

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA**

Autori:

Dr Slobodan Tabaković, vanredni profesor

Dr Milan Zeljković, redovni profesor

Dr Zoran Milojević, vanredni profesor

Dr Aleksandar Živković, docent

**PROGRAMSKI SISTEM ZA AUTOMATIZOVANU
AKVIZICIJU MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA
PROKSIMALNOG SEGMENTA FEMURA**

- TEHNIČKO REŠENJE -

Novi Sad, 2013. godine

Podaci o tehničkom rešenju

Vrsta tehničkog rešenja	M-85: Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genetska proba, mikroorganizmi
Autori tehničkog rešenja	Autori: Dr Slobodan Tabaković, vanredni profesor Dr Milan Zeljković, redovni profesor Dr Zoran Milojević, vanredni profesor Dr Aleksandar Živković, docent
Naziv tehničkog rešenja	PROGRAMSKI SISTEM ZA AUTOMATIZOVANU AKVIZICIJU MORFOLOŠKIH KARAKTERISTIKA PROKSIMALNOG SEGMENTA FEMURA
Za koga je rađeno tehničko rešenje	Programsko rešenje za automatizovanu akviziciju morfoloških karakteristika proksimalnog segmenta femura je razvijeno za potrebe istraživanja koja se sprovode na Fakultetu tehničkih nauka u okviru projekta „Savremeni prilazi u razvoju specijalnih rešenja uležištenja u mašinstvu i medicinskoj protetici” ev. broj TR 35025 i za potrebe projektovanja endoproteza u preduzeću „Грујић и Грујић” iz Novog Sada.
Ko koristi tehničko rešenje	Programsko rešenje se koristi za potrebe istraživanja i nastave na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu i za potrebe projektovanja endoproteza u preduzeću „Грујић и Грујић” iz Novog Sada.
Godina izrade tehničkog rešenja	2013.
Verifikacija rezultata	Od strane recenzenata: Prof. dr Zora Konjović Prof. dr Goran Devedžić
Ko je prihvatio tehničko rešenje	Nastavno-naučno veće Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada
Primena rezultata	Istraživačko - razvojno sredstvo

SADRŽAJ

1. OBLAST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA	1
2. TEHNIČKI PROBLEM	1
3. NAUČNO – STRUČNE PODLOGE TEHNIČKOG REŠENJA.....	2
3.1 Rekonstrukcija geometrije femura.....	2
3.2 Određivanje geometrijskih parametara femura	4
3.2.1 Postupak određivanja parametara femura.....	6
4. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA	8
4.1 Globalna struktura programskog sistema	8
4.2 Rekonstrukcija geometrije femura.....	9
4.3 Određivanje parametara femura	10
5. ANALIZA UPOTREBLJIVOSTI PROGRAMSKOG SISTEMA	11
6. ZAKLJUČAK	12
7. LITERATURA.....	13

1. OBLAST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

Tehničko rešenje pripada oblasti obrade i analize tomografskih dijagnostičkih snimaka. Programski sistem je razvijen u cilju unapređenja procesa projektovanja endoproteza zgloba kuka: Rezultati dobijeni primenom navedenog rešenja predstavljaju geometrijske parametre neophodne za izbor tipa i dimenzionisanje endoproteza. Tehničko rešenje se u širem smislu može posmatrati kao deo oblasti biomedicinskog inženjeringa.

2. TEHNIČKI PROBLEM

Operativni zahvat zamene prirodnog zgloba kuka veštačkim (artroplastika kuka) spada u grupu najčešće primenjivanih zahvata u ortopedskoj hirurgiji. Sprovedena istraživanja ukazuju na podatak da se svake godine u svetu izvrši preko 800.000 zahvata ovog tipa [15]. U osnovne zahteve koji se pri projektovanju endoproteze kuka postavljaju pred inženjere spadaju što duži vek eksploatacije endoproteze i što kraći period oporavka pacijenta nakon hiruškog zahvata. U novije vreme se, kod primarnog zahvata totalne zamene zgloba kuka (THA), više od 90% endoproteza uspešno koristi i posle 10 godina od ugradnje [16] [7].

Na uspešnost artroplastike kuka utiču: morfologija obolelog ekstremiteta, vrsta i rasprostranjenost oboljenja, operativni zahvat kao i konstrukcije endoproteze. U faktore konstrukcije endoproteze spadaju: stepen prilagođenosti elemenata endoproteze pacijentu i njene mehaničke karakteristike.

Planiranje operativnog zahvata ugradnje veštačkog kuka za određenog pacijenta podrazumeva definisanje uticajnih faktora koji se mogu razvrstati u dve kategorije. Prvu čine faktori koji se definišu na osnovu medicinske analize pacijenta (tip i obim oboljenja, starost pacijenta i izbor metoda operativnog zahvata). Imajući ove faktore u vidu, u prethodnom periodu je razvijen veliki broj različitih tipova proteza koje su kategorisane standardom ISO 7206-1 [1]. Druga kategorija obuhvata geometrijske veličine koje određuju dimenzije i oblik elemenata endoproteze. Najznačajniju ulogu u ovoj grupi imaju dimenzije i morfološke karakteristike karlice i butne kosti pacijenta [3]. Ovi faktori su ujedno i ključni za projektovanje endoproteza [21]. Dimenzije pojedinih elemenata femura, oblik i karakteristike njegove geometrije se u današnjim uslovima određuju rekonstrukcijom femura na osnovu dijagnostičkih snimaka (CT, MRI) [5, 14, 19].

Tehničko rešenje čini programski sistem razvijen za potrebe automatizovanog određivanja geometrijskih parametara femura. Programski sistem je razvijen na modularnim principima iz dve celine koje čine: podsistem za izdvajanje karakterističnih geometrijskih parametara na osnovu DICOM snimaka i podsistem za određivanje parametara femura. Postupci koji su pri tome primenjeni predstavljaju u prvom delu unapređene postupke obrade dijagnostičkih snimaka, a u drugom delu originalno rešenje

nastalo iz detaljne analize procesa projektovanja endoproteza zgloba kuka prema merama pacijenata.

3. NAUČNO – STRUČNE PODLOGE TEHNIČKOG REŠENJA

3.1 Rekonstrukcija geometrije femura

Osnovni izvor ulaznih informacija o morfologiji femura (kosti) pri projektovanju endoproteza zgloba kuka predstavljaju tomografski snimci karlične regije [10, 17] nastali CT (Computer Tomography) i MRI (Magnetic Resonance Imaging) metodama. Rekonstrukcijom spoljne i unutrašnje geometrije femura stvaraju se preduslovi za: dimenzionisanje elemenata endoproteze [10, 15], optimizaciju elemenata njene geometrije [10, 17, 18] i verifikaciju projektovane proteze primenom različitih inženjerskih analiza (npr. metodom konačnih elemenata [12, 20]).

U savremenoj medicinskoj dijagnostici se za arhiviranje snimaka koristi DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) format zapisa definisan standardom ISO 12052 [2]. Postupci rekonstrukcije elemenata skeleta na osnovu DICOM snimaka u opštem slučaju sadrže tri faze:

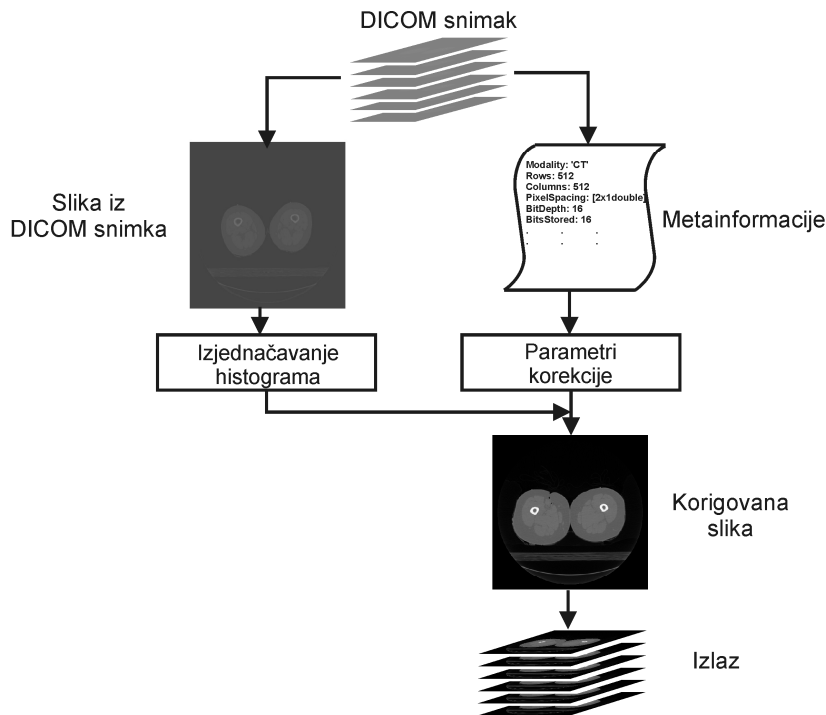
- Prethodnu obradu snimka,
- Izdvajanje konture femura i
- Definisanje geometrijskih parametara femura (kosti) [5].

Prethodna obrada snimka podrazumeva uvoz i obradu metainformacija koje sadrže podatke o objektu i parametrima snimanja i učitavanje serije ravanskih snimaka iz DICOM snimka. Pored toga, vrši se i korekcija kontrasta pojedinačnih snimaka [13] u cilju naglašavanja elemenata skeletnog sistema na njima. Korišćena je metoda distribucije kontrasta piksela (koji za snimak iznosi od I_{min} do I_{max}) duž celog opsega dubine snimka (od $I_{d0}=0$ do $I_{dmax}=2^{depth}$). Time se dobija korekcionni koeficijent „k“ (jednačina 1) kojim se multiplicira svaki piksel slike.

$$k = \frac{2^{depth}}{I_{max}-I_{min}} \quad (1)$$

Za određivanje opsega dubine snimka i granica ostvarenog kontrasta su korišćene informacije koje su kod DICOM snimaka, uz niz drugih informacija, zapisane u datoteci metainformacija.

Na slici 1 je prikazan postupak korekcije snimaka na osnovu parametara snimanja i optimalnog kontrasta.



Slika 1. Postupak korekcije snimaka

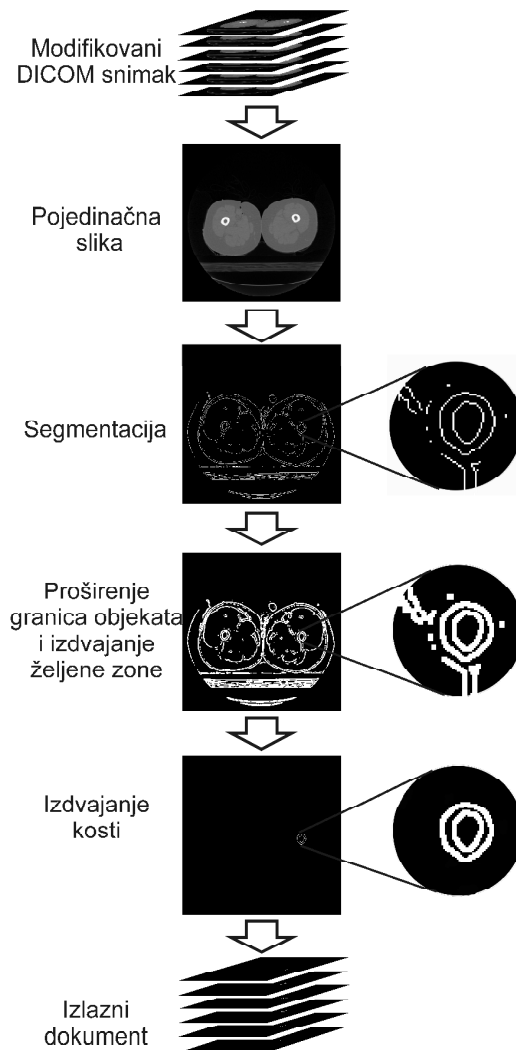
Izdvajanje konture femura je u konkretnom slučaju zasnovano na 2D segmentaciji koštanog tkiva [11] primenom filtera za detekciju ivica, a zatim izolovanjem oblasti od značaja (konture femura). Na tako izdvojenim oblastima se u nastavku koriguju šumovi koji nastaju postupkom segmentacije (slika 2.). U postupku segmentacije je korišćen LoG (Laplaskan of Gauss) algoritam koji se zasniva na definisanju ivice objekata na osnovu brzine promene kontrasta piksela duž slike. Ovaj algoritam spada u postupke određivanja ivica objekata bazirane na Laplasovom algoritmu kojim se određuje nulta vrednost drugog izvoda funkcije intenziteta kontrasta piksela $I(x,y)$ na slici (x i y određuju poziciju koordinate piksela) definisanog jednačinom 2.

$$L(x, y) = \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I(x, y)}{\partial y^2} \quad (2)$$

Budući da je kod rasterskih slika intenzitet kontrasta predstavljen diskretnim vrednostima za svaki piksel, matrica slike se množi sa odgovarajućom konvolucionom matricom. U cilju smanjenja šuma koji nastaje ovakvom obradom slike pre primene Laplasovog algoritma se vrši ublažavanje prelaza primenom Gausovog filtera opisanog jednačinom 3.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Rezultat ovakve obrade snimaka predstavlja niz konturnih linija kojima se opisuju objekti na slici. Nakon segmentacije se vrši proširenje granica objekata i zatvaranje kontura na slici postupkom povezivanja susednih piksela. U poslednjoj fazi se vrše izdvajanje oblasti od značaja u cilju izbora spoljašnje i unutrašnje geometrije femura i uklanjanja postojećeg šuma.



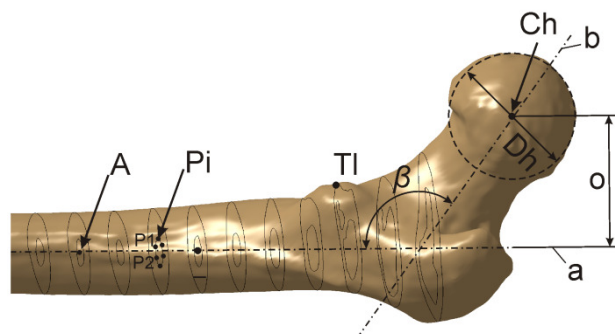
Slika 2. Segmentacija snimka

Kao rezultat ove faze obrade snimka se dobija niz slika koje sadrže konturu izabrane kosti.

Upotrebljivost rezultata postupkom rekonstrukcije kosti prvenstveno zavise od: metode i parametara snimanja, količine šuma uzrokovanog metodom snimanja i karakteristikama uređaja kao i metode rekonstrukcije. U zavisnosti od metoda i parametara snimanja tačnost rekonstrukcije kosti može biti značajno ispod 1 [mm] [6, 9] što u praksi zadovoljava potrebe pri projektovanju endoproteza prema meri pacijenta.

3.2 Određivanje geometrijskih parametara femura

Oblik i dimenzije endoproteze zgloba kuka se definišu na osnovu većeg broja parametara spoljašnje i unutrašnje geometrije femura [10]. Prema uticaju na oblik endoproteze oni se mogu podeliti na globalne i lokalne parametre (Slika 3).



Slika 3. Parametri morfologije femura

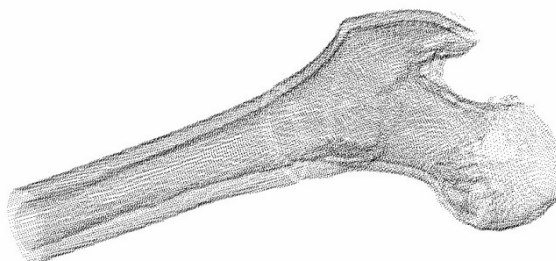
Globalni parametri (koji se mogu nazvati i referentnim), predstavljaju osnovu za definisanje gabaritnih dimenzija endoproteze kao i njene optimalne pozicije u femuru. U ovu grupu spadaju:

- Pozicija suženja medularnog kanala (A), isthimus, koji određuje poziciju koordinatnog sistema proteze, njenu ukupnu dužinu, ...
- Anatomska osa femura (osa a),
- Pozicija centra femoralne glave (tačka C_h),
- Prečnik femoralne glave (D_h),
- Osa vrata femura (osa b)
- Rastojanje između ose i centra glave femura (offset) (o)
- Ugao ose vrata femura (β)

Navedene geometrijske veličine se u obliku koordinata (pozicije tačaka), diskretnih algebarskih vrednosti (dužine, prečnik i ugao) i matematičkih zakonitosti (ose) koriste kao osnova za preliminarno definisanje pojedinih segmenata tela endoproteze.

Lokalni parametri se formiraju na osnovu unutrašnje geometrije femura i opisuju oblik i dimenzije medularnog kanala u karakterističnim presecima. Predstavljaju pozicije odgovarajućih tačaka u karakterističnim presecima femura (pozicija P_i na slici 3).

Pravilnom obradom dijagnostičkih snimaka i rekonstrukcijom geometrije femura u vidu prostornog niza geometrijskih elemenata (najčešće tačaka), (slika 4) je moguće odrediti pojedine parametre.



Slika 4. Oblak tačaka nakon rekonstrukcije femura

Lokalni parametri se koriste za definisanje oblika poprečnog preseka endoproteze, i u kombinaciji sa karakterističnim tačkama spoljne geometrije omogućavaju formiranje CAD modela femura koji se koristi za verifikaciju oblika endoproteze i preoperativna planiranja.

3.2.1 Postupak određivanja parametara femura

U okviru istraživanja su za određivanje geometrijskih parametara femura na osnovu skupa tačaka u prostoru, primenjene različite metode numeričke matematike.

Suženje medularnog kanala je određeno izračunavanjem minimalnog prečnika kruga upisanog u profil medularnog kanala, za sve nivoe snimka. Pošto se presek medularnog kanala opisuje nizom tačaka u ravni, pozicija centra i parametri upisanog kruga se dobijaju metodom najmanjih kvadrata. Parametri optimalne kružnice se određuju na osnovu minimalne sume kvadrata parametara „e” primenjenih na jednačinu kruga u ravni (jednačina 4) za „m” tačaka

$$\sum_{i=1}^m e^2 = \sum_{i=1}^m \left\{ \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2} - r \right\}^2 \quad (4)$$

Minimalna vrednost navedene sume se dobija određivanjem vrednosti r , x_c i y_c iz jednačina dobijenih izjednačavanjem parcijalnih prvih izvoda jednačine (4) po pomenutim promenljivim sa nulom [8]. Iz grupe tako određenih kružnica, kružnica sa najmanjim radijusom se smatra **suženjem medularnog kanala**.

Anatomska osa femura se dobija primenom iste matematičke metode na jednačinu prave u prostoru čime se definiše linearna zakonitost na osnovu skupa „n” tačaka koje određuju poziciju centra upisanih kružnica u profil medularnog kanala (dobijenih prethodnim postupkom) (jednačina 5).

$$\sum_{i=1}^n e^2 = \sum_{i=1}^n \{Ax_i + By_i + C - z_i\}^2 \quad (5)$$

Zbog karakteristika unutrašnje geometrije femura i promene strukture femura u proksimalnom delu za definisanje anatomske ose su izdvojene slike preseka femura od suženja do pozicije 20 mm ispod manjeg trohantera (T_1 na slici 3) [17].

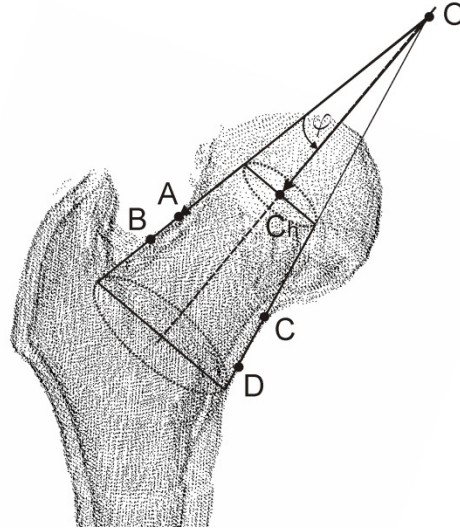
Pozicija centra i prečnik femoralne glave se određuju primenom metode najmanjih kvadrata na jednačinu sfere, za skup u tačkama kojima je opisana femoralna glava ili jedan njen deo (jednačina 6).

$$\sum_{i=1}^u e^2 = \sum_{i=1}^u \left\{ \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 + (z_i - z_c)^2} - r \right\}^2 \quad (6)$$

U ovom slučaju se nepoznate vrednosti r , x_c , y_c i z_c izračunavaju iz sistema od četiri jednačine koje se dobiju izjednačavanjem parcijalnih prvih izvoda jednačine 6 po svim promenljivim sa nulom.

Budući da se u praksi često dešava da se pojedini delovi glave femura rekonstruišu sa greškom koja nastaje usled malog zazora između femoralne glave i karlice metoda najmanjih kvadrata daje najbolje rezultate.

Osa vrata femura se određuje na osnovu konusa kojim se aproksimira skup tačaka na vratu femura. Za određivanje ugla vrata femura se koristi vektor ose femura (slika 5).



Slika 5. Određivanje ose vrata femura

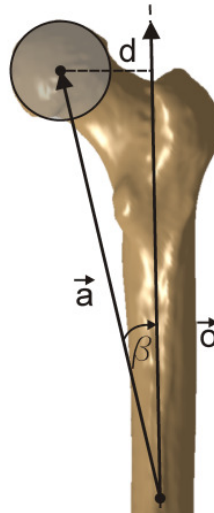
Na osnovu izabrane bilo koje četiri tačke (A, B, C i D) na površini vrata femura i na osnovu koordinata centra glave femura C_h (koji pripada osi vrata femura) se određuje tačka vrha konusa (O) na osnovu sistema od četiri nelinearne jednačine. Jednačina (7) opisuje jednačinu za tačku A.

$$const = |\vec{OA}| * \cos\varphi = \frac{\vec{OA} \cdot \vec{OC_h}}{|\vec{OC_h}|} = \frac{(x_A - x_O)(x_{Ch} - x_O) + (y_A - y_O)(y_{Ch} - y_O) + (z_A - z_O)(z_{Ch} - z_O)}{\sqrt{(x_{Ch} - x_O)^2 + (y_{Ch} - y_O)^2 + (z_{Ch} - z_O)^2}}, \quad (7)$$

Vektor ose femura se određuje na osnovu koordinata tačaka C_h i O (jednačina 8).

$$\vec{a}_{fn} = k \cdot \vec{OC_h} = k \begin{pmatrix} x_{Ch} - x_O \\ y_{Ch} - y_O \\ z_{Ch} - z_O \end{pmatrix} \quad (8)$$

Rastojanje između ose i centra glave femura (offset) se određuje poznatim postupkom za određivanje minimalnog rastojanja (d) između tačke i vektora (ose femura) (slika 6).



Slika 6. Određivanje rastojanja između centra glave i ose femura

Postupak je zasnovan na vektorskom proizvodu vektora ose femura ($\vec{o}$) i vektora koji se rasprostire između tačke suženja medularnog kanala i pozicije centra glave femura ($\vec{a}$ poznat kao prava osa vrata femura [4]), opisan jednačinom 9.

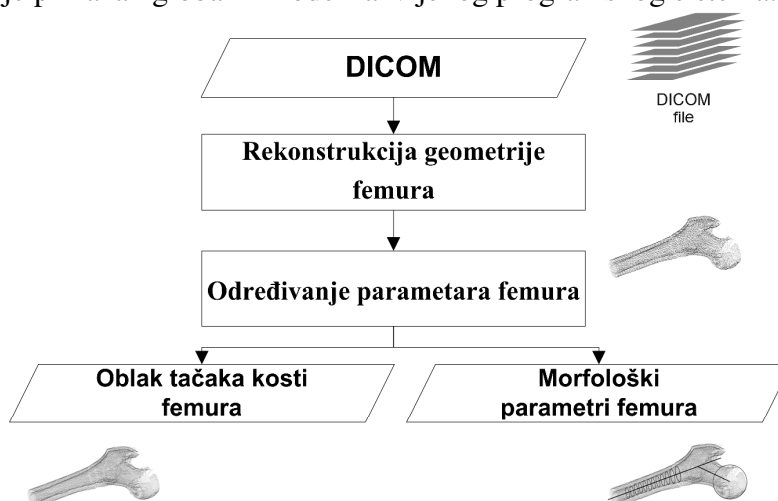
$$d = |\vec{a}| \sin \beta = \frac{|\vec{a} \times \vec{o}|}{|\vec{o}|} \quad (9)$$

4. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

U cilju jednostavnije i uspešnije akvizicije geometrijskih informacija neophodnih za projektovanje endoproteza razvijen je specijalizovani programski sistem koji omogućava delimično automatizovano određivanje parametara femura. Programski sistem je razvijen u programskom paketu Matlab 2010, uz korišćenje namenski razvijenih funkcija u cilju automatizacije postupka rekonstrukcije femura i određivanja morfoloških parametara. Struktura programskog sistema je, u cilju daljeg usavršavanja, razvijena na modularnim principima i sastoji se iz dva podsistema i više modula. Svaki razvijen modul ima za cilj realizaciju pojedinačnih zadataka u okviru obrade snimka i izračunavanja parametara femura.

4.1 Globalna struktura programskog sistema

U globalnom smislu, programski sistem je realizovan iz dva podsistema: za importovanje i obradu dijagnostičkih snimaka i izračunavanje geometrijskih parametara femura. Na slici 7 je prikazan globalni model razvijenog programskog sistema.



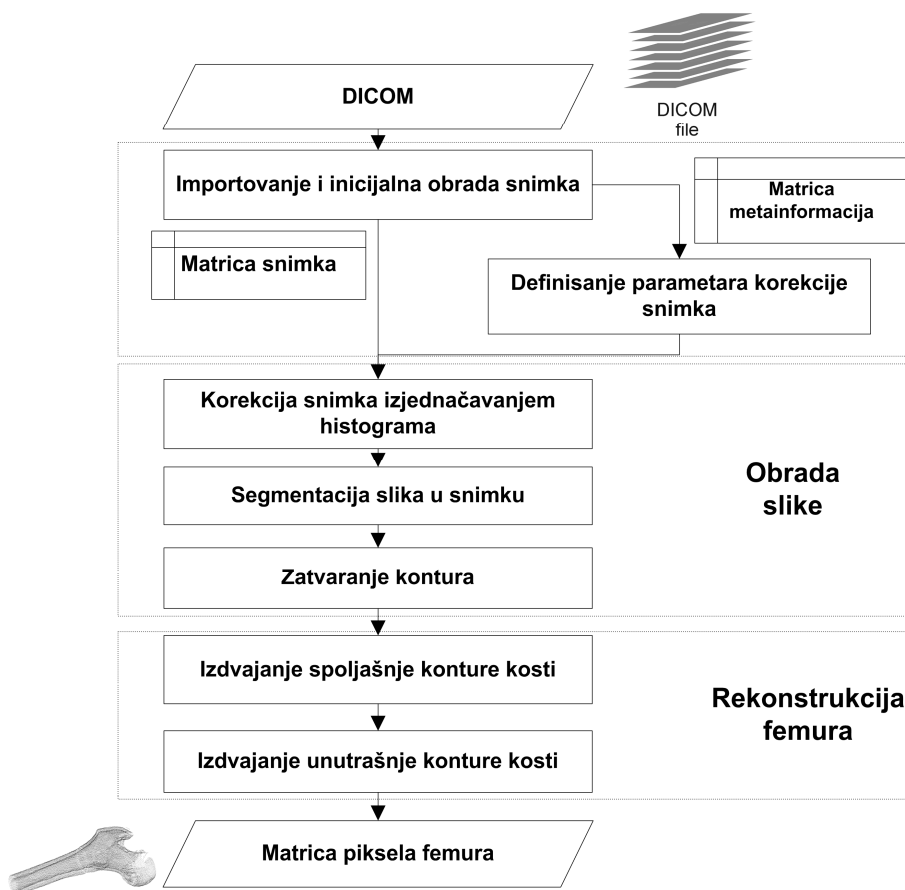
Slika 7. Model razvijenog programskog sistema

U cilju daljih unapređenja i parcijalne provere rezultata pojedinih modula programski sistem formira izlazne datoteke iz svakog modula. Izlaz iz podsistema za rekonstrukciju geometrije femura predstavlja 3D matrica koja opisuje spoljnu i unutrašnju geometriju femura. Izlazne datoteke iz drugog podsistema predstavljaju matrica oblaka tačaka (prilagođene za komunikaciju sa komercijalnim CAD sistemima) u ASCII formatu i

matrica morfoloških parametara femura (kojima su određene njihove pozicije i matematičke zakonitosti koje ih opisuju).

4.2 Rekonstrukcija geometrije femura

Ulaznu celinu u razvijeni programski sistem čini podsistem za obradu dijagnostičkih snimaka, sastavljen iz modula razvijenih u cilju importovanja i obrade DICOM snimaka. Ovaj proces se vrši u tri faze koje se realizuju u različitim modulima (slika 8). Na taj način je moguća lakša provera i evaluacija uspešnosti pojedinih faza procesa obrade snimaka.



Slika 8. Obrada i rekonstrukcija snimka

Faza importovanja snimaka se realizuje konverzijom svake slike iz snimka u odgovarajuću 3D matricu koja sadrži intenzitet osvetljenja svakog piksela slike uz formiranje matrice metainformacija (koja sadrži informacije o: pacijentu, parametrima snimanja i karakteristikama svake slike).

U fazi obrade slike se kao rezultat segmentacije dobija niz binarnih slika kod kojih pikseli sadrže vrednost 1 na mestima koje su segmentacijom definisane kao ivice objekata i 0 u svim drugim pikselima. Ceo snimak je opisan 3D matricom čije dimenzije odgovaraju rezoluciji svake pojedinačne slike (najčešće 512x512) i broja slika u snimku (tj slojeva snimanja). Pored toga, u ovoj fazi se vrši i dodatna obrada binarnih slika zatvaranjem linija objekata postupkom formiranja gradijentne maske objekata. Na kraju, u poslednjoj fazi obrade snimaka se vrši izbor željene konture i uklanjanje objekata uzrokovanih šumom

snimanja u blizini spoljne i unutrašnje konture. Ova faza se vrši ručno definisanjem poligonalne maske koja uokviruje željeni objekat.

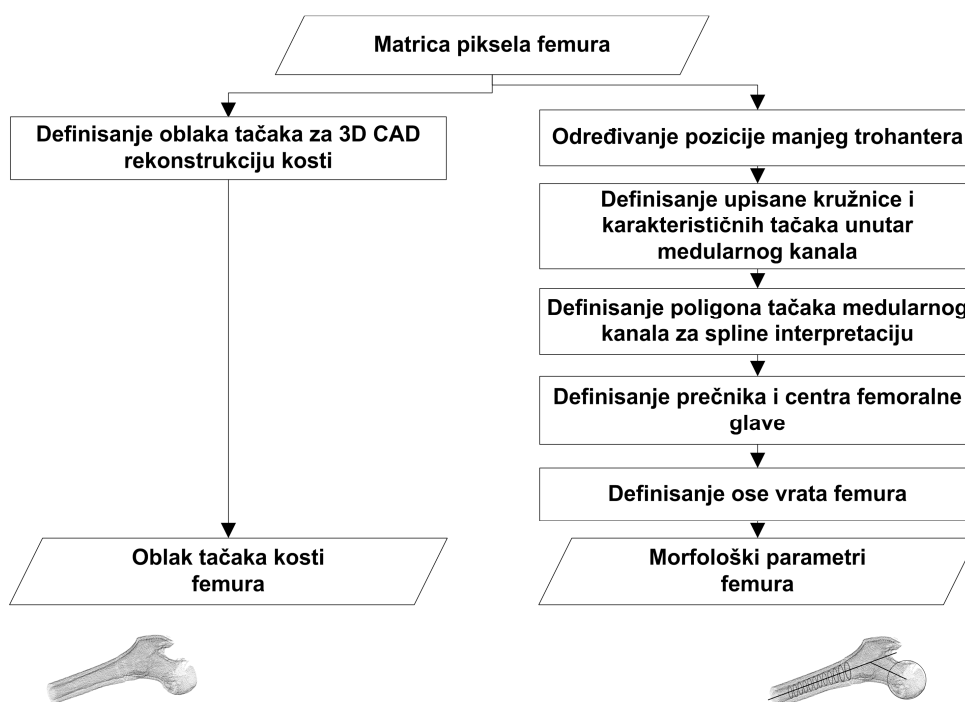
Kao rezultat obrade snimaka dobija se 3D matrica koja sadrži opis konture kosti u binarnom obliku. Ovakav oblik rezultata se prosleđuje na dalju obradu.

4.3 Određivanje parametara femura

Drugu celinu programskog sistema čini podsistem koji ima dvostruku ulogu: formiranje modela femura u formatu pogodnom za obradu u CAD programskim sistemima i određivanje parametara endoproteze. Prva uloga se realizuje formiranjem oblaka tačaka u standardizovanom ASCII formatu. Na taj način se stvara osnova za analize modela endoproteze primenom programskih sistema na bazi MKE u sklopu sa femurom u koji se ugrađuje. Drugu i za proces projektovanja važniju ulogu predstavlja izračunavanje geometrijskih parametara spoljašnje i unutrašnje geometrije femura važnih za proces projektovanja endoproteze. Ovaj segment je takođe formiran iz više modula koji se koriste za određivanje:

- Pozicije manjeg trohantera
- Pozicije centara i poluprečnika maksimalnog upisanog kruga u presek medularnog kanala femura
- Pozicije suženja medularnog kanala (minimalnog upisanog kruga) i jednačine femoralne ose unutrašnje geometrije femura
- Pozicije centra i poluprečnika femoralne glave
- Ose vrata femura
- Uгла vrata femura
- Rastojanja od centra femoralne glave do femoralne ose (offset)

Na slici 9 je prikazana struktura programske celine za određivanje veličina femura.



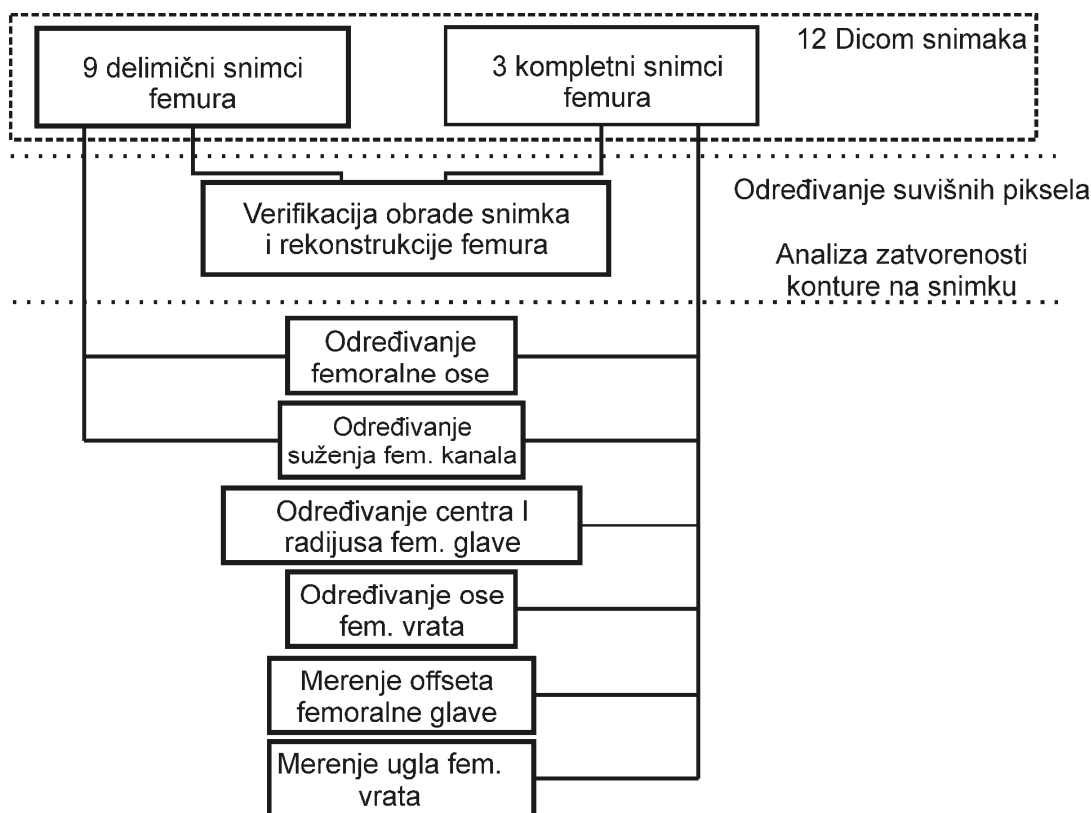
Slika 9. Određivanje parametara femura

Zbog kompleksnosti automatizovanog postupka definisanja položaja manjeg trohantera i selekcije tačaka glave femura, njihovo određivanje se vrši uz asistenciju korisnika softvera, dok se ostale veličine određuju automatski.

5. ANALIZA UPOTREBLJIVOSTI PROGRAMSKOG SISTEMA

Analiza upotrebne vrenosti programskog sistema podrazumeva verifikaciju primenjenih metoda i razvijenog programskog sistema kroz obradu određenog broja dijagnostičkih snimaka i analizu dobijenih rezultata. U ovom slučaju razvijeni programski sistem predstavlja kompleksnu celinu čiji rezultati se mogu posmatrati sa stanovišta rekonstrukcije femura i određivanja njegovih geometrijskih veličina.

U cilju verifikacije programskog sistema izvršena je analiza 12 femura kroz obradu DICOM snimaka pacijenata Kliničkog centra Vojvodine, Novi Sad, Srbija. Snimci obuhvataju 9 delimičnih i 3 kompletna snimka femura. Delimični snimci su korišćeni za verifikaciju rekonstrukcije femura (u obimu koji snimak obuhvata) i određivanje određenog broja veličina. Kompletni snimci su korišćeni za definisanje svih geometrijskih veličina obuhvaćenih programskim sistemom. Na slici 10 je prikazan postupak verifikacije programskog sistema.



Slika 10. Verifikacija programskog sistema

U prvom delu, verifikacija obuhvata analizu rada podsistema za obradu dijagnostičkih snimaka. On obuhvata analizu dobijenih rezultata sa stanovišta pojave suvišnih piksela na pojedinim, obrađenim, slikama snimka i nezatvorenost konture preseka

femura. Pojava ovih nepravilnosti na pojedinim delovima rekonstruisanog femura može nepovoljno uticati na određivanje geometrijskih veličina kao što je izračunavanje poluprečnika upisanog kruga u medularni kanal i sl. Analizom rekonstruisanih femura uočeno je da kod parcijalnih snimaka (koji obuhvataju telo femura) nije bilo nepravilnosti. Kod kompletnih snimaka – CI, analiza je pokazala da se nepravilnosti javljaju u proksimalnom delu, dok na telu femura nije bilo nepravilnosti. U tabeli 1. su dati rezultati analize kompletnih snimaka:

Tabela 1. Rezultati analize nepravilnosti kompletnih snimaka

Snimak	Broj suvišnih piksela / ukupan broj piksela	Broj slika sa nezatvorenom konturom / ukupan broj slika
CI-1	25/42549 (0,06%)	12/272 (4.4%)
CI-2	38/38810 (0,10%)	10/201 (4.97%)
CI-3	30/40342 (0,07%)	9/250 (3.6%)

Drugi deo verifikacije obuhvata definisanje morfoloških parametara femura. Kao što se na slici 10 vidi, parcijalni snimci su korišćeni za definisanje femoralne ose i suženja medularnog kanala, dok su kompletni snimci korišćeni za određivanje svih parametara predviđenih programskim sistemom.

Budući da dobijene rezultate nije moguće porediti sa vrednostima dobijenim drugim metodama, parametri određeni skalarnim vrednostima (prečnik glave i ugao vrata femura) su upoređene sa rezultatima merenja dobijenim primenom softvera Able Software Corp 3D Doctor v3.5. U tabeli 2. su pokazane uporedne vrednosti parametara dobijenih primenom ova dva programska sistema.

Tabela 2. Uporedne vrednosti parametara dobijenih primenom razvijenog i komercijalnog programskog sistema

Snimak	3D Doctor			Procentualna razlika u odnosu na razvijeni softver		
	Prečnik glave femura[mm]	Ugao vrata femura[°]	Offset [°]	Prečnik glave femura[%]	Ugao vrata femura[%]	Offset [%]
CI-1	47.45	115.97	50.47	4.51	1.53	6.50
CI-2	43.58	116.89	48.05	1.37	3.29	3.62
CI-3	44.80	121.31	44.02	2.86	1.72	3.50

6. ZAKLJUČAK

Razvijeno programsko rešenje predstavlja namenski koncipiran i razvijen programski sistem sa ciljem usavršavanja procesa projektovanja endoproteze zgloba kuka. U cilju evaluacije primenjenih metoda i daljeg usavršavanja programsko rešenje je

razvijeno modularno, na objektno orjentisanim principima. Dobijeni rezultati se eksportuju u vidu ASCII fajla koji sadrži koordinate za rekonstrukciju u CAD softverima i u vidu tekstualne datoteke koja sadrži sve morfološke parametre određene analizom femura. U uočene nedostatke spada primena ručne metoda izbora grupa tačaka (Region of Interest) koja je korišćena za selekciju manjeg trohantera i tačaka femoralne glave da bi se izbegla slučajna selekcija neželjenih tačaka koje su se javile prilikom obrade snimka.

Rezultati dobijeni primenom programskog sistema na određenom broju dijagnostičkih snimaka potvrđuju hipotezu da je adekvatnom obradom snimaka i primenom postupka obrade dobijenih rezultata moguće uspešno odrediti geometrijske parametre neophodne za projektovanje endoproteza zgloba kuka. Pri tome dobijeni rezultati, sa inženjerske tačke gledišta, imaju zadovoljavajuću tačnost. I što je najvažnije, tačnost dobijenih rezultata u najvećoj meri ne zavisi od primenjenih metoda obrade snimaka i postupka određivanja morfoloških parametara već od postupka snimanja i parametara koji su pri tome korišćeni.

Postupci obrade snimaka i određivanja geometrijskih parametara femura i programski sistem koji je iz toga nastao, predstavljaju rezultat prve faze istraživanja koja ima za cilj istraživanje mogućnosti automatizaciju procesa projektovanja endoproteze prema merama pacijenta. Na taj način se omogućuje znatno skraćanje vremenskog perioda i troškova razvoja endoproteza prilagođenih konkretnom pacijentu.

U osnovne doprinose programskog rešenja području endoprotetike spadaju: automatizacija određivanja morfoloških parametara neophodnih za projektovanje endoproteza prema merama pacijenta i automatizovano formiranje prostornog modela femura u vidu oblaka tačaka kao osnova za verifikaciju projektovane endoproteze.

7. LITERATURA

- [1] I.S.O. 7206-1, Implants for surgery — Partial and total hip joint prostheses, Part 1: Classification and designation of dimensions, 2008.
- [2] I.S.O. 12052:2011, Health informatics -- Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management, 2011, pp. 11.
- [3] Abadie, P., Lebel, B., Pineau, V., Burdin, G., Vielpeau, C.: Cemented total Hip stem design influence on adaptative cortical thickness and femoral morphology, *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 96 (2010) 104-110.
- [4] Banchong, M., Kriskrai, S., Trongtum, T., Erik, L.J.B., Jos Vander, S., Philip, O.: Morphological study of the proximal femur: a new method of geometrical assessment using 3-dimensional reverse engineering, *Medical Engineering & Physics* 24 (2002) 617 - 622.
- [5] Galibarov, P.E., Prendergast, P.J., Lennon, A.B.: A method to reconstruct patient-specific proximal femur surface models from planar pre-operative radiographs, *Medical Engineering & Physics* 32 (2010) 1180-1188.
- [6] Gamage, P., Xie, S.Q., Delmas, P., Xu, W.L.: Diagnostic radiograph based 3D bone reconstruction framework: Application to the femur, *Computerized Medical Imaging and Graphics* 35 (2011) 427-437.
- [7] Garellick, G., Karrholm, J., Rogmark, C., Herberts, P.: Annual Report 2010, Swedish Hip Arthroplasty Register, 2011.

- [8] Hauser, J.R.: Numerical Methods for Nonlinear Engineering Models, Springer, 2009.
- [9] Jianping, W., Ming, Y., Zhongtang, L., Chengtao, W.: Precision of cortical bone reconstruction based on 3D CT scans, Computerized Medical Imaging and Graphics 33 (2009) 235 - 241.
- [10] Jun, Y., Choi, K.: Design of patient-specific hip implants based on the 3D geometry of the human femur, Advances in Engineering Software 41 (2010) 537-547.
- [11] Kale, E.H., Mumcuoglu, E.U., Hamcan, S.: Automatic segmentation of human facial tissue by MRI-CT fusion: A feasibility study, Computer Methods and Programs in Biomedicine 108 (2012) 1106-1120.
- [12] Kayabasi, O., Ekici, B.: The effects of static, dynamic and fatigue behaviour on three-dimensional shape optimization of Kayabaşı_Ekici type hip prosthesis by finite element method and probabilistic approach, Journal of biomechanics 44 (2011) 6.
- [13] X. Li.: Semi-Automatic Segmentation of Normal Female Pelvic Floor Structures from Magnetic Resonance Images, Cleveland State University, 2010.
- [14] Otomaru, I., Nakamoto, M., Kagiya, Y., Takao, M., Sugano, N., Tomiyama, N., Tada, Y., Sato, Y.: Automated preoperative planning of femoral stem in total hip arthroplasty from 3D CT data: Atlas-based approach and comparative study, Medical Image Analysis 16 (2012) 415-426.
- [15] Pawlikowski, M., Skalski, K., Haraburda, M.: Process of hip joint prosthesis design including bone remodeling phenomenon, Computers & Structures 81 (2003) 887-893.
- [16] Ramos, A., Completo, A., Relvas, C., Simões, J.A.: Design process of a novel cemented hip femoral stem concept, Materials & Design 33 (2012) 313-321.
- [17] Rawal, B.R., Ribeiro, R., Malhotra, R., Bhatnagar, N.: Design and manufacturing of femoral stems for the Indian population, Journal of Manufacturing Processes 14 (2012) 216-223.
- [18] Ruben, R.B., Fernandes, P.R., Folgado, J.: On the optimal shape of hip implants, Journal of biomechanics 45 (2012) 239-246.
- [19] Scheerlinck, T., Casteleyn, P.P.: The design features of cemented femoral hip implants, J Bone Joint Surg Br 88 (2006) 1409-1418.
- [20] Sridhar, I., Adie, P.P., Ghista, D.N.: Optimal design of customised hip prosthesis using fiber reinforced polymer composites, Materials & Design 31 (2010) 2767-2775.
- [21] Tabakovic, S., Zeljkovic, M., Zivkovic, A., General Parametric Model of The Body of The Total Hip Endoprosthesis, Acta Polytechnica Hungarica, Vol 11., No 1, (2014) 227-246.

Napomena: Tehničko rešenje predstavlja rezultat istraživanja na projektu "Savremeni prilazi u razvoju specijalnih rešenja uležištenja u mašinstvu i medicinskoj protetici" TR 35025, finansiranog od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2013-12-27

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 18. редовној седници одржаној дана 26.12.2013. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 11.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензента

Тачка 11.1.14.: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Др Горан Девеџић, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац
- Др Зора Коњовић, редовни професор, ФТН, Нови Сад

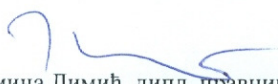
Назив техничког решења:

ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУР

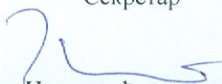
Аутори техничког решења: др Слободан Табаковић, ванредни професор; др Милан Зељковић, редовни професор; др Зоран Милојевић, ванредни професор; др Александар Живковић, доцент

-непотребно изостављено-

Записник водила:


Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар


Иван Нешковић, дипл. правник



Одлуком Наставно научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, од 26.12.2013. године, именован сам за рецензента Техничког решења под називом „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА“, реализованог у оквиру пројекта „САВРЕМЕНИ ПРИЛАЗИ У РАЗВОЈУ СПЕЦИЈАЛНИХ РЕШЕЊА УЛЕЖИШТЕЊА У МАШИНСТВУ И МЕДИЦИНСКОЈ ПРОТЕТИЦИ“, ТР-35025, чији су аутори: др Слободан Табаковић, ванредни професор, др Милан Зељковић, редовни професор, др Зоран Милојевић, ванредни професор и др Александар Живковић, доцент. На основу прегледа Елабората овог техничког решења и увида у публиковане радове о њему подносим следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА“, аутора: ванредног професора др Слободана Табаковића, редовног професора др Милана Зељковића, ванредног професора др Зорана Милојевића и доцента др Александра Живковића је описано у Елаборату који садржи 17 страница формата А4 написаних фонтом 12 са нормалним проредом. Елаборат садржи седам поглавља у које спада и списак коришћене литературе са 21 ставком. Наслови поглавља су:

1. Област примене техничког решења
2. Технички проблем
3. Научно-стручне подлоге техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења
5. Анализа употребљивости програмског решења
6. Закључак
7. Литература

Техничко решење припада области софтвера предвиђеног за аутоматизацију процеса пројектовања производа и реализовано је у оквиру пројекта „Савремени прилази у развоју специјалних решења улежиштења у машинству и медицинској протетици“ ТР-35025 из програма технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Програмско решење за пројектовање тела ендопротезе зглоба кука се користи на Факултету техничких наука као средство за усавршавање процеса пројектовања ендопротеза и у предузећу „Грујић и Грујић“ из Новог Сада које се бави развојем и израдом протетичких помагала.

У поглављу *Област примене техничког решења* се указује на могућности и подручје примене програмског решења за пројектовање ендопротеза.

У поглављу *Технички проблем* је описана проблематика ендопротеза зглоба кука. Детаљно су описани оперативни поступак замене природног зглоба кука

вештачким, досадашње методе примењиване у процесу развоја ендопротеза и наведени су разлози за све чешћу примену ендопротеза које су развијане за конкретног пацијента.

Поглавље *Научно-стручне подлоге техничког решења* детаљно описује процес развоја ендопротеза зглоба кука према мерама пацијента и неопходне активности за његову аутоматизацију. У овом поглављу су описани поступак реконструкције фемура на основу дијагностичких снимака, утицајни фактори који утичу на процес пројектовања, оригинални приступ поступку моделирања ендопротезе и опис процеса пројектовања ендопротезе кроз неопходне кораке и увођење функционалних зависности између утицајних фактора и параметара рачунарског модела.

У поглављу *Детаљан опис техничког решења* је описана глобална структура и реализација програмског решења. Структура програмског система је описана парцијално кроз опис и начин функционисања свих подсистема. У сегменту поглавља који се односи на реконструкцију фемура је описан усвојени метод обраде дијагностичких снимака код ког се информације о фемуру добијају применом 2Д сегментације снимака са дијагностичких уређаја. У сегменту који се односи на формирање улазних информација у процес пројектовања се дефинише одговарајући низ информација делом у аутоматизованом режиму на основу реконструисаног снимка, а делом у интерактивној комуникацији лекара специјалисте и програмског решења.

Поглавље *Анализа употребљивости програмског решења* сублимира карактеристике развијеног програмског решења кроз верификацију истог, користећи реалне примере из Клиничког центра Војводине. На основу 12 снимака фемура (9 парцијалних и 3 комплетна) извршена је укупна верификација програмског система, како у смислу обраде дијагностичких снимака, тако и у погледу дефинисања морфолошких параметара фемура. Резултати показују завидан ниво прецизности, што указује на високу поузданост у примени приликом пројектовања (индивидуализације) ендопротезе кука.

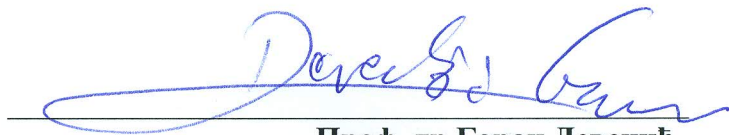
У закључку се на основу представљених чињеница сумирају могућности развијеног програмског решења у истраживачким и активностима пројектовања конкретних ендопротеза. Поред тога се указује на допринос који у области развоја ендопротеза према мерама пацијента представља развијено програмско решење.

М И Ш Л Ћ Е Њ Е

Аутори техничког решења „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА” су елаборатом детаљно описали методологију обраде дијагностичких снимака, реконструкцију фемура из њих, поступак аутоматизованог одређивања морфолошких карактеристика кости, као и програмски систем који обједињује све ове активности. Карактеристике и структура програмског решења указују да ово техничко решење представља допринос у

подручју пројектовања ендопротеза према мерама пацијената у научној области биомедицинског инжењеринга. Предлажем Наставно научно већу Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, да софтвер „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА” (М- 85) прихвати као ново техничко решење.

Крагујевац, јануара 2014. године



Проф. др Горан Девеџић

Факултет инжењерских наука
Сестре Јањић 6
34000 Крагујевац

Е-пошта: devedzic@kg.ac.rs
Тел: 034 335 990 лок.712
Моб: 069 844 96 77

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

На основу Одлуке Наставно научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, од 26.12.2013. године којом сам именована за рецензента Техничког решења под насловом „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА ” реализованог у оквиру пројекта TR-35025 „САВРЕМЕНИ ПРИЛАЗИ У РАЗВОЈУ СПЕЦИЈАЛНИХ РЕШЕЊА УЛЕЖИШТЕЊА У МАШИНСТВУ И МЕДИЦИНСКОЈ ПРОТЕТИЦИ” и достављене документације о техничком решењу, а 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 («Службени гласник РС», бр. 38/2008,) проф. др Зора Коњовић оцењује да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату:

Назив: ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА

Аутори: Ванредни професор др Слободан Табаковић, редовни професор др Милан Зељковић, ванредни професор др Зоран Милојевић и доцент др Алексанадар Живковић

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

Образложење

Предложено решење урађено је у оквиру пројекта TR-35025 „САВРЕМЕНИ ПРИЛАЗИ У РАЗВОЈУ СПЕЦИЈАЛНИХ РЕШЕЊА УЛЕЖИШТЕЊА У МАШИНСТВУ И МЕДИЦИНСКОЈ ПРОТЕТИЦИ. Предложено решење је рађено: 2011 – 2014. год.

Субјекти који су решење прихватили и примењују: Предузеће „Грујић и Грујић” из Новог Сада Мат. бр. : 08434654; Шифра делат.: 24.51; ПИБ: 101662455, и Факултет техничких наука Нови Сад; Мат. бр. : 08067104; Шифра делат.: 8542; ПИБ: 10774720

Предложено решење се користи на следећи начин:

Корисник помоћу низа дијалог прозора приступа систему и обавља све неопходне активности. У то спадају:

- Избор дијагностичког снимка (DICOM документа) који се користи као скуп улазних информација за процес реконструкције фемура
- Селекција области од значаја на снимку у циљу реконструкције кости фемура
- Избор карактеристичних тачака које описују референтне морфолошке елементе чије дефинисање није могуће аутоматизовати са задовољавајућом тачношћу

Област на коју се техничко решење односи је: софтвер за анализу дијагностичких снимака и реконструкцију елемената скелета у биомедицини

Проблем који се техничким решењем решава:

- Аутоматизација корекције дијагностичких снимака
- Аутоматизација реконструкције геометрије и облика кости фемура
- Аутоматизација мерења морфолошких карактеристика проксималног дела фемура

Стање решености тог проблема у окружењу

У последњих десет година у европским научно истраживачким институцијама су интензивирани истраживања у подручју обраде дијагностичких снимака и аутоматизованог одређивања геометријских параметара елемената скелетног система. Циљ тих истраживања су ефикаснији и тачнији избор ендопротеза из скупа понуђених као и за пројектовања ендопротеза по мерама пацијента. Према сазнањима аутора, у ближе окружењу се за сличне намене користе комерцијални софтвери опште намене у којима се мерење морфолошких карактеристика врши ручно.

Суштина техничког решења.

Програмски систем за аквизицију морфолошких карактеристика проксималног дела фемура је развијен на модуларном принципу. Формиран је из два подсистема од којих сваки садржи више модула са специфичним задацима. Први подсистем се користи за импортовање и обраду дијагностичких снимака, док је други намењен за мерење морфолошких карактеристика фемура.

Развијени програмски систем је погодан је за научно истраживачке и практичне примене за добијање прелиминарног модела тела ендопротезе.

Кориснички интерфејс програмског система је прилагођен потребама и захтевима корисника медицинске струке, који немају предходну обуку из области рачунаром подржаног пројектовања производа.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Програмски систем је конципиран као скуп програмских модула развијених у оквиру програмског окружења Матлаб, уз примену специјализованих функција за обраду слика и манипулацију матрицама као и скрипт језика које Матлаб садржи. Излазни резултати су у сегменту који обухвата морфолошке карактеристике фемура обликовани у табеларну форму која омогућава избор ендопротезе из скупа постојећих или пројектовање специјалне према мерама пацијента. У другом сегменту који се односи на реконструкцију фемура резултати, који представљају координате тачака спољне и унутрашње геометрије фемура, су обликовани у стандардни ASCII формат који се користи за размену између CAD програмских система.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Програмски систем за аквизицију морфолошких карактеристика проксималног дела фемура је предвиђен за употребу у медицинским установама у фазама планирања оперативног захвата и у пројектантским одељењима предузећа која развијају ендопротезе

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат истраживачког рада под називом: „ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУРА ” представља резултат који се по важећим критеријумима може сврстати у категорију M85.

У Новом Саду, 17.01.2014. год.

Рецензент:

Проф. др Зора Коњовић, редовни професор
Факултета техничких наука, Нови Сад

Z. Konjovic



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2014-01-16

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 19. седници одржаној дана 15.01.2014. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 3. Верификација техничких решења

Тачка 3.10: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решења под називом:

ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ ЗА АУТОМАТИЗОВАНУ АКВИЗИЦИЈУ МОРФОЛОШКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ПРОКСИМАЛНОГ СЕГМЕНТА ФЕМУР

Аутори техничког решења: др Слободан Табаковић, ванредни професор; др Милан Зељковић, редовни професор; др Зоран Милојевић, ванредни професор; др Александар Живковић, доцент

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Миле Попословачки