

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Дунайський університет Кремс
Донбаська державна машинобудівна академія
Західночеський університет
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України
Люблінський технічний університет
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний Центр зі співробітництва з ЕС у сфері науки та технологій
Політехнічний університет Мадриду
Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України
Яський технічний університет



**Збірник тез доповідей
I-ї Міжнародної науково-технічної конференції
“Перспективи розвитку машинобудування
та транспорту – 2019”**

13-15 травня 2019 р.

**Abstracts of papers presented at
I-th International scientific and technical
conference “Prospects for the development of
mechanical engineering and transport – 2019”**

13-15 may 2019

Вінниця – 2019 – Vinnytsia

ВОЗМОЖНОСТИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МОДЕЛЕЙ ЧЕРЕПНЫХ ИМПЛАНТАТОВ

RAPID PROTOTYPING FEATURES IN THE MANUFACTURE OF CRANIAL IMPLANTS MODELS

Аврунин О.Г.¹, Пятикоп В.А.², Носова Т.В.¹, Чугуй Е. А.¹, Худаева С.А.¹

¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники

²Харьковский национальный медицинский университет

Rapid Prototyping Features in the manufacture of models of cranial implants are described. The aim of the work is to develop a method for manufacturing models of cranial implants using full-scale prototyping using extrusion 3D printing. Specialized software has been developed that allows building a geometric model of cranial implants with the maximum degree of automation, performing spatial visualization of a volume implant model, and generating initial data to create a corresponding full-scale model.

Дефекты костей свода и основания черепа этиологически могут быть, как врожденными, так и приобретенными (посттравматические, гипертензионные, опухолевые) [1, 2]. При этом их патогенетические механизмы способствуют нарастанию в динамике расстройств гемо- и ликвородинамики [3, 4]. Также косметический аспект является дополнительным фактором, которые в совокупности с вышеприведенными расстройствами приводит к значительному снижению качества жизни пациента, полной или частичной потери трудоспособности. Этим обуславливается медико-социальная актуальность проблемы закрытия костных дефектов [1, 4, 5].

Восстановление целостности костного остова черепа в настоящее время осуществляется с использованием значительного количества биологических (например, ауто-костью, хрящом, трупной костью, брешотканью, костной стружкой) и не биологических материалов (титан, тантал, биоинертные керамика, пластмасса, силикон) [2]. Сложная пространственная конфигурация черепных дефектов со значительными изменениями толщины, объема прикладываемых функциональных нагрузок и характера поверхности в имплантируемой области требует разработки подходов высокоточного геометрического моделирования формы имплантатов. Современные технологии быстрого прототипирования позволяют, за счет получения с помощью 3D-печати натуральных моделей имплантатов, повысить точность реконструкции черепных дефектов.

Поэтому, целью работы является разработка метода изготовления моделей черепных имплантатов с помощью натурального прототипирования средствами экструзионной 3D-печати.

Для определения формы черепных дефектов наиболее часто используют данные, полученные с помощью рентгеновской спиральной компьютерной томографии [2, 6, 7], позволяющие с высокой контрастностью и пространственным разрешением визуализировать костные структуры и выявлять соответствующие нарушения поверхности черепа.

Для создания модели имплантата исходными данными являлись наборы томографических срезов (DataSets), выполненных на спиральном компьютерном томографе Siemens Somatom Emotion+ и соблюдением условий укладки и сканирования [7].

Задача создания модели имплантата с помощью средств быстрого прототипирования по данным спиральной компьютерной томографии состоит из 6-ти основных этапов.

На этапе сегментации изображения выполнялась процедура, заключающаяся в выделении элементов изображения, принадлежащих костным структурам. При этом выбиралось характерное костное окно, наиболее соответствующее динамическому диапазону отображения костных структур [7]. Исходя из априорной информации, процедура сегментации костных фрагментов на томографических изображениях выполнялась пороговым методом [2, 6].

На втором этапе реализуется метод реконструкции костного дефекта путем расчета параметров имплантата по симметрично расположенному неповрежденному участку черепа [2]. На третьем этапе происходит построение объемной реконструкции имплантата и построение полигональной модели его поверхности с определением геометрических характеристик модели и коррекция ее формы с учетом возможностей фиксации имплантата.

На четвертом этапе выполняется преобразование модели поверхности имплантата в стандартный стереолитографический формат stl для последующего прототипирования.

На пятом этапе создание послойной модели имплантата в формате G-code с учетом возможностей 3D-печати на конкретном оборудовании [8], задания скорости печати, толщины слоев, дополнительных поддержек и т.д.

Заключительным этапом являлась печать поверхности модели имплантата.

Модели имплантата выполняются из PLA-пластика, что не позволяет непосредственно устанавливать их для закрытия дефекта черепа [8]. Тем не менее, такие модели позволяют специалисту на этапе планирования операции оценить объем оперативного вмешательства [9], а также возможно изготовления имплантата, непосредственно реконструирующего костный дефект. По результатам работы разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее проводить построение геометрической модели черепных имплантатов с максимальной степенью автоматизации, выполнять пространственную визуализацию объемной модели имплантата и формировать исходные данные для создания соответствующей натурной модели. Перспективой работы является изучение возможностей технологий 3D-печати для реконструкции костного дефекта исключительно средствами быстрого прототипирования.

Литература

1. Сипитый В.И. Особенности применения методик 2D и 3D компьютерной томографии при моделировании имплантатов для краниопластики фронтоорбитальных костных дефектов / В. И. Сипитый, Ю. А. Бабалян, О. Г. Аврунин // Медицина сегодня и завтра.– 2007.– № 4.– С. 60-63.
2. Математические аспекты определения геометрических параметров корундовых имплантатов в реконструктивной хирургии фронто-орбитальных костных дефектов / В.И. Сипитый, О.Г. Аврунин, Ю.А. Бабалян, Б.В. Гунько // Вестник Харьковского национального университета имени ВН Каразина. Серия «Медицина». – 2005.– 10 (658). – С. 27-33
3. Шамраева Е.О, Аврунин О.Г. Построение моделей черепных имплантов по рентгенографическим данным// Прикладная радиоэлектроника.–2005.–Т4, С. 441-443.
4. Аврунин О.Г., Шамраева Е.О. Реконструкция объемных моделей черепа и имплантата по томографическим снимкам // Системы обработки информации: сб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2007. – Вып. 9 (67). – С. 137-140.
5. Шамраева Е.О., Аврунин О.Г. Выбор метода сегментации костных структур на томографических изображениях // Бионика интеллекта: информация, язык, интеллект. – Х.: ХНУРЭ «Компания СМІТ». – 2006. – № 2 (65). – С. 83-87.
6. Опыт проведения стереотаксических расчетов с использованием интраоперационной компьютерной томографии / В.И. Сипитый, В.А. Пятикоп, И.А. Кутовой, О.Г. Аврунин // Український нейрохірургічний журнал. – 2006. – № 3 . – С. 58-62.
7. The surgical navigation system with optical position determination technology and sources of errors // O.G. Avrunin, M. Alkhorayef, H.F.I. Saied, M.Y. Tymkovych // Journal of Medical Imaging and Health Informatics. – 2015. –Vol. 5. – P. 689–696.
- 8.Пятикоп, В. О. Сучасні технології фантомного моделювання в нейрохірургії як різновид симуляційного навчання лікарів-нейрохірургів / В.О. Пятикоп, О.Г. Аврунін, М.Ю. Тимкович, І.О. Кутовий, І.О. Полях // Матеріали навчально-методичної конференції Симуляційне навчання в системі підготовки медичних кадрів, Харків, ХНМУ.– 2016.– С.136-138.
9. Аврунін О.Г., Безшапочний С.Б., Бодяньський Є.В., Семенець В.В., Філатов В.О. Інтелектуальні технології моделювання хірургічних втручань. – Харків : ХНУРЕ, 2018. – 224 с.