

## 이상상태 예지를 위한 머신러닝 알고리즘 성능 분석

Performance Analysis of Machine Learning Algorithms for Predicting Fault Conditions

---

저자 (Authors)	손석호, 이용빈, 윤상준, 최동훈 Seok-Ho Son, Yongbin Lee, Sang-Joon Yoon, Dong-Hoon Choi
출처 (Source)	<a href="#">유체기계 연구개발 발표회 논문집</a> , 2017.12, 81-82(2 pages) <a href="#">Proceedings of the KFMA Annual Meeting</a> , 2017.12, 81-82(2 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국유체기계학회</a> Korean Society for Fluid Machinery
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07282760">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07282760</a>
APA Style	손석호, 이용빈, 윤상준, 최동훈 (2017). 이상상태 예지를 위한 머신러닝 알고리즘 성능 분석. 유체기계 연구개발 발표회 논문집, 81-82
이용정보 (Accessed)	송실대학교 203.253.***.153 2020/09/29 17:51 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 이상상태 예지를 위한 머신러닝 알고리즘 성능 분석

손석호\* · 이용빈\* · 윤상준\* · 최동훈\*\*

## Performance Analysis of Machine Learning Algorithms for Predicting Fault Conditions

Seok-Ho Son\*, Yongbin Lee\*, Sang-Joon Yoon\*, Dong-Hoon Choi\*\*

**Key Words :** Fault Prognosis(이상상태 예지), Artificial Intelligence(인공지능), Machine Learning(머신 러닝)

### 1. 서 론

4차 산업 혁명으로 인하여 인공지능(Artificial Intelligence, AI)기술이 다양한 산업에 적용되고 있다. 특히, 기계 시스템 상태를 모니터링 하여 시스템의 이상 징후를 진단(diagnosis)하고 시스템의 유효수명을 예지(prognosis)하는 고장예지진단 분야에서도 머신 러닝(machine learning) 및 딥 러닝(deep learning) 기술을 활용한 다양한 연구가 진행 중이다<sup>1, 2</sup>.

본 연구에서는 우수한 이상상태 예지를 위하여 최신 머신 러닝 알고리즘의 기술 동향을 파악하고, 각 알고리즘의 특성을 분석하였다. 또한, 다양한 특성을 갖는 수학 및 공학적 예제를 적용하여 각 알고리즘의 성능을 비교하였다.

### 2. 머신 러닝 기법

#### 2.1 머신 러닝의 정의 및 특성

머신 러닝은 기계/컴퓨터가 인간처럼 “생각”할 수 있도록 학습해주는 일련의 프로그램 기법으로 크게 세 가지 학습 방법으로 분류된다.

\* (주) 피도텍

\*\* (주) 피도텍, 한양대학교 기계공학부

E-mail : seokho.son@pidotech.com

입력과 출력간의 관계를 분석하는 지도 학습(supervised learning), 출력 없이 입력 데이터의 특성을 고려해 데이터 집단(cluster)을 정의하는 비지도 학습(unsupervised learning), 시행 착오(trial and error)를 통해 학습을 수행하는 강화 학습(reinforcement learning)이다.

이중 지도 학습이 이상상태 예지를 위한 학습 방법으로 적합하며, 통계적 기율기 강하 회귀법(stochastic gradient descent regression), 서포트 벡터 회귀법(support vector regression), 랜덤 포레스트 회귀법(random forest regression) 등의 회귀 분석법과<sup>3</sup>, 커널 함수(kernel function)를 사용하여 선형 모델을 비선형 모델로 변환함으로써 고차원에서 표본을 쉽게 분류하는 기법이 대표적이다<sup>4</sup>.

#### 2.2 최신 머신 러닝 알고리즘

본 논문에서는 다양한 머신 러닝 알고리즘 중에서 가장 보편적이며, 우수한 성능을 보이는 Scikit-learn<sup>5</sup>의 EDT (Ensemble of Decision Tree)와 MLP (Multi-layer Perceptron)의 성능을 비교하였다. EDT는 주어진 자료로부터 여러 개의 예측 모델을 만든 후, 생성한 예측 모델들을 결합하여 하나의 최종 예측 모델을 만드는 기법으로 대표적인 알고리즘인 EDT-TB (Tree Bagging), EDT-RF (Random Forest),

EDT-ET (Extra Trees), Xgboost (Extreme Gradient Boosting)의 성능을 확인하였다.

또한, MLP는 실제 함수값과 신경망을 통하여 예측된 값의 차이를 최소화하도록 반복적으로 가중치(weight)와 바이어스(bias)를 학습시킴으로써 최종 예측 모델을 만드는 기법이다.

성능 평가는 다양한 수학 및 공학적 예제를 적용하여 실제 함수값과 알고리즘으로부터 예측한 값의 차이를 측정하는 RMSE (Root Mean Squared Error)로 평가하였다.

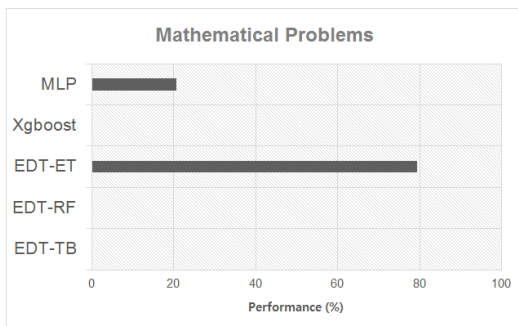


Fig. 1 Performance analysis of algorithms - Mathematical problems

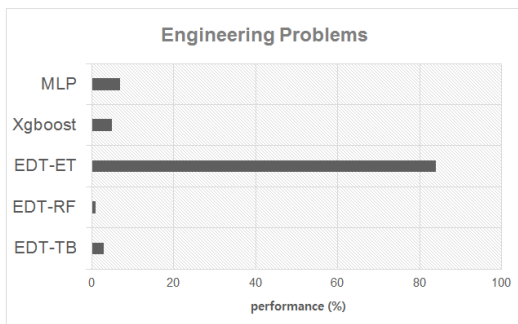


Fig. 2 Performance analysis of algorithms - Engineering problems

본 논문에서 적용한 수학적 예제의 경우는 “Fig. 1”과 같이 EDT-ET의 성능이 가장 우수한 것을 확인할 수 있으며, MLP가 다음으로 우수한 성능을 보였다. 공학적 예제의 결과인 “Fig. 2”를 보면, 수학적 예제에서와 마찬가지로 EDT-ET의 성능이 가장 우수함을 확인할 수 있었다.

EDT-ET는 EDT-RF 기법과 거의 유사하며, 의사

결정 나무 (decision tree)의 분기점에서조차 랜덤하게 하위 변수를 선택하여 최종 예측 모델을 선택함으로써 우수한 성능을 보이는 것으로 판단된다.

### 3. 결론

본 논문에서는 정확하고 효율적인 이상상태 예지를 위한 머신 러닝 알고리즘을 개발하기 위하여 최신 머신 러닝 알고리즘의 기술 동향을 파악하고, 각 알고리즘의 특성을 분석하였다.

머신 러닝의 대표적인 알고리즘인 EDT와 MLP를 다양한 수학 및 공학적 예제에 적용하여 성능을 비교하였으며, 적용한 모든 예제에서는 EDT-ET의 성능이 가장 우수함을 확인하였다.

### 후 기

본 연구는 에너지기술평가원 산업기술혁신사업(과제 번호: 20163010060350, 신시장 창출을 위한 대용량 프랜시스 수차/동기발전기 설계 및 진단 원천기술 개발)의 지원을 받아 수행하였음을 밝힙니다.

### 참고문헌(Reference)

- (1) Oh, H. S., Jeon, B. C., Jung, J. H., and Youn, B. D., 2016, “Diagnosis of Journal Bearings in Power Plant Steam Turbines Using Deep Learning”, the proceeding of KSME, Vol. 7, pp. 28~29.
- (2) Jia, F., Lei, Y., Lin, J., Zhou, X., Lu, N., 2016, “Deep neural networks: A promising tool for fault characteristic mining and intelligent diagnosis of rotating machinery with massive data”, Mechanical Systems and Signal Processing, Vol. 72~73, pp. 303~315.
- (3) Liaw, A. and Wiener, M., 2002, “Classification and regression by random forest,” R News, Vol. 2, No. 3, pp.18~22.
- (4) Rasmussen, C. E. and Williams, C. K. I., 2006, “Gaussian processes in machine learning,” MIT Press.
- (5) Scikit-Learn, on-line source: <http://scikit-learn.org/stable/>