

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Факультет Електронної та біомедичної інженерії
(повна назва)
Кафедра біомедичної інженерії
(повна назва)

АНОТАЦІЯ кваліфікаційної роботи

рівень вищої освіти другий (магістерський)
другий (магістерський)

Асистивна система комп'ютерного моделювання для
задач пластичної хірургії обличчя
(тема)

Виконав:
студент б курсу, групи БМІм-19-1
Бажан О.В.
(прізвище, ініціали)
Спеціальність 163 – Біомедична інженерія
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми освітньо-професійна
освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Біомедична інженерія
(повна назва освітньої програми)
Керівник ст. викл. Тимкович М.Ю.
(посада, прізвище, ініціали)

2020 р.

ВСТУП

На сьогоднішній день обличчя є одним з найбільш важливих факторів, що впливає на соціалізацію людини в суспільстві, його внутрішнє самоприйняття, та сприйняття оточуючими. На сьогодні пластична хірургія обличчя є однією з найбільш затребуваних галузей хірургії. Так статистичні показники свідчать про постійне збільшення хірургічних втручань на обличчі людини, що мають на меті його корекцію [1-10]. Це обумовлено значною мірою покращенням фінансового становища населення світу.

В окрему категорію слід віднести категорію осіб, що зазнали різних травматичних впливів, що були спричинені різного роду воєнних конфліктів. До таких осіб відносяться як і військовики, що приймають участь у збройному протистоянні, так і мирні місцеві жителі, що стали жертвами обстрілів, або терактів.

Сучасний стан в області пластичної хірургії потребує високоякісних спеціалістів та високоякісних багатофункціональних спеціалізованих апаратно-програмних засобів, що дали б змогу спростити проведення втручання, змодельовати його результат та т.п. [11-20].

Сучасні методи 3-вимірної реконструкції широко застосовуються в медицині. Одними з найбільш поширених методів інтроскопічного діагностування є рентгенографія, ультразвукові дослідження, комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія. Застосування цих сучасних методів дослідження дозволяє лікарю розглянути і оцінити стан органів і організму в цілому, що вкрай важливо для хірургічних операцій і трансплантації органів. Окремою категорією методів, є методи фотограмметричної реконструкції, лазерного сканування та ToF-камери, які набули широкого використання в різних областях людської діяльності. Їх застосування особливо важливе в області пластичної хірургії, адже ці методи дозволяють отримати високоякісне зображення поверхні, для подальшого моделювання.

Таким чином, використання сучасних джерел даних при комп'ютерному моделюванні для задач пластичної хірургії є важливим завданням. При побудові асистивних систем комп'ютерного моделювання слід використовувати як методи інтроскопічної візуалізації (КТ, МРТ, і т.п.), так і поверхневої (фотограмметрія, лазерне сканування). Тому, метою магістерської атестаційної роботи є складових частин асистивної системи комп'ютерного моделювання для задач пластичної хірургії [21-26].

Проведене дослідження показало широке коло розробок в області моделювання пластичних втручань. Такі дослідження проводять як зарубіжні вчені, так і вітчизняні. При розробці комплексних систем необхідно враховувати як інформацію про будову внутрішніх структур (функціональна хірургія, пластична хірургія), так і про зовнішню будову (пластична хірургія). Тому при синтезі структурної схеми асистивної системи комп'ютерного моделювання пластики обличчя це було враховано.

В ході подальшого дослідження, більшу увагу буде приділено блокам, що стосуються поверхневої реконструкції та редагування. Адже вони значною мірою повинні спростити роботу медичного персоналу при моделюванні результатів хірургічного втручання загалом, так і пластичного втручання зокрема [27-39].

Однією з головних задач розробки асистивної системи комп'ютерного моделювання для задач пластичної хірургії обличчя є розробка її складових частин – блоків. А саме блоків, що стосуються роботи з поверхнею обличчя – її отримання та аналізу. Адже вони значною мірою повинні спростити роботу медичного персоналу при моделюванні результатів хірургічного втручання загалом, так і пластичного втручання зокрема [40-43]. В результаті проведеного дослідження показано математичні основи фотограмметричної реконструкції, та наявні засоби. Для задач реконструкції за одним фото, проведено аналіз спеціалізованої нейронної архітектури PRNet. Детектування текстурних та рельєфних особливостей обличчя призначено для пошуку аномальних областей з точки зору властивостей текстури та поверхні. Для

цього розроблені відповідні математичні основи та схеми програм. Подальшим етапом дослідження є проведення експериментальних досліджень [44-45].

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Об'єктом дослідження є процес комп'ютерного моделювання результатів пластичних хірургічних втручань на обличчі людини.

Предметом дослідження є асистивна система комп'ютерного моделювання для задач планування пластичної хірургії.

Методи дослідження. У магістерській атестаційній роботі для отримання основних наукових і практичних результатів використані методи, засоби цифрової обробки і аналізу зображень та об'ємних даних.

Наукова новизна атестаційної роботи полягає в вперше в Україні розробленні складових блоків асистивної системи комп'ютерного моделювання для задач планування пластичної хірургії, які за рахунок детектування текстурних та рельєфних особливостей полігональної моделі обличчя що отримані на основі даних фотограмметрії, дозволяють визначати аномальні області, наочно їх відобразити та в подальшому використовуватися при їх коригуванні.

Магістерська атестаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатків.

У вступі наведено основні положення щодо актуальності розробки, її новизни, практичної цінності, мети, завдань та методів їх розв'язання.

У першому розділі наведено сучасні методи 3-вимірної реконструкції широко застосовуються в медицині.

У другому розділі проведено дослідження, яке показало широке коло розробок в області моделювання пластичних втручань.

У третьому розділі розроблені відповідні математичні основи та схеми програм.

У четвертому розділі показані результати програмного забезпечення.

У висновках наведено досягнуті результати та рекомендації щодо їх використання.

ВИСНОВКИ

Сьогоденна медицина є високотехнологічною галуззю, що значною мірою послуговується новітніми методами та засобами. Пластична хірургія, як складова оперативної хірургії, стоїть на межі сучасних технологій. Розробки в даній царині є значною мірою важливими.

Проаналізувавши загальну пластичну хірургію області обличчя, було показано сучасний стан в області медичної та загальної візуалізації. Проаналізовано можливості та обмеження цих методів.

На цій основі було проведено пошук сучасних рішень, що використовують пластичні хірурги. Показана обмеженість їх функціональних можливостей. Також проведено патентний пошук, який показав різноманітні напрямки розвитку сучасних методів в пластичній хірургії. Таким чином, це дало змогу провести синтез структурної схеми асистивної системи комп'ютерного моделювання для задач пластичної хірургії обличчя.

Показана важливість блоків фотограмметричної реконструкції, реконструкції за фото поверхневих даних, а також блоків детектування текстурних особливостей та рельєфних особливостей обличчя. Проаналізовані математичні основи роботи цих блоків, розроблено схеми програм по детектуванню текстурних особливостей та рельєфних особливостей обличчя.

В результаті було проведена практична тривимірна реконструкція за фотографічними зображеннями з використанням методу фотограмметрії, а також реконструкція за одним фото шляхом використання спеціалізованої архітектури згорткової нейронної мережі PRNet. Реалізовано програмне забезпечення, по детектуванню текстурних та рельєфних особливостей обличчя. Проведено аналіз даних з його використанням. Підтверджено роботоспособність розроблених застосунків.

Перспективою роботи є доопрацювання складових частин асистивної системи, а також їх інтеграція в один програмний застосунок зі зручним інтерфейсом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

**ІНТРОСКОПІЯ, МОДЕЛЮВАННЯ КОМП'ЮТЕРНЕ, МОДЕЛЬ
ПОЛІГОНАЛЬНА, ОБЛИЧЧЯ, РЕКОНСТРУКЦІЯ ТРИВИМІРНА,
ФОТОГРАММЕТРІЯ, ХІРУРГІЯ ПЛАСТИЧНА**

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 7 трендів пластичної хірургії 2019 року [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://vogue.ua/ua/article/beauty/byuti-gid/7-trendov-plasticheskoy-hirurgii-v-2019-godu.html>.
2. Clinical practice guideline: Bell's palsy / [R. F. Vaugh, G. J. Basura, S. R. Schwartz та ін.]. // *Otolaryngol Head Neck Surg.* – 2013. – №149. – С. S1–27.
3. Recurrent Bell's palsy / [S. H. Dong, A. R. Jung, J. Jung та ін.]. // *Clin Otolaryngol.* – 2019. – №44. – С. 305–312.
4. Owusu J. A. Facial Nerve Paralysis / A. Owusu J., K. Boahene, C. M. Stewart. // *Med Clin North Am.* – 2018. – №102. – С. 1135–1143.
5. Mendelson B. Changes in the facial skeleton with aging: implications and clinical applications in facial rejuvenation / B. Mendelson, C. H. Wong. // *Aesthetic Plast Surg.* – 2012. – №36. – С. 753760.
6. Rohrich R. J. The fat compartments of the face: anatomy and clinical implications for cosmetic surgery / R. J. Rohrich, J. E. Pessa. // *Plast Reconstr Surg.* – 2007. – №119. – С. 2228–2231.
7. Accessed. Cosmetic Plastic Surgery Statistics. [Електронний ресурс] / Accessed. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.plasticsurgery.org/Documents/news-resources/statistics/2012-Plastic-Surgery-Statistics/Cosmetic-Procedure-Trends-2012.pdf>; 2012.
8. Mathes S. J. *Reconstructive Surgery* / S. J. Mathes., 1996.
9. ASPS: National Clearinghouse of Plastic Surgery Procedural Statistics. 2015.
10. Рауэр А.Э. Пластические операции на лице / А.Э. Рауэр, Н.М. Михельсон. – М. – 256 с.
11. Александров Н.М. Клиническая оперативная челюстно-лицевая хирургия. / Под ред. Н.М. Александрова. – М.: Медицина, 1985. – 40 с.

12. Correa A. J. Considerations before rhinoplasty / A. J. Correa, J. M. Sykes, W. R. Ries. // *Otolaryngol Clin North Am.* – 1999. – №32. – С. 7–14.
13. Weerda H. *Reconstructive facial plastic surgery. A problem-solving manual.* Stuttgart/DE, 2001, p.46-52.
14. Виссарионов В. А. К вопросу об экспертной оценке неудачных исходов ринопластики / В. А. Виссарионов, Т. А. Алексанян. – 2010. – №6. – С. 7–9.
15. Филимонов В. Н. Некоторые аспекты риносептопластики / В. Н. Филимонов. // *Вестник оториноларингологии.* – 2008. – №4. – С. 68–70.
16. Heras H. *Development and test of a new scanning geometry for Computed Tomography* : дис. канд. мед. наук / Heras Hugo, 2009.
17. Федьків С. В. *Магнітно-резонансна томографія в кардіології* / С. В. Федьків., 2013. – 60 с. – (Інформаційно-методичний посібник).
18. Хусамелдин Атеф Бриеф Башир. Разработка программного средства обработки ангиографических изображений / Атеф Хусамелдин Бриеф Башир, К. Г. Селиванова // *Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: 19-й Международный молодежный форум, Том 1.: материалы конф.* – Х., 2015. – С. 142-143.
19. Тымкович М. Ю. Оптический метод регистрации пространственного положения хирургического инструмента в компьютерной навигационной системе / М. Ю. Тымкович. // *Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Новые решения в современных технологиях.* – 2013. – №18. – С. 124–130.
20. Бажан О. В. Аналіз можливості побудови та використання статистичних моделей носа за даними фотограмметрії / О. В. Бажан, М. Ю. Тимкович // *Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму.* Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 144-145.
21. Технічні засоби навчання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Технічні_засоби_навчання.

22. Adam A. What are the basic concepts of temporal, contrast, and spatial resolution in cardiac CT? / A. Adam. – 2009. – №3. – С. 403–408.

23. Cardiovasc J. Abstracts of the 12th Annual Scientific Meeting of the Society of Cardiovascular Computed Tomography / J . Cardiovasc. – 2017. – №11. – С. S1–S82.

24. Zulkepli M. Photogrammetry and 3d laser scanning as spatial data capture techniques for a national craniofacial database [Электронный ресурс] / M. Zulkepli, K. C. Albert. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://core.ac.uk/download/pdf/11777844.pdf>.

25. Аврунин О. Г. Алгоритмы программного рендеринга трехмерной графики для задач медицинской визуализации / О. Г. Аврунин. – 2010. – С. С. 258–261.

26. Depth Camera D435 [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа до ресурсу: https://www.google.com/url?q=https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d435/&sa=D&ust=1607772075092000&usg=AOvVaw3XDyZEEiyQaLEzZ_fSE4As.

27. Proceedings Volume 10445. // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. – 2017. – №104453.

28. Tymkovych M. Y. Multiscale quantitative analysis of microscopic images of ice crystals / Tymkovych, O. G. Avrunin, O. Gryshkov, K. G. Selivanova, V. Mutsenko, B. Glasmacher. // 46 th ESAO Congress. The International Journal of Artificial Organs. Hannover, Germany.- 2019. – Vol.42 ,Number 8. – P. 429.

29. Книгавко Ю. В. Расчет функциональных параметров, определяющих показания к проведению ринопластики / Ю. В. Книгавко. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – С. С. 24 – 27.

30. Книгавко Ю. В. Компьютерное планирование пластических вмешательств методом деформации полигональной модели лица человека / Ю.

В. Книгавко. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – С. 11–16.

31. Аврунин О.Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович., Х. Фарук // Бионика интеллекта.– 2013.– № 2 (81). – С. 101 – 104.

32. Farouk H. An attempt of the Determination of Aerodynamic Characteristics of Nasal Airways/ H. Farouk, O. Avrunin, A. Khaleel //Advances in Intelligent and Soft Computing: Image Processing and Communications Challenges 3.- Springer, 2011. – Vol. 102. – P.311 – 322 .

33. Лебедев В. В. Автоматизированная обработка трихоскопических изображений / В. В. Лебедев, К. Г. Селиванова // Матеріали 23 Міжнародного молодіжного форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2019. – С. 195-196.

34. Otto J. P. System and method for teaching injection techniques of the human head and face [Электронный ресурс] / J. Placik Otto. – 2008. – Режим доступа до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US9017080B1/en?q=Facial+modeling+plastic+surgery&oq=Facial+modeling+plastic+surgery>.

35. John R. Digital system for plastic and cosmetic surgery / R. John. // International application published under the patent cooperation treaty (PCT). – 2018. – №43.

36. Носуля Е.В., Ким И.А. Предоперационное обследование больных с деформациями наружного носа // Российская ринология.- 2000.- № 3.- С.36-38

37. Аврунін О. Г. Спосіб планування ринологічних функціонально естетичних оперативних втручань / О. Г. Аврунін. – 2012. – С. 11–25.

38. R. Mohr and E. Arbogast. It can be done without camera calibration. Pattern Recognition Letters, 12:39-43, 1991.

39. O. Faugeras. What can be seen in three dimensions with an uncalibrated stereo rig? In Proceedings of the European Conference on Computer Vision, pages 563-578, Santa Margherita L., 1992.

40. Aguilar W, Frauel Y, Escolano F et al (2009) A robust graph matching for non-rigid registration. *Image Vis Comput* 27(7): 897–910
41. Application of Artificial Neural Networks for Analysis of Ice Recrystallization Process for Cryopreservation [Электронный ресурс] / [Т. Maksym, G. Oleksandr, S. Karina та ін.]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-64610-3_13.
42. Yao F. Joint 3D Face Reconstruction and Dense Alignment with Position Map Regression Network / Feng Yao. // Cooperative Medianet Innovation Center. – 2018. – С. 1–18.
43. Аврунин О. Г. Разработка навигационной системы для ринохирургии [Электронный ресурс] / О. Г. Аврунин, М. Ю. Тымкович. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/8416/1/EEE_2013_8_T_1_Avrudin_Development.pdf
44. Arbogast E. Didaktisch-Methodische Prinzipien / E. Arbogast. – 2014. – №21. – С. 18–19.
45. Yadira F. Joint 3D Face Reconstruction and Dense Alignment with Position Map Regression Network [Электронный ресурс] / Yadira. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/YadiraF/PRNet>.