

Poligonālās un analītiskās virsmas medicīnisko attēlu vizualizēšanas uzdevumos

Katrina Bolocko¹, Aleksandrs Glazs², ^{1,2}Rīga Technical University

Kopsavilkums. Darbā tiek izpētīta poligonālo un analītisko modeļu pielietošana medicīnisko attēlu vizualizēšanā, kā arī analītiskā modeļa kvalitāte, priekšrocības un ierobežojumi, salīdzinot ar poligonālo modeli. Tiek piedāvāta poligonālā modeļa veidošanas metode un izpētīta tās kvalitāte un ātrdarbība salīdzinājumā ar eksistējošo medicīnas apstrādes sistēmu 3D-Doctor.

Atslēgas vārdi: medicīniskie attēli, attēlu analīze, vizualizēšana, poligonālie modeļi, analītiskie modeļi.

I. IEVADS

Ar datortomogrāfijas palīdzību iegūto medicīnisko attēlu analīze un apstrāde ir aktuāla tēma, jo datorizētā attēlu apstrāde ļauj ārstam iegūt informāciju par pacientu un iespējamo diagnozi ātrāk un efektīvāk. Svarīgs solis medicīnas attēlu apstrādē ir medicīnisko attēlu trīsdimensiju vizualizēšana. Tieši vizualizēšana ļauj ārstiem atklāt patoloģiskās zonas atrašanās vietu un plānot nepieciešamās ķirurģiskās operācijas.

Matemātiski datortomogrāfijas rezultāti ir divdimensiju skaitļu matricu kopa, kas apraksta dažādu audu blīvumu, informāciju par pacientu un ārstu utt. Datortomogrāfijas skaitļi ir atkarīgi no pētāmajiem audiem un atrodas noteiktos diapazonos, kas ļauj iegūt trīsdimensiju attēlu jebkuriem audiem pētāmajā objektā. Trīsdimensiju rekonstrukcija ir derīga operāciju plānošanai, jo ļauj trīsdimensiju telpā noteikt dažādu struktūru novietojumu, un uzskatāmāk parāda diagnostiski nozīmīgas detaļas. Dažreiz ekspertam ir nepieciešams apskatīt tikai dažu struktūru novietojumu, lai vieni audi nepārklātu citus. Šajā gadījumā ir nepieciešama automātiskā vai manuālā nepieciešamo struktūru izvēle. Šim nolūkam ir paredzētas segmentācijas metodes. Izdalot atsevišķu audu struktūru no medicīnas attēla, to ir iespējams vizualizēt.

Kaut arī moderniem tomogrāfijas aparātiem ir iebūvēta iespēja vizualizēt divdimensiju medicīniskajos attēlos redzamos objektus trīsdimensiju telpā, tādas sistēmas ir dārgas. Pie tam vēl sistēmas, kas ļauj ārstiem veikt detalizētu analīzi un trīsdimensiju vizualizēšanu, var būtināstāties tikai speciālās darbstacijās, kas ir savienotas ar medicīnas aparāturu (datortomogrāfu, magnētiskās rezonanses aparātu). Pētīt attēlus pie vienas darbstācijas ne vienmēr ir iespējams, jo pacienta apskates laikā tā ir aizņemta, un iepriekšējo pacienta datu analīze nevar būt ērti izpildāma. No otras puses, medicīnas attēlu apstrādes sistēmas, kuras var būt instalētas jebkurā datorā, neietver sevī piemērotus rīkus medicīnas attēlu analīzei un trīsdimensiju vizualizēšanai. Lai veiktu diagnozi, ārstam ir nepieciešami spēcīgi medicīnas attēlu analīzes rīki,

taču tāda programmatūra ir tikai datortomogrāfa darbstacijās. Līdz ar to rodas nepieciešamība izstrādāt medicīnisko attēlu apstrādes sistēmu, kas spētu vizualizēt medicīniskos objektus trīsdimensiju telpā, un kuru varētu slīmnīcā uzstādīt jebkuram datoram. Tādēļ ir nepieciešams izstrādāt trīsdimensiju medicīnisko attēlu vizualizēšanas metodes, kas ļauj vizualizēt iegūtos divdimensiju medicīniskos attēlus trīsdimensiju telpā uz datora.

Tomēr jāpiemin, ka pats galvenais uzdevums ir vizualizēšanas ātrums un iespēja pētīt trīsdimensiju modeli reālajā laikā, jo informāciju jāpiegādā speciālistam pēc iespējas ātrāk. Tāpēc vizualizēšanas metodēm var izvirzīt šādas prasības:

- Trīsdimensiju virsmas kvalitāte,
- Īss modeļa izveidošanas laiks,
- Iespēja pētīt modeli reālajā laikā.

Dotajā darbā galvenā uzmanība būs veltīta tieši pēdējiem diviem kritērijiem – reāla laika modeļošana un modeļa izveidošanas ātrums.

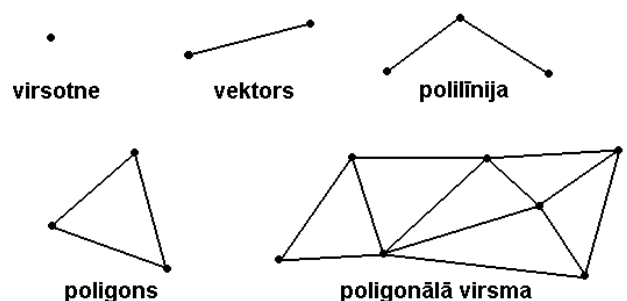
Darba mērķis ir piedāvāt 3D modeļa veidošanas metodi, kura kvalitātes un ātrdarbības ziņā būtu labāka par eksistējošiem risinājumiem.

II. TRĪSDIMENSIJU MODEĻU TIPI

Tika izskatīti divi trīsdimensiju modeļu tipi, poligonālais modelis un analītiskais modelis, noteiktas šo divu tipu priekšrocības un trūkumi, kā arī konstatēta katra modeļa tipa pielietošanas sfēra. Darbā īsumā tiek aplūkoti šie modeļu tipi.

A. Poligonālais modelis

Lai aprakstītu telpiskos objektus, poligonālajā modelī [4] tiek izmantoti tādi elementi kā: virsotnes, vektori, polilīnijas, poligoni, poligonālās virsmas (1. attēls).



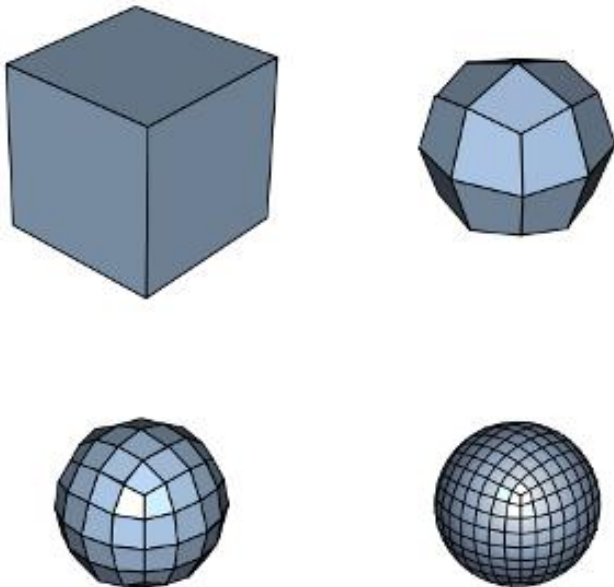
1. att. Poligonālā modeļa elementi.

Virsothnes (*ang.*, *vertex*) – ir galvenais poligonālā modeļa elements, bet visi pārējie elementi ir šī galvenā elementa

atvasinājumi. 3D Dekarta koordinātu sistēmas telpā katra virsotne tiek uzdots ar koordinātēm (x_i, y_i, z_i) . Katrs objekts ir aprakstīts, izmantojot šī objekta virsotņu koordinātas.

Virsotne var modelēt atsevišķu objektu punktu, kuru izmēram nav nozīmes, vai tā var būt pielietota kā kontrolpunkts lineāriem objektiem un poligoniem. Ar divām virsotnēm var uzdot vektoru. Vairāki vektori veido polilīniju. Polilīnija var veidot atsevišķu lineāro objektu, kura biežumam nav nozīmes, vai arī var veidot poligona kontūru. Poligons modelē 2D virsmu. Viens poligons var aprakstīt 3D objekta skaldni. Vairākas skaldnes kopā veido telpisko objektu. Poligonālās virsmas piemērs ir redzams 2. attēlā.

Poligonālā modeļa priekšrocība ir tā nelielais datu apjoms, kas nepieciešams vienkāršas virsmas aprakstīšanai, kura labi aproksimējās ar plakanām skaldnēm. Pie objekta pārbīdīšanas vai rotēšanas ir nepieciešams pārskaitīt tikai virsotņu koordinātas. Objektu samazināšanas vai palielināšanas gadījumā tie izskatās kvalitatīvāk, nekā rastru aprakstīšanas modeļiem.



2. att. Poligonālais modelis

B. Analītiskais modelis

Analītiskais modelis [4] ir virsmas izteikšana ar matemātiskām formulām. Datorgrafikā ir vairāki tādas izteikšanas veidi. Piemēram, kā divu argumentu funkcija $z = f(x, y)$ vai trīs argumentu funkcija $F(x, y, z) = 0$.

Visbiežāk virsmas aprakstam tiek izmantota parametriskā forma. 3D Dekarta koordinātu sistēmai virsmas parametriskā forma ir aprakstīta šādi:

$$\begin{aligned} x &= F_x(s, t), \\ y &= F_y(s, t), \\ z &= F_z(s, t), \end{aligned} \quad (1)$$

kur s un t ir parametri, kas mainās diapazonā $[0..1]$,

F_x, F_y, F_z – funkcijas, kas nosaka virsmas formu.

Parametriskā apraksta priekšrocības – ir viegli aprakstīt virsmas, kas atbilst neviennozīmīgām funkcijām. Aprakstīšanu var veidot tā, lai formula nemainītos virsmas griešanas vai mērogošanas gadījumā.

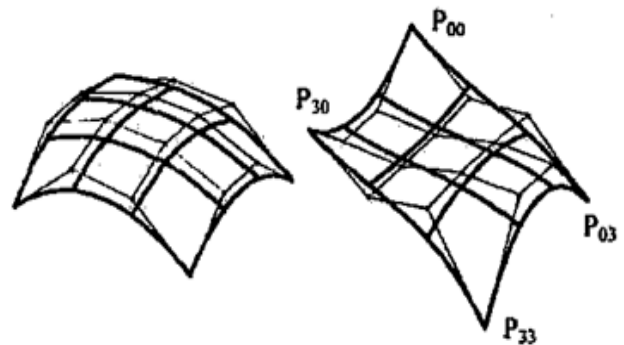
Kā piemēru var minēt sfēras analītisko aprakstu. Sfēras vienādojumu var aprakstīt šādi:

$$x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0 \quad (2)$$

Parametriskā formā tas būs:

$$\begin{aligned} x &= R \sin s \cos t, \\ y &= R \sin s \sin t, \\ z &= R \cos s, \end{aligned} \quad (3)$$

Sarežģītās formas virsmu gadījumā bieži lieto splainus (3. attēls).

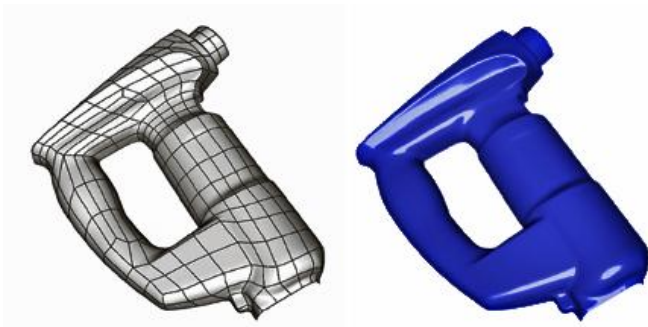


3. att. Kubisko splainu piemērs.

Splains – tā ir speciāla funkcija [4], kura ir vispiemērotākā atsevišķu virsmas fragmentu aproksimācijai. Līdz ar to vairāki splaini veido sarežģītas formas virsmu. Parasti lieto kubisko splainu, tā kā trešās kārtas splains ir vismazākais, ar kuru var aprakstīt jebkuru formu un nodrošināt nepārtrauktu atvasinājumu splainu saskares vietās. Tas nodrošina saskares vietās gludu virsmu bez redzamiem lūzumiem. Splainus bieži apraksta parametriski. Piemēram, kubiskā splaina $x(s, t)$ parametrisko formulu apraksta šādi:

$$\begin{aligned} x(s, t) = & -a_{11}s^3t^3 + a_{12}s^3t^2 + a_{13}s^3t + a_{14}s^3 + \\ & + a_{21}s^2t^3 + a_{22}s^2t^2 + a_{23}s^2t + a_{24}s^2 + \\ & + a_{31}st^3 + a_{32}st^2 + a_{33}st + a_{34}s + \\ & + a_{41}t^3 + a_{42}t^2 + a_{43}t + a_{44} \end{aligned} \quad (4)$$

Citām koordinātām parametriskās formulas arī var aprakstīt analogiski kā funkcijas $y(s, t)$ un $z(s, t)$. Literatūrā var atrast koeficientu a_{ij} noteikšanas veidus tiem splainiem, kam ir uzdotās īpašības. Analītiskās virsmas piemēru var redzēt 4. attēlā.



4. att. Analītiskais modelis.

A. Kopsavilkums

Poligonālo un analītisko modeļu analīze ļauj secināt, ka katrs modelis ir piemērots savam uzdevumam. Analītiskās metodes vairāk virzītas uz virsmas kvalitātes uzlabošanu. Poligonālo metožu galvenā priekšrocība ir ātrdarbība. Eksistē daudz metožu, kas ļauj realizēt gan poligonālo, gan analītisko modeli, taču galvenā uzmanība, kas jāpievērš šīm metodēm, ir ātrdarbība. Tieši tāpēc darba ietvaros tiek veikts poligonālo modeļu veidošanas metožu salīdzinājums, jo tieši tās ir visātrākās modeļa veidošanas metodes.

Eksistējošo modeļu veidošanas metožu priekšrocības un trūkumus var apkopot šādi:

Analītiskais modelis

- Priekšrocības:
 - Augstas kvalitātes modeļa iegūšanai
- Eksistējošo metožu trūkumi:
 - Nespēja strādāt reālajā laikā

Poligonālais modelis

- Priekšrocības:
 - Reālā laika attēlošanas režīmam
 - Ātrai modeļa iegūšanai
- Eksistējošo metožu trūkumi:
 - Virsmā rodas caurumi
 - Virsma ir nevienmērīga
 - Modeļa izveidošanas laiks

Var redzēt, ka klasiskais poligonālais modelis atbilst diviem no trim izvirzītajiem kritērijiem, bet analītiskais modelis - tikai vienam. Līdz ar to parādās divas iespējas: uzlabot poligonālā modeļa kvalitāti vai pielāgot analītisko modeli reālajam laikam. Tomēr otro variantu nevar izpildīt, jo analītiskā modeļa veidošana pati par sevi nepieļauj reālā laika režīmu un ātrdarbību. Tādēļ dotajā darbā uzmanība tiek veltīta tieši poligonālā modeļa kvalitātes uzlabošanai.

III. PIEDĀVĀTĀ POLIGONĀLĀ MODEĻA VEIDOŠANAS METODE

Poligonālā modeļa pētījumiem darbā tiek piedāvāta modeļa veidošanas metode, kas balstās uz [2] metodes modifikāciju. Metode tiek papildināta ar papildus nosacījumiem pie kontrolpunktu savienojuma poligonos, kas ļauj novērst virsmas kropļojumus un caurumus. Algoritma aprakstā modifikācija tiek izcelta ar *italic* fontu.

Algoritma apraksts

1. Visiem katra slāņa kontūra kontrolpunktiem tiek piešķirts parametrs $t_{i,j} \in (0..1)$. Tas notiek šādā veidā: i -tā slāņa s_i nulltajā punktā $p_{i,0}$ (adaptīvā kontūra sākumpunkts) ir vienāds ar 0. Algoritms secīgi iziet cauri visiem kontūra punktiem $p_{i,j}$ (i – slāņa kārtējais numurs, j – punkta kārtējais numurs kontūrā) pulksteņrādītāja virzienā, un katram nākošajam punktam piešķir $t_{i,j}$ vērtību:

$$t_{i,j} = \frac{d_{i,j}}{P_i}, \quad (5)$$

kur $d_{i,j}$ – ir kontūra garums no punkta $p_{i,j}$ līdz nulltajam punktam $p_{i,0}$, P_i – kontūra perimetrs.

Piedāvātajā triangulācijas algoritmā tiek izmantots 2D kontrolpunktu izkārtojums. Šajā gadījumā katram s_i slānim ir N punktu $p_{i,j}$, kur i – ir slāņa kārtējais numurs un j – punkta kārtējais numurs kontūrā. Katram punktam $p_{i,j}$ ir savs parametrs $t_{i,j}$ no 0 līdz 1.

2. Triangulācijas algoritms secīgi apstrādā iegūtos divdimensiju datus, pēc kārtas apskatot katrus 2 tuvākos slāņus. Pie tam vēl tiek ņemts vērā punktu skaits uz katra slāņa. Slānis, kuram punktu skaits ir vislielākais, tiek pieņemts par slāni s_i . Otrais slānis pārī tiek pieņemts par slāni s_{i+1} . Kaimiņslāņus algoritms apstrādā 2 posmos:
 - 2.1. Slānis s_i tiek pieņemts par trijstūru skaldņu pamata slāni, t.i., slānī s_i tiks paņemtas 2 virsotnes, slānī s_{i+1} tiks meklēta papildus virsotne skaldnē.
 - 2.1.1. Kā pamats trijstūra skaldnē secīgi tiek paņemti slāņa s_i kaimiņpunkti, veidojot šādus pārus: $(p_{i,0}, p_{i,1}), \dots, (p_{i,j}, p_{i,j+1}), \dots, (p_{i,N-1}, p_{i,N})$.
 - 2.1.2. Katram virsotņu pārim tiek meklēta trešā virsotne, ar šādiem nosacījumiem:
 - a) nākamā slāņa punkta $p_{i+1,k}$ parametram $t_{i+1,k}$ jāatšķiras no virsotņu pāra vidējās parametra vērtības, ne vairāk kā par kādu uzdoto sliekšni T_t :

$$\left| \frac{t_{i,j} + t_{i,j+1}}{2} - t_{i+1,k} \right| < T_t, \quad (6)$$

kur

$$T_t = 2 \cdot |t_{i,j} - t_{i,j+1}|, \quad (7)$$

- b) kontrolpunkta kārtējam numuram k jāatšķiras no iepriekš izvēlētajā kontrolpunkta k_{last} , ne vairāk par noteikto sliekšni T_k , kas atkarīgs no punktu skaita kontūrā N :

$$|k - k_{last}| < T_k, \quad (8)$$

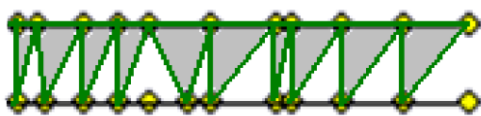
kur

$$T_k = 0.01 \cdot N, \quad (9)$$

- c) kontrolpunkta fiziskajam attālumam no virsotņu pāra vidējā punkta (x_{vid}, y_{vid}) jābūt minimālam:

$$\sqrt{(x_{i+1,k} - x_{vid})^2 + (y_{i+1,k} - y_{vid})^2} \rightarrow \min, \quad (10)$$

Pēc pirmā posma starp diviem slāņiem jau tiks atrastas trijstūra skaldnes. 5. attēlā var redzēt pirmā posma rezultātu. Ar pelēkiem trijstūriem ir parādītas jau eksistējošās saites starp virsotnēm.

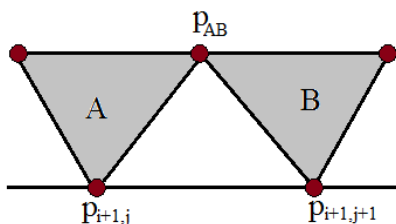


5. att. Triangulācijas algoritma pirmā posma rezultāts.

2.1. Otrajā posmā tiek realizēta trūkstošo saišu atrašana. Par pamatu trijstūra skaldnei secīgi tiek paņemti slāņa s_{i+1} kaimiņu punkti, veidojot šādus pārus: $(p_{i+1,0}, p_{i+1,1}), \dots, (p_{i+1,j}, p_{i+1,j+1}), \dots, (p_{i+1,N-1}, p_{i+1,N})$.

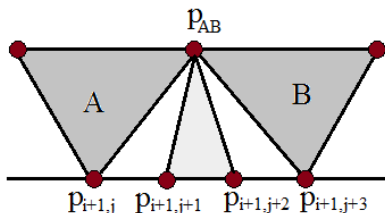
2.1.1. Katram virsotņu pārim tiek meklēta trešā virsotne slānī s_i . Pie tam izpildās šādi nosacījumi:

a) ja apskatāmajā pāri abi punkti pirmajā algoritma posmā tika izvēlēti kā virsotnes kaimiņskaldnēm A un B, tad to skaldņu kopējas punkts p_{AB} tiek atzīmēts kā trešā virsotne (6. attēls);



6. att. Trešās virsotnes izvēle.

b) ja apskatāmajā pāri tikai viens punkts pirmajā algoritma posmā tika izvēlēts par skaldnes virsotni, vai arī neviens punkts pāri netika izvēlēts par virsotni skaldnei, tad trešo virsotni atrod sekojoši: atrod tuvākās eksistējošās skaldnes A un B, kuras ir kaimiņskaldnes, un visiem pāriem starp šīm skaldnēm piešķir skaldņu kopējo punktu p_{AB} (7. attēls).

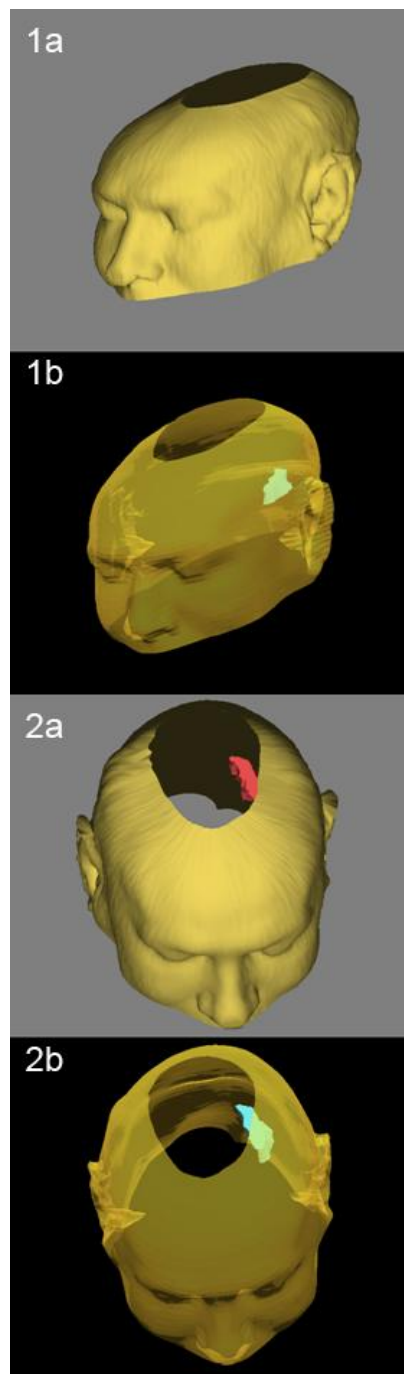


7. att. Trešās virsotnes izvēle.

IV. POLIGONĀLĀ MODEĻA UN ANALĪTISKĀ MODEĻA SALĪDZINĀJUMS

Analītiskā modeļa pētījumiem tika izmantota analītiskā modeļa veidošanas pieeja, kas aprakstīta [3].

8. attēlā dots analītiskā modeļa salīdzinājums ar piedāvāto poligonālo modeli. Abām modeļu veidošanas metodēm par ieejas datiem kalpoja nevienmērīgi sadalīti kontrolpunkti, kas tika iegūti, izmantojot piedāvāto kontrolpunktu meklēšanas metodi [5].



8. att. Analītiskā un poligonālā modeļa salīdzinājums: 1a) pirmais pacients, poligonālais modelis, 1b) otrais pacients, analītiskais modelis, 2a) otrais pacients, poligonālais modelis, 2b) otrais pacients, analītiskais modelis

Kā var secināt no eksperimentiem un pētījumiem, apskatītajai analītiskā modeļa veidošanas metodei ir savi trūkumi un priekšrocības. Var redzēt, ka analītiskā modeļa virsma izskatās gludāka, nekā poligonālā modeļa virsma, taču analītiskajam modelim rodas kropļojumi virsmā (nepareizi attēlotas ausis). Tāda veida kropļojumi var rasties specifisko ievaddatu dēļ, jo tiek izmantoti nevienmērīgi izvietoti kontrolpunkti. Kopumā, analītiskā modeļa priekšrocības un trūkumus var apkopot šādi:

Analītiskā modeļa priekšrocības:

- Augsta kvalitāte, salīdzinot ar poligonāliem modeļiem;
- Papildus iespējas virsmas analīzē (iespēja precīzi noteikt modeļa tilpumu).

Analītiskā modeļa ierobežojumi:

- Nespēja attēlot augstās kvalitātes bildi reālajā laikā;
- Izveidojot modeli no nevienmērīgi izvietotiem kontrolpunktiem, virsmā rodas kropļojumi.

No iegūtajiem rezultātiem izriet, ka piedāvātajai poligonālā modeļa veidošanas metodei nav eksistējošo poligonālo modeļu trūkumu, tādu kā virsmas kropļojumu vai caurumu. Līdz ar to piedāvātās metodes priekšrocības un trūkumus var aprakstīt šādi:

Poligonālā modeļa priekšrocības:

- Laba kvalitāte, bez virsmas kropļojumiem;
- Ātrdarbība;
- Iespēja attēlot bildi reālajā laikā.

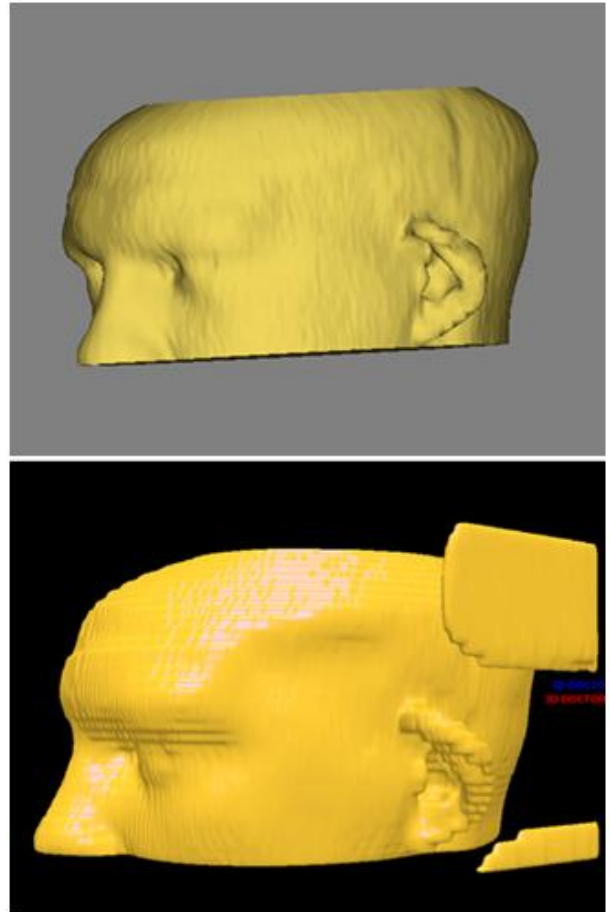
Poligonālā modeļa ierobežojumi:

- Salīdzinot ar analītisko modeli, virsmai ir zemāka kvalitāte.

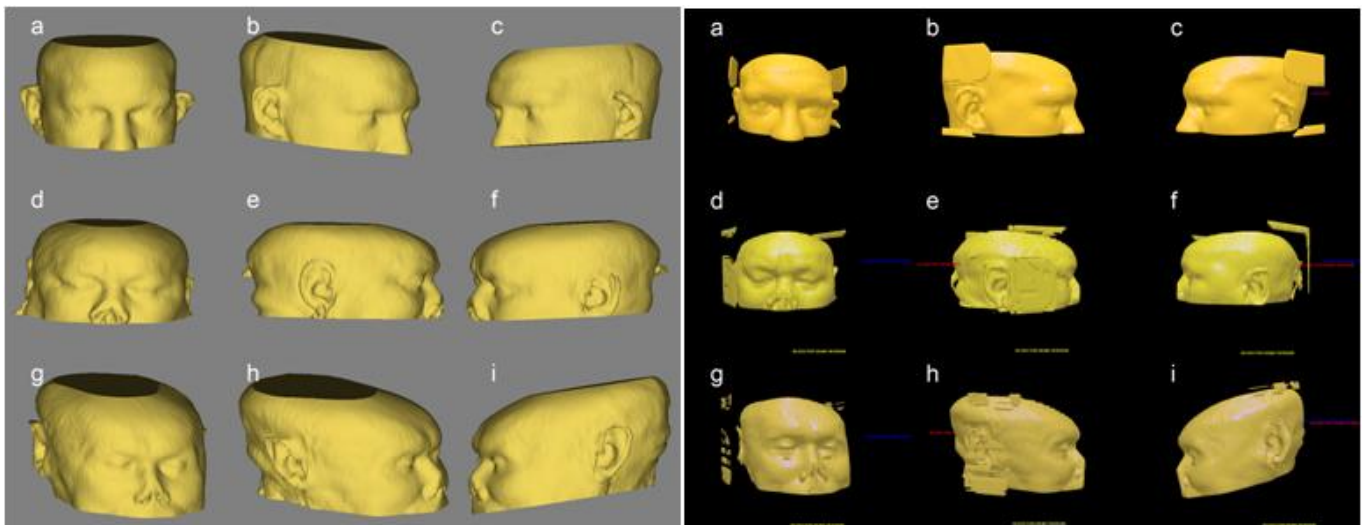
Tā kā piedāvātā poligonālā modeļa veidošanas metode atbilst trim izvirzītajām prasībām, tieši šī metode tika salīdzināta ar eksistējošiem risinājumiem.

V.EKSPERIMENTĀLIE REZULTĀTI

Piedāvātās poligonālā modeļa metodes eksperimentālie rezultāti un to salīdzināšana ar eksistējošo medicīnas attēla apstrādes sistēmu 3D-Doctor [1] ir parādīta 9. un 10. attēlā.



9. att. Piedāvātās poligonālā modeļa veidošanas metodes un eksistējošās sistēmas 3D-Doctor salīdzinājums.

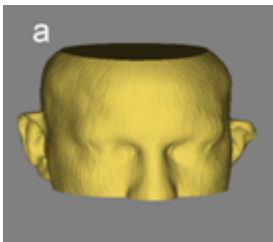
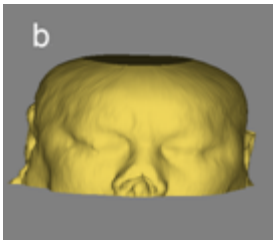
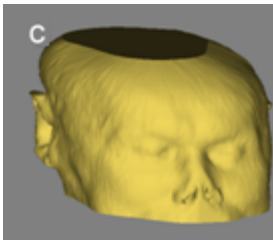


10. att. Piedāvātās poligonālā modeļa veidošanas metodes un eksistējošās sistēmas 3D-Doctor salīdzinājums.

Kā var redzēt no 9. un 10. attēla, piedāvātā metode dod labākus rezultātus virsmas kvalitātē, virsmai nav izteikta kāpņu efekta, kāds piemīt 3D-Doctor sistēmā veidotam modelim.

Tomēr, viens no galvenajiem kritērijiem medicīniskā objekta modeļa veidošanai ir ātrdarbība. Tādēļ rakstā tiek izpētīts poligonālā modeļa veidošanas laiks kā piedāvātajai metodei, tā arī eksistējošai sistēmai 3D-Doctor.

1. TABULA
MEDICĪNISKĀ OBJEKTA VEIDOŠANAS METOŽU ĀTRDARBĪBA

MODELIS (32 SLĀŅI)	PIEDĀVĀTĀ METODE, SEKUNDES	3D-DOCTOR SISTĒMA, SEKUNDES
	~0.40	~5.12
	~0.51	~5.65
	~0.56	~6.98

Pēc tabulā redzamajiem rezultātiem var secināt, ka piedāvātās metodes modeļa veidošanas laiks ir vismaz 10 reizes ātrāks nekā eksistējošās sistēmas 3D-Doctor modeļa veidošanas metode.

VI. SECINĀJUMI

Rakstā tika apskatīti trīsdimensiju modeļa veidošanas paņēmieni divu modeļu tipiem – analītiskajam modelim un poligonālajam modelim. Metodes tika vērtētas pēc šādiem kritērijiem: modeļa kvalitāte, ātrdarbība, iespēja apskatīties modeli reālajā laikā.

Analītiskā modeļa veidošanas metode neatbilst diviem no trim kritērijiem – ātrdarbība un reālā laika režīms. Tomēr analītiskās virsmas kvalitāte ir augsta un analītiskā

modeļa galvenā priekšrocība ir tā tilpuma precīzā aprēķināšana, izmantojot integrāļus [6].

Piedāvātā poligonālā modeļa veidošanas metode atbilst visiem trim kritērijiem. Modeļa virsmas kvalitāte ir augsta, tai nav izteikto kropļojumu vai caurumu, un tai arī nepiemīt kāpņu efekts, kas rodas, izmantojot eksistējošos risinājumus. Modeļa veidošana aizņem ļoti maz laika un kopējais ātrums ir labāks, nekā esošajam risinājumam, kas arī tika pierādīts eksperimentāli.

Kopumā var secināt, ka analītisko modeli var pielietot medicīnisko attēlu trīsdimensiju vizualizēšanai tikai kā papildu rīku, jo ārsts nespēs strādāt ar šo modeli reālajā laikā. No otras puses, analītiskais modelis dod papildus iespējas objekta analīzei (tilpuma aprēķināšana). Piedāvātā poligonālā metode var būt izmantota reālā laika uzdevumiem, kā arī tās kvalitātes un ātrdarbības parametri ir labāki, nekā esošajam risinājumam, ko piedāvā programma 3D-Doctor.

Katrina Bolocko was born in Riga, Latvia, on June 4th, 1985. She is an assistant in Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology, Institute of Computer Control, Automation and Computer Engineering, Image Processing and Computer Graphics professor's group.

She received the degree of B.sc.ing (2005) and M.sc.ing (2007) in Riga Technical University, Riga, Latvia.

Her research interests include computer graphics, image processing, 3D visualization.

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

E-Mail: katrina.bolocko@rtu.lv

Aleksandrs Glazs was born in Riga, 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 from the Riga Polytechnic Institute in 1971 and the degree of Doctor of Technical Sciences (Dr.habil.sc.ing.) from the Russian Academy of Science in Moscow in 1992.

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

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

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

LITERATŪRAS SARAKSTS

- [1] Able Software Corp. 3D-Doctor, FDA 510K Cleared, Vector-Based 3D Imaging, Modeling and Measurement Software / Internets. - <http://www.ablesw.com/3d-doctor/index.html>
- [2] Bolocko K., Glazs A. Trīsdimensiju modeļa izveidošana balstoties uz kontūriem medicīnas attēlos // RTU zinātniskie raksti. 5. sēr., Datorzinātne, 2010
- [3] Krechetova K., Sisojevs A., Glazs A., Platkajis A. Medical Image Region Extraction and 3D Modeling Based on Approximating Curves // International journal of Advanced Materials Research (ISSN: 1022-6680) edited by Trans. Tech. Publications Ltd, Switzerland, 2011
- [4] Foley James D., van Dam Andries, Feiner Steven K., Hughes John F. Computer Graphics: Principles and Practice in C (2nd Edition), Addison-Wesley Professional, 1995
- [5] Krechetova K., Glazs A. Contour Extraction and Processing in CT Images // Biomedical Engineering. Proceedings of International Conference, 13th Annual International Biomedical Engineering Conference, Lietuva, Kaunas, 29.-30.oktobrī, 2009
- [6] Sisojevs A., Glazs A. Volume estimation of 3D object modelled by parametrical iso-surfaces// Biomedical Engineering Proceedings of International Conference. – Kaunas: Kaunas University of Technology, 2010

Katrina Bolocko, Aleksandrs Glazs. Polygonal and Analytical Surfaces in Medical Image Visualization Tasks

The task of medical image processing and analysis is very topical, because the analysis of such images allows physicians to obtain accurate and timely information about the patient and possible diagnosis. One of the most important tasks of medical image processing is the three-dimensional visualization of medical objects. The three-dimensional visualization helps physicians see the exact position of the pathology zone and plan the necessary surgical intervention. The three-dimensional models in medical image processing should meet the following requirements: high quality model fast model construction speed and ability to review the model in real time. The goal of this work is to propose a method of three-dimensional model construction that would meet all the necessary requirements.

Two types of three-dimensional models were considered in this work – analytical models and polygonal models. Classical polygonal model construction methods meet two out of three requirements: fast speed and real time mode, but have low quality model (with possible distortions and defects). Classical analytical model construction methods meet one out of three requirements: high quality model, but are not able to work in real time at all. Therefore, since analytical models are not able to work with real time tasks, the possibility to improve the quality of the polygonal model was considered in this paper.

In this paper, a new polygonal model construction method, which has better model quality, is proposed. The proposed method was compared with an existing analytical model creation method [3]. The analytical model's positive aspects were the following: the high quality of the model and the possibility of a thorough model analysis, as, e.g., exact volume estimation of the analytical model using integrals [6]. However for further research, the proposed polygonal method has been chosen, because it matched all three criteria (high quality, fast speed, real time).

The proposed polygonal method was compared with an existing medical image processing software 3D-Doctor [1]. Model creation speed and model quality were used as criteria for the comparison. The experimental results show that the proposed method has a higher model quality, as well as the speed of model construction using the proposed method is at least 10 times faster than applying 3D-Doctor.

During the course of work, the following conclusions were made: the analytical model should be used for medical object visualization only as an additional tool, because of the failure to work in real time. However, the analytical model does provide the possibility to calculate the volume of the model precisely using integrals. The proposed polygonal model construction method may be used in real time, and, as indicated by the experimental results, the quality of the model and model construction speed are better, than in the existing 3D-Doctor software.

Катрина Болочко, Александр Глаз. Полигональные и аналитические поверхности в задачах визуализации медицинских изображений

Задача обработки и анализа изображений, полученных с помощью компьютерной томографии, является очень актуальной, так как позволяет врачам получать своевременную и достоверную информацию о пациенте и возможном диагнозе. Одной из важнейших задач в обработке медицинских изображений является трехмерная визуализация медицинских объектов. Именно визуализация позволяет врачам определить точное нахождение патологической зоны и планировать необходимое хирургическое вмешательство. Трехмерным моделям в обработке медицинских изображений предъявляются следующие требования: хорошее качество поверхности, скорость построения трехмерной модели и возможность рассматривать модель в режиме реального времени. Цель данной работы – предложить метод построения трехмерной модели, который бы соответствовал всем вышеописанным требованиям.

В работе рассматривались два метода создания трехмерных моделей – построение аналитических моделей и построение полигональных моделей. Классические методы построения полигональных моделей соответствуют двум из трех критериев: скорость построения и возможность работать в режиме реального времени, но отличаются низким качеством поверхности. Классические методы построения аналитических моделей соответствуют одному из трех критериев: высокое качество поверхности, но не способны работать в режиме реального времени. Так как аналитические модели не применяются для решений задач реального времени, в работе исследовалась возможность улучшения качества полигональной модели.

В работе предлагается метод создания полигональной модели с более высоким качеством поверхности. Был проведен сравнительный анализ с аналитической моделью, полученной при помощи известного метода [3]. Из достоинств аналитической модели можно упомянуть высокое качество модели и возможность дополнительного анализа – точного вычисления объема модели при помощи интегралов [6]. Однако, именно предложенный метод построения полигональной модели был выбран для дальнейшего анализа, так как полученная модель соответствовала всем трем критериям.

В работе был проведен сравнительный анализ предложенного метода и существующего пакета 3D-Doctor [1], по критериям качества поверхности и скорости создания модели. Предложенный метод отличается более высоким качеством поверхности, скорость создания модели превышает скорость работы существующего метода (приблизительно в 10 раз).

В ходе работы сделаны следующие выводы: аналитическую модель можно применять для визуализации медицинских объектов только как дополнительное средство, так как нет возможности обрабатывать модель в реальном времени. С другой стороны, аналитическая модель дает возможность точно вычислить свой объем при помощи интегралов. Предложенный метод построения полигональной модели может быть использован в задачах реального времени, и, как показывают результаты экспериментов, параметры качества и скорости работы предложенного алгоритма лучше, чем у существующего пакета 3D-Doctor.