

딥러닝과 증강현실을 활용한 산업용 로봇의 고장 진단과 관리

서동우, 김민석*, 김남규

한국과학기술정보연구원

{seodongwoo, kimminseok, ssgyu}@kisti.re.kr

Failure Diagnosis and Maintenance of Industrial Robot based on Deep Learning and Augmented Reality

Seo Dongwoo, Kim Minseok*, Kim Namgyu

Korea Institute of Science and Technology Information

요약

산업현장에 많이 활용되는 로봇의 이상을 사전에 파악하는 것은 공장의 효율적 운영에 무척 중요하다. 특히 연속 생산 방식을 하는 자동차 공장의 경우 갑작스런 로봇의 고장은 치명적이다. 따라서 산업용 로봇의 이상 판단이 사전에 가능할 경우 사전에 고장을 방지하여 생산과정에서 발생하는 피해를 최소화 할 수 있다. 또한 제조 시스템의 생산 과정이나 상황이 변화하는 상황에 대해 작업자가 모두 인지하고 대처할 수 없어 예상하지 못한 산업용 로봇 장비의 고장의 미숙한 대처로 인해 작업의 효율성이 저해될 수 있다. 작업자는 특정 과업(예를 들어, 조립, 모니터링, 검사 등)을 수행하는데 필요한 산업용 로봇 장비 고장 진단과 유지보수를 위한 관리정보를 적시에 획득하고, 이를 효과적으로 활용할 수 있어야 제조 시스템의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 이익 상승 및 비용 감소 등의 가치 창출을 실현할 수 있다. 본 연구의 목적은 작업자가 산업용 로봇장치를 활용하는 제조 시스템에서 장비의 이상탐지와 이에 적합한 관리 정보를 효과적으로 추천하는 것이다. 이를 위해서 Autoencoder(AE) 모델을 통해 산업용 로봇 장비의 사전 고장을 수행하고 해당 로봇 장비의 유지보수를 위한 관리정보를 제공하기 위해 딥러닝 기술을 활용한 manufacturing visual question answering(M-VQA) 방법을 제안한다.

I. 서론

고객 맞춤형 제조 시스템 내에서 제품을 생산하기 위해서는 기존의 산업용 로봇장비는 조립, 검사 등 여러 과정을 처리한다. 하지만 고객의 주문 및 요구사항 등 고객의 니즈(needs)에 따라 제품의 종류나 사양이 달라질 수 있으며, 제품을 생산하는 일부 과정이 추가 및 생략될 수 있을 뿐만 아니라 같은 과정에서 사용되는 부품의 형태나 재질 등이 달라질 수 있다. 이에 따라 작업자는 달라진 제조 시스템의 상황을 인지하고, 이에 대해 적절한 대처를 실시해야 한다. 하지만 제조 시스템의 생산 과정이나 상황이 변화하는 상황에 대해 작업자가 모두 인지하고 대처할 수 없어 예상하지 못한 산업용 로봇 장비의 고장의 미숙한 대처로 인해 작업의 효율성이 저해될 수 있다[1, 2, 3, 4, 5]. 그렇기 때문에, 작업자는 특정 과업(예를 들어, 조립, 모니터링, 검사 등)을 수행하는데 필요한 산업용 로봇 장비의 문제와 그에 적합한 유지보수에 적합한 관리정보를 적시에 획득하고, 이를 효과적으로 활용할 수 있어야 제조 시스템의 생산성을 향상시킬 수 있으며, 이익 상승 및 비용 감소 등의 가치 창출을 실현할 수 있다.

이를 위해서는 로봇 장비의 문제점을 적시에 발견하기 위한 산업용 로봇 장비의 고장탐지 기술이 필요하며 작업자의 환경, 예를 들어, 업무나 역할, 이상 상태에 따라 필요로 하는 유지/관리정보를 제공할 필요가 있다. 따라서 작업자가 산업용 로봇 장비 유지보수에 필요한 관리 정보를 적절하게 검색하여 찾아낸 후, 이를 활용하는 유지/관리 정보 추천 기술이 필요하다. 모니터링이나 유지·보수 등과 같은 과업을 수행하는 작업자는 유지/관리 정보를 쉽고 정확하게 이해해야 한다. 인터페이스가 잘못 설계되어 작업자에게 제공된 정보를 오해하거나 제대로 이해를 못 할 경우, 작업자의

안전이나 과업의 효율성 등에서 문제가 발생할 수 있다. 따라서 작업자에게 효과적이고 직관적으로 시각적 정보를 제공하는 것이 작업자의 안전 뿐만 아니라 생산성을 높일 수 있는 중요한 요인이라 할 수 있다.

본 연구의 목적은 작업자가 산업용 로봇장치를 활용하는 제조 시스템에서 로봇 장비의 고장을 탐지하고 이에 적합한 유지/관리 정보를 딥러닝 알고리즘과 증강현실을 활용하여 효과적으로 추천 및 제공하는 것이다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 방법론은 로봇 장비의 고장을 탐지하고 이에 적합한 유지/관리 정보를 효과적으로 추천 및 제공하는 하는 것이다.

첫번째로 산업용 로봇 장비의 고장을 탐지하기 위한 방법은 ① 로봇 장비에 설치된 음향 센서로부터 무선 네트워크를 통해 원격 데이터를 수집한다. 통신서버, 수집서버, 분류 서버로 구성 된 서버로부터 각 데이터들을 목적에 맞게 전송한 후 데이터베이스에 저장한다. ② 수집된 데이터는 이상값, 제한값, 결측값 등을 삭제하고 정상과 비정상 데이터로 구분하여 1차적으로 데이터 정제의 과정을 거친다. ③ 정제된 데이터는 데이터 탐색, 파라미터 검사, 학습 및 검증 데이터셋의 생성을 통해 데이터 검증을 한다. ④ 데이터분석 과정에서는 AE학습을 위해 필요한 전처리 과정, 학습 그리고 모델링을 통해 기계시설물의 고장을 예측하고 원인을 분석한다. ⑤ 데이터 분석의 결과로부터 예측된 결과를 활용하여 원격모니터링과 운영계획 및 유지보수 계획을 수립한다.

두번째로 탐지된 고장에 적합한 유지/관리 정보를 효과적으로 추천 및 가시화하는 하는 방법은 다음같다. ① 고장이 발생한 산업용 로봇 장비의 제조 정보를 데이터베이스로부터 검색하여 획득한다. ②딥러닝 기반의 M-VQA 방법은 딥러닝 기술을 이용하여 작업자에게 유지/관리를 수행하기 위한 유지/관리 정보를 추천할 수 있도록 지원한다. 이를 위해 고장이 탐지된 산업용 로봇에 대한 이미지(image)와 필요한 유지/관리 정보에 대한 작업자의 질문(question)을 이용한다. ③작업자는 제조 정보를 얻고자 하는 제조 설비에 대해 모바일 디바이스를 이용하여 비추고, 얻고자 하는 유지/관리 정보에 대한 질문(예, 모터 고장 관리 방법은 무엇인가?)을 실시한다. 그 후, 이미지와 질문을 기반으로 유지/관리 관련성을 평가하여 관련성이 높은 top-k의 유지/관리 정보를 작업자에게 제공한다. 이를 위해 본 연구에서는 convolutional neural network(CNN)를 통해 실 산업용 로봇 장비의 정보가 포함된 작업자의 주변 환경에 대한 특징(feature)을 획득한다. 그리고 자연어 처리(natural language process, NLP) 기술을 이용하여 질문에 대한 벡터(vector) 형태로 표현된 특징을 추출한다. 그리고 이미지와 질문의 특징을 통합하는 semantic representation을 실시한다. 이와 동시에, 유지/관리 정보도 질문과 같은 방법으로 벡터 형태로 표현된 특징을 표현한다. ④ 증강현실 환경에서 작업자에게 제공되는 유지/관리 정보를 가시화하기 위해 증강현실과 가상현실(virtual reality, VR)을 함께 이용하여 dual view을 제공하는 dual reality 방법과 증강현실과 딥러닝 기술을 이용하여 실 설비의 영역과 깊이 정보를 획득하고, 이를 활용하여 제조 정보를 가시화할 수 있는 industrial AR visualization 방법을 제안한다. 가상현실을 증강현실과 함께 이용하는 dual reality는 모바일 디바이스에 증강현실 화면과 가상현실 화면을 동시에 제공하며, 가상현실에는 실 설비의 가상 객체를 렌더링(rendering)하여 현실 세계와 유사하게 구현된다.

III. 결론

로봇 장비의 문제점을 적시에 발견하기 위한 산업용 로봇 장비의 고장탐지 기술이 필요하며 작업자의 환경, 예를 들어, 업무나 역할, 이상 상태에 따라 필요로 하는 유지/관리정보를 제공할 필요가 있다. 따라서 작업자가 산업용 로봇 장비 유지보수에 필요한 관리 정보를 적절하게 검색하여 찾아낸 후, 이를 활용하는 유지/관리 정보 추천 기술이 필요하다. 본 연구의 목적은 작업자가 산업용 로봇장치를 활용하는 제조 시스템에서 장비의 이상탐지와 이에 적합한 관리 정보를 효과적으로 추천하는 것이다. 이를 위해서 Autoencoder(AE) 모델을 통해 산업용 로봇 장비의 사전 고장을 수행하고 해당 로봇 장비의 유지보수를 위한 관리정보를 제공하기 위해 딥러닝 기술을 활용한 manufacturing visual question answering(M-VQA) 방법을 제안하였다. 마지막으로, 증강현실 환경에서 작업자에게 제공되는 유지/관리 정보를 가시화하기 위해 증강현실과 가상현실(virtual reality, VR)을 함께 이용하여 dual view을 제공하는 dual reality 방법과 증강현실과 딥러닝 기술을 이용하여 정보를 제공하는 방법을 제안하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년도 한국과학기술정보연구원(KISTI)의 기본사업으로 수행된 연구입니다.(과제번호: (KISTI) K24L2M1C5-01)

참 고 문 헌

[1] Akcay S., Atapour-Abarghouei A., and Breckon T.P. 2019.

Skip-GANomaly: Skip connected and adversarially trained encoder-decoder anomaly detection. 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). IEEE.

[2] Guo Y., Liao W., Wang Q., Yu L., Ji T., and Li P. 2018. Multidimensional time series anomaly detection: A GRU-based Gaussian mixture variational autoencoder approach. Proceedings of the 10th Asian Conference on Machine Learning, PMLR. 95:97?112.

[3] Zong B., Song Q., Min M.R., Cheng W., Lumezanu C., Cho D., and Chen H. 2018. Deep autoencoding Gaussian mixture model for unsupervised anomaly detection. In Proceedings of International Conference on Learning Representations.

[4] Li D., Chen D., Goh J., and Ng S.K. 2018. Anomaly detection with generative adversarial networks for multivariate

[6] Seo M.K. and Yun W.Y. 2019. Condition monitoring and diagnosis of a hot strip roughing mill using an autoencoder. Journal of Korean Society for Quality Management. 47(1):75?86.