

Hepatosellulyar Karsinomanın Diaqnostikası üçün Ekspert Sistemi

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

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

^{2,5}Azərbaycan Tibb Universiteti I Cərrahi xəstəliklər kafedrası, Bakı, Azərbaycan

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

⁵mehribanhuseynova9@gmail.com

Xülasə—Məqalədə qaraciyərin bədxassəli şişləri arasında ən geniş yayılan hepatosellulyar karsinomanın (HSK) hansı mərhələdə olması ilə bağlı qərarlar qəbul edən və onlayn mühitdə əlyətər olan ekspert sisteminin yaradılması alqoritmi verilmişdir. HSK çoxlu sayda kliniki əlamətlərlə xarakterizə olunur, əlamətlərin ala biləcəyi çoxsaylı qiymətlərə görə yaranan müxtəlif kombinasiyalar HSK-nın 7 mərhələsindən birinə uyğundur. İstinad edilən parametrlərin çoxluğu, mürəkkəbliyi, kəmiyyət və keyfiyyət xarakterli olması HSK-nın mərhələsinin təyini məsələsinin qeyri-müəyyən mühitdə baş verdiyini şərtləndirir və intellektual texnologiyalara istinad etməklə HSK-nın diaqnostikası sisteminin işlənilməsini aktuallaşdırır. Bu məqsədlə ekspert sistemini təşkil edən verilənlər bazası, bilik bazası, məntiqi nəticəçıxarma mexanizmi, interfeys bloklarının formalaşması təsvir edilmiş və bu arxitektura komponentlərin vahid sistemdə qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyəti əsasında qərarların qəbulu alqoritmi işlənilmişdir. Zaman və məkandan asılı olmayaraq eyni vaxtda bir neçə həkimin operativ qərar qəbul etməsi üçün Visual Study 2019 platformasında C# proqramlaşdırma dilində reallaşdırılan diaqnostik sistemin veb texnologiyalarla integrasiyası məsələsi həll edilmişdir.

Açar sözlər— *hepatosellulyar karsinoma; diaqnostik sistem; bilik bazası; biliklərin təsvirinin produksiya modeli; veb texnologiyalar.*

I. GİRİŞ

Xərçəng xəstəlikləri arasında HSK rastgəlmə tezliyinə görə 5-6-cı yerdədir. Hər il dünyada təxminən bir milyona yaxın insanda HSK tapılır [1]. HSK çoxlu sayda müayinə verilənləri və bu verilənlərin kliniki əlamətləri (hər bir konkret hal üçün müxtəlif dərəcələrlə ifadə olunan) ilə xarakterizə olunur. Kliniki əlamətlərin giriş verilənlərinin qiymətlərinin kombinasiyasından asılı olaraq pasiyentin kliniki vəziyyəti təyin edilir. Kliniki əlamətlərin qiymətlərinin müxtəlif kombinasiyaları pasiyentin vəziyyətinin kritikliyini ifadə edən mümkün situasiyalar çoxluğunu formalaşdırır və HSK-nın mərhələsi təyin edilir. Beləliklə, kliniki əlamətlərin müxtəlif kombinasiyalarına uyğun olaraq HSK-nın mümkün kliniki situasiyaları yeddi mərhələ (HSK-nın 7 mərhələsi var: IA, IB, II, IIIA, IIIB, IVA, IVB) üzrə təsnifləndirilir, bu da diaqnostik qərarlar qəbul etməyə və müvafiq müalicə təyin etməyə imkan yaradır [1, 2]. Müayinə verilənlərinin bütün kliniki əlamətlərinin kombinasiyalarında kliniki əlamətlərin sayının və onların qiymətlərinin dəyişmə diapazonunun, kəmiyyət göstəriciləri ilə yanaşı həm də keyfiyyət xarakteristikalarının nəzərə alınması çoxlu sayda mümkün situasiyaları formalaşdırır. HSK-nın yaranmış situasiyaya uyğun mərhələsinin operativ identifikasiyası həkimlərdən böyük səy, vaxt və diqqət tələb edir, bəzən isə həkim

səhvlərini qaçılmaz edir [3–5]. Sadalanan problemlərin həlli, eyni zamanda həkimlərin üzərinə düşən gərginliyin azaldılması, tibbi qərarların dəqiqliyinin və operativliyinin artırılması süni intellekt texnologiyalarına əsaslanmaqla HSK-nın diaqnostikası üçün həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən sistemin işlənilməsini aktuallaşdırır. Qərarların qəbulu üçün daha səmərəli vasitə təcrübəli həkimlərin biliklərinə əsaslanan intellektual sistemlərin işlənməsidir. Buraya süni intellekt sistemlərinin yayılmış növlərindən biri olan ekspert sistemlər aiddir [6, 7]. Bu sistemlərin konkret xəstəlik ilə bağlı həkim-ekspertin bilik və təcrübəsini əks etdirməsi faktı, onları müalicə-diaqnostik qərarların qəbulunun dəstəklənməsi üçün zəruri vasitəyə çevirir.

Hazırda tibbi seqmentdə HSK-nın diaqnostikası, onun hansı mərhələdə olmasının təyini ilə bağlı bir sıra yanaşmalar, metodlar mövcuddur. Onlardan biri yerli həkim-mütəxəssislərimizin təklif etdikləri yanaşmadır [1]. Bu yanaşmanın digərlərindən üstünlüyü HSK-nın mərhələlər üzrə təsnifləndirilməsində şişin yayılma dərəcəsi ilə yanaşı, həm də qaraciyərin funksional vəziyyətinin və orqanizmin ümumi halının nəzərə alınmasıdır. Hazırkı tədqiqatda bu yanaşma əsasında HSK-nın mərhələsinin təyini üçün həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən intellektual sistemin yaradılması və onun onlayn mühitdə istismarı ilə bağlı problemlərin həllinə baxılmışdır.

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 [6], ədəbiyyatda HSK-nın diaqnostikası üçün həkim qərarlarının qəbulunu dəstəkləyən instrumental vasitələrə rast gəlinmir.

[7]-də zəruri kompüter vasitəsi kimi lokal mühitdə 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, nəticəçıxarma bloku və interfeysdən ibarətdir. Lakin bu ekspert sistemdə ümumilikdə qaraciyərin xəstə olması ilə bağlı diaqnostik qərarların qəbulu prosesinin avtomatlaşdırılması məsələsinin həllinə baxılmışdır və qaraciyərin hansısa konkret xəstəliyi, məsələn, hepatit, piylənmə, siroz, HSK ilə bağlı qərarların qəbulu prosesi dəstəklənmir. Digər tərəfdən, sistemin Internet mühitdə funksionallaşmasını təmin etməklə ekspert sistemə əlyətərlik

üçün zaman və məkan məhdudiyyətlərinin aradan qaldırılması məsələlərinə də baxılmamışdır.

[3]-də, həllər ağacının qurulması əsasında HSK-nın mərhələsinin təyini sisteminin yaradılması prinsipləri təklif edilmişdir. [8, 9]-da HSK-nın diaqnozu üçün istifadə edilən parametrlərin çoxfaktorlu olması, özlərini zəif və qeyri-tipik əlamətlərlə bürüzə verməsi, informasiyanın natamamlığı və qeyri-dəqiqliyi əsaslandırılmış, qərarların qəbulunun qeyri-müəyyənlik şəraitində baş verdiyi göstərilmiş, süni intellekt texnologiyaları vasitəsilə təcrübəli həkim-ekspert bilikləri əsasında HSK-nın mərhələlərinin təyini sisteminin işlənilməsinin zəruriliyi əsaslandırılmışdır. Bu məqsədlə [8]-də HSK-nın mərhələlərinin təyini üçün qeyri-səlis məntiq və biliklərin təsvirinin produksiya modeli əsasında qeyri-səlis qaydalara əsaslanan sistemin konseptual modeli verilmişdir. [9]-da HSK-nın mərhələlərinin təyini üçün 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 [10]. Lakin, bu tədqiqatlarda sistemin İnternet mühitdə funksionallaşmasını təmin etməklə ekspert sistemə onlayn əlyətərlik, sistemin hasil etdiyi qərarların istifadəçiyə çatdırılmasında, zaman və məkan məhdudiyyətlərinin aradan qaldırılması məsələlərinə baxılmamışdır.

Hazırkı məqalənin məqsədi HSK-nın mərhələsinin diaqnostikasını dəstəkləyən, zaman və məkandan asılı olmayaraq eyni vaxtda bir neçə həkimin operativ qərar qəbul etməsinə yardım edən ekspert sisteminin yaradılması üçün alqoritmin işlənməsidir.

III. MƏSƏLƏNİN HƏLLİ

Qoyulmuş məqsədə nail olmaq üçün HSK-nın diaqnostikasını, yəni HSK-nın bütün mümkün kliniki situasiyalarının IA, IB, II, IIIA, IIIB, IVA, IVB mərhələləri üzrə təsnifləndirilməsini dəstəkləyən, mərhələnin identifikasiyası ilə bağlı onlayn mühitdə operativ qərarlar qəbul edilməsinə, zaman və məkandan asılı olmayaraq eyni vaxtda bir neçə həkimə pasiyentin kliniki vəziyyətinin cari obrazına uyğun formulaları generasiya etməyə imkan verən ekspert sisteminin işlənilməsi və praktiki reallaşdırılması məsələlərinin həlli nəzərdə tutulur.

HSK-nın diaqnostikası ekspert sistemini təşkil edən arxitektura komponentlər: verilənlər bazası (VB), bilik bazası (BB), məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi (MNM) blokundan və istifadəçi ilə sistem arasında qarşılıqlı ünsiyyəti təmin edən interfeysdən ibarətdir. Bu komponentlər qarşılıqlı əlaqədə fəaliyyət göstərdikdə sistemin yaradılmasına və onun veb texnologiyalarla inteqrasiyası nəticəsində nəzərdə tutulan məqsədə nail olmaq mümkündür. Beləliklə, məsələnin həlli aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirilir.

A. HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin verilənlər bazasının yaradılması

HSK-nın diaqnostikası ekspert sistemində bilik mənbəyi olaraq yerli həkim mütəxəssislərimizin biliklərinə və diaqnostik qərarların qəbulu üçün təklif etdikləri müəllif yanaşmasına istinad edilmişdir [1]. Bu yanaşmaya görə HSK-nın hansı mərhələdə olması aşağıdakı 5 müayinə veriləni (giriş parametrləri) əsasında təyin edilir: 1) törəmənin sayı; 2)

törəmənin ölçüsü; 3) damar invaziyası; 4) limfa düyünü; 5) uzaq metastazın olması. Hər bir müayinə veriləni müxtəlif kliniki əlamətlərlə təyin edilir və onların siyahısı, şərti işarələnmələri cədvəl 1-də verilmişdir.

CƏDVƏL 1. MÜAYİNƏ VERİLƏNLƏRİ, ONLARIN KLİNİKİ ƏLAMƏTLƏRİ VƏ ŞƏRTİ İŞARƏLƏNMƏLƏRİ

Müayinə veriləni	Müayinə verilənlərinin kliniki əlamətləri	Kliniki əlamətlərin şərti işarələnməsi
Törəmənin sayı (t1)	Tək törəmə	t1a
	Çoxsaylı törəmə	t1b
Törəməni ölçüsü (t2)	2sm-ə bərabər və ya kiçik	t2a
	2sm-dən böyük	t2b
	5sm-dən kiçik	t2c
	5sm-dən böyük	t2d
	istənilən ölçüdə	t2e
Damar invaziyası (t3)	damar invaziyası yoxdur	t3a
	damar invaziyası vardır	t3b
	portal venanın böyük şaxələrinə invaziya var	t3c
	hepatik venaya invaziya var	t3d
	yaxın orqanlara (ödə kisəsindən başqa) invaziya var	t3e
	peritona perforasiya var	t3f
Limfa düyünü (N)	limfa düyünü təyin edilmir	Nx
	limfa düyünündə metastaz yoxdur	N0
	limfa düyünündə metastaz var	N1
Uzaq metastaz (M)	uzaq metastaz yoxdur	M0
	uzaq metastaz var	M1

HSK-nı xarakterizə edən müayinə verilənləri və onların cari kliniki əlamətlərini yadda saxlayan aşağıdakı 3 cədvəldən ibarət ekspert sisteminin verilənlər bazası (işçi yaddaş) yaradılır:

- 1) törəmələrin sayı, ölçüsü və damar invaziyası haqqında məlumatlar;
- 2) limfa düyünləri ilə bağlı məlumatlar;
- 3) törəmələrin orqanizmdə metastaz verməsi ilə bağlı məlumatlar.

B. HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin bilik bazasının yaradılması

Törəmənin sayı (t1), ölçüsü (t2) və damar invaziyası (t3) müayinə verilənlərinin cədvəl 1-də göstərilən kliniki əlamətlərinin bir-biri ilə 9 standart kombinasiyası mümkündür. Bu kombinasiyaların hər biri HSK ilə bağlı (T1a; T1b; T2a; T2b; T3; T4a; T4b; T4c; T4d) kliniki vəziyyətlərdən birinə uyğundur. Kliniki vəziyyətlərin limfa düyününün üç kliniki əlaməti (Nx, N0, N1) və uzaq metastazın iki kliniki əlaməti (M0, M1) ilə kombinasiyasından 54 (9x3x2) mümkün situasiya yaranır və onların hər biri HSK-nın 7 mərhələsindən birinə uyğundur [1, 2].

Beləliklə, 5 müayinə veriləninin kliniki əlamətləri əsasında HSK-nın hansı mərhələdə olmasının təyini ilə bağlı ekspert biliklərinin (fakt və mühakimələrin) qaydalara transformasiyası aşağıdakı mərhələlərlə yerinə yetirilir.

Mərhələ 1. HSK ilə bağlı kliniki vəziyyətin təyini. Törəmənin sayı (t1), ölçüsü (t2) və damar invaziyası (t3) müayinə verilənlərinin mümkün kliniki əlamətləri əsasında formalaşan T – kliniki vəziyyətlərini aşağıdakı kimi ifadə edək:

$T = \langle T1a; T1b; T2a; T2b; T3; T4a; T4b; T4c; T4d \rangle$.

Təcrübəli həkimin (ekspertlər) biliyinin modelləşdirilməsi üçün “Əgər–Onda” tipli qaydalara əsaslanan, qaydalar toplusunu “Əgər **şərt** (antisedent), Onda **nəticə** (konsekvent)” kimi interpretasiya etməklə bilik bazasını formalaşdıran produksion model seçilmişdir. Burada şərt dedikdə, VB-də saxlanılan hər hansı bir cümlə – nümunə nəzərdə tutulur və onun əsasında BB-də axtarış aparılır, nəticə isə – axtarışın uğurlu sonunda yerinə yetirilən fəaliyyətdir. Məntiqi nəticə çıxarma mexanizmi VB-də olan verilənlərin cari qiymətlərinə uyğun qaydaları istifadə edir. Yerinə yetirilən məsələnin xarakterindən və intellektual sistemin mahiyyətindən asılı olaraq bu qaydalar “şərt – qəbul olunan qərar”, “vəziyyət – qəbul olunan qərar”, “şərt – nəticə” və s. kimi də interpretasiya oluna bilər.

Biliyin təsvirinin produksiya modelinə uyğun olaraq 9 kliniki vəziyyətlə bağlı həkim-ekspertlərdən alınan bilik (fakt, mühakimə, evristika) cədvəl 1-ə istinad etməklə aşağıdakı qaydalar şəklində ifadə edilir və onlar əsasında sistemin BB formalaşdırılır:

Qayda 1. If (t1 is t1a) and (t2 is t2a) and (t3 is t3a) Then T is T1a;

Qayda 2. If (t1 is t1a) and (t2 is t2b) and (t3 is t3a)) Then T is T1b;

Qayda 3. If (t1 is t1a) and (t2 is t2b) and (t3 is t3b) Then T is T2a;

Qayda 4. If (t1 is t1b) and (t2 is t2c) and ((t3is t3a) or (t3 is t3b)) Then T is T2b;

Qayda 5. If (t1 is t1b) and (t2 is t2d) and ((t3is t3a) or (t3 is t3b)) Then T is T3;

Qayda 6. If ((t1 is t1a) or (t1 is t1b)) and ((t2 is t2a) or (t2 is t2b) or (t2 is t2c) or (t2 is t2d)) and (t3 is t3c) Then T is T4a;

Qayda 7. If ((t1 is t1a) or (t1 is t1b)) and ((t2 is t2a) or (t2 is t2b) or (t2 is t2c) or (t2 is t2d)) and (t3 is t3d) Then T is T4b;

Qayda 8. If ((t1 is t1a) or (t1 is t1b)) and ((t2 is t2a) or (t2 is t2b) or (t2 is t2c) or (t2 is t2d)) and (t3 is t3e) Then T is T4c;

Qayda 9. If ((t1 is t1a) or (t1 is t1b)) and ((t2 is t2a) or (t2 is t2b) or (t2 is t2c) or (t2 is t2d)) and (t3 is t3f) Then T is T4d.

Yuxarıdakı qaydaların birinci – “vəziyyət, şərt” hissəsi kliniki əlamətlərin giriş verilənləri və yaranan vəziyyətə uyğun həkim mülahizələrini əks etdirir, ikinci – “qəbul olunan qərar, nəticə” hissəsi yaranmış kliniki vəziyyətlə bağlı həkim-ekspertlərin qəbul etdiyi qərar və ya nəticəyə uyğundur.

Mərhələ 2. HSK-nın mərhələsinin təyini ilə bağlı ekspert biliklərinin qaydalara transformasiyası. Kliniki vəziyyətlərin (9 mümkün hal), limfa düyününün (N) (3 mümkün hal) və uzaq metastazın (M) (iki mümkün hal) kliniki əlamətləri əsasında formalaşan 54 mümkün kliniki situasiyanın hər biri həkim-ekspertlər tərəfindən qiymətləndirilir və HSK-nın 7 mərhələsi üzrə təsnifləndirilir.

Aşağıda həkim-ekspertlərin 54 mümkün situasiyanın HSK-nın 7 mərhələsi üzrə təsnifləndirilməsi ilə bağlı

mühakimələrini IF-THEN qaydaları ilə təsvir edilən çıxarış modeli əsasında aşağıdakı 7 qayda formalaşdırılır və sistemin BB-na daxil edilir:

Qayda 10. If (T is T1a) and (N is N0) and (M is M0) Then HCC staging is IA;

Qayda 11. If (T is T1b) and (N is N0) and (M is M0) Then HCC staging is IB;

Qayda 12. If ((T is T2a) or (T is T2b)) and (N is N0) and (M is M0) Then HCC staging is II;

Qayda 13. If (T is T3) and (N is N0) and (M is M0) Then HCC staging is IIIA;

Qayda 14. If ((T is T4a) or (T is T4b) or (T is T4c) or (T is T4d)) and (N is N0) and (M is M0) Then HCC staging is IIIB;

Qayda 15. If ((T is T1a) or (T is T1b) or (T is T2a) or (T is T2b) or (T is T3) or (T is T4a) or (T is T4b) or (T is T4c) or (T is T4d)) and (N is N1) and (M is M0) Then HCC staging is IVA;

Qayda 16. If ((T is T1a) or (T is T1b) or (T is T2a) or (T is T2b) or (T is T3) or (T is T4a) or (T is T4b) or (T is T4c) or (T is T4d)) and ((N is Nx) or (N is N0) or (N is N1)) and (M is M1) Then HCC staging is IVB.

Beləliklə, HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin BB-sı 16 qaydadan ibarətdir, onlardan 9 qayda kliniki vəziyyətin təyini və 7 qayda HSK-nın mərhələsinin təyini ilə nəticələnir.

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 təyin edilmiş mərhələsinə uyğun sxemin formalaşması modulu (SFM), HSK-nın təyin edilmiş mərhələsinin formulunun formalaşması modulu (MFFM). Daxil olan cari giriş verilənləri əsasında MVEM-də yeni fakt formalaşır, həmin faktın BB-dəki qaydaların antisedent (şərt) hissəsi ilə tutuşdurulması və uyğunluq halı təsdiqləndikdə həmin qaydanın işə düşməsi NFM-də reallaşır.

İşə düşən qaydaya uyğun sxemin alınması və onun (qaydanın) konsekvent (nəticə) hissəsinin interfeys blokuna ötürülməsi SFM vasitəsilə, sxemə daxil olan kliniki əlamətlərin şərti işarələmələrinə uyğun formulanın alınması və bu formulun interfeys blokuna ötürülməsi MFFM vasitəsilə yerinə yetirilir.

D. HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin interfeys bloku

İnterfeys istifadəçi-həkim ilə ekspert sistem arasında ünsiyyəti təmin etmək üçündür. Bu blok ekranın idarə olunması, ekspert sistemlə dialoqun təşkili, sistemə ilkin verilənlərin daxil edilməsi və nəticələrin istifadəçiyə çatdırılması funksiyalarını yerinə yetirir (şəkil 1–4).

E. Sistemin reallaşdırılması və veb texnologiyalarla integrasiyası

Şəbəkə mühitində istifadəçilər üçün nəzərdə tutulmuş HSK-nın diaqnostikası sistemi obyekt yönümlü proqramlaşdırma dili olan C#-də işlənmişdir. C# masaüstü və veb proqramlar, mobil proqramlar, Unity əsasında oyunlar,

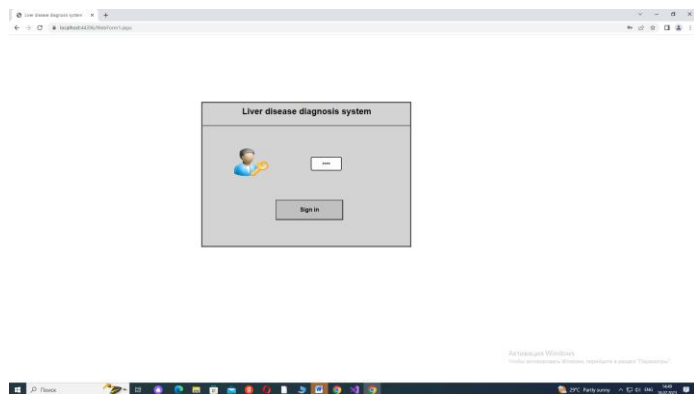
Microsoft Azure-da bulud proqramları, verilənlər bazası ilə işləmək üçün proqramlar daxil olmaqla geniş çeşiddə proqramların işlənilib hazırlanmasında istifadə olunur. C# müxtəlif platformalarda istifadə olunan çox çevik proqramlaşdırma dilidir. Microsoft kampaniyası tərəfindən xüsusi olaraq C# proqramlaşdırma dilində müxtəlif tətbiqi proqramların işlənməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Visual Studio mühiti proqramların yaradılmasını, sazlanmasını və sınaqdan keçirilməsini asanlaşdırır. HSK-nın diaqnostikası sistemi VisualStudio 2019 mühitində tətbiqi proqramlara müxtəlif xidmətləri təqdim edən .NET Framework proqramlaşdırma platformasında işlənməmişdir. Bu platforma tətbiqi proqramların işlənməsinin konkret sahələri, məsələn, ASP.NET veb-tətbiqlər üçün, ADO.NET verilənlərə əlverişlilik üçün və Windows Communication Foundation xidmətlərə (servislərə) istiqamətlənmiş proqramlar üçün nəzərdə tutulmuş çoxlu sayda standart kitabxanalardan ibarətdir. O fayllarla, şəbəkə ilə, verilənlər bazası ilə işləmək üçün müxtəlif alətləri özündə birləşdirir.

HSK-nın diaqnostikası sistemi NET.Framework platformasının bir hissəsi olan və dinamik saytların və veb tətbiqlərin işlənməsi üçün istifadə olunan ASP.NET platformasında işlənməmişdir.

IV. SISTEMIN İŞLƏMƏ PRINSİPLƏRİ

Pasiyentin HSK ilə bağlı kliniki əlamətlərinə görə HSK-nın hansı mərhələdə olduğunu təyin etmək üçün istifadəçi-həkim İnternet mühitdə <http://cerrahiplatforma-001-site2.atempurl.com/WebForm1.aspx> linkinə giriş etməklə sistemə daxil olur və giriş pəncərəsi açılır (şəkil 1).

Parol daxil edildikdən sonra HSK diaqnostik ekspert sisteminə daxil olan istifadəçi-həkimin qarşısında şəkil 2-dəki pəncərə açılır. Bu interfeys pəncərəsi hər biri HSK-nın xarakteristikalarından birinə uyğun olan çoxlu sayda pəncərədən ibarətdir. Hər bir pəncərə aktivdir və istifadəçi-həkimə real zamanda cari kliniki situasiyaya uyğun müayinə verilənlərini daxil etməyə imkan verir.



Şəkil 1. Onlayn mühitdə HSK diaqnostik ekspert sisteminə giriş pəncərəsi.

Hepatosellular karsinomanın mərhələsinin təyini

Törəmələrin sayı	5	
Törəmələrin ölçüsü (ən böyüyünün)	3.7 sm.	
Damar invaziyası	Yoxdur	Var
Portal venanın böyük şaxələrinə invaziya	Yoxdur	Var
Hepatik venaya invaziya	Yoxdur	Var
Yaxın orqanlara (ödə kisəsindən başqa) invaziya	Yoxdur	Var
Peritone perforasiya	Yoxdur	Var
Limfa düyünü	Metastaz yoxdur	Metastaz var
Uzaq metastaz	Yoxdur	Var

Şəkil 2. HSK-nı xarakterizə edən müayinə verilənləri və kliniki əlamətləri əks etdirən interfeys pəncərəsi.

Pasiyentin müayinə verilənlərinin cari qiymətləri açılan interfeys pəncərəsindən sistemə daxil edilir və “Diaqnostik nəticə” düyməsi sıxılır (şəkil 3).

Sistemə daxil edilmiş kliniki əlamətlər VB-də qeydə alınır. Bu verilənlər həm də MNM-də MVEM-ini formalaşdırır. Sonuncu BB-dəki qaydaların şərt hissəsi ilə tutuşdurulur və üs-üstə düşmə halı baş verdikdə həmin qaydanın nəticə (HSK-nın hansı mərhələdə olması mərhələsi) hissəsi MNM-də olan NFM-də qeydə alınır.

Formalaşmış nəticəyə uyğun olan qayda əsasında MNM-də HSK-nın təyin edilmiş mərhələsinin sxemi də müəyyənəşdirilir və SFM vasitəsilə interfeys pəncərəsinə ötürülür (şəkil 4).

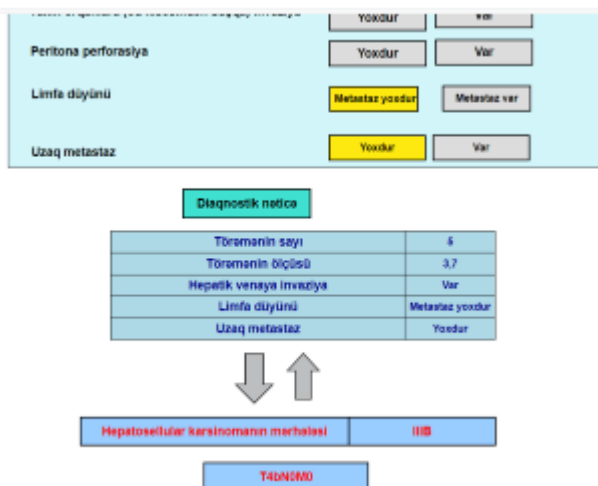
Cədvəl 1-dəki şərti işarələnmələr və Qayda 1 – Qayda 9 əsasında HSK-nın təyin edilmiş mərhələsinin formulası MFFM vasitəsilə təyin olunur, MNM-də qeydə alınır və interfeysə ötürülür.

MNM-də qeydə alınmış HSK-nın mərhələsinin sxemi (müayinə verilənləri və onların cari qiymətləri), nəticə (“HSK-nın mərhələsi”), HSK-nın mərhələsinin formulası (müayinə verilənlərinin kliniki əlamətlərinə uyğun formalaşmış kombinasiya) interfeys vasitəsi ilə istifadəçiyə təqdim edilir.

Hepatosellular karsinomanın mərhələsinin təyini

Törəmələrin sayı	5	
Törəmələrin ölçüsü (ən böyüyünün)	3.7 sm.	
Damar invaziyası	Yoxdur	Var
Portal venanın böyük şaxələrinə invaziya	Yoxdur	Var
Hepatik venaya invaziya	Yoxdur	Var
Yaxın orqanlara (ödə kisəsindən başqa) invaziya	Yoxdur	Var
Peritone perforasiya	Yoxdur	Var
Limfa düyünü	Metastaz yoxdur	Metastaz var
Uzaq metastaz	Yoxdur	Var

Şəkil 3. Müayinə verilənlərinin cari qiymətlərinin sistemə daxil edilməsini nümayiş etdirən interfeys pəncərəsi.



Şəkil 4. HSK-nın hansı mərhələdə olması ilə bağlı nəticənin və HSK-nın mərhələsinin formulasının istifadəsiyə çatdırılması üçün interfeys pəncərəsi.

Şəkil 4-də göstərilən hal diaqnostik sistemin “HSK IIIB mərhələsindədir” qərar variantına uyğundur. Bu qərarın formulasında HSK-nın kliniki vəziyyətinin T4b ilə ifadə olunduğu göstərilir və bu qərar Qayda 7 və Qayda 14-ün aktivləşməsi nəticəsində alınır.

Təklif edilən arxitektura-texnologiya prinsiplər əsasında HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin reallaşdırılması Visual Study 2019 platformasında C# proqramlaşdırma dilində yerinə yetirilmişdir. Sistemin Visual Study 2019 platformasında C# proqramlaşdırma dilində reallaşdırılması ona İnternet mühitdə əlverişliliyi təmin edir, zaman və məkandan asılı olmayaraq sistemdən eyni vaxtda bir neçə həkimin istifadəsinə imkan yaradır.

V. NƏTİCƏ

Məqalədə yaradılma alqoritmi təqdim edilən ekspert sistemi HSK-nın mərhələsinin təyini ilə bağlı həkim qərarlarının dəstəklənməsi, zaman və məkandan asılı olmayaraq eyni vaxtda bir neçə həkimin operativ qərar qəbul etməsinə yardım etmək üçündür, arxitektura komponentləri verilənlər bazası, bilik bazası, nəticə çıxarma mexanizmi və interfeys bloklarından ibarət olan sistem Visual Study 2019 platformasında C# proqramlaşdırma dilində reallaşdırılmış və veb texnologiyalar əsasında İnternet mühitdə yerləşdirilmişdir.

HSK-nın diaqnostikası ekspert sisteminin Azərbaycan Tibb Universitetinin I Cərrahi xəstəliklər kafedrasının həkim-mütəxəssislərinin iştirakı ilə keçirilən sınaqları zamanı onun kütləvi istifadə üçün yararlı olduğu təsdiqlənmiş və klinikanın saytında diaqnostik ekspert sistemə keçid linki (<http://cerrahiplatforma-001-site2.atempurl.com/WebForm1.aspx>) yerləşdirilmişdir.

İSTİNADLAR

- [1] N. Y. Bayramov, Qaraciyərin Cərrahi Xəstəlikləri. Bakı: Print-Qismət, 2012. 327 s.
- [2] J. A. Marrero, L. M. Kulik, C. B. Sirlin, et al. “Diagnosis, staging, and management of hepatocellular carcinoma: 2018 practice guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases”, *Hepatology*, vol. 68, no. 2, pp. 723–750.
- [3] M. H. Məmmədova, N. Y. Bayramov, Z. Q. Cəbrayilova, M. I. Manaflı, M. R. Hüseynova, “Hepatosellülar karsinomanın mərhələlərinin təyini üçün intellektual sistemin işlənilməsi prinsipləri”, *İnformasiya texnologiyaları problemləri*, №1, s. 3–14, 2021.
- [4] J. R. Jennifer, L. Brit, “Suffering in Silence: Medical Error and its Impact on Health Care Providers”, *The Journal of Emergency Medicine*, vol. 54, no. 4, pp. 402–409, 2017.
- [5] M. A. Makary, M. Daniel, “Medical error-the third leading cause of death in the US”, *British Medical Journal*, vol. 353, i2139, 2016. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.i2139>
- [6] Российский патент 2021 года по МПК G16H10/60 G16H50/20 «Система для поддержки принятия врачебных решений» RU2752792C1.
- [7] 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>
- [8] M. Mammadova, N. Bayramov, Z. Jabrayilova, “Development of the principles of fuzzy rule-based system for hepatocellular carcinoma staging”, *EUREKA: Physics and Engineering*, no. 3, pp. 3–13, 2021. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001829>
- [9] M. H. Mammadova, N. Y. Bayramov, Z. G. Jabrayilova, M. I. Manaflı, 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.
- [10] M. H. Mammadova, N. Y. Bayramov, Z. G. Jabrayilova, M. I. Manaflı, M. R. Huseynova, “Hepatosellülar karsinomanın diaqnostikası üçün həkim qərarlarının dəstəklənməsi sistemi”, *Azərbaycan Tibb Jurnalı*, №4, s.163–169, 2024.