

Par vienu pieeju medicīnas attēlu 3d modeļa izstrādāšana

Mihails Kovalovs, Riga Technical University, Aleksandrs Glazs, Riga Technical University

Kopsavilkums. Darbs apraksta vienu no pieejām trīsdimensiju modeļu veidošanai, kas tiek balstīta uz datortomogrammām. Darbā tiek piedāvāti kontrolpunktu izvēles un triangulācijas algoritmi, kas tālāk ir izmantoti lai izveidot cilvēka galvas trīsdimensiju modeļi. Iegūtais modelis tiek salīdzināts ar dažādiem modeļiem, kas iegūti izmantojot citas pieejas. Tiek parādīti šīs pieejas priekšrocības un trūkumi.

Atslēgas vārdi: medicīnas attēli, 3D vizualizēšana, poligonālais modelis, tomogrammas.

I. IEVADS

Trīsdimensiju modeļa izstrādāšanas problēma ir viena no aktuālākām mūsdienas datorgrafikā. Šodien trīsdimensiju modeļi plaši tiek izmantotas dažādās jomās: medicīnā, datorizētā projektēšanā, tehnikā utt.

Medicīnā trīsdimensiju modeļa izstrādāšana ir spēcīgs līdzeklis, kas palielina ārstā iespējas diagnozes uzstādīšanā, ķirurģijā u.t.t. Šajā darbā tiek apskatīta viena no pieejām cilvēka galvas modeļa konstruēšanā trīs dimensiju telpā pēc ieejas datiem (Attēli), kas tiek iegūti datortomogrāfijas rezultātā.

II. UZDEVUMU NOSTĀDNE

Nepieciešams izveidot galvas trīsdimensiju modeli, balstoties uz attēliem (smadzenes tomogrammām), kas tiek iegūti datortomogrāfijas rezultātā.

Pie tam, rodas divi dažādi uzdevumi:

- 1) Kontrolpunktu izvēle katrā tomogrammā.
- 2) Izvēlēto punktu savienošana starp blakus esošām tomogrammām lai iegūt trīs dimensiju modeli.

III. KONTROLPUNKTU IZVĒLES UZDEVUMA RISINĀŠANAS ALGORITMS.

Kontrolpunktu izvēles problēma ir ļoti svarīga trīsdimensiju modeļa veidošanā. Viegli pārlicināties, ka izmantojot vairākus punktus tiek iegūts precīzāks trīsdimensiju modelis, bet tas arī būtiski palielina aprēķināšanas apjomu, kas var būt nepārvarams lielā datu apjoma gadījumā.

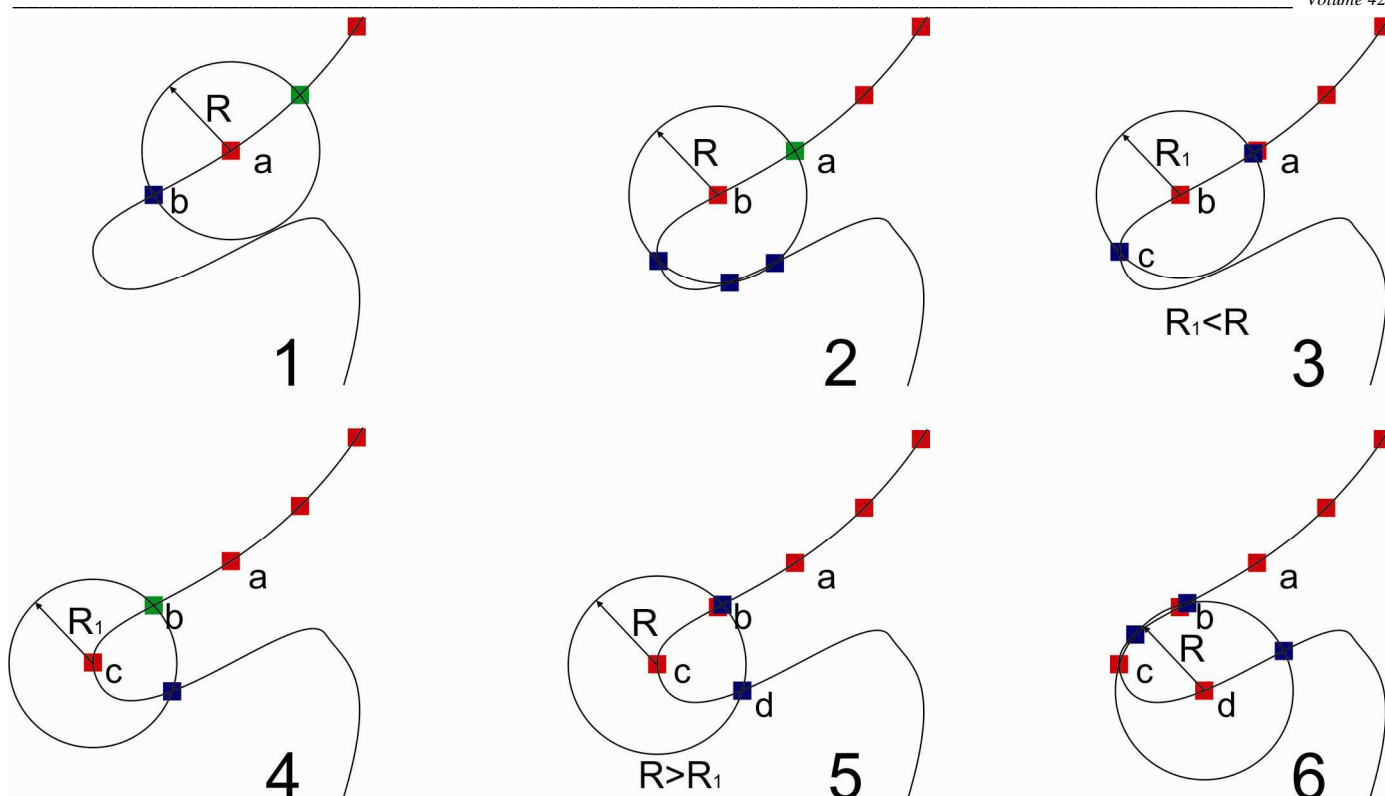
Ir zināmi dažādi kontrolpunktu izvēlēšanas algoritmi [1,2], bet šos darbos punkti tiek likti uz kontūra nevienmērīgi, kas var novest pie izveidota trīsdimensiju modeļa nepietiekamas precizitātes. Tāpēc šajā darbā tiek piedāvāta cita pieeja.

Sakumā attēls tiek ierobežots ar divām taisnām līnijām, kuras tiek izvietotas paralēli ordinātu asī. Tiek izvēlēts sākumpunkts (x_0, y_0) , kurš atrodas uz kontūra pirmās krustošanas ar taisno līniju, kas iet perpendikulāri robežlīnijām. Pie tam, sākumpunkts atrodas pa vidu nogriežnim, kas savieno šīs robežlīnijas.

Tad tiek noteikts rādiuss R un no izvēlēta sākumpunktā tiek veidota aploce. Pēc tam tiek meklēti šīs aploces un kontūra krustojuma punkti, pie tam ir iespējami divi varianti:

- 1) Krustošanas rezultātā tiek atrasti divi punkti (x_1, y_1) un (x_2, y_2) . No šiem diviem punktiem tiek izvēlēts tas, kurš atrodas tālāk no iepriekš izvēlēta punkta. Algoritma sākumā, kad iepriekšējais punkts sakrīt ar sākumpunktu, tiek izvēlēts jebkurš punkts no šiem diviem. Tad šis punkts kļūst par jauno aploces centru un atkal tiek meklēti krustojuma punkti.
- 2) Krustošanas rezultātā tiek atrasti vairāk par diviem punktiem. Tad rādiuss tiek samazināts līdz R_1 , lai būtu tikai 2 jauni krustojuma punkti. No šiem diviem punktiem tiek izvēlēts tas, kurš atrodas tālāk no iepriekš izvēlēta punkta. Algoritma sākumā, kad iepriekšējais punkts sakrīt ar sākumpunktu, tiek izvēlēts jebkurš punkts no šiem diviem. Tad šis punkts kļūst par jauno aploces centru un atkal tiek meklēti krustojuma punkti. Ja ir tikai divi krustojuma punkti tad rādiuss R_1 tiek palielināts, kamēr krustojuma punktu skaits nebūs lielāks par 2, vai R_1 ir vienāds ar R . No šiem diviem punktiem tiek izvēlēts tas, kurš atrodas tālāk no iepriekš izvēlēta punkta. Citā gadījumā R_1 vajag samazināt u.t.t.

Kontrolpunktu izvēles piemērs ir parādīts 1. att.



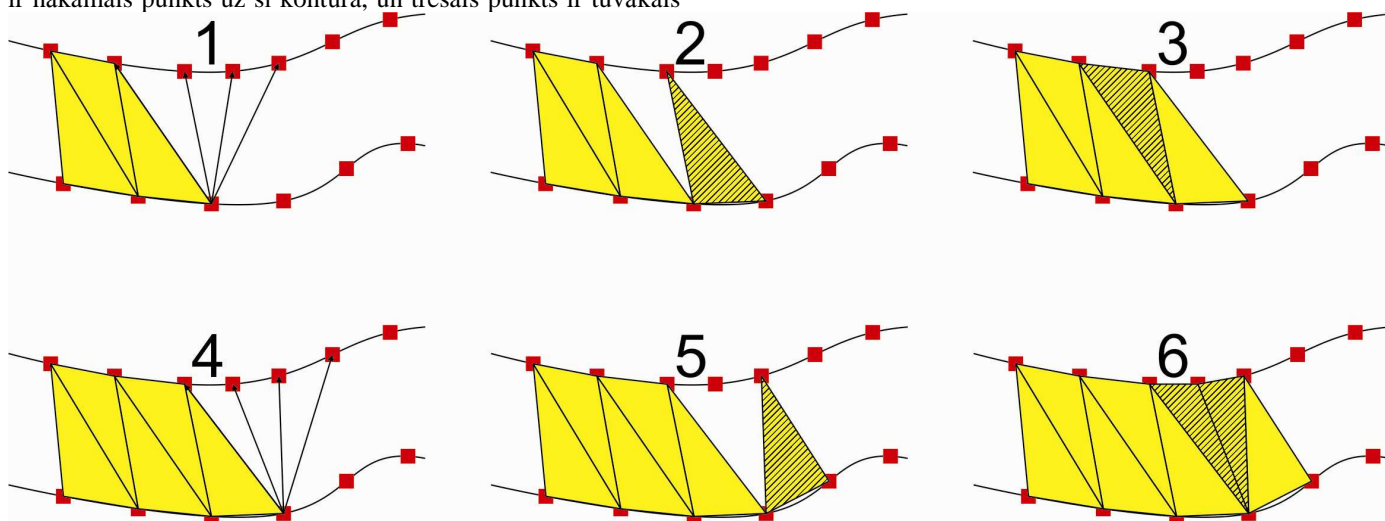
1. att. Kontrolpunktu izvēles dinamika (pēc gājieniem).

IV. TRĪSDIMENSIJU MODEĻA IZSTRĀDĀŠANAS ALGORITMS.

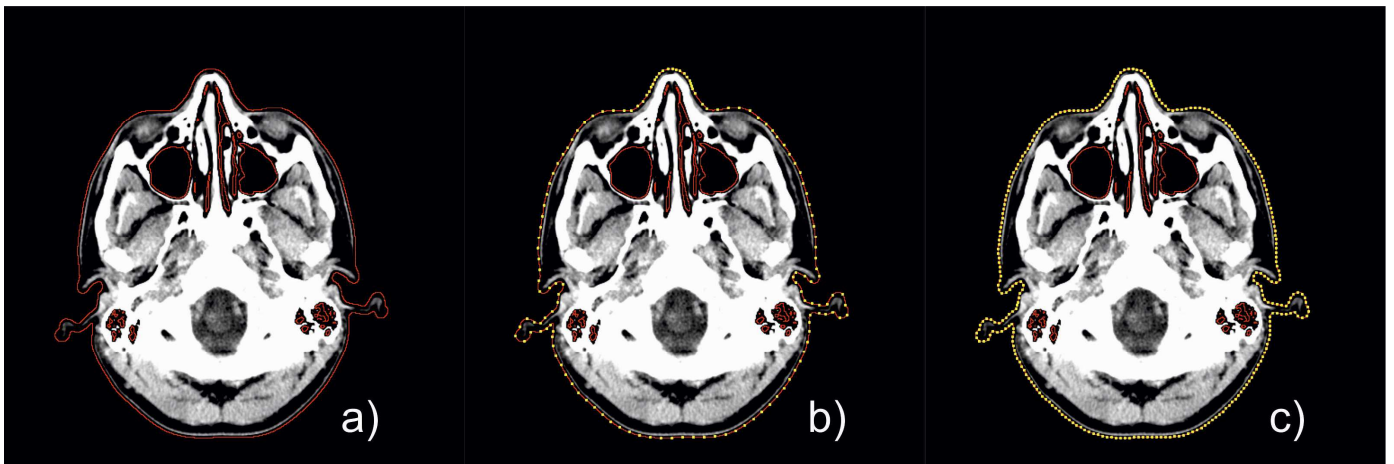
Iepriekšējā uzdevuma risināšanas procesā tika iegūti kontrolpunkti uz katra kontūra (katrā konkrētā tomogrammā). Tad šie punkti tiek izvietoti trīsdimensiju telpā saskaņā ar katras tomogrammas vietu un savienoti starp sevi ar trijstūriem lai izveidot trīsdimensiju virsmu.

Trijstūris tiek veidots no trim tuvākiem punktiem: pirmais tiek izvēlēts cikliski pēc kontūra (tomogramma), otrs punkts ir nākamais punkts uz šī kontūra, un trešais punkts ir tuvākais

pirmajam punktam punkts augšējā kontūrā (nākama tomogramma). Meklējot tuvāko punktu augšēja kontūrā, aprēķinos tiek ņemts tikai noteikts tuvāko pēc kārtēja numura no iepriekš izvēlēta punkta punktu daudzums, lai nebūtu kropļojuma. Ja starp tīko izveidoto trijstūru un iepriekšējo trijstūri veidojas „caurums”, tad tas tiek aiztaisīts ar trijstūri(-iem), kura pirmais punkts atbilst šī cauruma zemākam punktam un citi divi punkti tiek cikliski izvēlēti no augšēja kontūra (2. att.).



2. att. Trijstūru veidošana starp diviem kontūriem. 1), 2), 3) Gadījums, kad izveidotais „caurums” sastāv no viena trijstūra, 4), 5), 6) Gadījums, kad izveidotais „caurums” sastāv no vairākiem trijstūriem.



3. att. Kontrolpunktu izvēle konkrētā tomogrammā. a) Oriģināla tomogramma, b) Tomogramma, kurā bija izvēlēti kontrolpunkti ar meklēšanas rādiusu – 10 pikseli, c) Meklēšanas rādiuss ir 5 pikseli.

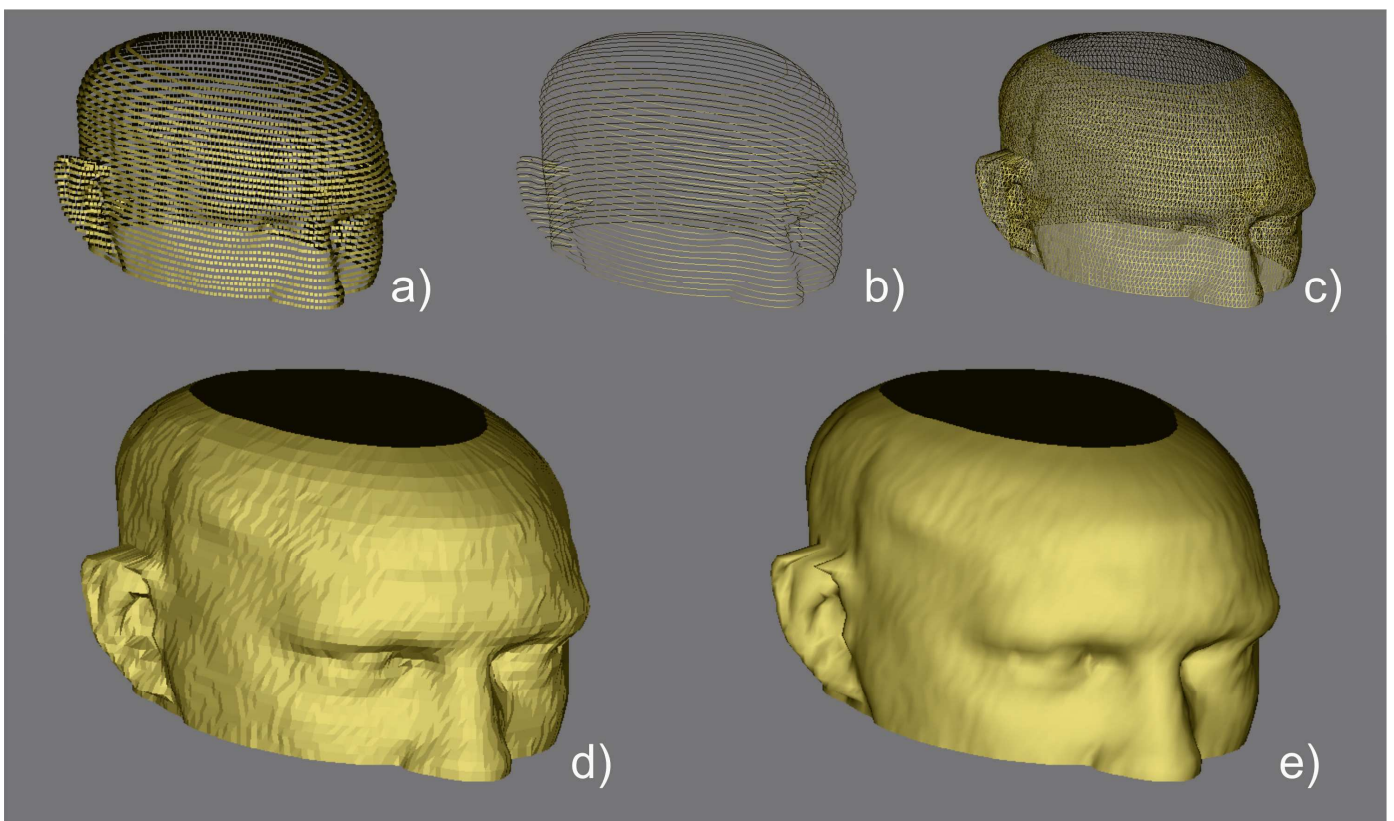
V. EKSPERIMENTS

Lai izveidot cilvēka galvas trīsdimensiju modeli, kā ievaddati tika izmantotas trīsdesmit tomogrammas.

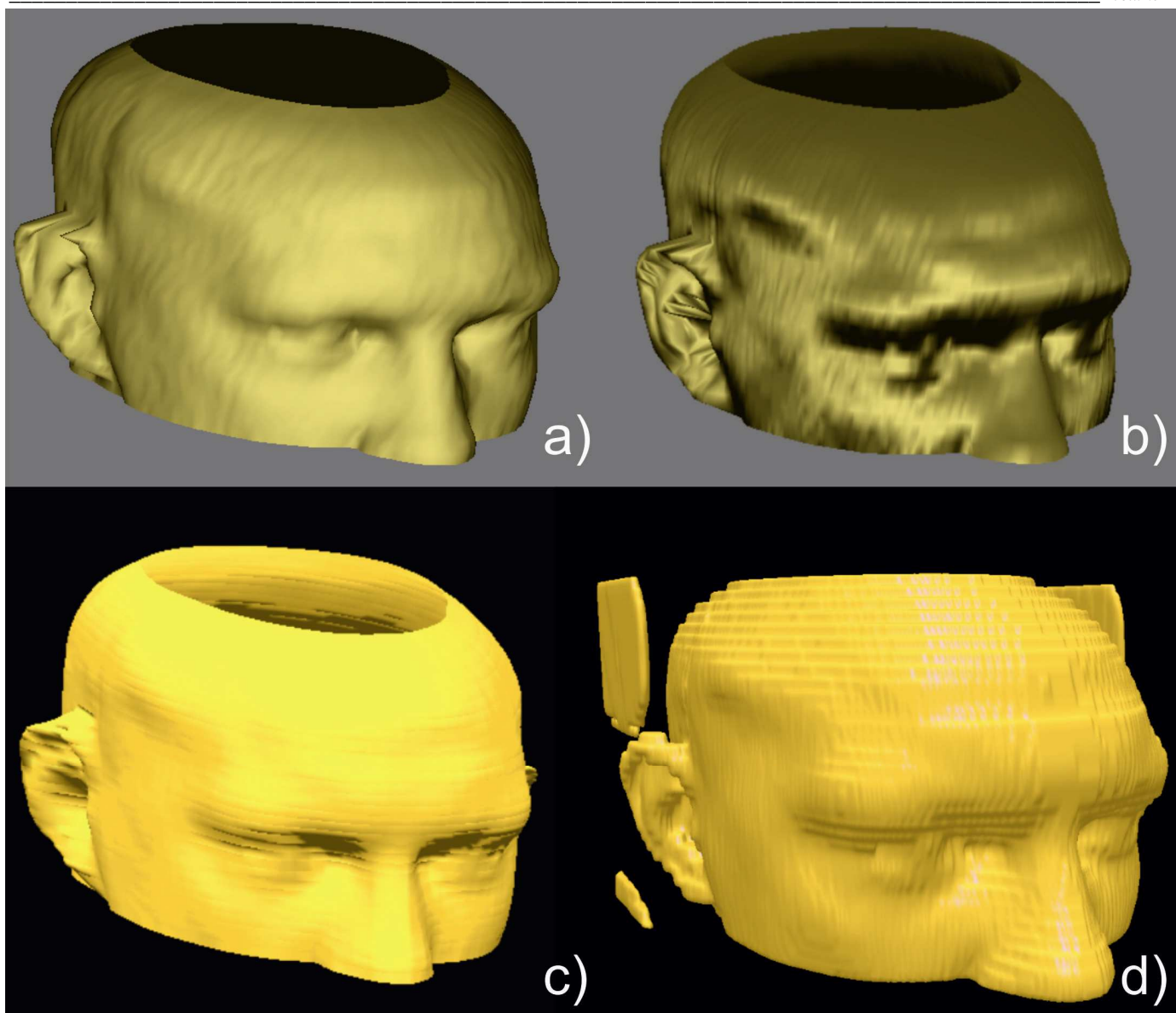
Kontrolpunktu iegūšanai bija izmantots piedāvātais algoritms ar meklēšanas rādiusu – 5 pikseli.

Tad no iegūtiem punktiem bija veidoti trijstūri. Lai pareizi attēlot trīsdimensiju modeļi, katram trijstūrim bija aprēķināts normāles vektors. Lai iegūt gludo virsmu, vēl bija aprēķināti normāles vektori katram punktam.

Ekspperimentu rezultāti ir redzami 4. attēlā.



4. att. Galvas trīsdimensiju modeļi, kas tika iegūti eksperimenta gaitā. a) Kontrolpunkti, kas tiek izvietoti trīsdimensiju telpā. b) Nesavienoti starp sevi kontūri. c) Kontrolpunkti, kas tika savienoti trijstūros. d) Galvas trīsdimensiju modelis ar normāles vektoriem, kas tika aprēķināti katram trijstūrim. e) Galvas trīsdimensiju modelis ar normāles vektoriem, kas tika aprēķināti katram punktam.



5. att. Galvas trīsdimensiju modeļu salīdzināšana. a) Piedāvāta pieeja. b) Pieeja, kura tiek aprakstīta darbā [1]. c) Pieeja, kura tiek aprakstīta darbā [2]. d) Pieeja, kas ir izmantota programmā „3D Doctor”

VI. REZULTĀTA ANALĪZE

Kā ir redzams no iegūtiem rezultātiem (5. att.), piedāvāta pieeja veido gludo trīsdimensiju virsmu salīdzinājuma ar citām pieejām. Kā var redzēt, uz visiem modeļiem ausis ir problemātiska vieta, bet iegūta modeļi kropļojumi ir minimāli.

VII. SECINĀJUMI

Piedāvātas pieejas lielāka priekšrocība ir tā, ka viņa dod gludo trīsdimensiju virsmu. Iegūtā modeļa precizitāte ir ļoti atkarīga no izmantoto tomogrammu daudzuma, piedāvāta piemērā lielākais kropļojums atrodas uz auss augšējās daļas. Šo kropļojumu var samazināt izmantojot lielāko tomogrammu skaitu.

Šīs pieejas galvenais trūkums ir tas, ka trīsdimensiju modeļa veidošanai tiek izmantots tikai viens kontūrs katrā

tomogrammā. Tāpēc ja objekts ir aprakstīts ar vairākiem starp sevi nesavienotiem kontūriem uz viena tomogramma, tad trīsdimensiju modeļa veidošanai būs izmantots tikai viens kontūrs, citi būs ignorēti.

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] K. Krechetova, A. Sisojevs, A. Glazs, A. Platkajis. "Medical Image Region Extracion and 3D Modeling Based on Approximating Curves" // Digest of Inter-Academia 2010, The 9th International Conference on Global Research and Education, Riga, Latvia, 9th-12th August, 2010, 158-159 pp.
- [2] Sisojevs A., Glazs A. Medical object 3D modelling using B-spline surface// Biomedical Engineering Proceedings of International Conference. – Kaunas: Kaunas University of Technology, 2009. – 168 – 171 p.
- [3] Краснов М. В. "OpenGL графика в проектах Delphi". Россия, Санкт Петербург: БХВ-Петербург, 2002.
- [4] М. Фленов. "Библия Delphi. 2-е издание". Россия, Санкт Петербург: БХВ-Петербург, 2008.

Mihails Kovalovs was born in Riga in the Latvia, on September 7, 1986. He is a master's student at Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology.

He received the degree of bachelor of Technical Sciences in the Riga Technical University on 2009.

Aleksandrs Glazs was born in Riga in the Latvia, on April 7, 1939. He is a professor at Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology, Vice-Director of Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering, Head of Image Processing and Computer Graphics professor's group.

He received the degree of Candidate of Technical Sciences in the Riga Polytechnic Institute on 1971 and the degree of Doctor of Technical Sciences (Dr.habil.sc.ing.) in the Russian Academy of Science in Moscow on 1992.

He has more than 100 scientific publications in different areas: pattern recognition, images processing, computer vision and computer graphics.

A.Glazs is a full member of the Baltic Informatization Academy

Address: Meza str. 1, LV-1048, Riga, Latvia

Phone: +371 67089542

E-Mail: glaz@egle.cs.rtu.lv

Mihails Kovalovs, Aleksandrs Glazs. One approach to development of a 3D model for medical images

This paper describes one of the approaches to 3D model construction based on computer tomography. This approach uses two different algorithms to create a 3D model: Control point selection algorithm and triangulation algorithm.

Control point selection algorithm chooses a set of points on every given tomogram. This set of points describes the object's contours, that are used to create a 3D model. The points are chosen in a following way: firstly the original point is selected, which is located on a first intersection of a straight line (that goes through the center of the object) and the object's contour. Then this point is used to create a circle around it with a given search radius and then the algorithm looks for this circle's and object's contour intersection points. In the beginning any one of two found points is selected, then this point becomes a new center for the search circle and once again the algorithm looks for this circle's and object's contour intersection points. When only two points are found, the new search circle's radius is the point which is farthest from the previously selected point. If more than two points are found, the search radius decreases until only two points are found.

Triangulation algorithm uses a set of points which is created using control point selection algorithm. These points are used to create triangles, which are then used to construct the 3D model.

The proposed algorithms were used to construct a 3D model of a human head. The resulting model was then compared to other models that were created by other approaches. In comparison it was noted that this paper's given approach provides the smoothest 3D surface and the distortion is minimal. The main disadvantage of this approach is that it uses only one contour on each tomogram to create the 3D model. So if a given object is described using several disconnected contours, this approach will use only one contour and that can create distortion.

Михаил Ковалёв, Александр Глаз. Об одном из подходов к построению 3-мерной модели по медицинским изображениям

Данная работа описывает один из подходов к построению трехмерных моделей на основе компьютерных томограмм. Для построения трехмерной модели предлагаются два алгоритма: алгоритм выбора контрольных точек и алгоритм триангуляции.

Алгоритм выбора контрольных точек на каждой предоставленной томограмме позволяет определить набор точек, который описывает контур объекта, который далее используется для построения трехмерной модели. Точки определяются следующим образом: сначала на контуре выбирается исходная точка, которая находится на первом пересечении прямой (которая идет через середину объекта) с контуром. Далее вокруг этой точки строится окружность с заданным радиусом поиска и ищутся точки пересечения окружности и контура. В начале работы алгоритма выбирается любая из этих двух точек, далее она становится новым центром окружности поиска и снова ищутся точки пересечения окружности и контура. В случае, когда вокруг точки на заданном радиусе находятся две точки, то в качестве следующего центра поиска выбирается та точка, которая находится дальше от предыдущей выбранной точки. Если вокруг точки на заданном радиусе находится более двух точек, радиус поиска уменьшается до тех пор, пока вокруг точки на заданном радиусе не будут находиться только две точки.

Алгоритм триангуляции использует набор точек, полученный в результате работы предыдущего алгоритма. Полученные точки соединяются в треугольники, из которых строится трехмерная модель.

Предложенные алгоритмы были применены для создания трехмерной модели головы. Полученная модель была сравнена с моделями этой же головы, полученными другими методами. В результате сравнения было замечено что, предложенный метод, позволяет получить наиболее гладкую трехмерную поверхность, при этом искажения были минимальны. Недостатком этого метода является то, что для построения трехмерной модели на каждой томограмме используется только один контур.