

Автоматизация анализа внутренней структуры композитных материалов по данным рентгеновской компьютерной томографии

Ширшин А.В. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – д.т.н., Федоров А.В.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

В работе рассмотрены основные подходы к автоматизированной сегментации образцов из композитных материалов на основе параметров трёхмерных матриц смежности значений рентгеновской плотности (радиомических характеристик) с использованием методов кластеризации. Проведён анализ радиомических характеристик, обеспечивающих наибольшую точность идентификации исследуемых структур.

Введение. Пространственное соотношение между компонентами композитного материала оказывает существенное влияние на его свойства. По этой причине анализ структуры композитов методами интроскопии (в частности, рентгеновской компьютерной томографии - КТ) должен включать сегментацию компонентов композитного материала. Учитывая высокую трудоёмкость данного процесса в настоящее время исследователями предпринимаются попытки его автоматизации. Большинство существующих подходов во многом аналогично сегментации изображений и, зачастую, срезы КТ-данных подвергаются анализу по отдельности, как двумерные данные. Тем не менее, благодаря расчёту локальных распределений рентгеновской плотности при помощи матриц соответствия уровней серого (радиомический анализ), возможен первично трёхмерный анализ получаемых данных.

Основная часть. В настоящей работе для решения задачи автоматизации сегментации КТ-данных предложено использование моделей машинного обучения (кластеризации) на трёхмерных радиомических характеристиках объектов из композитных материалов с регулируемым соотношением компонентов. Используются модели логистической регрессии, методы главных компонент, k-средних. Среди множества рассчитываемых радиомических характеристик выделены наиболее информативные, позволяющие с точностью не менее 0.75 идентифицировать сегментируемые компоненты. На основании полученных моделей проведена тестовая сегментация КТ-данных образцов из композитных материалов с различным соотношением компонентов. Полученные результаты показали высокую точность (более 0.8) сегментации гомогенных структур по одному радиомическому параметру, точность разделения гетерогенных структур методами кластеризации на основании нескольких радиомических параметров составила более 0.9.

Выводы. С помощью моделей кластеризации, обученных на трёхмерных радиомических характеристиках возможна автоматизированная сегментация КТ-данных компонентов композитных материалов с гомогенной и гетерогенной структурой. Компоненты с гомогенной структурой могут быть идентифицированы по единичным радиомическим характеристикам.

Ширшин А.В. (автор) _____

Федоров А.В. (научный руководитель) _____