

УДК 4.942

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НДС ПОЗВОНОЧНИКА

Комраков Владимир Викторович

кандидат технических наук, доцент

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого
(Беларусь, г. Гомель)

Ракицкий Алексей Александрович

магистрант

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого
(Беларусь, г. Гомель)

Антюшеня Александр Викторович

магистрант

Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого
(Беларусь, г. Гомель)

В работе рассматривается архитектура и результаты работы приложения для моделирования напряженно-деформированного состояния позвоночника на основании данных, полученных с помощью оборудования DIERS formetric.

Ключевые слова: поясничный отдел позвоночника, напряженно-деформированное состояние, биомеханика

SOFTWARE FOR RESEARCHING OF STRESS-STRAIN STATE OF THE SPINE

Komrakov Vladimir Viktorovich

PhD in Technical Sciences, associate professor

Gomel State Technical University. P.O. Sukhoy (Belarus, Gomel)

Rakitski Aliaksei Aliaksandravich

Undergraduate

Gomel State Technical University. P.O. Sukhoy (Belarus, Gomel)

Antiushenia Aleksandr Viktorovich

Undergraduate

Gomel State Technical University. P.O. Sukhoy (Belarus, Gomel)

The paper discusses the architecture and results of the application for modeling the stress-strain state of the spine based on data obtained using DIERS formetric equipment.

Keywords: lumbar spine, stress-strain state, biomechanics.

На сегодняшний день существуют разнообразные методы диагностики позвоночника, и в частности, поясничного отдела позвоночника. Помимо широко распространенного метода рентгенографии, по особым показаниям проводят контрастные рентгеновские исследования: пневмомиеелография, ангиография, миелография, дискография, компьютерная томография, магнитно-резонансной томографии. Однако, эти методы имеют либо ограничения, либо могут нанести вред здоровью детям и беременным женщинам. Данная проблема и послужила толчком для разработки абсолютно нового метода – DIERS formetric (метод сканирования, основанный на видео растровой стереографии).

На основании полученных результатов можно построить математическую модель для определения напряженно-деформированного состояния поясничного отдела позвоночника. Данная модель применяется для исследования биомеханики позвоночника с целью выявления и прогнозирования развития заболеваний. Численное решение математической модели находим с помощью метода конечных элементов.

Разработан программный комплекс для конечно-элементного моделирования напряженно-деформированного состояния поясничного отдела позвоночника, состоящий из трех решений:

- ImagetoDataSet – приложение (препроцессор), написанная на языке Python, для получения исходных данных с изображений, предоставляемых DIERSformetric;

- DataSettoFiniteElements – приложение (препроцессор), написанная на языке Python, для получения геометрической и конечно-элементной моделей на основе данных, предоставляемых первой программой;

– FiniteElementsProcessor – программа (процессор), написанная на языке C#, для решения исходной задачи методом конечных элементов на основании модели, предоставляемой предыдущей программой.

При разработке приложений на языке Python были использованы модуль для триангуляции полигонов `tripy`, библиотека для работы с многомерными массивами `numpy`, библиотека для визуализации данных `matplotlib`, библиотека алгоритмов компьютерного зрения и обработки изображений `OpenCV`.

При разработке приложений на языке C# были использованы библиотека для сериализации JSON-файлов `Utf8Json`, программная среда для статического и линейного анализа конечных элементов твердых тел и структур `BFE.NET`.

В качестве формата файла для промежуточных данных использовался JSON, поскольку данный формат является «читабельным», но в отличие от XML, не занимает много места.

Структура данных для передачи данных из первого приложения во второе представляет собой объект, который хранит две секции позвоночника, доступные на изображении (T и L), каждая из которых хранит коллекцию позвонков, каждый из которых, в свою очередь, представляет собой коллекцию точек.

Программа (препроцессор), работает только с поясничным отделом позвоночника (секция L), и на основании данных из этой секции, мы получим, конечно-элементную модель, которую необходимо передать в процессор в виде коллекции конечных элементов, каждый из которых включает в себя три точки (пары XY) и механические характеристики материала данного элемента.

Результатом работы приложения является геометрическая модель (синий цвет – позвонок, желтый – межпозвоночный диск), разделенная на конечные элементы (рисунок 1).

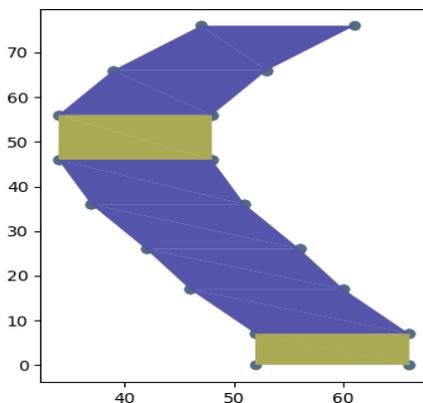


Рисунок 1 – Конечно-элементная модель части позвоночника

Разработанное приложение для моделирования напряженно-деформированного состояния поясничного отдела позвоночника человека на основании данных, полученных с помощью DIERS formetric позволит исследовать изменение биомеханики определенных категорий пациентов при профилактических осмотрах и во время лечения.

Литература

1. DIERSformetric 4D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://diers.eu/en/products/spine-posture-analysis/diers-formetric-4d/>
2. Бахвалов Н.С. Численные методы: Учеб. пособие./ Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков – М.: Наука, 1987. – 600с.
3. Е. Н. Свиридова Напряженно-деформированное состояние элементов поясничного отдела позвоночника при транспедикулярной фиксации / Е. Н. Свиридова, Т. Р. Лабутина, О.В. Веретельник [и др.] // Вестник Нац. техн. университета "ХПИ": сб. науч. тр. Темат. вып.: Машиноведение и САПР. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2015. – № 31 (1140). – С. 75-81.

© Комраков В.В., Ракицкий А.А., Антюшеня А.В., 2020