

데이터인프라 구축사업 시컨설팅 중간 결과보고서

도입 기업	기업명	(주)영신화학		대표자	박 일 욱	
	사업자 등록번호	505-81-31628		소재지	경북 경주시 외동읍 문산공단길 256	
협약기간		2020. 10. 28 ~ 2020. 12. 27 (2개월)				
총사업비		정부지원금(90%)		민간부담금 (10%)		총 사업비(100%)
		20,000천원		2,220천원		22,220천원
전문가		구분	소속기관	성명	직위	
		AI 전문가		유선진	기술위원	
		공정 전문가		안선관	기술위원	
컨설팅 결과 요약		AI솔루션 도입 가능성 <input checked="" type="checkbox"/> 가능 <input type="checkbox"/> 불가				
		컨설팅 결과 - 제품별(LOT별) 생산조건 값 실시간 집계 및 모니터링 체계 구축 . 제품이 생산된 실제 조건을 알 수 있는 체계 마련 - 제품 최적 생산조건 Control 체계 구축 . 품질 및 실시간 공정 설비 환경 Data 비교분석 --> 최적 생산조건값 데이터 추출 --> 전착전압, 통전시간 Control				
위 과제의 AI 컨설팅에 대한 중간 결과보고서를 제출합니다. 2020. 12. 02.						
도입기업		(대 표)		박 일 욱 (인)		
AI전문가				유 선 진 (인)		
공정전문가				안 선 관 (인)		
<p style="text-align: center;">중소기업기술혁신협회장 귀하</p> <p>붙임1. 일자별 수행일지 각1부.</p> <p>2. 공급기업 기술제안서 각1부. (최소 2개사 이상)</p>						

데이터인프라 구축사업 AI컨설팅 중간 결과보고서

도입 기업	기업명	(주)영신화학		대표자	박 일 욱	
	사업자 등록번호	505-81-31628		소재지	경북 경주시 외동읍 문산공단길 256	
협약기간		2020. 10. 28 ~ 2020. 12. 27 (2개월)				
총사업비		정부지원금(90%)		민간부담금 (10%)		총 사업비(100%)
		20,000천원		2,220천원		22,220천원
전문가	구분	소속기관		성명		직위
	AI 전문가			유선진		기술위원
	공정 전문가			안선관		기술위원
컨설팅 결과 요약		AI솔루션 도입 가능성		<input checked="" type="checkbox"/> 가능		<input type="checkbox"/> 불가
		컨설팅 결과 - 현장방문, 심층인터뷰를 통해 공장 내 개선 가능한 문제를 찾아서 해결 가능한 AI 솔루션 도입 방안을 검토. - 제품별(LOT별) 생산조건 값에 대한 불량률의 원인을 파악하기 위해서는 제품별 생산조건 값에 대한 실시간 집계 및 모니터링 체계 구축 필요 • 제품이 생산된 실제 조건을 알 수 있는 체계 마련 - AI를 활용한 제품의 공정별 최적 생산조건 Control 체계 구축을 통해 공정에서 수집한 데이터를 기반으로 불량요인을 발견하고, 품질의 원인을 실시간으로 찾아낼 수 있는 솔루션 확보가 필수라고 판단 • 품질 및 실시간 공정 설비 환경 Data 비교분석 --> 최적 생산조건값 데이터 추출 --> 전착전압, 통전시간 Control				
위 과제의 AI 컨설팅에 대한 중간 결과보고서를 제출합니다. 2020. 12. 02.						
도입기업		(대 표)			박 일 욱 (인)	
AI전문가					유 선 진 (인)	
공정전문가					안 선 관 (인)	
중소기업기술혁신협회장 귀하						
불임1. 일자별 수행일지 각1부. 2. 공급기업 기술제안서 각1부. (최소 2개사 이상)						

데이터인프라 구축사업 시컨설팅 중간결과 보고

□ 컨설팅 수행 내용

○ 문제 정의 내용

- 각 생산 공정 설비별 데이터를 수집하여 시간별로 생산 조건값을 모니터링하고 있어서 시간별로 생산 조건 데이터는 확인이 가능하나 해당 시간별로 무슨 제품이 생산 되었는지 확인이 불가하여 제품의 생산 신뢰성 저하
- 기 구축된 시스템을 통해 생산 공정 설비별 생산조건 데이터를 실시간 또는 작업자 입력을 통해 모니터링 하고 있으나, 생산이 완료된 제품의 실제 생산조건은 시스템으로 파악이 되고 있지 않음
- 고객의 생산이력(품질) 데이터의 관리 강화에 따른 요구사항을 충족시키지 못함에 따라 고객의 당사에 대한 신뢰도 저하
- (주)영신화학은 자동차 부품 전착도장 업체로 현대/기아차 매출비중이 99% 정도이며, 매출 39억 (2019년) 종업원 34명 규모의 기업으로 2020년 매출은 코로나 영향으로 20억 정도로 예상됨. 지속적으로 품질개선을 위하여 생산현장의 환경을 개선하고 있으며 스마트공장 시스템(POP, F/PROOF)도 운영 중임.
- 2013년 8월 14일 ~ 2014년 2월 13일까지 생산현장 디지털화 사업을 통해 스마트공장 시스템 (POP, F/PROOF)를 도입하여 운영 관리하고 있고, 특히 20여개 공정의 전착도장 생산라인은 생산 공정 설비별 데이터를 실시간 또는 작업자 입력을 통해 생산조건을 모니터링 하고 있음.
- 그러나 최종 생산된 제품(생산LOT별)이 각 공정마다 어떤 생산 조건에서 생산되었는지는 시스템 상에서 실시간 파악이 되고 있지 않음으로써, 최종 제품의 품질에 영향을 미치는 요인을 파악하여 최적의 생산조건을 산출하는데 어려움이 있고, 품질관리의 한계를 느끼고 있음
- 또한 인력 수급이 제한된 중소기업의 특성상 당사의 업무에 특화된 인력들은 있으나, 생산공정, 정보분석, 및 제조혁신 등을 전문적으로 수행할 인력은 부재하므로, 생산공정의 문제를 해결 하는데는 만성적인 애로사항을 겪고 있음

○ 문제 해결 방안

- 제품별(LOT별) 생산조건 값 실시간 집계 및 모니터링 체계 구축
 - 제품이 생산된 실제 조건을 알 수 있는 체계 마련
- 최적의 생산조건 값 산출



핵심관리 인자	설명
전압	제품 표면에 도막의 두께 산포 발생에 영향을 미침
통전시간	도막의 두께 및 부착성 영향
도료함유량	전착도료의 고용분 비율(성분 비율 낮으면 도막 두께 낮아짐)
전착조 온도	도막의 두께 영향(도료입자 커져 도막두께 높아짐)
행거 바리 상태	행거 사용 횟수에 따라 통전을 달라짐. (도막두께 편차 발생)

문제점 표면처리 제품의 피막을 형성하는 주요 인자는 온도, 전압, 전류, 통전시간 등이 있으며, 온도의 변화에 따라 제품의 피막 형성이 일정하지 못 함.

- 온도가 1℃ 변화할 시 4μm이상 편차가 발생하고 있지만, 인력으로는 유동적인 생산 환경에 따라 설비제어가 불가능한 실정임.
- 불량발생을 줄이기 위해 도막두께를 기준 값 보다 20%이상 상향 관리하여 원자재 소모량이 증가하고 불필요한 자원(전기, 가스, 공업용수 등) 낭비 발생

해결책 모든 전착도장 공정에서 다루는 공통 핵심관리 인자들인 전압, 통전시간, 도료함유량, 전착조 온도, 행거 바리 상태 등을 1~5초 단위로 계속 수집하며, 매 LOT 수집된 도막두께 데이터를 분석 후 최적의 생산 조건을 산출하여 사용자에게 전달

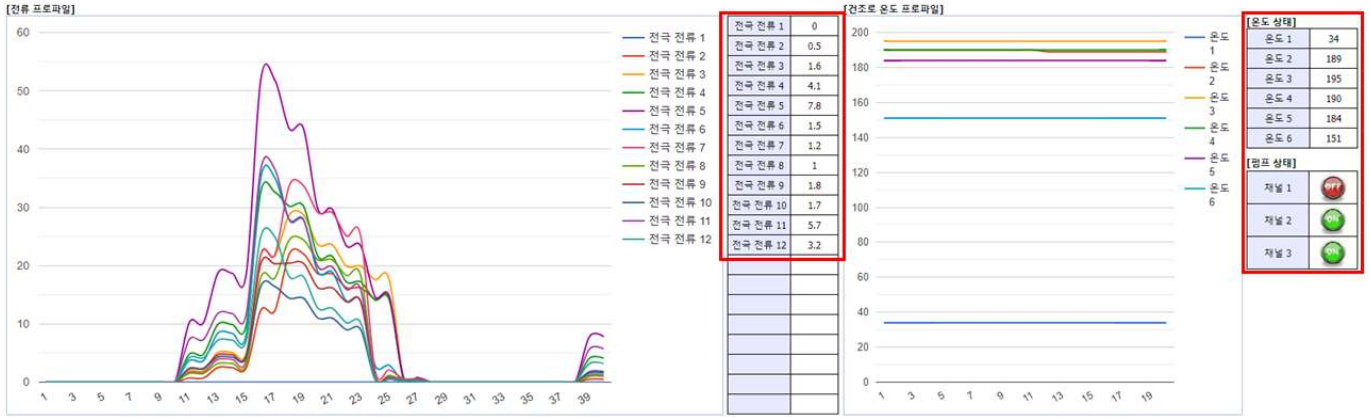
- 현재 수집되는 공정별 데이터를 기반으로 최적화 분포도 도출
 - 설비와 계측기를 시스템과 연동하여 품질데이터의 자동 수집을 통해 신뢰성 있는 품질데이터 확보 및 입력시간 단축
 - 실시간 데이터 모니터링 전산화 체제 구축을 통한 이상 현상에 대한 즉각적인 대응 체계 마련
 - 도막두께에 영향을 미치는 생산조건 데이터를 다중 선형 선형회귀분석을 통해 가장 기여도가 높은 값부터 낮은 조건까지 한 단계씩 단순 선형회귀분석을 통해 최적의 생산 조건 값을 산출하여 작업자가 모니터링 할 수 있도록 하여 품질관리의 체계화 구축

- 현재 공정별 데이터 수집 내역 (빨간 네모박스 부분)

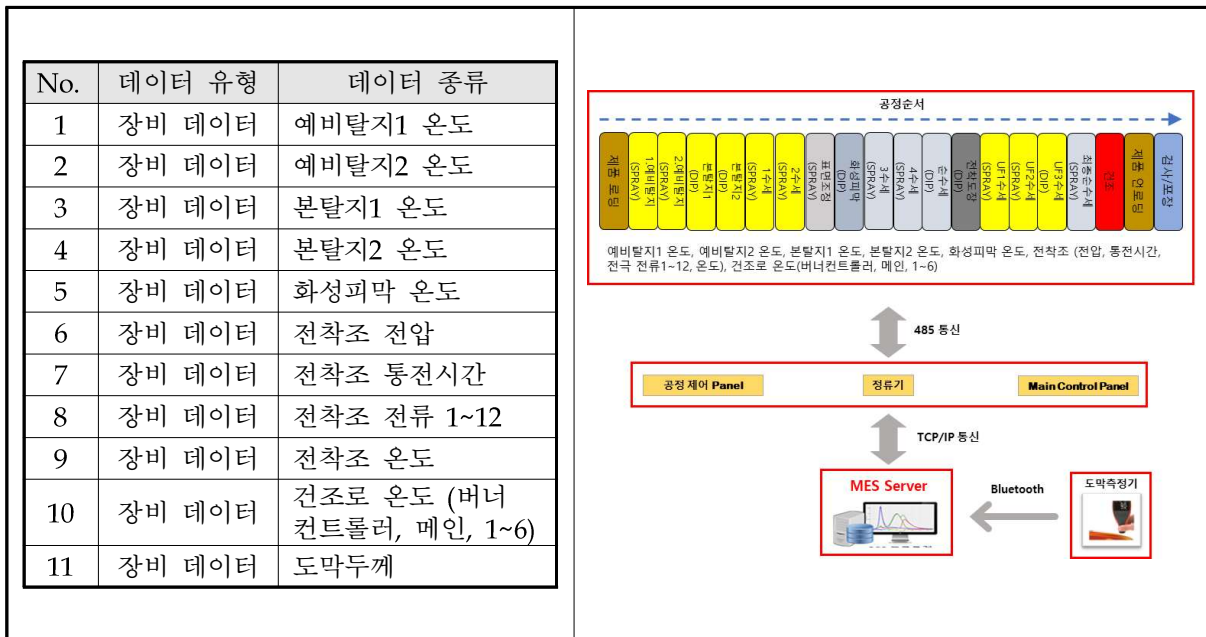
[탈색이전 ON/OFF] ☐ on ☒ off

라인명	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	수세 1	수세 2	표면조정	화성피막	온도	온수조 온도
조건명	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	압력	알칼리도(P)	온도	알칼리도	알칼리도	알칼리도	알칼리도	온도	온수조 온도
관리기준	20~30	50~60	0.5~2.0	20~30	40~50	0.5~2.0	20~30	40~50	0.5~2.0	20~30	40~50	1.5이하	0.5이하	2.5~3.5	0.5~2.0	19.5~22.5	40~60
현재조건		52			44			44			45					38~48	
합/부		●			●			●			●					●	

라인명	수세 3	수세 4	순수세	전착조						건조로		양극액	UF 1	UF 2	UF 3	최종순수세				
조건명	산도	산도	온도	NV	전도도	PH	전압	온도	온수조 온도	버너컨트롤러 온도	건조로 온도	전도도	전도도	전도도	전도도	NV	전도도	압력		
관리기준	1.5이하	0.5이하	50면도 이상	15~22%	1000~2000	5.5~6.5	0V~320V	30~33℃	25~38	380이하	175~200	900~1200	1000~2000	1000~2000	100~2000	1%이하	1000~2000	0.5~2.0		
현재조건							220	32		223	189									
합/부							●	●		●	●									



- 데이터 수집 대상



□ AI 솔루션 분석 결과

○ 솔루션 우선 순위 (AI 전문가 의견)

우선순위	공급기업명	솔루션 명	솔루션 특징
1	유림정보시스템	도막두께 최적화 AI	변화하는 온도, 도료량에 따라 빅데이터분석 S/W를 통한 지능적인 전압, 통전시간 제어
2	유림정보시스템	도막두께 최적화 AI 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> - 수집된 생산 LOT별 생산 조건 빅데이터를 토대로 최적의 생산 조건 AI 산출 알고리즘을 개발하고, 산출된 최적 조건을 사용자가 모니터링하여 도막두께의 품질을 일정하게 유지함으로써 생산성 향상 및 원자재 절감 효과에 기여 - 실시간 생산 조건 데이터를 기반으로 생산 LOT별로 각 공정에서 생산된 조건을 매칭 후 모니터링할 수 있도록 구성하여 업무 LOSS 감소

○ 솔루션 우선 순위 (공정 전문가 의견)

우선순위	공급기업명	솔루션 명	솔루션 특징
1	유림정보시스템	도막두께 최적화 AI 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> - 변화하는 온도, 도료량에 따라 빅데이터분석 S/W를 통한 지능적인 전압, 통전시간 제어가 가능 - 기 구축된 도입기업의 시스템을 개발하여 현재까지 유지보수를 진행하고 있으며, 도입기업의 생산 데이터 구조에 대한 이해가 높고, 데이터 취합과 활용에 강점이 있을 것으로 판단됨

○ 솔루션 비교분석

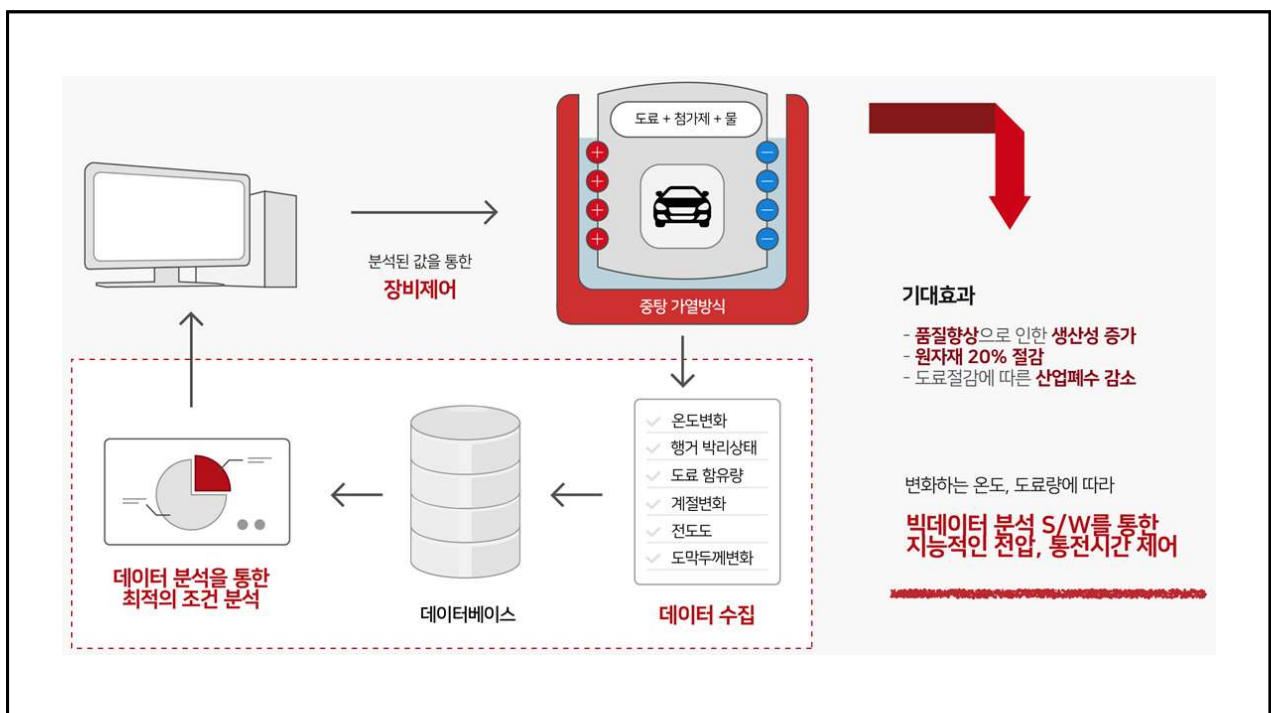
구분	주요기능	장점	단점	고려사항
솔루션A	변화하는 온도, 도료량에 따라 빅데이터분석 S/W를 통한 지능적인 전압, 통전시간 제어	기존 POP시스템을 통하여 공정별 생산조건값을 수집중에 있음	無	수집되고 있는 작업 조건 데이터와 제품 (LOT) 정보 연계관리 필요
도막두께 최적화 AI 솔루션A	<ul style="list-style-type: none"> - 수집된 생산 LOT별 생산 조건 빅데이터를 토대로 최적의 생산 조건 AI 산출 알고리즘을 개발하고, 산출된 최적 조건을 사용자가 모니터링하여 도막두께의 품질을 일정하게 유지함으로서 생산성 향상 및 원자재 절감 효과에 기여 - 실시간 생산 조건 데이터를 기반으로 생산LOT별로 각 공정에서 생산된 조건을 매칭 후 모니터링할 수 있도록 구성하여 업무 LOSS 감소 	<ul style="list-style-type: none"> - 생산공정에서 다양한 데이터를 활용하여 불량요인을 발견. 품질의 저하 문제원인을 실시간으로 찾아낼 수 있는 AI 솔루션을 확보하고 있음 - 비전시스템 적용한 기존 시스템 공급기업이며, 도입기업의 유지보수 만족도가 높음 	無	<ul style="list-style-type: none"> - AI 개발 방법론의 효율적인 적용으로 최적의 생산 조건 산출의 정확성 확보

- 타 솔루션 도입 시 기존 데이터 수집 및 활용에 비용 및 시간이 소요될 것으로 판단되어 현재 영신화학의 POP 솔루션을 운영 중인 유림정보시스템의 도막두께 최적화 AI 솔루션을 적용 운영하는 것이 적합할 것으로 판단 됨

- 소요비용 및 기대효과
 - 소요 예산 : 0.62 억원

총 사업비	62,494,000 원 (1,000원 미만 절삭)			
구분	금 액 (단위 : 원/VAT 별도)			비고
	도입기업부담금	정부지원금	계	
S/W 개발비	9,026원	21,245,000원	21,254,026원	
H/W 구입비	원	원	0원	
S/W 구입비	1,250,000원	28,750,000원	30,000,000원	
도입기업의 사업관리 인력 인건비	11,240,000원	원	11,240,000원	
기타 할인비용	원	원	원	
합 계	12,499,026원	49,995,000원	62,494,026원	

- 기대효과



- 도입기업의 애로사항 개선에 따른 정량적 기대효과

□ 시간당 생산량 증가

- 2020년 8월까지 월평균 생산량은 3,484,000개로 일평균 생산량은 134,000개임
- 본 과제 수행을 통해 일평균 생산량 145,000개 달성
(2020년 당사의 품질목표는 140,000개임)

□ 공정 불량률의 개선

- 2019년 제품 공정 불량PPM은 24PPM임
- 본 과제 수행을 통해 공정 불량 21PPM 달성
(2020년 당사의 품질목표는 23PPM임)

□ 생산된 제품의 공정별 생산조건 데이터 추출비용의 절감

- 현재 제품의 실제 생산조건 산출을 위해 소요되는 평균 시간은 관리자(부장급)가 작업 시에 5시간임
- 월 평균 3회 이상 생산조건 산출 작업이 진행되고 있으며, 이 작업시간 만큼의 비용 절감이 가능함

□ 납기 준수율 개선

- 2020년 8월까지 월평균 납품건수는 1,000건으로 그중 납품 준수건수는 900건 수준임
- 본 과제 수행을 통해 월평균 납품 준수건수를 930건으로 개선
(2020년 당사의 목표 납품 준수 건수는 920건/월 임)

No	성과지표	단위	현재 (구축 전)	목표	가중치	비 고
1	일평균 생산량 증가	개	134,000	145,000	0.2	7.6% 증가
2	공정 불량률 감소 (월평균)	PPM	24	21	0.3	14.2% 감소
3	작업공수(절감률) 생산조건 산출시간	시간/월	15	0	0.3	100% 개선
4	납기 준수율 (월평균)	%	90	93	0.2	3.2% 증가
합 계					1	

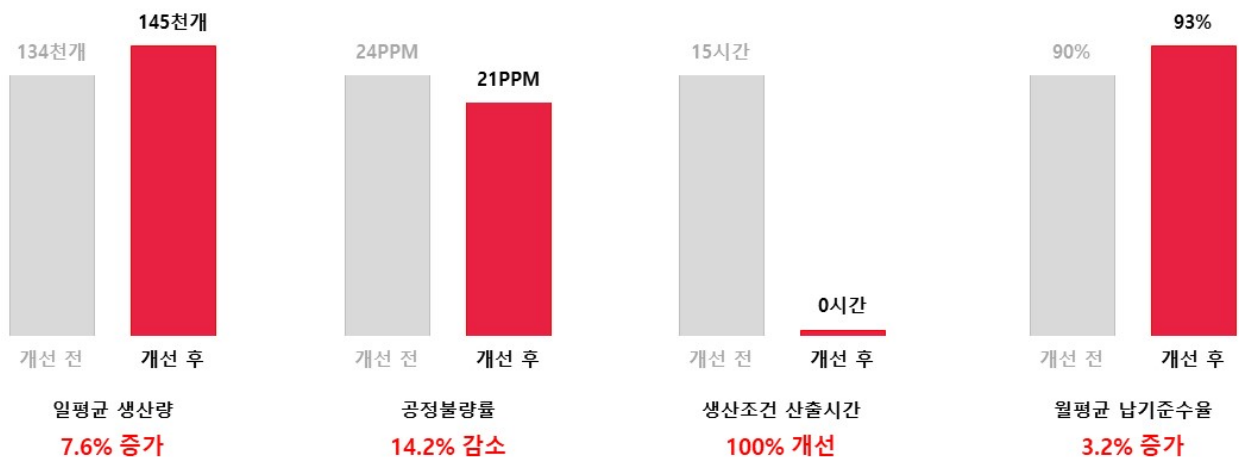
□ 종합 의견

○ 최종 추천 솔루션 의견

- 타 솔루션 도입 시 기존 데이터 수집 및 활용에 비용 및 시간이 소요될 것으로 판단되어 현재 영신화학의 POP 솔루션을 운영 중인 유림정보시스템의 도막두께 최적화 AI 솔루션을 적용 운영하는 것이 적합할 것으로 판단 됨

○ AI 솔루션 실증지원 사업 연계 가능성

- 기존 POP 시스템을 운영 중인 유림정보시스템의 도막두께 최적화 AI 솔루션을 활용하여 수집 중인 생산 공정 설비별 작업 조건값을 제품정보(LOT)와 연동관리 및 최적의 생산 조건값 산출 및 적용이 가능할 것으로 판단됨.
- 공급기업의 기술제안서 및 사업계획서 수립 완료 상황으로 실증지원 사업 연계 예정임
- 현재 POP 시스템 보완사항으로 행거관리체계 보완이 필요한 상황이며, 행거에 걸리는 실물(제품) 인식체계를 보완하여 전산과 실물의 일치화 관리가 될 수 있도록 개선 필요
- 수집된 생산 LOT별 생산 조건 빅데이터를 토대로 최적의 생산 조건 AI 산출 알고리즘을 개발하고, 산출된 최적 조건을 사용자가 모니터링하여 도막두께의 품질을 일정하게 유지함으로써 생산성 향상 및 원자재 절감 효과에 기여
- 실시간 생산 조건 데이터를 기반으로 생산 LOT별로 각 공정에서 생산된 조건을 매칭 후 모니터링할 수 있도록 구성하여 업무 LOSS 감소
- 일평균 생산량 7.6%증가, 공정불량률 14.2%감소, 생산조건 산출시간 100%개선, 월평균 납기준수율 3.2% 증가의 성과가 예상됨



○ 향후 도입 기업이 나아 가야할 방향

- 최종 생산된 제품(생산LOT별)이 각 공정마다 어떤 생산 조건에서 생산되었는지는 시스템 상에서 실시간 파악이 되고 있지 않음으로써, 최종 제품의 품질에 영향을 미치는 요인을 파악하여 최적의 생산조건을 산출하는데 어려움이 있고, 품질관리의 한계를 느끼고 있음.
- 또한 인력 수급이 제한된 중소기업의 특성상 당사의 업무에 특화된 인력들은 있으나, 생산공정, 정보분석, 및 제조혁신 등을 전문적으로 수행할 인력은 부재하므로, 생산공정의 문제를 해결 하는데는 만성적인 애로사항을 겪고 있음
- 제품별 최적의 생산조건 산출을 통해 생산 제품의 불량률 감소 및 품질관리체계 확립이 체계화하여 정보의 수집, 분석, 제어, 감시를 통한 경영자 및 작업자의 의사결정을 지원하고 그동안 집계된 공정별 설비 데이터들을 최적화 환경 구축 데이터로 활용이 가능함으로써 SQ심사 기준 이상의 제품 생산 가능.
- 고객 요구수요와 품질 및 납기 대응을 위해 공정의 표준화 및 꾸준하게 증가하고 있는 주문 물량의 적기 납품과 품질수준에 대응하기 위해 AI 솔루션 도입으로 세계적인 품질과 가격 경쟁력 부품 생산 기업으로 발전.

□ 향후 절차

○ (연계 시)

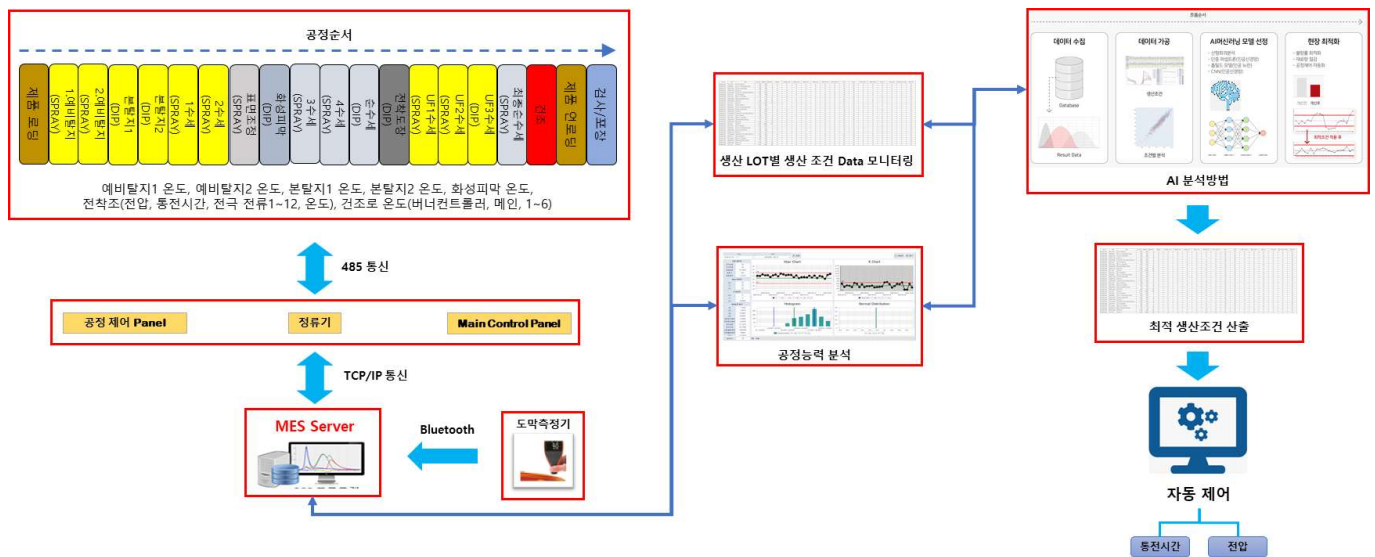
- AI 솔루션 도입 절차

○ 사업 활성화 및 기술검증 사업 연계 방안을 도입/공급기업과 협의 및 결정

- 1) 부품전착 앞단생산 설비의 생산 데이터를 통해 후 작업 설비의 불량을 예측
- 2) 부품전착 생산 설비의 데이터를 통해 후 작업 공정(FA) 불량에 영향을 미치는 인자 파악
- 3) 부품전착 투입된 자재들의 정보를 통해 후 작업 공정(FA)의 불량을 예측
 - 작업자 판단 Miss로 인한 불량 부품전착, 후공정 투입 감지
 - AOI장비 판정 결과, 불량인 부품전착과 양품인 부품전착 간의 AOI장비 데이터의 패턴 차이 확인 가능
 - 장비 검사 결과 NG인 보드는 작업자의 최종 판단을 거친 후 FA투입되지 않으나 작업자 최종 판단이 Miss된 경우 FA 투입될 수 있음. 장비 검사 결과 NG인 부품전착 비율이 높음.
 - 이러한 Miss Case를 AOI장비 검사 데이터를 통해 후공정 투입되지 않도록 감지 가능할 것으로 기대
 - 불량/양품 부품전착의 AOI장비 데이터 검사 패턴 차이점 발견
- 4) 부품전착 최적의 생산조건 산출
 - 작업자의 판단 Miss로 인한 전압 및 통전시간 제어 방지

- 각 조건에서 생산된 제품의 도막 두께의 측정을 통해 도막 기준치에 가장 근접한 생산 조건 값 산출
- 산출 결과 각 제품의 최적의 생산조건 값 확인 가능
- 기준 설정된 값과 최적의 생산조건 산출된 값의 비교 과정을 거쳐 작업자가 생산 제어 값을 최종 판단하여 실제 생산에 적용
- 생산조건 변경 시의 도막 측정데이터 비교 분석
- 지속적인 생산 진행 및 AI 최적의 생산조건이 산출되어 생산현장에 적용됨
- 최종적으로 산출된 최적의 생산조건으로 설비 자동 제어

0 프로세스 적용



0 프로세스 적용 데이터

구 분	진행 내용		
기능	<ul style="list-style-type: none"> • 최적의 생산조건 산출 <ul style="list-style-type: none"> - 각 설비별 생산조건 데이터를 수집하여 생산 LOT별로 저장한다. - 각 생산 LOT별로 측정된 도막두께 검사값과 생산 조건 데이터를 매칭한다. - 도막 검사 기준값에 근접한 데이터를 산출한다. 		
데이터 (주요 데이터 강조처리)	<ul style="list-style-type: none"> • 등록시간 • 장비ID • 생산모델(프로그램)명 • 각 공정 Top1~9의 설정온도/현재온도 • Bottom1~9의 설정온도/현재온도 • 전압 및 통전시간 • 전극 전류 1~12 값 • 생산 LOT별 도막 측정 값 		
수집 방식	Log File to DB : 3가지 DB Table에 누적	수집 주기	부품전착 생산 직후
수집 기간	2020. 11. 07 이후	일일 수집 건수	0.4M~7M

□ AI솔루션 도입 진행 절차

- 공정 분석 및 데이터셋 구성
 - 대상 기업 설비·공정 특성 분석
 - AI적용을 위한 데이터셋 적절성 검토
- 데이터 특성 추출
 - 분석 정확도를 높이기 위해 데이터 특정 도출 및 가공·정제
- AI모델 개발
 - 성과 목표, 제약사항 등을 고려한 AI모델 개발
 - 알고리즘 학습을 위한 고성능 인프라 연계
- 학습 및 테스트
 - AI모델 트레이닝(모델링·평가·보완작업) 수행
 - 개발된 AI모델의 현장적용을 통한 정확도 검증