



## STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

# Wybrane metody uczenia maszynowego w zadaniach wykrywania anomalii procesów

*mgr inż. Maciej Gołgowski*

Rozprawa doktorska poświęcona jest opracowaniu systemów wykrywania anomalii procesów na podstawie zarejestrowanych sygnałów. Zaproponowano zastosowanie wielu rozwiązań klasyfikatorów współpracujących ze sobą w zespole dla wypracowania optymalnej decyzji (poprzez głosowanie większościowe). W wyniku analizy teoretycznej zaproponowano dwa rodzaje rozwiązań zespołu. Jedno z nich bazuje na zastosowaniu klasyfikatorów klasycznych (płytkich), w tym las losowy drzew decyzyjnych, klasyfikator typu gradient boosting, perceptron wielowarstwowy, maszyna wektorów nośnych SVM, klasyfikator K najbliższych sąsiadów, naiwny klasyfikator Bayesa oraz klasyfikator bazujący na procesach gaussowskich. Drugie rozwiązanie wykorzystuje zespół bazujący na strukturach głębokich klasyfikatorów CNN. Dla uzyskania najlepszych wyników rozpoznania anomalii od procesu normalnego ważną rolę odgrywa wstępne przetworzenie oryginalnych szeregów czasowych reprezentujących proces w zestaw atrybutów wejściowych dla zespołu klasyfikatorów. W pracy podstawę takiego preprocesingu danych stanowi transformacja falkowa, zarówno typu ciągłego (CWT) jak i dyskretnego (DWT).

Zaproponowane rozwiązania zostały przetestowane na trzech rodzajach problemów. Dwa z nich bazują na zarejestrowanych szeregach czasowych i dotyczą wykrywania anomalii w sygnałach EKG oraz uszkodzenia łożysk tocznych. Trzeci problem związany jest z wykrywaniem podróbek obrazów typu deep fake wyekstrahowanych z filmów video. Przebadane zostały różne warianty doboru parametrów obu systemów, uzyskując w efekcie bardzo dobre wyniki wykrycia anomalii, lepsze lub porównywalne z najlepszymi rezultatami prezentowanymi w literaturze światowej.

**Słowa kluczowe:** wykrywanie anomalii, transformacja falkowa, klasyfikacja, deep fake, sieci neuronowe



## ABSTRACT OF PHD THESIS

# Selected machine learning methods in process anomaly detection problems

*mgr inż. Maciej Gołgowski*

The PhD thesis was directed to develop algorithms, based on the measured signals, for recognizing the anomaly processes. As a result of research two types of computer systems, applying the ensemble of classifiers have been elaborated. The first one is based on application of many classical (shallow) classifiers, including random forest, gradient boosting classifier, multilayer perceptron, support vector machine, K nearest neighbor classifier, naïve Bayes classifier and Gaussian process classifier. The second type of ensemble was composed on deep learning classifiers of different architectures realizing convolutional neural networks. Irrespective of the type of ensemble the input attributes for the classifiers are formed based on wavelet transformation: continuous wavelet (CWT) and discrete wavelet (DWT).

The proposed solutions of the systems have been checked on three types of anomalies. The first two (EKG rhythms and bearing failures) are characterized by the measured time series. The third task of discovering anomaly relates to the deep fake image recognition, which are extracted from video films. The numerous numerical experiments performed within these three tasks have confirmed good efficiency of the developed systems, of the accuracy comparable to the best solutions presented in the scientific papers published in journals and international conferences.

**Keywords:** anomaly detection, wavelet transform, classification, deep fake, neural networks