üç hepatik venaya invaziya	Yoxdur	Rezeksiyadan sonra qalıq həcm-normal Qe	52.8
ABV-yə invaziya	Yoxdur	Rezeksiyadan sonra qalıq həcm-sürekli Qe	15
Limfa dolaşımına yayılma	Yoxdur	Rezeksiyadan sonra qalıq həcm-yığıl Qe	31.8
Mənəvi cəhətdən	Yoxdur	Düster	Yoxdur
Mənəvi cəhətdən	Yoxdur	İmmunosupressiya ilə gətirib	Yoxdur
Mənəvi cəhətdən	Yoxdur	Altı: udulmaya	Yoxdur
Dərəcəsi	Aşağı	Altı: bədənəli xəstəliklər	Yoxdur
AFP	77	Ekstrem hepatik orqan yetməliyi (rezeksiya olunmayan)	Yoxdur
Sürət	Yoxdur	Performans (ECOG)	2
Kəskin hepatit	Yoxdur	Zədəl (6 dəqiqət yerinə mənəvi - m)	450
Kəskin qaraciyər yetməliyi	Yoxdur		
Bələhət	2.9		

Şəkil 5. HSK-nın müalicə seçimi intellektual sistemində nəticənin istifadəçiyə çatdırılması üçün interfeys pəncərəsi.

Şəkil 4-də göstərilən situasiyaya uyğun müalicə üsulunun seçimi “Rezeksiya etmək” qərar variantına uyğundur. Bu qərar HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin BB-də Qayda 1-in aktivləşməsi nəticəsində alınmışdır.

IV. NƏTİCƏ

HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistem həkim qərarlarının dəstəklənməsi üçün yaradılmışdır. Arxitektura komponentləri verilənlər bazası, bilik bazası, nəticə çıxarma mexanizmi və interfeys blokundan ibarət olan sistem Visual Study 2019 platformasında C# proqramlaşdırma dilində reallaşdırılmışdır.

HSK-nın müalicə seçimini dəstəkləyən intellektual sistemin Azərbaycan Tibb Universitetinin I Cərrahi xəstəliklər kafedrasının həkim-mütəxəssislərinin iştirakı ilə keçirilən sınaqları zamanı onun fərdi müalicə seçimi üçün multidissiplinar konsiliumda həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən ekspert sistem kimi istifadəyə yararlı olduğu təsdiqlənmişdir.

İSTİNADLAR

- [1] R. R. Arich, F. Alessandro, T. F. David, S. Eizaburo, A. B. Amir, T. H. Matthew, E. T. Mitchell, “Infiltrative hepatocellular carcinoma: what radiologists need to know”, Radiographics, 35(2), 371-386 (2015). doi: 10.1148/rg.352140114.
- [2] N. Y. Bayramov, “Surgical diseases of the liver”, 2012, in press. Bakı: Qismet.
- [3] D. Q. Huang, A. Tran, E. X. Tan, S. N. Nerurkar, R. Teh, M. L. P. Teng, E. J. Yeo, B. Zou, C. Wong, C. O. Esquivel, C. A. Bonham, M. H. Nguyen, “Characteristics and outcomes of hepatocellular carcinoma patients with macrovascular invasion following surgical resection: a meta-analysis of 40 studies and 8,218 patients”, Hepatobiliary Surg Nutr, 2022, vol.11, no. 6, pp. 848-860.

- [4] S. Ray, N. N. Mehta, A. Golhar, S. Nundy, “Post hepatectomy liver failure – A comprehensive review of current concepts and controversies”, *Annals of Medicine and Surgery*, 2018, no. 34, pp.4-10. doi:10.1016/j.amsu.2018.08.012
- [5] F. Calderon, E. Masino, L. Caram, V. Ardiles, “Short-and-Long-Term Outcomes of Hepatic Resection for Hepatocellular Carcinoma in Cirrhotic and Non-Cirrhotic Liver Parenchyma”, *Journal of Surgery and Clinical Reports*, 2021, May.
- [6] D. Citterio, A. Facciorusso, C. Sposito, R. Rota, S. Bhoori, V. Mazzaferro, “Hierarchic Interaction of Factors Associated With Liver Decompensation After Resection for Hepatocellular Carcinoma”, *JAMA Surgery*, 2016, Vol. 151, no. 9. doi:10.1001/jamasurg.2016.1121
- [7] S. Park, A. M. Davis, A. A. Pillai, “Prevention, Diagnosis, and Treatment of Hepatocellular Carcinoma”, *JAMA*, Published online August 29, 2024. doi:10.1001/jama.2024.14101
- [8] Z.J. Brown, D. I. Tsilimigras, S. M. Ruff, et al., “Management of Hepatocellular Carcinoma: A Review”, *JAMA surgery*, 2023, vol. 158, no. 4, pp. 410-420. doi:10.1001/jamasurg.2022.7989
- [9] D. J. H. Tan, C. WongC, C. H. Ng, et al., “A Meta-Analysis on the Rate of Hepatocellular Carcinoma Recurrence after Liver Transplant and Associations to Etiology, Alpha-Fetoprotein, Income and Ethnicity”, *Journal of Clinical Medicine*, 2021, vol 10. doi:10.3390/jcm10020238
- [10] Российский патент 2021 года по МПК G16H10/60 G16H50/20 «Система для поддержки принятия врачебных решений» RU2752792C1.
- [11] M. Mirmozaffari, “Developing an expert system for diagnosing liver diseases”, *European Journal of Engineering Research and Science*, vol. 4, no. 3, March 2019. <https://www.ej-eng.org/index.php/ejeng/article/view/1168/462>
- [12] S. Aman, P. Babita, “An Efficient Diagnosis System for Detection of Liver Disease Using a Novel Integrated Method Based on Principal Component Analysis and K-Nearest Neighbor (PCA-KNN)”, *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics*, 2016, vol. 11, no. 4, pp. 56–61.
- [13] J. S. Sartakhti, M. H. Zangooei, K. Mozafari, “Hepatitis disease diagnosis using a novel hybrid method based on support vector machine and simulated annealing (SVM-SA)”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2015, vol. 108, no. 2, pp. 570–579.
- [14] D. N. Li, C. K. Chui, S. Chang, S. H. Ong, “A new unified level set method for semi-automatic liver tumor segmentation on contrast-enhanced CT images”, *Expert Systems with Applications*, 2012, vol.39, no.10, pp.9661–9668.
- [15] L. K. Ming, L. C. Kiong, L. W. Soong, “Autonomous and deterministic supervised fuzzy clustering with data imputation capabilities. *Applied Soft Computing*, 2011, vol.11, no.1, pp.1117–1125.
- [16] S. Kulluk, L. Ozbakır, A. Baykasoğlu, “Fuzzy DIFACONN-miner: A novel approach for fuzzy rule extraction from neural networks”, *Expert Systems with Applications*, 2013, vol. 40, no.3, pp.938–946.
- [17] D. C. Li, C. W. Liu, S. C. Hu, “A learning method for the class imbalance problem with medical data sets”, *Computers in Biology and Medicine*, 2010, vol.40, no.5, pp.509–518.
- [18] E. Mezyk, O. Unold, “Mining fuzzy rules using an Artificial Immune System with fuzzy partition learning”, *Applied Soft Computing*, 2011, vol.11, no.2, pp.1965–1974.
- [19] F. Gorunescu, S. Belciug., M. Gorunescu, R. Badea, “Intelligent decision-making for liver fibrosis stadialization based on tandem feature selection and evolutionary-driven neural network”, *Expert Systems with Applications*, 2012, vol.39, no.17, pp.12824–12832.
- [20] Y. Torun, G. Tohumoglu, “Designing simulated annealing and subtractive clustering based fuzzy classifier”, *Applied Soft Computing*, 2011, vol.11, no.2, pp.2193–2201.
- [21] M. Aldape-Perez, C. Yanez-Marquez, O. J. Camacho-Nieto, A. Arguelles-Cruz, “An associative memory approach to medical decision support systems”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2012, vol.106, pp.287–307. doi:10.1016/j.cmpb.2011.05.002 PMID:21703713
- [22] M. H. Mammadova, Z. G. Jabrayilova, L. A. Garayeva, A. I. Ahmadova, “Prediction of hepatocellular carcinoma using a machine learning”, *The 16th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT-2022)*, Washington DC, 12-14 Oct 2022, INSPEC Accession Number: 22541899, DOI: 10.1109/AICT55583.2022.10013575 <https://ieeexplore.ieee.org/document/10013575>
- [23] M. H. Mammadova, N. Y. Bayramov, Z. G. Jabrayilova, “Development of the principles of fuzzy rule-based system for hepatocellular carcinoma staging”, *EUREKA: Physics and Engineering*, 2021, no. 3, pp. 3–13, doi:<https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001829>
- [24] M. H. Mammadova, N. Y. Bayramov, Z. G. Jabrayilova, M. I. Manafli, M. R. Huseynova, “Knowledge transformation in the intelligent system for hepatocellular carcinoma staging” *Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA'2022)*, 24-26 August 2022, Baku, Azerbaijan, vol.1, pp. 318-321.
- [25] M. H. Məmmədova, N. Y. Bayramov, Z. Q. Cəbrayilova, M. I. Manafli, M. R. Hüseynova, “Hepatosellülyar karsinomanın diaqnostikası üçün həkim qərarlarının dəstəklənməsi sistemi”, *Azərbaycan Tibb Jurnalı*, 2024, №4, s.163–169.