

● 생산 데이터 수량 증가량 계산

1.) 투입수량 & Labeling 정리

- 1초단위 개별 Shot Data 가청
- 증가량 Max값 8로 설정 → 최대 Cavity 고려
- 수량 이상 증가량 조치
- 불량수량 증가량 = 0 기준 Normal/ Fault 가청

BatchName	일시	투입수량	양품수량	불량수량
N236012024	2023-06-01 19:31:27	1	1	0
N236012024	2023-06-01 19:31:28	4	4	0
N236012024	2023-06-01 19:31:29	7	7	0
N236012024	2023-06-01 19:31:30	7	7	0
N236012024	2023-06-01 19:31:31	7	7	0
N236012024	2023-06-01 23:15:56	25807	25081	726
N236012024	2023-06-01 23:15:57	25807	25081	726
N236012024	2023-06-01 23:15:58	25807	25081	726
N236012024	2023-06-01 23:15:59	25807	25081	726
N236012024	2023-06-01 23:16:00	25807	25081	726

→

일시	투입수량_N	양품수량_N	불량수량_N
2023-06-01 19:31:27	1.0	1.0	0.0
2023-06-01 19:31:28	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 19:31:29	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 19:31:30	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 19:31:31	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 23:15:56	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 23:15:57	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 23:15:58	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 23:15:59	3.0	3.0	0.0
2023-06-01 23:16:00	3.0	3.0	0.0

※ 최초 투입/양품/불량 0/0/0인 시점 전부 제거 → 생산대기 취급 [수량 정보 알 수 없음]

2.) 입력변수 정리

- TagList 기준 Actual 변수 250개 활용 → "SV" 글자 포함된 Tag설명 제거

1

● 생산데이터 수정사항

1.) 배치 오류 데이터 제거 검사 → [검사 총투입수량 > 생산 총투입수량]

→ 5 / 15 / 19 / 24 / 31 / 36번 배치 생산데이터 제거

→ 총 34개의 배치단위 생산데이터 통합

Batch 5 [INM005 & ISM002] N236062023 생산 시간 ==> 2023-06-06 17:41:00 ~ 2023-06-06 21:28:00 검사 시간 ==> 2023-06-07 07:58:41 ~ 2023-06-07 09:45:02 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 24709 검사수량 = 24740	Batch 24 [INM005 & ISM002] N236162035 생산 시간 ==> 2023-06-16 17:01:00 ~ 2023-06-16 21:08:00 검사 시간 ==> 2023-06-19 07:15:39 ~ 2023-06-19 09:20:13 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 25706 검사수량 = 25745
Batch 15 [INM005 & ISM002] N236142017 생산 시간 ==> 2023-06-14 07:25:00 ~ 2023-06-14 11:56:00 검사 시간 ==> 2023-06-16 07:45:27 ~ 2023-06-16 09:40:20 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 25126 검사수량 = 25171	Batch 31 [INM005 & ISM002] N236162006 생산 시간 ==> 2023-06-18 00:17:00 ~ 2023-06-18 05:03:00 검사 시간 ==> 2023-06-20 06:58:40 ~ 2023-06-20 08:45:57 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 25475 검사수량 = 25554
Batch 19 [INM005 & ISM002] N236152012 생산 시간 ==> 2023-06-15 01:43:00 ~ 2023-06-15 06:49:00 검사 시간 ==> 2023-06-17 15:28:35 ~ 2023-06-17 17:20:10 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 25703 검사수량 = 25761	Batch 36 [INM005 & ISM002] N236162013 생산 시간 ==> 2023-06-19 03:08:00 ~ 2023-06-19 07:03:00 검사 시간 ==> 2023-06-20 19:40:00 ~ 2023-06-21 06:53:00 Batch Error ==> Remove Data	생산수량 = 24823 검사수량 = 25064

2

● 생산데이터 수정사항

2.) 수량 이상 시점 확인

- 증가량 계산 이후 오류 제거

[투입 & 양품 & 불량]				
BatchName	일시	투입수량	양품수량	불량수량
N236132025	2023-06-28 02:35:16	8	3	0

[수량 누락 중단 이후 재계]				
BatchName	일시	투입수량	양품수량	불량수량
N236072024	2023-06-07 15:43:14	852	690	162
N236072024	2023-06-07 15:43:15	852	690	162
N236072024	2023-06-07 15:43:16	1	1	0
N236072024	2023-06-07 15:43:17	4	4	0
N236072024	2023-06-07 15:43:18	7	7	0

[기계오류 발생지점]				
BatchName	일시	투입수량	양품수량	불량수량
N236132025	2023-06-17 23:59:58	25197	24440	757
N236132025	2023-06-17 23:59:59	25197	24440	757
N236132025	2023-06-18 00:00:00	25197	24440	757
N236132025	2023-06-18 00:00:01	25197	24440	757
N236132025	2023-06-18 00:00:02	25483	24716	767

BatchName	일시	투입수량	양품수량	불량수량
N236132025	2023-06-15 16:28:52	2001	1962	439
N236132025	2023-06-15 16:28:53	2001	1962	439
N236132025	2023-06-15 16:28:54	2001	1962	439
N236132025	2023-06-15 16:28:55	2001	1962	439
N236132025	2023-06-15 16:28:56	2080	1929	451

3

3.) 생산시간 (Actual Cycle Time) 고려

- 사용자 : 실적표시:사이클시간 Actual_v_Cycle_time → [3.6 - 5.9] Sec 한정 [제품의 생산시간 약 4-5초]

● 데이터 표준화

1.) 생산데이터 표준화 배경

- 실제 공정의 생산 원리에 입각하여 데이터 정제 → Cavity & CycleTime 활용

- 투입수량 합이 8개 [금형 형개매 1회 왕복 기준 8개 생산] & 제품의 생산시간 약 4-5초 → [완제품 생산 조건]

→ 제품 생산에 대한 원본 데이터

BatchName	생산시간	투입수량	양품수량	불량수량	사용기 : 실적표시:사이클시간_Actual_v_Cycle_time
N236012024	2023-06-01 19:34:23	31	31	0	4.1
N236012024	2023-06-01 19:34:24	32	32	0	4.1
N236012024	2023-06-01 19:34:26	36	36	0	4.1
N236012024	2023-06-01 19:34:26	38	38	0	4.1
N236012024	2023-06-01 19:34:27	39	39	0	4.1

→ 제품 생산에 대한 표준화된 데이터

BatchName	시작	종료	투입 수량	양품 수량	불량 수량	사용기 : 실적표시:사이클시간_Actual_v_Cycle_time	사용기 : 실적표시:계량한위치_Actual_v_Plant_start_pos_Min
[N236012024]	2023-06-01 19:34:23	2023-06-01 19:34:27	8	8	0	4.1	4.154

4

● 데이터 표준화

2.) 생산데이터 표준화 논리

→ 데이터 그룹화 진행 예시

BatchName	생산시간	투입수량	양용수량	불량수량	사용기 : 실제표시:사이클시간_Actual_vxCycle_time	cycletime_group
N236012024	2023-06-01 19:31:27	1	1	0	최초 시점부터 cycletime 증가량 count	4.1
N236012024	2023-06-01 19:31:28	4	4	0		4.1
N236012024	2023-06-01 19:31:29	7	7	0		4.1
N236012024	2023-06-01 19:31:30	7	7	0		4.1
N236012024	2023-06-01 19:31:31	7	7	0		4.1

- 34개의 각 배치단위 생산데이터에서 CycleTime 3.6 ~ 5.9초에 해당하는 부분 선택 & 그룹 지정
- CycleTime별로 그룹화된 데이터에서 투입수량 증가량이 총합 8개인 부분 선택
- 전체 데이터에서 변동이 발생하지 않는 Actual 입력변수 제거 → Ex) 34개의 전체 생산데이터 기준으로 사용기 굽힘 온도의 모든 값이 0일 때

5

● 데이터 표준화

3.) 생산데이터 표준화 예시 확장

BatchName	생산시간	투입수량	양용수량	불량수량	사용기 : 실제표시:사이클시간_Actual_vxCycle_time	group	사용기 : 온도실제표시25(215a)_actual_expression:25
N236022007	2023-06-01 23:26:02	271	266	5		4.4	0
N236022007	2023-06-01 23:26:03	271	266	5		4.4	0
N236022007	2023-06-01 23:26:04	271	266	5		4.4	0
N236022007	2023-06-01 23:26:05	274	269	5		4.4	0
N236022007	2023-06-01 23:26:06	277	272	5		4.4	0
N236022007	2023-06-01 23:26:08	277	272	5		4.4	1
N236022007	2023-06-01 23:26:07	279	274	5		4.4	1
N236022007	2023-06-01 23:26:08	281	276	5		4.4	1
N236022007	2023-06-01 23:26:09	284	279	5		4.4	1
N236022007	2023-06-01 23:26:10	284	279	5		4.4	1
N236022007	2023-06-01 23:26:10	284	279	5		4.4	2
N236022007	2023-06-01 23:26:11	287	282	5		4.4	2
N236022007	2023-06-01 23:26:12	288	283	5		4.4	2
N236022007	2023-06-01 23:26:13	291	285	6		4.4	2
N236022007	2023-06-01 23:26:14	294	285	9		4.4	2

...

6

34개 배치단위
생산데이터 연결

● 데이터 표준화

4.) 생산데이터 입력변수 전처리

- Actual 입력변수 통계량 계산 → 전체 연결 데이터 기준
- 입력변수들의 [최대/최소] 계산

예시)

BatchName	생산시간	투입수량	양용수량	불량수량	사용기 : 실제표시:사이클시간_Actual_vxCycle_time	cycletime_group	사용기 : 온도실제표시25(215a)_actual_expression:25
N236020212	2023-06-08 07:44:17	20264	7248	19016		4.4	4269
N236020212	2023-06-08 07:44:18	20264	7248	19016		4.4	4269
N236020212	2023-06-08 07:44:19	20266	7248	19018		4.4	4269
N236020212	2023-06-08 07:44:20	20269	7249	19020		4.4	4269
N236020212	2023-06-08 07:44:21	20272	7250	19022		4.4	4269

...

↓

BatchName	사이클	온도	생산시간_3sec	투입수량	양용수량	불량수량	사용기 : 온도실제표시25(215a)_actual_expression:25_3sec	사용기 : 온도실제표시25(215a)_actual_expression:25_3sec
N236020212	2023-06-08 07:44:18	2023-06-08 07:44:21	4.4	9	2	1	381.88989	381.88989

...

7

● 데이터 표준화

5.) 생산데이터의 검사시간 조정

- 사용기에서 제품을 생산했을 때 이루어지는 1차 품질 검증은 실시간이 아닌, 실제로 몇 초 뒤에 진행 될 것이라고 가정
- 수량에 대한 시점 이동 이후 데이터 표준화 진행

Ex.)

BatchName	생산시간	투입수량	양용수량	불량수량	사용기 : 굽힘온도_Mold_temperature	사용기 : 탕재_Clamp
N236012024	2023-06-01 19:31:27	1	1	0		0
N236012024	2023-06-01 19:31:28	4	4	0		0
N236012024	2023-06-01 19:31:29	7	7	0		0
N236012024	2023-06-01 19:31:30	7	7	0		0
N236012024	2023-06-01 19:31:31	7	7	0		0
N236012024	2023-06-01 23:15:56	25807	25081	726		0
N236012024	2023-06-01 23:15:57	25807	25081	726		0
N236012024	2023-06-01 23:15:58	25807	25081	726		0
N236012024	2023-06-01 23:15:59	25807	25081	726		0
N236012024	2023-06-01 23:16:00	25807	25081	726		0

실시간 검사 1초 이후 검사 2초 이후 검사

8

데이터 표준화

6.) 생산데이터 표준화 완성

- CycleTime 3.6 ~ 5.9 Sec & 투입수량 증가량 =8 기준
- 제품에 대한 품질 검사는 실시간 ~ 약 5초이후까지 진행
- 완제품에 대한 불량여부는 표준화된 데이터의 불량수량 >0 기준

예시) → 실시간 검사 기반 표준화된 데이터

BatchName	cyclotime_group	시작	종료	투입수량	양물수량	불량수량	사용기 : 온도실적표시:수냉_actual_expression:Coolingmax
N236012024	43	2023-06-01 19:34:23	2023-06-01 19:34:27	8	8	0	138.10001
N236012024	44	2023-06-01 19:34:27	2023-06-01 19:34:31	8	8	0	138.10001
N236012024	47	2023-06-01 19:34:39	2023-06-01 19:34:43	8	8	0	138.10001
N236012024	48	2023-06-01 19:34:43	2023-06-01 19:34:47	8	8	0	138.10001
N236012024	49	2023-06-01 19:34:47	2023-06-01 19:34:51	8	8	0	138.10001
...
N236282012	4236	2023-06-28 07:41:51	2023-06-28 07:41:56	8	3	5	138.70000
N236282012	4239	2023-06-28 07:42:04	2023-06-28 07:42:09	8	2	6	138.70000
N236282012	4257	2023-06-28 07:43:24	2023-06-28 07:43:28	8	3	5	138.70000
N236282012	4262	2023-06-28 07:43:46	2023-06-28 07:43:50	8	2	6	138.70000
N236282012	4267	2023-06-28 07:44:08	2023-06-28 07:44:12	8	2	6	138.70000

→ 고품질 단계 1의 양액

9

학습 모델링 적용

7.) 실험 과정 요약



- 검사 시점 실시간 ~ 약 5초뒤 수행 → 5개의 표준화된 데이터셋
- 변동이 발생하지 않는 변수 제거
- 중복데이터 제거
- 고속사출기의 제품의 연속생산 특성 고려 → 학습/검증 데이터셋 순차적 분할



Ex.) → [2023-12-20 00:00:00 ~ 2023-12-20 12:00:00]

Ex.) → [2023-12-20 12:00:01 ~ 2023-12-20 13:00:00]

10

Part C

학습 모델링 적용

8.) 실험 결과 종합

- 기초 알고리즘 활용 & 알고리즘 매개변수 최적화

기초 실험 결과		
검사 시점	정확도	F1-Score
실시간	0.712	0.71
1초 이후	0.718	0.719
2초 이후	0.716	0.721
3초 이후	0.716	0.717
4초 이후	0.671	0.623
5초 이후	0.661	0.616



최적화 실험 결과		
검사 시점	정확도	F1-Score
실시간	0.785927	0.750145
1초 이후	0.839639	0.808119
2초 이후	0.860578	0.824760
3초 이후	0.790991	0.750650
4초 이후	0.697802	0.651698
5초 이후	0.682927	0.659785

** 불량비를 약 2~3대 1

→ 생산데이터의 표준화를 진행한 결과, 기존의 1초 단위 Shot Data 접근방식 대비 기본 성능이 F1-Score 기준 약 10% 증가

→ 검사 시점 변경한 결과, 실제 제품이 생산된 이후 약 2초 이후에 사출기에서 1차 검사가 진행될 때 가장 낮은 불량률 예측

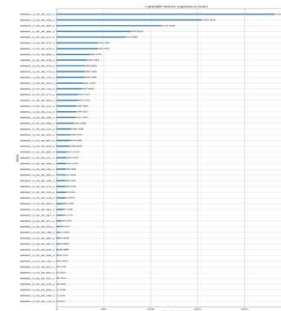
11

Part C

학습 모델링 적용

9.) 주요 입력변수 파악

- 정확도 86% 성능 모델의 주요 영향요인 분석
- 불량탐지율 가장 잘 수행하는 변수 우선순위로 고려 가능



	Rank
사용기 : 온도실적표시:수냉_actual_expression:Cooling_Min	1
사용기 : 온도실적표시:공명4_actual_expression:Mold_4_Min	2
사용기 : 실적표시:계량전위치_Actual_v:Plast_start_pos_Min	3
사용기 : 실적표시:보압완료위치_Actual_v:Hold_pres_end_pos_Min	4
사용기 : 온도실적표시:공명3_actual_expression:Mold_3_Min	5
사용기 : 실적표시:스크류토크_Actual_v:Torque_of_screw_Min	6
사용기 : 실적표시:충진리크_Actual_v:Filling_peak_Min	7

12

Part C

- 학습 모델링 적용

10.) 주요 입력변수 기반 공정 최적화 예시

- 양품 대비 불량으로 탐지되는 값들의 차이 & 조정 대상 변수 확인

