

⇒ ⇒ ⇒ 국내연구실 소개

포항공과대학교 기계공학과 산업인공지능연구실

이 승 철*, 이 수 영, 이 남 정
(포항공과대학교 기계공학과)

1. 머리말

포항공과대학교 기계공학과와 산업인공지능 연구실은 2013년 출범하여 현재 이승철 교수를 중심으로, 박사 후 연구원 1명, 박사과정 7명, 석사과정 4명, 총 12명의 연구원 및 대학원생으로 구성되어 있다. 우리 연구실에서는 다양한 산업 시스템 및 기계·전기시스템을 분석/진단 및 제어하기 위한 인공지능을 개발하고 있으며, 최적화, 기계학습, 신호처리, 확률, 제어 등 융합 연구를 위한 인공지능과 시스템 통합에 대해 주력으로 연구하고 있다.

2. 산업인공지능 연구 분야

최근 딥러닝(deep learning)과 머신러닝(machine learning)의 발전은 많은 분야에서 인공지능의 우수한 성능을 보여주고 있으며, 이의 적용 분야는 점차 확대되고 있다. 따라서, 여러 분야에서 발생하는 데이터와 산업인공지능(industrial AI) 기술을 활용하여 효율과 생산성을 증대시키고, 성능을 비약적으로 발전시키려는 노력이 계속되고 있다. 공정, 재료 등의 제조 분야를 포함하여 로봇 및 의료 분야 등 산업 전반에 인

* E-mail : seunglee@postech.ac.kr

공지능을 적용하기 위한 우리 연구실의 다양한 연구와 산학 협력 과제에 대해 소개하고자 한다.

2.1 제조

제조(manufacturing) 환경에서는 제조/공정 설비를 통해 획득할 수 있는 각종 신호와 공정 이력, 시뮬레이션과 실험을 통해 얻을 수 있는 다양한 조건과 결과 등 무수히 많은 데이터가 발생하고 있다. 우리 연구실에서는 이러한 데이터와 인공지능 기술을 활용하여 시스템, 설비 등을 진단 및 분류하고, 알맞은 공정 조건 및 상황을 예측하며, 설계에 직·간접적인 도움을 줄 수 있는 연구를 수행하고 있다.

(1) 인공지능을 이용한 진단 및 분류

현장에서 기본적인 진단 및 분류는 주로 진동 신호의 통계적 분석과 주파수 분석에 의존해왔다. 이와 같은 방식은 많은 전문 지식, 비

용 및 시간을 수반하기 때문에 효율적이지 않으며 성능 개선 또한 쉽지 않다. 아울러, 분석 방법이 한정적이기 때문에 실제 현장에서 발생하는 문제를 해결하는데 한계가 존재한다. 산업인공지능 연구실에서는 실제 현장에서 필요한 성능 개선과 효율성을 제고하기 위하여 인공지능 진단 및 분류 알고리즘에 대해 연구하고 있다.

여러 시스템에서 획득할 수 있는 신호를 진단, 분류하기 위해서는 이의 특성을 잘 나타낼

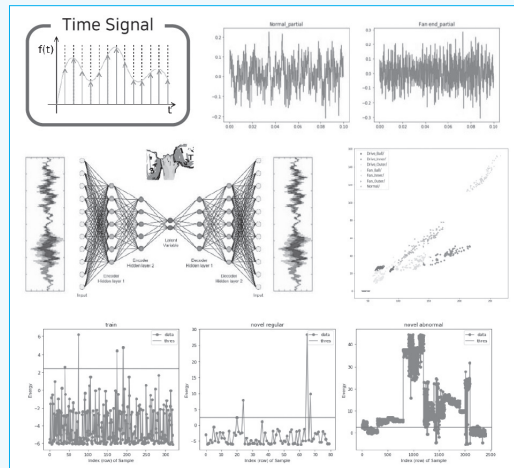


그림 2 베어링 신호의 결함 및 이상치 탐지

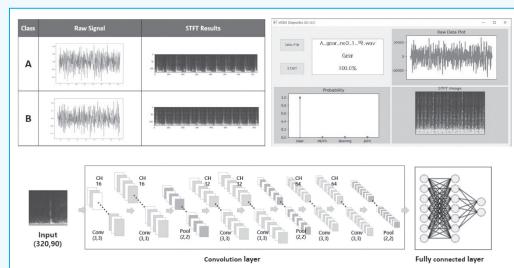


그림 3 조항계 이음판별 신호 전처리 및 CNN 분류 알고리즘

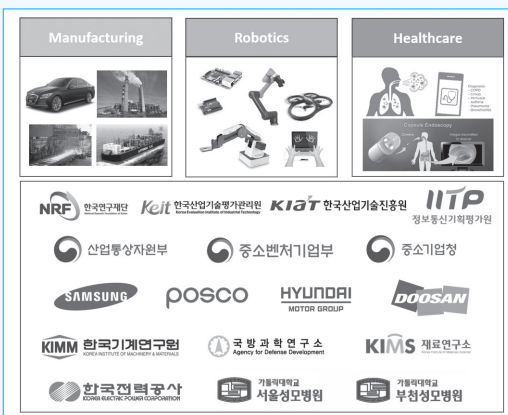


그림 1 산업인공지능 연구실 연구 분야

국내연구실 소개

수 있는 특성 인자를 우선적으로 추출한 뒤, 이를 다양한 알고리즘으로 진단, 분류하게 된다. 엔지니어의 배경 지식을 활용하여 신호로부터 특성 인자를 추출해 SVM(support vector machine)과 같은 머신러닝 알고리즘이 빈번하게 사용되어 왔지만, 데이터의 유형이 다양해지고 그 수가 증가하면서 딥러닝 알고리즘 적용에 관한 연구를 활발하게 수행하고 있다. 이는 특성 인자 추출을 스스로 수행할 뿐만 아니라 높은 성능을 갖고 있다.

이와 관련한 사례로, 우리 연구실에서는 풍력 터빈의 베어링 결함 탐지를 위한 진동 신호의 다양한 이미지화 전처리 개발 및 적용한 바 있으며, CNN(convolutional neural network)

알고리즘을 통한 다중 고장 신호 분류 기술을 보유하고 있다. 또한, 풍력 터빈 운용 관점에서 현재까지 발생한 고장 유형의 분류보다는 앞으로 일어날 고장에 대한 탐지가 더욱 중요한 이슈이기 때문에 오토엔코더(autoencoder) 및 GMM(gaussian mixture model)을 기반으로 베어링 결함 이상치를 탐지할 수 있는 알고리즘을 개발하였다(그림 2). 아울러, 진동 신호와 함께 소리신호에서도 STFT(short term fourier transform)의 전처리 및 CNN 분류 알고리즘을 통해 아주 높은 성능의 고장 세부 유형 진단을 할 수 있었으며, 실시간으로 이를 파악할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다(그림 3).

진단 분야에서 정상/고장 등의 상태를 정확하게 판단하는 것도 중요하지만, 결과의 직관적인 이해를 돕고 딥러닝 모델의 판단 근거를 파악하기 위해서는 이를 위한 인공지능 모델 개발이 필요하다. 딥러닝 알고리즘의 블랙박스 문제를 해결하고, 설명 가능한 인공지능 모델을 개발하기 위해 CAM(class activation map)을 적용한 연구를 수행하고 있다. CAM 이미지를 통해 딥러닝 모델이 두가지 범주의 이미지를 분류하는 데에 주목하는 부분을 알 수 있으며, 외팔보 예시를 통해 범주별로 차이를 내는 부분, 즉 진동이 더 심한 부분을 집중하는 것을 확인하였다(그림 4). 해당 연구를 통해 실제 복잡한 기계 시스템의 정상과 고장을 판별하는데 물리적으로 가장 중요한 부위를 분석할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

아울러, 딥러닝 기반 재료의 다상 미세조직

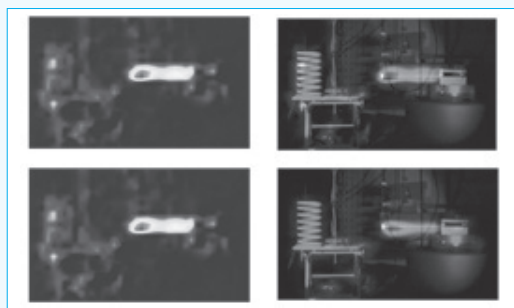


그림 4 외팔보의 진동 기반 CAM 이미지

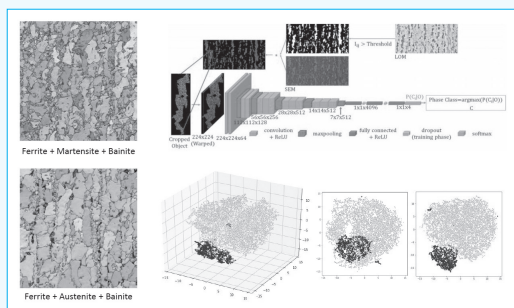


그림 5 딥러닝 기반 다상 미세조직 분류

분류에 관한 연구를 수행하고 있다. 현재 다상 미세조직을 구분하려면 엔지니어의 배경 지식을 많이 필요로 하는 상황이며, 분류 결과 또한 정확하지 않다. 각 범주별 미세조직 이미지를 딥러닝 알고리즘으로 학습하여, 육안 분류가 어려운 재료의 다상 조직을 높은 정확도로 분류해낼 수 있는 연구를 진행하였다(그림 5).

(2) 인공지능을 이용한 예측

인공지능을 이용한 진단 및 분류는 현재까지의 데이터를 활용하여 이를 효과적으로 진단하고 분석할 수 있었다면, 인공지능을 이용한 예측은 공정, 실험, 시뮬레이션 등에서 앞으로 발

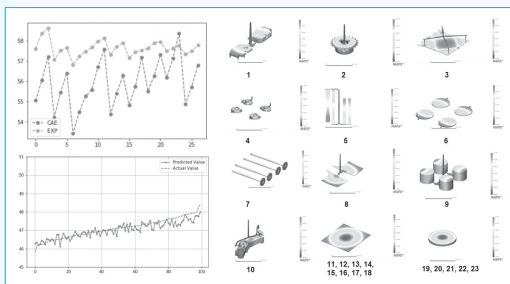


그림 6 시뮬레이션, 실험 데이터 기반 사출 성형 공정 조건 예측

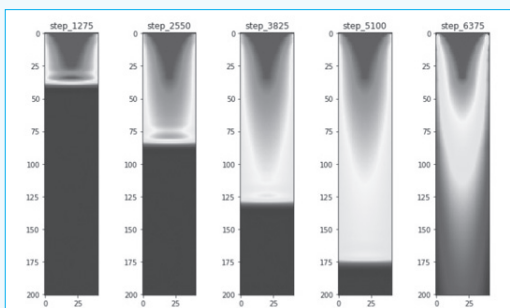


그림 7 연속주조 공정 주변 온도 예측

생할 케이스에 대해 분석을 제공하며 공정 및 설계에 도움을 줄 수 있는 연구이다.

우리 연구실은 시뮬레이션 데이터와 실제 공정 및 실험 데이터의 융합을 통한 인공지능 기반 공정 제어 연구를 수행하고 있다. 사출 성형에 필요한 공정, 재료, 형상 등 수많은 조건의 불확실성을 개선하기 위해 시뮬레이션 데이터와 실제 데이터의 관계를 분석하고, 이를 전이 학습을 통해 적절하게 처리하여 학습에 함께 사용할 수 있도록 연구한 바 있다. 이를 통해 사출 성형의 공정 조건을 추천해주는 시스템을 개발하고 있다(그림 6).

아울러, 포스코와 산학 협력하여 연속주조 공정의 주변 온도 예측 모델과 2차 냉각수량 도출 모델 개발을 진행하고 있다(그림 7). 시계열 데이터 형태의 실제 공정 데이터와 시뮬레이션 데이터를 RNN(recurrent neural network) 알고리즘으로 학습하여 현재 주변의 온도와 목표 온도로 가기 위한 냉각 수량 도출할 수 있다. 해당 기술은 실제 현장에서 주변 온도를 알기 위한 시뮬레이션 계산의 한계를 극복하고, 고비용 피드백 제어를 통해 필요

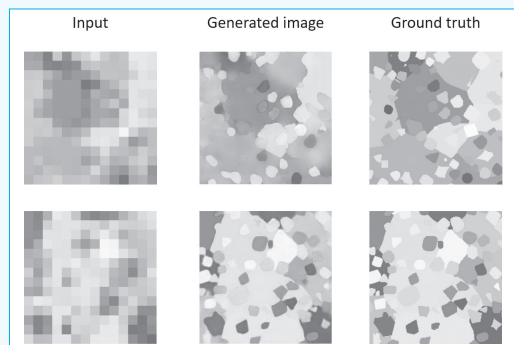


그림 8 재료 다상 이미지 SR 결과

국내연구실 소개

냉각수량을 도출하는 높은 비용을 개선할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

재료 다상 이미지의 고화질 이미지 복원을 위한 연구도 진행하고 있다. 재료 이미지의 경우 바로 사용하기에 해상도가 낮은 경우가 많기 때문에 해상도를 높일 수 있는 모델 개발이 필요하다. 우리 연구실에서는 이를 위해 CNN과 GAN(generative adversarial network) 알고리즘을 기반으로 저화질 이미지의 해상도를 높일 수 있는 SR(super resolution) 연구를 진행하고 있다(그림 8).

2.2 로봇릭스 분야

현재 우리 연구실에서는 엑소스keleton 관련 고중량 근력 지원 로봇과 하지 재활 로봇 개발을 목표로, 인공지능 기반의 모션 인식/의도 파악 연구를 진행하고 있다. 알고리즘 개발을 위한 학

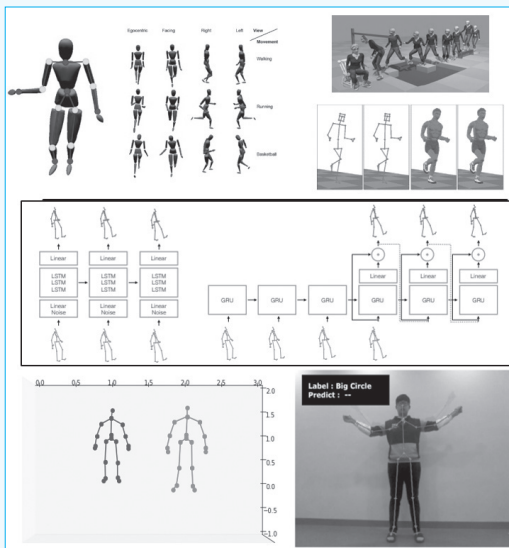


그림 9 인공지능 기반 모션 인식

습 데이터는 사람이 직접 착용하여 수집해야 하기 때문에 수집에 한계가 있다. 데이터 부족 문제를 해결하기 위한 방안과 모델을 튜닝하는 방법을 연구 중이다. 엑소스keleton 제어에 적합한 모션인식 알고리즘 개발을 진행중이며 RNN(recurrent neural network)와 같은 시계열 데이터 기반 알고리즘 개발 기술을 보유중이다(그림 9). 이처럼 산업 인공지능 연구실의 로봇 제어 분야에서는 하드웨어 제어에 인공지능을 결합하여 스마트 제어를 하는 연구를 진행중이다.

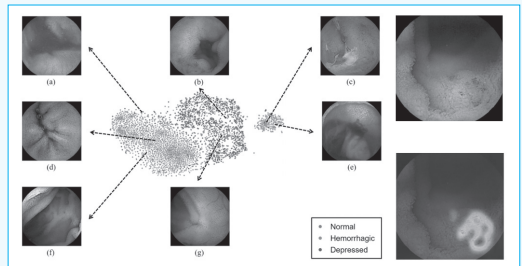


그림 10 내시경 영상 병변 분류 및 주목 모델

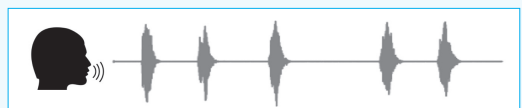


그림 11 음성 신호 분석을 통한 연하 장애 판별

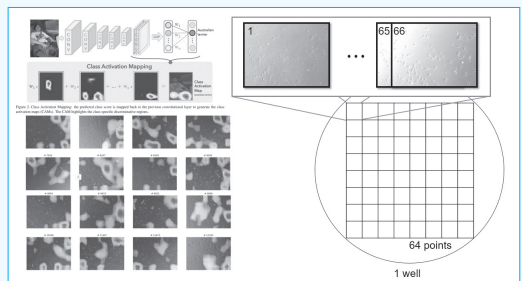


그림 12 인공지능 기반 세포 타입 분석

2.3 의료 분야

인공지능을 의료 분야에 적용한 기술 개발 및 연구도 활발하게 진행하고 있다. 우리 연구실과 서울성모병원, 부천성모병원과 협력하여 인공지능 기반 판별과 분석에 대한 연구를 수행하고 있으며, 특히 사람의 생명과 관련된 의료 분야인 만큼 매우 뛰어난 성능뿐만 아니라 강건한 알고리즘을 개발하고 적용하는 연구를 지속하고 있다.

내시경 영상과 같이 데이터가 영상으로 저장되는 경우 사람이 분석하기에 시간이 매우 오래 걸릴 뿐 아니라 정확도의 차이를 야기시킬 수 있다. 우리 연구실은 내시경 영상을 이미지 단위로 나누어 각 범주별 이미지를 저장원으로 임베딩하여 분류할 수 있는 기술을 보유하고 있다. 또한, 해당 모델이 판단한 중요한 부분을 확인하기 위하여 CAM을 적용하였고, 병변이 있는 부위를 주목하는 것을 확인하였다(그림 10).

또한, 몇 가지 유형의 기침 소리를 담고 있는 음성 신호 분석을 통한 연하 장애 판별 모델을 개발하였다(그림 11). 정상인과 연하 장애를 갖고 있는 환자의 기침 소리의 데이터를 이미지화하기 위한 STFT, MFCC(mel frequency cepstrum coefficient) 등의 전처리를 적용한 후 CNN을 통해 판별하는 알고리즘을 개발하였으며, 매우 높은 성능으로 이를 구별한다는 것을 확인하였다.

마지막으로, 의료 분야의 생산, 제조에 인공지능을 적용하기 위하여 줄기세포치료제의 줄기세포 평가 및 선별 연구를 수행하고 있다(그림 12). 인공지능 학습에 용이하도록 세포 이미지 프로세싱 및 세포의 분석 타겟팅을 설정하

고, 인공지능 학습 모델을 구축하는 등의 연구를 수행하고 있다. 이를 통해 인공지능을 이용한 기능성 줄기세포 선별 정확도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다.

3. 보유장비 및 기타

산업인공지능 연구실은 데이터 수집과 인공지능 모델 개발 및 연구에 필요한 장비를 보유하고 있다. 진동, 가속도, 변위 등의 데이터를 수집하기 위한 회전체 실험 장비와 이미지 데이터 수집을 위한 초고속 카메라, 열화상 카메라 등을 보유하고 있다. 또한, 인공지능 모델을 학습하고 분석하기 위한 서버 클러스터를 보유하고 있다.

산업인공지능 연구실은 인공지능에 대한 관



그림 13 필자의 인공지능 관련 강의 모습



그림 14 연구실 구성원

⇒ ⇒ ⇒ 국내연구실 소개

심을 증대하고, 인공지능 연구의 확산을 위하여 노력하고 있다. 교육기관 및 산업, 연구기관에서 인공지능 관련 강연과 강습회를 100여 차례 넘게 진행해오고 있다. 또한, 인공지능 연구의 확산을 위해 머신러닝, 딥러닝 관련 MOOC 강의를 촬영하여 업로드하고 있으며 알고리즘 코드를 공개하고 있다. 위 관련한 자료는 포항공과대학교 산업인공지능연구실 홈페이지(<http://iai.postech.ac.kr>)에서 확인할 수 있다.

4. 맺음말

포항공과대학교 산업인공지능연구실은 지난 6년간 학계 및 산업계 전반에 인공지능을 적용하는 연구에 공헌해 왔으며, 특히 제조 데이터 처리에 많은 경험과 지식을 축적하였다. 여러 기관의 지원을 통해 구축한 훌륭한 기반 시설을 이용하여 향후에도 산업 전반에서의 인공지능 연구를 선도하고, 대한민국의 기술 발전에 기여하도록 힘쓸 것이다. **KSNVE**

[기획 : 전원주 편집이사 wonju.jeon@kaist.ac.kr]