Innovation in Signal Analysis
innoSiGNAL

제조 혁신을 위한 제조DX와 인공지능

㈜ 이노시그널

| 발 표 자 : 황규환 대표

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

성명	황 규 환
학력	• 한양대학교 기계공학부 학사 • 한양대학교대학원 기계공학과 석사 • 한양대학교대학원 기계공학과 박사수료
연구분야	• 기계상태 모니터링 • 머신러닝 기반 용접품질 모니터링 • 생체신호 모니터링
주요경력	• 한국과학기술연구원 에너지메카닉스센터/바이오닉스연구단(2010~2015) • 주식회사 이노시그널 대표이사(2015~)
학술활동	• 은닉 마르코프 모델의 라이클리후드 변화에 기초한 레이저 용접 품질 평가 기술 (2012, 한국정밀공학회) • 은닉마르코프모델을 사용한 풍력발전기용 증속기 실시간 상태 모니터링 기법의 현장적용 (2013, 한국정밀공학회) • A new machine condition monitoring method based on likelihood change of a stochastic model (2013, MSSP ELSEVIER)

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신 러닝이란?

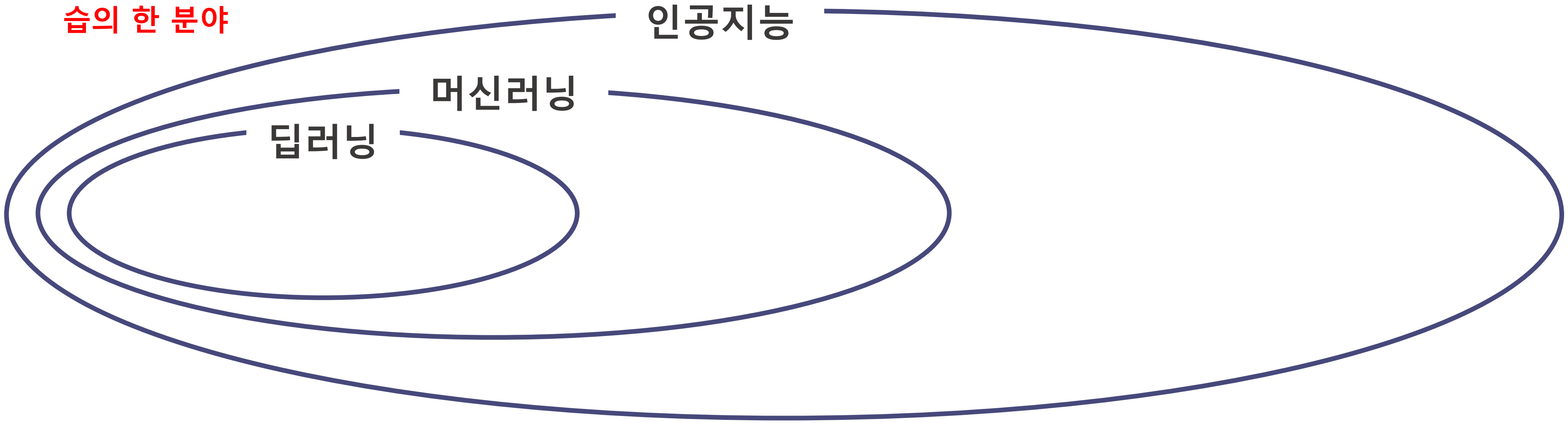
- **기계 학습**(機械學習) 또는 **머신 러닝**(영어: machine learning)은 인공 지능의 한 분야로, **컴퓨터가 학습할 수 있도록 하는 알고리즘**과 기술을 개발하는 분야를 말한다. 가령, 기계 학습을 통해서 수신한 이메일이 스팸인지 아닌지를 구분할 수 있도록 훈련할 수 있다.
- 1959년, 아서 사무엘은 기계 학습을 "기계가 일일이 코드로 명시하지 않은 동작을 데이터로부터 학습하여 실행할 수 있도록 하는 알고리즘을 개발하는 연구 분야"라고 정의하였다.

* 출처: 위키피디아

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

인공지능, 머신러닝, 딥러닝

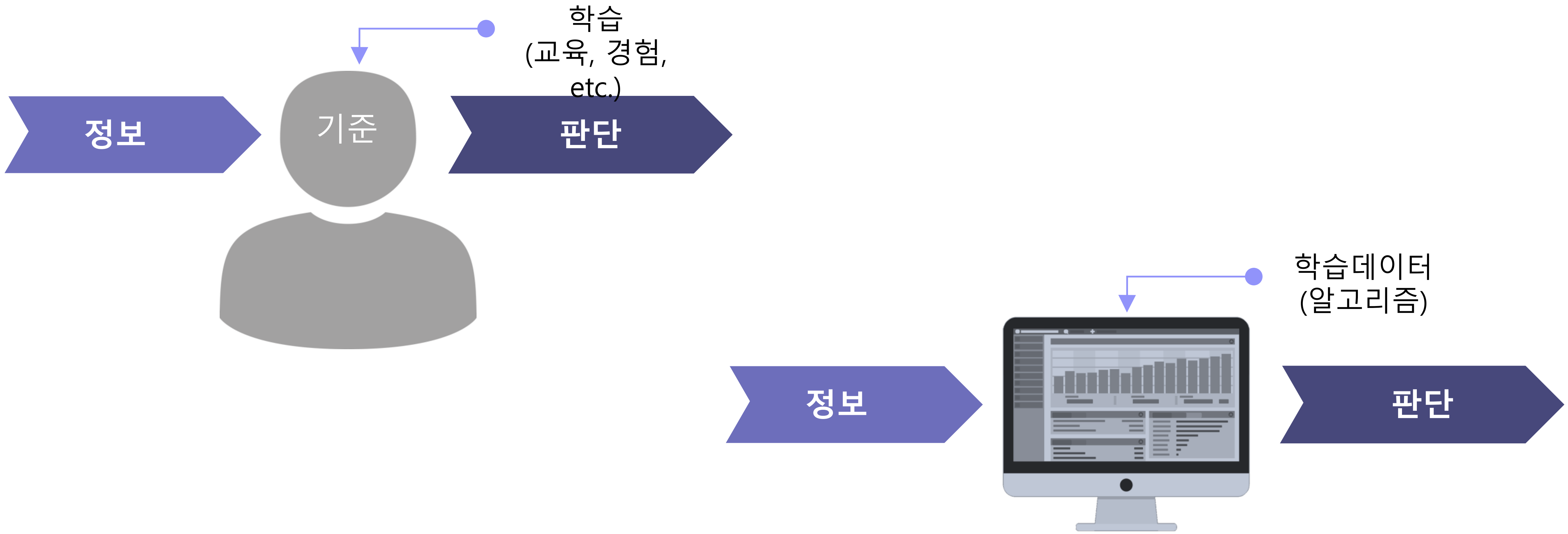
- **인공지능**(영어: artificial intelligence 혹은 machine intelligence)은 시스템에 의해 만들어진 지능, 즉 인공적인 지능을 뜻함
  초기 인공지능 연구에 대한 대표적인 정의는 다트머스 회의에서 존 매카시가 제안한 것으로 "기계를 인간 행동의 지식에서와 같이 행동하게 만드는 것"
- **딥 러닝**(영어: deep learning)은 여러 비선형 변환기법의 조합을 통해 높은 수준의 추상화(abstractions)를 시도하는 기계학습(machine learning) 알고리즘의 집합 으로 정의되며, 큰 틀에서 사람의 사고방식을 컴퓨터에게 가르치는 **기계학습의 한 분야**



* 출처: 위키피디아

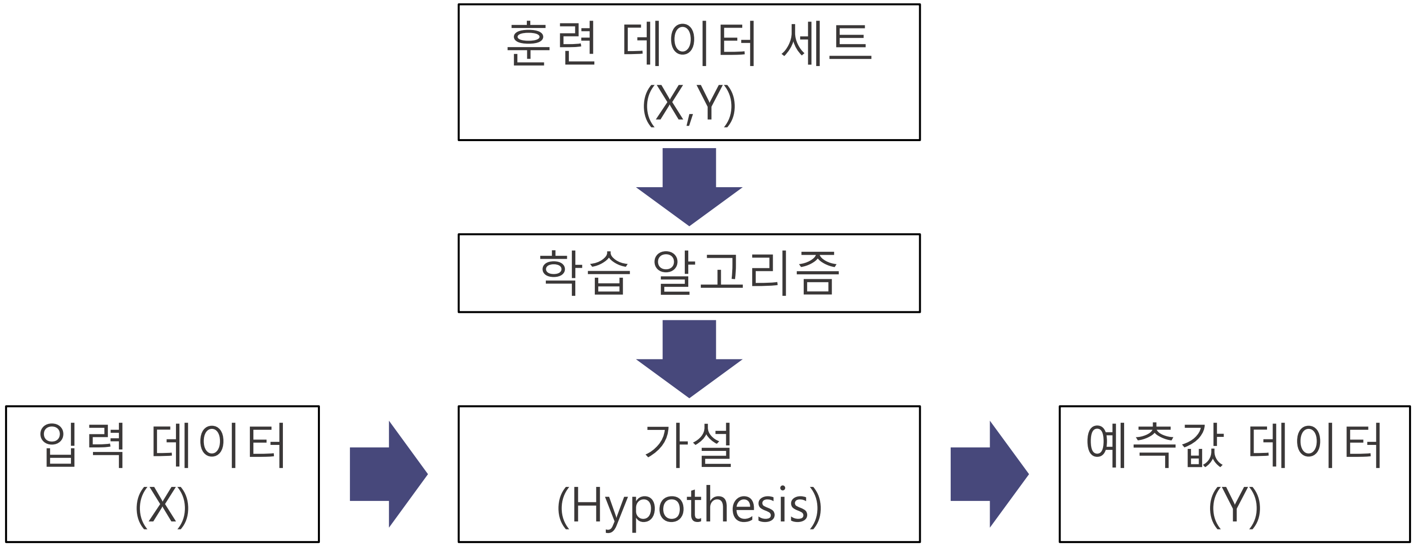
Innovation in Signal Analysis
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.
innoSiGNAL

머신 러닝이란?



Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신 러닝의 개념



ex)

훈련 데이터 세트
(X,Y) = (메일 내용, 스팸 여부)

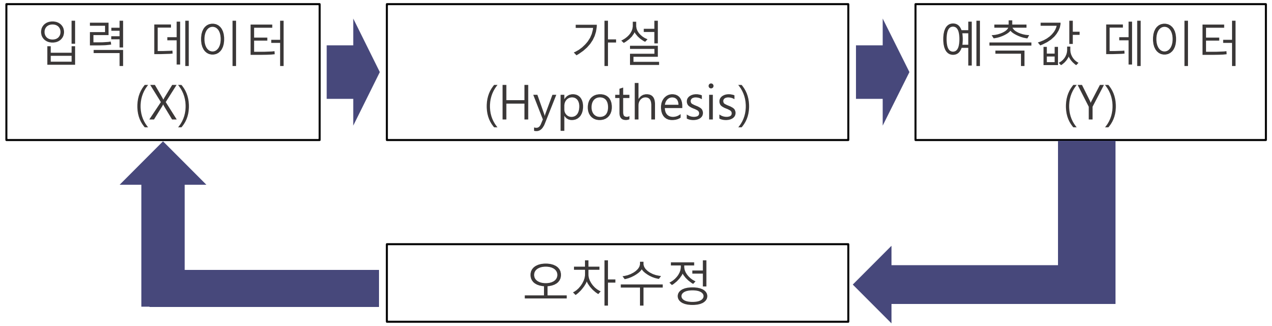
입력 데이터
X = 새로운 메일 내용

예측값 데이터
Y = 스팸여부

*출처 : mathpresso

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

인간 / 머신러닝의 학습 과정



오차 수정 방법

- 최소제곱법(method of least squares — LSM or LMS)
- 최우추정법(maximum likelihood method — MLE)
- 최대사후확률추정(maximum a posterior estimation — MAP)
- 기울기 하강법(gradient descent — GD)
- 역전파(backpropagation — BP)

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류

분류	특징
지도학습 (Supervised Machine Learning)	학습을 할 때 사전정보가 있음(스팸메일 분류기)
비지도학습 (Unsupervised Machine Learning)	사전정보 없이 데이터를 분석해 분류 (클러스터링)
준지도학습 (Semi-supervised Machine Learning)	지도학습과 비지도학습을 동시에 실행
강화학습 (Reinforcement Machine Learning)	행동에 대한 보상과 벌을 적용해 지식을 키움(AlphaGo)

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

AlphaGo

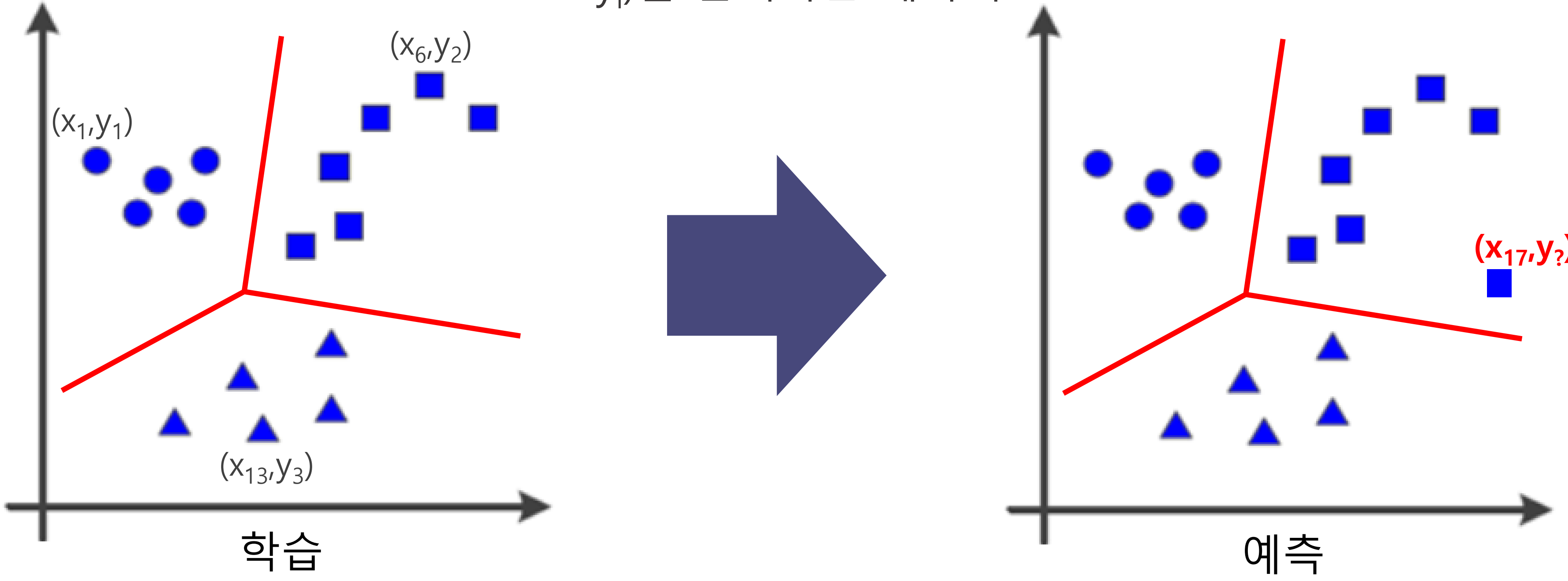
분류	특징	사용 기법
알파고 (AlphaGo Lee)	• 이세돌9단과 대국 • 16만개 기보 학습 • 3,000만개 이상 착점 학습 • 하루 30,000회 모의 대국	지도학습법
알파고 마스터 (AlphaGo Master)	• 커제9단과 대국 • 알파고 리 개선버전	
알파고 제로 (AlphaGo Zero)	• 알파고, 알파고 마스터와 대국 • 바둑 규칙만 학습 • 40일간 2900만번의 자가대국 후 알파고 상대 100연승, 알파고 마스터 상대 89승 11패	비지도학습법 & 강화학습법

* 출처: 위키피디아

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류 : 지도학습

- 지도 학습(Supervised Learning)은 데이터에 대한 **레이블(Label)이 주어진 상태에서 컴퓨터를 학습시키는 방법**
- (x_i, y_i)형태로 학습용 데이터가 주어짐
- 특징벡터(x_i)를 입력받아 정확한 레이블(y_i)를 출력하는 예측기



*출처 : http://solarisailab.com

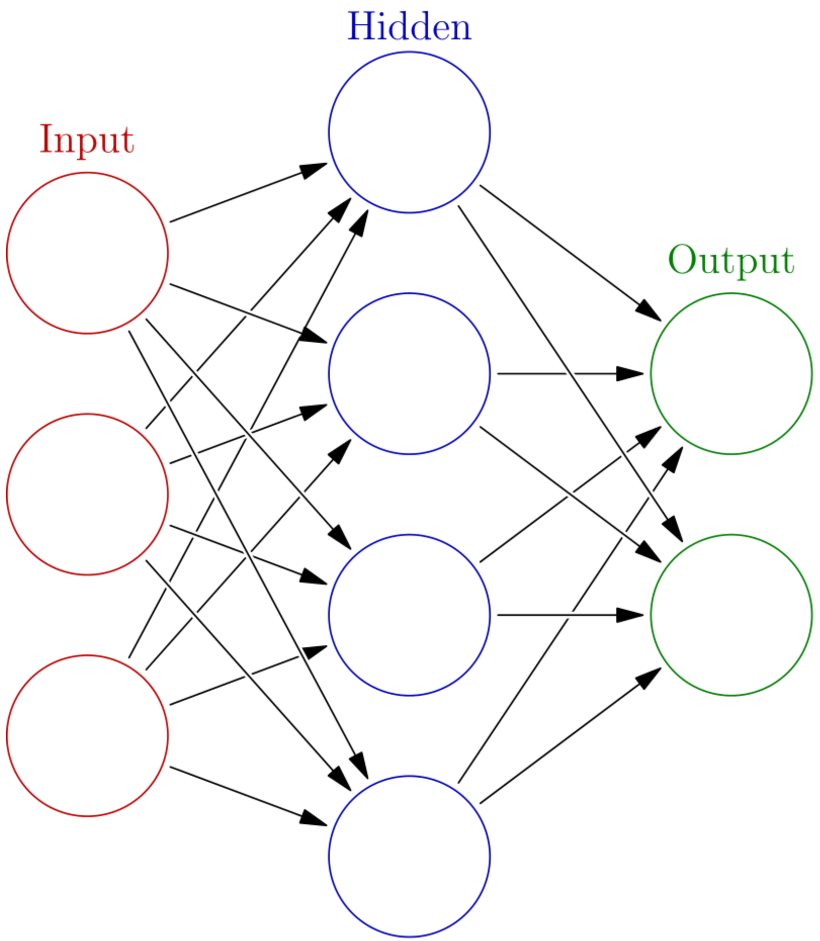
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류 : 지도학습

인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)

- 기계학습과 인지과학에서 생물학의 신경망에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘

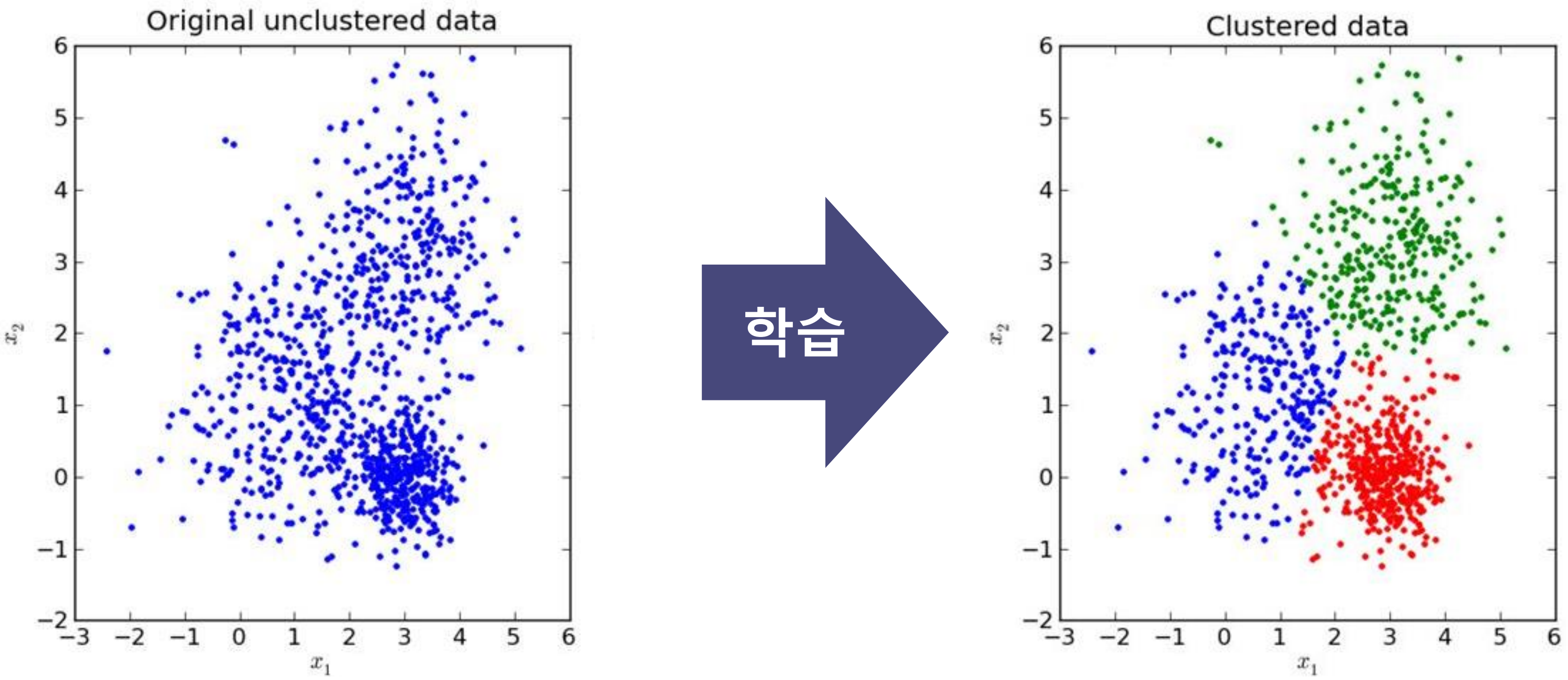
- 인공신경망은 시냅스의 결합으로 네트워크를 형성한 인공_뉴런(노드)이 학습을 통해 시냅스의 결합 세기를 변화시켜, 문제 해결 능력을 가지는 모델



Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류 : 비지도학습

- 비지도 학습(Unsupervised Learning)은 데이터에 대한 **레이블(Label)**이 주어지지 않은 상태에서 컴퓨터를 학습시키는 방법론
- 비지도학습은 데이터의 숨겨진 특징(Feature)이나 구조(Structure)를 발견하는데 사용됨



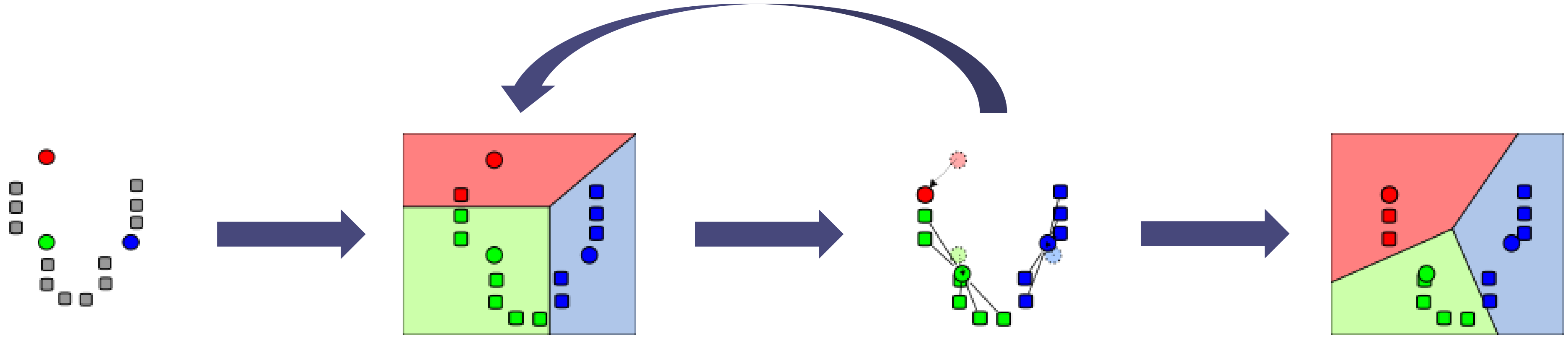
*출처 : http://solarisailab.com

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류 : 비지도학습

k-평균군집화(k-means clustering)

- 주어진 데이터를 k개의 클러스터로 묶는 알고리즘으로, 각 클러스터와 거리 차이의 분산을 최소화하는 방식으로 동작



1) 초기 *k* "평균값"은 데이터 오브젝트 중에서 무작위로 뽑힌다. (색칠된 동그라미)

2) k 각 데이터 오브젝트들은 가장 가까이 있는 평균값을 기준으로 묶인다

3) k개의 클러스터의 중심점을 기준으로 평균값이 재조정된다

4) 수렴할 때 까지 2), 3) 과정을 반복한다

* 출처: 위키피디아

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

머신러닝의 종류 : 준지도학습, 강화학습

준지도 학습(Semi-supervised Learning)

- 레이블이 표시된 데이터(x_i, y_i)와 표시되지 않은 데이터(x_j)를 모두 훈련에 사용하는 것
- 학습 정확도에 있어 강점을 가짐

강화학습(Reinforcement learning)

- 어떤 환경 안에서 정의된 에이전트가 현재의 상태를 인식하여, 선택 가능한 행동들 중 보상을 최대화하는 행동 혹은 행동 순서를 선택하는 방법. 보상은 양수 또는 음수

강화 학습과 지도 학습의 차이점

- 지도 학습 : 알고 있는 지식을 이용해 원하지 않는 행동을 명시적으로 수정하며 모델 업데이트
- 강화 학습 : 알고 있는 지식과 아직 조사되지 않는 영역을 탐험하는 것 사이의 균형을 잡는 것

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서의 머신러닝

Case	분류
발생할 수 있는 State의 수가 제한적인 경우 ex) 공정자동화, 수요와 매출 예측 등	**지도학습** (Supervised Machine Learning)
발생할 수 있는 State의 수에 제한이 없는 경우 ex) 기계 설비/장비의 고장감지, 품질 불량 감지 등	**비지도학습** (Unsupervised Machine Learning)

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

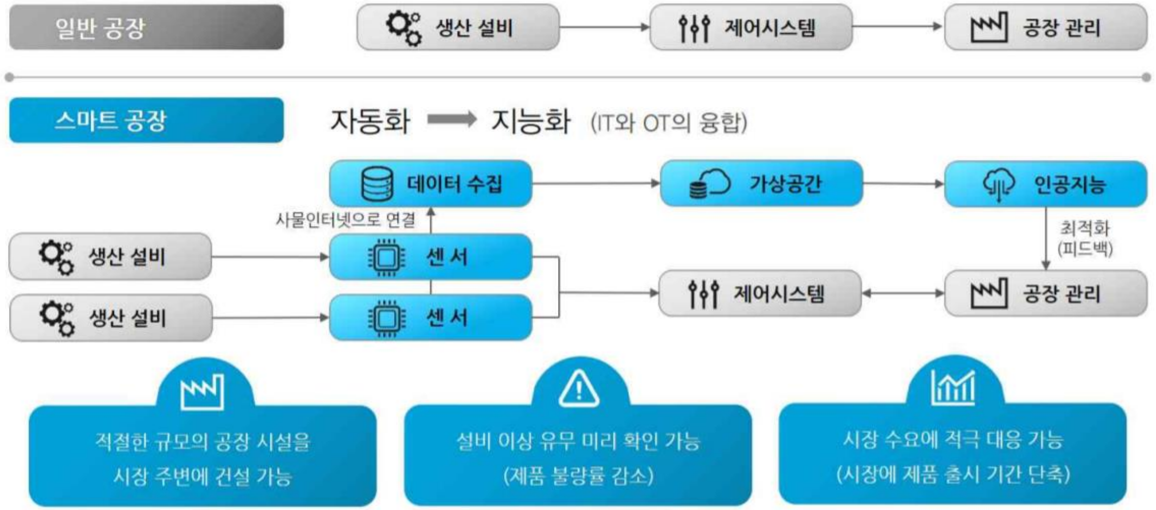
스마트팩토리란?

인더스트리 4.0(Industry 4.0)이 가져오는 생산공장의 혁신적인 변화로, 설계·개발, 제조 및 유통·물류 등 생산과정에 디지털 자동화 솔루션이 결합된 정보통신기술(ICT)을 적용하여 생산성, 품질, 고객만족도를 향상시키는 지능형 생산공장을 의미한다.

공장 내 설비와 기계에 사물인터넷(IoT)를 설치하여 공정 데이터를 실시간으로 수집하고, 이를 분석해 목적된 바에 따라 스스로 제어할 수 있는 공장을 말한다

구분	1차 산업혁명	2차 산업혁명	3차 산업혁명	4차 산업혁명
시기	18세기 후반	20세기 초반	1970년대 이후	2020년 이후
혁신부문	증기의 동력화	전력, 노동 분업	전자기기, ICT혁명	ICT와 제조업 융합
커뮤니케이션 방식	책, 신문 등	전화기, TV 등	인터넷, SNS 등	IoT, IoS
생산방식	생산기계화	대량생산	부분자동화	시뮬레이션을 통한 자동생산
생산통제	사람	사람	사람	기계 스스로

* 출처 : KSA 한국표준협회, 인포그래픽-4차 산업혁명, 융복합 기술에 기반한 산업의 진화 (2016.08)



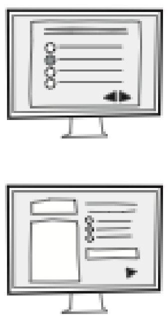
* 출처 : 대한민국제조혁신 콘퍼런스(KMAC), 한국인더스트리4.0협회

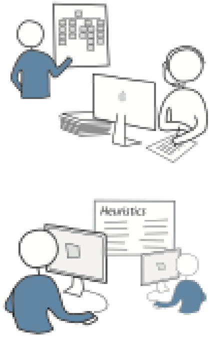
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

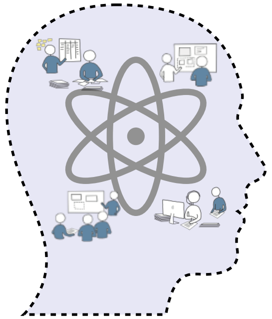
스마트팩토리란?

[자동(율)화 로드맵]

			Autonomy
		Optimization	Optimization
	Control & Actuation	Control & Actuation	Control & Actuation
Monitoring & Sensing	Monitoring & Sensing	Monitoring & Sensing	Monitoring & Sensing
Connectivity			
- 내부 센서와 외부 소스를 통해 종합적인 모니터링 - 모니터링을 바탕으로 변화에 대한 경고 및 알림 제공	- 모니터링 결과를 바탕으로 제품/서비스의 기능제어 - 제어를 통한 동작 - Connected 환경이라면 원격 모니터링·제어·동작 가능	- 모니터링, 제어 및 동작의 결과를 제품/서비스 운영 최적화하는 알고리즘으로 先 세팅 - 알고리즘 결과에 따라 동작	- 자율적인 제품 운영 가능 - 상황에 맞게 스스로 모니터링, 제어 및 동작하며 자체 조정 및 자동화





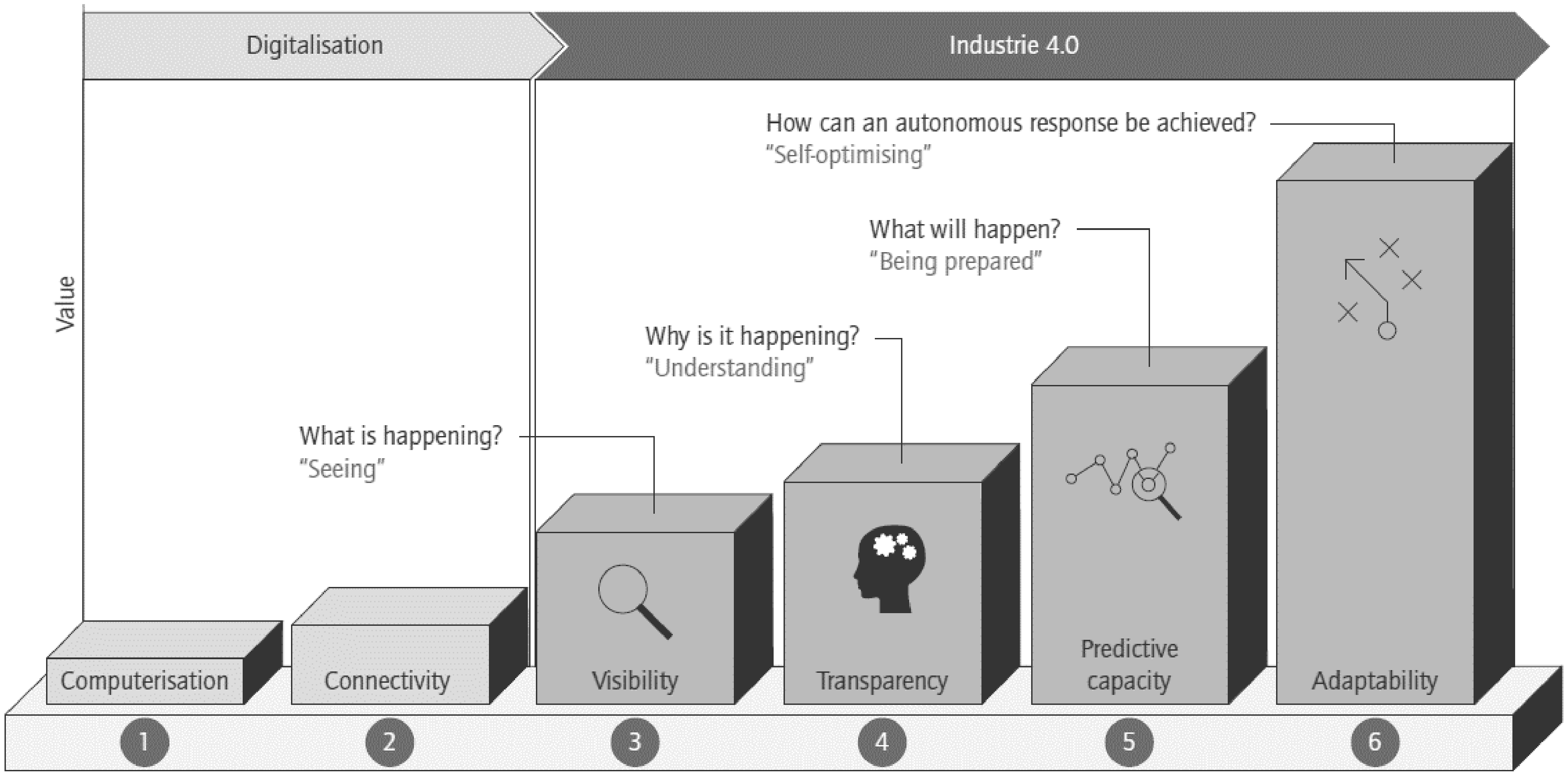


*출처 : Harvard Business Review(2014)

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

스마트팩토리란?

[Smart Factory Maturity Level]



*출처 : Acatech(독일공학한림원), Industrie 4.0 Maturity Index

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

스마트팩토리란?

[Smart Factory Maturity Level]

Computerization	Connectivity	Visibility	Transparency	Predictive Capacity	Adaptability
ICT 활용	데이터 수집	실시간 모니터링	자동 원인분석	예지보전	자율제어

머신 러닝

Digitalization (현재 단계)

Industry 4.0

- 실시간 생산 신호 분석을 통한 제품 불량 검출
- 설비/장비의 작동신호 분석을 통한 고장/이상 예지(초기단계 감지)

- 재학습을 통한 제품 불량신호 학습
- 강화학습을 통한 고장신호 추가학습

*출처 : 현대BS&C 스마트팩토리 이해와 추진

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

스마트팩토리란?

[Smart Factory Maturity Level]

Computerization	Connectivity
ICT 활용	데이터 수집

Digitalization

(현재 단계)

IoT기반의 데이터 수집

- 생산 지점 정보 관리 시스템 (POP)
- 제조 실행 시스템 (MES)
- 전사적 자원관리 (ERP)
- 공급 사슬 관리 (SCM)
- 산업용 사물인터넷(iIoT)

:

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

스마트팩토리란?

[Smart Factory Maturity Level]

Visibility	Transparency
실시간 모니터링	자동 원인분석

머신 러닝

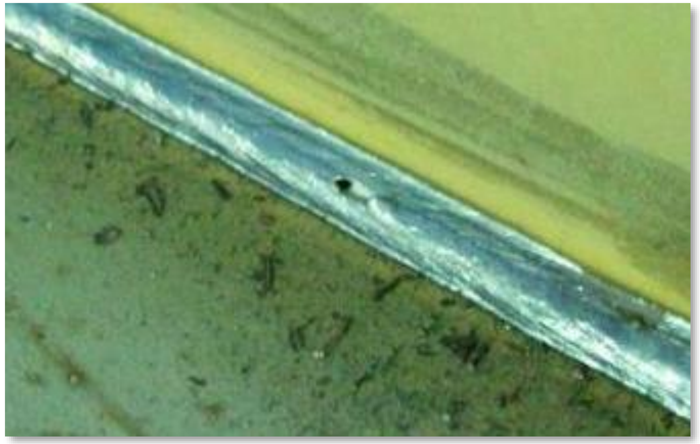
생산현장의 변화를 가시화하고 원인을 이해

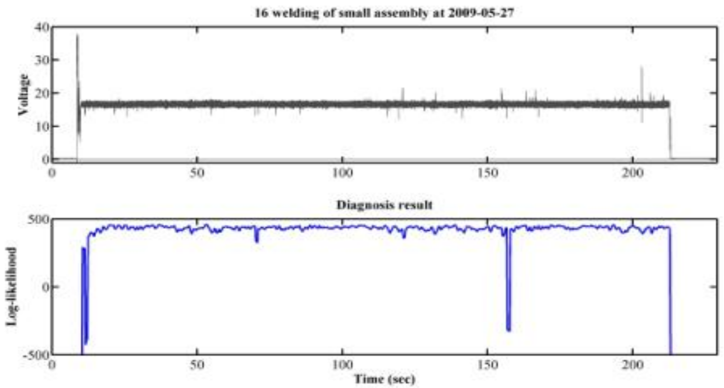
- 용접 품질관리 시스템
- 기계가공 품질관리 시스템
- 설비/장비 고장 예지진단
- 조립품 작동검사

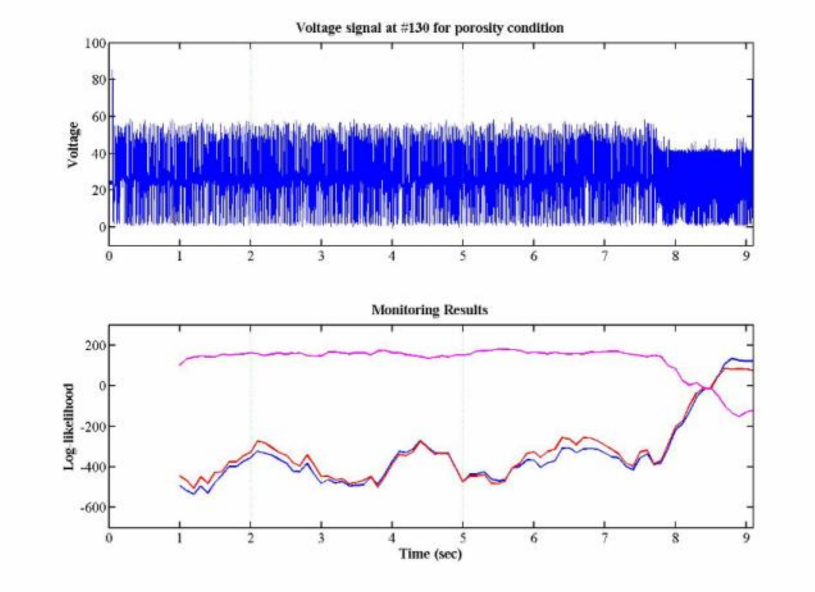
:

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 아크용접 품질관리

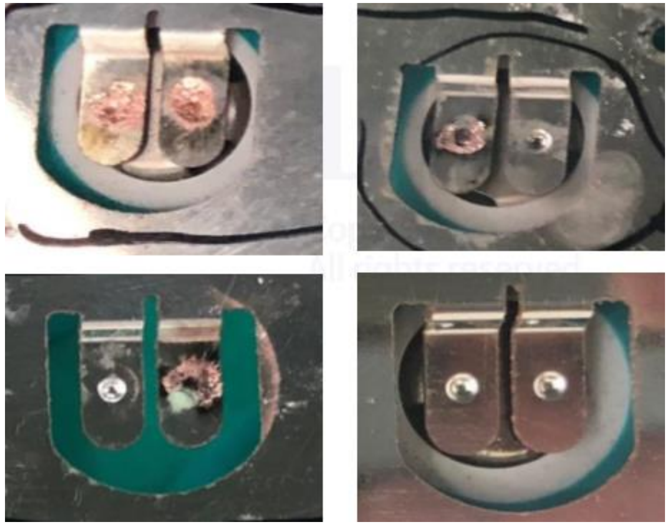


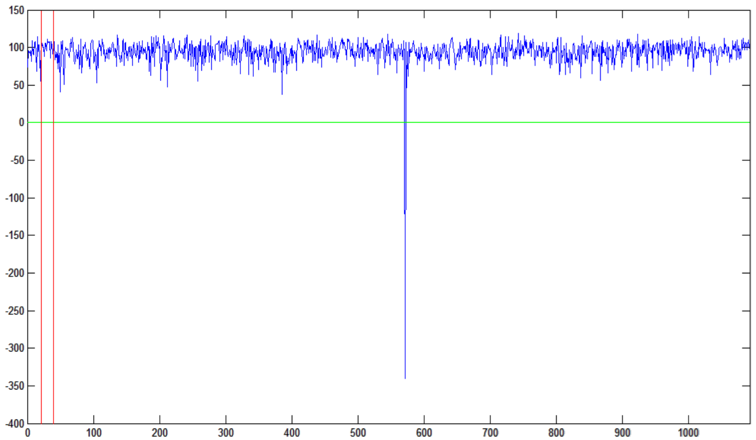


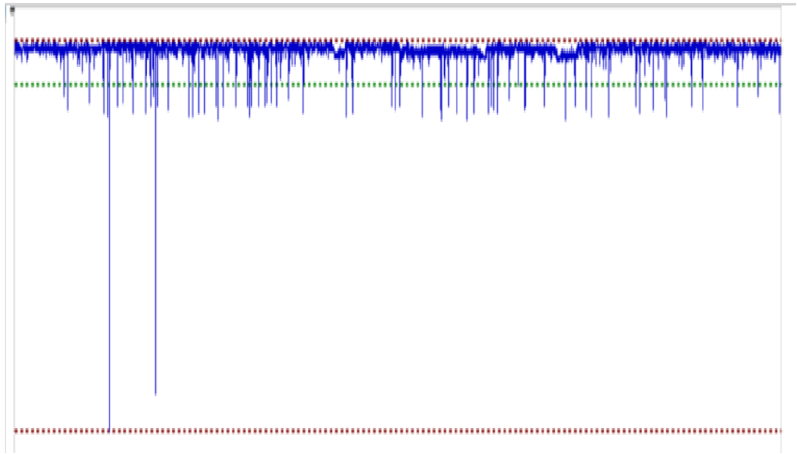


Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 저항용접 품질관리





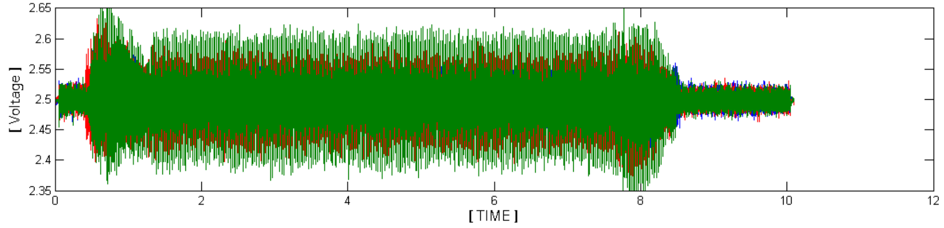


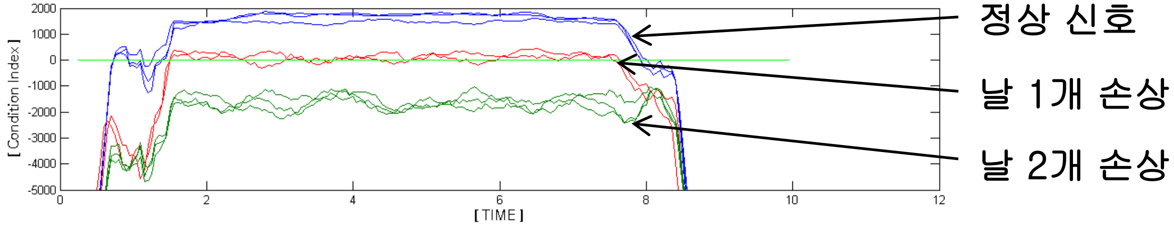
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

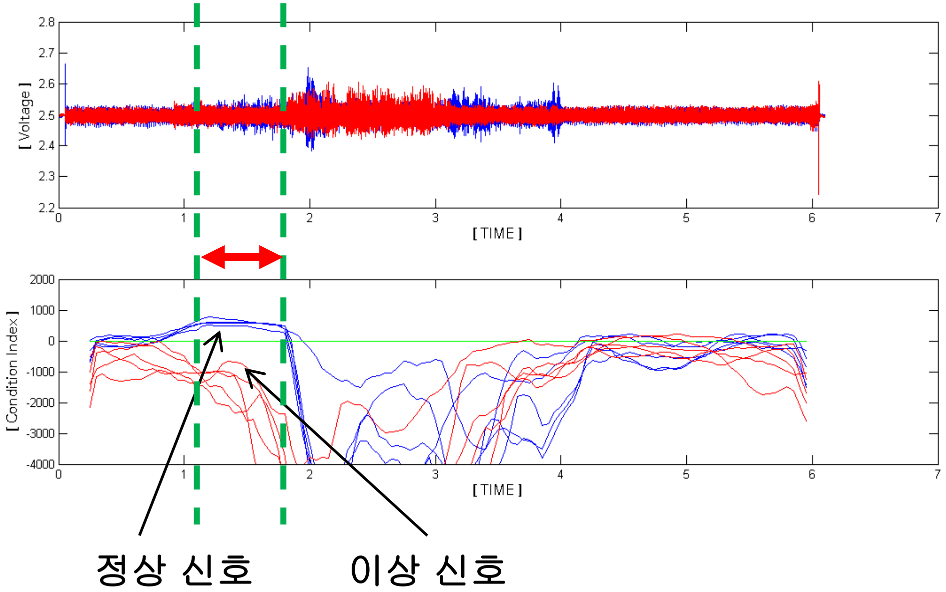
제조업에서 머신러닝의 활용 기계가공 품질관리

Face-mill

Drill





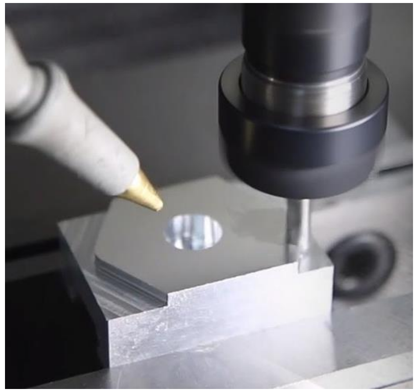


Innovation in Signal Analysis

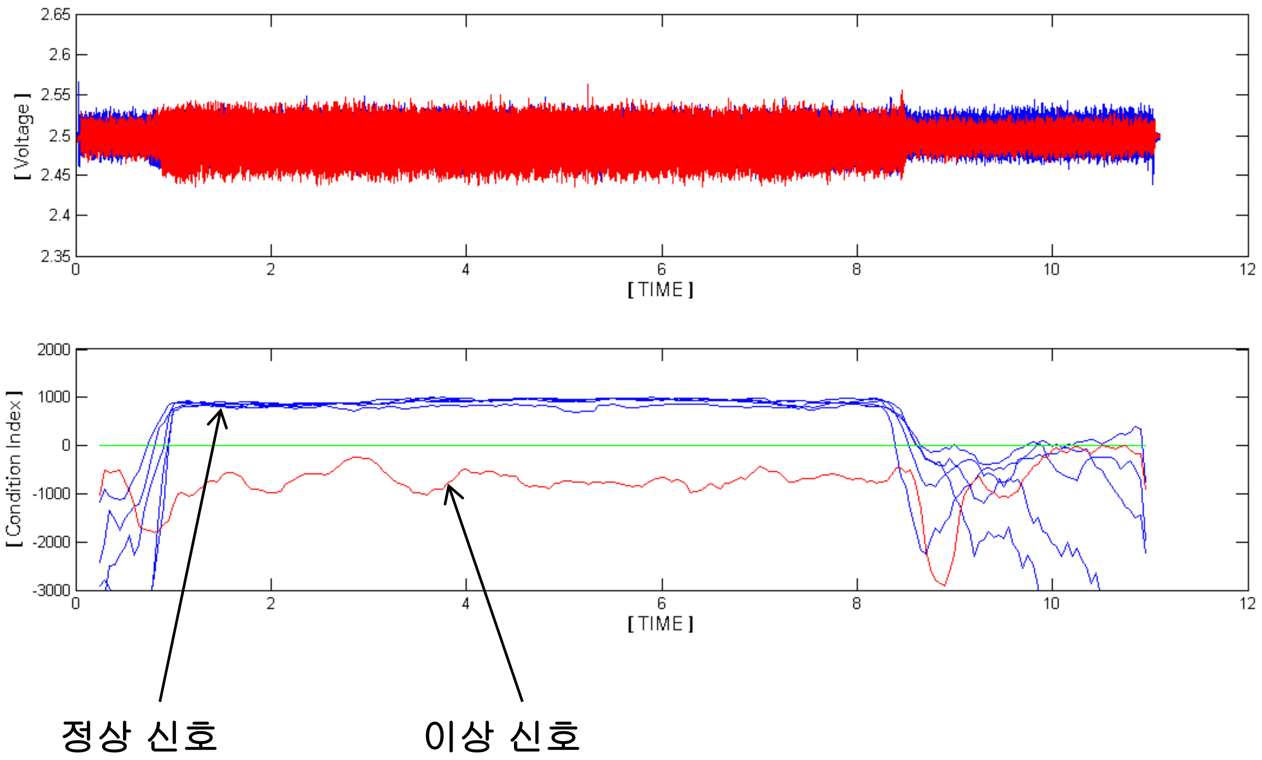
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

innoSiGNAL

제조업에서 머신러닝의 활용 기계가공 품질관리

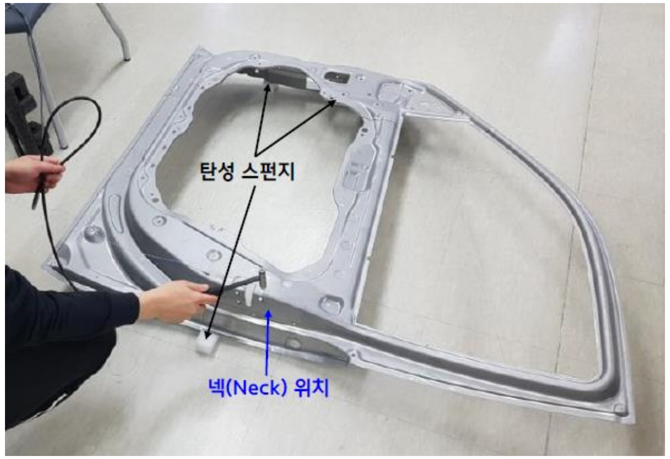


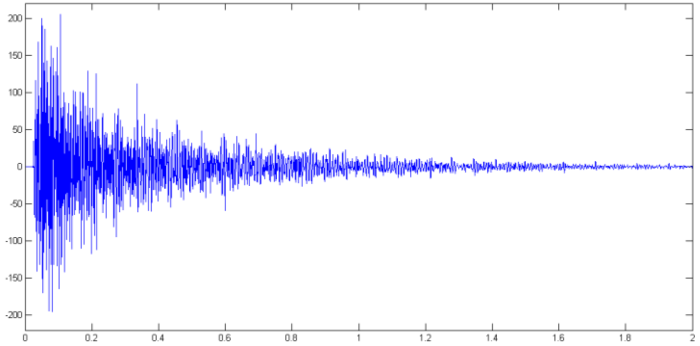
End-mill

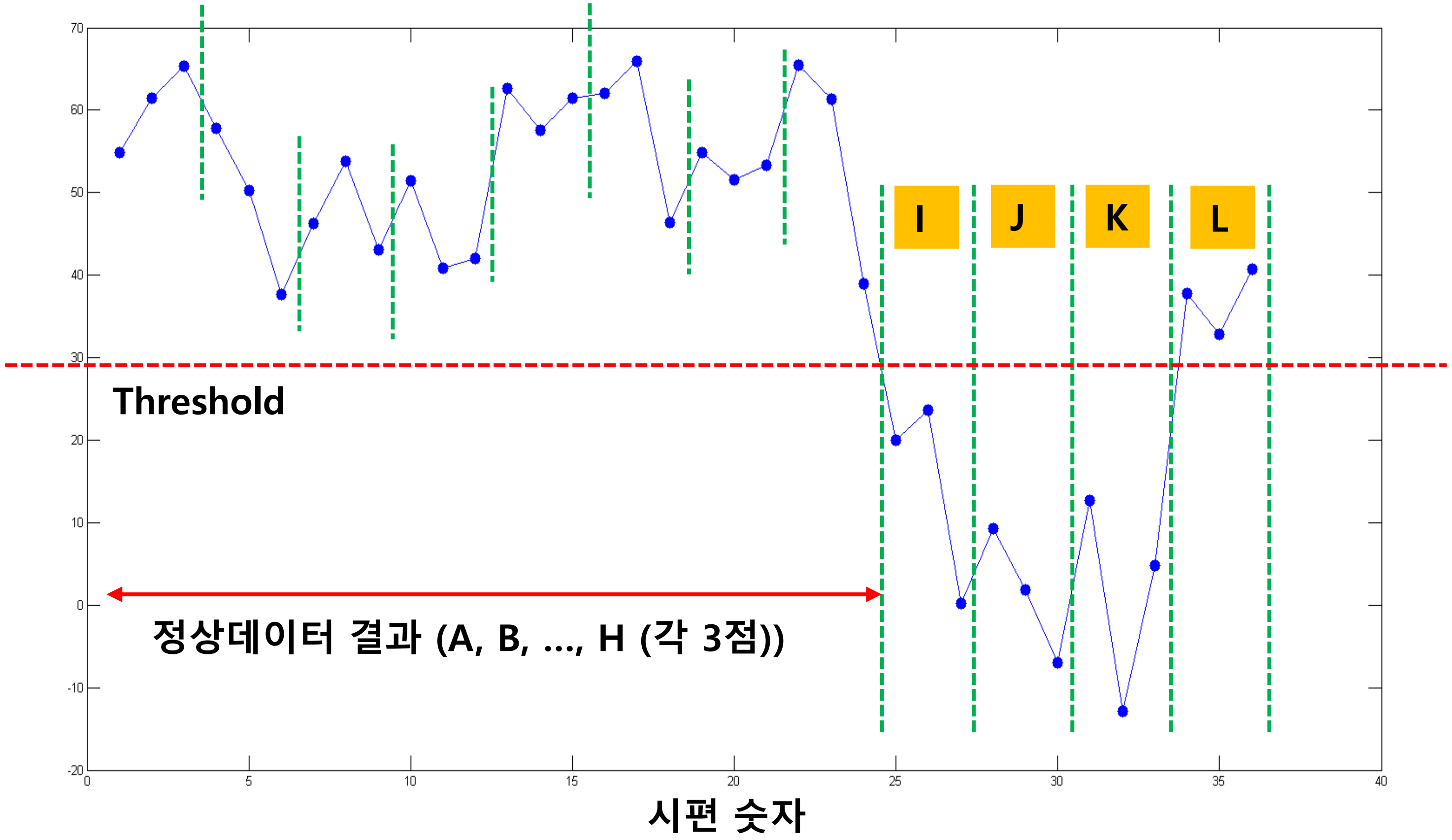


Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 프레스 공정 결함 감지시험



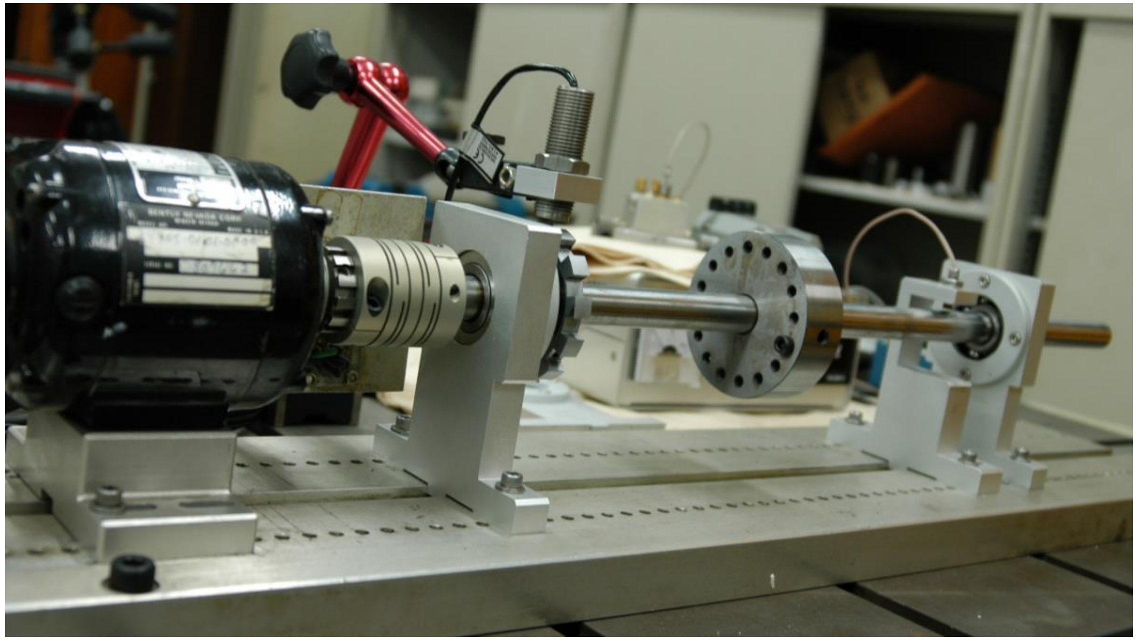


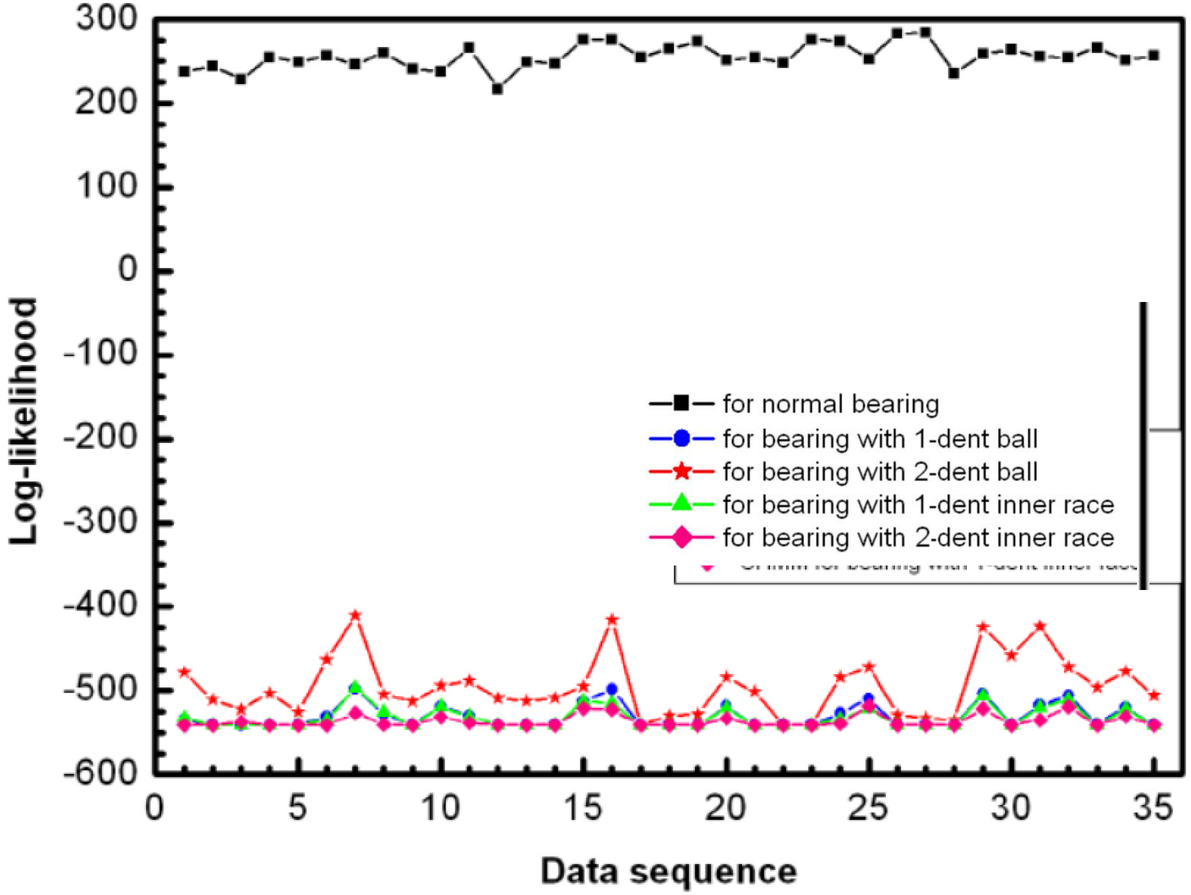


Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 베어링 고장진단 시험

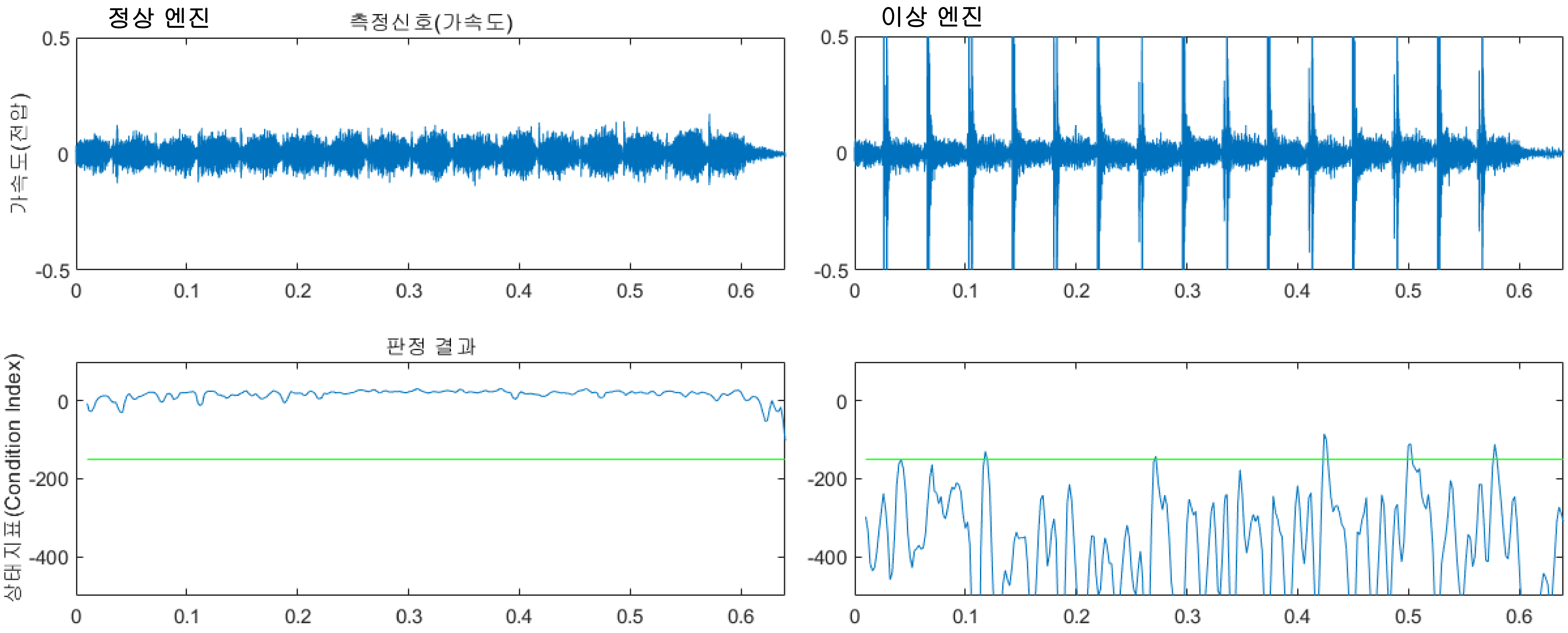
- 볼베어링 결함 감지실험
- Ball과 Inner Race에 미세한 결함을 가한 후 실험





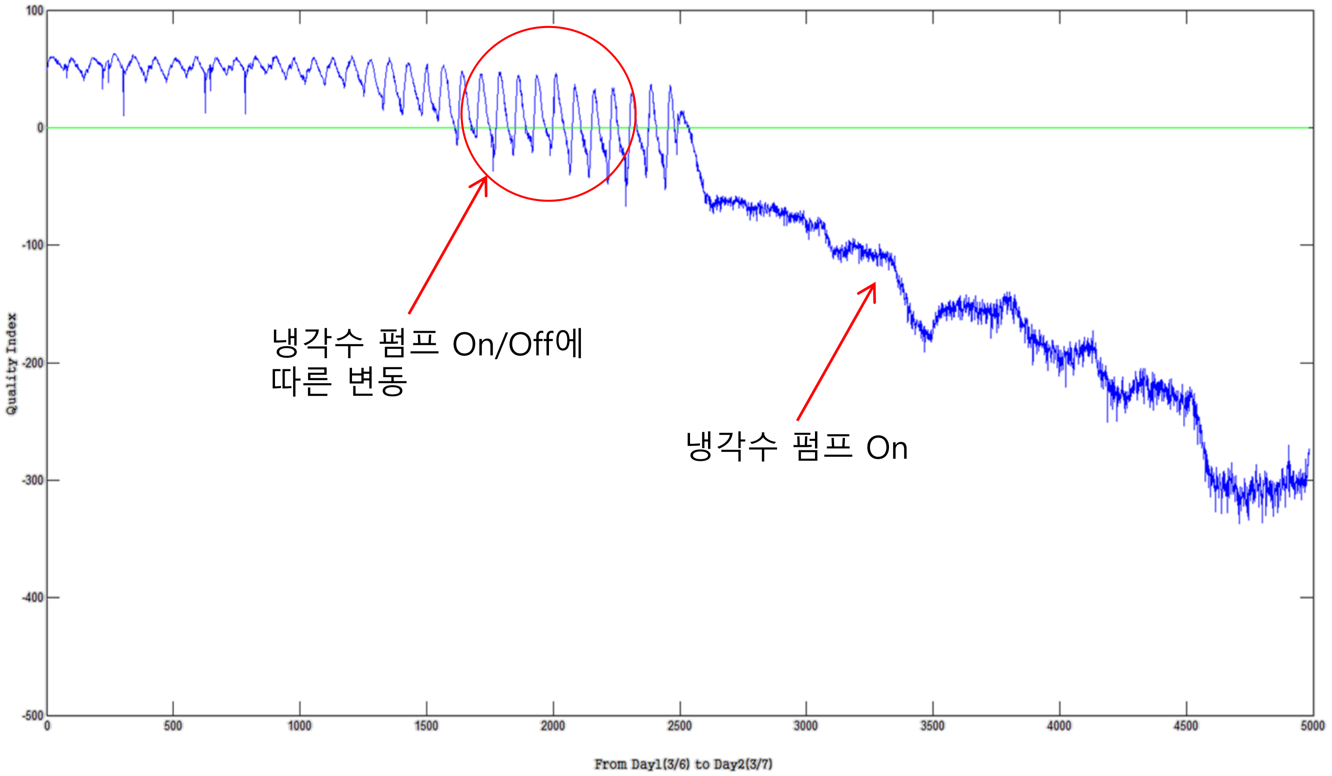
Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 자동차 엔진 모터링 테스트



Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업에서 머신러닝의 활용 베어링 고장 예지진단 시험



Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업의 미래

[Smart Factory Maturity Level]

Predictive Capacity	Adaptability
예지보전	자율제어

향후 일을 예측하며 최선의 조건 추천

- 빅데이터 분석을 통하여 시뮬레이션 및 적합한 결과 도출
- 생산성 하락 등의 중요 이벤트 예측
- 완전한 고장 발생 전 유지보수 조절
- 예측 기반의 자동 작업수행
- 데이터 기반의 자율 의사결정 지원

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.

제조업의 미래

- 빅데이터 축적에 따른 불량률 지속적 감소
- 고장에 대한 선지적 대응을 통한 생산 효율 증대
- 실시간 감지 및 재학습을 통한 공정 개선

》 가치 사슬의 효율성 증가와 자원관리 및 활용 최적화를 통한 제조업의 혁신

Copyright © 2019 innoSiGNAL Co., Ltd. All rights reserved.