

ТЕХНИЧКИ НАУКА	
16.04.2018	
01-1/1288-1	

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

“ScolioMedIS: Информациони систем за мониторинг и нејонизујућу 3D визуелизацију деформитета кичменог стуба”

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије, којим је у Критеријумима за одређивање категорије научних публикација (Прилог 2) дефинисан поступак документовања и верификације Техничких решења (М80), Сл. Гласник, РС 38/2008 достављам следеће податке.

Аутори решења:

1. Проф. Др Горан Девецић (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу),
2. Мр Вања Луковић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу),
3. Саша Ђуковић, дипл. инг. (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу),
4. Проф. Др Данијела Милошевић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу),
5. Доц. Др Тања Луковић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу),
6. др. Зоран Јовановић, ортопед (Клинички центар Крагујевац),
7. Проф. Др Бранко Ристић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац).

Назив техничког решења:

ScolioMedIS: Информациони систем за мониторинг и нејонизујућу 3D визуелизацију деформитета кичменог стуба

Категорија техничког решења:

Нова метода и нови софтвер - М85

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта МНТР:

Пројектни тим Центара за интегрисан развој производа и процеса и интелигентне системе (CIRPIS) са Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Факултета техничких наука у Чачку заједно са колегама са Медицинског факултета у Крагујевцу и стручњацима Клиничког центра „Крагујевац“, у оквиру пројекта III-41007

– „Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси“, Област: Интегрална и интердисциплинарна истраживања - биомедицина, за период 2011-2015. године, развијао је нов приступ у мониторингу и дијагностици деформитета кичменог стуба, до концепције овог техничког решења.

Ко решење користи тј. ко је прихватио – примењује решење:

Решење је намењено потребама Центра за физикалну медицину и рехабилитацију Клиничког центра у Крагујевцу, али и за регионално праћење адолесцентских деформитета кичменог стуба у другим здравственим центрима.

Година када је решење урађено:

2015. год.

Како су резултати верификовани (од стране кога тела):

Техничко решење информациони систем *ScolioMedIS* је резултат интегралних и интердисциплинарних истраживања у области биомедицине, тачније мониторинга и дијагностике деформитета кичменог стуба, а публикован је у часописима *Computer Methods and Programs in Biomedicine* [1] и *Back Musculoskeletal Rehabilitation* [2], као и на више међународних и домаћих скупова.

На који начин се резултати користе:

Предложено техничко решење омогућава: *евидентирање визуелног прегледа* пацијента са сколиозом, коришћењем електронског картона сколиозе, који се базира на иновативном протоколу [2], затим визуелни 2D и 3D приказ спољашње линије симетрије леђа, унутрашње кичмене линије и облака тачака леђа пацијента, као и аутоматског одређивања Кобових углова кичмених кривина пацијента у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента са сколиозом, коришћењем поступка оптичког скенирања. Осим тога, ово техничко решење омогућава визуелни 2D приказ спољашње линије симетрије леђа и унутрашње кичмене линије, и одређивања Кобових углова у фронталној равни у положајима приликом савијања пацијента у леву и десну у страну, коришћењем дигиталне камере. Такође, техничко решење омогућава и визуелни 3D приказ кичме пацијента, модификацијом општег 3D CAD модела кичме на основу одређених вредности транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на CSVL (Central Sacral Vertical Line) линију, затим дужине C7-S1 кичмене линије и вредности фактора скалирања на основу 2D фронталних и бочних визуелизација усправног положаја пацијента, које су добијене поступком оптичког скенирања. Осим наведеног, информациони систем обезбеђује аутоматско одређивање типа сколиозе према Ленковој класификацији. С обзиром да се у процесу дијагностике сколиозе *ScolioMedIS* информациони систем потпуно базира на коришћењу оптичких, не-јонизујућих метода основна предност коришћења овог система за мониторинг и дијагностику сколиозе у односу на конвенционални начин мониторинга и дијагностике, који се своди на коришћење радиографије, компјутеризоване топографије (СТ) и магнетне резонанце (MR) је елиминација штетног рендгенског зрачења. Дакле, у новој технологији би се уместо радиографије користила дигитална камера и 3D оптички скенери за 3D дигитализацију и квантиковање топологије површи трупа и леђа и одређивање параметара потребних за 3D визуелизацију, коју би вршио систем за оптичку

визуелизацију и дијагностику *ScolioMedIS*. Међутим, традиционална употреба компјутеризоване топографије СТ скенера и магнетне резонанце MR у циљу оперативног планирања и детекцију неуропатских типова сколиозе још увек не може бити замењена коришћењем оптичких метода за спољашњу тродимензионалну визуелизацију кичме.

Област на коју се техничко решење односи:

Информационе технологије, Програмирање веб апликација, CAD моделирање.

Проблем који се техничким решењем решава:

Дијагностика сколиозе у тренутној клиничкој пракси се углавном своди на вођење нестандардизованог картона за евиденцију спољашњих мерних показатеља сколиозе, који, су неподесни за чување, а такође и за анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу. Рендгенско снимање се примењује само у тежим случајевима пацијената са сколиозом, а Кобови углови одређују само у фронталној равни и то у усправном положају пацијента и то најчешће само Кобов угао највеће кичмене кривине. Што се третмана сколиозе тиче, план лечења, иако донекле зависи од самог лекара (хирурга), руковођен је тежином кривине, вероватноћом прогресије кривине током времена, и перцепцијом деформитета и симптома којих пацијент има, при чему постоје три основне могућности третмана: праћење (посматрање), учвршћивање коришћењем помагала и операција. Једино у циљу руковођења оперативним третманом врши класификација типа сколиозе, при чему се највише употребљава Ленков систем класификације [3]. Метода одређивања Кобових углова на основу рендгенских снимака, који су најчешће недовољно прегледни, при чему измерене вредности у многоме зависе и од прецизности особе која спроводи поступак, као и начина спровођења снимања се показала недовољно прецизном. Будући да је за тачно одређивање Ленковог типа класификације сколиозе потребно направити рендгенске снимке и у бочној равни, као и у фронталној равнима приликом савијања у страну, дакле укупно 4 снимка, долази се до закључка треба нарочито имати у виду штетност које доноси са собом рендгенско зрачење. Због свега наведеног јавља потреба за применом неинвазивних оптичких уређаја за снимање пацијената са сколиозом и класификацију сколиозе.

Информациони систем *ScolioMedIS* превазилази наведене проблеме из следећих аспеката:

- Садржи електронски картон сколиозе у виду електронске форме, која се базира на иновативном протоколу [2], за спољашњи визуелни преглед пацијената са сколиозом. Наведена електронска форма обезбеђује евидентирање, памћење и ажурирање свих информација о прегледима пацијента, а такође и анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону, а и шире.

- Користи оптичке методе за визуелизацију спољашње линије симетрије леђа и унутрашње кичмене линије у 2D и 3D равнима са аутоматским одређивањем и исписивањем Кобових углова кичмених кривина у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента, као и положајима приликом савијања пацијента у страну. Аутоматизацијом процеса одређивања Кобових углова кривина кичме се знатно смањују грешке, које се иначе често појављују у овом процесу који се конвенцијално врши на основу рендгенских снимака. Наведени систем такође има могућност евидентирања, памћења и ажурирања података одређених Кобових углова кичмених

кривина, затим директног одређивања Ленковог типа сколиозе кичме, чиме се обезбеђује процес анализе свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону, а и шире.

- Омогућава визуелни 3D приказ кичме пацијента, модификацијом општег 3D CAD модела кичме до пацијентовог специфичног 3D CAD модела кичме, који се у виду .3dxml фајла директно приказује на веб страници портала *ScolioMedIS*-а. Пацијентов специфични 3D CAD модел кичме се иначе генерише на основу одређених вредности транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на CSVL линију, затим дужине C7-S1 кичмене линије и на основу вредности фактора скалирања, а на основу снимака пацијента добијених оптичким скенирањем.

Једноставност употребе система огледа се у томе да рачунари клијети, који приступају *ScolioMedIS* веб информационом систему, не морају да имају ни један извршни програм који је потребан за исправно функционисање апликације, осим *3D XML Player* програма [4] за приказ 3D визуелизације кичме у веб прегледачу. То је могуће из разлога што сервер на коме се налази *ScolioMedIS* веб апликација поседује све неопходне програме и одговоран је за управљање свим ресурсима, потребних апликацији, тако да су у *ScolioMedIS* клијент/сервер мрежној архитектури, рачунари клијенти су тзв. лаки клијенти [5].

Стање решености тог проблема у свету:

На Интернету тренутно не постоји ни један информациони систем за мониторинг и визуелизацију деформитета кичменог стуба, тако да је у том смислу *ScolioMedIS* јединствени веб оријентисани информациони систем. Као што је већ напоменуто, евидентирање визуелног прегледа пацијената са сколиозом у информационом систему *ScolioMedIS* врши се коришћењем електронског картона сколиозе, који се базира на иновативном протоколу [2]. На основу различитих физичких принципа и варијација у степену комплексности сколиозе, развијени су и публиковани различити системи за процену овог деформитета кичме на бази спољашњих показатеља [6]. Најзаступљенији су системи површинске топографије [7] и квантитативне тродимензионалне анализе става [8]–[10]. Иако се интензивно испитују и развијају нове методе за визуелну процену сколиозе, не постоји генерални консензус о броју и врсти параметара довољних за прецизан опис сколиоза [11]–[13]. Већи број параметара условио би већу прецизност, али би значајно повећао време дијагностиковања, што није сасвим прихватљиво у свакодневној пракси. За ефективну процену деформитета кичме, потребно је да се визуелни преглед изврши брзо и прецизно, сигурно и неинвазивно, за пацијента на прихватљив начин. Са друге стране, евиденција података о обављеним прегледима углавном се своди на примену локалних рачунара или на ручни унос података о добијеним резултатима. У том циљу, иновативни протокол за визуелни преглед пацијената у оквиру информационог система *ScolioMedIS* базира се на мерењу оптималног броја параметара у све три равни, а који узимају у обзир сколиозу као тродимензионални деформитет кичме. При томе сâм информациони систем *ScolioMedIS* омогућава потпуну веб базирану корисничку интерактивност за њихов преглед, унос и модификацију.

За потпуну процену и мониторинг деформитета кичме услед сколизе, осим визуелног прегледа неопходно је одредити карактеристике и величине појединих кичмених кривина коришћењем Кобове методе, која се традиционално вршила на основу радиографских снимака [14]. Међутим, одређивање Кобових углова на основу радиографских снимака се показало недовољно прецизном техником, а одређене вредности Кобових углова показују бројне варијабилности у зависности од самог

оператера, квалитета снимка и низа других фактора [15]–[17]. Имајући у виду штетност радиографског утврђивања степена деформитета, светска истраживачка пажња последњих деценија посебно је усмерена ка развоју нових неинвазивних техника за дијагностику и мониторинг сколиоза. Нове технологије користе иновативне компјутерски подржане технике мерења, попут примене мобилних рачунарских уређаја и „паметних“ телефона [18]. Информациони систем *ScolioMedIS* обезбеђује континуално праћење сколиозе пацијента на тај начин што обезбеђује визуелни 2D и 3D приказ кичмене линије и кичме и аутоматско одређивање Кобових углова и Ленковог типа сколиозе, кичме коришћењем оптичких система. Овим се у процесу мониторинга и дијагностике сколиозе на бази Ленкове класификације избегава употреба традиционалане радиографије, а Кобови углови прецизно одређују.

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже:

Архитектура информационог система *ScolioMedIS* је трослојна и њу сачињавају три основна слоја (слика 1):

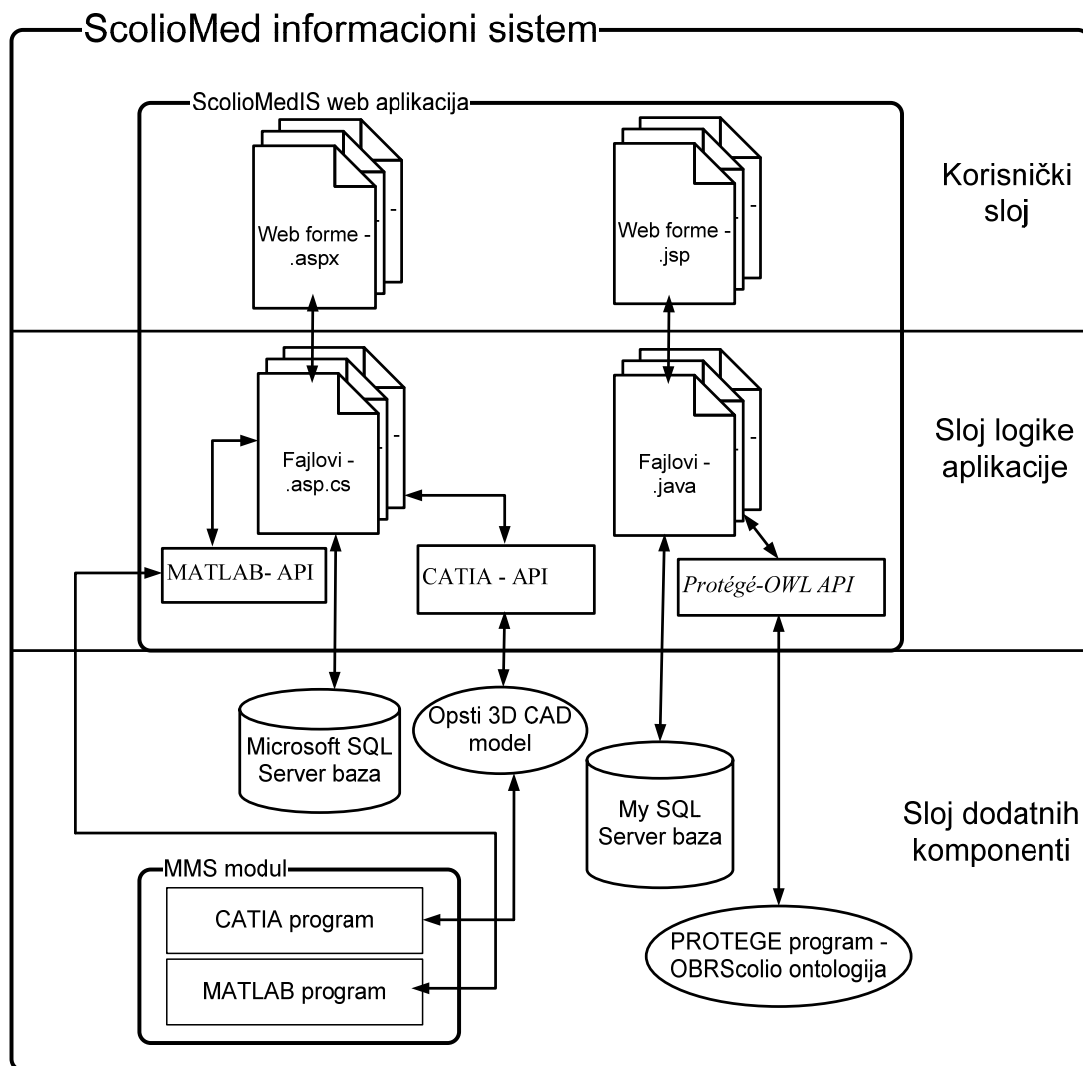
1) *слој презентације (кориснички)* – овај слој је сачињен углавном од веб форми тј. страница који дефинишу изглед апликације, израђене у програмском окружењу *Microsoft Visual Studio* [5], [19] коришћењем *C# ASP.NET* технологије [5], [20], а сачињавају га фајлови апликације са екстензијом **.aspx*, који најчешће садрже статички XHTML код апликације. На страни дела *ScolioMedIS* информационог система који се састоји од апликације израђене у програмском језику *Java*, која има непосредну интеракцију са онтологијом сколиозе *OBRScolio* [21], овај слој сачињавају *.jsp* странице које дефинишу изглед апликације.

2) *слој логике апликације* – овај слој дефинише логику апликације, којим се остварује комуникација, тј. интеракција корисничког слоја са слојевима базе података, слојем за генерисање визуелизација и слојем онтологије. Њега сачињавају фајлови апликације израђене коришћењем *C# ASP.NET* технологије, који имају екстензију **.aspx.cs*, а садрже програмски код апликације који се извршава на серверској страни и обезбеђује интеракцију са слојем базе података, као и слојем за генерисање визуелизација, коришћењем *Matlab* и *CATIA* програмских интерфејса (*API-a*). На страни дела *ScolioMedIS* информационог система који се састоји од апликације израђене у програмском језику *Java*, овај слој сачињавају *.java* фајлови и сервлети у којима се налази програмски код који дефинише логику апликације и обезбеђује непосредну интеракцију са онтологијом сколиозе *OBRScolio* коришћењем *Protégé-OWL API-a*.

3) *слој додатних компоненти: базе података, модула за моделирање сколиозе и онтологије* - База података сачињава *Microsoft SQL* [22] и *MySQL* сервере база података, који укључују механизме складиштења и ажурирања података. Модул за моделирање сколиозе (*MMS* модул) укључује механизме који обезбеђују генерисање визуелизација и састоји се од *CATIA V5R20* [23], [24] и *Matlab* [25]–[29] програмских алата за визуелизацију. На страни дела *ScolioMedIS* информационог система, који се састоји од апликације израђене у програмском језику *Java*, овај слој сачињава и *Protégé* програм [30] за креирање и управљање онтологијом сколиозе *OBRScolio*.

Највећа предност коришћења трослојне архитектуре јесте издвајање логике апликације у оквиру посебног слоја који врши повезивање слоја презентације са слојевима базе података, слојем визуелизације, односно слојем онтологије. Овим се постиже ослобађање слоја презентације од послова комуникације и интеракције са базом података, модулима за генерисање визуелизација или онтологијом. Сви захтеви

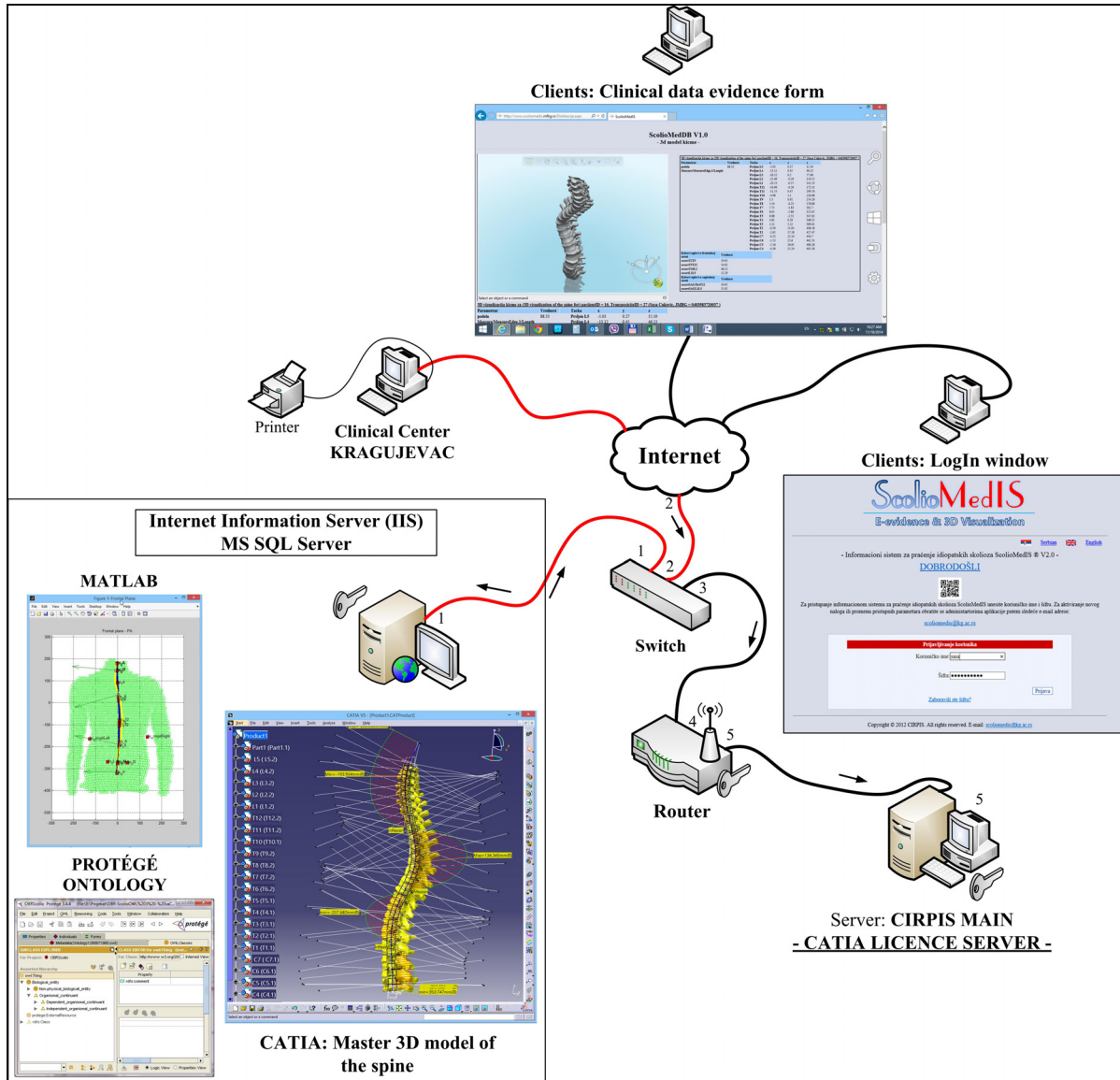
задатака sloja prezentacije прослеђују се средњем sloju, који обавља послове додавања и ажурирања података у бази, преузимања података из базе ради приказа у систему или генерисања извештаја, затим прослеђивање захтева за генерисањем визуелизација, преузимања и приказа визуелизација у систему, као и постављања упита онтологији и преузимања и приказа резултата упита онтологији. Осим тога, трослојна архитектура *ScolioMedIS* система обезбеђује могућност поновне употребе кода, као и могућност дистрибуираног рада апликације у мрежном окружењу.



Слика 1. Трослојна архитектура информационог система *ScolioMedIS*

Мрежна архитектура информационог система *ScolioMedIS* организована је по клијент/сервер принципу (слика 2). *ScolioMedIS* веб апликација се налази на главном серверу, који има улогу веб сервера и сервера база података. Све неопходне апликације, укључујући *Microsoft Visual Studio* програмско окружење за управљање и покретање веб апликације информационог система *ScolioMedIS*, *Protégé* програм за креирање и управљање онтологијом сколиозе и *Matlab* програм за визуелизацију инсталирани су на главном серверском рачунару, док је *CATIA V5R20* програм за визуелизацију и геометријско израчунавање 3D модела кичме инсталиран на посебном серверском рачунару. *ScolioMedIS* ужива значајну предност мрежне архитектуре лаког клијента [5].

Наиме, као што је већ напоменуто, сервер на коме се налази *ScolioMedIS* веб апликација је одговоран за управљање свим ресурсима, потребних апликацији. Стога, рачунари клијети не морају да имају било који извршни програм који је потребан за исправно функционисање апликације, осим програма *3D XML Player* [4] за приказ 3D визуелизације кичме у веб прегледачу.



Слика 2. Мрежна архитектура веб оријентисаног медицинског информационог система *ScolioMedIS* за визуелизацију и праћење идиопатске сколиозе [31]

Приликом стартовања апликације најпре се на екрану појављује веб страница за пријављивање корисника (слика 3), којом се врши идентификација корисника уношењем корисничког имена, његова аутентификација преко провере унете шифре и ауторизација (додељивање права приступа која овај корисник поседује), ако је унета шифра исправна.

Право приступа свим страницама апликације, а самим тим и бази података система додељује само одређеној групи корисника система у које спадају доктори и медицинско особље Клиничког центра у Крагујевцу, док се осталим корисницима дозвољава приступ само пробним страницама апликације, које немају могућност

никакве интеракције са базом података система.

ScolioMedIS
E-evidence & 3D Visualization

Serbian English

- Informacioni sistem za praćenje idiopatskih skolioza ScolioMedIS ® V2.0 -
DOBRODOŠLI

QR code

Za pristupanje informacionom sistemu za praćenje idiopatskih skolioza ScolioMedIS unesite korisničko ime i šifru. Za aktiviranje novog naloga ili promenu pristupnih parametara obratite se administratorima aplikacije putem sledeće e-mail adrese:

scolio medis@kg.ac.rs

Prijavlјivanje korisnika

Korisničko ime:

Šifra:

[Zaboravili ste šifru?](#)

Copyright © 2012 CIRPIS. All rights reserved. E-mail: scolio medis@kg.ac.rs

Слика 3. Веб страница за пријављивање

У вишекорисничком, мрежном режиму рада заштита апликације и података који се чувају у бази података је веома битна због спречавања евентуалних злоупотреба апликације или нарушавања интегритета података од стране неовлашћених и нестручних корисника.

Након успешне пријаве регистрованих корисника система или притиском на линк *DOBRODOŠLI* од стране не-регистрованих корисника система отвара се главна веб страница апликације (слика 4) која садржи линкове који регистрованим корисницима омогућавају приступ свим страницама апликације: *Pacijenti, Doktori, Pregledi, Pregledi test, 3D RTG, 3D RTG test, Opticko skeniranje – Matlab, Opticko skeniranje – Matlab test, Opticka kamera – Matlab, Opticka kamera – Matlab test, Ontologija skolioze - OBR Scolio* или само пробним (тест) страницама апликације у случају не-регистрованих корисника: *Pregledi test, 3D RTG test* и *Opticko skeniranje – Matlab test*. Осим тога, главна веб страница апликације садржи линкове до свих важнијих веб страница које садрже опис апликације, биографије ангажованог особља на пројекту III – 41007 Министарства просвете и науке, чија је једна од најзначајнијих активности управо изградња информационог система *ScolioMedIS*, као и све важније референце резултата научно истраживачких радова на овом пројекту. Такође, на главној страници *ScolioMedIS* апликације се налазе линкови до свих важнијих клиничких и универзитетских центара, затим линк за анкетирање корисника и преузимање документације од значаја за саму апликацију.

Слика 4. Главна веб страница *ScolioMedIS* апликације

На слици 5 приказан је део Веб странице *Pregledi*. У циљу што боље ефикасности, процес визуелне дијагностике сколиозе треба да буде брз, јефтин и једноставан за спровођење, безбедан, неинвазиван и прихватљив за пацијента [32]. Из тог разлога процес визуелне дијагностике у основи као и сваки клинички преглед, представља визуелну процену става пацијента спреда, са стране и назад у усправном неутралном положају пацијента и положају приликом савијања унапред [33]. Овим процесом се само дефинише површински изглед тела код пацијената са сколиозом у циљу дијагнозе и процене третмана сколиозе, а не одређује анатомски положај кичмених пршљенова. За анатомско одређивање положаја кичмених пршљенова, користе се методе визуелизације засноване на примени оптичких уређаја (оптичког скенера и дигиталне камере), као и метода 3D визуелизације кичме.

Као што са слике 5 може закључити за евидентирање визуелног прегледа пацијента потребно је да *Медицинска особа* најпре унесе основне податке о пацијенту који се прегледа, као и доктору који обавља преглед у страницама *Pacijenti* и *Doktori*, уколико ти подаци не постоје у бази података. Поред имена, презимена, *JMBG* броја и пола, ови подаци код пацијента укључују и унос године дијагностиковања сколиозе, уколико је сколиоза већ раније дијагностикована, а у случају женских пацијената они подразумевају и унос датума менархе, ради процене скелетне зрелости пацијента. Након тога доктор проверава да ли пацијент има пратећих обољења и уколико их има, врши њихов унос.

Слика 5. Веб страница *Pregledi ScolioMedIS* апликације

У пратећа обољења спадају конгенитална луксација кука (*luxatio coxae congenita*), неуронска обољења, респираторна обољења или нека друга додатна обољења. Надаље, доктор врши мерења формално дефинисаних мерних параметара сколиозе и њихов унос. Ови мерни параметри подразумевају основне антропометријске и клиничке параметре, као што су: *телесна висина* и *тежина*, *транслација кичме* (*spine translation*) [34], *дужина ногу*, *пад карлице* (*pelvic tilt*), *разлика у висини рамена*, *разлика у висини лопатица*, *удаљеност лопатица*, *троугао стаса* (*stature triangle*) (празнина између руку и трупа), *обим грудног коша у инспиријуму и експиријуму*, *ребарна грба* (*rib hump*), *угао ротације трупа* измереног помоћу сколиометра [35], *контрактура бочног слабинског мишића* (*contracture of m. iliopsoas*) [36], *величина лумбалне лордозе* [37] и *Fröchner индекс* [38], [39]. Након тога, уколико у бази постоје подаци о ранијим прегледима пацијента, доктор анализира те податке ради процене степена прогресије сколиозе. Доктор се надаље информише о степену сарадње пацијента у досадашњем току лечења. На основу свих унетих података, доктор врши успостављање дијагнозе визуелног прегледа пацијента. У циљу заштите података који се налазе у бази података информационог система *ScolioMedIS* овој апликационој веб страници може приступити само регистровани корисник система, што је најчешће неко од медицинског особља. У страници је могуће извршити претрагу података о прегледима пацијента специфицираног *JMBG* броја, затим измену и брисање података о прегледу специфицираног *ID* броја, као и унос података о новим прегледима пацијента задатог *JMBG* броја. Осим наведеног, након проналажења и приказивања података о прегледу на веб страници апликације, медицинска особа може такође послати и захтев за генерисањем извештаја података о прегледу (слика 6).

На сликама 7, 8 и 9 приказана је веб страница *Vizuelizacija_optickim_skeniranjem* за случај регистрованог корисника. С обзиром да су подаци о резултатима оптичког

скенирања пацијената расположиви у виду текстуалних фајлова, у овој веб страници предвиђена су две падајуће листе за избор мушког, односно женског пацијента чије је визуелизације оптичким скенирањем потребно приказати. Након избора одређеног пацијента, односно пацијенткиње, лекар притиска линк дугме *Generisi Matlab vizuelizaciju za odabranu(og) pacijentkinju/pacijenta*.

CLINICAL CENTER KRAGUJEVAC
Center for Physical Medicine and Rehabilitation
KRAGUJEVAC

ScolioMedIS
E-evidence & 3D Visualization

Information system for idiopathic scoliosis
monitoring - ScolioMedIS ®

SCOLIOSIS EVIDENCE FORM				
DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS	Name and surname:			
	Date of birth:			
	Sex:			
	Year of diagnosis:			
	Date of menarche (girls):			
	OTHER DISEASES/DEFORMITIES:	Congenital hip luxation:		
		Foot deformities:		
Neurological diseases:				
Respiratory diseases:				
Other:				
INSPECTION	Date of inspection:			
	Inspection No.:			
CLINICAL MEASUREMENTS	Body weight (kg):			
	Body height (cm):			
	Chest girth (cm):	Inspirium:		
		Expirium:		
	Lateral pelvic tilt (deg):	Left:		
		Right:		
	Difference in legs length (cm):	Left:		
		Right:		
	Difference in shoulders height (cm):			
	Difference in scapulas height (cm):			
	Lorenz triangle (cm):	Left:		
		Right:		
	Iliopsoas contracture (deg):	Left:		
		Right:		
	Spine translation (cm):			
	Gibbosity (cm):			
	Lumbal lordosis (cm):			
SCOLIOMETER (deg):	Read value:			
	Result:			
FRÖCHNER INDEX:	Read value (cm):	a:	b:	
	Result (a+d)/(b+c):	c:	d:	
RENDGEN DIAGNOSTICS	Date of X-ray recording:			
	Risser sign:			
	Cobb:			
REMARKS				
DIAGNOSIS				
Inspection performed by:				

Copyright © 2014 CIRPIS. All rights reserved. E-mail: scolio medis@kg.ac.rs

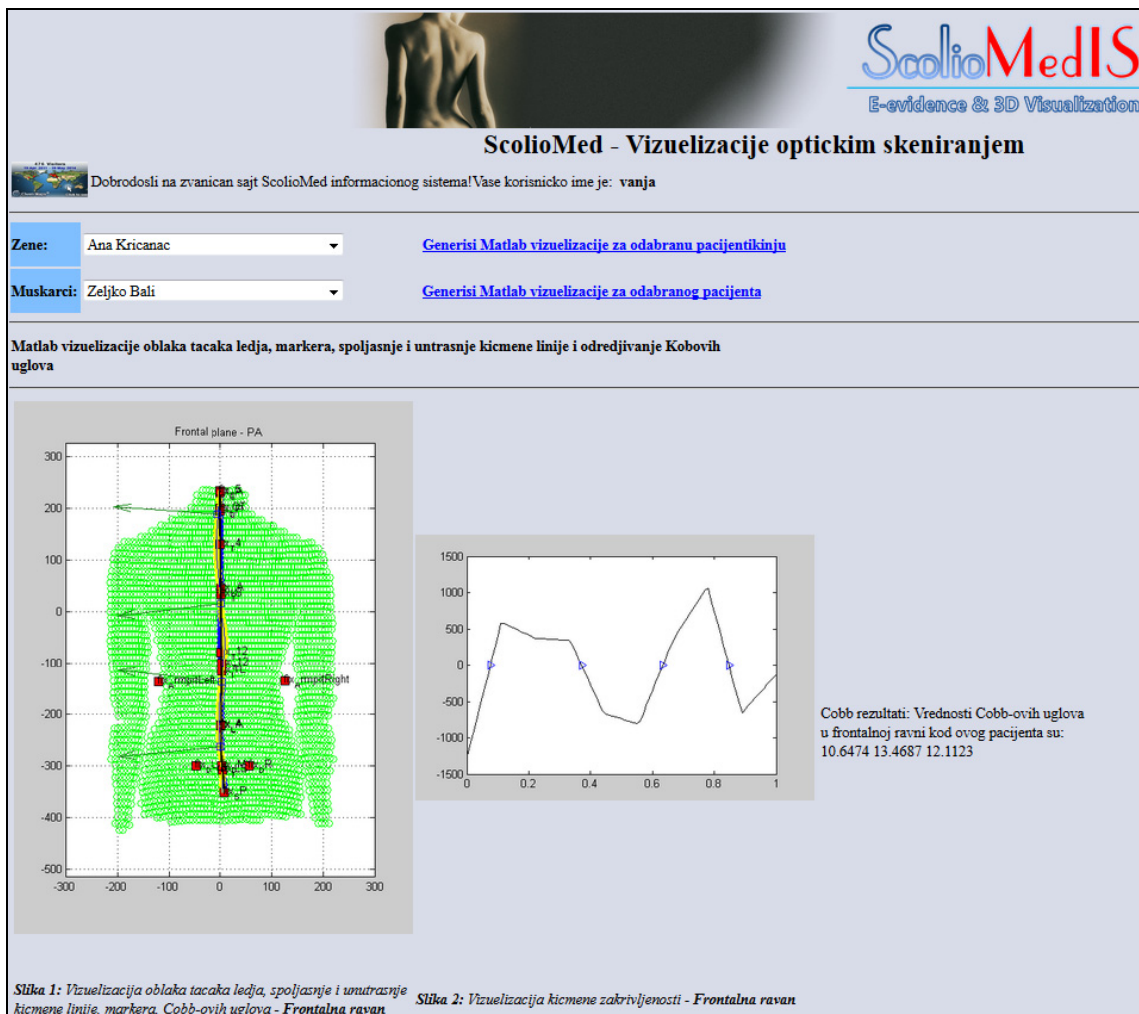
Слика 6. Извештај обављеног прегледа за пацијента специфицираног ЈМВГ броја.

Захваљујући реализованом програмском интерфејсу према *Matlab* програму *ScolioMedIS* веб апликације, врши се читање текстуалних фајлова резултата оптичког

скенирања одабраног пацијента и интерактивно генерисање и приказивање следећих *Matlab* визуелизација у овој апликационој веб страници:

- *Matlab* 2D визуелизација облака тачака леђа, *DIERS* маркера [40], *B-spline* линије симетрије леђа (плава линија), унутрашње *B-spline* кичмене линије (жута линија), кичмене закривљености и приказ вредности Кобових улова у фронталној равни усправног положаја пацијента (слика 7) и бочној равни усправног положаја пацијента (слика 8);

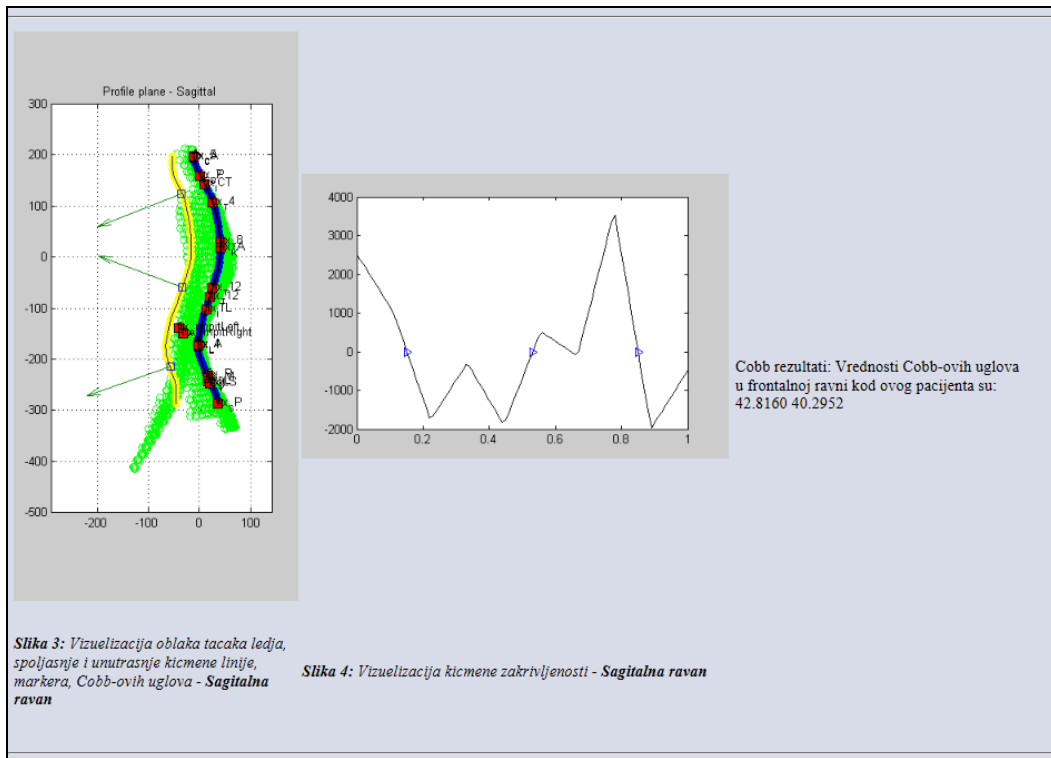
- *Matlab* 3D визуелизација облака тачака леђа, *DIERS* маркера, *B-spline* линије симетрије леђа (плава линија), унутрашње *B-spline* кичмене линије (жута линија) (слика 9).



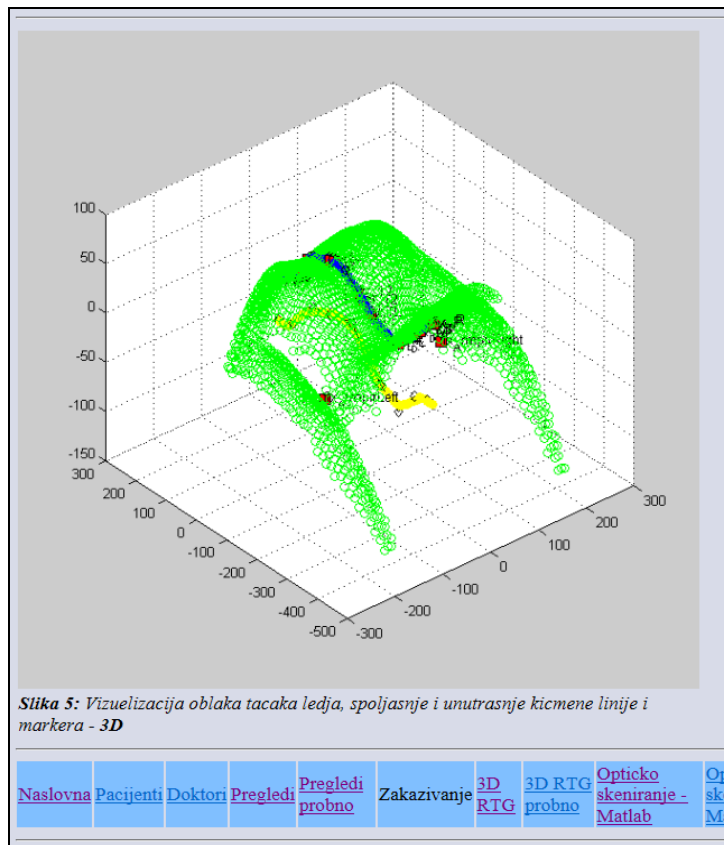
Слика 7. Веб страница *Vizuelizacija_optickim_skeniranjem* – први део

На сликама 10 и 11 приказани су делови веб странице *Vizuelizacija digitalnom kamerom* за случај регистрованог корисника. Као и у случају визуелизације оптичким скенером и овде су подаци о резултатима снимања пацијената дигиталном камером расположиви у виду текстуалних фајлова, тако да су и у овој веб страници предвиђена две падајуће листе за избор пола пацијента, мушког или женског, за ког је потребно приказати обрађене податке добијене камером. Након селекције одређеног пацијента, односно пацијенткиње медицинска особа притиска линк дугме *Generisi Matlab vizuelizaciju za odabranu pacijentkinju*, односно *Generisi Matlab*

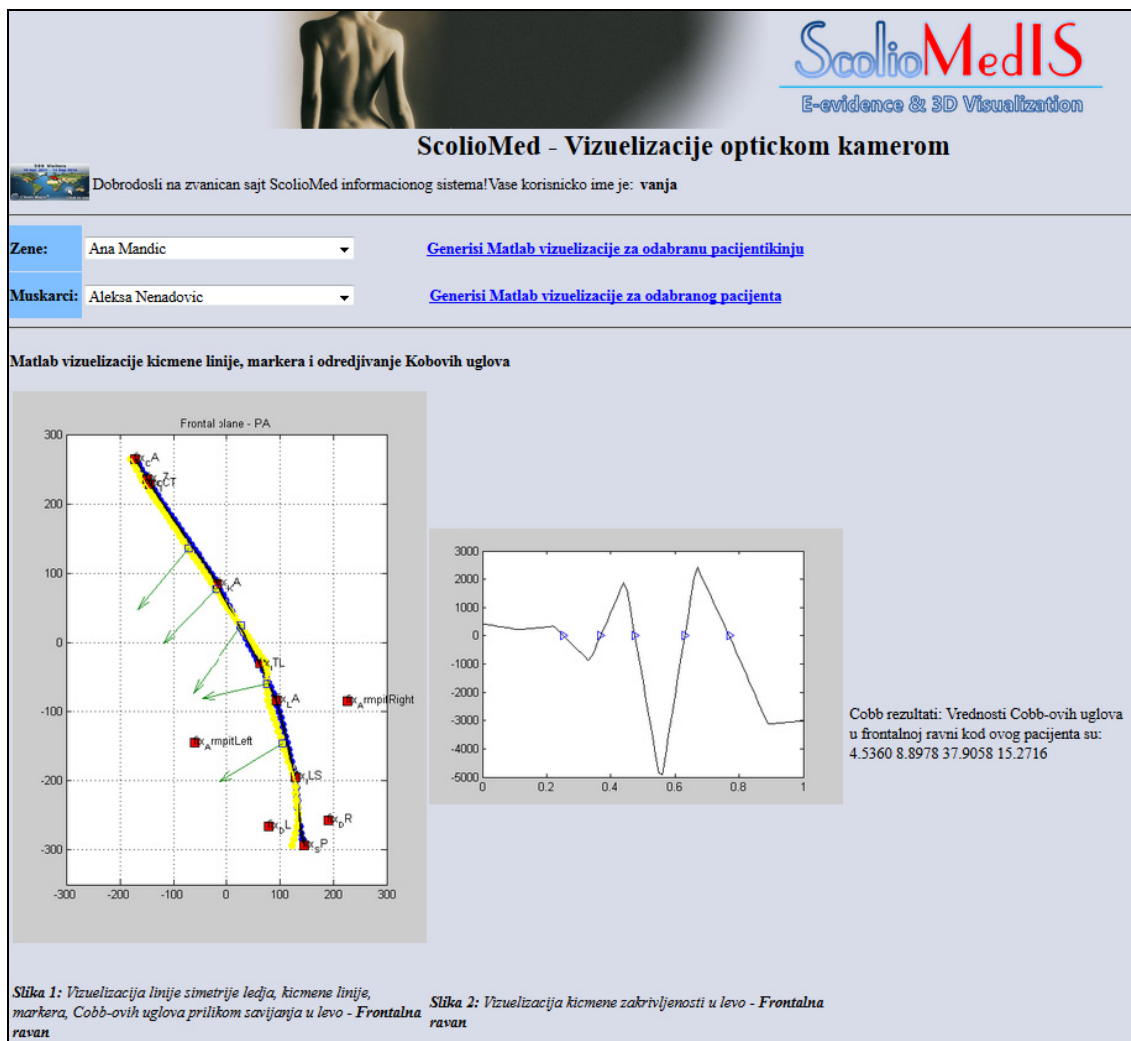
vizuelizaciju za odabranog pacijenta.



Слика 8. Веб страница *Vizuelizacija_optickim_skeniranjem* – други део



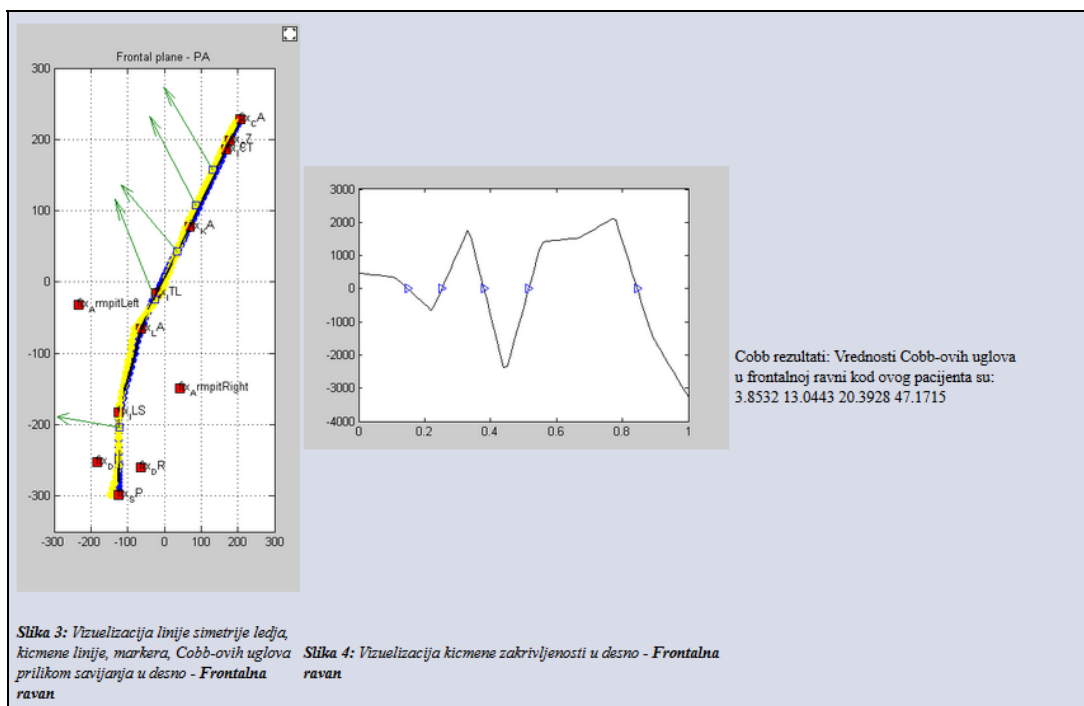
Слика 9. Веб страница *Vizuelizacija_optickim_skeniranjem* – трећи део



Слика 10. Веб страница *Vizuelizacija_digitalnom_kamerom* – први део

Захваљујући реализованом програмском интерфејсу према *Matlab* програму *ScolioMedIS* веб апликације, врши се читање текстуалних фајлова резултата снимања дигиталном камером одабраног пацијента и интерактивно генерисање и приказивање *Matlab* 2D визуелизација *DIERS* маркера [40], *B-spline* кичмене линије, кичмене закривљености и приказ вредности Кобових улова у фронталној равни приликом савијања пацијента у леву страну (слика 10) и десну страну (слика 11).

На сликама 12 и 13 приказана је веб страница *Vizuelizacija_kичme_3D* за случај регистрованог корисника. У циљу заштите података који се налазе у бази података информационог система *ScolioMedIS*, и овој апликационој веб страници може приступити само регистровани корисник система, што је најчешће неко од медицинског особља. За унос података, који су потребни за 3D визуелизацију кичме пацијента у базу, Медицинска особа из падајуће листе најпре одабира *JMBG* број пацијента (слика 12), а након тога да у текстуалним пољима ове веб странице (слика 13) унеси одређене вредности транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на *CSVL* линију, затим вредности фактора скалирања и дужину *C7-S1* кичмене линије, на основу 2D фронталних и бочних визуелизација усправног положаја пацијента.



Слика 11. Веб страница *Vizuelizacija_digitalnom_kamerom* – други део

У страници је такође могуће извршити претрагу свих података 3D визуелизације кичме пацијента, спецификацијом његовог *JMBG* броја, а такође и брисање и измену података 3D визуелизације специфицираног ID броја (*TranspozicijeID* број) (слика 13). Притиском на линк дугме за регенерисање 3D модела кичме пацијента, специфицираног *JMBG* броја и прегледа специфицираног ID броја, врши се регенерисање 3D модела кичме пацијента и његов приказ у виду *.3dxml* фајла у посебној страници *ScolioMedIS* веб апликације (слика 14).



ScolioMedIS
E-evidence & 3D Visualization

ScolioMedDB

- Podaci o transpozicijama apikalnih prsljenova u odnosu na srednju sakralnu vertikalnu liniju -

Dobrodošli na zvaničan sajt ScolioMed informacionog sistema! Vaše korisničko ime je: vanja [Odjava](#)

JMBG: 1405981787849

PODACI O PACIJENTU	PacientID	JMBG	LBO	Ime	Prezime	Pol	DatumRodjenja	UlicaBroj	Mesto	Opstina	DoktorID
	2	1405981787849	28001316595	Dragana	Antic	Z	5/14/1981 12:00:00 AM	Dubrovačka 10	Ljubici	Cacak	2

PODACI O TRANSPOZICIJAMA APIKALNIH PRSLJENOVA U ODNOSU NA CSVL LINIJU	TranspozicijeID	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	Scaling	c7s1	PacijentID	Datum
	15	0	0	0	0	0	0	5	-10	5	5	-20	-30	1	530	2	2/5/2014 11:01:29 AM
	21	0	0	20	0	-5	0	5	-10	5	5	-20	-30	1	530	2	4/4/2014 4:03:29 PM
	22	0	0	20	-5	5	0	5	-10	5	5	-20	-30	1	530	2	4/4/2014 4:04:27 PM
	23	0	5	20	-5	5	0	5	-10	5	5	-20	-30	1	530	2	4/4/2014 4:05:01 PM

UNOS I AZURIRANJE PODATAKA O TRANSPOZICIJAMA APIKALNIH PRSLJENOVA U ODNOSU NA CSVL LINIJU

Слика 12. Веб странице *Vizuelizacija_kicme_3D* – први део

UNOS I AZURIRANJE PODATAKA O TRANSPOZICIJAMA APIKALNIH PRSLJENOVA U ODNOSU NA CSVL LINIJU

FRONTALNA RAVAN

SAGITALNA RAVAN

a (mm):

b (mm):

c (mm):

d (mm):

e (mm):

f (mm):

g (mm):

h (mm):

i (mm):

j (mm):

k (mm):

l (mm):

Scaling:
c7s1:

Napomena: Normalne vrednosti transpozicije apikalnih prsljenova u odnosu na CSVL liniju u frontalnoj ravni su: a=0mm, b=0mm, c=0mm, d=0mm, e=0mm, f= 0mm, a u sagitalnoj ravni su: g=5mm, h=-10mm, i = 5mm, j = 5mm, k = -20mm, l=-30mm. Podrazumevana vrednost faktora skaliranja je 1, dok je podrazumevana vrednost duzinskog parametra projekcije tacaka C7 i C1 na CSVL 530mm.

1. Dodaj novo izmerene vrednosti transpozicija kicmene linije za pacijenta zadatog JMBG broja
2. Unesi broj TranspozicijeID:
3. Bristi podatke o transpozicijama kicmene linije pacijenta zadatog JMBG broja i TranspozicijeID broja
4. Sacuvaj izmenjene vrednosti transpozicija kicmene linije za pacijenta zadatog JMBG broja i TranspozicijeID broja
5. Regenerisi 3D model kicme pacijenta zadatog JMBG broja i TranspozicijeID broja

Слика 13. Веб странице *Vizuelizacija_kicme_3D* – други део

Select an object or a command

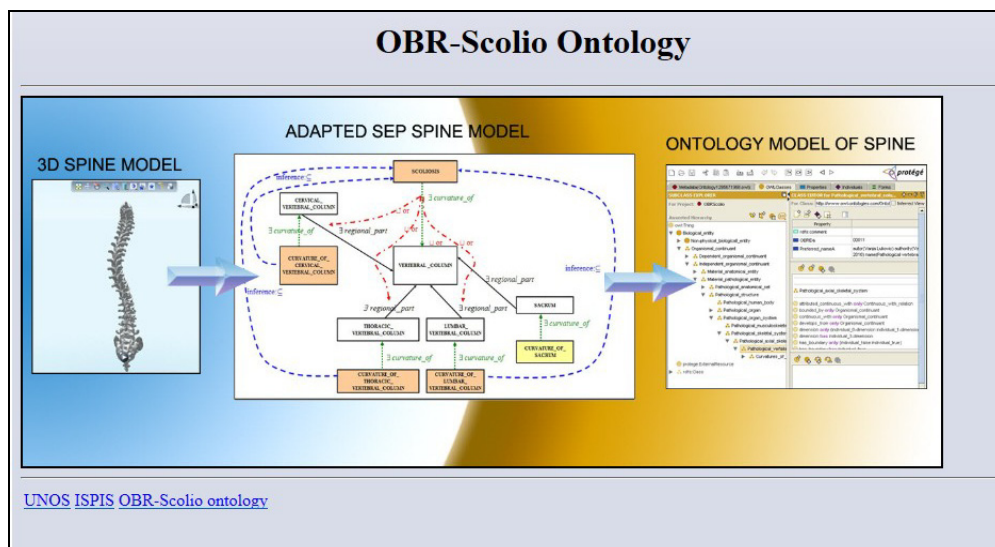
3D vizuelizacija kicme za (3D visualization of the spine for) pacijentID = 5, TranspozicijeID = 16 (Milica Pavlovic, JMBG = 19029787843)

Parametar	Vrednost	Tacka	x	y	z
podela	88.33	Prsljen L5	-5.03	0.27	15.19
Measure/MeasureEdge.1/Length		Prsljen L4	-13.12	0.45	46.13
		Prsljen L3	-18.52	0.2	77.66
		Prsljen L2	-21.09	-0.29	110.55
		Prsljen L1	-20.53	-0.57	141.53
		Prsljen T12	-16.96	-0.26	172.31
		Prsljen T11	-11.53	0.47	199.76

Слика 14. 3D модел кичме пацијента специфицираног *JMBG* броја и *TranspozicijeID* броја

Кориснички интерфејс за интеграцију *OBR-Scolio* онтологије [21], чији су кључни концепти намењени за дефинисање Ленкове класификације сколиозе,

обезбеђује одређивање типа Ленкове класификације сколиозе кичме, а на основу Кобових углова који су добијени поступком визуелизације резултата насталих оптичким скенирањем (слика 15 и 16). Овај део информационог система *ScolioMedIS* је израђен коришћењем програмског окружења *Eclipse* [41] у *Java Dinamic Web* технологији, а састоји се од веб страница које су дизајниране на тај начин да омогућавају потпуну корисничку интеракцију са *MySQL* базом података система, као и интеракцију са *OBR-Scolio* онтологијом. За интеграцију онтологије у овај део информационог система *ScolioMedIS* коришћен је *Protégé-OWL API*, који представља колекцију *Java* интерфејса према *OBR-Scolio* онтологији. Ови интерфејси омогућују приступ *OWL* моделу онтологије и његовим елементима: класама, својствима и индивидуама.



Слика 15. Главна страница за интеграцију *OBR-Scolio* онтологије у информациони систем *ScolioMedIS*

Red. broj	ID	IME	PREZIME	JMBG	Vreme upisa	Kobov ugaoUT	Kobov ugaoUT levo	Kobov ugaoUT desno	Ugao Kifoze T2T5	Kobov ugao MT	Kobov ugao MT levo	Kobov ugao MT desno	Kobov ugao TL	Kobov ugao TL levo	Kobov ugao TL desno	Kobov ugao L	Kobov ugao L levo	Ugao Kifoze T10 L2	Ugao Kifoze T5 T12	Lumbalni modifikator	Lenkov tip skolioze	AKCIJE	
1	15	Ana	Kricanac	1001971787841	2014-09-13 07:27:17.0	11.0	0.0	0.0	13.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	60.0	C	Tip1 - Main Thoracic (MT)+C Tip5 -	Obrisi Izmeni	
2	16	Ana	Ljubas	1203972787843	2014-09-13 07:39:01.0	14.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	0.0	7.0	0.0	A	Thoracolumbar/Lumbar (TL)L-A	Obrisi Izmeni
3	17	Anamarija	Nuji	1203973787841	2014-09-13 08:01:35.0	32.0	0.0	0.0	8.0	41.0	30.0	0.0	10.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	5.0	0.0	B	Tip1 - Main Thoracic (MT)-B	Obrisi Izmeni
4	18	Anamarija	Stepinac	1103981787843	2014-09-13 10:00:00.0	11.0	0.0	0.0	1.0	25.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	A	Tip1 - Main Thoracic (MT)-A Tip5 -	Obrisi Izmeni
5	19	Ana	Paculanac	2109983787843	2014-09-13 10:23:48.0	20.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	4.0	0.0	C	Thoracolumbar/Lumbar (TL)L-C	Obrisi Izmeni
6	20	Ana	Petric	0704988787841	2014-09-13 10:32:20.0	25.0	0.0	0.0	13.0	42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	C	Tip1 - Main Thoracic (MT)-C	Obrisi Izmeni
7	21	Ana	Sertic	0802989787843	2014-09-13 10:39:28.0	0.0	0.0	0.0	3.0	36.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	A	Tip1 - Main Thoracic (MT)-A Tip5 -	Obrisi Izmeni
8	22	Ana	Tasner	1003982787843	2014-09-13 10:45:15.0	0.0	0.0	0.0	13.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	8.0	0.0	A	Thoracolumbar/Lumbar (TL)L-A	Obrisi Izmeni

Слика 16. Страница за испис основних података о пацијенту, вредностима Кобових углова и аутоматски одређених Ленкових типова сколиозе кичме пацијента

У најважније корисничке интерактивности које се могу остварити са онтологијом *OBR-Scolio* у овом делу информационог система *ScolioMedIS* спадају:

- *Могућност креирања и исписа свих кључних индивидуа OBR-Scolio онтологије чије име почиње са PJMBG и статистичких података* (слика 17). Овде се на основу свих података о Кобовим угловима пацијената у бази и Ленковог типа сколиозе пацијента креирају најпре инстанце *OBR-Scolio* онтологије основних типова кривина кичме пацијента, да би се након тога креирала одговарајућа инстанца *OBR-Scolio* онтологије Ленковог типа сколиозе пацијената. Да би се разликовале од осталих инстанци *OBR-Scolio* онтологије, усвојено је да називи свих наведених инстанци почињу са *PJMBG*. Овде се такође врши испис статистичких података о процентуалном броју прегледаних пацијената са појединим основним типовима кривина кичме, Ленковим типовима сколиозе, затим процентуалан број пацијената са појединим лумбалним, односно грудним бочним модификатором кичме. Овим се обезбеђује демографска анализа заступљености Ленкових типова сколиозе кичме, учесталости појављивања појединих кичмених кривина, као и заступљености појединих лумбалних, односно грудних бочних модификатора кичме у посматраном региону и у одређеном временском раздобљу;

```
- Percentualan broj pacijenata sa gornje grudnom ne-strukturnom krivinom je: 14.960629921259844%
- Percentualan broj pacijenata sa gornje grudnom strukturnom krivinom je: 5.511811023622047%
- Percentualan broj pacijenata sa glavnom grudnom ne-strukturnom krivinom je: 9.448818897637794%
- Percentualan broj pacijenata sa glavnom grudnom strukturnom krivinom je: 24.409448818897637%
- Percentualan broj pacijenata sa grudno lumbalnom ne-strukturnom krivinom je: 1.574803149606299%
- Percentualan broj pacijenata sa grudno lumbalnom strukturnom krivinom je: 6.299212598425196%
- Percentualan broj pacijenata sa lumbanom ne-strukturnom krivinom je: 16.535433070866144%
- Percentualan broj pacijenata sa lumbanom strukturnom krivinom je: 21.25984251968504%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1-A je: 6.521739130434782%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1NA je: 4.3478260869565215%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1+A je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1-B je: 2.1739130434782608%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1NB je: 17.391304347826086%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1+B je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1-C je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1NC je: 4.3478260869565215%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 1+C je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2-A je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2NA je: 4.3478260869565215%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2+A je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2-B je: 2.1739130434782608%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2NB je: 4.3478260869565215%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2+B je: 0.0%
- Percentualan broj pacijenata sa Lenkovim tipom 2-C je: 0.0%
```

Слика 17. Страница за испис свих кључних индивидуа *OBR-Scolio* онтологије чије име почиње са *PJMBG* и статистичких података

- *Могућност исписа индивидуа OBR-Scolio онтологије задатог пацијента, чије име почиње са PJMBG и осталих карактеристика кривина* (слика 18). Овде се врши груписани приказ свих назива кривина кичме и њихових Кобових углова, као и Ленковог типа сколиозе пацијента изабраног *JMBG* броја у зависности од датума дијагностиковања. Уколико пацијент изабраног *JMBG* броја има више од једног

термина дијагностиковања Ленковог типа сколиозе, у овој страници се такође врши испис повећања, односно смањења Кобових углова кривина кичме у односу на вредности Кобових углова кривина кичме пацијента у непосредно претходном термину дијагностиковања, чиме се постиже континуално праћење прогресије, односно регресије величина кичмених кривина пацијента са сколиозом.



OBR Scolio ontology

- Испис карактеристика кривина и Ленковог типа сколиозе пацијента задатог PJMBG броја на основу индивидуа OBR-Scolio онтологије-

Пацијент са JMBG бројем 1908986787843 поседује следеће кривине кичме:		
1. Назив кривине: Горње грудна не-структурна кривина	Kobov ugao кривине: 20	
2. Назив кривине: Грудно лумбална структурна кривина	Kobov ugao кривине: 30	Kobov ugao кривине приликом савијања у леву страну: 15
Lenkov tip сколиозе: Tip5 - Thoracolumbar/Lumbar (TL/L)		
Datum дијагностиковања: 2013-08-26 17:44:46.0		

1. Назив кривине: Горње грудна не-структурна кривина	Kobov ugao кривине: 25	
Povecanje Kobovog ugla кривине у односу на претходни период износи: 5		
2. Назив кривине: Грудно лумбална структурна кривина	Kobov ugao кривине: 40	Kobov ugao кривине приликом савијања у леву страну: 30
Povecanje Kobovog ugla кривине у односу на претходни период износи: 10		
Povecanje Kobovog ugla кривине приликом савијања у леву страну у односу на претходни период износи: 15		
Lenkov tip сколиозе: Tip5 - Thoracolumbar/Lumbar (TL/L)		
Datum дијагностиковања: 2014-08-13 23:00:32.0		

Слика 18. Страница за испис исписа индивидуа *OBR-Scolio* онтологије задатог пацијента, чије име почиње са *PJMBG* и осталих карактеристика кривина

Литература:

- [1] G. Devedzic, S. Cukovic, V. Lukovic, D. Milosevic, K. Subburaj, and T. Lukovic, "ScolioMedIS: Web-oriented information system for idiopathic scoliosis visualization and monitoring", *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 108, no. 2, pp. 736–749, 2012.
- [2] T. Lukovic, S. Cukovic, V. Lukovic, D. Goran, and D. Djordjevic, "Towards a new protocol of scoliosis assessments and monitoring in clinical practice: A pilot study", *Back Musculoskelet. Rehabil.*, 2014.
- [3] L. G. Lenke, R. R. Betz, J. Harms, K. H. Bridwell, D. H. Clements, T. G. Lowe, and K. Blanke, "Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis", *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 83-A, no. 8, pp. 1169–1181, 2001.
- [4] "Downloads - Dassault Systèmes." [Online]. Available: <http://www.3ds.com/products-services/3dvia/3d-xml/1/>. [Accessed: 31-Aug-2013].
- [5] H. Davis, P. A. Garber, N. Kim, D. Nash, L. O. Connell, and Y. Rabinovitch, *Visual C #. NET Programming*. 2002, p. 451.
- [6] C. C. D’Ousualdo F., Schierano S., "The evaluation of the spine through the surface.

The role of surface measurements in the evaluation and treatment of spine diseases in young patients”, *Eur. J. Phys. Rehabil. Med. (europa medicophysica)*, vol. 38, no. 3, pp. 147–152, 2002.

[7] L. R. Lim CH., Tassone C., Liu XC., Thometz JG., “Correlation of idiopathic scoliosis assessments between newly developed Milwaukee Topographic Scanner and Quantec”, *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 176, pp. 255–258, 2012.

[8] G. E. Gorton, M. L. Young, and P. D. Masso, “Accuracy, Reliability, and Validity of a 3-Dimensional Scanner for Assessing Torso Shape in Idiopathic Scoliosis”, *Spine*, vol. 37, no. 11, pp. 957–965, 2012.

[9] Z. Y. Cheung CW., Law SY., “Development of 3-D ultrasound system for assessment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS): and system validation”, in *Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2013.

[10] G. A. Glinkowski W., Michoński J., Glinkowska B., Zukowska A., Sitnik R., “Telediagnostic 3D school screening of back curvatures and posture using structured light method - pilot study”, *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 176, pp. 291–294, 2012.

[11] X. C. Liu, J. C. Tassone, J. G. Thometz, L. C. Paulsen, R. M. Lyon, C. Marquez-Barrientos, S. Tarima, and P. R. Johnson, “Development of a 3-dimensional back contour imaging system for monitoring scoliosis progression in children”, *Spine Deform.*, vol. 1, no. 2, pp. 102–107, 2013.

[12] F. Berryman, P. Pynsent, J. Fairbank, and S. Disney, “A new system for measuring three-dimensional back shape in scoliosis”, *Eur. Spine J.*, vol. 17, no. 5, pp. 663–672, 2008.

[13] A. Zubović, N. Davies, F. Berryman, P. Pynsent, N. Quraishi, C. Lavy, G. Bowden, J. Wilson-Macdonald, and J. Fairbank, “New method of scoliosis deformity assessment: ISIS2 system”, in *Studies in Health Technology and Informatics*, 2008, vol. 140, pp. 157–160.

[14] S. Delorme, H. Labelle, and C.-E. Aubin, “Is Cobb angle progression a good indicator in adolescent idiopathic scoliosis?”, *Spine (Phila. Pa. 1976)*, vol. 27, no. 6, pp. E145–E151, 2002.

[15] R. T. Loder, A. Urquhart, H. Steen, G. Graziano, R. N. Hensinger, A. Schlesinger, M. A. Schork, and Y. Shyr, “Variability in Cobb angle measurements in children with congenital scoliosis”, *J. bone Jt. Surg. Br. Vol.*, vol. 77, no. 5, pp. 768–770, 1995.

[16] J. E. Pruijs, M. A. Hageman, W. Keessen, R. Van Der Meer, and J. C. Van Wieringen, “Variation in Cobb angle measurements in scoliosis”, *Skeletal Radiol.*, vol. 23, no. 7, pp. 517–520, 1994.

[17] R. T. Morrissy, G. S. Goldsmith, E. C. Hall, D. Kehl, and G. H. Cowie, “Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error.”, *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 72, no. 3, pp. 320–327, 1990.

[18] M. Shaw, C. J. Adam, M. T. Izatt, P. Licina, and G. N. Askin, “Use of the iPhone for Cobb angle measurement in scoliosis”, *Eur. Spine J.*, vol. 21, no. 6, pp. 1062–1068, 2012.

[19] “Visual Studio 2013 Preview | Microsoft Visual Studio.” [Online]. Available: <http://www.microsoft.com/visualstudio/eng/2013-preview>. [Accessed: 30-Aug-2013].

[20] M. MacDonald, A. Freeman, and M. Szpuszta, “ASP . NET 4 in C # 2010,” *Library*

(Lond)., p. 1616, 2010.

[21] V. Lukovic, D. Milosevic, G. Devedzic, and S. Cukovic, “Converting OBR-Scolio ontology in OWL DL”, *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 10, no. 3, pp. 1359–1385, 2013.

[22] M. C. September, J. L. Contributor, and L. Hughes, “Overview of Microsoft SQL Server 2008”, *Mastering*, pp. 1–34, 2008.

[23] “3D CAD design software CATIA - Dassault Systèmes.” [Online]. Available: <http://www.3ds.com/products-services/catia/>. [Accessed: 31-Aug-2013].

[24] CCARD, *CATIA*, vol. 135, no. 2. 2004, pp. 1–40.

[25] D. J. Higham and N. J. Higham, “MATLAB Guide - Desmond J”, *IEEE Spectrum*, vol. 34, no. 4. Society for Industrial Mathematics, p. 386, 2005.

[26] S. E. Lyshevski, “MATLAB Basics”, in *Engineering and Scientific Computations Using MATLAB®*, John Wiley & Sons, Inc., 2003, pp. 1–26.

[27] M. E. Herniter, “Programming in MATLAB”, *Subband Adapt. Filter.*, p. 486, 2001.

[28] T. D. E. Matlab, “MATLAB Tutorial”, *Nonlinear Anal. Theory Methods*, vol. 71, no. 12, pp. e1005–e1020, 2009.

[29] T. Language and T. Computing, “MATLAB The Language of Technical Computing”, *Components*, vol. 3, no. 7, p. 750, 2004.

[30] “The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System.” [Online]. Available: <http://protege.stanford.edu/>. [Accessed: 18-Jun-2013].

[31] “ScolioMedIS.” [Online]. Available: <http://www.scoliomedis.mfkg.rs/LoginNew.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>. [Accessed: 29-Aug-2013].

[32] J. Chowanska, T. Kotwicki, K. Rosadzinski, and Z. Sliwinski, “School screening for scoliosis: can surface topography replace examination with scoliometer?”, *Scoliosis*, vol. 7. p. 9, 2012.

[33] T. Kotwicki, J. Chowanska, E. Kinel, D. Czaprowski, M. Tomaszewski, and P. Janusz, “Optimal management of idiopathic scoliosis in adolescence.”, *Adolesc. Health. Med. Ther.*, vol. 4, pp. 59–73, 2013.

[34] I. P. McLean, M. G. Gillan, J. C. Ross, R. M. Aspden, and R. W. Porter, “A comparison of methods for measuring trunk list: a simple plumbline is the best.”, *Spine (Phila. Pa. 1976)*, vol. 21, pp. 1667–1670, 1996.

[35] W. P. Bunnell, “An objective criterion for scoliosis screening”, *J. Bone Joint Surg. Am.*, vol. 66, pp. 1381–1387, 1984.

[36] A. Michele, “Iliopsoas: Development of anomalies in man”, *South. Med. J.*, vol. 57, no. 2, p. 236, 1964.

[37] P. Stagnara, “Ambulante orthopaedische behandlung der scheuermannschen krankheit im floriden stadium”, *Schweiz Med Wschr.*, vol. 95, p. 674, 1965.

[38] Frohner G, “Objektivierung der haltung und beweglichkeit des rumpfes bei kindern

und jugendlichen”, *Haltung Bewegung*, vol. 2, pp. 5–13, 1998.

[39] O. Ludwig, D. Mazet, and E. Schmitt, “Haltungsschwächen bei Kindern und Jugendlichen—eine interdisziplinäre Betrachtung”, *Gesundheitssport Sport.*, pp. 165–71, 2003.

[40] “DIERS - Biomechanische Lösungen von Kopf bis Fuß.” [Online]. Available: <http://www.diers.de/Template.aspx?page=24>. [Accessed: 06-Oct-2014].

[41] “Eclipse Downloads.” [Online]. Available: <http://www.eclipse.org/downloads/>. [Accessed: 26-Jun-2014].

Могућности даљег развоја веб информационог система ScolioMedIS:

Правци даљег развоја информационог система *ScolioMedIS* усмерени су ка (а) развоју методологије за приказ NURBS (engl. „Non Uniform Rational B-spline Surfaces“) дорзалних површи пацијената добијених оптичким скенирањем заједно са 3Д моделом кичменог стуба, (б) имплементацији алгорита за детекцију и 3Д визуелизацију вршних пршљенова кривине и апикалних пршљенова 3Д модела кичме, (в) генерисању дорзалних показатеља деформитета, (г) развоју модула за мултимодалну деформабилну 3Д регистрацију пршљенова и генерисање индивидуализованог модела, и (д) развоју методологије примене дигиталне камере за генерисање савијања 3Д модела кичме у страну. Развојем модула за мултимодалну деформабилну 3Д регистрацију пршљенова додатно би се допринело аутоматизацији процеса генерисања 3Д модела кичменог стуба на основу кључних анатомских обележја на пршљеновима. На тај начин би генерички модел кичменог стуба могао да се примени за визуелизацију других видова деформитета, нпр. конгениталних. Регистрационим методама (ригидним и деформабилним) вршило би се 3Д позиционирање пршљенских центроида у односу на дорзалну површ пацијента и адаптивно регенерисање облика генеричких модела пршљенова према кључним анатомским обележјима. Резултат оваквог унапређења био би приказ потпуне слике деформитета на Интернету и генерисање низа спољашњих и унутрашњих дијагностичких параметара за свеобухватнију анализу прогресије деформитета и унапеређење терапеутских третмана.



КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР КРАГУЈЕВАЦ

Змај Јована бр. 39, 34000 Крагујевац
CLINICAL CENTER KRAГУЈЕВАЦ, 39 Zmaj Jovana Street, 34000 Kragujevac, Serbia

Г.ОБ. КОЛ. ✓	
01-11/992	ЈЕДИНОСТ

Предмет: Извештај о прихватању техничког решења на пројекту ИИИ-41007:
„Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси“

У току истраживања у оквиру пројекта под називом „Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси“ истраживачи пројектног тима потпројекта „ПП-2: Биомеханика“ креирали су и имплементирали техничко решење (категорије М85) у форми веб-базираног информационог система под називом „ScolioMedIS: Информациони систем за мониторинг и нејонизујућу 3Д визуелизацију деформитета кичменог стуба“.

Од 1. априла 2015. године на Клиници за ортопедију и трауматологију и у Центру за физикална медицину и рехабилитацију инсталиран је систем ScolioMedIS, аутора **Проф. др Горана Девеџића** (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), **Мр Вање Луковић** (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), **Саше Ђуковића**, дипл. инг. (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), **Проф. др Данијеле Милошевић** (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), **Доц. др Тање Луковић** (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац), **др Зорана Јовановића** (Клинички центар Крагујевац) и **Проф. др Бранка Ристића** (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац), који омогућава:

- електронско евидентирање визуелног прегледа пацијента са сколиозом коришћењем е-картона сколиозе,
- визуелни 2Д и 3Д приказ спољашње линије симетрије леђа, унутрашње кичмене линије, облака тачака леђа пацијента и кичменог стуба пацијента,
- аутоматско одређивање Кобових углова кривина у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента, коришћењем оптичког скенирања и положајима приликом савијања пацијента у леву и десну страну, коришћењем дигиталне камере, и
- аутоматско одређивање типа сколиозе према Ленковој класификацији.



КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР КРАГУЈЕВАЦ

Змај Јовина бр. 30, 34000 Крагујевац
CLINICAL CENTER KRAGUJEVAC, 30 Zmaj Jovina street, 34000 Kragujevac, Serbia

Очекујемо интензивну примену овог информационог система у клиничким условима, али и стварање регионалне банке података и мултимедијалног атласа о деформитетима кичменог стуба. На тај начин ће се повећати квалитет и прецизност рада у области дијагностике и лечења деформитета кичменог стуба.

Начелник пријемно дијагностичког поликлиничког одељења Клинике за ортопедију и трауматологију

Директор Клиничког центра Крагујевац:


Мр Ненад Боžовић


Проф. Др Небојша Арсенијевић

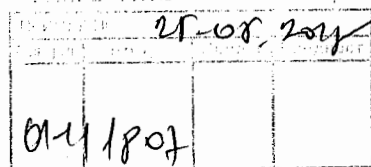
Директор Центра за физикалну медицину и рехабилитацију


Доц. Др Катарина Парзановић



**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ**

Ул. Сестре Јањић бр.6, 34000 Крагујевац



Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признавање техничког решења

Назив техничког решења: ScolioMedIS: Информациони систем за мониторинг и не-јонизујућу 3D визуелизацију деформитета кичменог стуба

Аутор/аутори техничког решења: Проф. Др Горан Девецић (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), Мр Вања Луковић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), Саша Ђуковић, дипл. инж. (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), Др Данијела Милошевић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), Доц. Др Тања Луковић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу), др. Зоран Јовановић, ортопед (Клинички центар Крагујевац), Проф. Др Бранко Ристић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац).

Категорија техничког решења: Нова метода и нови софтвер – М85

Образложење:

Наведено техничко решење, у оквиру којег је представљен нов приступ у мониторингу и дијагностици деформитета кичменог стуба, реализовано је од стране пројектног тима Центра за интегрисан развој производа и процеса и интелигентне системе (CIRPIS) са Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Факултета техничких наука у Чачку у сарадњи са истраживачима са Медицинског факултета у Крагујевцу и стручњацима Клиничког центра „Крагујевац“, у оквиру пројекта III-41007 – „Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси“, Област: Интегрална и интердисциплинарна истраживања - биомедицина, за период 2011-2015. године.

Техничко решење *Информациони систем ScolioMedIS* реализовано је у складу са потребама Клинике за ортопедију и трауматологију и Центра за физикалну медицину и рехабилитацију Клиничког центра у Крагујевцу и може се користити у циљу боље дијагностике деформитета кичменог стуба, али и за регионално праћење адолесцентских деформитета кичменог стуба у другим здравственим центрима.

Резултати истраживања интегрисани у техничком решењу резултат су интегралних и интердисциплинарних истраживања и публиковани су у часописима *Computer Methods and*

Programs in Biomedicine [1] и *Back Musculoskeletal Rehabilitation* [2], као и представљени на више међународних и домаћих скупова.

Техничким решењем се решава проблем дијагностике сколиозе који се у тренутној клиничкој пракси се углавном своди на вођење нестандардизованог картона за евиденцију спољашњих мерних показатеља сколиозе, који, су неподесни за чување, а такође и за анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу. При томе се рендгенско снимање примењује само у тежим случајевима пацијената са сколиозом, а Кобови углови одређују само у фронталној равни у усправном положају пацијента. Све то доводи до тога да су прикупљени подаци недовољни за адекватно праћење развоја деформитета кичме, као и самог процеса лечења.

Информациони систем *ScolioMedIS* садржи електронски картон која се базира на иновативном протоколу, за спољашњи визуелни преглед пацијената са сколиозом. Електронски картон обезбеђује евидентирање, памћење и ажурирање података о прегледима пацијента, а такође и анализу свеукупних резултата на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону.

Техничко решење користи оптичке методе за визуелизацију спољашње линије симетрије леђа и унутрашње кичмене линије у 2D и 3D равнима са аутоматским одређивањем и исписивањем Кобових углова кичмених кривина у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента, као и положајима приликом савијања пацијента у страну. На тај начин постиже одређивање Кобових углова кривина кичме се знатно мањом грешком у односу на постојеће приступе.

Информациони систем *SciolioMedIS* је реализован као трослојна апликација која обухвата:

- *презентациони слој (кориснички)* – којим се дефинише кориснички интерфејс апликације.
- *слој логике апликације* – овај слој дефинише логику апликације, којим се остварује комуникација, тј. интеракција корисничког слоја са слојевима базе података, слојем за генерисање визуелизација и слојем онтологије.
- *слој додатних компоненти: базе података, модула за моделирање сколиозе и онтологије*

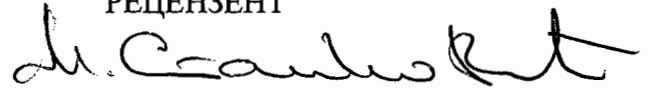
За реализацију техничког решења примарно је коришћено програмско окружење Microsoft Visual Studio и C# ASP.NET технологије. За складиштење и ажурирање података коришћени су Microsoft SQL и MySQL сервери база података. Модул за моделирање сколиозе укључује механизме који обезбеђују генерисање визуелизација и састоји се од CATIA V5R20 и Matlab програмских алата за визуелизацију. За креирање и управљање онтологијом сколиозе OBRScolio реализована је Јава апликација у спрези са *Protege* програмом.

Предложено техничко решење нуди нов приступ мониторингу и дијагностици деформитета кичменог стуба. Применом савремених информациониј технологија (на пр. интегрисањем онтологија и визуелизацијом) реализован је систем који омогућава поуздану дијагностику деформитета кичменог стуба и праћење процеса лечења пацијената али и успешну превентиву у циљу раног откривања деформитета и благовременог укључивања терапије.

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: "ScolioMedIS: ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ И НЕ-ЈОНИЗУЈУЋУ 3Д ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ ДЕФОРМИТЕТА КИЧМЕНОГ СТУБА " представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научно-истраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M85.

Ниш, 14.05.2015.

РЕЦЕНЗЕНТ



Проф. др Милена Станковић

Електронски факултет Универзитета у Нишу

2. 06. 2015

01-11933

Датум: 22. мај 2015.

Предмет: Мишљење рецензента о испуњености критеријума за признавање техничког решења

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008,) рецензент проф. др Зита Бошњак оценила је да су испуњени услови за признавање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

Назив:

ScolioMedIS: ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ И НЕЈОНИЗУЈУЋУ 3Д ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ ДЕФОРМИТЕТА КИЧМЕНОГ СТУБА

Аутори: Проф. др Горан Девеџић (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), мр Вања Луковић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), Саша Ђуковић, дипл. инг. (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), проф. др Данијела Милошевић (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), доц. др Тања Луковић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу), др Зоран Јовановић, ортопед (Клинички центар Крагујевац), проф. др Бранко Ристић (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац).

Категорија техничког решења: (М85) Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми.

Образложење

Предложено решење урађено је за:

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (за потребе пројекта са ев. бр. III-41007: "Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси", руководилац пројекта: Проф. др Ненад Филиповић).

Предложено решење је урађено:

2015. године.

Субјект који је решење прихватио и примењује:

Клинички центар Крагујевац, Клиника за ортопедију и трауматологију, Центар за физикалну медицину и рехабилитацију.

Предложено решење се користи на следећи начин:

Описано техничко решење омогућава: а) електронско евидентирање визуелног прегледа пацијента са сколиозом коришћењем е-картона сколиозе б) визуелни 2D и 3D приказ спољашње линије симетрије леђа, унутрашње кичмене линије и облака тачака леђа пацијента, в) аутоматско одређивање Кобових углова кривина у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента, коришћењем оптичког скенирања и положајима приликом савијања пацијента у леву и десну страну, коришћењем дигиталне камере. Техничко решење такође омогућава визуелни 3D приказ кичменог стуба пацијента, модификацијом генеричког 3D CAD модела кичме на основу вредности транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на CSVL (Central Sacral Vertical Line) линију, дужине C7-S1 кичмене линије и вредности фактора скалирања на основу облака тачака усправног положаја пацијента, које су добијене поступком оптичког скенирања. Информациони систем ScolioMedIS обезбеђује аутоматско одређивање типа сколиозе према Ленковој класификацији.

Област на коју се техничко решење односи:

Информациони системи за рану дијагностику, евидентирање и праћење деформитета кичменог стуба код адолесцената, CAD моделирање, Програмирање веб апликација, Онтологије.

Проблем који се техничким решењем решава:

- Информациони систем намењен је неинвазивној дијагностици деформитета кичменог стуба и базира се на коришћењу нејонизујућих метода за разлику од конвенционалних начина мониторинга и дијагностике, који се свде на примену штетног рендгенског зрачења.
- Проблем непрецизних метода за мерење дорзалних и унутрашњих показатеља и типа деформитета решен је аутоматизацијом метода за одређивање Кобових углова на основу оптичких снимака и онтологијама чиме се умањује потреба за радиографским снимањем.
- Садржи електронски картон сколиозе у виду електронске форме за спољашњи визуелни преглед пацијената са сколиозом. Наведена електронска форма обезбеђује евидентирање, памћење и ажурирање свих информација о прегледима пацијента, а такође и анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону, а и шире.
- Омогућава визуелни 3D приказ кичме пацијента, модификацијом генеричког 3D CAD модела кичме до 3D CAD модела кичме посматраног пацијента, који се у виду .3dxml фајла директно приказује на веб страници портала ScolioMedIS-a.
- Једноставна употреба система огледа се у томе да рачунари клијети, који приступају ScolioMedIS информационом систему, не морају да садрже извршне програме који су потребни за функционисање апликације, осим 3D XML Player програма за приказ 3D визуелизације кичме у веб претраживачу.

Стање решености тог проблема у свету

На основу проблема који решава и платформе на којој је заснован, може се рећи да је ScolioMedIS јединствени веб оријентисани информациони систем доступан путем интернета. Омогућава праћење великог броја параметара деформитета кичменог стуба добијених путем нових неинвазивних приступа за дијагностику и мониторинг. Информациони систем ScolioMedIS обезбеђује перманентно праћење сколиозе на тај начин што обезбеђује визуелни 2D и 3D приказ кичмене линије и кичме и аутоматско одређивање Кобових углова и Ленковог типа сколиозе, коришћењем оптичких система.

Суштина техничког решења

Информациони систем ScolioMedIS заснован је на трослојној архитектури коју чине:

- Слој презентације (кориснички) – овај слој је сачињен углавном од веб форми тј. страница који дефинишу изглед апликације, израђене у програмском окружењу Microsoft Visual Studio коришћењем C# ASP.NET технологије, а сачињавају га фајлови апликације са екстензијом *.aspx, који најчешће садрже статички XHTML код апликације. На страни дела ScolioMedIS информационог система који се састоји од апликације израђене у програмском језику Java, која има непосредну интеракцију са онтологијом сколиозе OBRscolio, овај слој сачињавају .jsp странице које дефинишу изглед апликације.
- Слој логике апликације – овај слој дефинише логику апликације, којим се остварује комуникација, тј. интеракција корисничког слоја са слојевима базе података, слојем за генерисање визуелизација и слојем онтологије. Њега сачињавају фајлови апликације израђене коришћењем C# ASP.NET технологије, који имају екстензију *.aspx.cs, а садрже програмски код апликације који се извршава на серверској страни и обезбеђује интеракцију са слојем базе података, као и слојем за генерисање визуелизација, коришћењем Matlab и CATIA програмских интерфејса (API-a).
- Слој додатних компоненти - базе података, модула за моделирање сколиозе и онтологије: База података сачињава Microsoft SQL и MySQL сервере база података, који укључују механизме складиштења и ажурирања података. Модул за моделирање сколиозе (MMS модул) укључује механизме који обезбеђују генерисање визуелизација и састоји се од CATIA V5R20 и Matlab програмских алата за визуелизацију.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

- Техничко решење – информациони систем ScolioMedIS заснован је на примени трослојне архитектуре и за истовремено коришћење апликације путем интернета од стране више корисника. Доступан је на српском и енглеском језику.
- Користи се за 3D визуелизацију деформитета примемном CAD модела кичменог стуба и одређивање Ленковог типа сколиозе на основу оптичких снимака у усправном положају и приликом савијања пацијента у страну.
- Евидентирање података о пацијентима и прегледима врши се путем електронског картона при чему су подаци доступни само регистрованим корисницима.
- Систем је флексибилан за даљу надградњу и тестирање.

Могућности примене предложеног техничког решења:


Предложено техничко решење применљиво је код различитих врста деформитета, а пре свега сколиоза, кифоза и лордоза. Намењено је за локално и регионално праћење деформитета кичменог стуба у клиничким и рехабилитационим центрима. Енглеску верзију система могу користити инострани центри који се баве овом проблематиком. Основни модули овог система намењени су евидентирању спољашњих показатеља деформитета. Напредним модулима омогућена је дијагностика на основу оптичких снимака (добитених неким од безбедних оптичких уређаја) пацијената у стојећем положају и савијања у бочну страну, чиме се елиминише или умањује потреба за радиографским тестовима. Употребом овог система обезбеђује се прецизност дијагностике и повећање комфора пацијената.

Мишљење

Резултат научно-истраживачког рада под називом: „ScolioMedIS: ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ И НЕЈОНИЗУЈУЋУ 3D ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ ДЕФОРМИТЕТА КИЧМЕНОГ СТУБА“ представља изузетан и оригиналан научни резултат и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M85.

У Новом Саду,
22. маја 2015. године

Проф. др Зита Бошњак



Универзитет у Новом Саду,
Економски факултет, Суботица
Сегедински пут 9-11
24000 Суботица

Научна област: Информациони системи и инжењеринг

208-2015

04/1934

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008,) рецензент Проф. Др Зорица Јовановић оценила је да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

Назив:

ScolioMedIS: ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ И НЕЈОНИЗУЈУЋУ ЗД ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ ДЕФОРМИТЕТА КИЧМЕНОГ СТУБА

Категорија техничког решења: (M85) Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми

Образложење

Аутори: Проф. Др Горан Девеџић (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), **Мр Вања Луковић** (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), **Саша Ђуковић, дипл. инг.** (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу), **Проф. Др Данијела Милошевић** (Факултет техничких наука, Универзитет у Крагујевцу), **Доц. Др Тања Луковић** (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу), **др. Зоран Јовановић, ортопед** (Клинички центар Крагујевац), **Проф. Др Бранко Ристић** (Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу; Клинички центар Крагујевац).

Предложено решење урађено је за: Центар за интегрисан развој производа и процеса и интелигентне системе (CIRPIS) са Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Клинички центар „Крагујевац“, у оквиру пројекта III-41007 – „Примена биомедицинског инжењеринга у преклиничкој и клиничкој пракси“, чији је руководилац Проф. Др Ненад Филиповић.

Субјект који је решење прихватио и примењује: Клинички центар Крагујевац, Клиника за ортопедију и трауматологију, Центар за физикалну медицину и рехабилитацију.

Предложено решење је урађено: 2015. године.

Предложено решење се користи на следећи начин:

Предложено техничко решење омогућава:

1. Евидентирање визуелног прегледа пацијента са сколиозом, коришћењем електронског картона сколиозе, који се базира на иновативном протоколу;
2. Визуелни 2D и 3D приказ спољашње линије симетрије леђа, унутрашње кичмене линије и облака тачака леђа пацијента, коришћењем поступка оптичког скенирања.

3. Аутоматско одређивање Кобових углова кичмених кривина пацијента у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента са сколиозом, коришћењем поступка оптичког скенирања.
4. Визуелни 2D приказ спољашње линије симетрије леђа и унутрашње кичмене линије, коришћењем поступка снимања дигиталном камером.
5. Аутоматско одређивање Кобових углова у фронталној равни у положајима приликом савијања пацијента у леву и десну у страну, коришћењем поступка снимања дигиталном камером.
6. Визуелни 3D приказ кичме пацијента, модификацијом општег 3D CAD модела кичме. Општи 3D CAD модел кичме се модификује на основу поступком оптичког скенирања аутоматских одређених: транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на CSVL (Central Sacral Vertical Line) линију, затим дужине C7-S1 кичмене линије и вредности фактора скалирања.
7. Аутоматско одређивање типа сколиозе према Ленковој класификацији.

Област на коју се техничко решење односи је: Информациони системи за рану дијагностику, евидентирање и праћење деформитета кичменог стуба код адолесцената, CAD моделирање, Програмирање веб апликација, Онтологије.

Проблем који се техничким решењем решава:

Дијагностика сколиозе у тренутној клиничкој пракси се углавном своди на вођење нестандардизованог картона за евиденцију спољашњих мерних показатеља сколиозе, који, су неподесни за чување, а такође и за анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу. Рендгенско снимање се примењује само у тежим случајевима пацијената са сколиозом, а Кобови углови одређују само у фронталној равни и то у усправном положају пацијента и то најчешће само Кобов угао највеће кичмене кривине. Што се третмана сколиозе тиче, план лечења, иако донекле зависи од самог лекара, руковођен је тежином кривине, вероватноћом прогресије кривине током времена, и перцепцијом деформитета и симптома којих пацијент има, при чему постоје три основне могућности третмана: праћење (посматрање), учвршћивање коришћењем помагала и операција. Једино у циљу руковођења оперативним третманом врши класификација типа сколиозе, при чему се највише употребљава Ленков систем класификације. Метода одређивања Кобових углова на основу рендгенских снимака, који су најчешће недовољно прегледни, при чему измерене вредности у многоме зависе и од прецизности особе која спроводи поступак, као и начина спровођења снимања се показала недовољно прецизном. Будући да је за тачно одређивање Ленковог типа класификације сколиозе потребно направити рендгенске снимке и у бочној равни, као и у фронталној равнима приликом савијања у страну, дакле укупно 4 снимка, долази се до закључка треба нарочито имати у виду штетност које доноси са собом рендгенско зрачење. Због свега наведеног јавља потреба за применом неинвазивних оптичких уређаја за снимање пацијената са сколиозом и класификацију сколиозе.

Информациони систем ScolioMedIS превазилази наведене проблеме из следећих аспеката:

1. Садржи електронски картон сколиозе у виду електронске форме, која се базира на иновативном протоколу, за спољашњи визуелни преглед пацијената са сколиозом.

Наведена електронска форма обезбеђује евидентирање, памћење и ажурирање свих информација о прегледима пацијента, а такође и анализу свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону, а и шире.

2. Користи оптичке методе за визуелизацију спољашње линије симетрије леђа и унутрашње кичмене линије у 2D и 3D равнима са аутоматским одређивањем и исписивањем Кобових углова кичмених кривина у фронталној и бочној равни у усправном положају пацијента, као и положајима приликом савијања пацијента у страну. Аутоматизацијом процеса одређивања Кобових углова кривина кичме се знатно смањују грешке, које се иначе често појављују у овом процесу који се конвенцијално врши на основу рендгенских снимака.
3. Наведени систем такође има могућност евидентирања, памћења и ажурирања података одређених Кобових углова кичмених кривина, затим директног одређивања Ленковог типа сколиозе кичме, чиме се обезбеђује процес анализе свеукупних резултата пацијената са сколиозом на годишњем и вишегодишњем нивоу у одређеном региону, а и шире.
4. Омогућава визуелни 3D приказ кичме пацијента, модификацијом општег 3D CAD модела кичме до пацијентовог специфичног 3D CAD модела кичме, који се у виду .3dxml фајла директно приказује на веб страници портала ScolioMedIS-a. Пацијентов специфични 3D CAD модел кичме се иначе генерише на основу аутоматски одређених вредности транспозиција унутрашње кичмене линије у односу на CSVL линију, затим дужине C7-S1 кичмене линије и вредности фактора скалирања, у оквиру поступка оптичког скенирања.

Стање решености тог проблема у свету

На основу проблема који решава и платформе на којој је заснован ScolioMedIS је заиста јединствени веб оријентисани информациони систем за мониторинг и визуелизацију деформитета кичменог стуба, доступан путем интернета. На основу различитих физичких принципа и варијација у степену комплексности сколиозе, развијени су и публиковани различити системи за процену овог деформитета кичме на бази спољашњих показатеља, при чему су најзаступљенији системи површинске топографије и квантитативне тродимензионалне анализе става. Иако се интензивно испитују и развијају нове методе за визуелну процену сколиозе, не постоји генерални договор о броју и врсти параметара довољних за прецизан опис сколиоза. Већи број параметара условио би већу прецизност, али би значајно повећао време дијагностике, што није прихватљиво у свакодневnoj пракси. Евиденција података о обављеним прегледима углавном се своди на примену локалних рачунара или на ручни унос података о добијеним резултатима. У том циљу, иновативни протокол за визуелни преглед пацијената у оквиру информационог система ScolioMedIS базира се на мерењу оптималног броја параметара у све три равни, а који узимају у обзир сколиозу као тродимензионални деформитет кичме. При томе сâм информациони систем ScolioMedIS омогућава потпуну веб базирану корисничку интерактивност за њихов преглед, унос и модификацију.

За потпуну процену и мониторинг деформитета кичме услед сколиозе, осим визуелног прегледа неопходно је одредити карактеристике и величине појединих кичмених кривина коришћењем Кобове методе, која се традиционално вршила на основу радиографских снимака. Међутим, одређивање Кобових углова на основу радиографских снимака се показало недовољно прецизном техником, а одређене вредности Кобових углова показују бројне

варијабилности у зависности од самог оператера, квалитета снимка и низа других фактора. Имајући у виду штетност радиографског утврђивања степена деформитета, истраживачка пажња последњих деценија посебно је усмерена ка развоју нових неинвазивних техника за дијагностику и мониторинг сколиоза. Нове технологије користе иновативне компјутерски подржане технике мерења, попут примене мобилних рачунарских уређаја и „ pametnih“ телефона. За разлику од поменутих метода, информациони систем ScolioMedIS обезбеђује перманентно праћење сколиозе, на тај начин што обезбеђује визуелни 2Д и 3Д приказ кичмене линије и кичме и аутоматско одређивање Кобових углова и Ленковог типа сколиозе, кичме коришћењем оптичких система.

Суштина техничког решења.

Архитектура информационог система ScolioMedIS је трослојна и њу сачињавају три основна слоја:

1. слој презентације (кориснички) – овај слој је сачињен углавном од веб форми тј. страница који дефинишу изглед апликације; информациони систем ScolioMedIS има непосредну интеракцију са онтологијом сколиозе OBRscolio;
2. слој логике апликације – овај слој дефинише логику апликације, којим се остварује комуникација, тј. интеракција корисничког слоја са слојевима базе података, слојем за генерисање визуелизација и слојем онтологије;
3. слој додатних компоненти: базе података, модула за моделирање сколиозе и онтологије - База података укључују механизме складиштења и ажурирања података; Модул за моделирање сколиозе (MMS модул) укључује механизме који обезбеђују генерисање визуелизација и састоји се од CATIA V5R20 и Matlab програмских алата за визуелизацију, као и Protégé програм за креирање и управљање онтологијом сколиозе OBRscolio.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

1. Техничко решење – информациони систем ScolioMedIS заснован је на примени трослојне архитектуре и за истовремено коришћење апликације путем интернета од стране више корисника. Доступан је на српском и енглеском језику.
2. Једноставност употребе система огледа се у томе да рачунари клијети, који приступају ScolioMedIS веб информационом систему, не морају да имају ни један извршни програм који је потребан за исправно функционисање апликације, осим 3D XML Player програма за приказ 3D визуелизације кичме у веб прегледачу. То је могуће из разлога што сервер на коме се налази ScolioMedIS веб апликација поседује све неопходне програме и одговоран је за управљање свим ресурсима, потребних апликацији, тако да су у ScolioMedIS клијент/сервер мрежној архитектури, рачунари клијенти су тзв. лаки клијенти.
3. Систем је флексибилан за даљу надградњу и тестирање.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Предложено техничко решење применљиво је код различитих врста деформитета, а пре свега сколиоза. Информациони систем ScolioMedIS обезбеђује континуално праћење сколиозе пацијента на тај начин што обезбеђује евидентирање спољашњих показатеља деформитета, визуелни 2D и 3D приказ кичмене линије и кичме и аутоматско одређивање Кобових углова и Ленковог типа сколиозе, кичме коришћењем оптичких система. Овим се у процесу мониторинга


и дијагностике сколиозе на бази Ленкове класификације избегава употреба традиционалане радиографије, а Кобови углови прецизно одређују.

Намењено је за локално и регионално праћење деформитета кичменог стуба у клиничким и рехабилитационим центрима. Енглеску верзију система могу користити инострани центри који се баве овом проблематиком.

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: „ScolioMedIS: ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ЗА МОНИТОРИНГ И НЕ-ЈОНИЗУЈУЋУ 3D ВИЗУЕЛИЗАЦИЈУ ДЕФОРМИТЕТА КИЧМЕНОГ СТУБА“ представља изузетан научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M85.

У Крагујевцу,
25.05.2015. године

Рецензент:



Проф. Др Зорица Јовановић
Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Медицина, Патолошка физиологија,
Физикална медицина и рехабилитација



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
Факултет инжењерских наука
Број: ТР-86/2015
18. 06. 2015. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 18. 06. 2015. године на основу члана 205. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „ScolioMedIS: Информациони систем за мониторинг и нејонизујућу 3D визуелизацију деформитета кичменог стуба“, аутори: проф. др Горан Девеџић, мр Вања Луковић, Саша Ђуковић, проф. др Данијела Милошевић, доц. др Тања Луковић, др Зоран Јовановић и проф. др Бранко Ристић.

Решење припада класи М85, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Милена Станковић**, ред. проф., Електронски факултет, Универзитет у Нишу,
Ужа научна област: Рачунарство и информатика,
2. **Др Зита Бошњак**, ред. проф., Економски факултет у Суботици, Универзитет у Новом Саду,
Уже научне области: Информациони системи и инжењеринг,
3. **Др Зорица Јовановић**, ванр. проф., Факултет медицинских наука, Универзитет у Крагујевцу,
Ужа научна област: Патолошка физиологија.

Достављено:
- Ауторима
- Архиви



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Др Мирослав Живковић, редовни професор