

¹С.В. ПАВЛОВ
²С.О. РОМАНЮК
¹О.Н. РОМАНЮК
²Н.В. ТІТОВА

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНІ ВИСОКОПРОДУКТИВНІ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ПЛАСТИЧНИХ І РЕКОНСТРУКТИВНИХ ОПЕРАЦІЙ НА ОБЛИЧЧІ ЛЮДИНИ

¹Вінницький національний технічний університет
²Державний університет «Одеська Політехніка»

***Анотація.** В статті представлено реалізація перспективних інтелектуалізованих високопродуктивних систем планування пластичних і реконструктивних операцій, а саме: створення необхідних геометричних 3D моделей анатомічних ділянок пацієнта із заданою точністю та на їх основі мультимодальної діагностичної моделі за даними діагностики; візуалізація різних 3D моделей анатомічних ділянок пацієнта; створення гібридних 3D-моделей необхідних анатомічних елементів пацієнта із заданою точністю; синтез еталонного післяопераційного вигляду пацієнта та відповідних післяопераційних 3D моделей; створення гібридних мультимодальних (розрахункових) 3D-моделей необхідних анатомічних елементів для моделювання процесу оперативного втручання та післяопераційних змін у процесі одужання пацієнта параметрів пульсових хвиль для задач моніторингу стану судинного русла.*

***Ключові слова:** тривимірні моделі, дифузна, спекулярна складові інтенсивності кольору, інтелектуалізована система комп'ютерного планування ринохірургічних втручань*

ВСТУП

Лице людини визначає її привабливість людини та є основним засобом ідентифікації і невербальної комунікації. Травми обличчя відносяться до найпоширеніших пошкоджень з постійною тенденцією до зростання [1]. Число пошкоджень за останнє десятиліття зросло в 2,4 рази. Це обумовлює зростання ролі пластичної та реконструктивної медицини. За статистикою [2], щорічно в світі проводиться біля 18 млн. пластичних операцій. Враховуючи збереження динаміки травматизму актуальними є питання покращення діагностування, підвищення ефективності проведення пластичних і реконструктивної операцій. Підвищення рівня проведення та планування реконструктивних і пластичних операцій пов'язують з використанням тривимірного моделюванням [3]-[11]. Тривимірні моделі обличчя людини є найреалістичнішими, відображають анатомічну структуру, точно передають рельєфні та кольорові особливості об'єкта, підлягають модифікації для зміни зовнішності. 3D-модель обличчя є багатofакторним джерелом інформації про пацієнта, дозволяє істотно знизити необхідний обсяг взаємодії з користувачем порівняно з існуючими методами.

У медичній практиці тривимірна модель зображення обличчя має характерну відмінність від інших застосувань, оскільки вона є об'єктом дослідження для діагностики [1], [3], [15], а тому повинна бути точною та надавати можливість для отримання різних метрик. У цьому випадку поєднання антропометричних даних з іншими методами досліджень дозволяє в значній мірі уточнити діагноз. Сьогодні на основі аналізу співвідношень різних ділянок обличчя можна діагностувати багато

генетичних захворювань.

Важливою задачею є розробка на основі тривимірних моделей обличчя діагностичних ознак для проведення пластичних і реконструктивних операцій. Для цього необхідна розробка засобів для достовірних вимірів криволінійних профілів, необхідних кутів анатомічних елементів, аналізу виділених ділянок обличчя.

Реалізація інтелектуалізованої системи комп'ютерного планування пластичних втручань на обличчі людини.

У роботі наведено детальну структурну схему системи комп'ютерного планування пластичних втручань на обличчі людини. Призначення блоків відображено безпосередньо на структурній схемі (рис. 1).

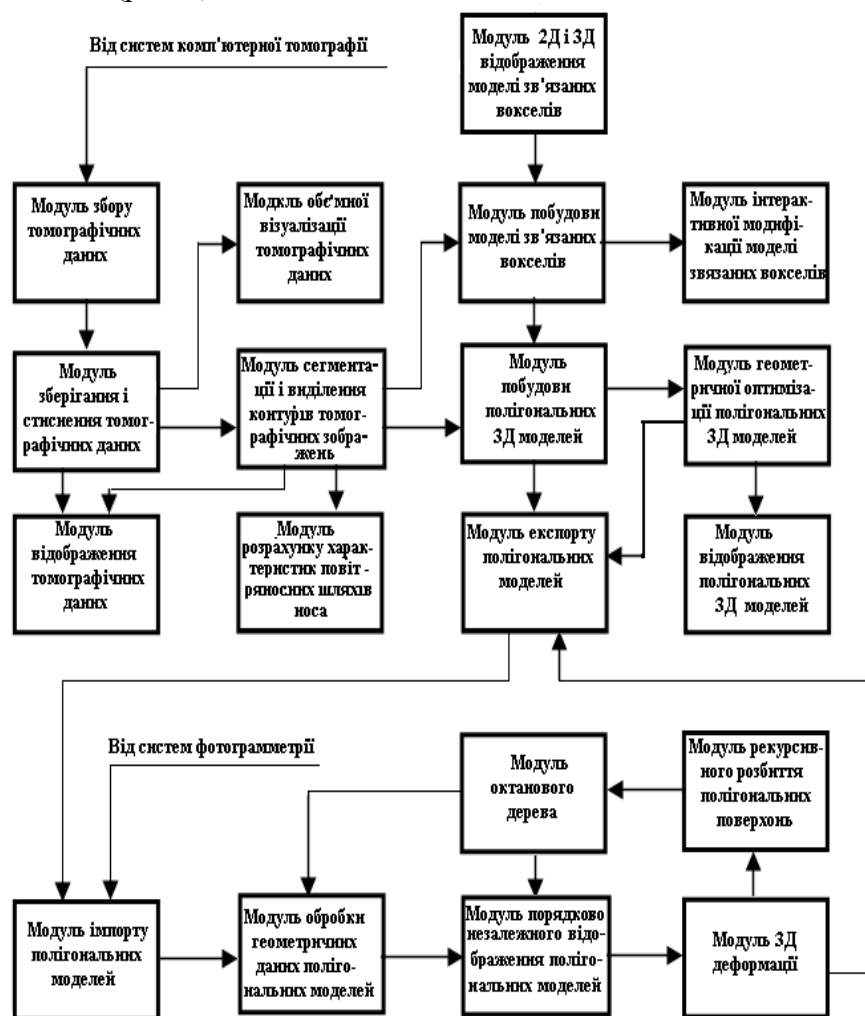


Рис.1 - Структурна схема інтелектуалізованої системи комп'ютерного планування пластичних втручань на обличчі людини

Аналіз структур для планування та проведення пластичних операцій показав необхідність: а) створення високореалістичних зображень облич людей з обов'язковим формуванням та зберіганням полігональної моделі; б) розробки засобів для деформації поверхонь обличчя шляхом модифікації полігональної мережі; забезпечення високої швидкодії формування тривимірних зображень облич для підтримки динамічного режиму; розробки персоналізованої 3D-моделі імплантату на основі тривимірної моделі обличчя; розробки засобів діагностування шляхом порівняння сформованої моделі обличчя людини з підготовленими наборами 3D-моделей, побудови віртуальних моделей хірургічного обладнання; визначення геометричних

характеристик ділянки оперативного втручання і відповідних керуючих впливів для застосовуваного хірургічного обладнання.

ВИСНОВКИ

В роботі розроблено основні вимоги до перспективних інтелектуалізованих високопродуктивних систем планування пластичних і реконструктивних операцій, а саме: створення необхідних геометричних 3D моделей анатомічних ділянок пацієнта із заданою точністю та на їх основі мультимодальної діагностичної моделі за даними діагностики; візуалізація різних 3D моделей анатомічних ділянок пацієнта; створення гібридних 3D-моделей необхідних анатомічних елементів пацієнта із заданою точністю; синтез еталонного післяопераційного вигляду пацієнта та відповідних післяопераційних 3D моделей; створення гібридних мультимодальних (розрахункових) 3D-моделей необхідних анатомічних елементів для моделювання процесу оперативного втручання та післяопераційних змін у процесі одужання пацієнта; формальний опис оперативного втручання, створення бібліотеки описів типових хірургічних операцій; синтез технологічного оснащення оперативного втручання для усунення патології; моделювання процесу обраного варіанту оперативного втручання з урахуванням робочих зон інструменту та доступності операційних зон для хірурга при прийнятті рішення щодо вибору варіантів операції; проектування інструменту та оснастки для виконання операції; прогнозування наслідків оперативного втручання; технологічне проектування оперативного втручання; інтраопераційний супровід ходу операції з можливістю оперативної зміни плану операції і використовуваного інструментарію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. O. Romanyuk, "Approximation of bidirectional reflectance distribution function for highly efficient shading", in Monography *Information Technology in Medical Diagnostics*, W. Wójcik and A. Smolarz, London: England: CRC Press, 2017, chapter 2, pp. 27-49. doi:10.1201/9781315098050.
2. С.О. Романюк , С.В. Павлов , О.Н. Романюк , Н.В. Тітова. Інтелектуалізовані високопродуктивні системи планування пластичних і реконструктивних операцій на обличчі людини, оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, № 2,2020, С. 56-64.
3. Feng, S.Gilani, Y. Wang, and A. Mian "3D Face Reconstruction from Light Field Images», in *ECCV 2018*, Munich, 2018, pp. 1-8.
4. J. Udupa, and G. Herman, *3D Imaging in Medicine*, Boca Raton, USA: CRC Press, 2010.
5. F. Farncombe, and K. Iniewski, *Medical Imaging: Technology and Applications*, Boca Raton, USA: CRC Press, 2017.
6. J. Clement, and M. Marks, *Computer-Graphic Facial Reconstruction*, London, England: Academic Press, 2012.
7. S. O. Romanyuk, O. G. Avrunin, M. Y. Tymkovych, and etc, "Using a priori data for segmentation anatomical structures of the brain", *Przegląd Elektrotechniczny*, Vol. 93, Issue 5, pp. 102-105, 2017. doi: 10.15199/48.2017.05.20.
8. H. Chia et al. *3D Printing in Medicine*. Burglinton, USA: Scientific Research Publishing, 2016.
9. "Технический директор Google: прогноз до 2099 года". [Электронный ресурс]. Доступно: <http://mmr.ua/show/tehnicheskij-direktor-google-raspisalbuduschee-mira-prognoz-do-2099-goda>. Дата обращения: Март. 23, 2017.
10. S. O. Romanyuk, O. G. Avrunin, D.V. Kukharenko, and etc., "Computer system for forecasting surgery on the eye muscles", *Proc. SPIE*. Vol. 9816, 2015. <https://doi.org/10.1117/12.2229033>.
11. M. Feng, S. Gilani, Y. Wang, and A. Mian. "3D Face Reconstruction from Light Field Images: A Model-free Approach", in *European Conference on Computer Vision (ECCV)*, Munich, 2018, pp. 508-526.
12. T. Akenine-Möller, E. Haines, N. Hoffman, *Real-Time Rendering*, Publisher: A K Peters/CRC Press, 2018.
13. Montes Rosana, and Urena Carlos, "An Overview of BRDF Models", *Report LSI*. 26 p., 2012.
14. C. A Schlick, "Fast Alternative to Phong's Specular Model" , in *Graphics Gems IV. USA:Academic Press*, 1994, pp. 404-409.
15. S. O. Romanyuk, O. N. Romanyuk, S. V. Pavlov, O. V. Melnyk, A. Smolarz, and, M Bazarova, "Method of anti-aliasing with the use of the new pixel model", *Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications*, 2015. doi: 10.1117/12.2229013.

Павлов Сергій Володимирович – д.т.н., професор кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, e-mail: psv@vntu.edu.ua

Романюк Сергій Олександрович – к.т.н., доцент кафедри біомедичної техніки, Державний університет «Одеська Політехніка», Одеса, Україна, e-mail: rom8591@gmail.com

Романюк Олександр Никифорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри програмного забезпечення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, e-mail: rom8591@gmail.com

Тітова Наталія Володимирівна – д.т.н., професор, завідувач кафедри біомедичної техніки, Державний університет «Одеська Політехніка», Одеса, Україна, e-mail: nvtitova@gmail.com

INTELLECTUALIZED HIGHLY PERFORMANCE PLANNING SYSTEMS FOR PLASTIC AND RECONSTRUCTIVE OPERATIONS ON THE FACE

Abstract. *The article presents the implementation of promising intellectualized high-performance systems for planning plastic and reconstructive operations, namely: creating the necessary geometric 3D models of anatomical areas of the patient with a given accuracy and based on a multimodal diagnostic model according to diagnostics; visualization of various 3D models of anatomical areas of the patient; creation of hybrid 3D-models of necessary anatomical elements of the patient with the set accuracy; synthesis of the reference postoperative view of the patient and the corresponding postoperative 3D models; creation of hybrid multimodal (computational) 3D-models of necessary anatomical elements for modeling the process of surgical intervention and postoperative changes in the process of patient recovery parameters of pulse waves for tasks of monitoring of a condition of a vascular bed.*

Keywords: three-dimensional models, diffuse, specular components of color intensity, intellectualized system of computer planning of rhinosurgical interventions.

Pavlov Serhii Volodymyrovych - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: psv@vntu.edu.ua

Romanyuk Serhii Oleksandrovykh - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine, e-mail: rom8591@gmail.com

Romanyuk Oleksandr Nykyforovych - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Software Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: rom8591@gmail.com

Titova Natalia Volodymyrivna - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Biomedical Engineering, Odessa Polytechnic State University, Odessa, Ukraine, e-mail: nvtitova@gmail.com