

3D :
3D
MAF

(85) , , ,
, , ,

:
, , , , ,

III41017

III41017:

, . .

MAF (. Method of Anatomical Features -)

(. anatomical landmarks). MAF- 3D
(). 3D

Geometrical Entities - RGEs), (. Referential
) (, , ,

,
Computer Tomography - CT, . Magnetic Resonance Imaging - MRI, . X-ray, (.)

:
, . . ,
, . .

:

**УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ НИШ
ЛАБОРАТОРИЈА ЗА ИНТЕЛИГЕНТНЕ ПРОИЗВОДНЕ СИСТЕМЕ**

Техничко развојно решење

Нова метода:

MAF

М85 – прототип, нове методе, софтвер, инструмент, нове генске пробе,
микроорганизми и сл.

**Пројекат: III41017 Виртуелни коштано зглобни систем човека и
његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси**

**Руководилац пројекта:
др Мирослав Трајановић, ред. проф.
Машински факултет Ниш**

МЕТОД:

ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ МАФ МЕТОДЕ

Руководилац пројекта: Проф. др Мирослав Трајановић

Одговорно лице: Проф. др Мирослав Трајановић

Аутори: др Мирослав Трајановић, Никола Витковић, Марко Веселиновић, мр Јелена Миловановић, др Никола Корунковић, др Драган Мишић, Милан Трифуновић

Развијено: у оквиру пројекта III41017 Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси

Година: 2011. – 2014.

Примена: новембар 2012.

КРАТАК ОПИС

MAF (енг. Method of Anatomical Features - Метод анатомских ентитета) уводи нов приступ за опис геометријских модела хуманих костију заснован на анатомским оријентирима (енг. anatomical landmarks). Употребом MAF-а могуће је креирати 3D геометријске моделе и предикционе моделе костију (параметарски тачкасти модел). 3D геометријски модели костију се креирају употребом Референцијалних геометријских ентитета (енг. Referential Geometrical Entities - RGEs), који претстављају геометријске елементе (линије, осе, тачке, равни) формиране у односу на анатомске оријентире. Параметарски модел је статистички предикциони модел који чине параметарске функције у којима се као аргументи користе морфометријски параметри. Очитавање вредности параметара се врши са медицинских слика, добијених неком од метода за аквизицију података о људском телу у медицини (енг. Computer Tomography - СТ, енг. Magnetic Resonance Imaging - MRI, енг. X-ray, и друге).

Техничке карактеристике:

За креирање и тестирање модела коришћене су следеће технике, програмски пакети, односно научне области: статистика (вишеструка линеарна регресија), апроксимација и интерполација геометријских контура (Spline), CATIA Shape модул, X3D веб стандард и друге.

Техничке могућности:

Употребом MAF-а могуће је креирати:

- 3D геометријске моделе хуманих костију, као што су: полигонални, површински, запремински и параметарски
- 3D геометријске моделе недостајућих делова костију (услед обољења, прелома, и разних других траума)
- 3D геометријске моделе имплантата, одн. фиксатора који су прилагођени геометријским моделима костију које припадају различитим пацијентима

Реализатори:

Машински Факултет Универзитета у Нишу

Корисници:

Клинички центар Ниш

ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ МАФ МЕТОДЕ

Увод

У данашњој медицини анатомски тачни и геометријски прецизни 3D геометријски модели људских костију су од изузетне важности за правилно планирање ортопедских интервенција, као и за израду имплантата и фиксатора прилагођених човеку. Разликују се два уопштена приступа у креирању 3D геометријских модела хуманих костију.

Први приступ је заснован на креирању 3D геометријских модела костију појединачних пацијента на основу геометријских података добијених методама за аквизицију медицинских слика (медицал имагинг методс). Ове методе могу бити волуметријске методе скенирања (СТ или MRI), или методе којима се креирају дводиманзионалне слике кости пацијента (рендген, ултразвук). Овакав приступ подразумева формирање 3D геометријских модела на неколико начина: употребом специјализованог софтвера који је део медицинског скенера (нпр. Vitrea), накнадном обрадом медицинских слика у медицински оријентисаним CAD програмима (нпр. Materialise Mimics), или накнадном обрадом у неком од општих CAD софтверских пакета (нпр. CATIA). Један од главних недостатака оваквог приступа је немогућност креирања модела целих костију у случајевима када је скенирана кост непотпуна услед болести (остеопороза, артритис, тумор, и слично) или трауме (вишеструки преломи, смрскана кост и слично), или када медицинске слике нису одговарајућег квалитета. Примери метода које се користе у овом приступу су дати у радовима [1-3] и дисертацији [4].

Други приступ за креирање 3D геометријских модела костију или сегмента костију се заснива на унапред дефинисаном предикционом моделу кости и података добијених са медицинских слика. Код предиктивних модела геометријски ентитети су описани математичким функцијама, чији су аргументи морфометријски параметри, који се могу прочитати са медицинских слика одређеног пацијента. Оваквим приступом могуће је креирати 3D геометријски модел који у највећој могућој мери одговара физичком моделу кости пацијента. Могући недостаци оваквог приступа су: немогућност читавања свих параметара (због истих разлога као и у првом приступу), недовољан број параметара укључених у предикционим

функцијама, као и неадекватно одабрани параметри. Пример креирања 3D модела костију на основу непотпуних података се може видети у дисертацији [4].

MAF уводи нов приступ за опис геометријских ентитета хуманих костију заснован на анатомским оријентирима. Употребом MAF-а могуће је креирати 3D геометријске моделе и параметарске тачкасте моделе костију. Главни циљ примене MAF методе је креирање 3D геометријских модела комплетних костију, као и недостајућих делова костију високе геометријске прецизности и анатомске тачности, чак и у случајевима када снимак кости пацијента није комплетан (недостатак описан у првом приступу).

Опис MAF методе

Пример употребе MAF-а за креирање геометријских и предикционих модела кости је приказан на тибији и фемуру, као типичним примерима хуманих дугих костију. Геометријска анализа је укључила 20 примерака фемура и 10 примерака тибије. Улазни сет модела костију је добијен употребом Aquillion 64 CT скенера, који се налази у Клиничком Центру у Нишу. Примерци костију потичу од пацијената са подручја Јужне Србије. Коришћени су примерци костију леве и десне ноге, мушког и женског пола, различите висине и тежине а распон година је од 22 -72.

Идеја којом се руководило ово истраживање произашла је из PD методе (енг. Point Distribution Method) а која се примењује за дефинисање и презентовање облака тачака креираног над улазним сетом модела [5]. PD метода дефинише сваки модел као скуп оријентирних тачака, рачунајући средњу позицију тачака, уз калкулацију одступања сваке тачке у односу на средњу позицију. PD метод који се користи у медицини се заснива на употреби анатомских оријентира (тачака). Анатомске тачке сваког људског органа су дефинисане у медицини од стране медицинских стручњака и као такве се и користе у PD методи. Ове тачке могу бити: проминентне тачке на кондилама, центар главе фемура, итд. За опис морфолошких облика у медицини користи се метод који користи AS модел (енг. Active Shape Model). Овим методом је могуће извршити прилагођење статистичког модела (PDM) креираног над улазним сетом објеката, одговарајућој новој слици добијеној неком од метода за аквизицију података у медицини [5,6].

Анализирајући приказане методе може се закључити да све ове методе раде на принципу сегментације слика и креирању одговарајућих анатомских тачака на контурама које одвајају анатомске ентитете. Један од могућих проблема који се може уочити код оваквих приступа је селекција анатомских тачака на 2D сликама ради формирања сегментационе контуре. Да би се успешно креирао модел, потребно је селектовати више тачака по контури снимка, и то не морају да буду тачке које разграничавају анатомске целине, већ једноставно тачке на основу којих се формира контура која разграничава анатомске целине, као што је приказано на слици

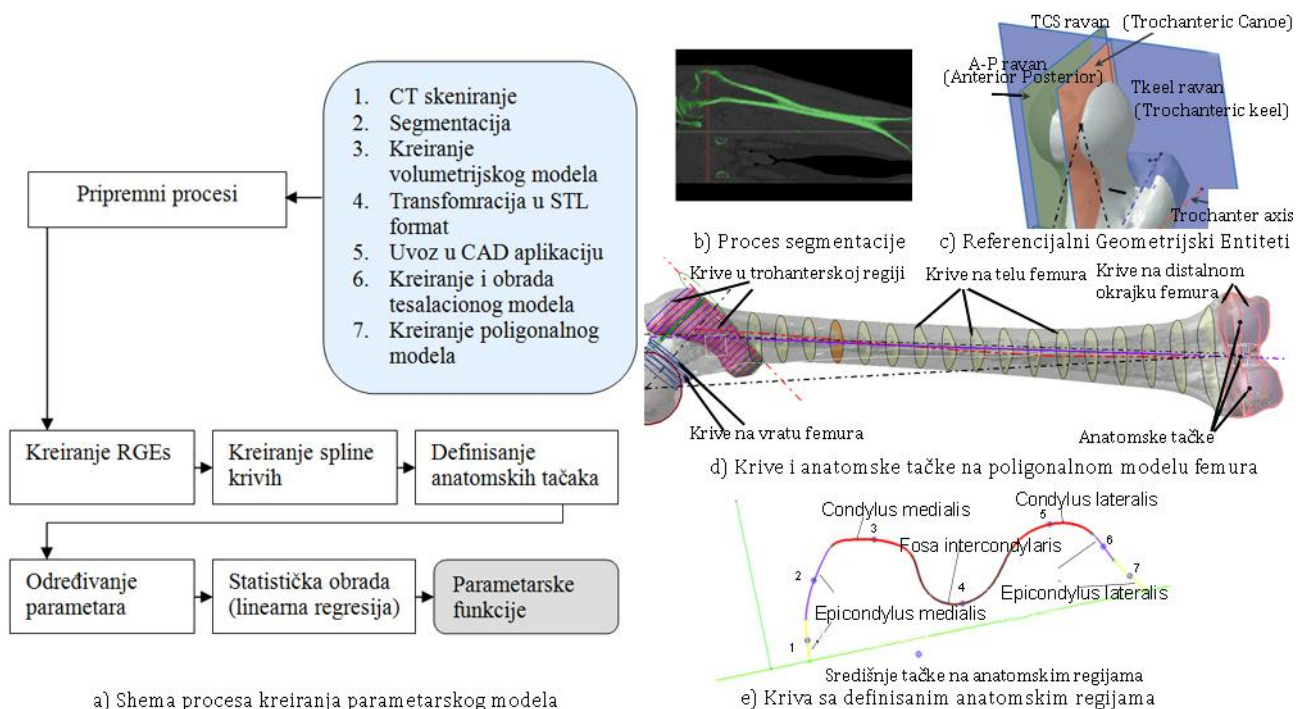
1b. Накнадно креирање модела на основу кривих у паралелним равнима које нису дефинисане са истим бројем тачака, или са тачкама које не прате правац простирања анатомских ентитета, може довести до смањења нивоа анатомске тачности креираног модела.

У овом техничком решењу је приказан MAF који се не базира на тачкама креираним на контурама медицинских слика (СТ слике, Слика 1б.), већ на анатомским тачкама креираним на spline кривама које су конструисане над 3D моделом у CAD програму, као што је приказано на Слици 1д и 1е. На овај начин се формирају тачке на реалном моделу кости у тродимензионалном простору, као што би се креирале и у природи простим додиром пробе са површином кости. MAF чини велики број процеса а који се генерално могу поделити на припремне процесе и процесе моделирања.

Припремни процеси MAF су приказани на слици 1а. и они су: Скенирање људских костију или делова костију СТ скенером, Сегментација тако добијених СТ слика; Формирање волуметријског модела и његова конверзија у STL формат; Чишћење облака тачака, креирање теселационог модела, обрада теселационог модела и креирање полигоналног модела. Претходно наведени процесу су припремни процесе за један од најважнијих процеса а то је креирање RGEs. RGEs се креирају на полигоналном моделу кости и представљају основу за креирање све накнадне геометрије на полигоналном моделу. RGEs могу бити: осе, тачке, равни, линије, итд., а неки од њих су приказани на слици 1ц .

Након дефинисања RGEs, врши се анализа полигоналног модела у циљу дефинисања геометријских елемената који на најбољи могући начин описују топологију и морфологију модела људске кости. Као резултат анализе полигоналних модела костију креирано је мишљене да су обвојна површина кости, па и њен унутрашњи део типични примери површина слободних форми (енг. Free Form Surfaces). Као што је познато површине слободних форми се најбоље описују, одн. креирају употребом spline кривих (мада могу и употребом подељених површина – енг. Subdivision Surfaces). У овом случају корићене су spline криве које су на располагању у CATIA програмском пакету и то у Share модулу.

Spline криве које се користе у CATIA програмском пакету су сличне NURBS кривама и сасвим су примењиве за опис површина слободних форми. Пример дефинисаних spline кривих на полигоналном моделу фемура је дат на слици 1д. Након дефинисаних кривих следи дефинисање анатомских тачака на свакој криви понаособ у складу са дефинисаним анатомским оријентирима. На слици 2е је приказана једна крива на дисталном делу фемура, на којој су дефинисане анатомске тачке као границе појединих анатомских регија. У складу са комплексном геометријом кости, дати број тачака може бити изузетно велик. Када се дефинишу све тачке, формира се тзв. облак анатомских тачака над којима се врши статистичка обрада. Пре примене статистичке обраде врши се дефинисање морфометријских параметара који су у суштини јасно препознатљиве и мерљиве димензије на медицинском снимку или моделу кости.



Слика 1. Процес креирања параметарског тачкастог модела хуманог фемура

Морфометријски параметри се дефинишу за сваку кост посебно, тако да постоје параметри који су одређени за тибију, затим параметри који су одређени за фемур, итд. Неки од примера параметара су: радијус главе фемура, угао између механичке и анатомске осе фемура, угао између механичких оса фемура и тибије и слично.

Након дефинисања анатомских тачака и параметара, приступа се мерењу вредности координата тачака и параметара на сваком примерку полигоналног модела кости. То значи да ако постоје двадесет примерака фемура на сваком примерку се изврши мерење координата сваке дефинисане анатомске тачке, као и вредности утврђених параметара. На основу измерених вредности формирају се посебно вектори за координате тачака и посебно вектори за вредности параметара. На датим векторима врши се примена вишеструке линеарне регресије која као резултат даје линеарну зависност између параметара као аргумената функције и вредности одговарајућих координата. Параметарска функција (једначина) за тачку 1, на криви 1 у зависности од шест параметара је дата у (1).

$$X_{f11} = 9.168 + 0.035D_{ci} - 0.033FNA_i + 0.041FNA_i + 0.002AMA_i + 0.055S_{ri} - 0.033FHR_i \quad (1)$$

Параметри који су укључени у параметарску функцију су приказани на слици 2. На истој слици је дата и дефиниција параметра. У случају да није могуће очитати вредности свих параметара, могу се применити параметарске функције са бројем параметара чије су вредности доступне. Овај случај се може јавити у ситуацијама када недостаје део кости пацијента услед

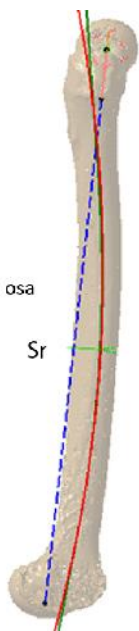
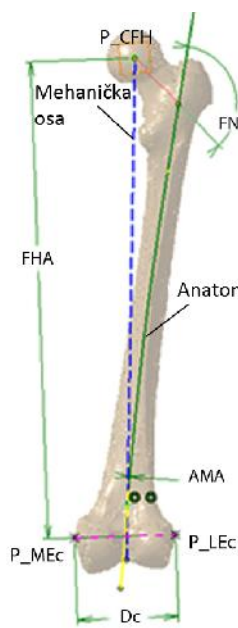
болести, или када није могуће прочитати све параметре са снимка кости (лош снимак, није могуће вршити скенирање СТ скенером, и слично). Параметарска функција са три параметра за исту тачку је приказана у (2)

$$X_{f11} = 11.4509 - 0.0325D_{ci} - 0.0007FNA - 0.0197FHA \quad (2)$$

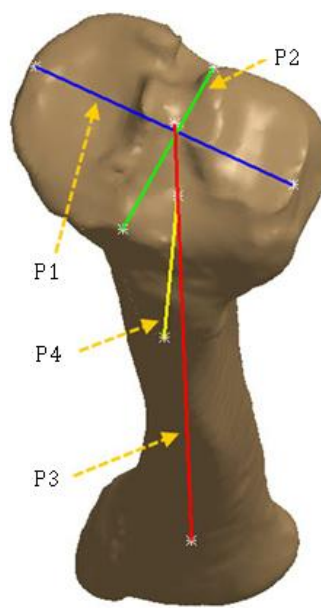
У случају тибије параметарска функција за тачку 2 на криви 1 (Слика 3, тачка АП2) је приказана у (3). Дефинисани параметри за тибију су приказани на Слици 2б.

$$X_{f21} = 8.8236 - 0.2378P_1 + 0.1098P_2 - 0.0196P_3 - 0.1498P_4 \quad (3)$$

Претходне функције (1), (2) и (3) дефинишу параметарску функцију за одређену координату тачке. Када се одреде све параметарске функције за све анатомске тачке, формира се параметарски тачкасти модел кости. Дати модел се може искористити за креирање одговарајућих модела кости и у случајевима када одређени део кости недостаје. На пример, могуће је на основу предикционих параметарских функција предвидети облик кости, на тај начин што ће у параметарским функцијама бити укључени само параметри које је могуће прочитати са одговарајућег медицинског снимка. На слици 3. је приказан креирани површински модел проксималног дела тибије који је креиран независно у односу на целу кост. Ако пацијенту недостаје неки део проксималног дела тибије и треба га заменити имплантатом могуће је преузети геометрију са креираног модела и израдити имплантат.



- P_LEc - Тачка на спољној кондили (lateral epicondyle).
- P_MEc - Тачка на унутрашњој кондили (medial epicondyle)
- P_CFH - Центар главе фемура
- FHR - Радијус главе фемура
- FNA - Угао врата фемура
- FHA - Растојање између P_CFH и линије која спаја P_MEc и P_LEc.
- DC - Растојање између P_MEc и P_LEc.
- AMA - Угао између анатомске и механичке осе.
- Sr - Радијус тела фемура.



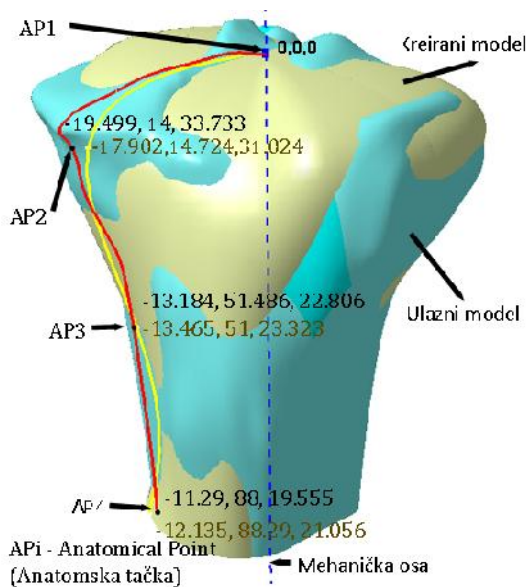
- P1, P2 - Растојања између најудаљенијих тачака у А-Р (Anterior-Posterior) и L-M (Lateral-Medial) равни платоа тибије.
- P3 - Растојање између тачака које дефинишу механичку осу тибије
- P4 - Растојање од механичке осе до најудаљеније тачке на гребену (tuberosity) проксималног дела тибије.

а) Параметри дефинисани на полигоналном моделу фемура

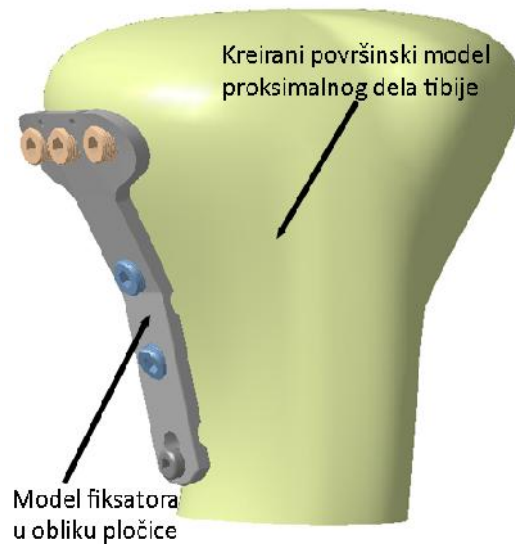
б) Параметри дефинисани на полигоналном моделу тибије

Слика 2. Морфометријски параметри дефинисани на полигоналним моделима фемура и тибије

На слици 3. је приказан површински модел проксималног дела оригиналне тибије из улазног сета, и површински модел креираног проксималног дела. На тој слици је дат приказ анатомских тачака, као и вредности њихових координата за улазни модел и за креирани модел на основу очитаних параметара са СТ снимка. Вредности очитаних параметара су: $P1 = 81.476\text{мм}$, $P2 = 54.771\text{мм}$, $P3 = 360.603\text{мм}$, $P4 = 42.037\text{мм}$. На слици 4. је приказан креирани површински модел проксималног дела тибије у склопу са плочастим фиксатором, где се може видети пример симулације операције, односно пример упаривања фиксатора и дела кости.



Слика 3. Упоредње улазног и креираног површинског модела проксималног дела тибије



Слика 4. Склоп плочастог фиксатора и површинског модела проксималног дела тибије

Анализа добијених резултата

Максимално одступање вредности координата тачака за креиране полигоналне моделе фемура и тибије приказано је у табели 1.

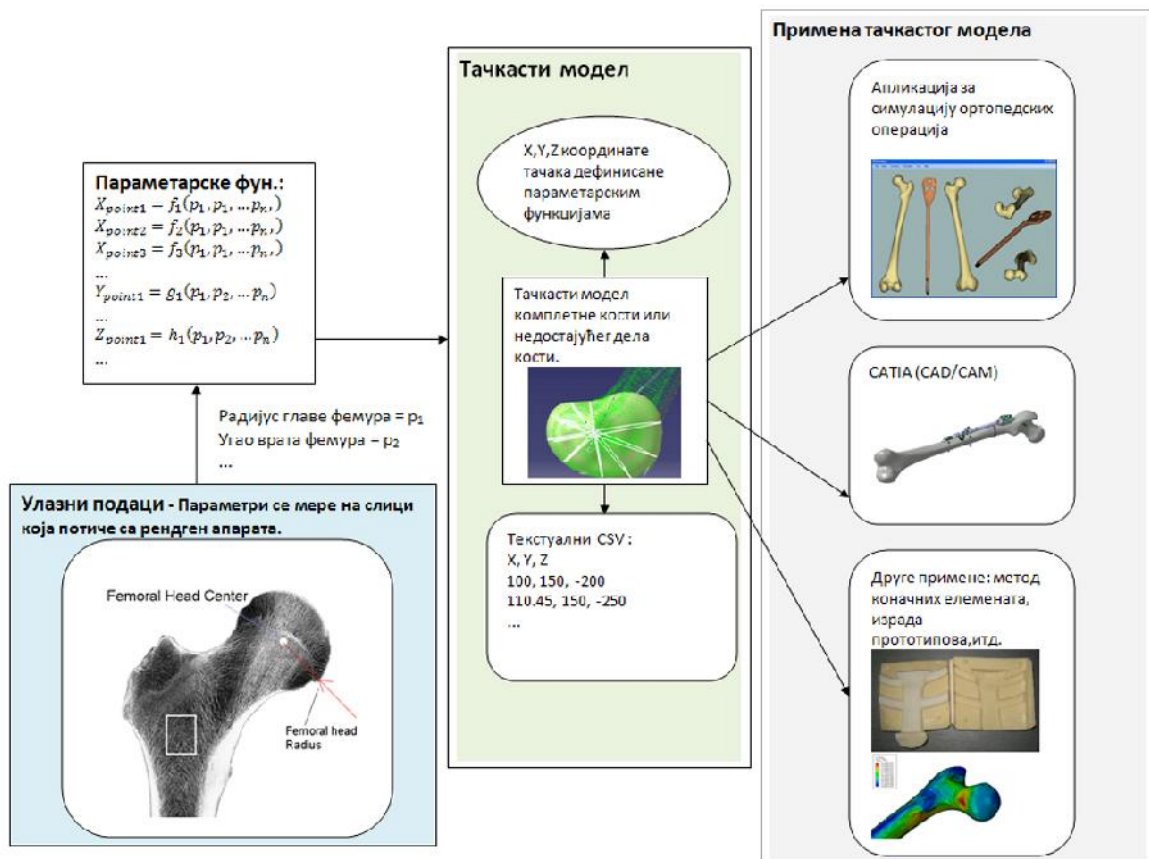
Табела 1. Максимална одступања координата тачака креираних полигоналних модела тибије и фемура

| Координата анатомске тачке | Максимално одступање | Средња вредност макс. одступања |
|----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| ФЕМУР | | |
| X | 1.97 | 0.97 |
| Y | 4.19 | 1.45 |
| Z | 1.54 | 1.2 |
| ТИБИЈА | | |
| X | 4.28 | 2.42 |
| Y | 0.72 | 0.64 |
| Z | 3.31 | 2.11 |

Вредности одступања су одређени за сваку тачку креираних модела и то за вредности њених координата. Вредности одступања су јасно дефинисана у векторима грешке који се добијају за сваку параметарску функцију а представљају разлику креираних вредности и измерених вредности са улазних модела. Средња вредност одступања је дефинисана на основу одступања дате координате за све примерке фемура, односно тибије. На основу резултата анализе геометрије креираних модела приказане у раду може се видети да у тренутном стадијуму, MAF метод пружа сасвим задовољавајуће резултате, узевши у обзир величину средње геометријске грешке приказане у табели 1. може се закључити да су креирани модели и више него довољне геометријске прецизности и анатомске тачности, а што је и потврђено од стране медицинских стручњака Клиничког центра у Нишу.

Примена параметарског модела

Употреба параметарског модела за симулацију склопа фиксатора и дела кости је приказана на слици 4., али то није једина могућа употреба датог модела. На слици 5. је приказан цео процес креирања тачкастог модела хумане кости прилагођеног одређеном пацијенту.



Слика 5. Процес примене параметарског модела

На основу рендгенског снимка или било ког другог који је на располагању, врши се читавање вредности параметара и њихова примена у параметарским функцијама. Као излаз из параметарских функција добијају се координате тачака (X,Y,Z) са израчунатом вредношћу. Тако формиран облак тачака се може применити у више сврха, а неке од њих су: примена у апликацији за симулацију ортопедских операција, креирање прелиминарних модела за метод коначних елемената, употреба у адитивним технологијама за израду прототипова и слично (слика 5.).

Закључак

У наредном периоду аутори ће се бавити различитим правцима истраживања а неки од њих су: утицај повећања броја параметара и утицај већег броја примерака улазног сета костију на квалитет модела, примена других метода статистичке обраде улазног сета података и слично. Под повећањем броја примерака костију не подразумева се само повећање броја костију, већ и повећање разноврсности костију у смислу: регионалне припадности, старосне границе, као и различите тежине и висине пацијената, јер су то такође параметри који утичу на формирање људске кости. Сврха будућег истраживања је да се MAF унапреди у тој мери у којој би се као излаз добио 3D модел кости изузетно високе геометријске прецизности и анатомско/морфолошке тачности.

Литература

- [1] Mingchen, G., Junzhou, H., Xiaolei, H., Shaoting, Z., Dimitris M., 2012, Simplified Labeling Process for Medical Image Segmentation, Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2012, Lecture Notes in Computer Science Volume 7511:387-394,
- [2] Neeraj, S., Lalit A., 2010, Automated medical image segmentation techniques, J Med Phys, 35/1:3-14
- [3] Fuchs, H., Kedem, Z., Uselton, S., 1977, Optimal Surface reconstruction from planar contours, Communications of the ACM, 20/10:693–702
- [4] Zsemlye, G., Shape Prediction from Partial Information, 2005, PhD thesis, ETH Zurich, Zürich, <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-005181558>
- [5] Cootes, T.-F., Taylor, C.-J., Cooper, D.-H., Graham, J., 1995, Active shape models – their training and application. Comput Vis Image Und, 61/1:38– 59
- [6] Kirschner, M., Becker, M., Wesarg, S., 2011, 3D active shape model segmentation with nonlinear shape priors, Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2011, Lecture Notes in Computer Science, 14/2: 492-499

Општи радни услови: /

Техничке карактеристике:

- РС рачунар
- Платформа: Windows, Linux
- Програмски пакети: CAD програмски пакети (отвореног кода или комерцијалног типа)

Документација: Опис методе и упутство за примену

ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ MAF МЕТОДЕ је развијена на Машинском факултету у Нишу у оквиру пројекта –III41017

„Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у претклиничкој и клиничкој пракси“

Штампано: Јануар 2013.

(има укупно 11 страна)

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

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

Назив: ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ МАФ МЕТОДЕ

Аутори: др Мирослав Трајановић, Никола Витковић, Марко Веселиновић, мр Јелена Миловановић, др Никола Коруновић, др Драган Мишић, Милан Трифуновић

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

Образложење

Предложено решење урађено је за: Машински факултет у Нишу (За потребе пројекта са ев. бр. III41017: "Виртуелни коштаноглобни систем човека и његова примена у клиничкој и претклиничкој пракси", руководиоца пројекта: проф. др Мирослав Трајановић). Предложено решење је урађено: 2012. год.

Субјект који је решење прихватио и примењује: Клинички центар Ниш

Предложено решење се користи на следећи начин:

Предложено решење омогућава креирање разних врста геометријских модела хуманих костију који се могу користити у разне сврхе: припрема ортопедских операција, израда прилагођених имплантата и фиксатора и слично.

Област на коју се техничко решење односи је: метод за креирање геометријских модела кости

Проблем који се техничким решењем решава:

- Креирање 3D геометријских модела како комплетних костију, тако и недостајућих делова костију
- Креирање комплетних геометријских модела костију у случајевима недостајућих података о костима
- Конструисање 3D геометријских моделе имплантата, одн. фиксатора који су прилагођени геометријским моделима костију

Стање решености тог проблема у свету

Тренутно у свету постоје комерцијална (нпр. Materialise) и решења отвореног кода, као и разни приступи (методе) за креирање геометријских модела кости. Међутим, у случајевима када део кости недостаје, или није могуће креирати комплетан модел кости, постоји места за употребу овакве методе. Посебан допринос ове методе се види у употреби геометријских елемената који на адекватан начин описују сложену геометрију кости, чиме се смањује и геометријско и тополошко одступање креираних модела.

Суштина техничког решења.

Предложени метод (MAF) омогућава креирање 3D геометријских модела кости (полигонални, површински, запремински, параметарски и слично) и базира се на употреби анатомских оријентира дефинисаних у медицини. На основу геометријских карактеристика улазних модела кости, као и анатомских оријентира, креирани су референцијални геометријски ентитети (PGE) на полигоналном моделу кости. На основу PGE креирани су геометријски елементи (spline криве) који се могу искористити за креирање површинских и запреминских модела, а такође се могу искористити и за креирање параметарског модела. Параметарски модел се заснива на параметарским функцијама чији су аргументи морфометријски параметри. Морфометријски параметри се могу прочитати са рендгена, магнетне резонанце и слично. Као резултат примене параметарског модела формирају тачкасти модели (прилагођени облак тачака) који одговарају пацијанту са чијег медицинског снимка су измерени параметри.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

- Могуће је креирати геометријске моделе кости одређеног нивоа тачности који омогућава њихову примену у симулацији ортопедске операције.
- На основу тако креираних модела кости могуће је извршити правилан одабир стандардних имплантата/фиксатора, односно креирати прилагођене имплантате/фиксаторе.
- Са квалитетнијим моделима костију могуће је извршити боље планирање операције, а самим тим скратити време операције и побољшати опоравак пацијента.

Могућности примене предложеног техничког решења:

MAF метод је могуће применити као полазно решење за креирање геометријских модела кости за различите намене. Површински, односно запремински модел се могу искористити за припрему прелиминарних модела за примену у методи коначних елемената, или за израду прототипова кости адитивним технологијама са циљем њихове употребе у презентационе сврхе или за обуку студената. Полигонални модели се могу користити за израду разних анимација ортопедских и других операција, за обуку медицинских радника и студената и слично.

Мишљење

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: "ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ MAF МЕТОДЕ" представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M85.

У Крагујевцу,
23.01.2013. године

Рецензент:


Проф. Др Горан Девеџић

Универзитет у Крагујевцу
Факултет Инжењерских наука
Сестре Јањић 6
34000 Крагујевац
Е-пошта: devedzic@kg.ac.rs

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

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

Назив: ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ MAF МЕТОДЕ

Аутори: , др Мирослав Трајановић, Никола Витковић, Марко Веселиновић, мр Јелена Миловановић, др Никола Корунковић, др Драган Мишић, Милан Трифуновић

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

Образложење

Предложено решење урађено је за: Машински факултет у Нишу (За потребе пројекта са ев. бр. III41017: "Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у клиничкој и претклиничкој пракси", руководиоца пројекта: проф. др Мирослав Трајановић). Предложено решење је урађено: 2012. год.

Субјект који је решење прихватио и примењује: Клинички центар Ниш

Предложено решење се користи на следећи начин:

Предложено решење омогућава креирање различитих врста геометријских модела хуманих костију који се могу користити у разне сврхе: припрема и симулација операција у ортопедији и *максилофацијалној хирургији*, израда прилагођених имплантата и фиксатора и слично.

Област на коју се техничко решење односи је: метод за креирање геометријских модела кости

Проблем који се техничким решењем решава:

- Креирање 3D геометријских модела како комплетних костију, тако и недостајућих делова костију за потребе ортопедије и максилофацијалне хирургије.

Стање решености тог проблема у свету

Када је у питању креирање 3D геометријских модела хуманих костију, може се рећи да постоје два основна приступа. Први приступ је заснован на креирању 3D геометријских модела костију појединачних пацијента на основу геометријских података добијених методама за аквизицију медицинских слика и други приступ (за креирање 3D геометријских модела костију

или сегмента костију) који се заснива на унапред дефинисаном предикционом моделу кости и података добијених са медицинских слика. Један од главних недостатака ових приступа је немогућност креирања модела целих костију у случајевима када је експлирана кост непотпуна из одређених разлога (болест, траума, некавалитетан снимак) или пак када су неадекватни параметри или недовољан број истих укључен у функције. Баш у тим случајевима када, из наведених разлога, није могуће креирати комплетан модел кости, постоји потреба за применом овакве методе.

Суштина техничког решења.

MAF уводи пов приступ за опис геометријских ентитета хуманих костију, заснован на анатомским оријентирима који су дефинисани у медицини. MAF омогућава креирање 3D геометријских модела костију са могућношћу параметризације. Главни циљ примене MAF методе је креирање 3D геометријских модела комплетних костију, као и недостајућих делова костију високе геометријске прецизности и анатомске тачности, чак и у случајевима када снимак кости пацијента није комплетан.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

- Креирање квалитетних геометријских модела употребом геометријских елемената који на адекватан начин описују сложену геометрију кости.
- Геометријски модели креирани овим методом се могу користити у апликацијама за симулацију ортопедских операција.
- Параметарски модели добијени MAF методом омогућавају релативно једноставно прилагођавање пацијенту тј. израду анатомски прилагођених имплантата/ фиксатора.
- Квалитетнијим моделима костију могуће је извршити боље планирање операције, а самим тим скратити време операције и побољшати опоравак пацијента.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Са медицинског становишта, MAF метода тј. различите врсте модела добијене овом методом, имају вишеструке могућности примене у едукацији ортопедца, хирурга, других медицинских радника и студената као и припреми операција. Употреба ових модела је погодна за симулацију ортопедских операција, омогућава правилан одабир и креирање анатомски прилагођених имплантата или фиксатора, а што је најважније повећава квалитет и скраћује времена трајања операција.

На основу свега наведеног као рецензент оцењујем да резултат научноистраживачког рада под називом: " ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ MAF МЕТОДЕ" представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M85.

У Нишу, 23.01.2013.

Рецензент:



др Драган Петровић
редовни професор Медицинског факултета у Нишу

Мишљење корисника

ОРТОПЕДСКА КЛИНИКА
КЛИНИЧКИ ЦЕНТАР НИШ

Пројектни тим пројекта П41017 Виртуелни коштано зглобни систем човека и његова примена у клиничкој и претклиничкој пракси је Клиници за ортопедију, Клиничког центра Ниш ставило на увид и тестирање метод за израду недостајућих делова костију и остефикационог материјала који је развијен на Машинском факултету у Нишу у сарадњи са Медицинским факултетом из Ниша.

На основу приказаних резултата које метод остварује може се закључити да су креирани модели сасвим задовољавајуће тачности и да се у одређеној мери могу користити у поступцима симулације ортопедских операција, као и у друге сврхе у ортопедији.

Да би се приложени метод у потпуности потврдио потребно је извршити даље тестирање у смислу повећања броја примерака костију (на пример од кадавера) на којима се проверава тачност методе.

Што се тиче предлога за побољшање методе постоје два елемента која могу да се унапреде, а тичу се тачности методе. Прво унапређење је повећање броја улазних примерака костију, а други предлог је повећање броја улазних параметара, јер постоји још доста морфометријских параметара који се могу укључити. Примена ових елемената би допринела да тачност методе буде још виша.

Становиште Клинике за Ортопедију је да је метод иновативан и употребљив у симулацији ортопедских операција и обуци студената и медицинских радника.

Ниш
25.01.2013. године



Ортопедска клиника
Клинички центар Ниш

Начелник
Др Милорад Митковић, ред.проф.

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
УНВЕРЗИТЕТ У НИШУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Број: 612-113-2-3/2013

Датум: 28. јануар 2013. године

НИШ

На основу члана 68., став 1. тачка 37. Статута Машинског факултета Универзитета у Нишу (Број: 612-262-2-1/2007 од 30.03.2007. године-пречишћен текст Статута), Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Нишу на седници одржаној 28. јануара 2013. године, доноси

О Д Л У К У

Члан 1.

Усваја се техничко решење под називом: “ДЕФИНИСАЊЕ 3D МОДЕЛА НЕДОСТАЈУЋИХ ДЕЛОВА КОСТИЈУ НА ОСНОВУ 3D МОДЕЛА КОСТИЈУ И ОСТЕОФИКСАЦИОНОГ МАТЕРИЈАЛА УПОТРЕБОМ МАГ МЕТОДЕ“, чији су аутори: др Мирослав Трајановић, Никола Витковић, Марко Веселиновић, мр Јелена Миловановић, др Никола Коруновић, др Драган Мишић, Милан Трифуновић.

Одлуку доставити:

- Продекану за научно-истраживачки рад,
- Одсеку за људске ресурсе – архиви Машинског факултета.

НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У НИШУ



ПРЕДСЕДНИК

Prof. dr Vlastimir Nikolic
Проф. др Властимир Николић