

DOI: 10.25205/978-5-4437-1691-6-16

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КЛАССИФИКАЦИИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

DEVELOPMENT OF A MODEL FOR THE CLASSIFICATION OF PATHOLOGICAL CONDITIONS USING OPTICAL SENSORS

С. Н. Глебов¹, Ю. В. Лямина¹, М. С. Мазинг¹, А. С. Поляков², Я. А. Носков², А. Ю. Зайцева¹

¹Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург

²Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

S. N. Glebov¹, J. V. Liamina¹, M. S. Mazing¹, A. S. Polyakov², Y. A. Noskov², A. Y. Zaitseva¹

¹Institute for Analytical Instrumentation RAS, Saint Petersburg

²S. M. Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg

✉ stepangleboff@yandex.ru

Аннотация

Оптические датчики представляют собой перспективное направление для развития неинвазивных методов диагностики патологических состояний. Информация, получаемая с сенсоров, представляется в виде многомерного массива данных. Его особенностью является содержание большого количества скрытой информации, а также неявных взаимосвязей в данных, которые можно выделить, используя методы машинного обучения.

Abstract

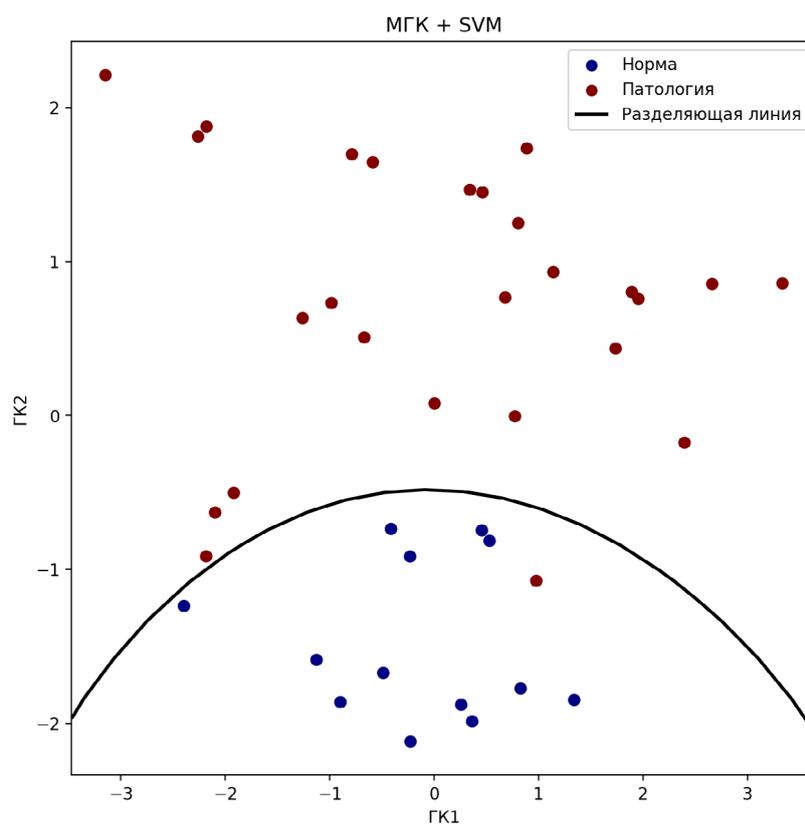
Optical sensors represent a promising direction for the development of non-invasive diagnostic methods for pathological conditions. The information received from the sensors is presented as a multidimensional array of data. Its feature is the content of a large amount of hidden information, as well as implicit relationships in the data, which can be identified using machine learning methods.

Диагностика патологических состояний является одной из ключевых задач современной медицины. Своевременное выявление заболеваний позволяет не только значительно повысить эффективность лечения, но и предотвратить развитие осложнений, улучшая качество жизни пациентов. Оптические датчики играют важную роль в медицине, предоставляя инструменты для диагностики различных заболеваний. Они позволяют проводить неинвазивные или минимально инвазивные измерения, что снижает риск для пациентов и улучшает качество медицинской помощи [1].

Данное исследование ставит перед собой задачу разделения нормального состояния от патологического при помощи разработанного в ИАП РАН оптического датчика, принцип работы которого основан на регистрации обратно рассеянного в тканях света. Он включает в себя два модуля — информационный и оптоэлектронный. Оптоэлектронный модуль представлен тремя источниками света и тремя датчиками света; каждый из датчиков фиксирует излучение на 6 различных узкополосных диапазонах длин волн. Таким образом, датчик способен регистрировать излучение на 18 различных длинах волн. Измерения снимались на предплечье испытуемых.

Собранные в ходе исследования экспериментальные данные представляли собой многомерный массив данных. Для его анализа были применены методы машинного обучения, такие как генетический алгоритм (GA), метод главных компонент (PCA), k-means кластеризация, метод опорных векторов (SVM). Для поиска оптимального набора волн, в пространстве которого в результате снижения размерности при помощи МГК образовывались бы два разделимых кластера, соответствующих состояниям нормы и патологии, был применен генетический алгоритм. Далее в найденном пространстве, после применения МГК, при помощи SVM строилась разделяющая линия (см. рисунок).

Результатом стала модель, достигающая разделения классов, соответствующих состояниям нормы и патологии. Проведенная кросс-валидация показала точность в более чем 85 %, что демонстрирует высокую устойчивость модели.



Два кластера, соответствующие нормальному (*синим*) и патологическому (*красным*) состояниям, разделенные линией, построенной при помощи SVM

Полученные результаты подтверждают перспективность использования данного подхода для неинвазивной диагностики патологических состояний. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию методики, увеличение объема данных для обучения моделей, применение более современных моделей машинного обучения, таких как нейронные сети и расширение области применения данной технологии в медицинской практике.

Литература

1. Vavrinsky E. et al. The current state of optical sensors in medical wearables // Biosensors. 2022. Vol. 12, No. 4. P. 217.