

Планирование эксперимента в области трехмерной печати биосовместимых скаффолдов с помощью модели активного машинного обучения

Борковская Е.В.^{1*}, Вилински-Мазур К.А.², Коломенский Д.С.², Кириллов Б.А.^{2, 3}

¹ Московский физико-технологический институт, Долгопрудный, Россия

² Центр технологий материалов, Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия

³ Центр высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины, Институт биологии гена Российской академии наук, Москва, Россия

* borkovskaia.ev@phystech.edu

Ключевые слова: активное обучение; машинное обучение; 3D-биопечать; биосовместимые скаффолды

Мотивация и цель: Технологии трехмерной биопечати стремительно развиваются, предоставляя новые возможности для регенеративной медицины и тканевой инженерии [1]. Кроме того, трехмерные биомодели, созданные в лабораторных условиях, становятся важным инструментом для изучения механизмов заболеваний и тестирования новых лекарственных средств в условиях, максимально приближенных к естественным [2]. Основной проблемой при создании биосовместимых скаффолдов, композитных пористых структур из гидрогеля, заселяемых клетками, остается оптимизация параметров печати. Применение методов активного машинного обучения может значительно сократить число экспериментальных итераций для достижения необходимых качества и эффективности печати.

Методы и алгоритмы: Для оптимизации параметров экструзионной 3D-печати биосовместимых скаффолдов разработана модель активного машинного обучения [3]. Модель выбирает наиболее информативные эксперименты для улучшения качества печати на основе своей собственной оценки уверенности предсказания, после чего параметры печати, такие как температура шприца, скорость печати и состав гидрогеля, варьируются в соответствии с рекомендациями модели.

Результаты: Применение разработанной модели активного машинного обучения позволило улучшить качество биосовместимых скаффолдов, сократив при этом количество необходимых экспериментальных итераций.

Выводы: Использование активного машинного обучения для планирования экспериментов в 3D-биопечати позволяет существенно повысить эффективность процесса и качество получаемых скаффолдов. Предлагаемый подход способствует более быстрому и точному подбору параметров печати. Результаты исследования могут быть использованы для разработки и внедрения индивидуализированных решений в биомедицинских исследованиях и клинической практике.

Active machine learning for experimental planning for 3D printing of biocompatible scaffolds

Borkovskaya E.^{1*}, Vilinski-Mazur K.², Kolomenskiy D.², Kirillov B.^{2,3}

¹ *Moscow Institute of Physics and Technology, Dolgoprudny, Russia*

² *Center of Material Technologies, Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia*

³ *Center for Precision Genome Editing and Genetic Technologies for Biomedicine, Institute of Gene Biology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

* *borkovskaia.ev@phystech.edu*

Key words: active learning; machine learning; 3D bioprinting; biocompatible scaffolds

Motivation and aim: Technologies of 3D bioprinting currently in rapid development provide new opportunities for regenerative medicine and tissue engineering [1]. Moreover, lab-made three-dimensional biomodels have become an important tool for studying disease dynamics and testing of new remedies in environments that closely resemble natural ones [2]. However, the need for search of optimal printing parameters remains main challenge in creation of biocompatible scaffolds – composite porous structures made of hydrogel and infused with cells. Application of active machine learning methods [3] allows to reduce the number of experimental iterations needed for achieving required quality and effectiveness of bioprinting.

Methods and algorithms: We develop a model based on active machine learning [3] for optimization of parameters for printing biocompatible scaffolds with extrusion 3D bioprinter. The model selects the most informative experiments for improvement of printing quality based on its internal estimation of prediction confidence. After that we change the printing parameters, such as syringe temperature, printing speed and hydrogel composition during the experiment based on the recommendations given by the model.

Results: Application of the active learning-based model allows to improve the quality of biocompatible scaffolds while reducing the number of required experimental iterations.

Conclusions: Application of active machine learning for experimental planning in 3D bioprinting allows to significantly improve the effectiveness of printing and quality of the resulting scaffolds. This approach speeds up parameter selection for accurate printing. The results of the current research may be applied towards development of individualized biomedical solutions and their translation into clinical practice.

Список литературы/References

1. Ding Z., Tang N., Huang J., Cao X., Wu S. Global hotspots and emerging trends in 3D bioprinting research. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023;11:1169893. doi 10.3389/fbioe.2023.1169893
2. Gao G., Ahn M., Cho W.W., Kim B.S., Cho D.W. 3D Printing of pharmaceutical application: drug screening and drug delivery. *Pharmaceutics.* 2021;13(9):1373. doi 10.3390/pharmaceutics13091373
3. Wan T. et al. A survey of deep active learning for foundation models. *Intell Comput.* 2023;2:0058. doi 10.34133/icomputing.0058