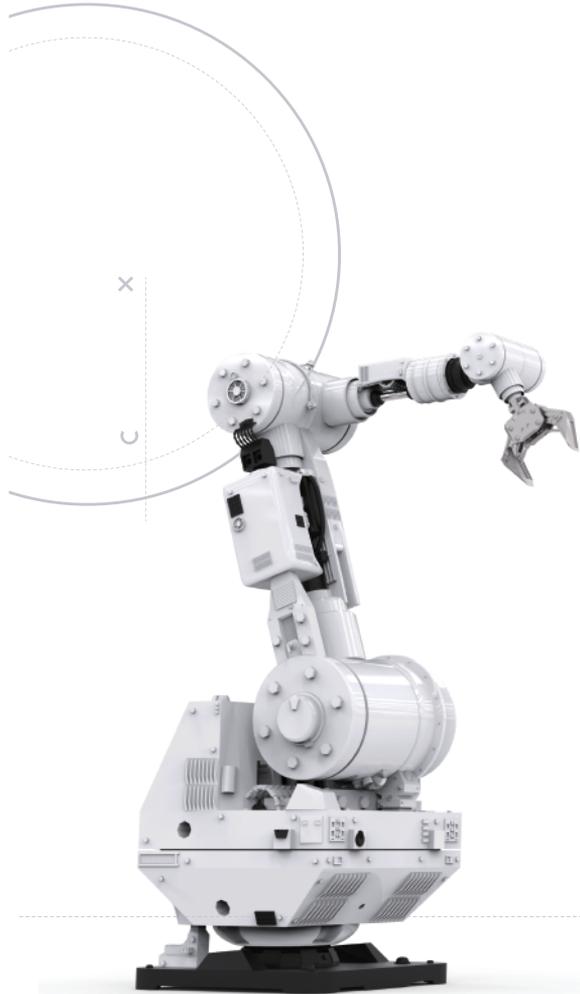


스마트 공장 구축을 위한
로봇도입절차서



로봇도입절차서 목차

로봇도입절차 개요	2~5
· 로봇도입 타당성 평가 해당 공정에 로봇 도입이 적당한지에 대한 기술적/경제적 검토	2
· 기존 공정 및 제품 분석 로봇자동화를 원하는 공정 파악	5
<hr/>	
(부록1) 공정 로봇도입사례(용접사례)	6
(부록2) 공정 로봇도입사례(머신텐딩)	9
(부록3) 로봇 도입 체크리스트	12



본 로봇도입절차서는, 로봇을 활용한 자동화시스템 구축 초기 단계에서, 수요기업(로봇활용 제조기업)과 로봇 SI기업의 상호 이해를 돕고자, 로봇 도입 시 주요하게 고려해야 할 사항들을 제공해 줄 목적으로 작성되었다.

실제로 현장에서, 수요기업은 로봇자동화시스템이 생소하고, 로봇 SI 기업은 수요기업이 제안하는 공정에 대한 이해가 다소 부족할 수 있으며, 양자 간의 소통이 원활하지 않은 경우에는 최종적으로 구축된 자동화 시스템이 만족스러운 결과로 나타나지 않을 수도 있다.

따라서, 막대한 시간적, 경제적 손실을 초래하는 결과가 발생할 수도 있다. 본 절차서가 로봇을 활용한 자동화시스템 구축에 있어서, 최소한의 가이드로써 자리매김할 수 있기를 희망한다.

로봇 도입의 장점은?

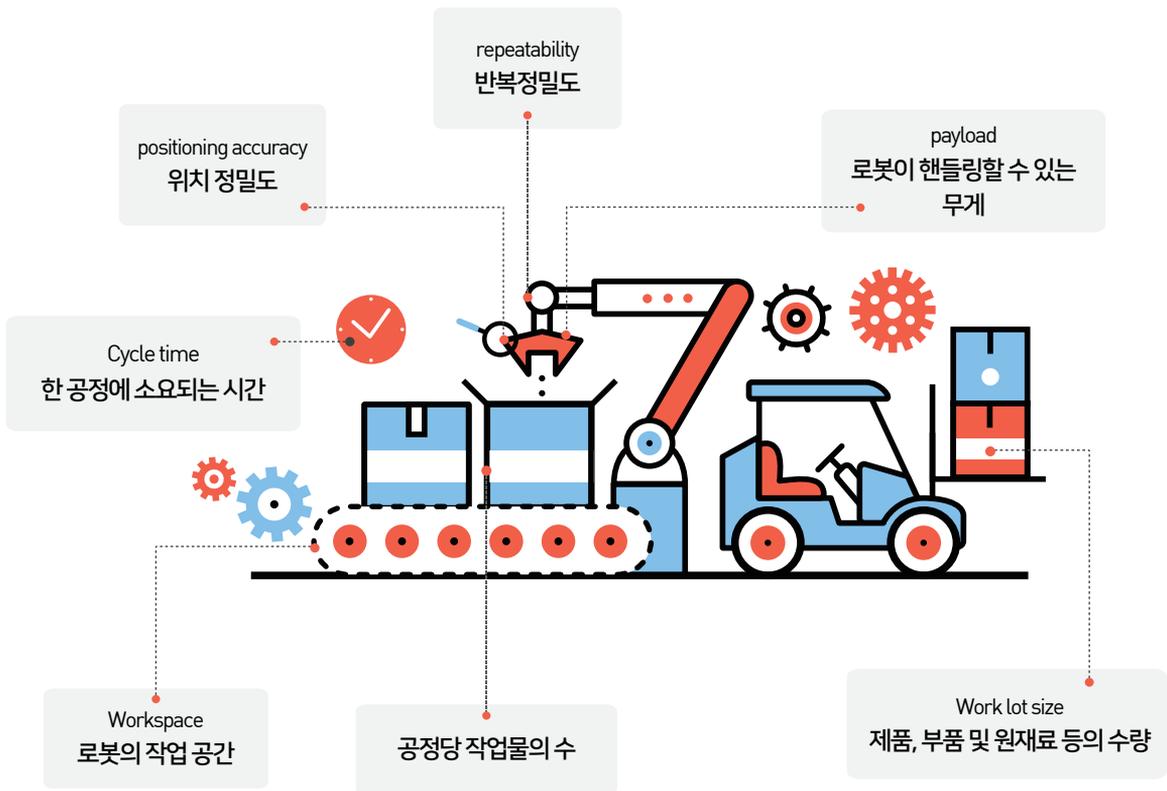
- 고부가가치화
- 품질관리 향상
- 작업파워/속도 향상
- 수요변동 대응 용이
- 제품원가 절감
- 노동부담 경감
- 인력활용도 제고
- 작업환경 개선 및 공간절약

기존 공정의 생산성 향상을 위한 로봇 도입절차 (수요 기업용)

1. 로봇도입 타당성 평가

1-1 로봇 적용이 가능한 공정인지 검토 (기술적 측면)(필수)

현존하는 로봇의 최고 사양 기준으로 목표하는 작업의 수행이 가능한지 판단(로봇을 통한 자동화가 가능한지 검토)



Reachable distance	로봇팔 길이
Weight & size	핸들링 물체의 크기 및 무게
Types of Robot	로봇 종류(수직 다관절 등)

Degree of Freedom	로봇 자유도
Reachable distance	로봇팔 길이
기타사용 조건	방수, 방진 내환경 등

1-2 로봇 적용이 타당한 공정인지 검토 (경제적 측면)(필수)

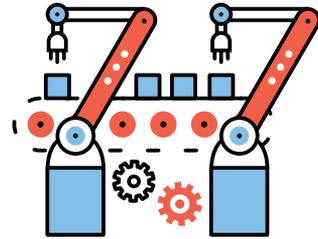
- ROI 분석: Return on investment (투자 수익률) = 순이익 / 투자
- 투자 회수 기간



도입전

노동생산성이 향상되는 효과와 더불어 가동시간 연장으로 인한 증산을 기대할 수 있습니다.

증산으로 인한 이익증가와 노동생산액을 아래와 같이 상정하면 6억의 투자도 3년정도면 회수할 수 있습니다.



도입후

생산수량 증가: 20개/일 X 240일=4,800개
(택트타임 개선을 통해 생산수량 증가)

- 불량률 저하: 도입 전 0.013% → 도입 후 0.003%
- 이익 증가: 1억4,400만원/년(1개당 3만원의 이익이 나는 경우)
- 노동생산성: 2명(6,000만원 = 250만원 X 2명 X 12개월)의 인건비에 해당
- 회수기간: 3년 = 6억 원(투자금액) ÷ 2억 400만원 (이익증가 + 노동생산액)

*투자금액내역

(천원단위 절하)

로봇 본체(4대)	1억 2,000만원	6억 원
로봇관련장치 (화상처리, 로봇핸드 등)	1억원	
로봇주변설비 (각종 보조장치 등)	1억 8,000만원	
시스템인테그레이션 관련비용	2억원	



로봇을 활용한
자동화 생산라인
투자비용



자동화 생산라인의
공정비용 절감액 x 2

Cost 분석(원가분석) / 경제적 타당성

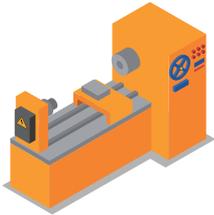


경영층의 Needs 파악

경영층의 로봇자동화 필요성 인식 정도 파악

1-3 로봇 도입의 적합성 검토

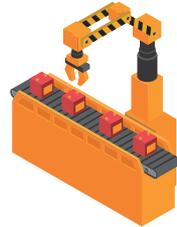
작업의 복잡성



아주 단순한 작업인 경우는
전용기가 유리함

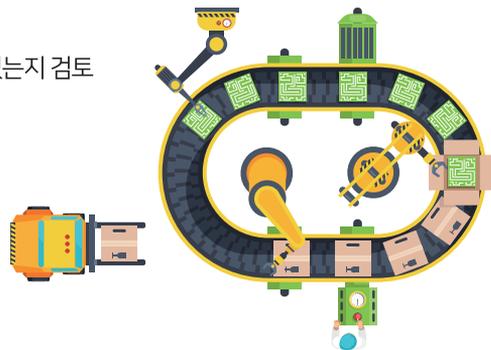


아주 복잡한 공정에서는
로봇기술의 한계로
작업자에 의한 생산이 바람직함



로봇은 중간정도의
복잡한 공정 제품생산에 도입

생산속도 : 목표 사이클 타임 (한 공정에 소요되는 시간)
로봇이 적정성능(부하, 정밀도 등)을 유지하며 속도를 낼 수 있는지 검토

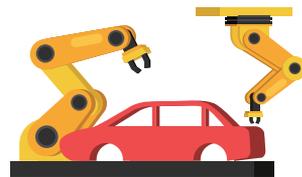
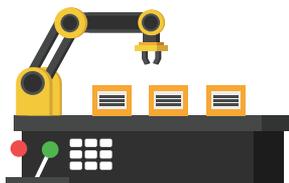


생산량

1. 제품생산량이 아주 적은 경우는 작업자에 의한 수작업이 유리함.
2. 생산량이 아주 많은 고속 대량생산은 전용기사용이 유리함
3. 로봇은 중간정도의 생산량인 제품의 생산공정에 도입

활용성 고려

목표하는 작업 외에도 미래에 예상되는 다른 작업에도 활용할 수 있는지 검토



2. 기존 공정 및 제품 분석

2-1 생산 시스템 분석

- 01 복잡한 공정을 순서, 장비 및 작업방법으로 정리
- 02 공정흐름을 분석하여 공정 재편성(축소 및 단순화)
- 03 작업 방법 등을 고려하여 동작상 Loss time 분석
- 04 생산라인 설비의 자동화 수준, 가공정밀도 가공능력 및 특성(특히 전장 및 SW) 등을 파악

<작업분석 공정표>

순서	작업명	작업 내용	사용기계 및 Jig 공구	작업 시방	요소기술 / 컨셉	담당	소요시간(초)	검토사항
1	라벨링	측면 라벨 부착	라벨링기계		인식기술	작업자1	2	
2	조립	측면 볼팅	조립툴	0.1mm조립공차	조립 일고리즘	로봇1	5	볼트 안정 파지
3								
4							예시	
5								

2-2 로봇 적용 자동화를 위한 제품 수정 설계

고려사항

- 1) 그리핑 및 위치 결정 편리성
- 2) 부품 인식율 향상
- 3) 조립성 향상 (모따기, 기준면 및 가이드면 등)
- 4) 부품 수 최소화(다수 부품 병합)
- 5) 부품 구조 단순화 및 공용화, 표준화

기존 공정의 생산성 향상을 위한 로봇 도입절차 (수요 기업용) 용접사례

1. 로봇도입 타당성 평가

검토항목

1-1
로봇 적용이
가능한
공정인지 검토
(기술적 측면)

검토결과

- 공정개요 : 파이프 크래딩 용접
크래딩 용접: 두 개 이상의 금속재료의 표면을 금속학적으로 결합시켜 일체화



<파이프 크래딩 용접 예시>

- 10인치 파이프 용접 **사이클 타임** : 3~4일(하루 12시간 작업)
- **Workspace** : 가로세로 약 500mm (12인치 파이프 기준)
- **payload** : 엘보 파이프 직경 8인치, 10인치, 12인치 무게
- **positioning accuracy** : 용접기 토치 기준 최소 ± 0.2 mm 이상의 정밀도 확보가 요구
- **repeatability** : 대상 엘보 파이프의 길이는 약 1m 이내로서 최소 ± 0.1 mm/m 이상
- **공정당 작업물의 수** : 공정당 한 개의 엘보 파이프 작업을 수행

1-2
로봇 적용이
타당한
공정인지 검토
(경제적 측면)

- **Cost 분석(원가분석)**
용접 로봇 자동화에 필요한 비용은 약 3~4억 수준으로 예상
- **경제적 타당성 검토**
최소 2배에서 최대 4배까지 생산성 향상이 가능할 것으로 예상
- **ROI 분석**
약 3배 이상의 생산성 향상 기대, 투자금 회수 기간 약 2~3년

1. 로봇 도입 타당성 평가

1-3
로봇 도입의
적합성 검토

-작업의 복잡성

작업의 복잡성은 매우 낮으며, 한 공정만 자동화하여 생산성을 높이면 전체 생산성 향상을 기대할 수 있음.

-활용성 고려

엘보 파이프 형상에 대응이 가능한 로봇 자동화 시스템을 도입으로, 보다 간단한 형상의 파이프에 확대 적용이 충분히 가능

-기존 생산현장에서 로봇 도입의 수용 허용여부 검토

로봇 자동화가 가능하게 되면 생산성 향상과 더불어 작업 환경 개선에 많은 효과가 있어 현장 적용에 큰 어려움이 없을 것으로 판단

2. 기존 공정 및 제품 분석

검토항목

2-1
생산 시스템
분석

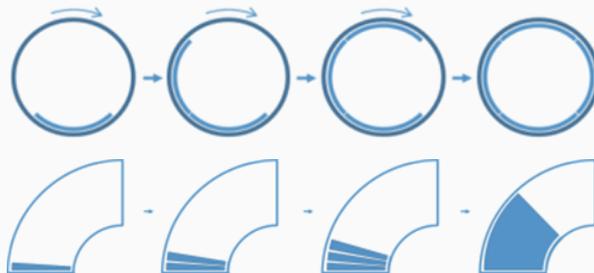
검토결과

-공정분석

용접 자세의 영향으로 작업의 난이도가 매우 높기 때문에 회전 턴테이블에 파이프를 고정한 후 파이프를 회전시키면서 작업을 수행함



엘보 파이프 클래딩 용접은 회전 턴테이블에 파이프를 고정한 후 아래보기(중력방향 기준) 상태에서 파이프를 회전시키면서 작업을 수행



2. 기존 공정 및 제품 분석

<p>2-1 생산 시스템 분석</p>	<p>-물류분석 현재 모든 공정이 수작업으로 운영되고 있어 별도의 물류관리를 하지 못하는 상황으로 LOT 단위로 생산을 하고 있음</p> <p>-설비의 분석 현재 용접기와 회전 턴테이블이 개조되어 사용되고 있음</p>
<p>2-2 생산시스템 Innovation Conception의 입안</p>	<p>-대상범위 설정과 레벨의 설정 작업대상은 8인치, 10인치, 12인치 엘보 파이프 용접 작업</p> <p>-입안 * 수동 용접 -> 로봇 용접 현재 제품의 불량률이 30%를 넘기 때문에 WPS의 관리가 어려운 수동 용접 방식에서 로봇을 사용한 자동 용접 방식으로 전환이 반드시 필요함.</p>
<p>2-3 기존 제품 분석</p>	<p>-부품구조의 간소화, 공용화, 표준화 용접기와 회전 턴테이블을 통일화, WPS 기준 용접품질 표준화관리</p>

3. 로봇 시스템 선정

<p>검토항목</p>	<p>검토결과</p>
<p>3-1 우선순위를 고려하여 시스템 선정</p>	<p>-용접기 선정: GTAW 용접기</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;"><용접장치 예시></p> <p>-산업용 로봇 선정: 용접기 전용 인터페이스를 표준 내장하고 AVC 기능이 포함된 다관절 로봇</p> <p>-용접 턴테이블 선정: 엘보 파이프와 지그장치를 구동할 수 있어야 하며 엘보 파이프의 고정 및 센터 정렬을 위한 X-Y 스테이지 장착</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;"><로봇 및 용접 턴테이블></p>

기존 공정의 생산성 향상을 위한 로봇 도입절차 (수요 기업용) **머신텐딩**

1. 로봇도입 타당성 평가

검토항목

1-1
로봇 적용이
가능한
공정인지 검토
(기술적 측면)

검토결과

- 적용 공정 : MCT 가공을 위한 텐딩공정



<MCT 텐딩공정>



<가공품(예)>

- Cycle time 분석

· 1-9 공정: 10min/EA (3EA/Hr)

- Workspace 분석

· 설비 배치, 로봇의 작업거리, 로봇 시간가동률 (가동시간/부하시간) 고려

- Payload 분석

· 제품 총 중량: 4kg ~ 6.7 kg, 그리퍼 중량: 0.4kg, 총 중량: 4.4 kg ~ 7.1kg

- Positioning accuracy 검토

· Positioning accuracy: 로봇 최소 조정이 $\pm 0.5\text{mm}$ 로 $< \pm 1\text{mm}$ 내에 있어 충족

- Repeatability 검토

· Repeatability: 로봇의 Repeatability가 $\pm 0.1\text{mm}$ 로 $< \pm 0.2\text{mm}$ 로 충족

- 공정당 작업물 수

3개 플레이트 /공정, Tool Changer -> 플레이트 Changer

3개의 플레이트용 Gripper 선정 필요

1. 로봇도입 타당성 평가

1-2
로봇적용이
가능한
공정인지 검토
(경제적 측면)

-경영층의 Needs 파악

- 경영층 Need를 항목별로 정리할 필요가 있음
- 로봇 도입시 경제적인 이유도 있지만 인력난 등 비경제적인 요인으로 도입이 추세임

-노동생산성 경제효과 (로봇 2대 설치 기준)

- 기동시간기준 근로
- 성인화: 2명의 인건비 (300만원*12*2=7,200만원)

-투자금

투자금: 13,000만원

-투자금 회수기간

13,000만원/8,640만원=1.50년

*투자금 항목(2대 설치)

항목	단가(만원)	비고
로봇	7,000	Payload 10kg
로봇관련장치	1,000	Gripper 및 관련 장치
로봇주변설비		공급대 및 관련 장치
SI	3,000	PLC 및 관련장치
총합	13,000	

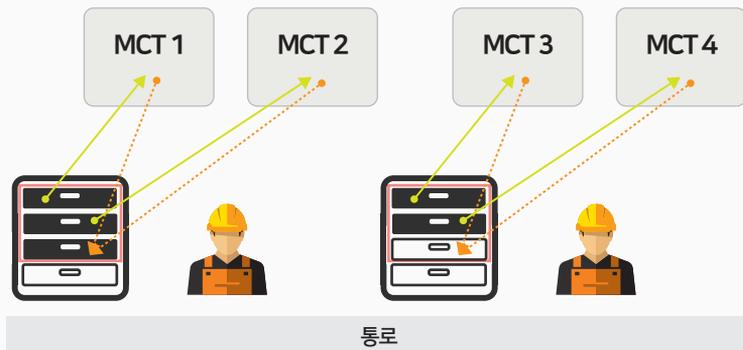
2. 기존 공정 및 제품 분석

검토항목

2-1
생산 시스템
분석

검토결과

대상물의 공간적 이동상황을 파악하기 위해 작업장, 기계, 적치장 등의 배치와 운반방법을 분석



2. 기존 공정 및 제품 분석

2-1 생산 시스템 분석

-물류분석

- 운반량: 1개
- 이동거리: 1M
- 이송방법: 인력에 의한 취급, 공정간 대기상태 고려



<제품 플레이트 이송>

-작업 분석

작업 방법을 분석하여 동작상 Loss 탐지

No.	요소작업	동작	Time(s)	작업분석	로봇작업	Time(s)
1	제품 이송	Pick	5	Man: 이송 Loss	Robot Pick	20
2	제품 이송	Place	5	Man: 이송 Loss	Robot Place	20
3	제품 고정 Lever On	On	3	Man: 취급 Loss	Robot Push	20
4	MCT 설비 도어 Close	Close	5	Man: 취급 Loss	Robot Close	20
5	MCT 설비 Button On	On	3	Man: 취급 Loss	Robot Push	20
6	MCT 설비 동작	Run	-	Machine	Machine	-
7	MCT 설비 도어 Open	Open	5	Man: 취급 Loss	Robot Open	20
8	MCT 설비 에어청소	Clean	11	Man: Clean Loss	Robot Clean	20
9	제품 고정 Lever Off	Off	3	Man: 취급 Loss	Robot Push	20
	Total		40			160

*작업분석 공정표

2-2 로봇 적용 자동화를 위한 제품 수정 설계

※ 로봇시스템 도입에 따른 가공 제품을 표준으로 하여 작업을 표준화함

로봇도입절차서 | 수요 기업용

점검자:

일 자:

년 월 일

체크리스트	YES/NO	비고
<p>● 로봇도입 타당성 평가</p> <p>A. 당사가 자동화하고자 하는 공정이 로봇에 적절한 공정인가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 작업이 지나치게 복잡하여 수작업이 유리한지 b. 로봇을 투입함으로써 복잡한 장비(오리엔터, 피더등)가 필요한지 c. 단순 반복작업으로 로봇화 보다는 전용장비가 유리한지 d. 매우 소량의 제품 생산 e. 목표하는 작업 이외에도 미래에 다른 작업에 활용 계획이 있는지 f. 유사한 공정에 로봇을 도입한 사례가 있는지 g. 제품 변화 등으로 공정이 매우 자주 변하는지 		
<p>B. 당사의 기존 공정을 대체 할 수 있는 사양의 로봇이 있는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 제품의 무게를 핸들링 할 수 있는 로봇 여부 b. 제품생산 텍타임 달성이 가능한 속도의 로봇 여부 c. 작업 정밀도 달성이 가능한 반복/절대 정밀도의 로봇 여부 		
<p>C. 로봇을 도입함으로써 경제적 이득이 있는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 목표하는 00년 이내로 ROI 달성이 가능한가? b. 투자비용이 로봇화에 따른 비용 절감액의 2배 이하인가? c. 경영층의 Needs에 부합하는가? 		
<p>● 기존 공정 및 제품 분석</p> <p>A. 생산 시스템에 대한 분석이 수행되었는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 로봇 도입 시, 기존 수작업 공정을 변화 시켜야 하는가? b. 로봇 도입 시, 물류 방식이나 설비에 변화를 주어야 하는가? c. 당사의 여러 공정 중, 로봇화 대상 공정이 적절하게 선정되었는가? d. 인간-로봇 공존이 필요한 환경인가? 		
<p>B. 로봇화를 통한 공정 혁신의 컨셉에 대하여 입안하였는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 자동화 수준에 대한 계획을 수립하였는가? b. 신공정/신공법을 도입할 계획이 있는가? c. 추진 체계에 대한 계획을 수립하였는가? d. 로봇 도입 및 자동화에 대한 일정이 적절히 계획되었는가? 		
<p>C. 기존 제품에 대한 분석이 수행되었는가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 기존 제품이 로봇을 활용한 자동화에 적절한가? b. 로봇 활용을 위해 제품설계를 변경할 필요가 있는가? c. 자동화를 위해 부품 구조 간소화, 표준화, 공용화 등의 의향이 있는가? 		
<p>● 업체 지원 상황</p> <p>A. 로봇 도입 및 자동화를 위한 지원이 가능한가?</p> <ul style="list-style-type: none"> a. 로봇 핸들링을 위한 전담 부서가 존재하는가? b. 로봇의 교시 및 유지보수를 위한 인력이 존재하는가? 		

