



기온 예측을 통한 결로 발생 여부 분석 및 분석 모델 개발

파란만장 최재진 황지상

CONTENTS

1. 주제 선정 배경

1-1 철강생산 전망
1-2 분석 방향

2. 활용 데이터 설명

2-1 활용 데이터 정의 및 출처
2-2 데이터 전처리

3. 데이터 분석 기법

3-1 모델 파이프 라인
3-2 모델 선정 배경

4. 모델 학습

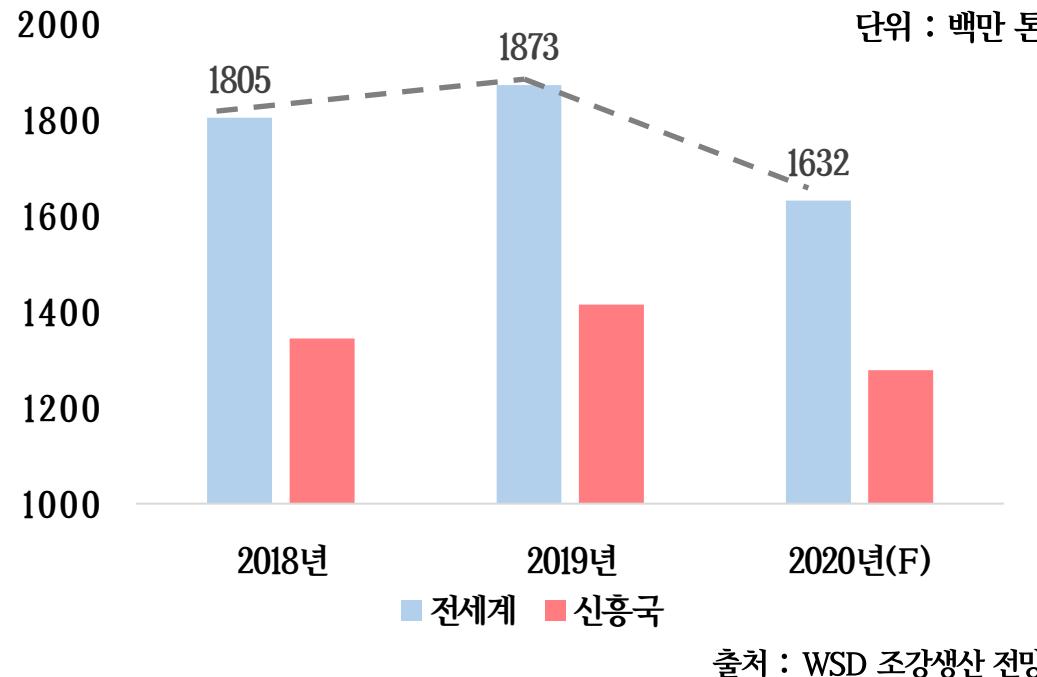
4-1 변수 상관관계 분석
4-2 공장 내부 변수 모델링
4-3 공장 내·외부 온도 예측 모델링

4-4 시계열 데이터 적용
4-5 최종 모델

5. 분석 결과

5-1 분석 결과 및 한계점
5-2 분석 활용방안 및 기대효과

글로벌 철강생산 전망



전년대비 **12.9% 감소**가 예상됨에 따라 기존 고객사 유지와 새로운 고객사 유치의 중요성 증가

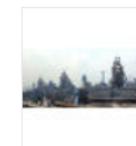
현대제철의 방향성



제철소 10주년 맞은 현대제철, 'HIT' 혁신 추진 선포

조선비즈 | 2020.04.02. | 네이버뉴스 |

현대제철은 제철소 가동 10주년을 맞아 철강산업 본원의 경쟁력을 확보하기 위한 혁신을 시작한다고 2일... 안전·품질·생산의 결과가 좌우되는 설비의 성능을 저하시키는 인적·물적 불합리 요소를 발굴하고, 근원적인...



현대제철 '스마트 엔터프라이즈' 혁신으로 고객 가치 극대화

프라임경제 | 2020.03.26. |

현대제철 관계자는 "본원적 경쟁력에 방점을 두고 최적 생산, 최고 수익 실현을 통한 질적 성장을 추구할 계획"이라며 "이를 위해 수익성 중심의 경영체제를 확립하고 세계 최고의 기술력과 품질 수준을 확보해 나가고...



현대제철, 전기로에 빅데이터 심었다

글로벌이코노믹 | 2020.04.28. |

스마트 관리 시스템을 갖춘다는 얘기다. 현대제철은 이번 시스템을 구축하기 위해 지난 5개월간 약 6억6000만... 또 레이저센서를 설치해 철 스크랩을 운반하는 크레인 위치가 전자 맵에 실시간 표시되도록 했다. 이에 따라...



전사 품질 관리지표 모니터링 고도화
주요 제품·사업장별 품질항목 실시간 관리 시스템 도입

공정 외적으로 품질에 영향을 미치는 요소

'결로'

결로의 직접적인 발생 원인은 무엇인가?

이슬점이 실제로 결로에 얼마나 영향을 미치나?

공장 외부의 온·습도가 내부에 영향을 주지 않을까?

코일의 24시간, 48시간 후 온도 변화를 예측할 수 없을까?

주변 지역의 온·습도로 공장 외부의 24시간, 48시간 후 온·습도를 예측할 수 없을까?

사용 데이터 정보

출처



내용

현대제철 당진제철소 냉연공장 데이터

특성

공장 내부 온·습도, 공장 외부 온·습도,
코일 온도, 결로 발생 여부

기간

2016. 04. 01 00:00 ~ 2019. 03. 31 23:50



당진시 송악읍 동네 예보 데이터

송악읍 날씨, 기온, 풍향, 풍속, 강수량, 습도

2016. 04. 01 00:00 ~ 2020. 05. 31 23:00

제 1 냉연공장 Raw 데이터	측정 일자	1번 위치 대기온도	1번 위치 대기 상대습도	1번 위치 코일 표면 온도	공장 외부 대기온도	공장 외부 대기 상대습도	1번 결로 발생여부	2번 결로 발생여부	3번 결로 발생여부
	2016-07-05 23:00	26.33	73.96	26.43	24.94	21.87	0	0	0
	2016-07-06 0:00	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	2016-07-06 1:00	25.26	72.19	25.93	24.56	21.32	0	0	0



결측 데이터 제거

제 1 냉연공장 수정 데이터	측정 일자	1번 위치 대기온도	1번 위치 대기 상대습도	1번 위치 코일 표면 온도	공장 외부 대기온도	공장 외부 대기 상대습도	1번 결로 발생여부	2번 결로 발생여부	3번 결로 발생여부
	2016-07-05 23:00	26.33	73.96	26.43	24.94	21.87	0	0	0
	2016-07-06 1:00	25.26	72.19	25.93	24.56	21.32	0	0	0

제 1 냉연공장 데이터	측정 일자	1번 위치 대기온도	1번 위치 대기 상대습도	공장 외부 대기 상대습도	1번 결로 발생여부	2번 결로 발생여부	3번 결로 발생여부
	2016-07-19 18:00	22.39	55.46	62.94	0	0	0
	2016-07-19 21:00	17.81	62.64	76.95	0	0	0
송악읍 기상 데이터	일	시간	날씨	습도	강수량	기온	풍향
	1	0	0	57	0	17.3	390
	1	100	0	49	0	19.3	390

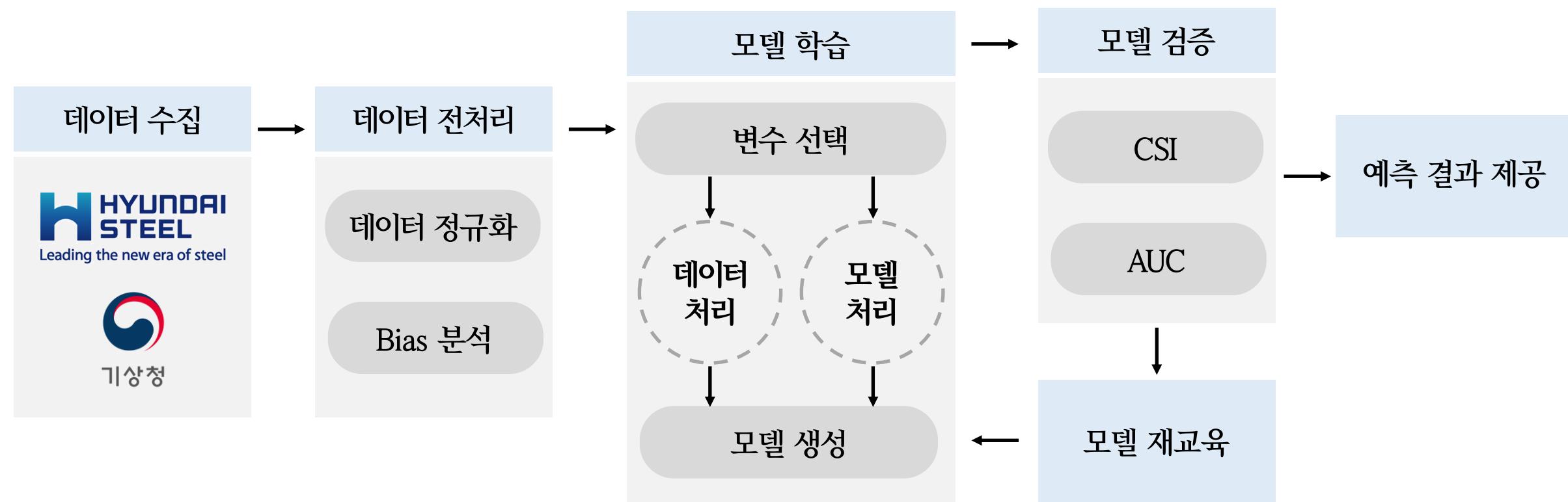


측정 일자 일치화 : 공장 데이터와 동일한 형태로 변경

제 1 냉연공장 데이터	측정 일자	1번 위치 대기온도	1번 위치 대기 상대습도	송악읍 기상 데이터	측정 일자	날씨	습도
	일	시간	날씨		습도	기온	풍향
	1	0	0		57	17.3	390
	1	100	0		49	19.3	390

분석 목표

공장 외부인 당진 송악읍의 온·습도 변화 예측을 기준으로
머신러닝 기반 예측모델을 개발해 철강제품의 결로 발생 여부 예측



Multiple Linear Regression

- 여러 개의 독립변수(x)들로 종속변수(y)를 예측하는 선형 회귀 모형
 - Standardized Coefficients를 통해 각 독립변수가 종속변수에 얼마나 영향을 미치는지 파악
- 외부 기상 데이터(x)를 바탕으로 공장 내부의 온도와 코일 온도(y)를 예측

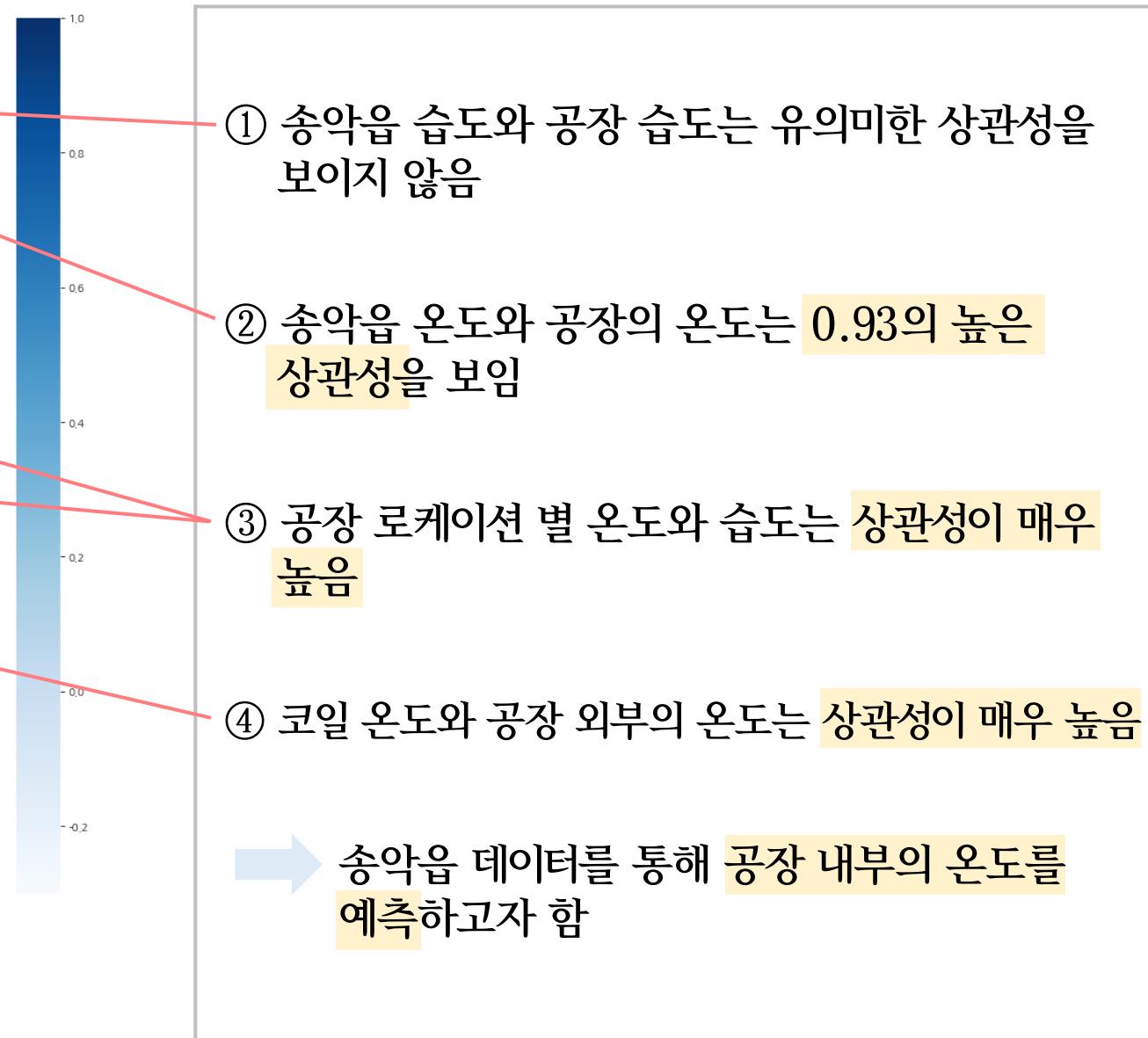
Time-Series Analysis

- 시계열 자료를 분석해 여러 변수들의 인과관계를 분석
- 하루 동안 공장 내부의 온·습도 변화 추세를 파악

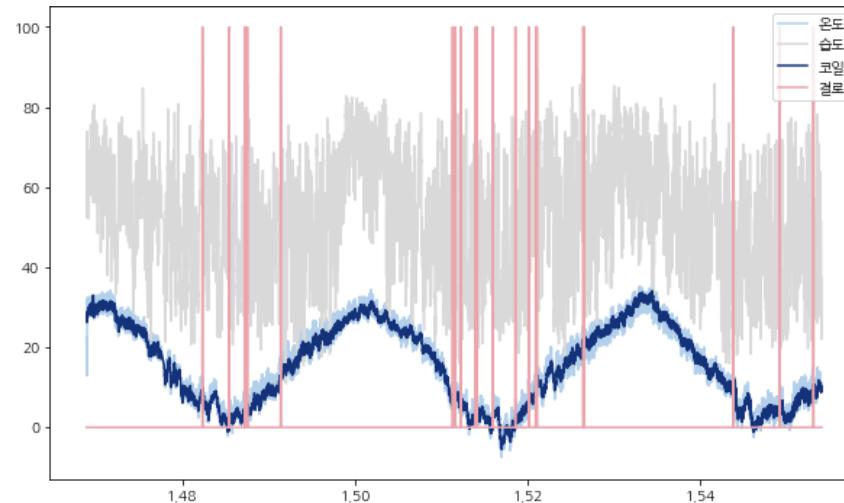
Binary Logistic Regression

- 여러 개의 독립변수(x)들로 종속변수(y)를 분류하는 예측 모형
 - 종속 변수의 결과가 두 개인 이진 카테고리(0, 1)로 존재
- 공장 내부 예측 데이터(x)를 바탕으로 결로 발생 여부(y)를 예측

	index	humidity	rains	temperature	wind_dir	wind_vel	plant1_train.tem_in_loc1	plant1_train.tem_in_loc2	plant1_train.tem_in_loc3	plant1_train.tem_in_loc1	plant1_train.tem_in_loc2	plant1_train.tem_in_loc3	plant1_train.hum_in_loc1	plant1_train.hum_in_loc2	plant1_train.hum_in_loc3	plant1_train.tem_coil_loc1	plant1_train.tem_coil_loc2	plant1_train.tem_coil_loc3	plant1_train.tem_out_loc1	plant1_train.hum_out_loc1	plant1_train.cond_loc1	plant1_train.cond_loc2	plant1_train.cond_loc3
index	1.00	0.17	0.09	0.47	-0.05	-0.08	0.47	0.46	0.46	0.24	0.22	0.23	0.47	0.46	0.46	0.45	0.17	-0.00	-0.01	-0.02			
humidity	0.17	1.00	0.22	0.23	-0.25	-0.30	0.37	0.37	0.38	0.48	0.44	0.43	0.32	0.32	0.32	0.40	0.29	0.10	0.12	0.14			
rains	-0.09	0.22	1.00	0.05	-0.07	0.00	0.07	0.07	0.07	0.14	0.13	0.13	0.07	0.07	0.07	0.08	0.10	0.04	0.05	0.06			
temperature	0.47	0.23	0.05	1.00	-0.19	-0.11	0.93	0.92	0.92	0.46	0.43	0.41	0.93	0.93	0.93	0.90	0.29	-0.02	-0.04	-0.05			
wind_dir	-0.05	-0.25	-0.07	-0.19	1.00	0.23	-0.22	-0.21	-0.21	-0.05	-0.05	-0.05	-0.21	-0.20	-0.20	-0.20	-0.05	-0.04	-0.01	0.00			
wind_vel	-0.08	-0.30	0.00	-0.11	0.23	1.00	-0.20	-0.20	-0.19	0.07	0.09	0.08	-0.18	-0.17	-0.17	-0.19	0.10	0.03	0.04	0.05			
plant1_train.tem_in_loc1	0.47	0.37	0.07	0.93	-0.22	-0.20	1.00	1.00	1.00	0.37	0.31	0.29	0.99	0.99	0.99	0.98	0.16	-0.03	-0.04	-0.05			
plant1_train.tem_in_loc2	-0.46	0.37	0.07	0.92	-0.21	-0.20	1.00	1.00	1.00	0.37	0.30	0.28	0.99	0.99	0.99	0.98	0.14	-0.02	-0.03	-0.05			
plant1_train.tem_in_loc3	0.46	0.38	0.07	0.92	-0.21	-0.19	1.00	1.00	1.00	0.38	0.31	0.29	0.99	0.99	0.99	0.98	0.14	-0.02	-0.03	-0.04			
plant1_train.hum_in_loc1	0.24	0.48	0.14	0.46	-0.05	0.07	0.37	0.37	0.38	1.00	0.98	0.97	0.35	0.36	0.37	0.38	0.81	0.11	-0.22	0.25			
plant1_train.hum_in_loc2	-0.22	0.44	0.13	0.43	-0.05	0.09	0.31	0.30	0.31	0.98	1.00	0.99	-0.30	-0.30	0.31	0.31	0.85	0.16	0.21	0.24			
plant1_train.hum_in_loc3	-0.23	0.43	0.13	0.41	-0.05	0.08	0.29	0.28	0.29	0.97	0.99	1.00	0.29	0.28	0.29	0.29	0.88	0.15	0.20	0.23			
plant1_train.tem_coil_loc1	-0.47	0.32	0.07	0.93	-0.21	-0.18	0.99	0.99	0.99	0.35	0.30	0.29	1.00	1.00	1.00	0.96	0.18	-0.05	-0.07	-0.09			
plant1_train.tem_coil_loc2	-0.46	0.32	0.07	0.93	-0.20	-0.17	0.99	0.99	0.98	0.36	0.30	0.28	1.00	1.00	1.00	0.95	0.18	-0.05	-0.07	-0.09			
plant1_train.tem_coil_loc3	-0.46	0.32	0.07	0.93	-0.20	-0.17	0.99	0.99	0.99	0.37	0.31	0.29	1.00	1.00	1.00	0.96	0.19	-0.05	-0.05	-0.08			
plant1_train.tem_out_loc1	-0.45	0.40	0.08	0.90	-0.20	-0.19	0.98	0.98	0.98	0.38	0.31	0.29	0.96	0.95	0.96	1.00	0.07	0.00	-0.00	-0.02			
plant1_train.hum_out_loc1	-0.17	0.29	0.10	0.29	-0.05	0.10	0.16	0.14	0.14	0.81	0.85	0.88	0.18	0.18	0.19	0.07	1.00	0.08	0.11	0.14			
plant1_train.cond_loc1	-0.00	0.10	0.04	-0.02	-0.04	0.03	-0.03	-0.02	-0.02	0.17	0.16	0.15	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	0.08	1.00	0.73	0.60			
plant1_train.cond_loc2	-0.01	0.12	0.05	-0.04	-0.01	0.04	-0.04	-0.03	-0.03	0.22	0.21	0.20	-0.07	-0.07	-0.06	-0.00	0.11	0.73	1.00	0.79			
plant1_train.cond_loc3	-0.02	0.14	0.06	-0.05	-0.00	0.05	-0.05	-0.05	-0.04	0.25	0.24	0.23	-0.09	-0.09	-0.08	-0.02	0.14	0.60	0.79	1.00			

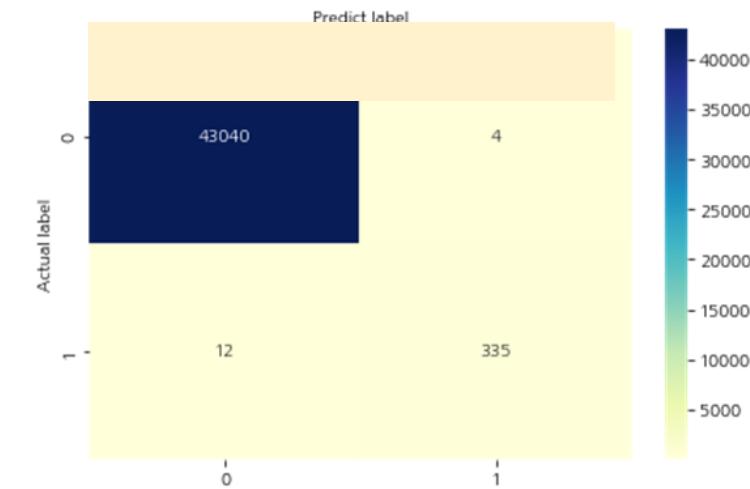


결로 발생 원인 분석



- 환절기와 겨울에 자주 발생
 - 코일의 열전도율이 공기의 열전도율보다 높음
 - * 1기압 기준
 - 공기의 열전도율 $0.025 \text{ W/m}\cdot\text{k}$
 - 냉열 강판의 열전도율 $40 \text{ W/m}\cdot\text{k}$
 - 이슬점과 코일 온도를 통해 결로의 발생을 예측하는 로지스틱 회귀분석 학습

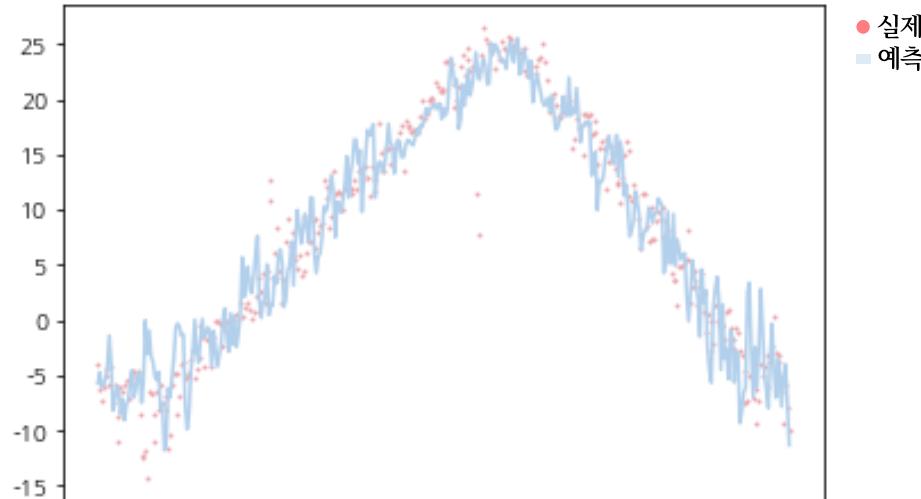
로지스틱 회귀분석 학습



	정밀도	재현율	F1 스코어
분석 결과	0.9882	0.9654	0.9767

→ 결로의 직접적인 발생 원인은 이슬점과 코일 온도의 관계라는 것을 도출

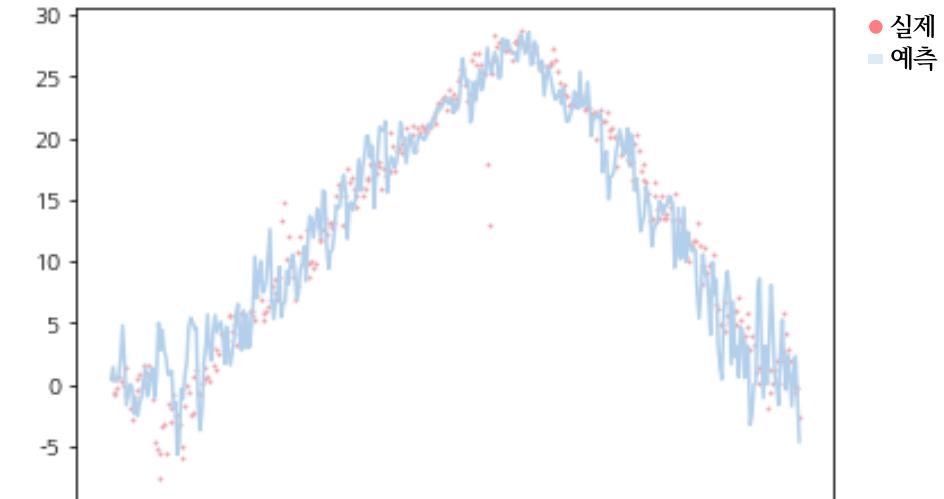
공장 외부 온도 예측 비교



- Linear Regression을 통해
당진읍 데이터를 바탕으로 공장 외부 온도 예측

분석 결과	R2 스코어
	0.9098

공장 내부 온도 예측 비교

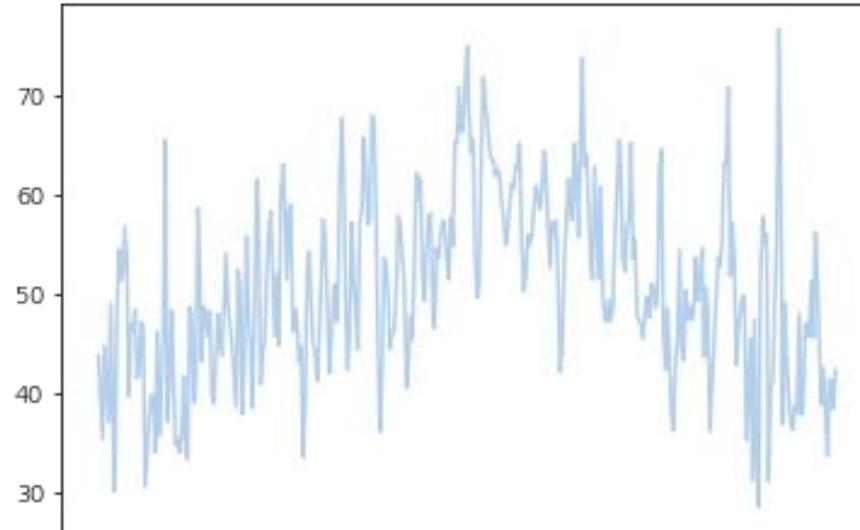


- Linear Regression을 통해
당진읍 데이터를 바탕으로 공장 내부 온도 예측

분석 결과	R2 스코어
	0.9253

- 선형회귀를 통해 공장 내부 온도와 코일 온도의
Max, Min, Mean을 예측

공장 내부 습도 변화

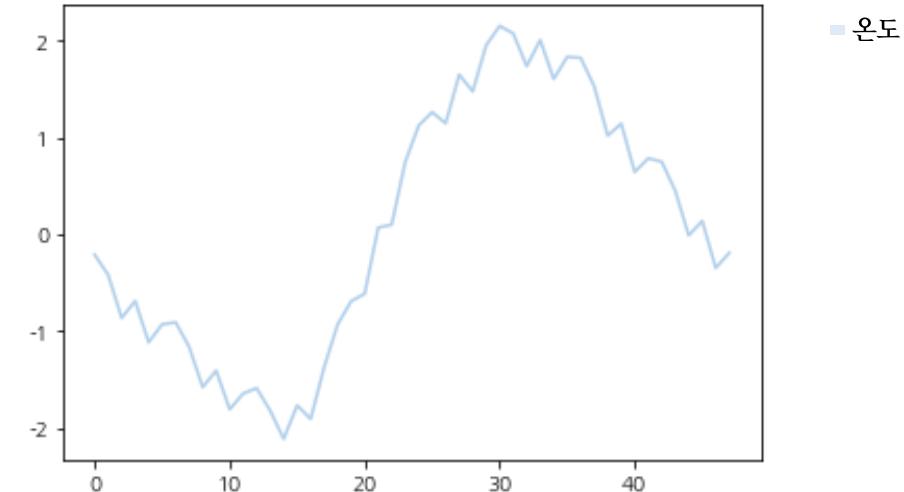


2018년 연간 공장 내부 습도 변화

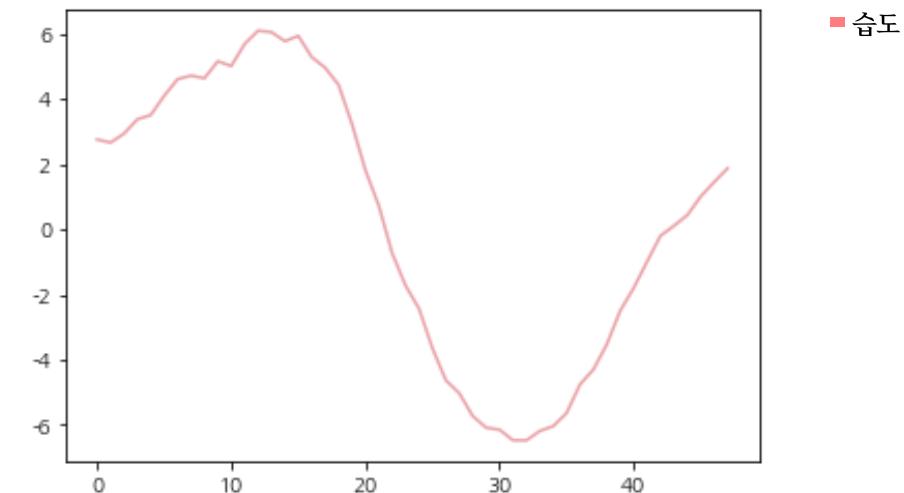
- 습도의 분포가 불규칙적임에 따라 예측의 어려움 존재

→ 공장 내부의 일일 온·습도 변화 추세를 통해
시간별 온·습도 변화 예측

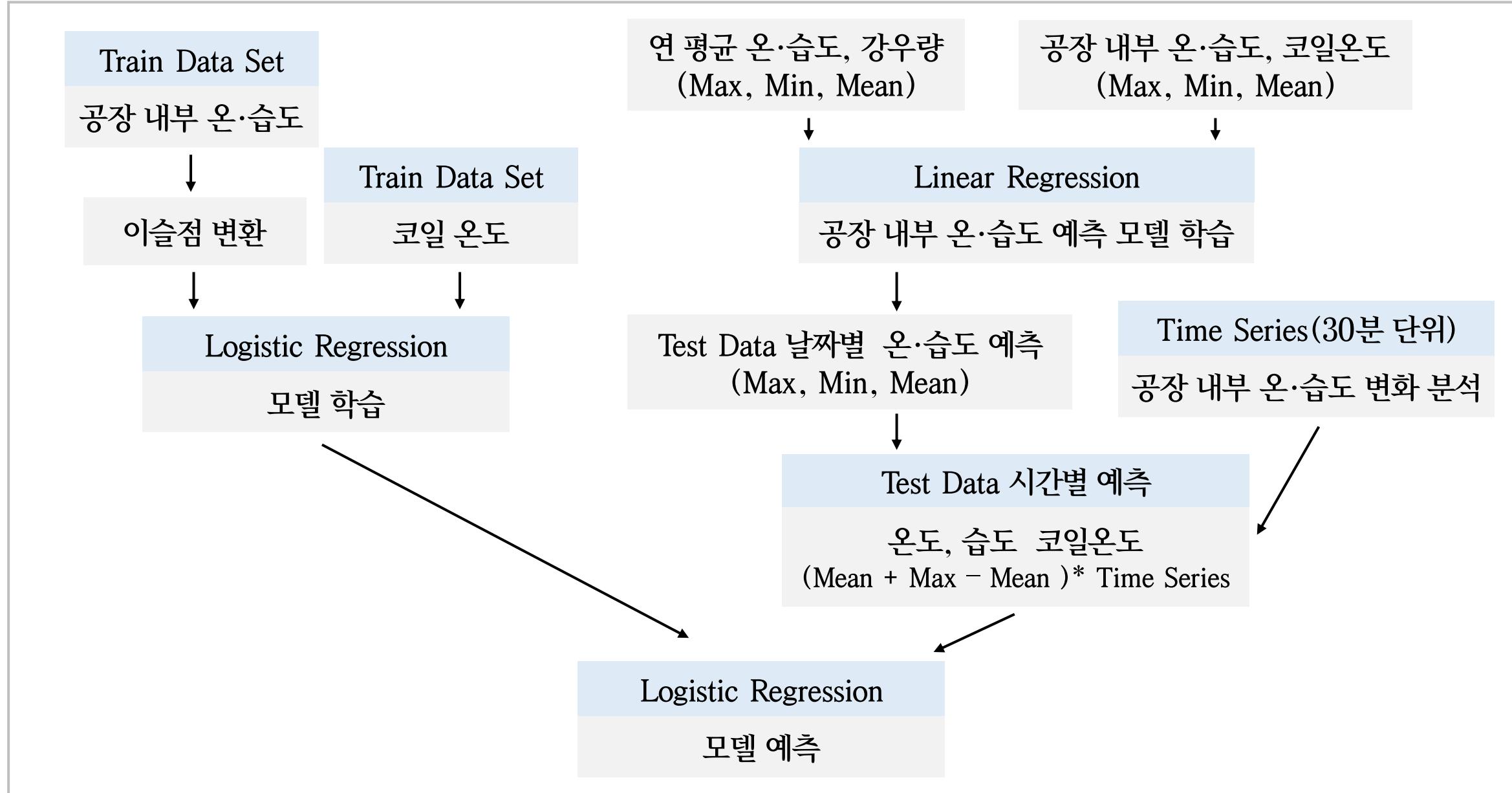
온·습도 시계열 변화



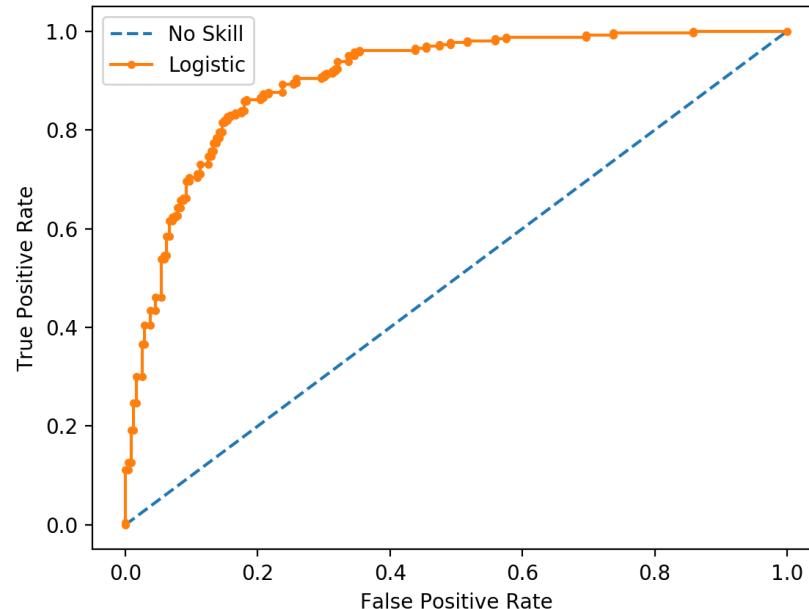
온도



습도



분석 결과



분석 한계점

- 결로의 예측을 위해 여러 단계를 거쳐 오차가 누적
→ 최종 결과의 정확도 감소
- 오차의 감소를 위해 온·습도의 범위로 예측 필요
→ 시계열 분석을 통해 시점에 맞는 Positioning
- 습도 예측이 어려울 정도로 불규칙적으로 산포
→ 습도를 일정하게 관리할 수 있는 방안 필요

	모델 종합 정확도 (CSI)	평균 AUC
분석 결과	7.64%	0.5395

분석 활용 방안



- 기상과 관련된 품질 문제를 사전에 예측
- 예측 결과를 통해 문제가 발생하기 전 조치

분석 기대효과

1. 제품 품질 문제 발생 최소화

→ 기업 이미지 제고 및 고객 서비스 수준 상향

2. 품질 실패비용 감소 기대

→ 품질에 대한 철저한 예방으로 품질 실패비용이 감소할 것이 기대됨

3. 회사 내·외부 데이터의 연계에 따른 시너지 기대

→ 지역 기상 데이터와 현대제철의 데이터를 연계해 불량률 최소화를 통해 비용 절감 효과 기대

감사합니다

기온 예측을 통한 결로 발생 여부 분석 및 분석 모델 개발

波瀾萬丈