

**UNIVERZITET
U KRAGUJEVCU**



**MAŠINSKI
FAKULTET U
KRAGUJEVCU**



**MEDICINSKI
FAKULTET U
KRAGUJEVCU**



**TEHNIČKI
FAKULTET U
ČAČKU**



**KLINIČKI CENTAR
KRAGUJEVAC**



**CENTAR ZA INTEGRISANI RAZVOJ
PROIZVODA I PROCESA
I INTELIGENTNE SISTEME**



TEHNIČKO RAZVOJNO REŠENJE

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

**M 85 – NOVA METODA U DIJAGNOSTIKOVANJU
DEFORMITETA KIČMENOG STUBA**

(prototip, nove metode, softver, instrument, nove genske probe, mikroorganizmi i sl.)

Autori:

Prof. Dr Goran Devedžić, Mašinski fakultet Kragujevac
Saša Ćuković, dipl.ing., Mašinski fakultet Kragujevac
Prof. Dr Branko Ristić, Medicinski fakultet Kragujevac
Doc. Dr Tanja Luković, Medicinski fakultet Kragujevac
dr. Zoran Jovanović, ortopedski hirurg, Klinički centar Kragujevac

Kragujevac, aprila 2010. godine

SADRŽAJ

1. PREDMET	2
2. OSNOVE PREDLOŽENOG REŠENJA	2
3. KREIRANJE 3D CAD MODELA KIČMENOG STUBA	5
3.1. Skeniranje kadaverskih i edukacionih modela	5
3.2. Kreiranje DMU modela kičmenog stuba	6
4. PRIMENLJIVOST PREDLOŽENOG REŠENJA	8
5. REZIME	11
6. REFERENCE	12
6.1. Reference svetskih istraživanja – izbor	12
6.2. Reference autora tehničkog rešenja	16

1. PREDMET

Projektni tim Centara za integrisan razvoj proizvoda i procesa i inteligentne sisteme (CIRPIS) sa Mašinskog fakulteta u Kragujevcu zajedno sa kolegama sa Medicinskog fakulteta u Kragujevcu i stručnjacima Kliničkog centra „Kragujevac“, u okviru projekta TR-12002 – „Ontološko modeliranje u bioinženjeringu“, Oblast: Industrijski softver, za period 2008-2010. godine, razvijao je nov pristup u dijagnostikovanju deformiteta kičmenog stuba, do koncepcije tehničkog rešenja:

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

Osnov za izradu ovog Tehničkog rešenja je *Pravilnik o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata* kojim je u Kriterijumima za određivanje kategorije naučnih publikacija (Prilog 2), definisan postupak dokumentovanja i verifikacije Tehničkih rešenja (M80), Sl. Glasnik, RS 38/2008.

Projektovanje sistema za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla deformiteta kičmenog stuba korišćenjem novih softverskih alata, a pre svega CATIA/Visual Basic interfejsa, predstavlja novi pristup u ovoj oblasti i pripada kategoriji „Prototip, nove metode, softver, instrument, nove genske probe, mikroorganizmi i sl.“, M85.

2. OSNOVE PREDLOŽENOG REŠENJA

Dijagnostika i terapija pacijenata sa (idiopatskom) skoliozom oslanja se, u najvećoj meri, na pokazatelje dobijene pomoću radioloških snimaka. Analizom krivina kičmenog stuba u frontalnoj i sagitalnoj ravni detektuje se stepen deformiteta i njegova progresija. U daljem postupku donosi se odluka o vrsti terapije – konzervativna ili operativna – i pristupa detaljnom planiranju. Pri tome, Cobb-ov ugao je parametar koji predstavlja osnovu za kvantifikaciju stepena deformiteta krivine kičmenog stuba, ali i pokazatelj za izbor vrste terapije.

Međutim, istraživanja u ovoj oblasti ukazuju na veliki stepen varijabilnosti vrednosti merenja Cobb-ovog ugla na osnovu radiološkog snimka, primenom tradicionalne "olovka i lenjir" metode. Analizom intraobserver i interobserver varijabilnosti dolazi se do zaključka da greške merenja mogu biti u intervalu od 3-5°, odnosno 6-7°, respektivno. Ovako velike razlike jasno ukazuju na ogroman uticaj vrednosti Cobb-ovog ugla prilikom donošenja odluka o daljem lečenju pacijenata sa skoliozom, pogotovu kada se imaju u vidu opšte prihvaćene granice Cobb-ovog ugla za primenu ortoza/midera ili operativni tretman.

Najčešći izvori grešaka merenja Cobb-ovog ugla tradicionalnim načinom na osnovu radiološkog snimka su:

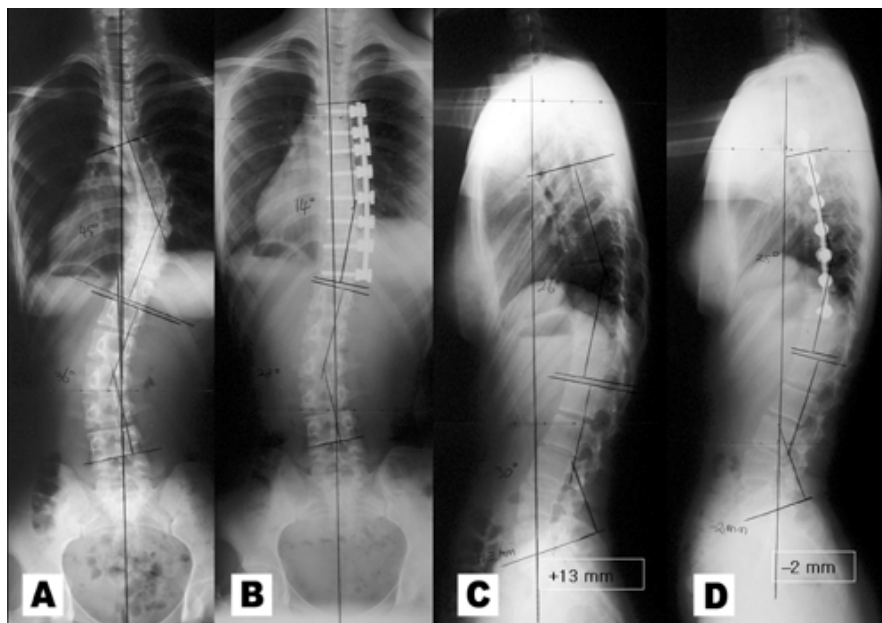
- neprecizni izbor ravni najzakošenijih kičmenih pršljenova,
- nepreciznost u povlačenju/isertavanju mernih linija, i
- nepreciznost uglomera.

U ovom smislu, klasifikacija tipa skolioze po King-u, Lenke-u i/ili nekoj drugoj klasifikaciji, takođe se može dovesti u pitanje. Ovo je sasvim jasno kada se ima u vidu da

Kingova klasifikacija skolioze podrazumeva *subjektivnu* identifikaciju i merenje radiografskih karakteristika (obeležja) kičmenog stuba, odnosno definisanje gornjeg i donjeg graničnog pršljena, uglove njihovog zakošenja, kao i ose kičmenog stuba i centralne sakralne linije. Na sličan način Lenke-ova klasifikacija, u cilju veće preciznosti, pored većeg broja klasifikacionih grupa, uvodi i modifikatore (lumbalni i sagitalni torakalni) što dodatno može povećati mogućnost pojave grešaka.

Prema podacima Centra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra u Kragujevcu, vezanih za terapijski protokol za praćenje idiopatskih skolioza, strukturalne idiopatske skolioze najčešće se javljaju u adolescentnom uzrastu. U četrnaestoj godini 1,2% adolescenata ima skoliozu veću od 10 stepeni, dok ih 0,5% ima skoliozu veću od 20 stepeni. U literaturi se kao najčešće navode jednostruka torakalna i torakolumbalna skolioza (Sl.1).

Brojna istraživanja su pokazala da je učestalost idiopatskih skolioza veća kod devojčica nego kod dečaka. U početku je verovano da su idiopatske skolioze devet puta češće kod devojčica. Kasnijim istraživanjima, utvrđeno je da je razlika u incidenci skolioza kod dečaka i devojčica manja. Sa porastom veličine krivine povećava se i incidenca idiopatskih skolioza kod pacijenata ženskog pola.



Slika 1: Primer torakalne i lumbalne skolioze

Rezultati istraživanja pokazuju da najveću učestalost ima dvostruka (torakalna/torakolumbalna ili lumbalna) skolioza. Sledeća je po učestalosti jednostruka lumbalna, a zatim jednostruka torakolumbalna skolioza. Najređe su jednostruka torakalna i trostruka skolioza. Prema podacima iz literature, torakalna krivina je skoro uvek dekstrokonveksna, dok su torakolumbalne i lumbalne skolioze najčešće sinistrokonveksne.

Parametri skolioze čitljivi su na primarnim radiografskim slikama i najrelevantniji su za ocenu stepena deformiteta kičmenog stuba. Osim pomenute tehnike, u kliničkoj praksi

koriste se i druge neinvazivne tehnike koje se zasnivaju na vizuelnom pregledu pacijenata i merenju spoljnih parametara. Svi parametri evidentiraju se u kartonu skolioza (Tabela 1).

Tabela 1: Karton skolioza

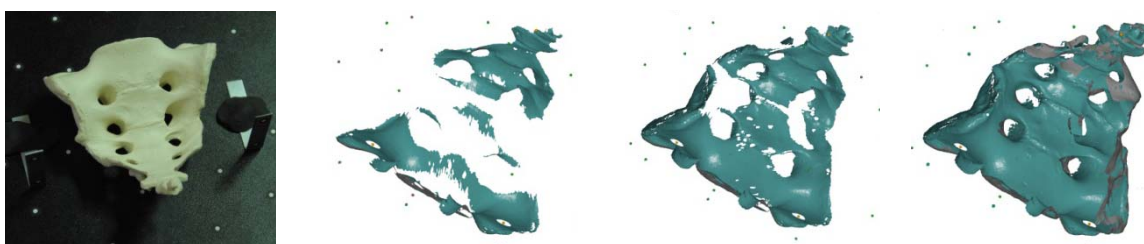
IME I PREZIME:	<i>N.N.</i>					
GODINA ROĐENJA:	<i>1992.</i>					
POL:	<i>Muški</i>					
TELESNA TEŽINA/VISINA	<i>60kg/170cm</i>					
DIJAGNOZA:	SCOLIOSIS THORACOLUMBALIS					
STEPEN KRIVINE:	Datum pregleda					
		<i>21.8.2008.</i>	<i>4.12.2008.</i>	<i>4.3.2009.</i>	<i>7.8.2009.</i>	
KONTRAKTURA m ILIOPSOASA	LEVO	<i>10deg</i>	<i>5deg</i>	<i>5deg</i>	<i>10deg</i>	
	DESNO	<i>10deg</i>	<i>5deg</i>	<i>5deg</i>	<i>10deg</i>	
GIBOZITET (u cm)	<i>Lat dex 1cm</i>					
EGALITET RAMENA	LEVO	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>20</i>	
	DESNO	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>21</i>	<i>21</i>	
LORENZ TROUGAO	LEVO	<i>2.5</i>	<i>2.5</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
	DESNO	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1.5</i>	<i>1.5</i>	
TRANSLACIJA (u cm)		<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.5</i>	
DUŽINA NOGU	LEVA	<i>99</i>	<i>100.5</i>	<i>100.5</i>	<i>101</i>	
	DESNA	<i>99</i>	<i>100.5</i>	<i>100.5</i>	<i>101</i>	
DEFORMACIJE	LL KIPHOSIS					
PECTUS CARINATUS		<i>+</i>	<i>+</i>	<i>+</i>	<i>+</i>	
PECTUS ESCAVATUS						
ASIMETRIJA TORAKSA (PREDNJA STR.)		<i>+</i>	<i>+</i>	<i>+</i>	<i>+</i>	
LUXATIO KUKOVA						
PEDES PLANI						
HEMIPAREISIS						
PAD KARLICE		<i>5dex</i>	<i>5dex</i>	<i>5dex</i>	<i>5dex</i>	
OBIM GRUDNOG KOŠA	INSPIRIJUM	<i>89</i>	<i>91</i>	<i>86</i>	<i>88</i>	
	EKSPIRIJUM	<i>90</i>	<i>90.5</i>	<i>86.5</i>	<i>88</i>	

Brojnim istraživanjima u celom svetu nastoji se da se stvore uslovi za uklanjanje ovakvih problema. To svakako podrazumeva primenu informacionih tehnologija u cilju automatske identifikacije ključnih obeležja i parametara, kao i pomoć prilikom izvođenja pojedinih dijagnostičkih postupaka. Ovim inerdisciplinarnim (bioinženjerskim) istraživanjima pokrivena su sledeće (pod)oblasti: automatsko prepoznavanje radioloških snimaka kinematski i dinamički (biomehanički) modeli, klasifikacioni sistemi zasnovani na primeni metoda veštačke inteligencije, 3D vizuelizacija i parametarski 3D modeli, informacioni sistemi i analiza slučajeva u smislu ekstrahovanja baznih i skrivenih pokazatelja.

3. KREIRANJE 3D CAD MODELA KIČMENOG STUBA

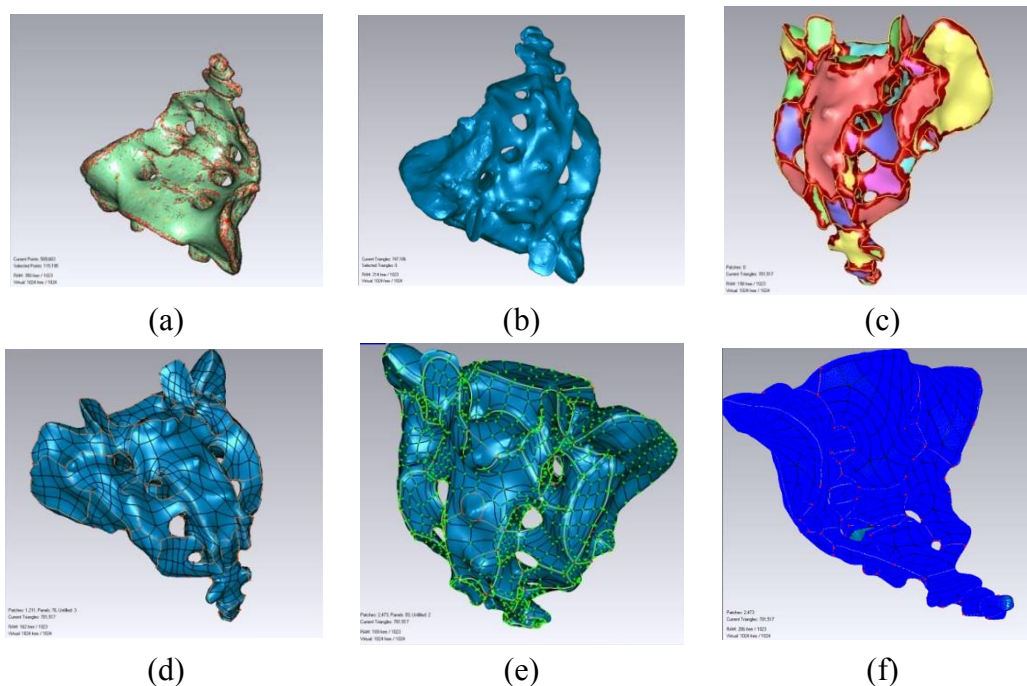
3.1. Skeniranje kadaverskih i edukacionih modela

Računarski 3D zapreminski model kičmenog stuba prikladan za primenu u identifikaciji, dijagnostikovanju, tretmanu i praćenju terapijskih postupaka deformiteta dobijen je postupcima inverznog inženjerstva (Reverse Engineering). Obavljeno je optičko skeniranje svake komponente edukacionog modela kičmenog stuba pomoću uređaja ATOS IIe. Dobijeni oblaci tačaka reprezentuju virtualni oblik svakog kičmenog pršljena identičan stvarnom, čime se stvara osnovni preduslov za dalje manipulacije nad skeniranim objektom i postizanje željenog rezultata – 3D kinematskog (DMU – Digital Mock-Up) modela kičmenog stuba.



Slika 2: Akvizicija tačaka primenom mernog sistema ATOS IIe.

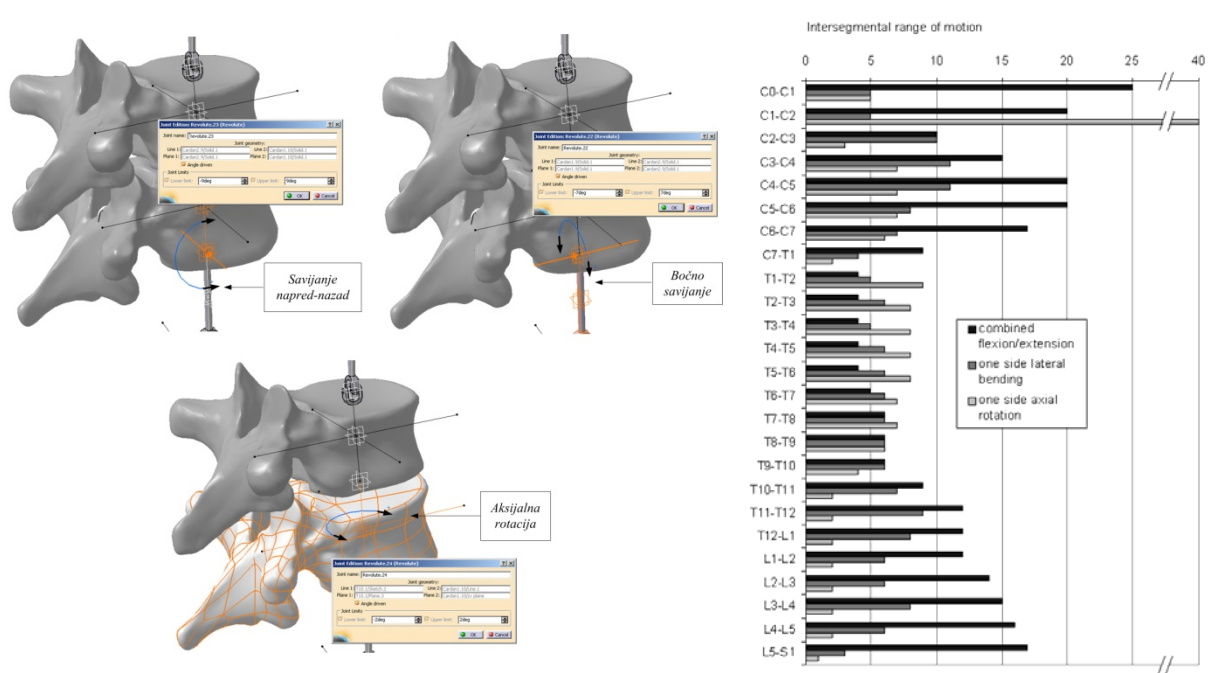
Obradom oblaka tačaka dobijen je, prvo, površinski, a zatim i zapreminski 3D model svakog pojedinačnog pršljena (Sl.2). Sakralna i kokcigealna kost skenirane su i rekonstruisane kao jedna komponenta (Sl.3).



Slika 3: Rekonstrukcija oblaka tačaka: (a) oblak tačaka, (b) poligonalni model, (c) detekcija i optimizacija kontura, (d) detekcija pečeva, (e) optimizacija pečeva, (f) generisanje mreže i fitovanje površine

3.2. Kreiranje DMU modela kičmenog stuba

Za kreiranje 3D DMU (kinematskog) modela kičmenog stuba korišćen je softverski paket CATIA V5. Takav model predstavlja osnovu za kompleksnu analizu deformiteta kičmenog stuba. Opseg relativnih rotacija pršljenjskih regija za normalnu kičmu izmeren je na kadaveru (Sl.4).



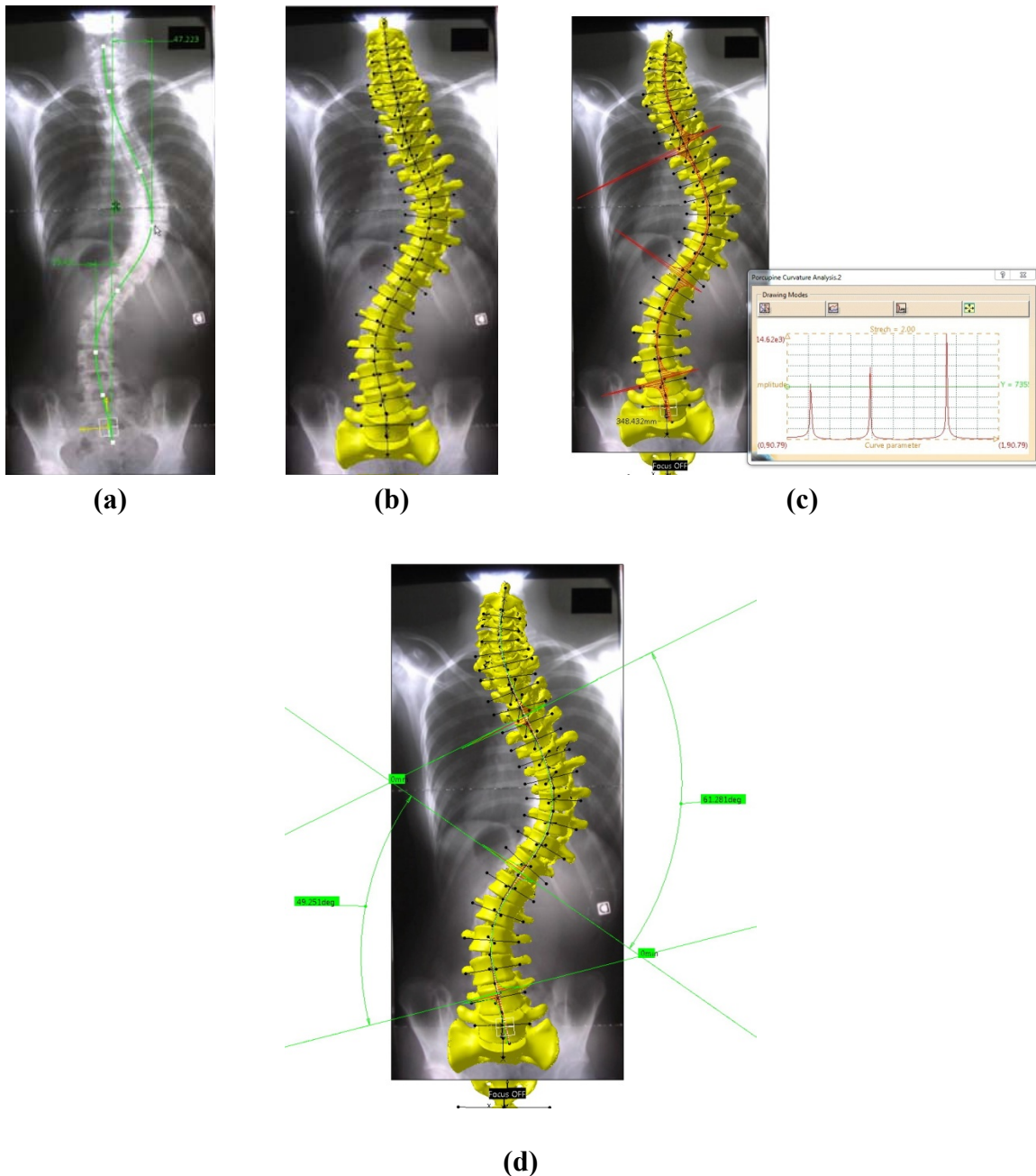
Slika 4: Prikaz relativnih rotacija pršljenova oko tri ose

Aktivacija 3D DMU modela izvodi se na osnovu digitalnog radiološkog snimka. Operater, tj. ortoped ili fizijatar, unosi mišem tačku koja definiše položaj centara (težišta) apikalnih pršljenova u frontalnoj ravni. Moguće je uneti i korespondentne tačke u sagitalnoj ravni ukoliko postoji takav radiološki snimak (Sl.5).



Slika 5: Radiološki snimak skoliotične kičme

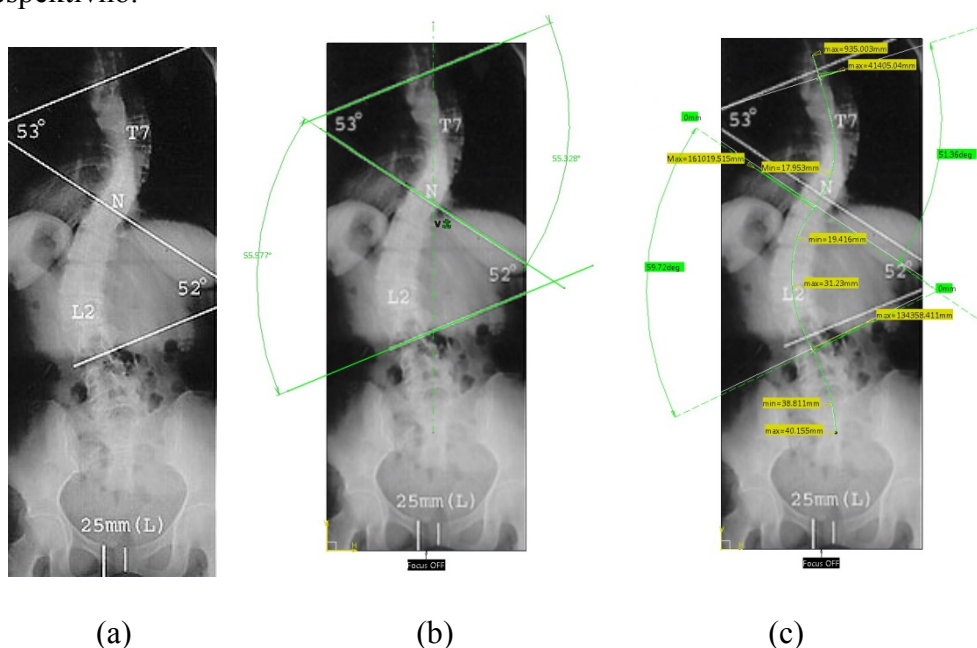
Računar automatski izračunava udaljenje težišta od centralne sakralne linije, tj. ose normalne kičme i te parametre prosleđuje u 3D DMU model. Vrší se tzv. regeneracija modela, tj. model normalne kičme prevodi se u deformisani model (Sl.6a, 6b). Ekstrahovanjem centralne osne linije deformisanog kičmenog stuba pokreće se postupak analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, kao i identifikacija ključnih tačaka za konstrukciju Cobb-ovih linija (Sl.6c). Analiza nedvosmisleno definiše lokaciju tačaka gornjih i donjih graničnih pršljenova (pršljenova početka i kraja krivine) kroz koje se automatski konstruišu normale na krivu centralne osne linije i mere Cobb-ovi uglovi (Sl.2d).



Slika 6: Definisanje parametara za merenje Cobb-ovog ugla:
 (a) definisanje položaj centra (težišta) apikalnih pršljenova,
 (b) 3D DMU model skoliotične kičme, (d) analiza radijusa, i (e) vrednosti Cobb-ovih uglova

4. PRIMENLJIVOST PREDLOŽENOG REŠENJA

Tradicionalna "olovka i lenjir" metoda određivanja stepena deformiteta kičmenog stuba predviđa manuelnu identifikaciju gornjih i donjih graničnih pršljenova, povlačenje kontrolnih linija i merenje Cobb-ovog ugla uglomerom (Sl.7a). Primenom informacionih tehnologija i odgovarajućeg softvera postiže se bolja preciznost i veća pouzdanost. U cilju osnovnog poređenja, merenje Cobb-ovog ugla na snimku sa slike 7a pomoću softverskog paketa CATIA V5 pokazuje znatna odstupanja (Sl.7b): manuelno određen Cobb-ov ugao u torakalnom delu iznosi 53° , a u lumbalnom 52° , dok računarske vrednosti iznose 55.3° i 55.6° , respektivno.



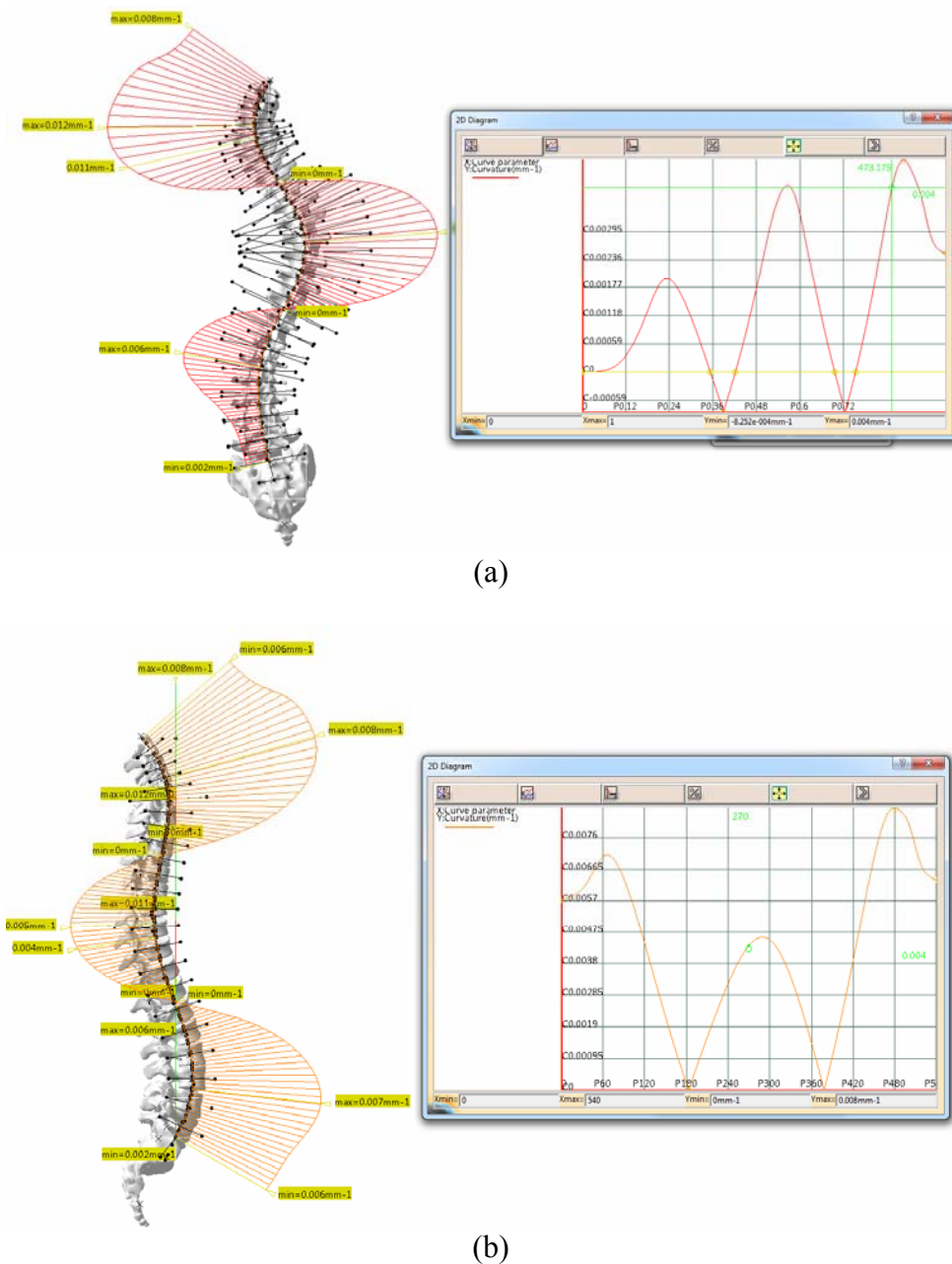
Slika 7: Određivanje Cobb-ovog ugla:
(a) *manuelno*, (b) *računarski – simplifikovano*, i (c) *računarski – kompleksno*

Primenom dijagnostičko-terapeutske 3D DMU modela, posle izvršene analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, dolazi se do daleko sadržajnijih rezultata (Sl.7c). Pre svega, položaji tačaka u kojima se vrši promena smera krivine deformiteta kičmenog stuba, a koje odgovaraju gornjim i donjim graničnim pršljenovima ne poklapaju se sa onim koje su ručno određene. Samim tim i kontrolne linije imaju drugačiji položaj, a konsekvntno i vrednosti Cobb-ovog ugla u torakalnom i lumbalnom delu: 51.36° umesto 55.3° ili 53° , odnosno 59.72° umesto 55.6° ili 52° - slike 7c, 7b i 7a, respektivno. Rezultati ovako analizirane krivine skoliozne kičme provociraju, između ostalog, i pitanje pouzdanosti identifikacije neutralnog pršljena (u ovom slučaju N=T10).

Na osnovu dijagrama zakrivljenosti i radijusa krivine kičmenog stuba (Sl.2c,d) jasno se uočavaju karakteristične tačke deformiteta. U tim tačkama dijagram zakrivljenosti prikazuje minimalne vrednosti, dok dijagram promene vrednosti radijusa krivine prikazuje maksimalne vrednosti. Ova dva parametra predstavljaju predmet daljeg istraživanja, u smislu uspostavljanja korelativnih veza sa ostalim parametrima kičmenog stuba i eksternim parametrima i pokazateljima oboljenja (razlika visine ramena, asimetrija kukova i karlice, ...). Time bi se stvorile osnove za neinvazivnu dijagnostiku i praćenje toka bolesti. Vrednosti

automatski određenog Cobb-ovog ugla u primeru sa slike 2 su 61.28° u torakalnom delu i 49.25° u lumbalnom delu.

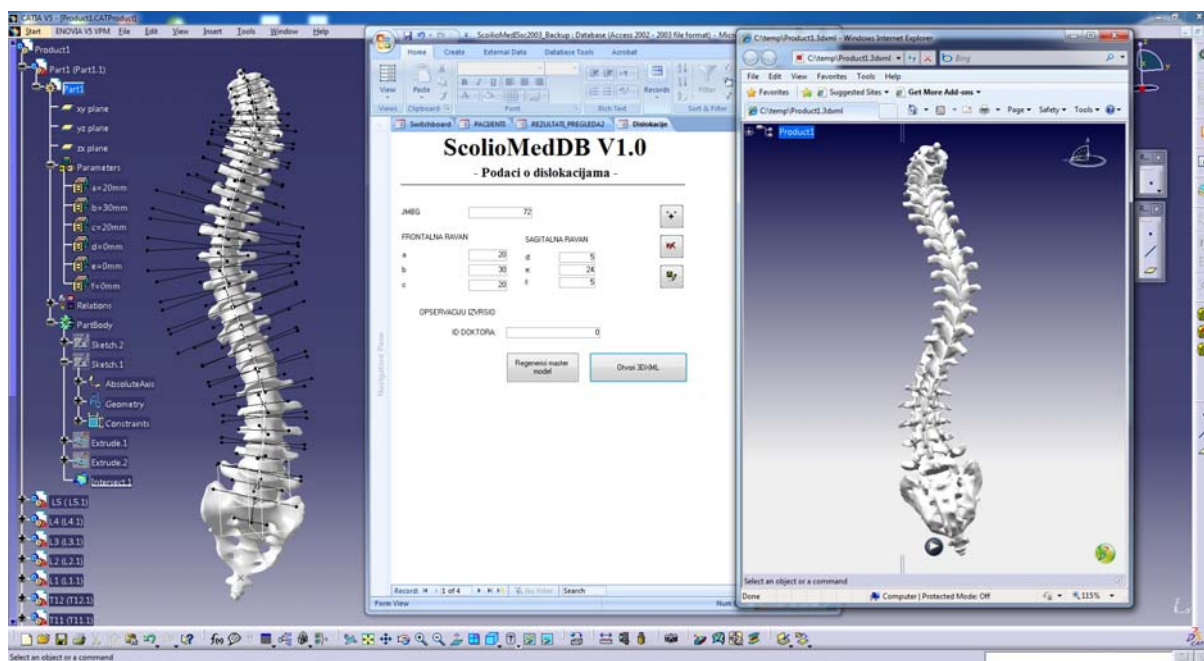
Dosadašnja testiranja ukazuju na visok nivo autonomnosti u identifikovanju ključnih obeležja skolioznog deformiteta kičmenog stuba, kao i značajno povećanu preciznost u određivanju Cobb-ovog ugla. Metodologija je zasnovana na primeni 3D DMU modela koji objedinjava, kako anatomske/strukturne, tako i kinematske (biomehantičke) karakteristike kičmenog stuba. Takav "master" model obezbeđuje suštinsku osnovu za sveobuhvatnu dijagnostičko-terapeutsku primenu prilikom identifikacije validnih parametara koji omogućavaju definisanje trenutnog stanja, ali i praćenje trenda i dinamike ponašanja oboljenja tokom sprovođenja terapije u sagitalnoj i frontalnoj ravni (Sl.8).



Slika 8: Analiza zakrivljenosti kičme u frontalnoj (a) i sagitalnoj (b) ravni

Dalji razvoj metodologije i sistema za kompleksnu analizu kičmenog stuba, parametara skolioze i automatsku klasifikaciju tipa deformiteta podrazumeva eksperimentalno određivanje intra- i inter-observer karakteristika. Do sada publikovani rezultati ukazuju da se intra- i inter-observer greške, kada se primenjuju računarske metode, kreću u intervalu 2-3°, sa srednjim vrednostima Kappa statistike oko 0.9. Ovako povoljne vrednosti dobijene su uglavnom u uslovima dobre čitljivosti radioloških snimaka. S obzirom na preciznost konstruisanja kontrolnih tačaka i linija, kao i merenje Cobb-ovog ugla dobijenu u okviru našeg istraživanja, kao i visok stepen autonomnosti čitavog dijagnostičko-terapijskog sistema, treba očekivati veoma male intra- i inter-observer greške, sa visokim vrednostima Kappa statistike. Upravo zbog visokog stepena autonomnosti ovo je moguće postići i u uslovima nedovoljno dobre čitljivosti radioloških snimaka.

Istraživački naponi na ovom polju na Medicinskom i Mašinskom fakultetu u Kragujevcu i Kliničkom centru "Kragujevac" usmereni su ka razvoju integralnog informacionog sistema za 3D vizuelizaciju, dijagnostikovanje, lečenje i praćenje pacijenata sa deformitetima kičmenog stuba (u prvoj fazi pacijenata sa idiopatskom skoliozom) (Sl.9). Zajednički cilj je obezbediti permanentnost praćenja razvoja deformiteta, odnosno toka lečenja, smanjenje ili eliminisanje potrebe za (štetnim) rentgenskim snimanjem, skraćivanje vremena projektovanja, individualnog prilagođavanja



Slika 9: GUI informacionog sistema ScolioMEDIS

ScolioMedIS[®] je informacioni sistem namenjen praćenju idiopatskih skolioza, kojim se omogućava unos, prikazivanje i integracija podataka o deformisanoj kičmi prema poterbama ortopeda ili fizijatarata, a sve sa ciljem izbegavanja nepotrebnog izlaganja adolescenata zračenju. Ovaj informacioni sistem je u fazi razvoja i biće fleksibilan za evidentiranje pregleda i sprovođenja ustaljenih medicinskih procedura (vežbanje sa decom, evidentiranje izmerenih parametara, 3D vizuelizacija kičme, itd).

Uz to, takav informacijski sistem treba da omogućiti regionalno praćenje pacijenata sa skoliozom, što se strateški ogleda u verodostojnijim i pouzdanijim procenama o rasprostranjenosti i genetskoj opterećenosti deformiteta kičmenog stuba. Stvaranje ukupnog dijagnostičko-terapijskog modela podrazumeva identifikaciju validnih parametara koji omogućavaju definisanje trenutnog stanja, ali i praćenje trenda, dinamike ponašanja oboljenja tokom sprovođenja terapije. S tim u vezi, sveobuhvatna, automatska, precizna i pouzdana analiza krivine kičmenog stuba i konsekventno određivanje Cobb-ovog ugla, od ogromnog su značaja za adekvatno dijagnostikovanje i terapijsko ponašanje. Time se smanjenje mogućnost subjektivnih tehničkih grešaka ortopeda i fizijatara prilikom merenja i klasifikacije deformiteta kičmenog stuba.

5. REZIME

Opis: Sistem za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla primenjen je u Kliničkom centru Kragujevac u okviru Klinike za ortopediju i traumatologiju i Centra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju. Ovaj rezultat projekta realizovan je kao tehničko rešenje (nova metoda). Dosadašnja testiranja ukazuju na visok nivo autonomnosti u identifikovanju ključnih obeležja skolioznog deformiteta kičmenog stuba, kao i značajno povećanu preciznost u određivanju Cobb-ovog ugla.

Tehnički opis: Primenom sistema za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla, u okviru računarski podržanog sistema dijagnostikovanja skolioze, korisnici mogu koristiti pogodnosti 3D vizuelizacije kičmenog stuba, trenutnog deformiteta i praćenje dinamike korekcije deformiteta. Metodologija je zasnovana na primeni 3D DMU modela koji objedinjava, kako anatomske/strukturne, tako i kinematske (biomehničke) karakteristike kičmenog stuba. Takav "master" model obezbeđuje suštinsku osnovu za sveobuhvatnu dijagnostičko-terapeutsku primenu prilikom identifikacije validnih parametara koji omogućavaju definisanje trenutnog stanja, ali i praćenje trenda i dinamike ponašanja oboljenja tokom sprovođenja terapije. Sam sistem predstavlja jedan od ključnih modula integralnog Web orijentisanog informacionog sistema za praćenje pacijenata sa skoliozom.

Efikasnost primene: U dosadašnjoj praksi na našim prostorima (i šire) dijagnostika skolioze često je subjektivna i ponekad nedovoljno precizna (pogotovu u smislu određivanja Cobb-ovog ugla), ali i bez adekvatnog vizuelnog i sveobuhvatnog praćenja. Stoga se početni dijagnostički rezultati i inicijalna terapija mogu dovesti u pitanje, a samim tim i uspešnost lečenja. Ovakvim multidisciplinarnim pristupom stvaraju se podloge za izvođenje preciznijeg i objektivnijeg pregleda deformiteta, ali i trauma, kičmenog stuba. Dodatni važni efekti odnose se na permanentnost praćenja razvoja deformiteta, odnosno toka lečenja, smanjenu ili eliminisanu potrebu za (štetnim) rentgenskim snimanjem, izbor vrste lečenja, planiranje operativnih zahvata, kao i brza izrada ortopedskih pomagala, itd. U okviru Web orijentisanog informacionog sistema za praćenje pacijenata sa skoliozom ovaj sistem pored kliničke primene, treba da služi i za regionalno praćenje pacijenata sa skoliozom. Drugim rečima, strateški efekti ogledaju se i u verodostojnijim i pouzdanijim procenama o rasprostranjenosti i genetskoj opterećenosti deformiteta kičmenog stuba, definisanju trenutnog stanja, praćenju trenda, dinamici ponašanja oboljenja tokom sprovođenja terapije, itd. Konačno, u svetlu preventivne i (kontinuirane) edukacije, sistem može biti korišćen i u okviru on-line savetnika u okruženjima gde nema odgovarajućih centara za pružanje medicinske pomoći, u smislu preliminarne kategorizacije i usmeravanja pacijenata u adekvatne medicinske centre.

Ekonomska isplativost: U ovom trenutku nisu potrebna dodatna ulaganja za primenu sistema za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla u Kliničkom centru Kragujevac, s obzirom da je sistem suštinski formiran kao Web-orijentisan. Za širu upotrebu, kao i za održavanje sistema neophodno je izdvojiti, po sadašnjoj proceni, oko 300.000 dinara na godišnjem nivou.

Transfer rezultata: U cilju šireg transfera rezultata i implementacije sistema za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla i kod drugih potencijalnih korisnika neophodno je izvršiti širu prezentaciju postignutih rezultata javnosti i stručnim krugovima. S tim u vezi u junu-julu 2010. godine biće objavljena monografija pod naslovom „Bioinženjering skolioze“. Pored toga, rezultati projekta i sâm sistem biće prezentirani i putem učešća na kongresima i konferencijama. U najkraćem roku biće postavljena i Web prezentacija na sajt Mašinskog i Medicinskog fakulteta u Kragujevcu i Kliničkog centra Kragujevac.

Uskladenost sa ciljevima projekta: Tehničko rešenje „Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla“ realizovano je kroz aktivnosti faze 1, faze 2 (aktivnosti 4, 5, 11, 15) i faze 4.

6. REFERENCE

Ovo tehničko rešenje, kao i ostali rezultati vezani za razvoj 3D modela, DMU modela, taksonomije i ontologije kičmenog stuba i skolioze, uključujući i Web orijentisani informacioni sistem za praćenje pacijenata sa skoliozom, razvijani su na osnovu dole navedenih svetskih rezultata (odjeljak 6.1. **Reference svetskih istraživanja**). Prikazana lista je samo deo ukupnog broja referenci koje su autori ovog tehničkog rešenja koristili tokom razvoja istog. Sve su citirane u referencama iz odeljka 6.2. U odeljku **6.2. Reference autora tehničkog rešenja** prikazane su reference koje verifikuju istraživanja i rezultate autora tehničkog rešenja i samo rešenje.

6.1. Reference svetskih istraživanja – izbor

1. B.K. Potter, M.K. Rosner, R.A. Lehman, D.W. Polly, T.M. Schroeder and T.R. Kuklo: "Reliability of End, Neutral, and Stable Vertebrae Identification in Adolescent Idiopathic Scoliosis", Spine, Vol.30, No.14, pp.1658–1663, 2005.
2. B.S. Richards, D.J. Sucato, D.E. Konigsberg and J.A. Ouellet: "Comparison of Reliability Between the Lenke and King Classification Systems for Adolescent Idiopathic Scoliosis Using Radiographs That Were Not Premeasured", Spine, Vol.28, No.11, pp.1148-1157, 2003.
3. Berg M.: „Implementing information systems in health care organizations: myths and challenges“, International Journal of Medical Informatics, Vol. 64, pp. 143-156, 2001.
4. Boisvert, J.; Cheriet, F.; Pennec, X.; Labelle, H.; Ayache, N.: Articulated Spine Models for 3-D Reconstruction From Partial Radiographic Data, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 55(11), 2008, 2565-2574.
5. Boos, N.; Aebi, M.: Spinal Disorders, Fundamentals of Diagnosis and Treatment, ISBN 978-3-540-40511-5, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2008.
6. Bunnell W.P.: “Outcome of spinal screening”. Spine 1993, Vol.18, pp.1572-80.
7. C.R. Lippman, C.A. Spence, A.S. Youssef and D.W. Cahill: "Correction of Adult Scoliosis Via a Posterior-Only Approach", Neurosurg Focus, 14(1), 2003.

8. http://internaf.org/ataxia/adult_scoliosis.html
9. Cailliet R.: "*Scoliosis: Diagnosis and Management*". Philadelphia: FA Davis Co, 1986.
10. Cook DL, Mejino JLV, Rosse C.: Evolution of a Foundational Model of Physiology: Symbolic representation for functional bioinformatics, *Medinfo 2004*; 2004:336-340.
11. Cornelius Rosse, MD, DSc, Anand Kumar, MD, PhD, Jose LV Mejino Jr, MD, Daniel L Cook, MD, PhD, Landon T Detwiler, Barry Smith, PhD: A Strategy for Improving and Integrating Biomedical Ontologies, *AMIA Annu Symp Proc. (2005)*, pp. 639-643.
12. Dougherty G.: "*Digital Image Processing for Medical Applications*", California State University, 2009.
13. E. Kreighbaum and K. M. Barthels, *Biomechanics: A qualitative approach for studying human movement*. Macmillan, New York, 1990.
14. F. Berryman, P. Pynsent, J. Fairbank and S. Disney, "A New System for Measuring Three-Dimensional Back Shape in Scoliosis", *European Spine Journal*, Vol.17, No.5, pp.663–672, 2008.
15. FMA Online available at: <http://fma.biostr.washington.edu>.
16. G. Qiu, Q. Li, Y. Wang, B. Yu, J. Qian, K. Yu, C.I. Lee, J. Zhang, J. Shen, Y. Zhao, X. Weng, T. Wang, D.M.K. Aladin and W. William Lu: "Comparison of Reliability Between the PUMC and Lenke Classification Systems for Classifying Adolescent Idiopathic Scoliosis", *Spine*, Vol.33, No.22, pp.E836–E842
17. H. Li, W.K. Leow, C.-H. Huang and T.S. Howe: "Modeling and Measurement of 3D Deformation of Scoliotic Spine Using 2D X-ray Images", *Computer Analysis of Images and Patterns*, Vol.57, No.2, pp.647-654, 2009.
18. H. Lin: "Identification of Spinal Deformity Classification With Total Curvature Analysis and Artificial Neural Network", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol.55, No.1, pp.376-382, 2008.
19. Haux R.: „Health information systems - past, present, future“, *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 75, pp. 268-281, 2006.
20. Heeks R.: „Health Information Systems: Failure, success and improvisation“, *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 75, pp. 125-137, 2006.
21. HL Brooks, SP Azen, E Gerberg, R Brooks, L Chan.: "Scoliosis: A prospective epidemiological study". *J Bone Joint Surg Am* 1975, Vol.57, pp.968-972.
22. Huysmans T., Haex B., Van Audekercke R., Vander Sloten J., Van der Perre G.: "Three-dimensional mathematical reconstruction of the spinal shape based on active contours", *Journal of Biomechanics* Vol.37, pp.1793-1798, 2004.
23. I.A. Stokes: "Three-Dimensional Terminology of Spinal Deformity: A Report Presented to the Scoliosis Research Society by The Scoliosis Research Society Working Group on 3-D Terminology of Spinal Deformity", *Spine*, Vol.19, No.2, pp.236-248, 1994.
24. I.A.F. Stokes and D.D. Aronsson: "Computer Assisted Algorithms Improve Reliability of King Classification and Cobb Angle Measurement of Scoliosis", *Spine*, Vol.31, No.6, pp.665-670, 2006.
25. J. Cheung, J. P. Halbertsma, A. G. Veldhuizen, W. J. Sluiter, N. M. Maurits, J. C. Cool, and J. R. van Horn, A preliminary study on electromyographic analysis of the paraspinal musculature in idiopathic scoliosis, *Eur Spine J* 14 (2005), 130_137.
26. J. L. Jaremko , P. Poncet, J.Ronsky, J. Harder, J. Dansereau, H. Labelle and R.F. Zernicke: "Indices of Torso Asymmetry Related to Spinal Deformity in Scoliosis", *Clinical Biomechanics*, Vol.17, No.8, pp.559–568, 2002.
27. J. L. Jaremko, P. Poncet, J. Ronsky, J. Harder, J. Dansereau, H. Labelle and R.F. Zernicke: "Comparison of Cobb Angles Measured Manually, Calculated from 3-D

- Spinal Reconstruction, and Estimated from Torso Asymmetry", *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, Vol.5, No.4, pp.277–281, 2002.
28. J. L. Jaremko, P. Poncet, J. Ronsky, J. Harder, J. Dansereau, H. Labelle, and R. F. Zernicke, Indices of torso asymmetry related to spinal deformity in scoliosis, *Clin Biomech* 17 (2002), 559_568.
 29. J. Pruijs, M. Hageman, W. Keessen, R. van der Meer and J. C, van Wieringen, "Variation in Cobb Angle Measurements in Scoliosis", *Skeletal Radiology*, Vol.23, No.4, pp.517-520, 1994.
 30. Jose L.V. Mejino Jr, Daniel L. Rubin, and James F. Brinkley: FMA-RadLex: An Application Ontology of Radiological Anatomy derived from the Foundational Model of Anatomy Reference Ontology, *Proceedings AMIA Symposium 2008*: Page 465-469.
 31. L. Humbert, J.A. De Guise, B. Aubert, BGodbout and W. Skalli: "3D Reconstruction of the Spine From Biplanar X-Rays Using Parametric Models Based on Transversal and Longitudal Inferences", *Medical Engineering & Physics*, 2009. (article in press) doi: 10.1016/j.medengphy.2009.01.003
 32. L. Senhadji, M. Siebes, J. V. Sloten, and N. Saranummi, *Biomedical Engineering Trends in Europe*, *IEEE Eng Med Biol Mag* 23 (2007), 12_13.
 33. L. Y. Griffin, Ed., *Scoliosis*. In: *Essentials of musculoskeletal care*, 3rd edition. American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, IL, 2006, pp 928_931.
 34. L.T. Staheli: "Scoliosis", in *"Practice of Pediatric Orthopedics"*, pp.168–175, Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins, 2001.
 35. Langlotz CP: RadLex 2006. a new method for indexing online educational materials, *Radiographics* 26:1595–1597.
 36. Lenke, L.G.; Betz, R.R.; Harms, J.; Bridwell, K.H.; Clements, D.H.; Lowe, T.L.; Blanke, K.: Adolescent Idiopathic Scoliosis: A New Classification to Determine Extent of Spinal Arthrodesis, *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 83-A(8), 2001, 1169-1181.
 37. M. Cote, J.A. Boulay, B. Ozell, H. Labelle and C. E. Aubin: "Virtual Reality Simulator for Scoliosis Surgery training: Transatlantic collaborative tests", *Haptic Audio Visual Environments and Games*, 2008. HAVE 2008, IEEE, p.1-6, 2008. doi : 10.1109/HAVE.2008.4685289
 38. M. L. Omev, L. J. Micheli and P. G. Gerbino, Idiopathic scoliosis and spondylolysis in the female athlete, *Clin Orthop Relat Res* 372 (2000), 74_84.
 39. Marwede D, Fielding M and Kahn T. 2007 RadiO: A Prototype Application Ontology for Radiology Reporting Tasks, *Proc AMIA 2007*, Chicago. IL, pp 513-517.
 40. Mirtz T.A., Thompson M.A., Greene L., Wyatt L.A., Akagi C.G.: "Adolescent idiopathic scoliosis screening for school, community, and clinical health promotion practice utilizing the PRECEDE-PROCEED model". *Chiropractic & Osteopathy* 2005, pp.13-25.
 41. Open Biomedical Ontologies: <http://obo.sourceforge.net/>
 42. P. King, *Design and biomedical engineering*, *Inter JEng Educ* 15 (1999), 282_287.
 43. P. Patias, E. Stylianidis, M. Pateraki, Y. Chrysanthou, C. Contozis, and T. Zavitsanakis, 3D digital photogrammetric reconstructions for scoliosis screening, Commission V, WG V/6, *Proceedings of the ISPRS Commission V Symposium, Image engineering and vision metrology*, Dresden, Germany, 25_27 September 2006, pp 1682_1750.
 44. Panjabi, M.M.; Oxland, T.; Takata, K.; Goel, V.; Duranceau, J.; Krag, M.: Articular facets of the human spine: Quantitative three-dimensional anatomy, *Spine*, 18, 1993, 1298–1310.

45. Petit, Y.; Aubin, C.; Labelle, H.: Three-dimensional Imaging for the Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis in Adolescents, *Canadian Journal of Surgery*, 45(6), 2002, 453-458.
46. Post, R. B.; Leferink, V. J. M.: Spinal mobility: sagittal range of motion measured with the SpinalMouse, a new non-invasive device, *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 124(3), 2004, 187-192.
47. R. E. Eilert and J. D. Polousky, Scoliosis section of orthopedics. In: W. W. Hay, M. J. Levin, J. M. Sondheimer and R. R. Deterding, Eds., *Current diagnosis and treatment: pediatrics*, 18th ed., chap.24. Lange Medical/McGraw-Hill, New York, 2007, pp 791_792.
48. R. N. Coger and H. V. de Silva, An integrated approach to teaching biotechnology and bioengineering to an interdisciplinary audience, *Int J Eng Educ* 15 (1999), 256_264.
49. Reiser M.F., Becker C.R., Nikolaou K., Glazer G.: *"Multislice CT"*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
50. Rogala E.J., Drummond D.S., Gurr J.: "Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study". *J Bone Joint Surg Am* 1978, Vol.60, pp.173-176.
51. Rosse C, Mejino JLV 2007: The Foundational Model of Anatomy Ontology, in: Burger A, Davidson D, Baldock R. (eds.), *Anatomy Ontologies for Bioinformatics: Principles and Practice*, pp 59-117, New York: Springer. Online available at: <http://www.rsna.org/radlex>.
52. Rubin DL 2007: Creating and curating a terminology for Radiology: Ontology Modeling and Analysis, *J Digit Imaging*.
53. S. Orphanoudakis, D. Kafetzopoulos, M. Tsiknakis: "Biomedical Informatics in Support of Individualized Medicine", *ERCIM NEWS*, Vol.60, pp.12-14, 2005.
54. S.S. Hu, C. B. Tribus, R. K-B. Tay and N. N. Bhatia, Scoliosis section. Disorders, diseases and injuries of the spine. In: H. B. Skinner, Ed., *Current Diagnosis and Treatment in Orthopedics*, 4th edition, chap. 5, Lange Medical/McGraw-Hill, New York, 2006, pp 255_269.
55. Schmitz, U. E. Jaeger, R. Koenig, J. Kandyba, U. A. Wagner, J. Giesecke, and O. Schmitt, A new MRI technique for imaging scoliosis in the sagittal plane, *Eur Spine J* 10 (2004), 114_117.
56. Shokoufandeh, A.; Starly, B.; Sun, W.; Fang, Z.; Regli, W.: Three-Dimensional Reconstruction for Medical-CAD Modeling, *Computer-Aided Design & Applications*, 2, 2005, 431-438.
57. Starly B., Lau A., Sun W., Lau W., Bradbury T.: "Direct slicing of STEP based NURBS models for layered manufacturing", *Computer-Aided Design* Vol.37, pp.387-397, 2005.
58. Subburaj K., Ravi B.: "High Resolution Medical Models and Geometric Reasoning starting from CT/MR Images", *Computer-Aided Design and Computer Graphics*, pp.441-444, 10th IEEE International Conference, 2007.
59. Subburaj K., Suresh Kumar P., Bansal D., Ravi B.: „Virtual Orthopaedic Surgery System“, *TEAMTech 2007*, Bangalore, 4- 6th October, 2007.
60. T. Klinder, J. Ostermann, M. Ehm, A. Franz, R. Kneser and C. Lorenz: "Automated Model-Based Vertebra Detection, Identification, and Segmentation in CT Images", *Medical Image Analysis*, 2009. (article in press) doi:10.1016/j.media.2009.02.004
61. T. Vrhovec, F. Pernuš and B. Likar: "A Review of Methods for Quantitative Evaluation of Spinal Curvature", *European Spine Journal*, Vol.18, pp.593-607, 2009.

62. T. Vrtovec, S. Ourselin, L. Gomes, B. Likar and F. Pernuš: "Automated Generation of Curved Planar Reformations From MR Images of the Spine", *Physics in Medicine and Biology*, Vol.52, pp.2865-2878, 2007.
63. T.R. Kuklo, B.K. Potter, T.M. Schroeder and M.F. O'Brien: "Comparison of Manual and Digital Measurements in Adolescent Idiopathic Scoliosis", *Spine*, Vol.31, No.11, pp.1240-1246, 2006.
64. V. Pazos, F. Cheriet, J. Danserau, J. Ronsky, R. F. Zernicke, and H. Labelle, Reliability of trunk shape measurements based on 3-D surface reconstructions, *Eur Spine J* 16 (2007), 1882_1891.
65. www.medscape.com
66. Z. Petit, C. Aubin and H. Labelle: "Three-dimensional Imaging for the Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis in Adolescents", *Canadian Journal of Surgery*, Vol.45, No.6, pp.453-458, 2002.

6.2. Reference autora tehničkog rešenja

1. Zečević-Luković T., Ristić B., Devedžić G.: "ZNAČAJ ONTOLOŠKOG MODELIRANJA KIČMENOG STUBA", Kongres fizijatara, Ivanjica, 2008.
2. Zečević-Luković T., Devedžić G., Ristić B.: "3D VIZUELIZACIJA U DIJAGNOSTICI I TERAPIJI SKOLIOZA", Kongres ortopeda i traumatologa, 2008.
3. Adamović D., Devedžić G., Ristić B., Ivanović L.: "IZBOR MATERIJALA ZA IMPLANTATE", Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije, Beograd, 2009.
4. Zečević-Luković T., Devedžić G., Čuković S., Ristić B., Ivanović L., Galjak M.: "PARAMETARSKI 3D MODEL KIČMENOG STUBA: INŽENJERSKI RAZVOJ I MEDICINSKE PRIMENE", Kongres fizijatara, Subotica, 2009.
5. Vanja Luković, Danijela Milošević, Goran Devedžić, Branko Ristić: "MODELING OF PARTITIVE RELATIONS OF THE OBR-SCOLIO APPLICATION ONTOLOGY USING SEP TRIPLET METHODOLOGY", 5th International Conference EURO-MEDITERRANEAN MEDICAL INFORMATICS and TELEMEDICINE - EMMIT 2009, October 16-18, Beirut, Lebanon, 2009.
6. Vanja Luković, Danijela Milošević, Goran Devedžić: "INTEGRATING BIOMEDICAL ONTOLOGIES – OBR-SCOLIO ONTOLOGY", *Ubiquitous Computing and Communication Journal*, Volume 4, No. 3(Bioinformatics and Image), pp.664-669, ISSN 1992-8424, 2009.
7. Devedžić G., Čuković S., Luković T., Jovanović Z., Ristić B.: „RAZVOJ SISTEMA ZA KOMPLEKSNU ANALIZU SKOLIOZNE KIČME”, Drugi kongres fizijatara Crne Gore, Zbornik radova, pp. 79-88, 17.-21. februar 2010., Igalo, Crna Gora, ISBN XXXX
8. Saša Čuković, Branko Ristić, Goran Devedžić, Zoran Jovanović: "3D PARAMETRIC SCOLIOSIS SIMULATOR", 11th EFORT Congress, jun 02-05, Madrid, Spain, 2010.
9. Cukovic S., Devedzic G., Ivanovic L., Lukovic T., Subburaj K.: "DEVELOPMENT OF 3D KINEMATIC MODEL OF THE SPINE FOR IDIOPATHIC SCOLIOSIS SIMULATION", CAD'10, Dubai, United Arab Emirates, June 2010 (accepted for presentation).
10. Cukovic S., Devedzic G., Ivanovic L., Lukovic T., Subburaj K.: "DEVELOPMENT OF 3D KINEMATIC MODEL OF THE SPINE FOR IDIOPATHIC SCOLIOSIS SIMULATION", *Journal of Computer-Aided Design and Applications*, ISSN 1686-4360, 2010 (accepted for publication).

11. Devedzic G., Ristic B., Stefanovic M., Cukovic S., Lukovic T.: "DEVELOPMENT OF 3D PARAMETRIC MODEL OF HUMAN SPINE AND SIMULATOR FOR BIOENGINEERING EDUCATION AND SCOLIOSIS SCREENING", Journal of Computer Applications in Engineering Education, **ISSN 1099-0542**. Published Online: 16 Feb 2010 DOI: 10.1002/cae.20411, ISSN1061-3773 2010 (in press)
12. Devedžić G., Ivanović L., Milošević D., Mirić N., Adamović D.: "REASONING WITH LINGUISTIC PREFERENCES USING NPN LOGIC", Computer Science and Information Systems – ComSIS, Vol.7, No.1, pp. 1-18, ISSN 1820-0214, 2010.
13. Branko Ristić, Zoran Popović, Dragan Adamović, Goran Devedžić: "IZBOR BIOMATERIJALA U ORTOPEDSKOJ HIRURGIJI", Vojnosanitetski pregled, 2010. (in press)
14. Devedžić G. (urednik): „BIOINŽENJERING SKOLIOZA“, Ministarstvo nauke i tehnološkog razvoja i Mašinski fakultet u Kragujevcu, Beograd/Kragujevac, 2010.

UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
MAŠINSKI FAKULTET U KRAGUJEVCU

NASTAVNO - NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA U KRAGUJEVCU

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja kategorije M85 (Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genetska proba, mikroorganizmi).

TEHNIČKO RAZVOJNO REŠENJE

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

**M 85 – NOVA METODA U DIJAGNOSTIKOVANJU
DEFORMITETA KIČMENOG STUBA**

(prototip, nove metode, softver, instrument, nove genske probe, mikroorganizmi i sl.)

Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje: TR – 12002 “*Ontološko modeliranje u bioinženjeringu*”, finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije za period 2008 – 2010.

Nosilac realizacije projekta: Mašinski fakultet u Kragujevcu

Rukovodilac projekta: Prof. Dr Goran Devedžić

Autori:

Prof. Dr Goran Devedžić, Mašinski fakultet Kragujevac

Saša Ćuković, dipl.ing., Mašinski fakultet Kragujevac

Prof. Dr Branko Ristić, Medicinski fakultet Kragujevac

Doc. Dr Tanja Luković, Medicinski fakultet Kragujevac

dr. Zoran Jovanović, ortopedski hirurg, Klinički centar Kragujevac

Mišljenje recenzenta

Tehničko rešenje pod nazivom:

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

realizovano je u skladu sa zahtevima definisanim *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata* – „Službeni Glasnik RS“ 38/2008, kojim je u Kriterijumima za određivanje kategorije naučnih publikacija (Prilog 2), definisan postupak dokumentovanja i verifikacije Tehničkih rešenja (M80). Rešenje sadrži 18 strana, 9 slika i jednu tabelu.

Sadržaj rešenja prikazan je kroz sledeće celine:

1. PREDMET
2. OSNOVE PREDLOŽENOG REŠENJA
3. KREIRANJE 3D CAD MODELA KIČMENOG STUBA

Skeniranje kadaverskih i edukacionih modela

Kreiranje DMU modela kičmenog stuba

4. PRIMENLJIVOST PREDLOŽENOG REŠENJA
5. REZIME
6. REFERENCE

Reference svetskih istraživanja – izbor

Reference autora tehničkog rešenja

Prvo poglavlje tehničkog rešenja sadrži proceduralnu napomena o realizaciji, prijavi i postupku verifikacije.

Drugo poglavlje prikazuje polazne osnove tehničkog rešenja. U skladu sa potrebama Klinike za ortopediju i traumatologiju i Centra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra Kragujevac, izvršena je opsežna analiza stanja u oblasti vizuelizacije dijagnostičkih postupaka i praćenja pacijenata sa skoliozom. Klasična dijagnostika i terapija pacijenata sa skoliozom (idiopatskom), najčešće se oslanja na pokazatelje dobijene pomoću radioloških snimaka. Analizom krivina kičmenog stuba u frontalnoj i sagitalnoj ravni detektuje se stepeni deformiteta i njihova progresija. Parametar koji predstavlja osnovu za kvantifikaciju stepena deformiteta krivine kičmenog stuba, kao i za izbor vrste terapije je **Cobb-ov ugao**. Ovaj parametar određuje se metodom „olovka i lenjir“, pa zato i greške određivanja istog mogu biti u veoma širokim granicama. Ovo može znatno uticati na donošenje ispravnih odluka o daljem lečenju pacijenata sa skoliozom. Jasno se ukazuje da je svetski trend korišćenje informacionih tehnologija i matematičko-mehaničkih modela za rešavanje i ovakvih problema. Predočeni su i problemi koji se pri tom mogu javiti, a vezani su za čitljivost radioloških snimaka, štetnost ponovljenih zračenja, itd.

Osnovu predloženog tehničkog rešenja predstavlja 3D zapreminski model kičmenog stuba. Metode kreiranja ovog modela opisane su u **trećem poglavlju**. Ovo poglavlje sadrži dve celine-odeljka. U prvom je detaljno objašnjem postupak rekonstrukcije računarskog 3D zapreminskog model kičmenog stuba na osnovu optičkog skeniranja kadaverskih i edukacionih modela, primenom metoda reverzibilnog inženjerstva („Reverse Engineering“). Drugi odeljak sadrži opis kreiranja 3D kinematskog (DMU – Digital Mock-Up) modela kičmenog stuba, načine aktivacije i primene u automatskom određivanju Cobb-ovog ugla. Primenjena metodologija se zasnova na korišćenju

digitalnog radiološkog snimka. Korisnik, tj. ortoped ili fizijatar, unosi pokazivačem tačku koja definiše položaj centara (težišta) apikalnih pršljenova u frontalnoj ravni, a softver automatski izračunava udaljenje težišta od centralne sakralne linije, tj. ose normalne kičme i te parametre prosleđuje u 3D DMU model. Na osnovu tih podataka vrši se tzv. regeneracija modela, tj. model normalne kičme prevodi se u deformisani model. Ekstrahovanjem centralne osne linije deformisanog kičmenog stuba pokreće se postupak analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, kao i identifikacija ključnih tačaka za konstrukciju Cobb-ovih linija. Analiza nedvosmisleno definiše lokaciju tačaka gornjih i donjih graničnih pršljenova (pršljenova početka i kraja krivine) kroz koje se automatski konstruišu normale na krivu centralne osne linije i mere Cobb-ovi uglovi.

U okviru **četvrtog poglavlja** autori prikazuju detaljno primenljivost tehničkog rešenja. Na osnovu dijagrama zakrivljenosti i radijusa krivine kičmenog stuba, koji se automatski kreiraju, a relevantni parametri automatski generišu, jasno se uočavaju karakteristične tačke deformiteta. U tim tačkama dijagram zakrivljenosti prikazuje minimalne vrednosti, dok dijagram promene vrednosti radijusa krivine prikazuje maksimalne vrednosti. Identifikovane prevojne tačke nedvosmisleno ukazuju na mesta u kojima treba povući Cobb-ove linije, upravo na krivinu deformisanog kičmenog stuba. Preciznost koja se dobija prilikom određivanja Cobb-ovog ugla na ovaj način daleko je veća, a vrednosti pouzdanije, za razliku od tradicionalnih metoda. Autori ističu da su istraživački naponi na ovom polju na Medicinskom i Mašinskom fakultetu u Kragujevcu i Kliničkom centru "Kragujevac" usmereni ka razvoju integralnog informacionog sistema za 3D vizuelizaciju, dijagnostikovanje, lečenje i praćenje pacijenata sa deformitetima kičmenog stuba. Ističe se da je suštinski zajednički cilj obezbeđivanje permanentnost praćenja razvoja deformiteta, odnosno toka lečenja, smanjenje ili eliminisanje potrebe za (štetnim) rentgenskim snimanjem, skraćivanje vremena projektovanja, individualnog prilagođavanja, kao i sveobuhvatnije praćenje pacijenta, formiranjem njegovog digitalnog zdravstvenog kartona.

Peto poglavlje rezimira karakteristike tehničkog rešenja. Jasno su istaknute tehničke karakteristike, efikasnost primene i ekonomska isplativost. Obrazložena je i usklađenost sa ciljevima projekta.

U **šetom poglavlju** dat je spisak referenci koje su autori koristili prilikom razvoja *Sistema za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla* (ukupno 66 bibliografskih jedinica), kao i spisak referenci koje verifikuju istraživanja i rezultate tehničkog rešenja i samo rešenje (ukupno 14 bibliografskih jedinica).

Na osnovu priloženog detaljnog opisa tehničkog rešenja **Sistem za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla** jasno se uočava potpuno originalan, naučno-verifikovan, pouzdan i savremen pristup koji su autori izabrali i realizovali. Predloženo tehničko rešenje u potpunosti zadovoljava sve uslove propisane *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata*, pa preporučujem Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta u Kragujevcu da isto prihvati.

U Nišu,
19. 04. 2010. godine

Recenzent:



Prof. Dr Miodrag Manić
Mašinski fakultet u Nišu

UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
MAŠINSKI FAKULTET U KRAGUJEVCU

NASTAVNO - NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA U KRAGUJEVCU

Predmet: *Recenzija tehničkog rešenja kategorije M85*
(Prototip, nova metoda, softver, standardizovan
ili atestiran instrument, nova genetska proba, mikroorganizmi).

TEHNIČKO RAZVOJNO REŠENJE

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

**M 85 – NOVA METODA U DIJAGNOSTIKOVANJU
DEFORMITETA KIČMENOG STUBA**

(prototip, nove metode, softver, instrument, nove genske probe, mikroorganizmi i sl.)

Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje: *TR – 12002 “Ontološko modeliranje u bioinženjeringu”*, finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije za period 2008 – 2010.

Nosilac realizacije projekta: Mašinski fakultet u Kragujevcu

Rukovodilac projekta: Prof. Dr Goran Devedžić

Autori:

Prof. Dr Goran Devedžić, Mašinski fakultet Kragujevac
Saša Ćuković, dipl.ing., Mašinski fakultet Kragujevac
Prof. Dr Branko Ristić, Medicinski fakultet Kragujevac
Doc. Dr Tanja Luković, Medicinski fakultet Kragujevac
dr. Zoran Jovanović, ortopedski hirurg, Klinički centar Kragujevac

Mišljenje recenzenta

Tehničko rešenje pod nazivom:

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

je realizovano u skladu sa zahtevima definisanim *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata* – „Službeni Glasnik RS“ 38/2008, kojim je u Kriterijumima za određivanje kategorije naučnih publikacija (Prilog 2), definisan postupak dokumentovanja i verifikacije Tehničkih rešenja (M80). Opis rešenja sadrži 18 strana, 9 slika i jednu tabelu.

Sadržaj tehničko razvojnog rešenja je prikazan kroz sledeće celine:

1. PREDMET
2. OSNOVE PREDLOŽENOG REŠENJA
3. KREIRANJE 3D CAD MODELA KIČMENOG STUBA
 - 3.1. Skeniranje kadaverskih i edukacionih modela
 - 3.2. Kreiranje DMU modela kičmenog stuba
4. PRIMENLJIVOST PREDLOŽENOG REŠENJA
5. REZIME
6. REFERENCE
 - 6.1. Reference svetskih istraživanja – izbor
 - 6.2. Reference autora tehničkog rešenja

Prvo poglavlje tehničkog rešenja sadrži proceduralnu napomenu o realizaciji, prijavi i postupku verifikacije.

U okviru *drugog poglavlja* date su polazne osnove tehničkog rešenja. Po zahtevu Klinike za ortopediju i traumatologiju i Centra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra Kragujevac izvršena je opsežna analiza stanja u oblasti vizuelizacije dijagnostičkih postupaka i praćenja pacijenata sa skoliozom. Tradicionalno, dijagnostika i terapija pacijenata sa (idiopatskom) skoliozom oslanja se, u najvećoj meri, na pokazatelje dobijene pomoću radioloških snimaka. Analizom krivina kičmenog stuba u frontalnoj i sagitalnoj ravni detektuje se stepen deformiteta i njegova progresija. Cobb-ov ugao je parametar koji predstavlja osnovu za kvantifikaciju stepena deformiteta krivine kičmenog stuba, ali i pokazatelj za izbor vrste terapije. Međutim, kako se i taj važan parametar određuje metodom „olovka i lenjir“, greške određivanja istog mogu varirati u veoma širokim granicama, što može znatno uticati na donošenje ispravnih odluka o daljem lečenju pacijenata sa skoliozom. Jasno je ukazano da je svetski trend korišćenje informacionih tehnologija i matematičko-mehaničkih modela u ove svrhe. Predočeni su i problemi koji se pri tom mogu javiti, kao što su čitljivost radioloških snimaka, štetnost ponovljenih zračenja, itd.

Osnovu predloženog tehničkog rešenja predstavlja 3D zapreminski model kičmenog stuba. Metode kreiranja ovog modela opisane su u *trećem poglavlju*. Ono sadrži dva odeljka. U prvom je detaljno objašnjem postupak rekonstrukcije računarskog 3D zapreminskog model kičmenog stuba na osnovu optičkog skeniranja kadaverskih i edukacionih modela, primenom metoda inverznog inženjerstva („Reverse Engineering“). Drugi odeljak sadrži opis kreiranja 3D kinematskog (DMU – Digital Mock-Up) modela kičmenog stuba, načine aktivacije i primene u automatskom određivanju Cobb-ovog ugla. Metodologija je zasnovana na korišćenju digitalnog radiološkog snimka. Operater,

tj. ortoped ili fizijatar, unosi mišem tačku koja definiše položaj centara (težišta) apikalnih pršljenova u frontalnoj ravni, a računar automatski izračunava udaljenje težišta od centralne sakralne linije, tj. ose normalne kičme i te parametre prosleđuje u 3D DMU model. Vršiti se tzv. regeneracija modela, tj. model normalne kičme prevodi se u deformisani model. Ekstrahovanjem centralne osne linije deformisanog kičmenog stuba pokreće se postupak analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, kao i identifikacija ključnih tačaka za konstrukciju Cobb-ovih linija. Analiza nedvosmisleno definiše lokaciju tačaka gornjih i donjih graničnih pršljenova (pršljenova početka i kraja krivine) kroz koje se automatski konstruišu normale na krivu centralne osne linije i mere Cobb-ovi uglovi.

U okviru *četvrtog poglavlja* autori detaljno obrazlažu primenljivost tehničkog rešenja. Primenom dijagnostičko-terapeutskog 3D DMU modela, posle izvršene analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, dolazi se do daleko sadržajnijih rezultata. Naime, na osnovu dijagrama zakrivljenosti i radijusa krivine kičmenog stuba, koji se automatski kreiraju, a relevantni parametri automatski generišu, jasno se uočavaju karakteristične tačke deformiteta. U tim tačkama dijagram zakrivljenosti prikazuje minimalne vrednosti, dok dijagram promene vrednosti radijusa krivine prikazuje maksimalne vrednosti. Identifikovane prevojne tačke nedvosmisleno ukazuju na mesta u kojima treba povući Cobb-ove linije, upravo na krivinu deformisanog kičmenog stuba. Preciznost koja se dobija pri određivanju Cobb-ovog ugla na ovaj način daleko je veća, a vrednosti pouzdanije, u odnosu na tradicionalne metode. Autori ističu da su istraživački naponi na ovom polju na Medicinskom i Mašinskom fakultetu u Kragujevcu i Kliničkom centru "Kragujevac" usmereni ka razvoju integralnog informacionog sistema za 3D vizuelizaciju, dijagnostikovanje, lečenje i praćenje pacijenata sa deformitetima kičmenog stuba. Pri tome naglašavaju da je suštinski zajednički cilj obezbeđivanje permanentnosti praćenja razvoja deformiteta, odnosno toka lečenja, smanjenje ili eliminisanje potrebe za (štetnim) rentgenskim snimanjem, skraćivanje vremena projektovanja, individualnog prilagođavanja.

Peto poglavlje rezimira karakteristike tehničkog rešenja. Jasno su istaknute tehničke karakteristike, efikasnost primene i ekonomska isplativost. Obrazložena je i usklađenost sa ciljevima projekta.

U *šestom poglavlju* dat je spisak referenci koje su autori koristili prilikom razvoja *Sistema za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla* (ukupno 66 bibliografskih jedinica), kao i spisak referenci koje verifikuju istraživanja i rezultate tehničkog rešenja i sâmo rešenje (ukupno 14 bibliografskih jedinica).

Na osnovu priloženog detaljnog opisa tehničkog rešenja „*Sistem za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla*“ može se zaključiti da je reč o originalnom, naučno-verifikovanom, i savremenom pristupu, zasnovanom na primeni informacionih tehnologija, koji su autori izabrali i realizovali. Predloženo tehničko rešenje u potpunosti zadovoljava sve uslove propisane *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata*, pa sa profesionalnom odgovornošću predlažem Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta u Kragujevcu da isto prihvati.

U Novom Sadu,
19. 04. 2010. godine

Recenzent:


Prof. Dr Milan Zeljković
Fakultet tehničkih nauka
Trg Dositeja Obradovića 6
21000 Novi Sad

UNIVERZITET U KRAGUJEVCU
MAŠINSKI FAKULTET U KRAGUJEVCU

NASTAVNO - NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA U KRAGUJEVCU

Predmet: Recenzija tehničkog rešenja kategorije M85 (Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genetska proba, mikroorganizmi).

TEHNIČKO RAZVOJNO REŠENJE

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

M 85 – NOVA METODA U DIJAGNOSTIKOVANJU
DEFORMITETA KIČMENOG STUBA

(prototip, nove metode, softver, instrument, nove genske probe, mikroorganizmi i sl.)

Projekat u okviru koga je realizovano tehničko rešenje: *TR – 12002 “Ontološko modeliranje u bioinženjeringu”*, finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije za period 2008 – 2010.

Nosilac realizacije projekta: Mašinski fakultet u Kragujevcu

Rukovodilac projekta: Prof. Dr Goran Devedžić

Autori:

Prof. Dr Goran Devedžić, Mašinski fakultet Kragujevac
Saša Ćuković, dipl.ing., Mašinski fakultet Kragujevac
Prof. Dr Branko Ristić, Medicinski fakultet Kragujevac
Doc. Dr Tanja Luković, Medicinski fakultet Kragujevac
Doc. Dr Lozica Ivanović, Mašinski fakultet Kragujevac
dr. Zoran Jovanović, ortopedski hirurg, Klinički centar Kragujevac

Mišljenje recenzenta

Tehničko rešenje pod nazivom:

Sistem za automatsko određivanje Cobb–ovog ugla

realizovano je u skladu sa zahtevima definisanim *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata* – „Službeni Glasnik RS“ 38/2008, kojim je u Kriterijumima za određivanje kategorije naučnih publikacija (Prilog 2), definisan postupak dokumentovanja i verifikacije Tehničkih rešenja (M80). Rešenje sadrži 18 strana, 9 slika i jednu tabelu.

Sadržaj rešenja prikazan je kroz sledeće celine:

1. PREDMET
2. OSNOVE PREDLOŽENOG REŠENJA
3. KREIRANJE 3D CAD MODELA KIČMENOG STUBA
4. PRIMENLJIVOST PREDLOŽENOG REŠENJA
5. REZIME
6. REFERENCE

Prvo poglavlje tehničkog rešenja sadrži proceduralnu napomenu o realizaciji, prijavi i postupku verifikacije.

U okviru *drugog poglavlja* date su polazne osnove tehničkog rešenja. Po zahtevu Klinike za ortopediju i traumatologiju i Centra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Kliničkog centra Kragujevac izvršena je opsežna analiza stanja u oblasti vizuelizacije dijagnostičkih postupaka i praćenja pacijenata sa skoliozom. Tradicionalno, dijagnostika i terapija pacijenata sa (idiopatskom) skoliozom oslanja se, u najvećoj meri, na pokazatelje dobijene pomoću radioloških snimaka. Analizom krivina kičmenog stuba u frontalnoj i sagitalnoj ravni detektuje se stepen deformiteta i njegova progresija. Cobb-ov ugao je parametar koji predstavlja osnovu za kvantifikaciju stepena deformiteta krivine kičmenog stuba, ali i pokazatelj za izbor vrste terapije. Međutim, kako se i taj važan parametar određuje metodom „olovka i lenjir“, greške određivanja istog mogu varirati u veoma širokim granicama, što može znatno uticati na donošenje ispravnih odluka o daljem lečenju pacijenata sa skoliozom. Jasno je ukazano da je svetski trend korišćenje informacionih tehnologija i matematičko-mehaničkih modela u ove svrhe. Predočeni su i problemi koji se pri tom mogu javiti, kao što su čitljivost radioloških snimaka, štetnost ponovljenih zračenja, itd.

Osnovu predloženog tehničkog rešenja predstavlja 3D zapreminski model kičmenog stuba. Metode kreiranja ovog modela opisane su u *trećem poglavlju*. Ono sadrži dva odeljka. U prvom je detaljno objašnjem postupak rekonstrukcije računarskog 3D zapreminskog model kičmenog stuba na osnovu optičkog skeniranja kadaverskih i edukacionih modela, primenom metoda inverznog inženjerstva („Reverse Engineering“). Drugi odeljak sadrži opis kreiranja 3D kinematskog (DMU – Digital Mock-Up) modela kičmenog stuba, načine aktivacije i primene u automatskom određivanju Cobb-ovog ugla. Metodologija je zasnovana na korišćenju digitalnog radiološkog snimka. Operater, tj. lekar specijalista ortopedije ili fizikalne medicine i rehabilitacije, unosi tačku koja definiše položaj centara (težišta) apikalnih pršljenova u frontalnoj ravni, a računar automatski izračunava udaljenje težišta od centralne sakralne linije, tj. ose normalne kičme i te parametre prosleđuje u 3D DMU model. Vrš se tzv. regeneracija modela, tj. model normalne kičme prevodi se u deformisani

model. Ekstrahovanjem centralne osne linije deformisanog kičmenog stuba pokreće se postupak analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, kao i identifikacija ključnih tačaka za konstrukciju Cobb-ovih linija. Analiza nedvosmisleno definiše lokaciju tačaka gornjih i donjih graničnih pršljenova (pršljenova početka i kraja krivine) kroz koje se automatski konstruišu normale na krivu centralne osne linije i mere Cobb-ovi uglovi.

U okviru **četvrtog poglavlja** autori detaljno obrazlažu primenljivost tehničkog rešenja. Primenom dijagnostičko-terapeutskog 3D DMU modela, posle izvršene analize zakrivljenosti i radijusa deformiteta, dolazi se do daleko sadržajnijih rezultata. Naime, na osnovu dijagrama zakrivljenosti i radijusa krivine kičmenog stuba, koji se automatski kreiraju, a relevantni parametri automatski generišu, jasno se uočavaju karakteristične tačke deformiteta. U tim tačkama dijagram zakrivljenosti prikazuje minimalne vrednosti, dok dijagram promene vrednosti radijusa krivine prikazuje maksimalne vrednosti. Identifikovane prevojne tačke nedvosmisleno ukazuju na mesta u kojima treba povući Cobb-ove linije, upravno na krivinu deformisanog kičmenog stuba. Preciznost koja se dobija prilikom određivanja Cobb-ovog ugla na ovaj način daleko je veća, a vrednosti pouzdanije, za razliku od tradicionalnih metoda. Autori ističu da su istraživački naponi na ovom polju na Medicinskom i Mašinskom fakultetu u Kragujevcu i Kliničkom centru "Kragujevac" usmereni ka razvoju integralnog informacionog sistema za 3D vizuelizaciju, dijagnostikovanje, lečenje i praćenje pacijenata sa deformitetima kičmenog stuba. Pri tome naglašavaju da je suštinski zajednički cilj obezbeđivanje permanentnosti praćenja razvoja deformiteta, odnosno toka lečenja, smanjenje ili eliminisanje potrebe za rentgenskim snimanjem, skraćivanje vremena projektovanja, individualnog prilagođavanja.

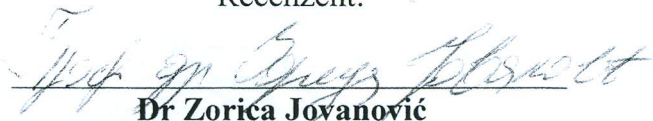
Peto poglavlje rezimira karakteristike tehničkog rešenja. Jasno su istaknute tehničke karakteristike, efikasnost primene i ekonomska isplativost. Obrazložena je i usklađenost sa ciljevima projekta.

U **šetom poglavlju** dat je spisak referenci koje su autori koristili prilikom razvoja *Sistema za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla* (ukupno 66 bibliografskih jedinica), kao i spisak referenci koje verifikuju istraživanja i rezultate tehničkog rešenja i samo rešenje (ukupno 14 bibliografskih jedinica).

Na osnovu priloženog detaljnog opisa tehničkog rešenja *Sistem za automatsko određivanje Cobb-ovog ugla* jasno se uočava potpuno originalan, naučno-verifikovan i pouzdan pristup koji su autori izabrali i realizovali. Ovaj savremeni metod bi mogao naći širu kliničku primenu u proceni stepena deformiteta kičmenog stuba, planiranju terapijskih procedura i praćenju uspeha lečenja. Predloženo tehničko rešenje u potpunosti zadovoljava sve uslove propisane *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučno istraživačkih rezultata*, pa preporučujem Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta u Kragujevcu da isto prihvati.

U Kragujevcu,
20. 04. 2010. godine

Recenzent:



Dr Zorića Jovanović

Vanredni profesor Medicinskog fakulteta u
Kragujevcu,
Specijalista fizikalne medicine i rehabilitacije



Klinički centar "KRAGUJEVAC"
Zmaj Jovina 30, Kragujevac

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР КРАГУЈЕВАЦ
КРАГУЈЕВАЦ
КС
KRAGUJEVAC

ПРИЉЕНО: 19.04.2010			
Страна	Број	Редни број	Матрични број
	01-2985		

Министарство науке
Његошева 12
11000 Београд

Предмет: Извештај о раду на пројекту TP-12002: „Онтолошко моделирање у биоинжењерингу“

У току друге године истраживања у оквиру пројекта под називом „Онтолошко моделирање у биоинжењерингу“ Клинички центар Крагујевац је узео учешће кроз ангажовање дела особља Клинике за ортопедију и трауматологију на дизајнирању „дигиталног темплејта“ као софтверске апликације за едукацију и преоперативно планирање. Сем тога особље је активно учествовало и у изради основне верзије информационог система за праћење артропластика кука.

Особље Центра за физикалну медицину и рехабилитацију било је ангажовано на реализацији и имплементацији система за аутоматско одређивање Cobb-овог угла, као и на дефинисању суштинских захтева за информациони систем за праћење пацијената са сколиозом.

Сви до сада добијени резултати у оквиру пројекта у потпуности су сагласни са раније договореним планом истраживања. Од 1. априла 2010. године у Клиници за ортопедију и трауматологију и у Центру за физикалну медицину и рехабилитацију инсталиран је систем за аутоматско одређивање Cobb-овог угла. Очекујемо даље обимно тестирање у клиничким условима, али и стварање регионалне банке података и мултимедијалног атласа о сколиози и артропластикама кука. На тај начин ће се повећати квалитет и прецизност рада у области дијагностике и лечења деформитета кичменог стуба и прелома и обољења зглоба кука.

Клинички центар Крагујевац је за сврхе наведеног пројекта омогућио радиографска претраживања на стандардним рентген апаратима, мултислајсном компјутеризованом томографу и остеодензитометру.

У потпуности подржавамо истраживачке напоре чланова тима пројекта под називом „Онтолошко моделирање у биоинжењерингу“ и предлажемо Министарству за науку и технолошки развој да омогући наставак започетих истраживања.



Директор Клиничког центра Крагујевац:

Проф. Др Слободан Обрадовић



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : **ТР-01/2010**
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Систем за аутоматско одређивање Собб-овог угла“, аутора **Др Горана Девеџића, Саше Ђуковића, Др Бранка Ристића, Др Тање Луковић и Др Зорана Јовановића.**

Решење припада класи **М85**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. Проф. др Миодраг Манић, Машински факултет Ниш
2. Проф. др Милан Зељковић, Факултет техничких наука, Нови Сад
3. Проф. др Зорица Јовановић. Медицински факултет у Крагујевцу

Достављено:
Ауторима
Архиви

ДЕКАН МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА



Др Мирослав Бабић, ред. проф.