

Применение искусственного интеллекта для калибровки позиционирования высокоточных лазерных маркеров для медицинских применений

Иванов Ю.В. (Национальный исследовательский университет ИТМО),
Венедиктов Е.И. (Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна)

Научный руководитель – к.т.н., Ахмадуллин Р.М. (Национальный
исследовательский университет ИТМО)

Введение. В виду сложности адаптации организма к медицинским металлическим имплантам, существует задача обработки поверхности импланта для максимизации его совместимости с биологическими тканями. На данный момент наиболее распространены четыре метода обработки поверхностей имплантов: пескоструйная обработка, травление кислотой, плазменное напыление и лазерная абляция. Преимущество лазерной обработки заключается в возможности создания развитой поверхности в виде макро- и микрокаверн, что обеспечивает надежную фиксацию в костной ткани [1].

Для качественной обработки необходимо использовать систему, состоящую из лазера и робо-манипулятора с пятью степенями свободы. При работе установки, имеющей большое число степеней свободы, возникает смещение фокуса, вызываемое неточностью цифровой модели изделия, люфтами механики, нестабильностью лазерного излучения. Вследствие этого снижается качество обработки.

В настоящий момент для контроля точности лазерной обработки материалов в производстве используются методы калибровки с помощью лидарных систем. Данные методы контроля являются довольно точными, но требуют дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных специалистов [2].

Основная часть. Для обеспечения контроля точности лазерной обработки предлагается использовать систему, состоящую из смарт-камеры на базе ARM-микроконтроллера, с искусственной сверточной нейросетью, обученной для распознавания изображений, и набора светодиодов. Система устанавливается на робо-манипулятор на тело излучателя.

Предложенное решение позволит добиться соответствующего качества контроля при меньших затратах на установку для контроля лазерной обработки. Помимо дешевизны данного решения, смарт-камера с ИИ является компактной установкой, удобной для установки и транспортировки. Также предложенная система калибровки является устойчивой к условиям внешнего освещения за счет обучения модели на данных с разной подсветкой. В целях сбора данных, в системе автоматической калибровки присутствуют светодиоды, излучающие свет с разной длиной волны.

В зависимости от установленной мощности и смещения от фокуса, лазерный маркер оставляет на одном и том же металле метки, с отличным друг от друга оттенком цвета [3]. На небольшой площади поверхности металла лазером с разной мощностью

наносятся пять маркеров, составляющие калибровочную метку. У применяемой модели машинного обучения два входных слоя: первый - Conv2D - принимает тензор изображения с камеры, второй - Dense - принимает вектор, состоящий из скалярного значения мощности и закодированного с помощью One-Hot типа используемого для подсветки светодиода. Обработка тензора изображения происходит с помощью серии из двенадцати слоев Conv2D + ReLU, четырьмя Max Pooling, а данные о мощности и подсветке обрабатываются тремя слоями Dense + ReLU. Далее обработанные данные объединяются в один тензор с помощью слоя Concatenate. Полученный тензор обрабатывается тремя слоями Dense + ReLU для получения скаляра - расстояния смещения фокуса [4]. Это позволяет сместить линзу в ее положение фокуса и тем самым провести калибровку позиционирования лазера.

Выводы. Обучена модель машинного обучения для калибровки лазерного излучения. Проведены испытания разработанной системы. Полученная модель машинного обучения оценивает расстояние смещения фокуса с необходимой точностью для автоматической калибровки. При создании модели были рассмотрены следующие факторы, которые могут повлиять на точность работы алгоритма, построенного на базе нейросети: чувствительность матрицы, влажность и температура воздуха.

Список использованных источников:

1. Геращенко С. М., Геращенко С. И., Карнаухов В. В. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЗУБНЫХ ИМПЛАНТАТОВ //Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2019). – 2019. – С. 163–166.
2. Radhika Ravi; Yun-Jou Lin; Magdy Elbahnasawy; Tamer Shamseldin; Ayman Habib, Bias Impact Analysis and Calibration of Terrestrial Mobile LiDAR System With Several Spinning Multibeam Laser Scanners // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2018. – №56. С. 5261 - 5275
3. Odintsova G. et al. Investigation of production related impact on the optical properties of color laser marking //Journal of Materials Processing Technology. – 2019. – Т. 274. – С. 116263.
4. Chao-Lung Yang, Zhi-Xuan Chen, Chen-Yi Yang, Sensor Classification Using Convolutional Neural Network by Encoding Multivariate Time Series as Two-Dimensional Colored Images // MDPI. – 2019. – С. 168

Иванов Ю.В. (автор)

Подпись

Ахмадуллин Р.М. (научный руководитель)

Подпись